جامعة العربي بن مهيدي أم البواقي

كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير

قسم العلوم الاقتصادية

ملخص مقياس بحوث العمليات 2

موجه لطلبة السنة الثالثة ليسانس تخصص اقتصاد كمي

من إعداد الأستاذة: دالي سعيدة

أولا: نماذج صفوف الانتظار

تمهيد

يعتبر هذا الأسلوب من أهم أساليب بحوث العمليات التي تستخدم في حل المشاكل التي تنشأ عندما يكون هناك أفراد أو وحدات ينتظرون تقديم خدمة معينة لهم وأفراد أو وحدات يقومون بتأدية هذه الخدمات، مثل انتظار السيارات أمام محطات الوقود، وكذا السفن في المرفأ لتفريغ شحنتها.....الخ.

هذه الأمثلة تتبعها في نمذجتها مفهوم صفوف الانتظار حيث نجد أن هناك مكان خاص بتلقي الطلبات وهو ما يسمى محطة الخدمة، وهناك تدفق للطلبات يمكن قياسه من خلال ما يدعى بنمط الوصول.

1-التفسير الاقتصادي لصفوف الانتظار والتكلفة

بعض المؤسسات تقوم بدراسة العلاقة بين صفوف الانتظار والتكلفة، فهي تسعى إلى تقليل التكاليف للوحدة الزمنية الواحدة التي يشغلها نظام الصف.

تكاليف الانتظار: تشمل التكاليف الناتجة عن خسارة الزبائن الذين ينفذ صبرهم نتيجة طول الانتظار فيغادرون صف الانتظار، ويؤدي ذلك بشكل عام إلى سوء سمعة المنظمة وبالتالي خسارة الزبائن

ويعبر عن تكاليف الانتظار في وحدة الزمن رياضيا كما يلي $C_w = W \quad L$

تكاليف تقديم الخدمة: وهي الأسهل في التحديد فهي متعلقة بكل قناة لتقديم الخدمة أي بأجر العامل الذي يقدم الخدمة.

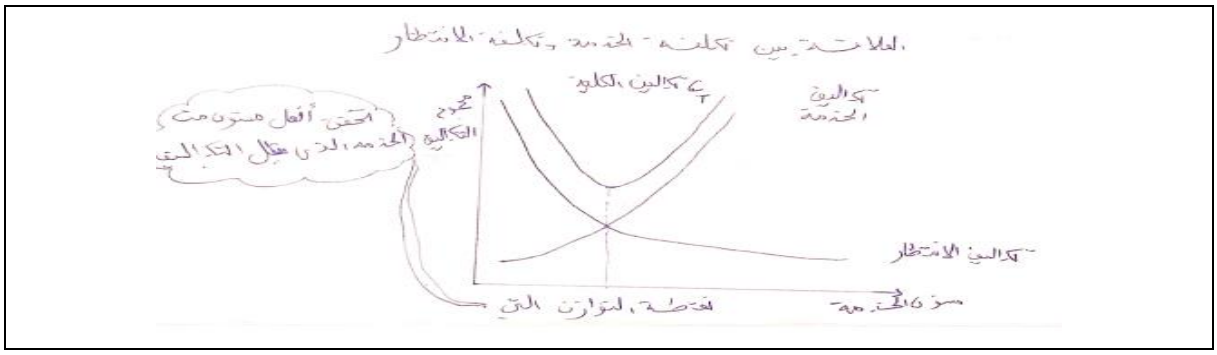
ويعبر عن تكاليف تقديم الخدمة في وحدة الزمن رياضيا كما يلي $C_S = S \quad K$

أما اجمالي التكاليف فهي عبارة عن مجموع التكلفتين

$$C_T = C_w + C_S$$

ان الهدف التقليدي لتحليل صفوف الانتظار هو تحقيق التوازن بين تكلفة تقديم مستوى معين من طاقة الخدمة وتكلفة انتظار العملاء لحين الحصول على الخدمة.

ففي حالة تزايد طاقة الخدمة تزداد تكلفتها في شكل علاقة خطية، ومن جانب آخر كلما زادت طاقة الخدمة (عدد منافذ الخدمة) كلما انخفض عدد العملاء المنتظرين لحين الحصول على الخدمة، وكلما انخفض وقت انتظارهم ومن ثم انخفضت تكاليف الانتظار.



2-مفهوم صفوف الانتظار وخصائص النظام

حسب ما سبق فإن صفوف الانتظار تتمثل في عدد الوحدات المنتظمة في شكل طابور منتظر خدمة معينة وذلك خلال فترة زمنية معينة.

ضف لذلك فان عرض نظام خطوط الانتظار التركيز على ثلاث أجزاء مهمة:

1-خصائص عملية الوصول:

تتطلب تحديد المجتمع الذي يطلب الخدمة في لحظة ما، وكذا نمط وصول الزبائن بطريقة عشوائية (تتبع توزيع بواسون) أو غير عشوائية، وأخيرا سلوك طالبي الخدمة كالانتظار أو الانسحاب.

2-خصائص خط الانتظار:

وهنا يتم التركيز على طوله ومحدوديته، أو بالمواعيد.

3-خصائص تسهيلات الخدمة:

وهنا نركز على هيكل تقديم الخدمة كتوفر مقدم خدمة واحد أو أكثر بطريقة متتالية أو متوازية بطريقة ألية ثابتة الوقت او عادية.

3-نموذج صف الانتظار ذو القناة الواحدة لتقديم الخدمة

يفترض هذا النموذج وجود قناة واحدة لتقديم الخدمة، ومن بين الافتراضات الأساسية لهذا النموذج مايلي:

-طاقة النظام غير نهائية

-عدد الوحدات التي تطلب الخدمة غير نهائية

-توزيع الوصول يتبع توزيع بواسون

-توزيع الخدمة يتبع التوزيع الأسي

-يكون معدل الوصول أقل من معدل الخدمة

-هناك قناة واحدة لتقديم الخدمة

-لا يسمح هذا النموذج لعمليات الوصول إلى الطابور بالانضمام ثم المغادرة قبل الحصول على الخدمة.

ومايلي المعادلات الرياضية المتعلقة بهذا النموذج:

احتمال أن يكون مقدم الخدمة مشغول

$$P = \frac{\lambda}{\mu}$$

احتمال عدم وجود أي وحدة في النظام

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

متوسط عدد الزبائن في صف الانتظار

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

متوسط عدد الزبائن في النظام

$$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

متوسط زمن الانتظار في الصف

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$$

متوسط زمن الانتظار في النظام

$$W = W_q + \frac{1}{\mu}$$

ثانيا: نماذج تسيير المخزون

المخزون: هو عبارة عن السلع والمواد التي تمتلكها المنشأة بغرض إعادة بيعها أو لاستخدامها في صنع منتجات للبيع، وبعبارة أخرى يقصد بالمخزون السلع التي تستخدم في عمليات الإنتاج المقبلة والسلع نصف المصنعة والسلع الجاهزة الموجودة جميعها بالمخازن أوفي ساحات العمل أوفي الطريق إلى المشتري، كما تعد هذه السلع جزءاً رئيسياً من الأصول الرأسمالية للمنشأة الصناعية وعاملاً مهماً في تغيير معدلات الإنتاج ونمو الدخل القومي على مستوى الاقتصاد كله.

1-تكاليف تسيير المخزون

إن دور المخزون هو وضع في متناول المؤسسة الكمية التي هي في حاجة إليها في ظل الشروط الاقتصادية، حيث أن التكاليف الناتجة عن عملية التموين لا تقتصر فقط في تكلفة شراء المواد والبضائع، بل تشمل أيضا تكلفة الاحتفاظ بالمخزونات وتكلفة النفاذ ومن أجل الوصول إلى تسيير عقلاني للمخزونات يجب تدنية وتخفيض هذه التكاليف.

أ-تكاليف تحضير الطلبيات: هذه التكاليف تتمثل في إجراءات الشراء التي تقوم بها المؤسسة من بداية الأعداد والتحضير السوق إلى غاية تنفيذه.

وهي مجمل التكاليف الناجمة عن إصدار أوامر أو طلبيات الشراء وتشمل أجور ومرتبات الموظفين والمستخدمين المكلفين لعملية الشراء والنقل والتفتيش وكذا مصاريف الترحيل، من والى المخازن وهي تعبر عن استلام دفعة واحدة.

حيث تزداد تكلفة تحضير الطلبيات بتزايد عددها، ومن عدد الطلبيات ويتم هذا عن طريق التموين بكميات اقتصادية مما يساعد في تخفيض تكاليف الاحتفاظ بالمخزون والنفاذ.

ب-تكاليف الاحتفاظ بالمخزون: هي التكاليف المحسوبة منذ دخول السلعة إلى المخزن، إلى غابة خروجها وتتمثل أساسا في:

الأعباء المالية: وتحتوي على الفائدة على رأس المال المستثمر في المخزون في حالة الافتراض من المؤسسات المالية أوفي تجميد من رأس مال المؤسسة في تمويل المخزونات وهو التمويل الذاتي.

أعباء التخزين: وهي الأعباء المتعلقة بحفظ وصيانة الأصناف المخزنة كالمراقبة وتكاليف الإيجار وتكلفة التقادم الزمني والتلف، حيث يتم بيع الأصناف الفاسدة أو المتقادمة فنيا بأسعار منخفضة ربما التخلص منها دون مقابل.

بالإضافة إلى تكلفة التامين حيث تعتبر من العناصر التي يجب أن تؤخذ في الحسبان عند وضع سياسات التخزين، نظام التامين على البضائع.

ج-تكلفة النفاذ: تنتج هذه التكلفة عند نفاذ المخزون وذلك بحدوث انقطاع في التموين لسبب من الأسباب سواء داخلية أو خارجية ولم يكن هناك وجود مخزون أمان كاف لتلبية احتياجات الإنتاج والتسويق.

وتؤدي تكلفة النفاذ إلى توقف العملية الإنتاجية وبالتالي عدم تلبية الطلبيات مما يخلق تكاليف زائدة بسبب توقف العمل، وتتكون هذه الأخيرة من خسائر التوزيع الناتجة عن المبيعات الضائعة نتيجة لتحول العملاء إلى موردين آخرين والتكاليف الخاصة بتوقف نتيجة العجز في المخزون، والتكاليف الناتجة عند تقديم طلبات استعجالية لتغطية العجز.

2-مفاهيم مراقبة المخزون:

مراقبة المخزون هي ذلك النشاط الخاص بالتخطيط والجدولة للخدمات والمواد والأجزاء ومختلف الاحتياجات المستخدمة في العملية الإنتاجية ومتابعتها حتى يمكن توفيرها بما يتفق وجدولة التشغيل كما ونوعا وزمنا.

ويعرف كذلك بأنه ضمان توافر الكميات المطلوبة من المواد وتحقيق التوازن بين الكميات الموجودة والكميات المطلوبة مع أقل استثمار ممكن -دون تجميد جزء كبير من رأس المال في الأصناف المخزنة- وتخفيض تكلفة التخزين والتلف والفساد والتقلبات في الأسعار.

من هنا نجد أن عمليات الرقابة على المخزون هي عملية الرقابة على الكميات، وتهدف لتوازن عمليات الشراء والإنتاج

تهدف هذه العملية لضمان تدفق المواد والإنتاج بكمية المطلوبة، بحيث تهدف لضمان مستلزمات الإنتاج دون توقف وتجنب تأخير وصول المستلزمات وتخفيض التكاليف وتحقيق مرونة في العملية الإنتاجية وضمان عدم تعطل عملية تموين الزبائن.

نماذج الرقابة على المخزون:

ان عملية الرقابة على المخزون تسعى لبحث الإشكاليات التالية:

1) ماذا نراقب؟
   - نظام التصنيف الثلاثي ABC.
2) كيف نراقب؟
   - السياسة المتبعة في إدارة المخزون.
     - الكميات المثلى.

الزمن الأمثل لتوريد

أهمية الرقابة على المخزون

يمكن أن نبين **أهمية الرقابة على المخزون** من خلال ما تحققه هذا الرقابة من مزايا وفوائد، لعل أهمها:

- تفادي استثمار كميات كبيرة من أموال المنظمة في المخزون السلعي، وتفادي أيضاً النقص في المخزون
- التعرف على الأصناف بطيئة الحركة والأصناف المتقادمة واتخاذ ما يلزم من إجراءات لمعالجة هذه المشكلة.
- تحاشي الازدواج في المواد المخزنة والتخلص من العوادم والبواقي والمخلفات.
- المساعدة في الإعداد الصحيح لبرامج البيع والإنتاج والتخزين، فلا يمكن توجيه الأوامر إلى الإنتاج إلا بعد التأكد من توفر المواد اللازمة له في المخازن. كما ويمكن عن طريق الرقابة على المخزون من جدولة الإنتاج على النحو الذي يمكن أن يقابل فيه متطلبات المبيعات.
- تساعد الرقابة على المخزون في التعرف على المواد والكميات التي تم صرفها لأغراض الإنتاج أو التي تم صرفها لمقابلة طلبات الزبائن، إذ يجري تزويد المخازن بكميات أخرى حتى تظل في الوضع الذي يسمح بانتظام واستمرار عمليات الإنتاج والبيع.

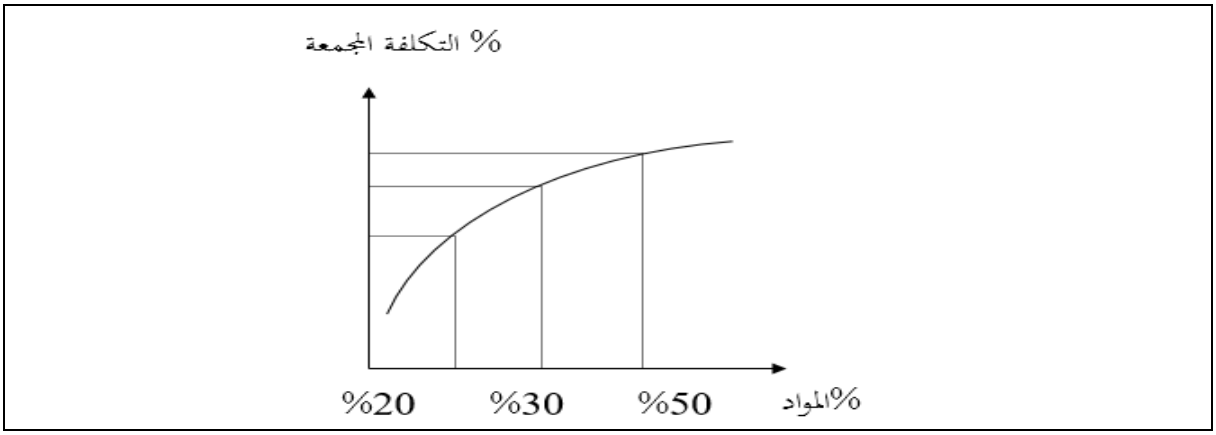
3-نظام التصنيف الثلاثي:

يعتمد نظام تصنيف الثلاثي ABC إلى تقسيم المخزون إلى 3 أصناف أساسية:

1. تخزن المواد ذات القيمة العالية (80 % من قيمة رأس المال المستثمر في المخزن) فهي بذلك تخضع لرقابة دقيقة وعالية وتوضع في الصنف A، ولكن كميتها تمثل حوالي10الى 20% من إجمالي عناصر المخزون، أما قيمة استخدامها فهي ما بين 60-80% كمية الوحدة فيها مرتفعة، وتمثل نسبة كبيرة من تكلفة المواد في المنتج النهائي.
2. تخزن المواد متوسطة القيمة حيث تتراوح قيمتها 15-30 % توضع في الصنف B، أما قيمتها في الاستخدام السنوي فهي 15-30% وعددها أكبر تقبل درجة الاتفاق على هذا الجزء من المخزون20 %.

3. المواد التي تمثل قيمة منخفضة من رأس المال المستثمر أي حوالي 20%، عناصر الانتاج تمثل نسبة منخفضة من تكلفة الإنتاج اقل من معدل الدوران، ولا يحتاج جزء كبير من الرقابة ولكن في نفس الوقت الكمية هي حوالي 50-75 % وتوضع في الصنف C.

التحليل الثلاثي (A ,B,C) للأصناف المخزنة حسب القيمة و العدد



مثال: الصناعات الميكانيكية: نجد فيها الصنف A: بـ 10% من المواد و90% من قيمتها.

4-نموذج الكمية الاقتصادية للطلب

نموذج الكمية الاقتصادية للطلب (تحديد الحجم الأمثل للطلبية التي يتم شراءها)

يرجع الفضل الأكبر في تقديم هذا نموذج الى أحد الرواد البارزين وهو "**هاريس**" و يعتبر هذا النظام من أكثر النظم الخاصة بالرقابة على المخزون استخداما، و يقوم على تحديد كمية أمر التوريد و هي الكمية الاقتصادية التي تؤدي الى تخفيض تكلفة الحصول على العنصر الى أقل حد ممكن و بالتالي يمكن تعريف الكمية الاقتصادية للطلب كالتالي:

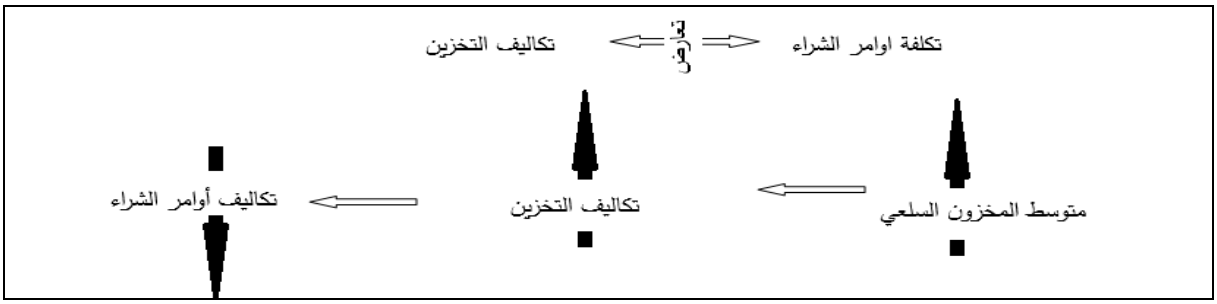
الكمية الاقتصادية للطلب: هي الكميات أو قيمة الموارد التي يجب شراءها في مرة واحدة، من اجل إنتاج حجم معين بحيث تصل تكاليف أوامر الشراء وتكاليف التخزين إلى ادني قيمة لها، وفي نفس الوقت يمكنها مقابلة احتياجات جهات الاستخدام.

من خلال هذا التعريف نجد أن الكمية الطلب الاقتصادية تأخذ نوعين من التكاليف في الاعتبار:

1-التكاليف الناشئة عن الاحتفاظ بالمخزون؛

2-التكاليف الناشئة عن اعداد الطلبيات.

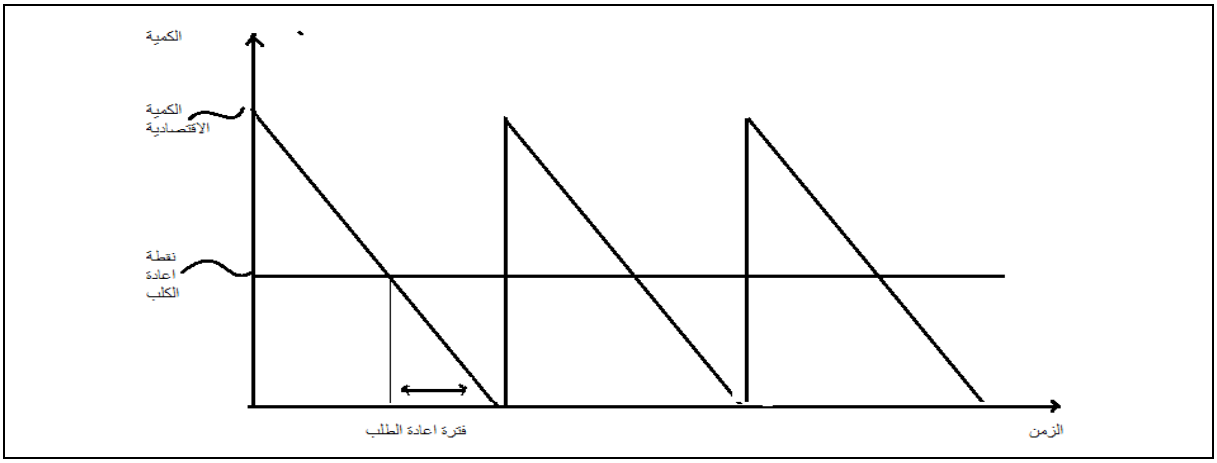
حيث يلاحظ أن هذان النوعان يتعارضان، حيث يلاحظ أنه كلما زاد حجم متوسط المخزون السلعي خلال فترة معينة فان احدى هاتين المجموعتين من التكاليف والمتعلقة بالاحتفاظ بالمخزون ستبدأ في الارتفاع نتيجة للزيادة في حجم متوسط المخزون، وفي نفس الوقت الذي تبدأ فيه المجموعة الثانية والمتمثلة في اعداد الطلبيات في الهبوط، بينما تقل تكاليف الاحتفاظ بالمخزون كلما هبط متوسط المخزون في الوقت الذي ترتفع فيه تكاليف اعداد الطلبيات.



الفرضيات الأساسية للنموذج:

- الطلب أو الكميات المطلوبة تكون معلومة وثابتة من حيث الزمن.
- فترة إعادة الطلب هي الفترة ما بين إعداد الطلبية واستلامها.
- سعر الوحدة الواحدة ثابتة مهما كان حجم الطلبية.
- تساوي حجم الطلبيات وعدم إمكانية التجزئة.
- يتم الطلب في كل مرة يصل المخزون الى نقطة اعادة الطلب (لا يوجد نفاذ للمخزون).

وحيث إن هذا النموذج يفترض أن معدل الطلب على المخزون السلعي مستقرة وثابت خلال الفترات المتتالية، لذلك فان سلوك مثل هذا النظام من المخزون يمكن تمثيله بيانيا كما يلي:



اشتقاق كمية الطلب الاقتصادية:

Q حجم الطلبية التي يشترها المشروع.

Q/2 متوسط المخزون.

C_R تكلفة تخزين الوحدة الواحدة.

D الاحتياجات السنوية (الاستهلاك السنوي).

T_C التكاليف الكلية للتخزين.

T_{HC} تكاليف ناشئة عن الاحتفاظ بالمخزون.

T_{OC} تكاليف ناشئة عن الاحتفاظ بالمخزون.

T_C^* التكلفة الكلية المثلى للمخزون.

F تكلفة إعداد الطلبة.

EOQ^* كمية الطلب الاقتصادية المثلى.

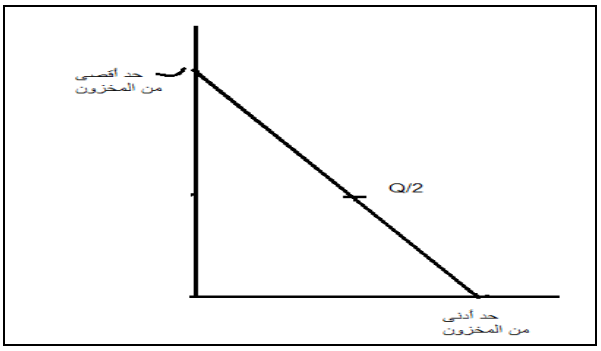
A العدد الأمثل لمرات التوريد.

عند استلام الطلبية مستوى المخزون يصل إلى 0 (من مفروض ان معدل الطلب معروف).

مستوى المخزون عند حده الأقصى

مستوى المخزون عند حده الأدنى 0

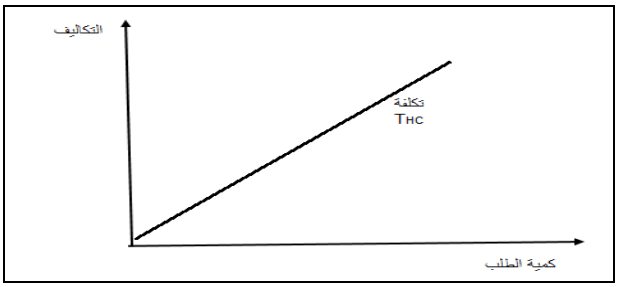
متوسط المخزون=الحد الأقصى+ الحد الأدنى/2



التكاليف الناشئة عن الاحتفاظ بالمخزون T_{HC}:

يتم احتسابها في اغلب الحالات على اساس نسبة مئوية من قيمة المخزون او قيمة مطلقة تمثل تكلفة تخزين وحدة واحدة في السنة، حيث لها علاقة طردية مع حجم وقيمة المخزون.

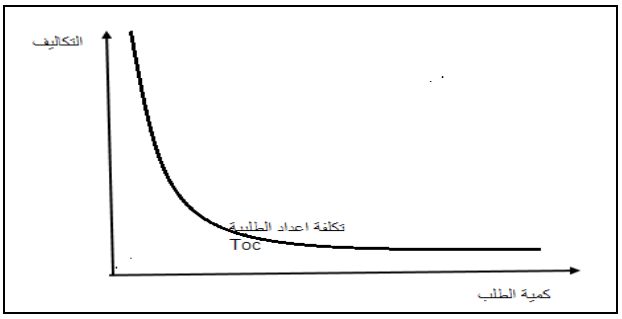
$$T_{HC}=\frac{Q}{2}\ C_R$$



التكاليف الناشئة عن إعداد الطلبية T_{OC}:

هي عدد الطلبيات مضروب في التكلفة الطلبية الواحدة.

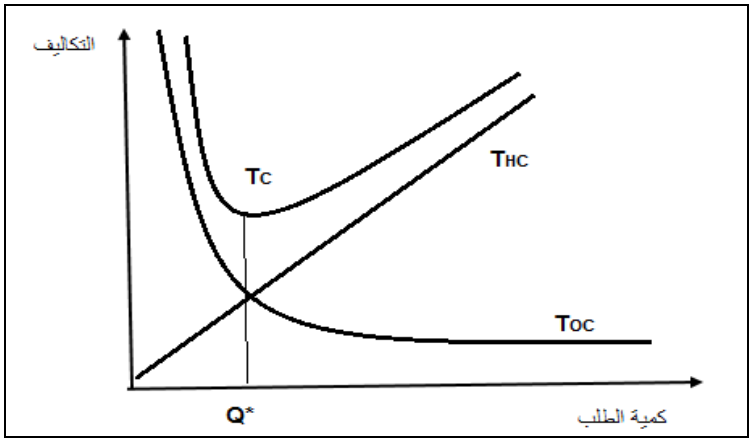
$$T_{OC} = \frac{D}{Q} \quad F$$



التكاليف الكلية للتخزين T_C:

$$T_C = T_{HC} + T_{OC}$$

$$T_C = (\frac{Q}{2} \quad C_R) + (\frac{D}{Q} \quad F)$$



مثال:

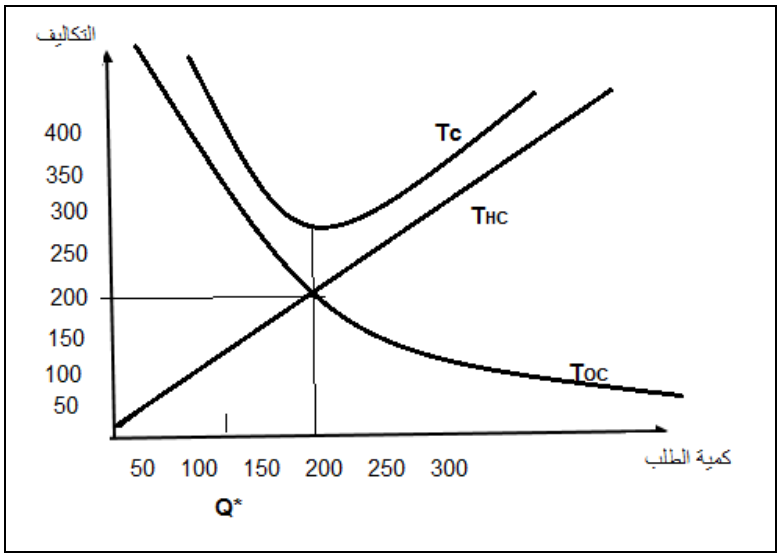
اذا كانت الاحتياجات السنوية في احد المشروعات من مادة معينة هي 2000 وحدة في السنة، وكانت تكلفة تخزين الوحدة الواحدة هي 1 د/سنة ، كما كانت تكاليف إعداد الطلبية 10د.

المطلوب:

1. الرسم البياني لسلوك عناصر التكاليف التي تتغير بتغير كمية الطلب **Q**.
2. إيجاد كل من :
   - كمية المثلى.
   - التكلفة الكلية المثلى.
   - العدد الأمثل لمرات التوريد

الحل:

كمية الطلب Q	تكاليف ناشئة عن التخزين T_{HC}	تكاليف عن اعداد الطلبية T_{OC}	التكاليف الكلية T_C
50	25	400	425
100	50	200	250
150	75	133.33	208.33
200	**100**	**100**	**200**
250	125	80	205
300	150	66.66	216.66



1. الكمية المثلى Q^*:

$T_{OC}=T_{HC}$

$\frac{Q}{2}$ $C_R=\frac{D}{Q}$ F

$Q^2/2$ $C_R=DF$

$Q^2/2=(DF/C_R)$

$Q^{2=}2DF/C_R$

$Q^*=\sqrt{2DF/CR}$

$Q^*=\sqrt{2 * 200 \quad 10/1}$

Q^*=200وحدة

2. التكلفة الكلية المثلى للمخزون:

$$T_C^* = T_{OC} + T_{HC}$$

في الكمية المثلى $T_{HC} = T_{OC}$

$$T_C^* = \frac{Q}{2} C_R + T_{OC}$$

$$T_C^* = \frac{Q}{2} C_R + \frac{Q}{2} C_R$$

$$T_C^* = 2(\frac{Q}{2} C_R)$$

$$T_C^* = Q^* C_R$$

$$T_C^* = 200 - 1$$

$$T_C^* = 200$$

3. العدد الامثل لمرات التوريد:

$$A = \frac{D}{Q^*}$$

$$A = \frac{2000}{200}$$

$$A = 10$$

5-نموذج الكمية الاقتصادية المثلى في حالة الشراء

هنا يختفي فرض ثبات سعر السلعة

أي أن السعر ينخفض إذا تعدت الكمية حدودا ما، أي أننا حصلنا على خصم ومنه تصبح دالة التكاليف الكلية كالتالي:

$$T_c = T_{HC} + T_{OC} + T_{IC}$$

T_{IC} : تمثل تكاليف شراء الوحدات

$$T_{IC} = I \cdot D$$

I: سعر شراء الوحدة

ومنه فان تحديد الكمية الاقتصادية للشراء نتبع الخطوات التالية:

1- حساب Q^* حسب معادلة الكمية الاقتصادية باستخدام C_R المعطاة.
2- تحديد الفئة السعرية التقع بها تلك الكمية (الممكنة لها).
3- حساب التكاليف الكلية للكمية الممكنة والكميات التي تقع في نقطة تخفيض السعر.
4- أختار الكمية التي تقلل التكاليف وهي التي تعبر عن الكمية الاقتصادية للشراء Q^*.

مثال:

إذا كانت الاحتياطات D=2000 وكانت تكلفة التخزين C_R=1 أما F=10، بافتراض نفس البيانات من المثال في الدرس السابق، الا ن المورد منح للمشروع أسعارا تسمح بوجود تخفيض في السعر حسب الكمية المشتراة حيث كانت الأسعار كالتالي:

1- 10وحدة نقدية إذا كانت الكمية في الكلبية أقل 250وحدة.

2- 09وحدة نقدية إذا كانت الكمية في الكلبية أكبر أو تساوي 250وحدة.

المطلوب:

- تحديد الكمية المثلى
- تحديد التكاليف المثلى
- تحديد العدد الأمثل لمرات التوريد

الحل:

I_1=10d/u Q<250u

I_2=9d/u Q>250 u

Q^- هي كمية الطلب التي يتغير عندها السعر 250وحدة

Tc^- التكاليف الكلية للكمية Q^- للطلب باستخدام I_1

C_R=1 F=10 Q^-=250 D=2000

$$\mathbf{Q^*=\sqrt{2DF/CR}=200}$$

$$\mathbf{Q^*=200 < Q^-=250}$$

نحسب T_C^* و T_C

$$T_c* = T_{HC} + T_{OC} + T_{IC}$$

$$Tc^*=Q/2\ 1 + D/Q^-\ F + D\ I_1 =20200$$

$$T_c- = T_{HC} + T_{OC} + T_{IC}$$

$$Tc^-=Q/2\ 1 + D/Q^-\ F + D\ I_2 =18205$$

ما يمكن ملاحظته أن Tc^- < Tc^* =20200 = 18205

و منه فان Q^* هي Q^- = 250 الكمية الاقتصادية للشراء.

أما عدد مرات التوريد

$$A=D/Q^* = 2000/250 =8$$