نموذج حركى لتخطيط الانتـــاج

بقلم الدكتور محمد فتحى محمد على
كلية التجارة ــ جامعة عين شمس

١ ــ مقدمـــة :

يهدف هذا البحث الى تقـــديم نموذج يعرض التـــكاليف التى تقترن بالانتاج الكلى فى مركز عمل أو انتاجى معين ، بحيث تتوزع خلال عدد من الفترات الزمنية طوال فترة التخطيط التى تمثل اقصى الفترة الزمنية البعيدة التى يمكن التنبؤ بطلب دقيق خلالها .. وتمثل عناصر التكاليف التى ستؤخذ فى الاعتبار تكاليف تغيير حجم القوة العاملة وتكاليف الانحراف عن معـــدل الانتاج الطبيعى وتكاليف الاحتفاظ بمخزون سلعى منخفض وتكاليف تخزين يتم انتاجها فى الوحدة) ، وكذلك فان هذا الأسلوب يستخدم تنبؤ المبيعات الذى يمكن أن يكون موسميا ويسمح لخصائص التصادفية للتنبؤ .

وفى اعتقادنا أن الأسلوب الذى سنستخدمه سيكون مفيدا فى تخطيط القوة العاملة وســـاعات العمل والانتاج الكلى والمخزون السلعى لمركز العمل أو الانتاج (وهو الذى نقصد به انه يمثل وحدة كبيرة جدا لتسهيلات الانتاج الذى يتم فيه تبديل وتغيير قوة العمل طبقا لخطط المنتجات التى يتم انتاجها فى الوحدة) وكذلك فان هذا الأسلوب يستخدم تنبؤ المبيعات الذى يمكن أن يكون موسميا ويسمح للخصائص التصادفية للتنبؤ .

٢ ــ التحليل الرياضى لعناصر التكاليف :

ان عناصر التكاليف التى تقترن بتخطيط الانتاج يمكن عرضها كالآتى :

١ ــ تكاليف تغيير معدلات الانتاج :

(أ) تكاليف تغيير حجم القوة العاملة .

(ب) تكاليف الانحراف عن معدل الانتاج الطبيعى .

٢ ــ تكاليف الاحتفاظ بمخزون سلعى منخفض .

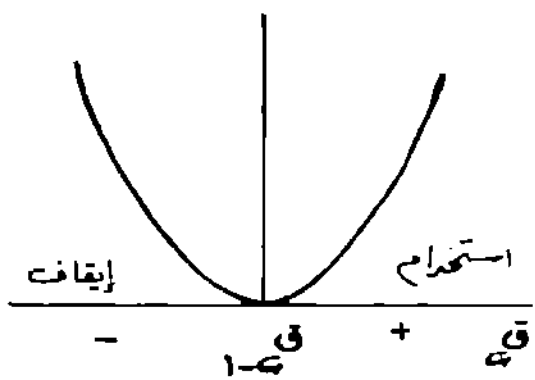
٣ ــ تكاليف تخزين المخزون السلعى .

وسنقوم الآن بتحليل هذه التكاليف وعرضها فى صورة رياضية .

اولا : تكاليف تغيير حجم القوة العاملة :

يعتمد تحليلنا الرياضى على أن هـذا النوع من التكاليف يعتبر غير خطى . ويتضمن تكاليف زيادة القوة العـاملة ليس فقط تكلفة الأجـور والتدريب لكل عامل من قوة العمل المضافة ، ولكن لا بد أن تتضمن أيضا ما يتكلفه التوسع والتسهيلات اذا كانت الزيادة كبيرة . أما اذا رغبنا فى خفض القوة العاملة . فقد تكون هناك تكلفة الايقاف التى يتحملها مركز العمل أو الانتاج نتيجة خفض القوة العاملة . وقد يمكن معالجة الخفض لبسيطه للقوة العاملة من طريق التحويل داخل المركز . ولكن اذا كان خفض القوة العاملة كبيرا فانه من الضرورى اعادة تخطيط مركز العـمل عن طريق اجراء تغيير فى أماكن الآلات والمعدات ، اذ أن اتباع سياسـة انزلاق المستمر قـد ينتج عنه أن التوظف فى المسـتقبل سيكون مكلفا للغايه .

ويمكن تفسير الخفض فى القوة العاملة كأسبوع عمل قصير ، أى اقل من ٤٨ ساعة مثلا . ويمكن وصف علاقة التكاليف كالآتى :



$$ك = أ (ق_{ت} - ق_{ت-أ})^{٢}$$

حيث :

ك = التكاليف

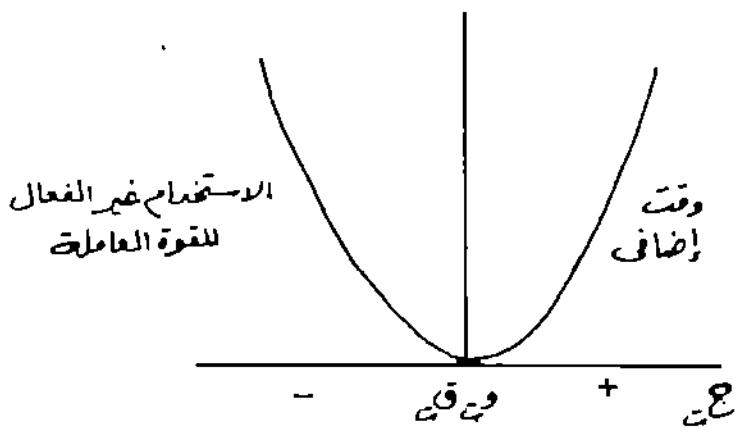
$ق_{ت}$ = متوسط القوة العاملة فى الفترة ت

أ = المعامل التقريبى المناسب لتكاليف

ثانيا : تكاليف الانحراف عن معدل الانتاج الطبيعي :

يمكن زيادة الانتاج في حالة وجود قوة عاملة معينة من خلال وقت اضافي . ويعتبر تحمل تكلفة هذا الوقت الاضافي عادة أمرا ضروريا . واذا كانت كمية الوقت الاضافي كثيرة فانه من المتوقع حدوث نقص في الكفاءة ، ولكن يمكن الحصول على زيادة صغيرة في الانتاج عن طريق الرقابة المحكمة أو خلال الوقت الاضافي ذي الكفاءة العالية فقط . واذا انخفض الانتاج لقل من المستويات الطبيعية فقد يستفاد بالقوة العاملة في الصيانة وأعمال مشابهة ، ولكن قد يكون من الصعب الاستفادة بالقوة العاملة بكفاءة اذا كان هناك انخفاض كبير . واذا كان لابد من انقاص ساعات العمل ، فانه يجب النظر الى هذا الأمر على أنه انخفاض في القوة العاملة .

وكذلك فان تكاليف الانحراف عن معدل الانتاج الطبيعي يبدو غير خطي ، ولان التقريب التربيعي يبدو ايضا مناسبا . ويمكن وصف علاقة التكاليف كالآتي :



$$ك = ب (و_ت ق_ت - ج_ت)^2$$

حيث :

$ج_ت$ = الانتاج بالوحدات خلال الفترة ت

$و_ت$ = عدد الوحدات المنتجة بمعرفة العامل خلال ساعات العمل الطبيعية للفترة ت . وتتضمن الرواتب للأعياد والأجازات .

ب = المعامل التقريبي المناسب للتكاليف .

ثالثا : تكاليف الاحتفاظ بالمخزون السلعى المخفض :

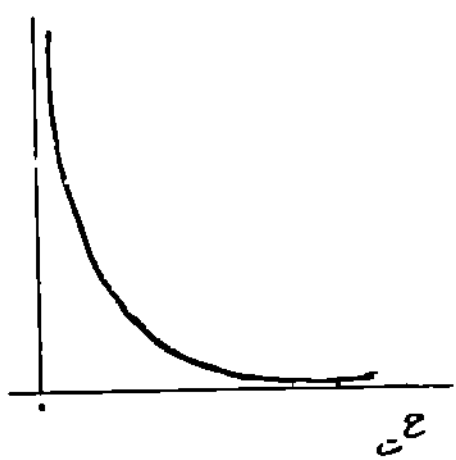
فى حالة قيام مركز العمل السابق الاشارة اليه بانتاج اكثر من منتج واحد فانه من الممكن ان ينفد من المخازن واحد او اكثر من هذه المنتجات بالرغم من وجود مخزون سلعى وافر فى المجموع . ومن الطبيعى كلما نقص مجموع المخزون السلعى كبر احتمال نفاد احد المنتجات من المخازن . المخـــازن .

ومن الســـهل — فى حالة وجود قيد واحـــد لتجمع المخزون الســـلعى Aggregate Inventory — تحديد الحـــد الأمثل للمخزون الســـلعى من كل منتج داخل التجمع . ويقترن بكل من هذه الكميات من المخزون السلعى احتمال نفاد المخزون الســـلعى وتكاليف نفاد المخزون السلعى . وطبقا لذلك فانه لكل مستوى تجمع من المخزون الســـلعى توجد تكاليف احتمال نفاد المخزون السلعى .

ونتيجة للاختلاف بين الطلب المقدر والطلب الفعلى والاختلاف بين الانتاج المخطط والانتاج الفعلى فان تجمع المخزون السلعى فى المستقبل يكون عرضة للاختلاف عن مستويات المخزون السلعى المخطط التى تعتمد على تنبؤ الطلب وتخطيط الانتاج . وبصفة عامة فان الاختلافات تزيد كلما زادت فترة التمهيد للمستقبل .

ان قياس التباين بين الطلب المقدر والطلب الفعلى والانتـــاج المخطط والانتاج الفعلى مع التغاير بين الانتاج والطلب يمكن اســـتخدامه لتحديد التباين بين المخزون الســـلعى المخطط والمخزون الســـلعى الفعلى . ان ضرب التوزيع الاحتمـــالى معروف بالتباين بـــين المخزون السلعى المخطط والمخزون السلعى الفعلى فى علاقة تكاليف نفاد المخزون والمخزون السلعى ينتج عنـــه علاقة محتملة لتـــكاليف نفاد المخزون السلعى الى مســـتويات المخزون السلعى المخطط .

ويمكن عرض هذه العلاقة للتكاليف كالآتى :



$$ك = \frac{حـ}{د\,(خ_{ت})}$$

حيث :

خ ت = تجمع المخزون السلعى Aggregate Inventory عند نهاية الفترة ت .

حـ ، د = معاملى التكاليف .

ونظرا لان :

$$خ_{ت} = خ_{.} + \sum_{أ=١}^{ت} ج_{أ} - \sum_{أ=١}^{ت} ط_{أ}$$

حيث :

خ. = المخزون السلعى أول المدة .

ط أ = الطلب المقدر خلال الفترة الزمنية .

فان تعبير التكاليف $\frac{حـ}{د\,(خ_{ت})}$ يمكن عرضه كالاتى :

$$ك = \frac{حـ}{د\left(خ_{.} + \sum_{أ=١}^{ت} ج_{أ} - \sum_{أ=١}^{ت} ط_{أ}\right)}$$

ويمكن الوصول الى تقدير تكاليف الاحتفاظ بمخزون منخفض كالآتى :

لتقدير تكاليف الاحتفاظ بمخزون سلعى منخفض فان التخصيص الأمثل للمخزون السلعى الكلى يحدد باستخدام النموذج التالى للتكاليف السنوية مقترنة بالمخزون السلعى :

$$\text{التكاليف} = \sum_{أ=١}^{ن} \left[\frac{ع\ ر}{ف} + \frac{٢٦\ ل\ \sigma^{٢}_{أ}\ ب\ م}{ف} \right]$$

$$+ غ\ خ \left(\frac{ف}{٢} + م_{أ} \sigma \right) + \lambda \left[ى - \sum_{أ=١}^{ن} \right]$$

$$\left[\left(\frac{ف}{٢} + م_{أ} \sigma \right) \right.$$

حيث :

ع = تكاليف الاعداد .

ر = الطلب السنوى .

ف = فترة الانتاج .

ل = التكلفة للوحدة فى الاسبوع لتفاد المخزون .

σ = الانحراف المعيارى بين الطلب المقدر والطلب الفعلى خلال فترة الانتظار .

أ ، ب = ثوابت .

غ = تكلفة الوحدة .

ح = معامل تكلفة التخزين .

λ = مضروب لاجرانج .

ى = مجموع المخزون السلعى .

ن = عدد المنتجات فى المجموعة .

وفى الامكان معرفة القيم المثلى لـ ف ، م فى هذا النموذج لقيم معينة للرمز ى وحساب القيمة المتوقعة لتكلفة تفاد المخزون .

$$\frac{1}{\text{عدد الفترات الزمنية سنويا}} \times \text{عـ}_{\text{أ}=1}^{\text{ن}} \left(\frac{٢٦\ \text{ل}^{٢}\ \text{أ ب ف}}{\text{ف}} \right)_{\text{أ}}$$

ويمكن ضرب قيم تعبير نفاد المخزون لقيم مختلفة لـــ ى باحتمال حدوثها لمختلف القيم المقدرة لـــ ى باستخدام الاجراء التالى :

يمكن تحديد الانحراف المعيارى بين القيم الفعلية والمقدرة لـ ى للفترات الزمنية نه فى المستقبل بواسطة التعبير التالى :

$$\sigma_{\text{ى نه}} = \sqrt{\sigma^{٢}_{\text{ج نه}} + \sigma^{٢}_{\text{ص نه}} - ٢\ \sigma_{\text{ج نه}} \times \text{ص نه}}$$

حيث :

$\sigma^{٢}_{\text{ج نه}}$ = التباين بين الانتاج المقدر والانتاج الفعلى للفترات الزمنية نه فى المستقبل .

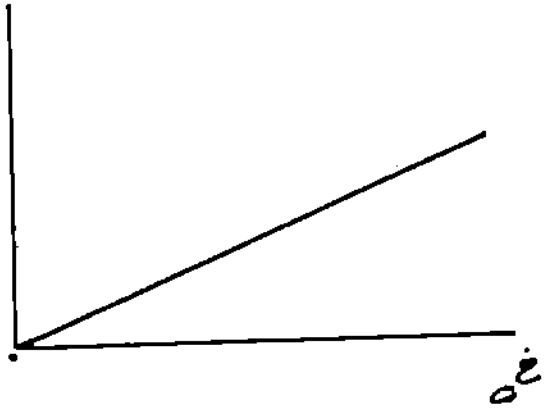
$\sigma^{٢}_{\text{ص نه}}$ = التباين بين المبيعات المقدرة والمبيعات الفعلية للفترات الزمنية نه فى المستقبل .

$\sigma_{\text{ج نه} \times \text{ص نه}}$ = التغاير بين الانتاج المقدر والانتاج الفعلى والمبيعات للفترات الزمنية نه فى المستقبل .

ويمكن ضرب توزيع المخزون السلعى الكلى الفعلى والذى رمزنا له بالرمز ى كنسبة مئوية من التوزيع المقدر معرفا بالرمز σ فى علاقة تكاليف نفاد المخزون والمخزون الفعلى التى حددت كما توضح بعاليه للحصول على علاقة تكاليف نفاد المخزون والمخزون المقدر والتى يمكن حينئذ توفيقها بدالة من الشكل $\frac{\text{ه}}{(\text{خ ن})^{\text{د}}}$

رابعا : تكاليف تخزين المخزون السنعى :

عادة ما تكون هذه التكاليف خطية ويمكن عرضها كالآتى :



$$ك = س \left(خ + \frac{ت}{أ} ج - \frac{ت}{أ - ١} ط أ \right)$$

حيث :

س = تكاليف تخزين وحدة من المخزون لفترة زمنية واحدة .

III - نموذج التكاليف الكلى :

لتحديد خطة انتاج مثلى Optimal Production Plan فانه من المرغوب فيه ايجاد أنسب توفيق الأدنى لعناصر التكلفة الأربعة الموضحة بعاليه مجمعة على مدار ن من الفترات الزمنية طوال فترة التخطيط ، ولذلك فان نموذج التكاليف الكلى يمكن أن يظهر كالآتى :

$$ك = \sum_{ت=١}^{ن} \left[أ (ق_ت - ق_{ت-١})^٢ + ب (و_ت - ق_ت)^٢ \right.$$

$$\left. + ب (و_ت - ق_ت - ج)^٢ \right.$$

$$+ \frac{\text{حـ}}{\text{ت}} \Big/ \frac{}{\text{ت}}$$

$$(\text{خ}_{\text{أ}} + \text{محـ}_{\text{أ}=1}^{\text{ت}} \text{ج}_{\text{أ}} - \text{محـ}_{\text{أ}=1}^{\text{ت}} \text{ط}_{\text{أ}})\ \text{د}$$

$$+ \text{س} \left[(\text{خ}_{\text{أ}} + \text{محـ}_{\text{أ}=1}^{\text{ت}} \text{ج}_{\text{أ}} - \text{محـ}_{\text{أ}=1}^{\text{ت}} \text{ط}_{\text{أ}}) \right.$$

IV ـ خاتمة البحث :

قدمنا فى هذا البحث نموذجا حركيا يعرض التكاليف المختلفة التى تقترن بالانتاج . ومن غير شـــك تعتبر التكاليف محور ارتكاز فى عملية تخطيط الانتاج ولهذا السبب فهى وسيلة وهدف فى نفس الوقت ، وتمثل عناصر التكاليف ، تكاليف تغيير حجم القوة العاملة سواء عن طريق زيادتهـــا أو خفضها ، وكذا تكاليف الانحراف عن معدل الانتاج الطبيعى وتكاليف الاحتفاظ بمخزون سلعى منخفض وأخيرا تكاليف تخزين المخزون السلعى .

وفى اعتقادى فان هذا النموذج الحركى سيكون مفيدا جدا فى تخطيط القوة العاملة وساعات العمل والانتاج الكلى والمخزون الســـلعى لمراكز العمل أو الانتاج .

ولغير أرجو ان يحظى هذا البحث باهتمام الباحثين من ناحية تطبيقه على شركاتنا الصناعية التى تتبع اسلوب التخطيط .