الفصل الحادى عشر
نماذج الاحلال

مقدمة :

يعنى الاحلال ان الوحدة الحالية سيحل محلها وحدة اخرى اكثر اقتصادا وأوفر فى التكاليف • ولا يعنى الاحلال ان السفن ومعدات الشحن والتفريغ ستستبدل بوحدات اخرى متجانسة فى نهاية عمرها ، اذ انه لا داعى لأى تشابه بين الوحدات الحالية التى ستستبدل بوحدات اخرى فى المستقبل •

وتحتاج معظم السفن والمعدات الى احلالها سواء فى الوقت الحالى او فى المستقبل ، ويتم الاحلال بسبب الاتى :

١ — ان الاصل الحالى لا يعمل بكامل طاقته الانتاجية •

٢ — كما ان الاصل الحالى يعمل بدون كفاءة ويحتاج الى نفقات صيانة باهظة •

٣ — ظهور شكل من الاصول اكثر تطورا مثل سفن الحاويات Containers وسفن الدحرجة Roll on/Roll off(RO - RO) وسفن اللاش Lash.

٤ — انه يتوقع للاصل الحالى التعطل فى وقت قريب فى اداء مهمته ولا تكون هناك ضرورة لاتخاذ القرار ، حيث يجب الاحلال فورا ، ومن ثم يمكن جدولة الاحلال قبل حدوث التعطل •

وبالنسبة لاحلال السفن والمعدات التى تتناقص كفاءتها الانتاجية بمضى الزمن نلاحظ ان تكلفة التشغيل لهذه السفن والمعدات تتزايد مع مضى الزمن وتقل الايرادات ، ويكون مناسبا من الناحية الاقتصادية ان تحل سفنا ومعدات بدلا من السفن والمعدات الحالية ويسمى هذا النوع من الاحلال احلال بسبب نقص كفاءة الصيانة والمعدة •

وتنقسم مشاكل الاحلال الى الانواع الاتية :

١ — مشاكل خاصة بوحدات مثل السفن ومعدات الشحن والتفريغ وبعض الآلات والمعدات بالترسانات ، تتزايد تكاليف تشغيلها وصيانتها بمضى الزمن •

— معيار القيمة الحالية للتكلفة الكلية السنوية •

— معيار صافى الربح •

وهذا النوع من مشاكل الإحلال خاص بالوحدات التى تتقادم Items that deteriorate ويصبح السؤال المطلوب الاجابة عليه خاص بالتوقيت الامثل للاحلال •

٢ — مشاكل خاصة بوحدات تتعطل فجأة Items that Suddenly fail مثل السيور الناقلة بالميناء Conveyor Belts مما يستدعى احلالها بسيور اخرى • ويستلزم حل مثل هذه المشاكل معرفة الاعمار لهذه الوحدات موضوع الدراسة • واشكل التوزيعى للعمر ويصبح الهدف من حل هذه المشاكل تحديد الفترة المثلى للاحلال بناء عليها واحلال المجموعة المتوقفة اثناء العمل •

وتنقسم مشاكل الاحلال على اساس تقسيم نماذج الاحلال حسب درجة التأكد Degree of Certainty بمعنى ان هناك نماذج محددة للاحلال Deterministic خاص الوحدات التى تتقادم بجانب نماذج احتمالية للاحلال Probabilistic تعالج مشاكل الاحلال للوحدات التى تتعطل فجأة •

وهناك بعض مشاكل الاحلال بسبب الطاقة الناقصة والطاقة الزائدة والاحلال بالاستئجار وذلك باستخدام طريقة القيمة الحالية وطريقة التكلفة السنوية • وقبل الدخول فى هذه المشاكل نستعرض بعض المجموعات المختلفة من التدفقات النقدية للقيمة الحالية والتكلفة السنوية اللازمة للدراسة •

١ — ايجاد جملة جنيه بفائدة مركبة : Single Payment Compound Amount Factor (SPCAF) :

بفرض اننا نرمز بالاتى :

ب — المبلغ المراد استثماره •

س — جملة المبلغ فى نهاية المدة المستثمرة •

ى — سعر الفائدة •

ن — الزمن

فان جملة المبلغ المراد استثماره فى نهاية السنة (ن) يساوى

$$س = ب\ (١ + ى)^{ن}$$

ويسمى المعامل $(١+ى)^{ن}$ جملة جنيه بفائدة مركبة ويرمز اليه بالحروف (SPCAF).ويمكن اعادة كتابة المعادلة السابقة كالاتى :

س = ب × ى ــ ن (جملة جنيه بفائدة مركبة)

ومنها

$$\frac{س}{ب} = (١+ى)^{ن} \quad ، \quad ب = \frac{س}{(١+ى)^{ن}}$$

٢ ــ ايجاد القيمة الحالية لجنيه بفائدة مركبة - Single-Payment Present Worth Factor: (SPPWF):

بفرض ان القيمة الحالية لمبلغ هى (ب) وجملة المبلغ فى المستقبل (س) وعدد السنوات (ن) وسعر الفائدة المركبة (ى) فاننا نحصل على

$$ب = س \frac{١}{(١+ى)^{ن}}$$

ويسمى المعامل $\frac{١}{(١+ى)^{ن}}$ عامل القيمة الحالية بفائدة مركبة (SPPWF). ومن المعادلة السابقة يمكن ان نحصل على

$$ب = س\,(١+ى)^{-ن}$$

حيث $(١+ى)^{-ن}$ هى نفس القيمة الحالية $\frac{١}{(١+ى)^{ن}}$

٣ ــ ايجاد جملة دفعة سداد قدرها جنيه بفائدة مركبة Uniform-Series Compound Amount Factor : (USCAF)

بفرض ان هناك شخص يودع فى نهاية كل سنة دفعات متساوية (ر) فما جملة المبلغ الذى يستحق (س) فى نهاية الفترة (ن) اذا كان سعر الفائدة هو (ى) ؟ وتكون جملة المبلغ هى

$$س = ر \frac{(١+ى)^{ن} - ١}{ى}$$

ويسمى المعامل بين قوسين جملة الدفعة السنوية بفائدة مركبة (USCAF) والذى تضرب فى (ر) لنحصل على (س) ويمكن كتابة المعادلة السابقة كالاتى :

س = ر × ى — ن جملة الدفعة السنوية بفائدة مركبة

٤ — القيمة الحالية لدفعة سداد قدرها جنيه بفائدة مركبة : Uniform-Series Present Worth Factor (USPWF):

ماهى القيمة الحالية (ب) لدفعة سنوية قدرها (ر) وعددها (ن) اذا كان سعر الفائدة المركبة (ى) ؟

وتصبح القيمة الحالية هى :

$$ب = ر \frac{(١ + ى)^{ن} - ١}{ى (١ + ى)^{ن}}$$

ويسمى المعامل بين قوسين معامل القيمة الحالية لدفعة سداد قدرها جنيه بفائدة مركبة ويختصر الى (USPWF) كما يمكن اعادة كتابة المعادلة السابقة كالاتى :

ب = ر × ى — ن معامل الدفعة الحالية لدفعة سداد قدرها جنيه بفائدة مركبة .

٥ — قسط السداد السنوى لدفعة قدرها جنيه بفائدة مركبة (عامل استعادة رأس المال) Capital Recovery Factor (CRF):

ماهى الاقساط المتساوية فى نهاية كل فترة والتى يمكن ان تسدد مبلغ حالى (ب) خلال (ن) فترة بسعر فائدة مركب (ى) ؟

ويصبح قسط السداد السنوى

$$ر = س \frac{ى}{(١ + ى)^{ن} - ١}$$

كما ان $س = ب (١ + ى)^{ن}$

ولهذا نحصل على

$$\text{ر} = \frac{\text{ى} (1 + \text{ى})^{\text{ن}}}{(1 + \text{ى})^{\text{ن}} - 1}$$

ويسمى المعامل بين قوسين عامل استعادة رأس المال (CRF) والذى نضربه فى القيمة الحالية (ب) لنحصل على (ر) اى ان

ر = ب × ى ـ ن عامل استعادة رأس المال

طرق الحصول على التكلفة السنوية :

تشمل التكلفة السنوية حاصل جمع تكلفة التشغيل السنوية بالاضافة الى التكاليف السنوية لاسترداد رأس المال ويمكن الحصول عليها باحدى الطرق الاتية :

الطريقة الاولى : استعادة رأس المال بطريقة معدل العائد : Capital Recovery : Factor with a Rate of Return

بفرض ان (ب) تمثل الاستثمارات .

(ى) اقل عائد مطلوب .

(ل) قيمة الاصل كخردة وتكلفة التشغيل السنوية (د)

فانه باستخدام هذه الطريقة نحصل على :

ر = ب × ى ـ ن عامل استعادة رأس المال ـ ل × ى ـ ن احتياطى الاستهلاك المستثمر

حيث (SFDF) تمثل احتياطى الاستهلاك المستثمر Sinking Fund Deposit Factor وتساوى (عامل استعادة رأس المال ـ ى) .

وبذلك فان ر = (ب ـ ل) × ى ـ ن عامل استعادة رأس المال + ل ى

الطريقة الثانية : طريقة احتياطى الاستهلاك المستثمر SFDF :

وباستخدامها تكون التكلفة السنوية

= ب × ن عامل استعادة رأس المال ـ ل × ى ـ ن احتياطى الاستهلاك المستثمر .

وحيث ان عامل استعادة رأس المال = احتياطى الاستهلاك المستثمر + ى

فاننا نحصل على

ر = ب × ى ـ ن احتياطى الاستهلاك المستثمر + ب ى ـ ل × ى ـ ن احتياطى الاستهلاك المستثمر ٠

ر = (ب ـ ل) × ى ـ ن احتياطى الاستهلاك المستثمر + ب ى

الطريقة الثالثة : طريقة قسط الاستهلاك الثابت + متوسط الفائدة : Straight - Line Depreciation + Average Onterest Method:

ونحصل عليها من المعادلة الاتية :

$$\text{التكلفة السنوية} = \frac{\text{ب} - \text{ل}}{\text{ن}} + (\text{ب} - \text{ل}) \left(\frac{\text{ى}}{٢}\right) \left(\frac{\text{ن} + ١}{\text{ن}}\right) + \text{ل ى}$$

ونناقش فيما يلى بعض مشاكل الاحلال بسبب الطاقة الناقصة والطاقة الزائدة والاحلال بالايجار ٠

الاحلال بسبب الطاقة الناقصة Inadequate Capacity

تصادفنا فى مشاكل الاحلال مشكلة نقص الطاقة فى المعدات الحالية وعدم كفايتها ٠ وفى حالة تضاؤل الطاقة الحالية يكون عقد مقارنة مع وحدة اكبر باضافة معدة جديدة ذات حجم يكفل تحقيق الانتاج المطلوب ويتضح ذلك من المثال الاتى :

بفرض ان احدى الترسانات اشترت منذ ثلاث سنوات معدة صغيرة لدرجة انها لاتستطيع انتاج الاحتياجات المستقبلة للترسانة ويمكن شراء معدة جديدة طاقتها ضعف الطاقة الحالية وثمنها ٦٠٠٠ جنيه ، كما ان القيمة الحالية للمعدة ٤٠٠٠ جنيه ويتوقع ان يكون لكل المعدتين عمر اقتصادى (٦) سنوات من الان وفى نهاية هذه الفترة فان قيمة المعدة الجديدة كخردة ان يتوقع ان تكون ٩٠٠ جنيه وللمعدة الحالية ٨٠٠ جنيه وتكلفة التشغيل لكل معدة بطاقة كاملة ٤٠٠٠ جنيه ٠

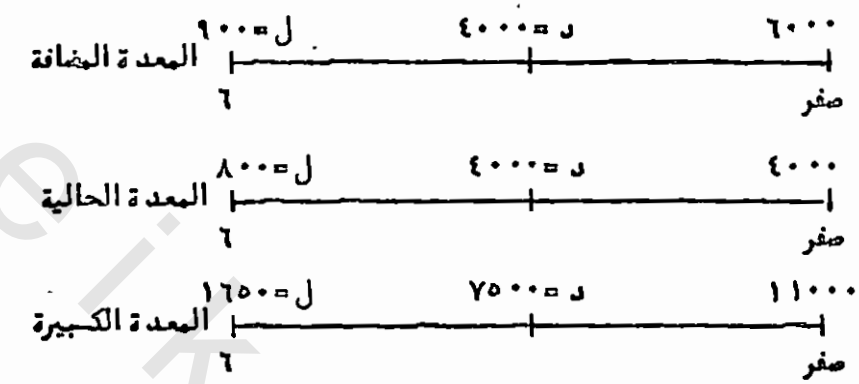
ويمكن الحصول على معدة واحدة للقيام بهذا العمل ينتج ١٢٥٪ من الانتاج المشترك للمعدتين الصغيرتين وتكلفة شرائها ١١٠٠٠ جنيه وقيمتها كخردة ١٦٥٠ جنيه فى نهاية السنة السادسة لعمرها الاقتصادى وتكلفة تشغيلها السنوية ٧٥٠٠ جنيه ٠ عندما يكون انتاجها بمعدل طاقتها و ٦٠٠٠ جنيه عندما يكون انتاجها معادلا لانتاج المعدتين مع العلم بأن أقل معدل عائد مطلوب (١٠٪) ٠

طريقة الحـل :

بفرض ان (ل) ترمز الى قيمة المعدة كخردة .

(د) ترمز الى تكلفة التشغيل السنوية للمعدة .

وبذلك نحصل على الاتى :



ويحسب البديل الاول لمدة واحدة كبيرة اذا كان انتاجها يعادل انتاج المعدتين الصغيرتين كالاتى :

التكلفة السنوية = (١٩٠٠٠ — ١٦٥٠) × ١٠ — ٦ عامل استعادة رأس المال × ٢٢٩٦١ + (١٦٥٠)(١٠ر٠ × ٦٠٠٠) .

= ٢١٤٧ + ١٦٥ + ٦٠٠٠ = ٨٣١٢ جنيه

ويمثل البديل الثانى فى الانتاج المشترك للمعدتين الصغيرتين وتكون :

التكلفة السنوية = (٤٠٠٠ — ٨٠٠) × ٦ عامل استعادة رأس المال × ٢٢٩٦١ + (٨٠٠)(١٠ر٠) + (٦٠٠٠ — ٩٠٠) × ٦ عامل استعادة رأس المال × ٢٢٩٦١ + (٩٠٠)(١٠ر٠) + ٢(٤٠٠٠) =

= ١٠٠٧٦ جنيه .

ولهذا تكون الافضلية للمعدة الواحدة الكبيرة ويكون الفرق فى التكلفة السنوية = ١٠٠٧٦ — ٨٣١٢ = ١٧٦٤ جنيه .

وفى مشاكل الاحلال فان المعدة الحالية قد يكون لها عمر اقصر من عمر المعدة الجديدة وهذا الموقف عادة ما يفتح امامنا عدد من البدائل الممكنة عندما تكون المعدة الحالية ايضا لها طاقة ناقصة كما يتضح من المثال الاتى :

معدة عمرها خمس سنوات تنتج ... ت الاحتياجات الحالية وقيمتها الحالية الصافية الممكن تحقيقها ٨٠٠ دولار وتكلفة التشغيل السنوية لها ٣٠٠٠ دولار ويتوقع ان يكون لها عمر اقتصادى خمس سنوات وقيمتها كخردة فى نهاية حياتها صفر دولار .

ومعدة اخرى بنفس الطاقة ثمنها ٣٢٠٠ دولار وتكلفة التشغيل السنوية لهـــا ٢٥٠٠ دولار وعمرها الاقتصادى ١٠ سنوات .

والمعدة الثالثة طاقتها ضعف طاقة المعدتين معا وثمنها ٦٠٠٠ دولار وتكلفـة التشغيل السنوية لها ٤٥٠٠ دولار وعمرها الاقتصادى ١٠ سنوات وقيمتها كخردة صفـر دولار وأقل معدل عائد مطلوب هو ١٠٪ .

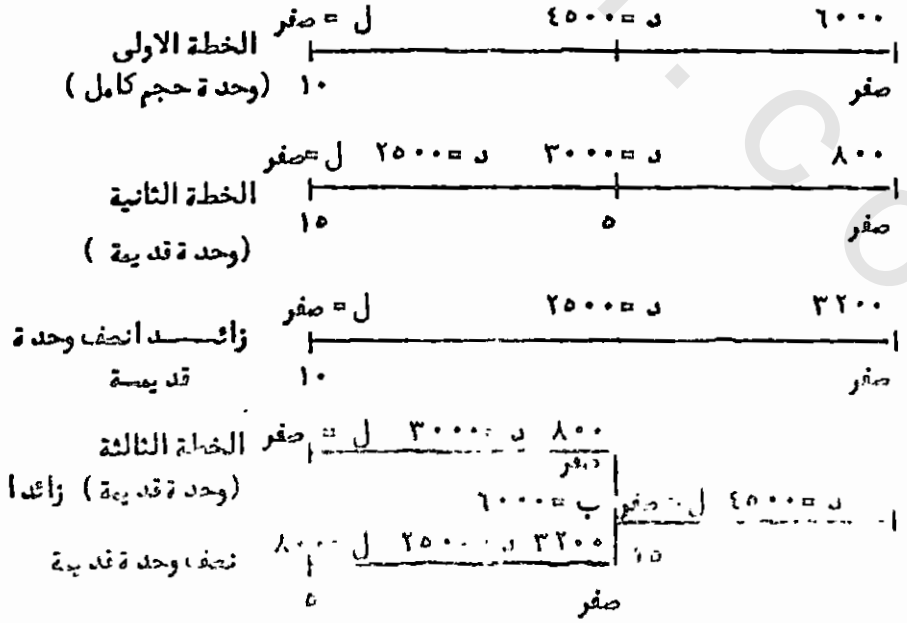
ومن الممكن تصور البدائل الاتية :

١ ــ تحل المعدة الجديدة بحجم كامل محل المعدة الحالية .

٢ ــ تضيف المعدة الحالية مع المعدة الجديدة بنصف حجم وتجعل كل الاحـــلالات المقبلة بمعدة جديدة نصف حجم .

٣ ــ تضيف المعدة الحالية مع المعدة الجديدة نصف حجم وتجعل كلاهما فى خمـس سنوات .

ومن ثم يمكن تصوير المشكلة كالاتى :



القيمة الحالية للخطة الاولى = ٦٠٠٠ + ٤٥٠٠ × ١٠ ـ ٦ عامل القيمة الحالية لدفعة سداد قدرها جنيه بفائدة مركبة × ٦ر١٤٤٦ = ٣٣٦٥١

القيمة الحالية للخطة الثانية = ٨٠٠ + ٣٠٠٠ × ٥ عامل القيمة الحالية لدفعة سداد قدرها جنيه بفائدة مركبة ٣ر٧٩١ + (٣٢٠٠ × ١٠ عامل استعادة رأس المال ١٦٢٧٥ر + ٢٥٠٠) × ٥ عامل القيمة الحالية لدفعة سداد قدرها جنيه بفائدة مركبة ٣ر٧٩١ × ٥ عامل القيمة الحالية لجنيه بفائدة مركبة ٦٢٠٩ر + ٣٢٠٠ + ٢٥٠٠ × ١٠ عامل القيمة الحالية لدفعة سداد قدرها جنيه بفائدة مركبة ٦ر١٤٤٦ = ٣٧٨٤٥ جنيه .

القيمة الحالية للخطة الثالثة = ٨٠٠ + ٣٢٠٠ + (٦٠٠٠ ـ ٨٠٠) × ١٠ عامل استعادة رأس المال ١٦٢٧٥ر + ٤٥٠٠) × ٥ عامل القيمة الحالية لدفعة سداد قدرها جنيه بفائدة مركبة ٣ر٧٩١ × ٥ عامل القيمة الحالية لجنيه بفائدة مركبة × ٦٢٠٩ر + (٣٠٠٠ + ٢٥٠٠) × ٥ عامل القيمة الحالية لدفعة سداد قدرها جنيه بفائدة مركبة ٣ر٧٩١ = ٣٧٤٣٥ جنيه .

ومن المقارنة يتضح ان الاستثمار الاضافى فى الخطة الاولى يسترد بفائدة ١٠ ٪ بالاضافة الى مبلغ ٣٧٨٤ بالنسبة الى الخطة الثانية والثالثة .

ثانيا : الاحلال بسبب الطاقة الزائدة Extra Capacity

رأينا انه اذا لم تتم المقارنات على منتجات متساوية سيتحمل احد البدائل بتكاليف تشغيل اضافية ناشئة من طاقته الانتاجية الاضافية ، لان الطاقة الزائدة المتأصلة التى ستكون متاحة عند الحاجة تميل الى ان يكون لها ميزة .

ويلاحظ ان اية طاقة زائدة تجاوزت الانتاج المطلوب فى الوظيفة المقترحة عامل لا يمكن اختزاله بقيم تزيد على التقييم الكمى ، وللوهلة الاولى لا محل للطاقة الزائدة التى تتجاوز الطاقة المطلوبة .

ومن ناحية اخرى يمكن اعتبار الطاقة الزائدة بمثابة احتياطى امام عدم التأكد لذلك ففى المثال الخاص باحلال الطاقة الفائضة فان هذه الطاقة التى تبلغ ٢٥ ٪ للمعدة الكبيرة الحجم يمكن النظر اليها باعتبارها ميزة لا يستهان بها ، وفعلا ظهرت فى التكلفة الاولى للمعدة التى نفترض انها ستكون اقل اذا كانت الوحدة ذات طاقة قدرها ١٠٠٪ متاحة وكذلك تكلفة التشغيل اذا كانت كفاءة المعدة اعلى بالتشغيل الاقرب للطاقة المقدرة ، واذا ما اقترحنا وحدة كبيرة الحجم فلابد ان تكون التكاليف السنوية اعلى حتى ولو تم حساب تكلفة التشغيل بالنسبة لانتاج مماثل للبدائل الاخرى .

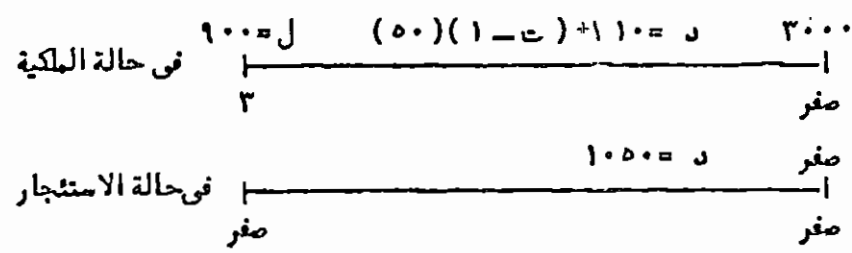
ثالثا : الاحلال بالاستئجار : Replacement by Leasing

تشكل مشكلة الاختيار بين اقتناء المعدات او استئجارها مشكلة اساسية بالنسبة لادارة المشروع اذ بالاستئجار يمكن تفادى مسئولية الملكية بما فى ذلك دفع تكلفة للصيانة والاصلاح والحماية ضد الفقد والتقادم بالاضافة الى المبالغ التى تخصص للشراء .

ومن المثال الاتى يمكن المقارنة بين الاستئجار والتملك : بفرض ان معدة عمرها سنتان قيمتها ٣٠٠٠ جنيه وقيمتها كخردة ٩٠٠ جنيه بعد ثلاث سنوات من الان ، كما ان التكلفة للتأمين والتسجيل والضرائب ١٦٠ جنيه وتكلفة الصيانة والاصلاح السنوى ١٥٠ جنيه للسنة الاولى تزاد ٥٠ جنيه سنويا .

ويمكن استئجار سيارة تكلف ٢٠ قرشا لكل كيلومتر بالاضافة الى تكلفة الاستئجار اليومى جنيها سواء كانت السيارة مستخدمة او بدون عمل ويتوقع ان يكون الاستخدام السنوى المتوقع ٣٠٠٠ كيلومتر ٣٠ يوما كما ان اقل عائد مطلوب هو ١٠٪ .

طريقة الحل :



وتكون التكلفة السنوية (AC) فى حالة الملكية :

(٣٠٠٠ — ٩٠٠) × ١٥ — ٣ عامل استعادة رأس المال ٤٣٧٩٨ر + (٩٠)

(١٥ر) + ١٦٠ + ١٥٠ + ٥٠ × ٣ عامل المتوسط الحسابى ٩٠٧١ر = ١٤١٠

كما تصبح التكلفة السنوية فى حالة الاستئجار :

(٣٠٠٠) (٢٠ر) + (٣٠) (١٥) = ١٠٥٠ جنيه

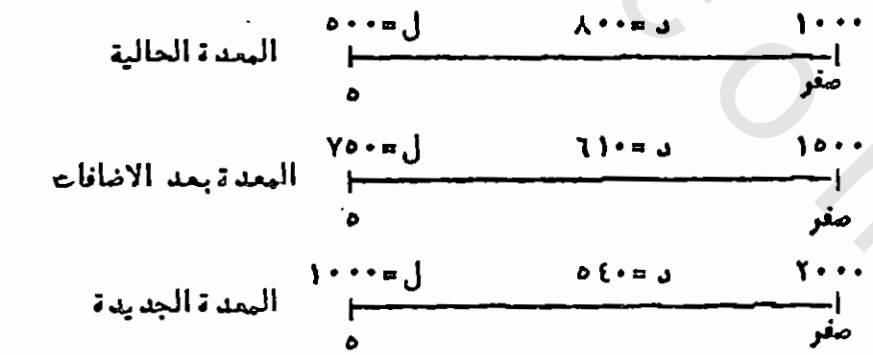
ويكون من الافيد الاستئجار بدلا من التملك .

تجديد المعدات الحالية :

يمكن الاستفادة من المعدات الحالية بتجديدها واصلاحها بهدف زيادة كفاءتها كما يتضح من المثال الاتى :

معدة حالية اشتريت منذ خمس سنوات كما ان هناك معدة حديثة قيمتها ٢٠٠٠ جنيه وتكلفة تشغيلها السنوية ٥٤٠ جنيه وقيمتها كخردة ١٠٠٠ جنيه . والمعدة الحالية صافى ثمنها ١٠٠٠ جنيه وتكلفة تشغيلها السنوية جنيه وقيمتها كخردة ٥٠٠ جنيه فى نهاية السنة الخامسة من عمرها الاقتصادى ويمكن تجديدها باضافات تبلغ ٥٠٠ جنيه وعندئذ تصبح قيمتها كخردة ٧٥٠ جنيه فى السنوات الخمس القادمة كما تنخفض تكلفة تشغيلها الى ٦١٠ جنيه سنويا علما بأن معدل العائد المطلوب ١٠٪ .

طريقة الحل :



وتصبح التكلفة السنوية للمعدة الحالية كالاتى :

التكلفة السنوية للالة الاولى = (١٠٠٠ — ٥٠٠) ١٠ — ٥ عامل استعادة رأس المال

٢٦٣٨ر + (٥٠٠) (١٠ر) + ٨٠٠ = ٩٨٢ جنيه .

وتكون التكلفة السنوية للمعدة بعد الاضافات :

(١٥٠٠ ــ ٧٥٠) ٥ عامل استعادة رأس المال ٢٦٣٨ر + (٧٥٠) (١٠ر) +

+ ٦١٠ = ٨٨٣ جنيه

كما تصبح التكلفة السنوية للمعدة الجديدة

(٢٠٠٠ ــ ١٠٠٠) ٥ عامل استعادة رأس المال ٢٦٣٨ر + (١٠٠٠) (١٠ر)

+ ٥٤٠ = ١٠٤ جنيه

وبدون التحسينات (الاضافات) سيكون هناك احلال للمعدة القديمة ولكن بعد الاضافات لن يكون هناك احلال .

النماذج المحددة للاحلال :

نناقش فيما يلى مشاكل التوقيت الامثل لاحلال ونش الشوكة ومعدات التداول بالميناء .

التوقيت الامثل لاحلال ونش شوكة : Fork Lift

ويلاحظ ان طريقة الحل التى سنستخدمها فى هذه المشكلة تطبق على احلال السفن وسيارات النقل المملوكة لشركات الشحن والتفريغ .

وتفترض هذه المشكلة ان ثمن شراء ونش جديد ثابت فى اى سنة من سنوات العمر الاقتصادى له كما تزداد تكلفة التشغيل والصيانة بمرور السنوات وتتم عملية الاحلال للونش عندما يتساوى معدل تكلفة الصيانة فى اى سنة من السنوات مع متوسط التكلفة السنوية فى نفس السنة مع مراعاة الملاحظات الاتية :

١ ــ يتم استخراج اجمالى التكاليف فى اى سنة من سنوات العمر الاقتصادى بالمعادلة الاتية :

اجمالى التكاليف للسنة (ت) = ثمن شراء الونش + اجمالى تكلفة الصيانة حتى السنة (ت) ناقصا قيمة الونش كخردة .

٢ ــ كما يتم استخراج متوسط التكلفة السنوية بالمعادلة الاتية :

$$\text{متوسط التكلفة السنوية} = \frac{\text{ثمن شراء الونش — قيمته كخردة}}{\text{السنة (ت)}} + \frac{1}{\text{السنة (ت)}}$$

$$\text{كمجموع تكلفة حتى السنة (ت)} \qquad (1)$$

٣ — يراعى ان تكون تكلفة الصيانة فى نفس السنة مساوية لمتوسط التكلفة السنوية فى نفس السنة . ويفرض ان المطلوب تحديد التوقيت الامثل لاحلال ونش ثمن شرائه ٩٧٦٠٠ جنيه وقيمته كخردة ١٦٠٠ جنيه وان تكاليف صيانته بناء على خبرة الفنيين بادارة الميناء موضحة فى جدول (١) الذى يوضح تكاليف الصيانة السنوية والكلية وذلك بافتراض ان العمر الاقتصادى للونش هو (٨) سنوات .

السنة	تكاليف الصيانة	اجمالى تكاليف الصيانة حتى نهاية السنة
١	١٦٠٠	١٦٠٠
٢	٤٠٠٠	٥٦٠٠
٣	٦٤٠٠	١٢٠٠٠
٤	٩٦٠٠	٢١٦٠٠
٥	١٤٤٠٠	٣٦٠٠٠
٦	٢٠٠٠٠	٥٦٠٠٠
٧	٢٢٠٠٠	٧٨٠٠٠
٨	٣٢٠٠٠	١١٠٠٠٠

طريقة الحل :

تتم عملية الاحلال فى السنة التى تكون فيها متوسط التكاليف السنوية اقل ما يمكن ولذلك ننظر الى متوسط التكاليف السنوية لكل سنة من السنوات التالية :

السنة الاولى : باستخدام المعادلة رقم (١) تصبح اجمالى التكاليف للسنة الاولى :

٩٧٦٠٠ + ١٦٠٠ — ١٦٠٠ = ٩٧٦٠ جنيه

وباستخدام المعادلة رقم (١) تصبح متوسط التكلفة السنوية

$$\frac{١٦٠٠ - ٩٧٦٠٠}{١} \times \frac{١}{١} + ١٦٠٠ \times ٩٦٠٠٠ = ١٦٠٠ + ٩٧٦٠٠$$

السنة الثانية : باستخدام المعادلة رقم (١) تصبح اجمالى التكاليف السنوية

$$٩٧٦٠٠ + ٥٦٠٠ - ١٦٠٠ = ١٠١٦٠٠$$

وباستخدام المعادلة رقم (١) تصبح متوسط التكلفة السنوية

$$\frac{١٦٠٠ - ٩٧٦٠٠}{٢} \times \frac{١}{٢} + ٥٦٠٠ = ٥٠٨٠٠$$

وتصبح نتيجة الحسابات للسنوات المختلفة كالاتى :

السنة الثالثة :

اجمالى التكاليف السنوية ١٠٨ ٠٠٠

متوسط التكلفة السنوية ٣٦ ٠٠٠

السنة الرابعة :

اجمالى التكاليف السنوية ١١٧ ٦٠٠

متوسط التكلفة السنوية ٤٩ ٤٠٠

السنة الخامسة :

اجمالى التكاليف السنوية ١٣٢ ٠٠٠

متوسط التكلفة السنوية ٢٦ ٤٠٠

السنة السادسة :

اجمالى التكاليف السنوية ١٥٢ ٠٠٠

متوسط التكلفة السنوية ٢٥ ٣٣٣

السنة السابعة :

اجمالى التكاليف السنوية ١٧٤ ٠٠٠

متوسط التكلفة السنوية ٢٤ ٨٥٦

obeikan.com

السنة الثامنة :

اجمالى التكاليف السنوية ٢٠٦٠٠٠

متوسط التكلفة السنوية ٢٥٧٥٠

ويصبح الجدول فى شكله النهائى كالاتى : (جدول رقم ٢)

السنة	تكاليف الصيانة	اجمالى التكاليف	متوسط التكاليف السنوية
١	١٦٠٠	٩٧٦٠٠	٩٧٠٠٠
٢	٤٠٠٠	١٠١٦٠٠	٥٠٨٠٠
٣	٦٤٠٠	١٠٨٠٠٠	٣٦٠٠٠
٤	٩٦٠٠	١١٧٦٠٠	٢٩٤٠٠
٥	١٤٤٠٠	١٣١٠٠٠	٢٦٤٠٠
٦	٢٠٠٠٠	١٥٢٠٠٠	٢٥٣٣٣
٧	٢٥٦٠٠	١٧٤٠٠٠	٢٤٨٥٦
٨	٣٢٠٠٠	٢٠٦٠٠٠	٢٥٧٥٠

ومن الجدول السابق يتضح ان اقل متوسط تكلفة سنوية هى ٢٤٨٥٦ جنيه للسنة السابعة وهى تقارب تكلفة الصيانة لنفس السنة السابعة ٢٥٦٠٠ ، اى ان الفرق بينهما بسيط .

مثال آخر :

بفرض ان ادارة الميناء تلقت عرضا لشراء ونش بمبلغ ٨٠٠٠٠ جنيه ، وقد قرر الفنيون بادارة الميناء بعد فحص الونش ان تكلفة الصيانة للسنة الاولى ستكون ٨٠٠ جنيه تتزايد سنويا بمبلغ ١٠٠٠ ، وعلى اساس ان قيمة الونش كخردة تساوى صفر ، فهل تقوم ادارة الميناء باحلال هذا الونش محل الونش الذى يليه ؟

السنة	تكاليف الصيانة السنوية	اجمالى تكاليف الصيانة حتى نهاية السنة
١	٨٠٠	٨٠٠
٢	١٨٠٠	٢٦٠٠
٣	٢٨٠٠	٥٤٠٠
٤	٣٨٠٠	٩٢٠٠
٥	٤٨٠٠	١٤٠٠٠
٦	٥٨٠٠	١٩٨٠٠

٨٠٠٠٠ + ٨٠٠ = ٨٠٨٠٠

السنة الاولى :

اجمالى التكاليف للسنة الاولى = ٨٠٠٠٠ + ٨٠٠ = ٨٠٨٠٠

متوسط التكلفة السنوية = ٨٠٠٠٠ + ٨٠٠ = ٨٠٨٠٠

السنة الثانية :

اجمالى التكاليف السنوية = ٨٠٠٠٠ + ٢٦٠٠ = ٨٢٦٠٠

متوسط التكلفة السنوية = $\frac{٨٠٠٠٠}{٢}$ + $\frac{١}{٢}$ × ٢٦٠٠ × ٢ = ٤١٣٠٠

السنة الثالثة :

اجمالى التكاليف السنوية = ٨٠٠٠٠ + ٥٤٠٠ = ٨٥٤٠٠

متوسط التكلفة السنوية = $\frac{٨٠٠٠٠}{٣}$ + $\frac{١}{٣}$ × ٥٤٠٠ = ٢٨٤٦٧

السنة الرابعة :

اجمالى التكاليف السنوية = ٨٠٨٠٠ + ٩٢٠٠ = ٨٩٢٠٠

متوسط التكلفة السنوية = $\frac{٨٠٠٠٠}{٤}$ + $\frac{١}{٤}$ × ٩٢٠٠ = ٢٢٣٠٠

السنة الخامسة :

اجمالى التكاليف السنوية = ٨٠٠٠٠ + ١٤٠٠٠ = ٩٤٠٠٠

متوسط التكلفة السنوية = $\frac{٨٠٠٠٠}{٥}$ + $\frac{١}{٥}$ × ١٤٠٠٠ = ١٨٨٠٠

obeikan.com

السنة السادسة :

اجمالى التكاليف السنوية = ٨٠٠٠٠ + ١٩٨٠٠ = ٩٩٨٠٠

متوسط التكلفة السنوية = $\frac{٨٠٠٠٠}{٦}$ + $\frac{١}{٦}$ × ١٩٨٠٠ = ١٦٦٣٣

ويصبح الجدول بالصورة الاتية :

جدول رقم (٤)

السنة	تكاليف الصيانة	اجمالى التكالية	متوسط التكلفة السنوية
١	٨٠٠	٨٠٨٠٠	٨٠٨٠٠
٢	١٨٠٠	٨٢٦٠٠	٤١٣٠٠
٣	٢٨٠٠	٨٥٤٠٠	٢٨٤٦٧
٤	٣٨٠٠	٨٩٢٠٠	٢٢٣٠٠
٥	٤٨٠٠	٩٤٠٠٠	١٨٨٠٠
٦	٥٨٠٠	٩٩٨٠٠	١٦٦٣٣

وبمقارنة هذا الجدول مع جدول المثال رقم (١) للونش الاول نجد انه بالنسبة الى الونش الجديد فان اقل تكلفة هى ١٦٦٣٣ جنيه ، فى حين انها فى الجدول الاول ٢٥٣٣٣ جنيه ، وهذا يبين ان الونش الثانى اقتصادى عن الونش الاول ، وأن متوسط التكلفة السنوية للونش الثانى اقل من الونش الاول بمقدار ٨٧٠٠ جنيه مما يستلزم من ادارة الميناء استبدال الونش الاول بالثانى .

احلال معدات التداول بالميناء :

بفرض ان احدى معدات التداول بالميناء Handling Equipment تزداد تكلفة تشغيلها سنويا ويراد معرفة زمن احلال هذه المعدة بمعدة جديدة ثمنها ٩٠٠٠ جنيه . ويوضح الجدول الاتى البيانات الخاصة بهذه المشكلة (جدول رقم ٥)

وصف المشكلة			تحليل التكلفة			
السنة	تكلفة التشغيل	قيمة المعدة كخردة	الاهلاك	اجمالى		التكلفة المتوسطة
				الاهلاك	تكلفة التشغيل	التكلفة
(١)	(٢)	(٣)	(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)
١	١٨٠٠	٦٠٠٠	٣٠٠٠	٣٠٠٠	١٨٠٠	٤٨٠٠	٤٨٠٠
٢	٢١٠٠	٤٠٠٠	٢٠٠٠	٥٠٠٠	٣٩٠٠	٨٩٠٠	٤٤٥٠
٣	٢٤٠٠	٣٠٠٠	١٠٠٠	٦٠٠٠	٦٣٠٠	١٢٣٠٠	٤١٠٠
٤	٢٧٠٠	٢٢٥٠	٧٥٠	٦٧٥٠	٩٠٠٠	١٥٧٥٠	٣٩٣٧
٥	٣٠٠٠	١٥٠٠	٧٥٠	٧٥٠٠	١٢٠٠٠	١٩٥٠٠	٣٩٠٠
٦	٣٦٠٠	٩٠٠	٦٠٠	٨١٠٠	١٥٦٠٠	٢٣٧٠٠	٣٩٥٠
٧	٤٥٠٠	٥٠٠	٤٠٠	٨٥٠٠	٢٠١٠٠	٢٨٦٠٠	٤٠٨٦

ويوضح لنا هذا الجدول وصف المشكلة فى الاعمدة الثلاثة ويكون هدف التحليل هو تحديد المدة التى تعمل فيها المعدة بشرط ان تكون المتغير القرارى له قيم صحيحة ١ ، ٢ ، ٣ ، ٠٠٠ ، (ن — ١) ويكون الهدف هو تقليل متوسط التكلفة السنوية وواضح ان اقل تكلفة متوسطة هى ٣٩٠٠ جنيه للسنة الخامسة ٠

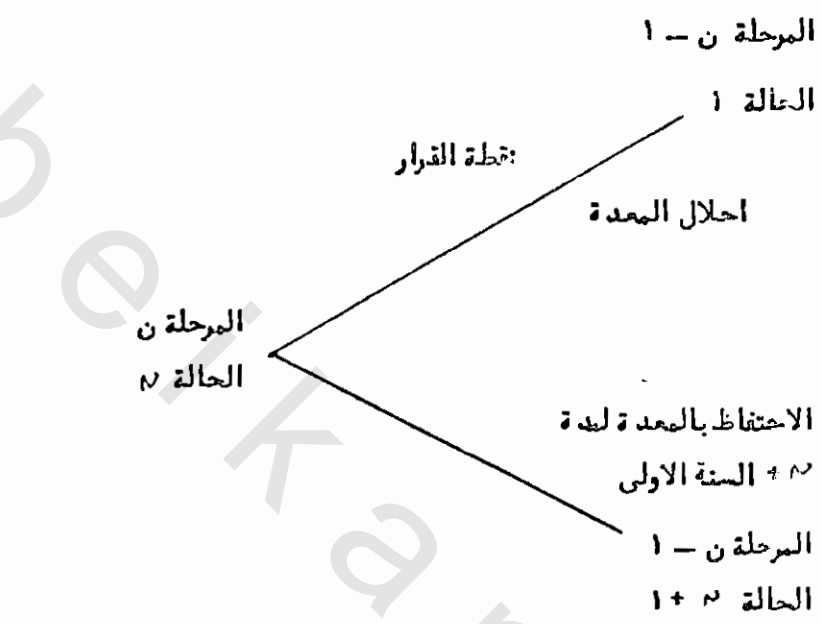
ويفرض ان طاقة العمل للمعدة تحتاج الى (ن) سنة وتوضح زيادة تكلفة التشغيل وانخفاض قيمتها كخردة انها ترجع الى تقادم المعدة ٠ ويفرض ان المعدة الجديدة ثمنها ٩٠٠٠ جنيه ، ويوضح الجدول الاتى تكلفة التشغيل لكل سنة والتى نرمز اليها بالرمز ص صفر (س) وتكلفة المعدة كخردة هى ر س (س)

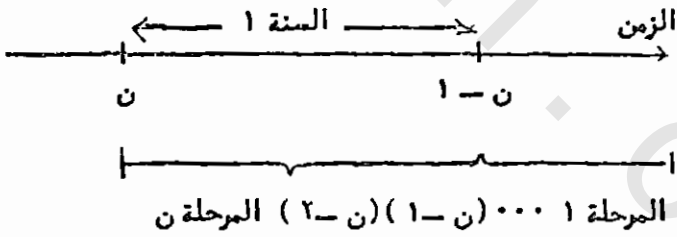
ويكون الهدف من حل المشكلة هو خفض التكلفة الكلية للمعدة خلال المدة التى تعمل فيها المعدة ولحل هذه المشكلة سنعتبر كل سنة مرحلة معينة ويكون القرار المطلوب الوصول اليه هو هل نحتفظ بالمعدة او نستبدلها بمعدة جديدة فى بداية السنة الجديدة ٠ ولذلك نرمز لدالة الهدف بالرمز ف ن (س) حيث تساوى التكلفة الكلية للمراحل المقبلة (ن) اذا كان عمر المعدة (س) ٠

جدول رقم (٦)

السنة (س)	تكلفة التشغيل ص صفر (س)	قيمة المعدة كخردة ر س (س)
١	١٨٠٠	٦٠٠٠
٢	٢١٠٠	٤٠٠٠
٣	٢٤٠٠	٣٠٠٠
٤	٢٧٠٠	٢٢٥٠
٥	٣٠٠٠	١٥٠٠
٦	٣٦٠٠	٩٠٠
٧	٤٥٠٠	٥٠٠
٨	٥٥٠٠	٢٠٠

وتحل هذه المشكلة باستخدام اسلوب البرمجة الديناميكية ويبدأ الحل من المرحلة (ن) ثم المرحلة (ن — ١) وتوضح هذه المشكلة على الرسم الاتى :





وبفرض ان ف ن (م) يراد حسابها وان ف ن — ١ (م) معروفة وان تكلفة التشغيل للسنة التاسعة للمرحلة (ن) تعتمد على ما اذا كان سيكون هناك احلال او الاحتفاظ بالمعدة عند بداية السنة (م) فاذا تقرر الاحتفاظ بالمعدة فان تكلفة التشغيل خلال السنة القادمة ستكون ص (م + ١) كما ان تكلفة التشغيل خلال المرحلة (ن) ستكون ف ن — ١ (م + ١) وتصبح التكلفة الكلية فى حالة عدم احلال صفر المعدة هى

ص صفر (س + ١) + ف ن — ١ (س + ١)

وفى حالة احلال المعدة فى بداية المرحلة ن فاننا ستشترى معدة بمبلغ ٩٠٠٠ جنيه ناقصا ثمن المعدة القديمة كخردة ر س (س) للسنة الحالية (س) بالاضافة الى تكلفة تشغيل المعدة الجديدة ص صفر (١) خلال السنة الاولى . وتصبح التكلفة الكلية للمرحلة ن — ١ التى تعقب هذه السنة هى ف ن — ١ (١) ومعنى ذلك ان التكلفة الكلية المستقبلة فى حالة احلال المعدة هى

٩٠٠٠ — ر س (س) + ص صفر (١) + (ف ن — ١) (١)

ويصبح القرار الامثل عند بداية المرحلة (ن) هو ذو اقل تكلفة من التكلفتين الاتيتين :

ف ن (س) = اقل ما يمكن ص صفر (س + ١) + ف ن — ١ (س + ١) ،

٩٠٠٠ — ر س (س) + ص صفر (١) + ف ن — ١ (١)

وتوضح لنا هذه المعادلة كيفية حساب ف ن (س) عندما نعرف قيمة ف ن — ١ (س) ونقطة بداية الحل باعتبار ان ن = ١ وبعد ذلك تربط ف ١ (س) بالقيمة ف صفر (س) وهذه الدالة ف صفر (س) هى تكلفة صفر للمراحل المقبلة عندما نبدأ حل المشكلة بعمر (س) للمعدة القديمة حيث :

ف صفر (س) — ر س (س)

وتصبح المعادلة بالنسبة لقيمة ف ١ (س) هى

ف ١ (س) = اقل ما يمكن ص صفر (س + ١) — ر س (س + ١) ،

٩٠٠٠ — ر س (س) + ص صفر (١) — ر س (١)

ويتم هذا الحساب بالنسبة لكل قيمة من قيم (س)

ف ١ (١) = اقل ما يمكن ص صفر (٢) — ر س (٢) ،

٩٠٠٠ — ر س (١) + ص صفر (١) — ر س (١)

= ٢١٠٠ — ٤٠٠ ، ٩٠٠٠ — ٦٠٠٠ + ١٨٠٠ — ٦٠٠٠

= ١٩٠٠ ، ١٢٠٠٠

= ١٩٠٠ (الاحتفاظ بالمعدة الحالية)

وبالمثل نحصل على

ف١ (٢) = ٦٠٠ (الاحتفاظ بالمعدة الحالية)

وتصبح نتائج الحسابات الثلاثة التالية هى :

ف١ (٣) = ٤٥٠ (الاحتفاظ بالمعدة الحالية)

ف١ (٤) = ١٥٠٠ (الاحتفاظ بالمعدة الحالية)

ف١ (٥) = ٢٧٠٠ (الاحتفاظ بالمعدة)

وتصبح قيمة ف١ (٦) = ٣٩٠٠ (احلال المعدة الحالية بمعدة جديدة)

كما تصبح ف١ (٧) = ٤٣٠٠ ، ومعنى ذلك احلال المعدة بمعدة أخرى .

وبالنسبة للمرحلة الثانية رقم (٢) يصبح الحساب كالاتى :

ف٢ (ن) = اقل ما يمكن ض صفر (ن + ١) + ف١ (ن + ١) ،

٩٠٠٠ — ر س (ن) + ص صفر (١) + ف١ (١)

وبمعرفة ف١ (ن) فيمكن حساب قيمة ف٢ (ن) وعلى سبيل المثال فان

ف٢ (١) = اقل ما يمكن { ص صفر (٢) + ف١ (٢) ،

٩٠٠٠ — ر س (١) + ص صفر (١) + ف١ (١) }

= ٢١٠٠ — ٦٠٠ ، ٩٠٠٠ — ٦٠٠٠ + ١٨٠٠ — ١٩٠٠

= { ١٥٠٠ ، ٢٩٠٠ }

= ١٥٠٠ (الاحتفاظ بالمعدة)

وتصبح باقى الحسابات بالنسبة لقيم ف٢ (ن) على النحو الاتى :

ف٢ (٢) = ٢٨٥٠ (الاحتفاظ بالمعدة)

ف ٢ (٣) = ٤٢٠٠ (الاحتفاظ بالمعدة)

ف ٢ (٤) = ٥٧٠٠ (الاحتفاظ بالمعدة)

ف ٢ (٥) = ٧٤٠٠ (احـــلال المعدة)

ف ٢ (٦) = ٨٠٠٠ (احـــلال المعدة)

ف ٢ (٧) = ٨٤٠٠ (احـــلال المعدة)

ويمكن حساب نتائج المرحلة الثالثة باستخدام المعادلة الاتية :

$$ف_{٣}(ن) = \text{اقل ما يمكن} \left\{ \begin{array}{l} ص_{صفر} (ن+١) + ف_{٢}(ن+١) \\ ٩٠٠٠ - و_{ص}(ن) + ص_{صفر} (١) + ف_{٢}(١) \end{array} \right\}$$

ونوضح فيما يلى نتائج حسابات المرحلة الثالثة فى الجدول الاتى :

جـــدول رقـــم (٧)

م	ص صفر (ن+١) + ف ٢ (ن+١)	[٩٠٠٠ — ر س (ن)] + [ص صفر (١) + ف ٢ (١)]	ف ٢ (ن)
١	٢١٠٠ + ٢٨٥٠ = ٤٨٥٠	٣٠٠٠ + ٣٠٠ = ٦٣٠٠	٤٩٥٠ (الاحتفاظ بالمعدة)
٢	٢٤٠٠ + ٤٢٠٠ = ٦٦٠٠	٥٠٠٠ + ٣٣٠ = ٨٣٠٠	٦٦٠٠ (الاحتفاظ بالمعدة)
٣	٢٧٠٠ + ٥٧٠٠ = ٨٤٠٠	٦٠٠٠ + ٣٣٠٠ = ٩٣٠٠	٨٤٠٠ (الاحتفاظ بالمعدة)
٤	٣٠٠٠ + ٧٤٠٠ = ١٠٤٠٠	٦٧٥٠ + ٣٣٠٠ = ١٠٠٥٠	١٠٠٥٠ (احـــلال المعدة)
٥	٣١٠٠ + ٨٠٠٠ = ١١٦٠٠	٧٥٠٠ + ٣٣٠٠ = ١٠٨٠٠	١٠٨٠٠ (احـــلال المعدة)
٦	٤٥٠٠ + ٨٤٠٠ = ١٢٩٠٠	٨١٠٠ + ٣٣٠٠ = ١١٤٠٠	١١٤٠٠ (احـــلال المعدة)
		٨٥٠٠ + ٣٣٠٠ = ١١٨٠٠	(احـــلال المعدة)
			(احـــلال المعدة)

وواضح من هذا الجدول انه يتم الاحتفاظ بالمعدة الحالية خلال السنوات الثلاث الاولى ثم يتم احلال سنوى للمعدة ابتداء من السنة الرابعة حتى نهاية السنة السابعة •

كما تصبح حسابات المرحلة الرابعة كما هو موضح فى الجدول التالى :

obeikan.com

جـدول رقـم (٨)

ن	ص صفر ٣ (ن+١) + ف ٤ (ن+١)	[٩٠٠٠ — ر س (ن)] + [ص صفر ٣ (١) + ف ٤ (١)]	ف ٤ (ن)
١	٢١٠٠ + ٦٦٠٠ = ٨٧٠٠	٣٠٠٠ + ٦٧٥٠ = ٩٧٥٠	٨٧٠٠ (الاحتفاظ بالمعدة)
٢	٢٤٠٠ + ٨٤٠٠ = ١٠٨٠٠	٥٠٠٠ + ٦٧٥٠ = ١١٧٥٠	١٠٨٠٠ (الاحتفاظ بالمعدة)
٣	٢٧٠٠ + ١٠٠٥٠ = ١٢٧٥٠	٦٠٠٠ + ٦٧٥٠ = ١٢٧٥٠	١٢٧٥٠ (احد الاثنين)
٤	٣٠٠٠ + ١٠٨٠٠ = ١٣٨٠٠	٦٧٥٠ + ٦٧٥٠ = ١٣٥٠٠	١٣٥٠٠ (احلال المعدة)
٥	٣٦٠٠ + ١١٤٠٠ = ١٥٠٠٠	٧٥٠٠ + ٦٧٥٠ = ١٤٢٥٠	١٤٢٥٠ (احلال المعدة)
٦	٤٥٠٠ + ١١٨٠٠ = ١٦٣٠٠	٨١٠٠ + ٦٧٥٠ = ١٤٨٥٠	١٤٨٥٠ (احلال المعدة)
		٨٥٠٠ + ٦٧٥٠ = ١٥٢٥٠	١٥٢٥٠ (احلال المعدة)

وبالطبع يمكن الاستمرار فى الحسابات وعلى كل فان الجدول الاتى يوضح النتيجة النهائية للحسابات

جدول رقم (٩)

قيم ن	ن = ١	ن = ٢	ن = ٣	ن = ٤	ن = ٥	ن = ٦	ن = ٧
صفر	— ٦٠٠٠	— ٤٠٠٠	— ٣٠٠٠	— ٢٢٥٠	— ١٥٠٠	— ٩٠٠	— ٥٠٠
١	— ١٩٠٠	— ٦٠٠	٤٥٠	١٥٠٠	٢٧٥٠	٣٩٠٠ (ر)	٤٣٠٠ (ر)
٢	١٥٠٠	٢٨٥٠	٤٢٠٠	٥٧٠٠	٧٤٠٠ (ر)	٨٠٠٠ (ر)	٥٤٠٠ (ر)
٣	٤٩٥٠	٦٦٠٠	٨٤٠٠	١٠٠٥٠ (ر)	١٠٨٠٠ (ر)	١١٤٠٠ (ر)	١١٨٠٠ (ر)
٤	٨٧٠٠	١٠٨٠٠	١٢٧٥٠ (هـ)	١٣٥٠٠ (ر)	١٤٢٥٠ (ر)	١٤٨٥٠ (ر)	١٥٢٥٠ (ر)
٥	١٢٩٠٠	١٥١٥٠	١٢٦٠٠	١٧٢٥٠ (هـ)	١٨٠٠٠ (ر)	١٨٦٠٠ (ر)	١٩٠٠٠ (ر)
٦	١٧٢٥٠	١٨٦٠٠	١٩٩٥٠	٢١٠٠٠	٢٢٢٠٠ (هـ)	٢٢٨٠٠ (ر)	٢٣٢٠٠ (ر)
٧	٢٠٧٠٠	٢٢٣٥٠	٢٣٧٠٠	٢٥٢٠٠	٢٦٤٠٠	٢٧١٥٠ (ر)	٢٧٥٥٠ (ر)
٨	٢٤٤٥٠	٢٦١٠٠	٢٧٩٠٠	٢٩٢٥٠ (ر)	٣٠٠٠٠ (ر)	٣٠٦٠٠ (ر)	٣١٠٠٠ (ر)
٩	٢٨٢٠٠	٣٠٣٠٠	٣١٩٥٠	٣٣٠٠٠ (هـ)	٣٣٧٥٠ (ر)	٣٤٣٥٠ (ر)	٣٤٧٥٠ (ر)
١٠	٣٢٤٠٠	٣٤٣٥٠	٣٥٧٠٠	٣٦٧٥٠ (هـ)	٣٧٥٠٠ (ر)	٣٨١٠٠ (ر)	٣٨٥٠٠ (ر)

ويرمز الرمز (ر) بضرورة احلال المعدة فى بداية السنة ولا يوجد رمز يشير الى ضرورة الاحتفاظ بالمعدة لسنة اخرى ، اما الرمز (هـ) فيشير الى اما استمرار المعدة او احلالها ٠

وبالنسبة لهذه المشكلة فان فترة الخطة عشر سنوات كما يوضح الجدول الاخير ان ف٥ (٥) = ١٨٠٠ بالاضافة الى قيمة السنة الخامسة للمعدة القديمة اى ف٥ (٥) = ر س (٥) = ١٩٥٠٠ التى تعبر عن التكلفة الكلية للسنة الخامسة كما تصبح التكلفة الكلية للسنة السادسة

ف٦ (٦) + ر س (٦) = ٢٢٨٠٠ + ٩٠٠ = ٢٣٧٠٠

وتكون التكلفة المتوسطة للسنة السادسة $\frac{٢٣٧٠٠}{٦}$ = ٣٩٥٠ ٠

النماذج الاحتمالية للاحلال : اعتبرنا فى البند السابق ان المعدات تتقادم بالاستعمال بحيث تميل تكلفة التشغيل الى الزيادة بمرور الزمن ولكى نحدد العمر الامثل للمعدة نقارن بين تكلفة التشغيل المتزايدة مع الاهلاك المتناقص ٠

ويناقش هذا البند الاحلال الذى يحدث بسبب التعطل الكامل وبسبب خسائر فى الانتاج كما ينتج عنه اهدار ويستلزم حل مثل هذه المشاكل معرفة الاعمار لهذه النوعيات والشكل التوزيعى للعمر ويصبح الهدف تحديد الفترة المثلى للاحلال اثناء العمل واحلال المجموعة المتوقعة اثناء العمل التى يزداد احتمال تعطلها مع الزيادة فى العمر ٠

ونستعرض فيما يلى بعضا من هذه المشاكل :

التوقيت الامثل لاحلال السيور الناقلة : يتم استخدام بعض السيور الناقلة لتداول نوعيات معينة من البضائع بالميناء ونفرض ان طول السير ١٠٠ متر فاذا حدث تعطل للسير الناقل تتوقف عملية تداول البضائع وتتعطل $\frac{١}{٨}$ الوردية حتى يتم الاصلاح ، ونفرض ان البضائع المتداولة على السير الناقل ٥٠٠ طن فى الوردية وأن ايراد تداول الطن ١٢ وحدة نقدية وبذلك تكون الخسارة بسبب تعطل السير $\frac{١}{٨}$ وردية = ٥٠٠ × $\frac{١}{٨}$ × ١٢ = ٧٥٠ ٠

هذا بالاضافة الى تكلفة الاحلال والتى تبلغ ٥٠٠ وحدة نقدية للسير الناقـــل ويوضح الجدول الاتى احتمالات التعطل .

جدول رقم (١٠)

الاحلال بزمن الوردیات	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠
احتمالات التعطل٪	صفر	٤	٩	١٤	١٩	٢٦	٣٣	٤٠	٤٧	٥٤	٦١

ويصبح السؤال هو متى يتم احلال السير الناقل ؟ والاجابة هى ان احـــــلال السير يمكن اتمامه اثناء الوردية عندما لا تكون هناك بضاعة مما يستلزم تحديد احسن عمر للاحـــلال (عـدد الورديات) لذلك نفرض ان :

$و_ت$ ترمز الى متوسط عدد الورديات للسير الناقل .

$ب_أ$ ترمز الى احتمال ان السير الناقل يتعطل عند العمر (أ) .

ن عدد السيور الناقلة الجديدة .

وتكون عـدد دوريات السير الناقل عبارة عن

$$ن ب_1 + ٢ ن ب_2 + ... + (ت - ١) ن ب_{ت-١} + ت ن (ب_ت + ب_{ت+١} + ...)$$

وبالقسمة على عدد السيور (ن) نحصل على متوسط العمر ($و_ت$) ويمكن اعـــادة تجميعها لنحصل على الاتى :

$$و_ت = (ب_1 + ب_2 + ب_3 + ... + ب_ت + ب_{ت+١} + ...)$$
$$+ (ب_2 + ب_3 + ... + ب_ت + ب_{ت+١} + ...)$$
$$+ (ب_3 + ... + ب_ت + ب_{ت+١} + ...)$$
$$.$$
$$.$$
$$.$$

.

.

+ (ب ت ـ ١ + ب ت + ب ت + ١ + ...)

+ (ب ت + ب ت + ١ + ...)

واذا رمزنا بالرمز ب م لاحتمالات التعطل بعد العمر (أ) فان الرموز بين قوسين هى : ب صفر ، ب ١ ، ... ، ب ت ـ ١

كذلك

و ت = ب صفر + ب ١ + ... + ب ت ـ ١ (١)

وتكون الخطوة الثانية للوصول الى التكلفة لعدد كبير من الورديات ع وفى الزمن ع سنستخدم و ت / ع سير ناقل كما ان الكسر ب م سيسقط عند العمر أ ويصبح اجمالى السيور التى تتعطل عبارة عن :

ع (ب صفر + ب ١ + ... + ب ت ـ ١) / و ت = ع (١ ـ ب ت ـ ١) / و ت

كما ان ع ب ت ـ ١ / و ت سنعمل له احلال عند العمر (ت) بدون تعطل .

وتصبح التكلفة خلال الزمن ع هى :

[١٢٥٠ ع (١ ـ ب ت ـ ١) + ٥٠٠ ع ت ـ ١] / و ت

وبقسمة التكلفة على ع نحصل على متوسط التكلفة للوردية :

ك ت = [١٢٥٠ (١ ـ ب ت ـ ١) + ٥٠٠ ب ت ـ ١] / ع = (١٢٥٠ ـ ٧٥٠ ب ت ـ ١) / و ت (٢)

ولكى نحدد احسن قيمة (ت) تجدول ك ت ونحسب اولا ب ت ـ ١ امـا احتمالات التعطل عند العمر (أ) اذا لم يكن سبق تعطل قبل ذلك نحصل عليه من الجدول السابق ، فاذا رمزنا للاحتمالات بالرمز هـ م نحصل على

هـ أ = ب أ / ب أ ـ ١ أو ب أ = ب أ ـ ١ هـ أ (٣)

ومن الجدول السابق نلاحظ انه لا يتعطل اى سير قبل العمر ١١ ولهـــذا نحصل على :

احتمال التعطل بعد العمر ١٠ = ١ = $ب_{١٠}$

وباستخدام نفس الجدول السابق نرى ان $هـ_{١١}$ = ٠ر٠٤ وبالأخذ فـــى الاعتبار المعادلة رقم (٣) نحصل على $ب_{١١}$ = ٠ر٠٤

وبذلك فان

$ب_{١١}$ = ١ ـ ($ب_{صفر}$ + $ب_{١}$ + ٠٠٠ + $ب_{١١}$) = ١ ـ ٠ر٠٤ = ٠ر٩٦

لذلك فانه باستخدام نفس المعادلة (٣) ونفس الجدول السابق يتضح لنا ان

$ب_{١٢}$ = ٠ر٩٦ × ٠ر٠٩ = ٠ر٠٨٦٤

$ب_{١٣}$ = ١٨٧٣٦ × ٠ر١٤ = ٠ر١٢٢٣

وبذلك نحصل على الجدول الاتى :

obeikan.com

جـدول رقم (١١)

أ	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥
ب م	صفر	٠ر٠٤	٠ر٠٨٦٤	٠ر١٢٢٣	٠ر١٤٢٩	٠ر١٥٨٣
ب م	١ر٠	٠ر٩٦	٠ر٨٧٣٦	٠ر٧٥١٩	٠ر٦٠٩٠	٠ر٤٥٠٧
و م = مجـ $\frac{أ_{ن} - أ_{١}}{ى = صفر}$ ب ى	١٠	١١	١١ر٩٦	١٢ر٨٣	١٣ر٥٩	١٤ر١٩
١٢٥٠ ـ ٧٥٠ ب م أ_١	٥٠٠	٥٠٠	٥٣٠	٥٩٢ر٨	٦٣٦ر١	٧٩٣ر٣
ك م	٥٠	٤٥ر٦	٤٤ر٣	٤٦ر٢	٥٠ر٥	٥٦ر٢

obeikan.com

وبذلك فانه اذا كانت ص$_{ف}$ ترمز لتكلفة التعطل (بما فى ذلك تكلفة الاحلال) و ص$_{ر}$ ترمز الى تكلفة الاحلال فقط فان ك$_{ت}$ تصبح

$$ك_{ت} = \frac{ص_{ف} - (ص_{ف} - ص_{ر}) ب^{ت-١}}{و_{ت}}$$

سياسة الاحلال الفردى والاحلال الجماعى للبساتن Pistons

نناقش فى هذه المشكلة مقارنة التكاليف بين سياستين بشأن احلال البساتن والسياسة الاولى هى سياسة الاحلال الفردى Individual Replacement Policy بمعنى انه اذا تعطل احد البساتن تعطلا كاملا يتم احلاله بآخر فورا ويتكلف الواحد ٥٠٠ وحدة نقدية مثلا ، أما السياسة الثانية فهى سياسة الاحلال الجماعى لمجموعة السيور Group Replacement ويتم فيها احلال كل البساتن التى تعطلت فجأة خلال فترة زمنية معينة كما أن تكلفة احلال الواحد من البساتن فى مجموعة الاحلال يتكلف ٥٠ر٠ وحدة نقدية وأن السفن بها ٥٧٦ وحدة بساتن ويوضح الجدول الاتى توزيع الفناء لهذه البساتن .

جدول رقم (١٢)

العنصر العشوائى أ خلال شهر بعد الاحلال	احتمال التعطل خلال شهر معين ب أ	الاحتمال التجميعى (التعطل خلال شهر بعد الاحلال أ ≤)
١	١٥ر٠	١٥ر٠
٢	٣٠ر٠	٤٥ر٠
٣	٥٥ر٠	١ر٠٠

ويتطلب الوصول الى القرار السليم عمل تحليل للتكلفة الشهرية لكل من سياسة الاحلال الفردى واحلال المجموعة (بافتراض أن الفترة الممكنة هى شهر ، شهرين ، ثلاثة شهور) ثم نختار السياسة المثلى للاحلال .

سياسة الاحلال الفردى :

باستخدام الجدول السابق نفرض ان ط (أ) ترمز الى العمر المتوقع للسير

$$ط(أ) = أ_{ب_1} + أ_{ب_2} + أ_{ب_3}$$

$$= ١ (١٥ر٠) + ٢ (٣٠ر٠) + ٣ (٥٥ر٠) = ٢ر٤$$

وحيث انه يوجد لدينا ٥٧٦ وحدة بساتن لهذا يجب عمل احلال بمتوسط شهرى $\frac{٥٧٦}{٢ر٤}$ = ٢٤٠ وتصبح التكلفة الشهرية لسياسة الاحلال الفردى بالوحدة النقدية شهر هى :

$$٢٤٠ \frac{\text{عدد الوحدات}}{\text{الشهور}} \times \frac{٢ر٥٠ \text{ وحدة نقدية}}{\text{عدد الوحدات}} = ٦٠٠ / \text{شهر}$$

سياسة الاحلال الجماعى :

فى سياسة الاحلال الجماعى يكون لدينا ثلاث سياسات ($س_1$ ، $س_2$ ، $س_3$) التى تمثل الاحلال الجماعى عند نهاية الشهر الاول والشهر الثانى والشهر الثالث وفى كل سياسة فان تكلفة الاحلال الجماعى تكون ٢٨٨ وحدة نقدية (عبارة عن حاصل ضرب (٥٧٦ × ٥ر٠) بينما تكون تكلفة الاحلال الفردى مختلفة وتتحدد بعدد البساتن التى تتعطل بين الاوقات المتتالية للاحلال الجماعى عند كل سياسة ونفرض ان :

$ن_{صفر}$ ترمز الى عدد البساتن الاصلية

$ر_1$ ، $ر_2$ ، $ر_3$ ترمز الى عدد البساتن التى تعطلت وتم احلالها خلال الشهر الاول والثانى والثالث .

$ب_1$ ، $ب_2$ ، $ب_3$ ترمز الى احتمالات التعطل خلال فترة الشهر الاول والثانى والثالث (العمود الثانى من الجدول السابق ب / أ) .

وبذلك نحصل على عدد البساتن كالاتى :

$$ر_1 = ن_{صفر} \times ب_1 = ٥٧٦ \times (١٥ر٠) = ٨٦$$

$ر_{٢} = ن_{صفر} ب_{٢} = ٥٧٦ (٠ر٣٠) + ٨٦ (٠ر١٥) = ١٨٦$

$ر_{٣} = ن_{صفر} ب_{٣} = ر_{١} ب_{٢} + ر_{٢} ب_{١}$

$= ٥٧٦ (٠ر٥٥) + ٨٦ (٠ر٣٠) + ١٨٦ (٠ر١٥) = ٣٧٠$

وعلى ذلك فان عدد البساتن التى تتعطل ويجب آحلالها باستخدام سياسة الاحلال الفردى فى ظل السياسات الثلاث هى :

بالنسبة الى $س_{١} + ر_{١} = ٨٦$ وتكون تكلفة الاحلال ٨٦ × ٠ر٥٠ = ٤٣

وبالنسبة الى $س_{٢} + ر_{١} + ر_{٢} = ٢٧٢$ وتكون تكلفة الاحلال ٢٧٢ × ٠ر٥٠ = ١٣٦

وبالنسبة الى $س_{٣} ر_{١} + ر_{٢} + ر_{٣} = ٦٤٢$ وتكون تكلفة الاحلال ٦٤٢ × ٠ر٥٠ = ٣٢١

ويمكن تلخيص السياسات الثلاث فى ظل سياسة الاحلال الجماعى خلال شهر وشهرين وثلاثة شهور فى الجدول الاتى :

جدول رقم (١٣)

السياسات	تكلفة الاحلال الجماعى للبساتن	تكلفة الاحلال الفردى للبساتن المعطلة	التكلفة الكلية	التكلفة الشهرية المتوسطة
الاحلال الجماعى كل شهر $س_{١}$	٢٨٨	٤٣	٣٣١	٣٣١
الاحلال الجماعى كل شهرين $س_{٢}$	٢٨٨	١٣٦	٤٢٤	٢١٢
الاحلال الجماعى كل ثلاث شهور $س_{٣}$	٢٨٨	٣٢١	٦٠٩	٢٠٣

وبمقارنة تأثير تكلفة سياسة الاحـلال الفردى لكل سياسة من السياســـات الثلاث وسياســة الاحــلال الجماعى نجـد ان افضل سياسة احلال هى الاحـــلال الجماعى كل ثلاثــة شـــهور ٠

obeikan.com