جامعة محمد بوضياف - المسيلة
Université Mohamed Boudiaf - M'sila

كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير

قسم علوم التسيير

مطبوعة دروس بيداغوجية

مقياس
تسيير المخزونات

موجهة لطلبة السنة الثالثة ليسانس إدارة أعمال وطلبة الماستر تخصص إدارة الإنتاج والتموين

إعداد: د/سليماني محمد

السنة الجامعية

2017-2016

فهرس المحتويات:

العنوان	الصفحة
فهرس المحتويات	4
توطئة	4
مقدمة	5
القسم الأول: مدخل لتسيير المخزونات	6
المحور الأول: تسيير المخزون وقراراته	6
أولا- مفهوم تسيير المخزون	6
ثانيا- قرارات المخزون	6
ثالثا- أهمية المخزون بالنسبة للمؤسسة الاقتصادية	6
المحور الثاني: مفهوم، تصنيف ومكونات النماذج الكمية لتسيير المخزون	7
أولا- مفهوم النموذج	7
ثانيا- تصنيف النماذج الكمية لتسيير المخزون	7
ثالثا- مكونات نماذج المخزون	7
ثانيا- مفهوم النموذج وأنواعه	7
رابعا- التوصيف اللازم لاستعمال النماذج الكمية وقرارات المخزون	9
المحور الثالث: ماذا نراقب؟	11
أولا- أسلوب التحليل الثلاثي ABC	11
ثانيا- متى نستخدم النماذج الكمية الاقتصادية للطلب	13
المحور الرابع: متوسط المخزون معلمة أساسية في نماذج المخزون	15
أولا- متوسط المخزون في حالة الاستهلاك الثابت	15
ثانيا- متوسط المخزون في حالة الاستهلاك غير الثابت	16
القسم الثاني: نماذج المخزون المحددة	18
المحور الأول: تحديد كمية الطلب الاقتصادية - كم نطلب؟	18
أولا- النموذج الأساسي للكمية الاقتصادية للطلب EOQ Model	18
ثانيا- نموذج الكمية الاقتصادية للإنتاج EPQ Model	24
المحور الثاني: متى نطلب؟	31
أولا- نظرية نقطة إعادة الطلب Reorder Point	31
ثانيا- نقطة إعادة الإنتاج	33
القسم الثالث: نماذج المخزون العشوائية المستقرة	28
المحور الأول: تحديد كمية الطلب الاقتصادية في ظل عدم التأكد- كم نطلب؟	32
أولا- نموذج الكمية الاقتصادية للطلب الاحتمالي كم نطلب؟	34
ثانيا- نقطة إعادة الطلب في ظل عدم التأكد متى نطلب؟	34

ثالثا- تنمية توزيع الطلب أثناء فترة الانتظار	**36**
رابعا-	**37**
خامسا- إيجاد أفضل مستوى لمخزون الآمان	**38**
الملحق رقم (1)	**48**

د. بن عيسى محمد

توطئة:

إن للمخزون دور مهم في المؤسسة الاقتصادية من خلال سماحه للمؤسسة من مواجهة مقتضيات وظروف الشراء،الإنتاج والبيع المتغيرة والتي تتسم بالحركة وفقا لمتغيرات ومؤثرات البيئة الداخلية والخارجية للمؤسسة ولهذا لا يمكن أن نتوقع انتظام واستقرار عمليات الشراء والتوريد والنقل بالكمية والنوعية المناسبة وفي الوقت المناسب والذي يمد جهات الاستخدام بحاجاتها لتحقيق برامجها المخططة، وهو ما يعني بدوره صعوبة الالتزام بتلبية احتياجات ومتطلبات عمليات الإنتاج أو البيع أو الأفراد أو العملاء وبالتالي التأثير على استمرار نشاط المؤسسة، ولأن المخزون يؤدي إلى تجميد الموارد، وبالتالي تحمل تكاليف معينة؛ فإنه يستوجب على عملية تسيير المخزون أن توازن بين الاتجاهين؛ تقليل التكاليف الإجمالية الناتجة عن عمليات التخزين والوفاء بمتطلبات المؤسسة التي تسمح بتغطية طلبات الزبائن. وحتى لا تكون قرارات تسيير المخزون محاولة للتجربة والخطأ، يتعين استخدام الطرق العلمية في تسيير المخزون وبالطبع فإن لتسيير المخزون حظ وافر من علم بحوث العمليات وكذلك من تقنيات المحاسبة، واستخدام هذا المورد من الطرق والنماذج الكمية من بحوث العمليات والإحصاء والمحاسبة في حل مشاكل المخزون يمثل الأسلوب العلمي النظري المنظم المطبق في الواقع العملي يعمل على ترشيد قرارات تسيير المخزون.

سنحاول من خلال هذه المطبوعة البيداغوجية تقديم أساسيات الإدارة العلمية للمخزون والتي تدخل ضمن مقرر تسيير المخزونات لطلبة علوم التسيير السنة الثالثة إدارة الأعمال فهي موجهة لهم بشكل أساسي وكذلك لطلبة الماستر تخصص إدارة الإنتاج والتموين وكل من كان في حكمهم من الطلبة في التخصصات المشابهة، حيث يمكن أن تستخدم كمرجع مساعد في أكثر من مقياس.

مقدمة:

إن الخبرة السابقة للرئيس أو المدير كصانع للقرار لا تمثل ضمانا أساسيا لجودة أو فعالية قراره، ويبدو ذلك جليا في المؤسسات التي تعمل في بيئة تنافسية حافلة بمتغيرات متعددة ومتزايدة، وهذا ما يتطلب أكثر من خبرة للتعامل مع هذه المتغيرات، تتمثل في الاستعانة بالنموذج الكمي كأداة مساعدة على تجسيد أو تصوير هذه المتغيرات وحسن التعامل معها، وبالتالي تصميم السياسات والاستراتيجيات والخطط البديلة والمفاضلة بينها على أساس موضوعي وأخذ قرارات فعالة، إن إدارة المخزون مثلها مثل أي إدارة أخرى داخل المؤسسة أصبحت تواجهها مشاكل بسبب البيئة التنافسية، مما جعلت متخذ القرار على مستوى إدارة المخزون أو المسؤول على المخزون داخل المؤسسة لا يكتفي بالخبرة السابقة لديه للوصول إلى حلول لهذه المشاكل، بدون أن يعمل بما قدمته الإدارة العلمية للمخزون من أدوات كمية مساعدة في التوصل إلى قرارات فعالة، حيث وفر فكر التحليل الكمي لمتخذ القرار الكثير من النماذج الموجهة لحل مشكلات معينة في تسيير المخزون، وهذا النوع من النماذج يسمى بالنماذج القياسية بمعنى أنها جاهزة وفي متناول متخذ القرار حيث أن أغلب مشاكل المخزون التي تواجهها المؤسسات عادة ما تتطرق لها هذه النماذج، لذلك وضِعت الكثير من التصنيفات والتي تعتمد على معايير مختلفة تساعد متخذ القرار في اختيار النماذج المناسبة، ولّما كان لها فروض ومتطلبات معينة يجب أن تُوفَى حتى يمكن الاستفادة منها عند تطبيقها، ومن أجل تلافي إعطاء قيم مضللة أو ليس لها معنى، فإنه يجب في هذه الحالة أن يكون متخذ القرار ملما بهذه الفروض، وبالتالي الاختيار الموفق للنموذج المناسب، حيث تلعب معايير تصنيف النماذج دورا مهما في تمكين الباحث من الاختيار المناسب بين مختلف الأدوات الكمية المتاحة لديه.

القسم الأول: مدخل لتسيير المخزونات

المحور الأول: تسيير المخزون وقراراته

أولا- مفهوم تسيير المخزون: يعرف تسيير المخزون بأنه: "النشاط الذي يتم بمقتضاه استخدام الأساليب العلمية في تحديد كمية المواد الأولية، البضاعة نصف المصنعة وكذلك البضاعة المصنعة، وبما يضمن تلبية متطلبات وظروف التشغيل وطلبات الزبائن، بأقل تكاليف ممكنة".[2]

ثانيا- قرارات المخزون: إن مدراء أقسام الشراء والمخزون مكلفين باتخاذ ومتابعة القرارات الأساسية التي ستؤثر على مستوى خدمة المخزون وتكلفته، ومن هنا نجد أن أهم القرارات المتعلقة بتسيير المخزون تتمحور حول الأسئلة الأربعة الآتية:

1- متى يتم تقديم الطلبية؟

الإجابة على هذا السؤال تكون بمعرفة فيما إذا كانت الطلبية تتم دوريا (شهريا، أسبوعيا،...) أو تتم عندما يصل مستوى المخزون إلى حد معين.

2- كم نطلب؟

بمعنى معرفة الحجم الأمثل للطلبية ومعرفة فيما إذا كان من الأفضل الاستفادة من عروض الموردين كالخصومات في الكمية.

3- من أين يتم استقدام الطلبية؟

تتم الإجابة عليه من خلال البحث عن المورد الأمثل ومعرفة هل من الأفضل استقدام طلبية جاهزة أو تصنيعها داخل المؤسسة.

4- ماهي الخدمات اللوجستيكية المناسبة؟

بمعنى كيف يتم استقدام وتخزين الطلبية من خلال معرفة وسائل النقل المثلى لشحن البضاعة وكيف يتم توزيع البضائع على مختلف المستودعات.

ثالثا- أهمية المخزون بالنسبة للمؤسسة الاقتصادية: تحتفظ المؤسسات مهما كان نوعها ببضائع ومواد تساعدها على استمرار نشاطها دون توقف، الأمر الذي يتطلب وجود مخزون. وتظهر أهمية المخزون في النقاط الآتية:

- يمثل المخزون نسبة مرتفعة من إجمالي حجم الأموال المستثمرة في المشروع.
- نظرا للحجم الكبير الذي يمثله المخزون من إجمالي حجم الأموال المستثمرة، فإنه يؤثر على اقتصاديات المشروع حيث تمثل تكلفة الاحتفاظ بالمخزون نسبا مرتفعة لا يستهان بها.
- عندما تكون هناك سياسة واضحة للمخزون مبنية على أسس علمية فإن هذا من شأنه تخفيض حجم الاستثمارات في موجودات المخازن إلى الحد الذي يسمح باستمرار العملية الإنتاجية ولا يكون هناك فائض في المخزون أي تحقيق التوازن بين متطلبات العملية الإنتاجية وبين ما هو موجود بالمخازن.

- نظرا لارتباط إدارة المخزون بمختلف الإدارات الأخرى الموجودة في نفس المشروع، فإن حجم المخزون وارتفاع تكاليف الاحتفاظ به يؤثر على إجمالي التكاليف الكلية للإنتاج، وبالتالي على تكلفة السلع المزمع تسويقها لعملاء المشروع وبالتأكيد على أسعارها النهائية، الأمر الذي يؤثر على استمرار الحفاظ على عملاء المشروع وقطاعاته التسويقية.
- تعتبر الموسمية سببا للتخزين، فبعض احتياجات المشروع تتوفر في موسم معين (مثلا المواد الزراعية) بينما يجري استخدامها في الإنتاج طوال العام الأمر الذي يتطلب تخزين احتياجات الإنتاج طوال العام، ومن ناحية أخرى قد يتم الإنتاج خلال فترة معينة أو موسم معين بينما يحتاج السوق إلى هذه المنتجات طوال العام مما يستدعي تخزين هذه المنتجات طوال العام لإمداد السوق باحتياجاته.
- نظرا لأن المخزون أقل الأصول سيولة فإن الأخطاء المتعلقة بإدارته لا يمكن معالجتها بسرعة وسوء الإدارة إذا زاد عن حده في هذا المجال فقد يؤدي ذلك إلى نهاية المشروع.
- يحقق المخزون عامل الأمان بالنسبة لاستمرار عملية الإنتاج بالمشروع في الدوران، حيث يكفل المخزون أرصدة المواد والسلع والمهمات وقطع الغيار التي تحقق هذا الأمان.

المحور الثاني: مفهوم، تصنيف ومكونات النماذج الكمية لتسيير المخزون

أولا- مفهوم النموذج: يعرف النموذج على أنه تمثيل أو تجريد لشيء أو ظاهرة معينة لواقع حقيقي، والنموذج الجيد هو الذي يعرض بدقة الخواص الرئيسية للكيان الذي يمثلها، فالنموذج يمثل تجريد للواقع والغرض منه هو الحصول على معلومات خاصة فيما يتعلق بالظاهرة[4].

ثانيا- تصنيف النماذج الكمية لتسيير المخزون: الملاحظ للأدبيات الإدارة العلمية للمخزون يجد أن هناك تصنيفات كثيرة لنماذج المخزون، وربما يعود ذلك لتعدد المعايير التي تم على أساسها تصنيف النماذج الكمية لتسيير المخزون، ومن بين أهم هذه المعايير نجد: [5]

1- طبيعة الطلب: يعتبر من أهم المعايير، حيث يتم تصنيف النماذج وفقا لهذا المعيار إلى:

1.1- نماذج محددة: وهي النماذج التي يكون فيها الاستهلاك (الطلب) معلوما وتنقسم إلى قسمين:

1.1.1- النماذج الساكنة: وهي النماذج التي يكون فيها الاستهلاك ثابتا.

2.1.1- النماذج الديناميكية (المتحركة): وهي النماذج التي يتغير فيها الاستهلاك مع الزمن.

2.1- النماذج العشوائية: في هذه النماذج يكون الاستهلاك متغيرا عشوائيا، وهذه النماذج تنقسم بدورها إلى:

1.2.1- النماذج العشوائية المستقرة: في هذه النماذج يكون الاستهلاك متغيرا عشوائيا ذو توزيع احتمالي معروف ولكنه ثابت مع الزمن.

2.2.1- النماذج العشوائية غير المستقرة: في هذه النماذج يكون الاستهلاك متغيرا عشوائيا ذو توزيع احتمالي معروف ولكنه متغير مع الزمن.

2 - عدد المواد (البضاعة): عند الاحتفاظ بمخزون متكون من عدة بضائع أو أصناف فإن التكاليف المشتركة وكذا القيود عادة ما تتداخل، ومن ثم ليس من المستغرب أن تكون نماذج تسيير المخزون المتعددة البضائع تتميز بالصعوبة.

3 - حركة المواد: المواد سريعة الحركة هي تلك التي تُصنع وتباع بانتظام وتتضمن على غالبية السلع في السوق، إن المشكلة الأساسية عند إدارة مخزون المواد سريعة الحركة تتمثل في تحديد متى يتم تقديم الطلبيات ومقدار هذه الطلبية، من جهة أخرى فإن المواد بطيئة الحركة والتي تكون غالبا قطع غيار لمكائن معقدة تتميز بطلب جد منخفض وحدات قليلة كل 10 أو 20 سنة، وكقاعدة فإن تصنيع قطع الغيار لعدة سنوات بعد تركيب الآلة مكلف جدا مقارنة بإنتاجها مع الآلة.

لذلك فإن المشكلة الأساسية تكمن في تحديد عدد المواد التي يجب أن تنتج وتخزن في بداية أفق التخطيط.

ثالثا - مكونات نماذج المخزون: بما أن سياسة المخزون تؤثر على الربحية فإن الاختيار بين السياسات يعتمد على ربحيتها، لكن هناك تكاليف تؤثر على هاته الربحية ولذا فإن غالبية نماذج المخزون تأخذ بعين الاعتبار التكاليف الآتية: (1) تكاليف شراء (2) تكلفة الطلبية (3) تكلفة العجز (4) تكلفة التخزين، بالإضافة إلى عوامل أخرى منها الإيرادات، معدل الخصم، المردود.[7]

1- تكلفة الشراء: هي كلفة شراء المخزون في فترة معينة عادة سنة، ويتم احتسابها بضرب سعر الوحدة أو كلفة الوحدة بالطلب السنوي (مجموع المخزون في كل الطلبيات في السنة).[8]

2- تكلفة الطلبية أو التحضير: يقصد بتكلفة الطلبية التكاليف الناتجة عن تقديم طلب استقدام البضاعة وتكون مستقلة عن كمية البضاعة المطلوبة، كلما زاد عدد الطلبيات في وحدة الزمن كلما زادت تكلفة الطلبية في وحدة الزمن، عند تقدير تكلفة الطلبية يجب أخذ التكاليف الآتية بعين الاعتبار:[9]

- رواتب الموظفين في قسمي المشتريات والمحاسبة.
- تكاليف الحصول على الموافقة لإصدار الطلبية.
- تكاليف الاتصالات (البريد، الهاتف، الفاكس).
- تكاليف استقبال البضاعة (تفريغ البضاعة من وسائل النقل واختبار صلاحيتها).
- تكاليف الإشراف.
- تكاليف الوسائل المستخدمة (الآلات).

وعادة ما تضاف التكاليف الآتية: مراقبة الجودة، النقل، التوزيع، الفرز.

3- تكاليف نفاد المخزون: وهي التكاليف التي تنشأ عن عدم توافر السلع والمواد في حالة الطلب عليها، ومن أمثلة هذه التكاليف؛ تكاليف تعطل الآلات أو استخدام مادة بديلة أعلى في التكلفة أو تكاليف إعداد الآلات لإنتاج منتج آخر أو التكاليف الناتجة من انخفاض المبيعات.

والواقع أن التكاليف التي تتحملها المؤسسة نتيجة نفاد المخزون لا تقتصر فقط على مقدار الخسائر التي تتحملها نتيجة لفقد الأرباح المنتظرة، ولكنها تشمل أيضا التعويضات التي تضطر إلى دفعها لعملائها نتيجة لتأخيرها

في تسليم المنتجات في التواريخ المتعاقد عليها، وهذا يؤدي بدوره إلى تحطم شهرتها بين عملائها، وهذا الأمر لا يقدر بثمن، أضف إلى ذلك أن العميل إذا جذبه منتج آخر فقلما يعود للتعامل مع المنتج الأول مرة أخرى، لذلك تضطر كثير من المؤسسات لتفادي هذه النتائج إلى شراء المنتجات من المؤسسات المنافسة وتوريدها لعملائها بأسعار شرائها حتى لا تدفعهم إلى التعامل مع منافسيها.

وعلى الرغم من صعوبة قياس مثل هذا النوع من التكاليف مباشرة فإن أغلب المشروعات تلجأ إلى طرق وأساليب معينة لقياس مثل هذا النوع من التكاليف كقياس الخسائر الناجمة عن فقدان عدد من المستهلكين أو فقدان جزء من دخل المبيعات الناجم عن نفاد المخزون.

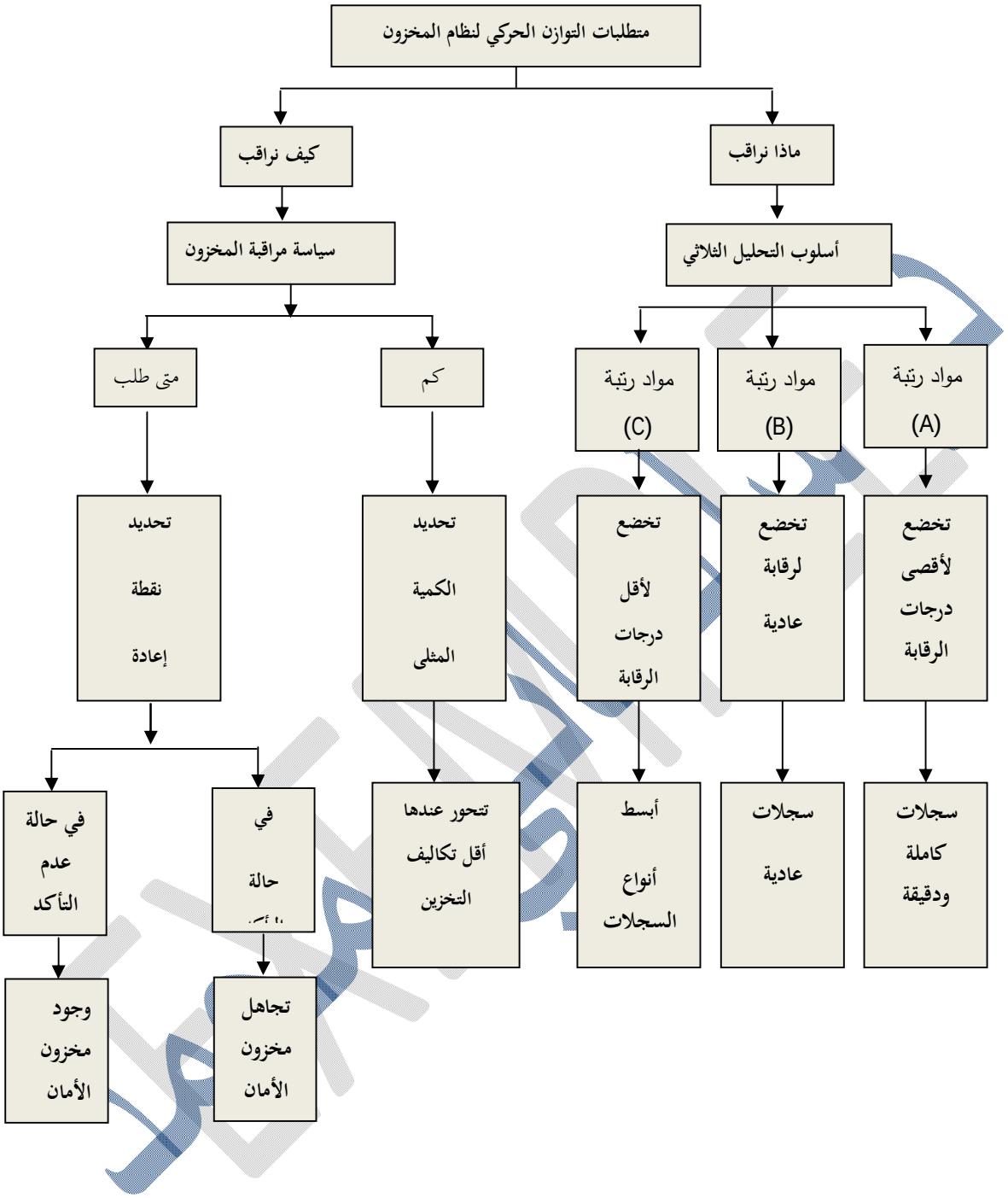
4- تكلفة الاحتفاظ بالمخزون: المقصود بتكلفة الاحتفاظ بالمخزون هي تلك التكلفة التي تتعلق بالمفردات المادية المخزونة في المخازن [12]. تتطلب عملية تقدير تكلفة الاحتفاظ أخذ بعين الاعتبار العناصر الآتية:[13]

- تجميد رؤوس الأموال؛ وينتج ذلك عن تكديس كميات ضخمة من البضاعة في المخازن في حين كان الأنسب للمؤسسة تجنب ذلك بتخزين كميات أقل والاستفادة من الأموال الإضافية في استثمارات أخرى.
- تكاليف محلات التخزين الناتجة عن استئجار المخازن وما يلزمها من خدمات كالكهرباء، تدفئة المحلات، الحارس،...الخ.
- تكاليف التلف، سرقة أو فساد البضاعة أو عدم صلاحيتها.
- تكاليف توزيع وترتيب البضاعة داخل المخازن.
- تكاليف إدارة المخازن كالتي تنتج عن عملية المراجعة المتصلة أو المراجعة الدورية للمخزون.
- تكاليف التأمين.

ويتم احتساب هذه التكاليف في أغلب الأحوال على أساس نسبة مئوية من قيمة متوسط المخزون أو قيمة مطلقة تمثل تكلفة تخزين الوحدة في السنة. وترتبط هذه التكاليف بعلاقة طردية مع كمية وحجم المخزون.

رابعا- التوصيف اللازم لاستعمال النماذج الكمية وقرارات المخزون: إن الشكل الآتي يوضح استخدام النماذج الملائمة لقرار تسيير المخزون المتعلقة بكمية الطلبية ومتى يتم استقدام الطلبية.

الشكل رقم (01): متطلبات التوازن الحركي لنظام المخزون.



المحور الثالث: ماذا نراقب؟

أولا- أسلوب التحليل الثلاثي ABC:

1- أساسيات تسيير المخزون المرتبطة بتصنيف ABC:

إن الهدف من التحليل الثلاثي (ABC) في أي مجال إداري، هو تحديد النطاق الذي يجب أن تتركز فيه الجهود حتى تتحقق أعلى النتائج، وفي مجال مراقبة المخزون يمكن تحديد أساسيات تسيير المخزون المرتبطة بهذا التحليل في الجدول الآتي:

الجدول رقم (01): أساسيات تسيير المخزون المتعلقة بالتحليل الثلاثي A-B-C

الفئات	A	B	C
العدد الإجمالي للأصناف المخزون%	10 إلى 20 %	30 إلى 40 %	40 إلى 50 %
القيمة التراكمية لأصناف المخزون%	70 إلى 80 %	15 إلى 20 %	5 إلى 10 %
مستوى المراقبة	قصوى	متوسطة	دنيا
مخزون الأمان	منخفض	متوسط	هام
تكرار قرارات الجرد	مرتفع	خفيف	ضعيف
معدل دوران المخزون	مرتفع	متوسط	ضعيف
إجراءات تسيير المخزون	-عناية ودقة -مراجعة متكررة	عادية	دوريا مرة أو مرتين في السنة

على ضوء ما سبق يمكن للمؤسسات أن تستفيد من هذا النظام من خلال ما يأتي:

- توجيه جهودها الإدارية والرقابية القصوى للفئة (A).
- توجيه جهودها الإدارية والرقابية المتوسطة للفئة (B).
- توجيه جهودها الإدارية والرقابية الأدنى للفئة (C).

2- مراحل تطبيق نظام التحليل الثلاثي (ABC):

تتمثل مختلف المراحل لتصنيف ABC للأصناف عن طريق القيمة السنوية للاستخدام فيما يلي:

- تحديد قيمة الاستهلاك السنوية لكل صنف من المخزون.
- ترتيب قائمة هذه الأصناف تنازليا حسب قيمة الاستهلاك السنوية.
- حساب النسبة التراكمية لقيمة الاستهلاك السنوية.
- تحديد فئات الأصناف A, B, C تبعا للنسب.

- **مثال(1):**

تحتاج إحدى الشركات 10 مواد لتصنيع منتج معين.

رقم القطعة	الاستعمال السنوي	تكلفة الشراء	القيمة الإجمالية السنوية
1	1100	2	2200
2	600	40	24000
3	100	4	400
4	1300	1	1300
5	100	60	6000
6	10	25	250
7	100	2	200
8	1500	2	3000
9	200	2	400
10	500	1	500
المجموع	5510		38250

المطلوب:

1- صنف هذه المواد حسب تصنيف ABC.

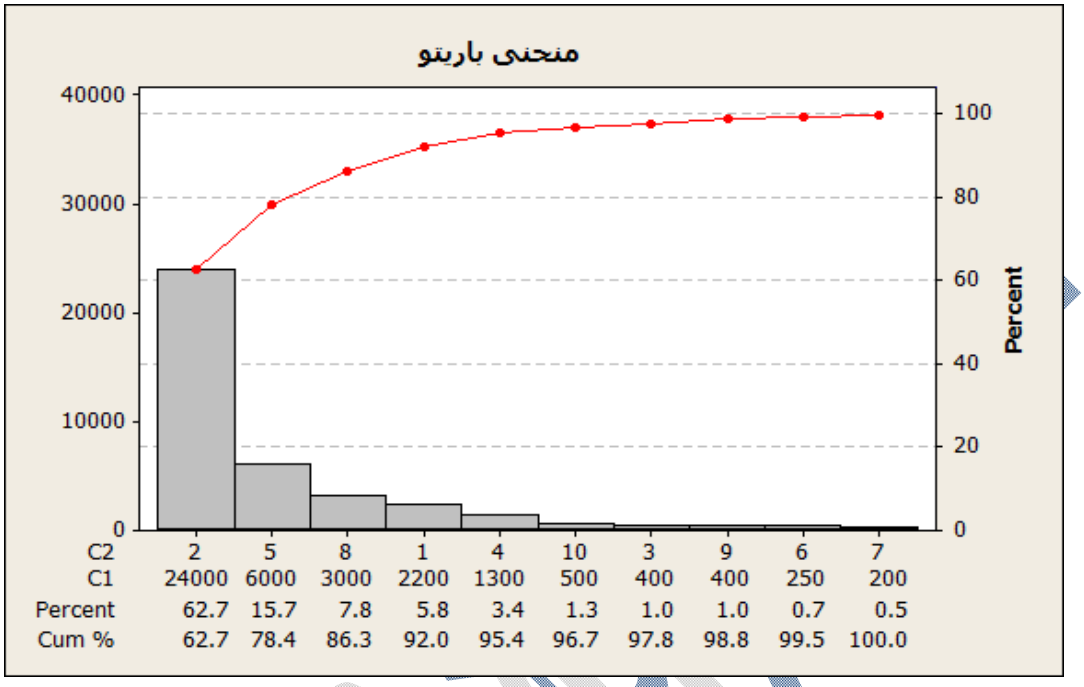
الحل:

لتصنيف هذه المواد يتم الاعتماد على طريقة ABC والنتائج المتحصل عليها في الجدول الآتي:

رقم القطعة	الاستعمال السنوي بالقيمة	النسب المتجمعة لقيمة الاستخدام السنوي (%)	الفئة ABC
2	24000	62.75	**A**
5	6000	78.43	**A**
8	3000	86.27	B
1	2200	92.03	B
4	1300	95.42	B
10	500	96.73	C
9	400	97.78	C
3	400	98.82	C
6	250	99.48	C
7	200	100.00	C

يمكن استخدام النتائج في الجدول أعلاه لتمثيل منحنى باريتو باستخدام برنامج MINTAB كما يلي:

الشكل رقم (2): منحنى باريتو



ثانيا - متى نستخدم النماذج الكمية الاقتصادية للطلب When to Use EOQ Models:

تعتبر طبيعة الطلب من أهم المعايير المستخدمة في تصنيف نماذج المخزون، وبصفة عامة درجة التعقيد في نماذج المخزون تعتمد على طبيعة الطلب عن السلعة فيما إذا كان محدد أم عشوائي، فالطلب قد يكون ثابت مع الزمن وقد يكون متغير مع الزمن، وغالبا ما يكون الطلب غير منتظم.

ولمعرفة ما إذا كان الطلب ثابت أو متغير فإننا نستخدم الخطوات الآتية التي اقترحها كل من بيترسن وسيلفر Peterson et Silver:

1- نأخذ معدلات الطلب (الاستهلاك) D_i خلال فترة زمنية n ثم نحسب المتوسط الحسابي لمعدلات الطلب كالأتي:

$$\overline{D} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} D_i$$

2- نقوم بتحديد التباين كالأتي:

$$Var(D) = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n} D_i^2 - \overline{D}^2$$

3- نقوم بحساب معامل الاختلاف وفق العلاقة الآتية:

$$CV = \frac{\sqrt{Var(D)}}{\overline{D}}$$

- **ملاحظة (1):** إذا افترضنا أن قيم D_i كلها متساوية فإن هذا يعني أن التباين سيكون معدوم وبالتالي معامل الاختلاف، وهذا يشير بأن الطلب ثابت.
- **ملاحظة (2):** أشارت الدراسات إلى الأتي:

- إذا كان المتوسط الحسابي للطلب (الأسبوعي أو الشهري) ثابت تقريبا عند كل الفترات الأسابيع، الأشهر وكان معامل الاختلاف أقل من 0.20 فإن الطلب يعتبر ثابت ومحدد.

- إذا كان المتوسط الحسابي للطلب (الأسبوعي أو الشهري) متفاوت بين مختلف الفترات الأسابيع، الأشهر وكان معامل الاختلاف أقل من 0.20 فإن الطلب يعتبر ديناميكي (متحرك) ومحدد.

- إذا كان المتوسط الحسابي للطلب (الأسبوعي أو الشهري) ثابت تقريبا عند كل الفترات الأسابيع، الأشهر وكان معامل الاختلاف أكبر من 0.20 فإن الطلب يعتبر عشوائي ومستقر.

- إذا كان المتوسط الحسابي للطلب (الأسبوعي أو الشهري) متفاوت بين مختلف الفترات الأسابيع، الأشهر وكان معامل الاختلاف أكبر من 0.20 فإن الطلب يعتبر عشوائي وغير مستقر.

- **مثال (2):**

إذا كان الطلب خلال الأربع السنوات الماضية لمادة غاز البوتان لإحدى محطات نفطال موضح في الجدول الآتي:

	الأشهر											
السنة	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
2012	*70*	*72*	*54*	*40*	*39*	*36*	*30*	*29*	*28*	*35*	*60*	*65*
2013	*69*	*70*	*49*	*46*	*36*	*35*	*29*	*31*	*30*	*31*	*62*	*66*
2014	*71*	*69*	*52*	*47*	*37*	*34*	*31*	*28*	*27*	*33*	*61*	*69*
$\overline{D}$	*70*	*70.3*	*51,6*	*44,3*	*37,3*	*35*	*30*	*29,3*	*28,3*	*33*	*61*	*67,6*
$Var(D)$	*1*	*2,3*	*6,3*	*14,3*	*2,3*	*1*	*1*	*2,3*	*2,3*	*4*	*1*	*4,3*
CV	*1,4*	*2,1*	*4,8*	*8,5*	*4,0*	*2,8*	*3,3*	*5,2*	*5,3*	*6,0*	*1,6*	*3,1*

المطلوب: حدد طبيعة الطلب؟

الحل: نلاحظ أن تفاوت معدلات الطلب بين مختلف الفترات كبيرا جدا فنلاحظ أن الطلب يزداد في أشهر الشتاء إلى الضعف تقريبا عنه في فترة أشهر الصيف، وهذا يعني أن معدل الطلب متغير (حركي)، كما أن معامل الاختلاف لم يتجاوز 0,2 أي (20%) وهذا يعني أنه محدد، وبالتالي يمكن تطبيق النماذج المحددة الديناميكية.

المحور الرابع: متوسط المخزون معلمة أساسية في نماذج المخزون

لا يمكن اشتقاق كثير من النماذج الكمية المستخدمة في تسيير المخزون بدون معرفة متوسط المخزون والذي يعرف خلال دورة تخزينية بأنه يساوي:[2]

$\frac{1}{2}$ (مقدار المخزون في بداية الدورة التخزينية + مقدار المخزون في نهاية الدورة التخزينية).

هناك حالتين لحساب متوسط المخزون ويتعلق الأمر بطبيعة الطلب وفيما يلي سنتطرق إلى:

أولا- متوسط المخزون في حالة الاستهلاك الثابت: بما أن النموذج الكمية الاقتصادية للطلب الأساسي يفترض أن معدل الطلب على المخزون معروف وثابت، إذن فالحد الأعلى للمخزون يساوي Q، والحد الأدنى يساوي 0 لعدم وجود مخزون آمان، وعليه فإنه عادة ما يعَبر عن متوسط المخزون في هذه الحالة بالعلاقة الآتية:[2]

$$\bar{I} = \frac{Q+0}{2} = \frac{Q}{2}$$

حيث يرمز لمتوسط المخزون بالرمز $\bar{I}$

في بعض الأحيان يكون الطلب غير ثابت حيث يكون متغير ولكن بدرجة صغيرة ما يجعل منه شبه ثابت، وبالتالي يتم حساب متوسط المخزون كما لو كان الطلب ثابتا تماما.

1- طرق حساب متوسط المخزون في حالة الاستهلاك الثابت: إن الطريقة الأكثر استخداما هي قياس مستوى المخزون في فترات مختلفة ثم حساب متوسط هذه القياسات وفق العلاقة الآتية:

$$\text{متوسط المخزون} = \frac{\text{مجموع القياسات}}{\text{عدد القياسات}}$$

ويمكن توضيح هذه الطريقة من خلال المثال الآتي:

- **مثال (3):** أحسب متوسط المخزون $\bar{I}$ للنظام الموافق للقياسات الموضحة في الجدول الآتي:

تاريخ أخذ قياسات اليوم	*مستوى المخزون*
1 أفريل	*10*
2 أفريل	*8*
3 أفريل	*6*
4 أفريل	*4*
5 أفريل	*2*
نهاية يوم 5 أفريل (يوم 6 أفريل)	*0*

الحل: لدينا متوسط مستوى المخزون = مجموع القياسات/ عدد القياسات

ومنه:

$$\bar{I} = (10+8+6+4+2+0)/6 = 5$$

- أحسب متوسط المخزون $\bar{I}$ للنظام الموافق للقياسات الموضحة في الجدول الآتي:

اليوم	مستوى المخزون		
	البداية	النهاية	المتوسط
1 أفريل	10	8	9
2 أفريل	8	6	7
3 أفريل	6	4	5
4 أفريل	4	2	3
5 أفريل	2	0	1

المستوى الأقصى للمخزون يوم 1 أفريل ويساوي 10 وحدة

مجموع المتوسطات اليومية يساوي 9+7+5+3+1 = 25 وحدة

عدد الأيام هو 5 أيام.

متوسط مستوى المخزون = 5/25= 5 وحدات

ثانيا- متوسط المخزون في حالة الاستهلاك غير الثابت: في حالة كون الاستهلاك غير ثابت أي يتغير مع الزمن أو متغيرا عشوائيا عندئذ نستخدم الطريقة الآتية:

$$\text{متوسط مستوى المخزون} = \frac{\text{كمية البضاعة المخزنة في الدورة}}{\text{طول الدورة}}$$

وهنا يمكن استخدام طريقة حساب المساحات لتحديد متوسط مستوى المخزون.

- **مثال (4):** يمكن حساب الكمية المخزنة في الدورة إذا كان معدل الاستهلاك D غير ثابت، لنفرض مثلا أن مستوى المخزون يعطى بـ : $I(t)=\frac{1}{t+1}$، عندئذ تكون الكمية المخزنة بين اللحظة a واللحظة b تساوي:

$$\int_a^b I(t)dt=\int_a^b \frac{dt}{t+1}=[In(t+1)]_a^b$$

$$In(b+1)-In(a+1)=In\left(\frac{b+1}{a+1}\right)$$

وبالتالي متوسط المخزون بين اللحظة a واللحظة b يساوي:

$$\bar{I}=\frac{In\left(\frac{b+1}{a+1}\right)}{b-a}$$

القسم الثاني: نماذج المخزون المحددة

المحور الأول: تحديد كمية الطلب الاقتصادية -كم نطلب؟

يعتبر تحديد الكمية المثلى من المخزون في الدورة من أهم مهام إدارة المخزون في المؤسسة الاقتصادية وإحدى نتائج عملية القرار المرتبطة بمسائل تسيير المخزون، حيث تسمى الكمية المثلى من المخزون بكمية الطلب الاقتصادية **Economic Order Quantity** وهي تلك الكمية من الصنف التي يتم تخزينها وتجعل من تكلفة التخزين الإجمالية أقل ما يمكن، وعادة ما يشير الكثير من المختصين في تسيير المخزون إلى هذه النقطة بالتساؤل الآتي: كم نطلب؟

أولا- النموذج الأساسي للكمية الاقتصادية للطلب EOQ Model: إن الهدف الأساسي لهذا النموذج هو إيجاد حجم الطلبية الأمثل الذي يجعل التكلفة الإجمالية أقل ما يمكن، ونسمي هذا الحجم "الكمية الاقتصادية للطلب" ، "**Economic Order Quantity**"، يستخدم هذا الحجم للإجابة على كثير من الأسئلة المتعلقة بالمؤسسة، فعلى سبيل المثال نستخدمه لمعرفة متى نقوم بطلب الكمية، أو لمعرفة المستوى الأمثل للمخزون... الخ، ويعود تاريخ وضع ودراسة هذا النموذج إلى سنة 1915 عن طريق الباحث هاريس Harris لكن الباحثون ينسبون هذا النموذج إلى ولسن **Wilson** الذي قام بنشره في 1930 بطريقة مستقلة ودون أن يكون على علم بنتائج أبحاث هاريس.

1- نظرية01: إذا تحققت فرضيات نموذج **EOQ فإن**: $Q^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}}$

1-1- افتراضات هذا النموذج: تتمثل افتراضات هذا النموذج في ما يلي:

- الطلب معلوم وثابت (معدل الطلب ثابت).
- هناك فترة توريد ثابتة ومحددة أي أن الفترة بين إعداد الطلبية واستلامها ثابت.
- كلفة الوحدة الواحدة ثابتة ولا يوجد خصم في الكمية.
- يتم الطلب في كل مرة عندما يصل المخزون إلى نقطة إعادة الطلب.
- الكميات المطلوبة ثابتة في كل فترة وهي تعادل الكمية الاقتصادية للطلب.

2- بناء النموذج: كما أشرنا سابقا فيما يتعلق بمكونات نماذج المخزون فإن هذا النموذج يتكون من ثلاثة أنواع من التكاليف وهي تكلفة الشراء، تكلفة إعداد الطلبية وتكلفة الاحتفاظ بالمخزون.

1.2- تكلفة تقديم الطلبية (ف و ز): بالنسبة للتكاليف الناشئة عن إعداد الطلبية TOC، فيتم إيجادها عن طريق حاصل ضرب عدد الطلبيات (الدورات) N في تكلفة إعداد الطلبية الواحدة في الدورة K لأن عدد الطلبيات في الدورة الواحدة يساوي الواحد، ويتم التعبير عنها رياضيا كما يلي:

$$TOC = N \times K$$

حيث: N عدد الطلبيات (الدورات)، وتحسب بقسمة معدل الاستهلاك السنوي D على حجم الطلبية الواحدة Q.

$$N = \frac{D}{Q}$$

ومنه: $$TOC = \frac{D}{Q} \times K$$

2.2- تكلفة الاحتفاظ بالمخزون (ف و ز): وهي عبارة عن حاصل ضرب تكلفة الاحتفاظ بالمخزون في الدورة في عدد الدورات (ف و ز).

وتكلفة الاحتفاظ بالمخزون في الدورة = تكلفة الاحتفاظ بوحدة بضاعة (ف و ز) X متوسط مستوى المخزون في الدورة X طول الدورة.

الدورة التخزينية: يقصد بها الفترة الزمنية التي تبدأ لحظة وصول الطلبية، وتنتهي لحظة وصول الطلبية التالية.

ويتم حساب طول الدورة وفق العلاقة الآتية:

$$T = \frac{Q}{D}$$

- **متوسط المخزون** : يعرف متوسط المخزون خلال دورة تخزينية بأنه يساوي:

$\frac{1}{2}$ (مقدار المخزون في بداية الدورة التخزينية + مقدار المخزون في نهاية الدورة التخزينية).

وبما أن النموذج السابق يفترض أن معدل الطلب على المخزون معروف وثابت، إذن فالحد الأعلى للمخزون يساوي Q. والحد الأدنى يساوي صفرا لعدم وجود مخزون الأمان.

وبالتالي متوسط المخزون هو:

$$\frac{Q}{2} = (0 + Q)\left(\frac{1}{2}\right) = \bar{I}$$

والشكل الآتي يوضح هذه النقطة:

الشكل رقم (3): سلوك المخزون في حالة التأكد

فإن تكلفة التخزين في الدورة = $\frac{hQ^2}{2D} \cdot = \frac{Q}{D} \times \frac{Q}{2} \times h$

ومنه تكلفة الاحتفاظ بالمخزون (ف و ز) = $THC = \frac{hQ^2}{2D} \div T = \frac{hQ}{2}$

3.2- تكلفة الشراء (ف و ز): هي عبارة عن حاصل ضرب تكلفة الشراء في الدورة في عدد الدورات (ف و ز).
وتكلفة الشراء في الدورة = تكلفة شراء وحدة بضاعة X عدد الوحدات المشتراة في الدورة.

أي: $QP = Q \times P$

ويعبر عن تكلفة الشراء (ف و ز) رياضيا كالآتي: $TPC = N \times PQ$

وأخيرا يمكن حساب التكاليف الكلية للمخزون TC وهي عبارة عن مجموع التكاليف المرتبطة بالمخزون وتضم كل من التكاليف الناشئة عن الاحتفاظ بالمخزون مضافا إليها التكاليف الناشئة عن إعداد الطلبيات وتكلفة الشراء، وبذلك تكون:

$$TC = TOC + THC + TPC$$

$$TC = \frac{D}{Q} \times K + \frac{hQ}{2} + PD$$

الشرط الضروري والكافي حتى تكون نقطة صغرى لدالة التكلفة الإجمالية $TC(Q)$ هو

$$\frac{\partial TC}{\partial Q} = 0$$

بحساب المشتقة $\frac{\partial TC}{\partial Q}$ ومساواتها بالصفر نحصل على $\frac{h}{2} - \frac{KD}{Q^2} = 0$

ومنه:

$$(Q^*)^2 = \frac{2KD}{h}$$

وبما أن الحجم الأمثل للطلبية هو مقدار موجب فإن:

$$Q^* = +\sqrt{\frac{2KD}{h}}$$

1- التكلفة الإجمالية (الكلية) المثلى للتخزين: كما رأينا أعلاه فإن الهدف هو إيجاد الكمية المطلوبة Q التي تجعل من التكلفة الإجمالية (الكلية) للتخزين أقل ما يمكن، وعندئذ تسمى هذه الكمية المطلوبة بالمثلى والتكلفة الإجمالية الموافقة لها بالتكلفة الإجمالية (الكلية) المثلى للتخزين، والصيغة العامة لحساب التكلفة الكلية للتخزين التي توافق مستوى الكمية المطلوبة Q هي:

$$TC = \frac{DK}{Q} + \frac{hQ}{2} + PD$$

بالطبع لحساب التكلفة الكلية المثلى للتخزين يمكن استخدام الصيغة العامة أعلاه وبالتعويض بالكمية المطلوبة المثلى Q^* كما يلي:

$$TC^* = \frac{DK}{Q^*} + \frac{hQ^*}{2} + PD$$

- **ملاحظة (3):**

إن سلوك تكلفة التخزين الكلية هو مشابه لتكلفة التخزين المتغيرة وبالتالي فإنه في كثير من الأحيان يستعاض عن التكلفة الكلية للتخزين بالتكلفة المتغيرة للتخزين، حيث توجد صيغة مختصرة لحساب بالتكلفة المتغيرة المثلى للتخزين كما يلي:

$$TVC^* = \sqrt{2KDh}$$

ويمكن حساب التكلفة الإجمالية الموافقة للكمية الاقتصادية للطلب وفق العلاقة الآتية وهي تسمى بالصيغة المختصرة:

$$TC^* = \sqrt{2KDh} + PD$$

- **مثال(5):** تقوم نقطة بيع لإحدى العلامات المحلية المنتجة للمنتجات الكهرومنزلية ببيع 20 ثلاجة في الأسبوع، فإذا علمنا أن تكلفة شراء ثلاجة واحدة هو 25000 دج وتكلفة الطلبية والتخزين تساوي على التوالي 500 دج و6600 دج للثلاجة الواحدة في السنة، أيام العمل بالنسبة لنقطة بيع هي 50 أسبوع في السنة.

المطلوب: ماهي الكمية الاقتصادية للطلب؟

الحل:

نختار 1 سنة كوحدة للزمن في هذا المثال فيكون:

الطلب السنوي هو: $D = 20 \times 50 = 1000$

أي 1000 ثلاجة في السنة

ومنه يمكن استخدام العلاقة الآتية لحساب الكمية الاقتصادية للطلب:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}}$$

وبما أن المعطيات الخاصة بهذه المشكلة متوفرة فإن

$$Q^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}} = \sqrt{\frac{2(500)(1000)}{6600}} = 12.31$$ ثلاجة

ومنه على مسير نقطة البيع هذه طلب 12.31 ثلاجة في الأسبوع حتى يحقق أقل تكلفة تخزين إجمالية.

4- مسألة الطلبيات الصحيحة Orders for discrete units: كثيرا ما نحتاج إلى الحصول على أعداد صحيحة لقيم Q^* فمثلا طلبيات السيارات وأجهزة الكمبيوتر ومثل ذلك لا يمكن أن تكون أعداد غير صحيحة، وفي مثل هذه الحالات وإذا كان هناك تأثير كبير في التكلفة الإجمالية للتخزين عند التغير الطفيف في حجم الطلبية Q نضطر إلى أخذ العددين الصحيحين الأقرب إلى Q^* وهما $\left[Q^*\right]$ و $\left[Q^*\right]+1$ وذلك باستخدام الخوارزمية الآتية:

نقصد بـ $\left[Q^*\right]$ القيمة الصحيحة الأصغر أو المساوية لـ Q^*.

- **الخوارزمية رقم(1):**

- حساب الكمية الاقتصادية للطلب.
- تحديد $\left[Q^*\right]$ و $\left[Q^*\right]+1$.
- إذا كان $\left[Q^*\right]\left[\left[Q^*\right]+1\right] \geq \left(Q^*\right)^2$ فإن العدد الصحيح الذي نختاره هو $\left[Q^*\right]+1$.
- إذا كان $\left[Q^*\right]\left[\left[Q^*\right]+1\right] < \left(Q^*\right)^2$ فإننا نختار $\left[Q^*\right]$.

- **مثال (6):** بالعودة للمثال السابق ما هي كمية الطلب المثلى الصحيحة؟

الحل:

لاحظ أنه لا يمكن عمليا طلب طلبية حجمها 12.31 ثلاجة مما يلزم الشركة باختيار عدد صحيح لحجم الطلبية أي 12 أو 13 ثلاجة، ولاختيار أحدهما نستخدم الخوارزمية السابقة كما يلي:

بما أن : $\left[Q^*\right]\left[\left[Q^*\right]+1\right]=12\times13=156$ وهو أكبر من $\left(Q^*\right)^2=(12.31)^2=151.54$

فإن الحجم الأفضل للطلبية هو $\left[Q^*\right]=12$

ويمكن التحقق من ذلك بحساب التكلفة المتغيرة:

$$TVC = TOC + THC$$

$$TVC(12) = 8125.77$$

$$TVC(13) = 8136.15$$

- **مثال (7):** تبيع شركة Sumco, a company مضخات لمنتجين آخرين وتود أن تخفض تكلفة التخزين لديها من خلال تحديد عدد المضخات التي ستتحصل عليها في كل طلبية، الطلب السنوي يقدر بـ 1000 وحدة، تكلفة تقديم الطلبية تقدر بـ 10 دولار وتكلفة الاحتفاظ بالمخزون للوحدة في السنة تقدر بـ0.50 دولار.

المطلوب:

- أوجد عدد الطلبيات الأمثل؟
- حدد عدد المضخات الأمثل؟
- أحسب تكلفة التخزين الإجمالية الدنيا؟

الحل:

- يرمز N^* لعدد الطلبيات (الدورات) الأمثل ويحسب وفق العلاقة الآتية:

$$N^* = \sqrt{\frac{Dh}{2K}}$$

ومنه:

$$N^* = \sqrt{\frac{(1000)(0.5)}{2(10)}} = 5 \text{ طلبيات}$$

ومنه عدد الطلبيات الأمثل هو خمسة طلبيات في السنة.

- **يحسب عدد المضخات الأمثل وفق العلاقة الآتية:**
-

$$Q^* = \frac{D}{N^*} = \frac{1000}{5} = 200 \text{ مضخة}$$

1- حساب تكلفة التخزين الإجمالية:

تحسب وفق العلاقة الآتية:

5- تحليل الحساسية Sensitivity Analysis:

إن تحليل الحساسية هو إجراء يستخدم بشكل واسع في بحوث العمليات والتقنيات الكمية للتسيير بصفة عامة وذلك لدراسة أثر بعض القيم المتضمنة في النموذج الرياضي، وهو ببساطة يجيب على التساؤل التالي ماذا لو ؟ وفي نماذج المخزون فإن الإجابة على هذا السؤال تكمن في متغيرات النموذج الرياضي للمخزون، على سبيل المثال نموذج EOQ والمتمثلة في تكاليف الحيازة أو تقديم الطلبية وهذه القيم المتضمنة فيه والتي عادة ما تكون غير دقيقة (خطأ التقدير) والتي تكون مبنيا على تقديرات والخبرة السابقة لمتخذ القرار ولذلك فهي غير دقيقة، وبصفة عامة يساهم أسلوب تحليل حساسية في تحديد مدى اختلاف (التغيير) في قيم الكمية الاقتصادية للطلب عند تغير لإحدى المتغيرات القرار (التكاليف).

يتميز نموذج الكمية الاقتصادية للطلب بالمتانة، إذ أنه يسعى لإعطاء نتائج جيدة ومقبولة حتى لو كانت قيم المتغيرات خاطئة، ولتوضيح هذه النقطة نتخيل أن إحدى قيم المثال السابق كانت خاطئة بنسبة 100%

وهي تكلفة تقديم الطلبية حيث أن قيمتها هي 100 دولار بدلا من 50 دولار لذالك فإن القيمة الصحيحة لـ Q^*

$$Q^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}} = \sqrt{\frac{2(100)(20)(50)}{660}} = 17.40$$

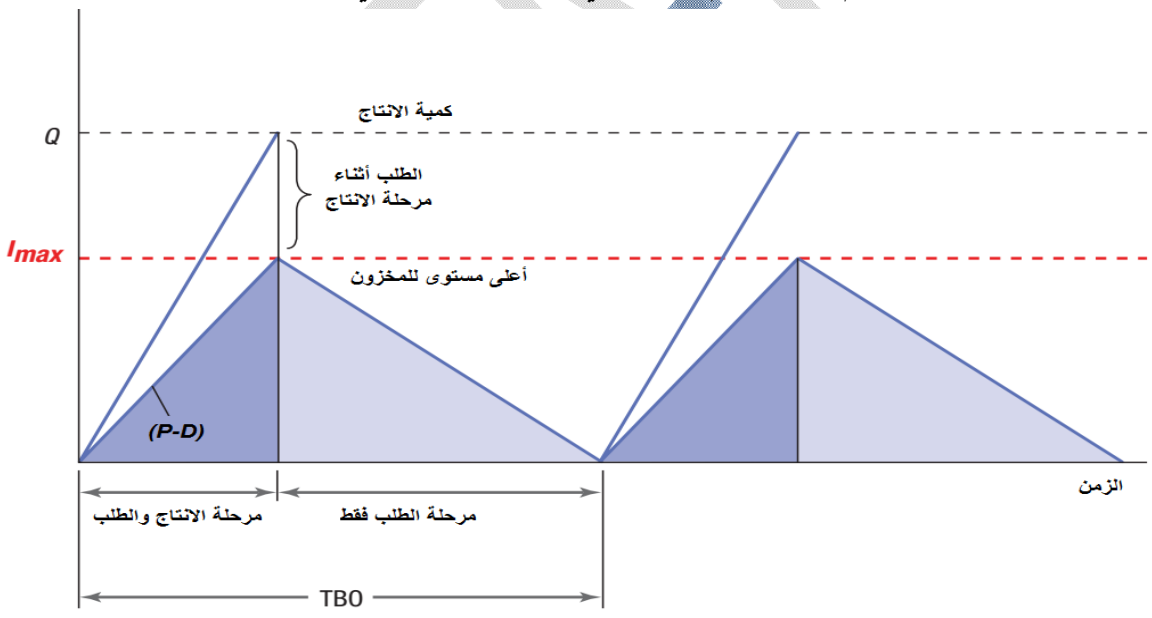
$$\left(\sqrt{2}\right)12.31 = 17.40$$

أي أن قيمة Q^* الصحيحة أكبر بـ1.41 مرة من القيمة السابقة.

ثانيا - نموذج الكمية الاقتصادية للإنتاج Economic Production Quantity (EPQ) Model

يمكن أن يمتد تطبيق نموذج الكمية الاقتصادية للطلب الأساسي ليدخل مجال الإنتاج، حيث يتم الإنتاج غالبا في دفعات كبيرة بدلا من الدفعات الصغيرة التي تقابل الاحتياجات بالضبط، ويتراكم المخزون عندما يكون الإنتاج أكثر من الطلب، وتكون هناك فترة عدم إنتاج عندما يتراكم المخزون بدرجة كافية، ويؤخذ من المخزون في هذه الحالة لمقابلة الاحتياج حتى يتم الانتهاء منها. وعندما تنتهي يبدأ في انتاج دفعة كبيرة أخرى وهكذا، والشكل الآتي يوضح أساس هذا النموذج:

الشكل رقم (5): حجم الدفعة في حالة التوريد الآني



1-نظرية-02: إذا تحققت فرضيات نموذج EPQ فإن:

$$EPQ = Q^* = \sqrt{\frac{2KDr}{h(r-D)}}$$

1-1- افتراضات هذا النموذج:

تتمثل افتراضات هذا النموذج في ما يلي: [18]

- الطلب معلوم وثابت (معدل الطلب ثابت).
- يتم إنتاج وتخزين صنف واحد من البضاعة.
- لتفاد حالة العجز للنظام نفرض أن مرحلة الإنتاج تبدأ عندما يكون مستوى المخزون يساوي الصفر ويتم ذلك في وحدة الزمن ولنرمز له بـ r ونشترط أن يكون أكبر من معدل الاستهلاك D أي $r > D$ وإلا فلا معنى لنظام المخزون.
- نرمز بـ q للوحدات المنتجة في كل فترة إنتاج.
- كل التكاليف التالية ثابتة ومستقلة عن حجم الكميات المنتجة:

h : تكلفة التخزين لكل وحدة بضاعة في وحدة الزمن.

K : تكلفة التحضير للإنتاج.

P : تكلفة الإنتاج لوحدة بضاعة.

ملاحظة(4): إن أي آلة إنتاج تحتاج إلى تحضير وتجهيز قبل البدء في الإنتاج ويتطلب ذلك تكاليف معينة والتي نسميها هنا بتكاليف تحضير الإنتاج وهي تقابل تكايف تقديم الطلبية في نموذج EOQ.

2- بناء النموذج:

تتألف الدورة التخزينية في هذا النموذج من مرحلتين كما هو موضح في الشكل رقم ():

1.2- مرحلة الإنتاج والاستهلاك:

إذا رمزنا بالرمز (r) إلى أعلى معدل للإنتاج وبالرمز (Q) لحجم الإنتاج وبالرمز T_1 لطول مرحلة الإنتاج والطلب (الدورة الأولى)

يكون لدينا:

$$Q = r.T_1$$

ومنه فإن:

$$T_1 = \frac{Q}{r}$$

من الشكل أعلاه نلاحظ أن:

$$I_{Max} = (r - D)T_1$$

وبتعويض قيمة T_1 يصبح لدينا:

$$I_{Max} = (r - D)\frac{D}{Q} \Rightarrow I_{Max} = \left(1 - \frac{D}{r}\right)Q$$

وذلك بافتراض أن كل من (r)و(Q) مقدارين ثابتين ومعلومين كما في نموذج *EOQ*.

2.2- مرحلة الاستهلاك (دورة الطلب فقط):

تتشكل الدورة التخزينية في نموذج الكمية الاقتصادية للإنتاج من دورتين، ومنه فإن طول الدورة التخزينية هو مساو لطول دورة الإنتاج والاستهلاك ودورة الاستهلاك فقط ويعبر عنها رياضيا كما يلي:

$$T = T_1 + T_2$$

حيث:

T: طول الدورة التخزينية

T_1: طول دورة الإنتاج والاستهلاك

T_2: دورة الاستهلاك فقط

وكما رأينا في نموذج EOQ فإن قيمة متوسط (معدل) المخزون كانت:

$$\bar{I} = \frac{Q}{2}$$

أما قيمة معدل المخزون $\bar{I}$في نموذج EPQ فهي:

$$\bar{I} = \frac{I_{Max}}{2}$$

ومنه فإن طول الدورة الاستهلاك (الطلب) فقط T_2 هي:

$$T_2 = \frac{I_{Max}}{D}$$

إن الهدف الأساسي هو تدنية تكلفة التخزين الكلية:

لدينا:

$$TC = TVC + TFC$$

$$TC = THC + TSC + TPC$$

متوسط المخزون في الدورة يحسب وفق العلاقة الآتية:

$$\bar{I} = \frac{Q(r-D)}{2r}$$

ويعبر عن تكلفة الاحتفاظ بالمخزون وفق العلاقة الآتية:

$$THC = h \times \bar{I} = \frac{hQ(r-D)}{2r}$$

تكلفة التجهيز يعبر عنها وفق العلاقة الآتية:

$$TSC = K \times \frac{D}{Q}$$

ومنه فإن التكلفة الإجمالية المتغيرة (ف.و.ز):

$$TVC = THC + TSC$$

وبالتعويض:

$$TVC = \frac{h(r-D)}{2r} + \frac{KD}{Q}$$

ويمكن التحقق من أن الدالة $TVC(Q)$ هي دالة محدبة على المجال $TVC(Q)[0,\infty[$

وبحساب المشتقة ومساوتها بالصفر نحصل على:

$$\frac{dTVC(Q)}{dQ} = 0$$

$$(TVC) = \frac{h(r-D)}{2r} - \frac{KD}{Q^2} = 0$$

ومنه:

$$Q^2 = \frac{2KD}{h} \times \frac{r}{r-D}$$

وبما أن حجم الأمثل للإنتاج هو عدد موجب فإن:

$$EPQ = Q^* = \sqrt{\frac{2KD}{h} \times \frac{r}{r-D}}$$

ملاحظات: بما أن حجم الطلبيات يحسب وفق العلاقة التالية:

$$N = \frac{D}{Q}$$

فإن العدد الأمثل للطلبيات يحسب كالآتي:

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

أو:

$$N^* = \frac{Dh(r-D)}{2Kr}$$

ومنه الطول الأمثل لدورة يحسب كما يلي:

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

ومنه:

$$T^* = \sqrt{\frac{2K}{Dh} \cdot \frac{r}{(r-D)}}$$

- تحسب التكلفة الإجمالية المثلى في وحدة الزمن وفق العلاقة الآتية:

$$TC^* = TFC + TVC^*$$

إما بالصيغة العامة كما يلي:

$$TC^* = PD + \frac{KD}{Q^*} + \frac{h(r-D)}{2r}Q$$

ويمكن حساب التكلفة الإجمالية الموافقة للكمية الاقتصادية للإنتاج وفق العلاقة الآتية وهي تسمى بالصيغة المختصرة:

$$TC^* = PD + \sqrt{\frac{2KDh(r-D)}{r}}$$

3- ملاحظات:

1- كلما زاد معدل الإنتاج (r) ينتج عنه زيادة في سرعة الإنتاج وإذا اقترب (r) إلى (∞)فإننا نصبح في حالة الاستخدام اللحظي للبضاعة، أي كلما كان (r) كبيرا كلما اقترب EPQ من EOQ.

2- يتميز نموذج EPQ بخاصية الاستقرار التي يتميز بها نموذج EOQ.

3- إذا اقتضت الحاجة لحساب القيم الصحيحة لـEPQ يمكن استخدام خوارزمية الطلبيات الصحيحة.

- **مثال (8):**

تنتج إحدى المؤسسات الصغيرة مكبس Piston للدرجات النارية حيث تقوم بتوريد إنتاجها مباشرة لعملائها من مخزن مصنعها، والطلب على هذا المكبس معروف وثابت ويقدر بـ 2000 وحدة في السنة، كما أن تكلفة التجهيز لكل دورة إنتاج هي 100 دولار، وتكلفة الاحتفاظ بالمخزون هي 2 دولار للوحدة في السنة، كما أن معدل الإنتاج هو 8000 وحدة في السنة.

المطلوب:

1- تحديد كمية الاقتصادية للإنتاج (حجم الدفعة الأمثل)؟

2- ماهو العدد الأمثل لفترات الإنتاج في السنة؟

3- ماهو طول كل من فترتي الإنتاج والاستهلاك؟

الحل:

1- تحسب الكمية الاقتصادية للإنتاج وفق العلاقة الآتية:

$$EPQ = Q^* = \sqrt{\frac{2KDr}{h(r-D)}}$$

وبالتطبيق نجد:

$$EPQ = Q^* = \sqrt{\frac{2(100)(2000)(8000)}{2(8000-2000)}} = 516$$

ومنه على هذه المؤسسة أن تنتج 516 مكبس في الدورة.

2- **حساب العدد الأمثل لفترات الإنتاج في السنة ويتم كما يلي:**

$$N^* = \frac{Dh(r-D)}{2Kr} = \frac{D}{Q^*} = \frac{2000}{516} = 3.87$$

3- حساب طول الدورة الإنتاج والاستهلاك (الطلب) T_1 هي:

لدينا:

$$Q^* = r.T_1$$

ومنه فإن:

$$T_1 = \frac{Q^*}{r}$$

وبالتطبيق نجد:

$$T_1 = \frac{516}{8000} = 0.0645 \text{ سنة}$$

يمكن تحويل القيمة بالأيام كما يلي:

$$T_1 = 0.0645 \times 360 = 23.22 \text{ يوم}$$

4- حساب طول الدورة الاستهلاك (الطلب) فقط T_2 هي:

لدينا:

$$T = T_1 + T_2$$

ونعلم أيضا بأن:

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

وبالتطبيق نجد:

$$T = \frac{516}{2000} = 0.258 \text{ سنة}$$

ولدينا:

$$T_2 = T - T_1$$

ومنه:

$$T_2 = 0.258 - 0.0645 = 0.1935 \text{ سنة}$$

يمكن تحويل القيمة بالأيام كما يلي:

$$T_2 = 0.1935 \times 360 = 69.66 \text{ يوم}$$

المحور الثاني: متي نطلب ؟

أولا- نظرية نقطة إعادة الطلب Reorder Point:

تعرف نقطة إعادة الطلب على أنها ذلك المستوى من المخزون الذي عند الوصول إليه يتوجب إطلاق أمر الشراء، ويجري احتساب نقطة إعادة الطلب بحيث تكون كافية لسد احتياجات العمليات خلال مدة التوريد (فترة انتظار وصول الطلبية من المورد)، أي يتوقع أن تصل الكمية المشتراة قبل حدوث حالات نفاد المخزون.[22]

ولتحديد مستوى إعادة الطلب يستلزم الأمر تحديد ما يلي:[23]

- معدل الاستهلاك (الاستخدام) اليومي أو الشهري من الصنف المراد شراؤه ويرمز له بالرمز (D)
- فترة توريد المادة، وهي الفترة الزمنية التي تستغرقها عملية إعادة طلب الشراء، وذلك منذ تحرير طلب الشراء حتى لحظة دخول الكمية المشتراة مخازن المؤسسة، بعد فحصها والتأكد من سلامتها ومطابقة مواصفاتها للمواصفات المحددة، ويرمز لفترة التوريد بالرمز (L).

حيث: فترة التوريد (L) = تاريخ وصول الطلبية الجديدة – تاريخ إصدار أمر التوريد.

1- حالة الوقت المستقدم المعدوم:

من الناحية العملية تعتبر فرضية الاستقدام اللحظي (فترة الانتظار معدومة) غير محققة.

2 - حالة الوقت المستقدم غير معدوم:

لنرمز للوقت المتقدم بالرمز (L)، عندئذ $L > 0$ وبالتدقيق في عبارة التكاليف المتغيرة نلاحظ أن كون $L > 0$ لا يغير البتة في تكاليف التخزين والطلبية وبالتالي قانون EOQ يبقى صالحا في هذه الحالة أيضا.

ولتفادي حالة العجز في نظام ما نقوم باستقدام الطلبية قبل نفاذ البضاعة من المخزون بوقت قدره L حيث يكون مستوى المخزون مساويا لنقطة إعادة الطلب والتي سنرمز لها بالرمز R وتحسب هذه النقطة في نموذج EOQ بالقانون التالي:

$$R = \begin{cases} L.d & L < T^* \\ (L - n^*.T^*)d & L \geq T^* \end{cases}$$

حيث T^* هو طول الأمثل للدورة و n^* هو الجزء الصحيح لـ $\frac{L}{T^*}$.

أي:

$$n^* = \frac{L}{T^*}$$

- **مثال (9):**

تقوم نقطة بيع لإحدى العلامات المحلية المنتجة للمنتجات الكهرومنزلية ببيع 20 ثلاجة في الأسبوع، فإذا علمنا أن تكلفة شراء ثلاجة واحدة هو 25000 دج وتكلفة الطلبية والتخزين تساوي على التوالي 500 دج و6600 دج للثلاجة الواحدة في السنة، أيام العمل بالنسبة لنقطة بيع هي 50 أسبوع في السنة.

المطلوب:

1- ماهي الكمية الاقتصادية للطلب؟

2- حساب نقطة إعادة الطلب في حالة كانت فترة الانتظار هي:

4 أيام، 10 أيام.

الحل:

1- حساب الكمية الاقتصادية للطلب:

نختار 1 سنة كوحدة للزمن في هذا المثال فيكون الطلب السنوي هو:

$$D = 20 \times 50 = 1000$$

أي 1000 ثلاجة في السنة

ومنه يمكن استخدام العلاقة الآتية لحساب الكمية الاقتصادية للطلب:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}}$$

وبما أن المعطيات الخاصة بهذه المشكلة متوفرة فإن:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}} = \sqrt{\frac{2(500)(1000)}{6600}} = 12.31 \text{ ثلاجة}$$

ومنه على مسير نقطة البيع هذه طلب 12.31 ثلاجة في الأسبوع حتى يحقق أقل تكلفة تخزين.

2- حساب نقطة إعادة الطلب:

حالة فترة الانتظار أي: $L = 4$

بداية يجب حساب طول الدورة التخزينية المثلى كما يلي:

$$T^* = \frac{Q^*}{D} = \frac{12.31}{1000} = 0.01231 \text{ سنة}$$

$$T^* = 0.01231 \times 50 = 0.6155 \text{ أسبوع}$$

$$T^* = 0.6155 \times 7 = 4.3085$$

نلاحظ أن:

$L = 4$ **وهي أقل من** $T^* = 4.3085$ **ومنه نستخدم العلاقة الآتية لحساب نقطة إعادة الطلب:**

$$R = L.d$$

حساب الطلب اليومي:

$$d = \frac{D}{350} = \frac{1000}{350} = 2.85$$

$$R = L.d = 11.42 \text{ وحدة}$$

حالة فترة الانتظار : $L = 10$

نلاحظ أن:

$L = 4$ **وهي أكبر من** $T^* = 4.3085$ **ومنه نستخدم العلاقة الآتية لحساب نقطة إعادة الطلب:**

$$R = \left(L - n^*.T^*\right)d$$

ولدينا:

$$n^* = \frac{L}{T^*} = \frac{10}{4.3085} = 2.32 = 2$$

ومنه نجد:

$$R = (10 - 2 \times 4.3085)2.85 = 4 \text{ ثلاجات}$$

- **ملاحظة (5)**:

إذا كان $L < T^*$ فإن البضاعة المستقدمة عند النقطة R تستخدم في الدورة التالية مباشرة للدورة الحالية، أما في حالة $L \geq T^*$ فإن البضاعة المستقدمة عند النقطة R تستخدم في الدورة رقم n^* بعد الدورة الحالية.

ثانيا - نقطة إعادة الإنتاج:

يمكن تمديد مبدأ نظرية نقطة إعادة الطلب لتشمل نموذج الكمية الاقتصادية للإنتاج، حيث إذا كان الوقت المستقدم (فترة الانتظار) لبداية الإنتاج L غير معدوم فإن قانون TC وقانون R لا يتغيران ويمكننا في هذه الحالة حساب نقطة إعادة الإنتاج كما هو في نموذج EOQ.

القسم الثالث: نماذج المخزون العشوائية المستقرة

المحور الأول: تحديد كمية الطلب الاقتصادية في ظل عدم التأكد - كم نطلب؟

إن طبيعة الطلب (الاستهلاك) في الواقع العملي تكون عشوائية وكذلك فترة الانتظار، وبالتالي فإن متوسط الطلب أو فترة الانتظار عبارة عن متغير عشوائي ذو توزيع احتمالي معروف قد يكون ثابت مع مرور الزمن وهنا تسمى هذه المتغيرات بالعشوائية المستقرة وهي أسهل بالمقارنة مع تلك التي تكون فيه التوزيع الاحتمالي متغير ا مع الزمن.

في النماذج العشوائية فإننا لا نتحدث عن القيمة المتوقعة للطلب أو جعل التكلفة الكلية ذات الصلة بالمخزون أقل ما يمكن، كما هو الحال مع نماذج المخزون المحددة، ولكننا نتحدث على جعل القيمة المتوقعة للطلب وجعل التكلفة الكلية أقل ما يمكن بدون الوقوع في العجز.

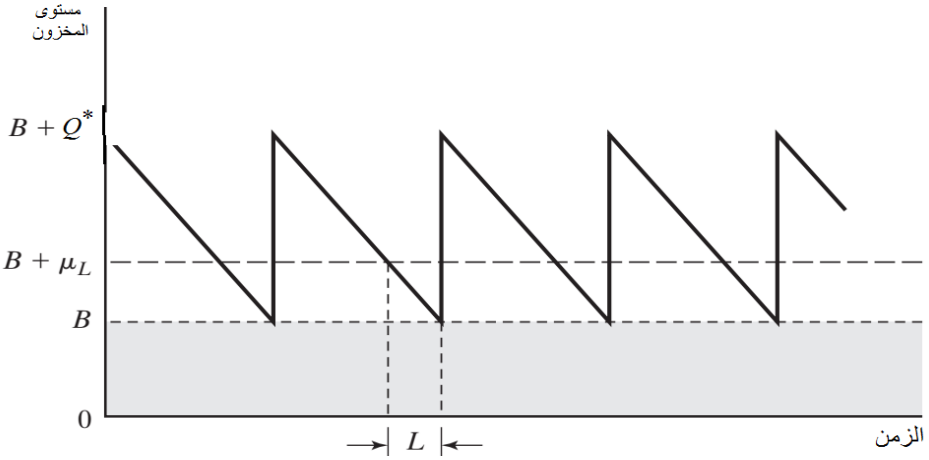
أولا - نموذج الكمية الاقتصادية للطلب الاحتمالي كم نطلب؟

سعى بعض الممارسين لتكييف نموذج الكمية الاقتصادية للطلب المحدد ليعكس الطبيعة الاحتمالية للطلب من خلال استخدام تقريب لمخزون الأمان ثابت على مستوى المخزون على مدار كامل أفق التخطيط.

الفرضية الأساسية لهذا النموذج هي أن الطلب **أثناء فترة الانتظار** L **يتوزع طبيعيا بمتوسط** μ_{dLT} **وانحراف معياري** σ_{dLT}

أي: $N(\mu_{dLT},\sigma_{dLT})$ والشكل الآتي يوضح العلاقة بين مخزون الأمان B ومعالم نموذج الكمية الاقتصادية للطلب المحدد EOQ

الشكل رقم (6): نموذج الكمية الاقتصادية للطلب الاحتمالي



ثانيا - نقطة إعادة الطلب في ظل عدم التأكد متى نطلب؟

إن نماذج المخزون التي تم مناقشتها في القسم الثاني لهذه المطبوعة كانت تفترض بأن الطلب ثابت ومحدد وبالتالي عندا تطرقنا لنظرية نقطة إعادة الطلب لم يتم تضمين مخزون الأمان B، في هذا القسم تم التطرق لنموذج

الاحتمالي وهنا فإن الطلب غير معلوم ولكن يمكن تحديد متوسطه من خلال توزيع احتمالي، وتجدر الإشارة إلى أن مدير إدارة المخزون في حالة عدم قدرته على معرفة أو من مستحيل تحديد تكلفة العجز فإنه يلجأ إلى مخزون الأمان، وتحسب نقطة إعادة الطلب وفق العلاقة الآتية:

نقطة إعادة الطلب = الطلب أثناء فترة الانتظار + مخزون الأمان

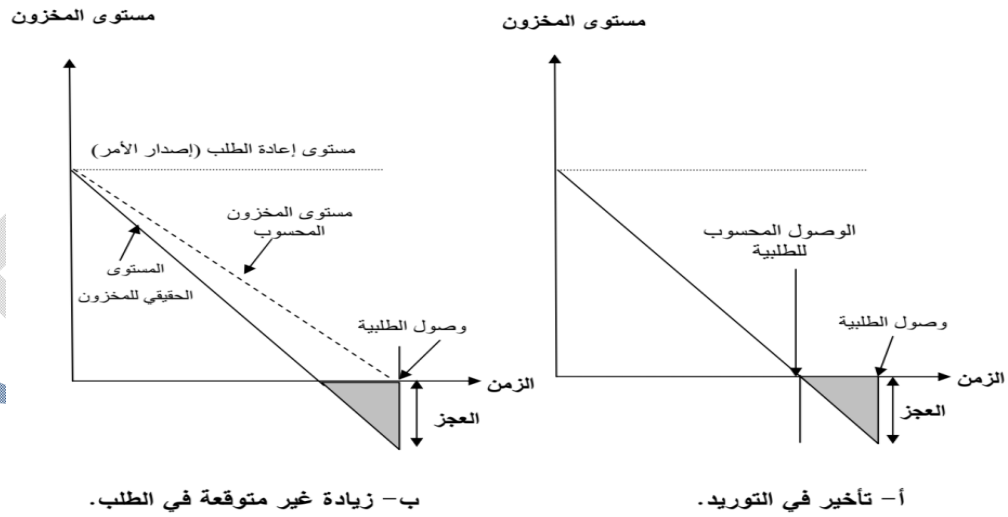
أو:

$$R = \mu_{dLT} + B$$

1- مستوى الخدمة ومخزون الأمان:

يعني نفاذ المخزون وجود عجز في الوفاء بالطلب في الوقت المناسب وينتج إما بارتفاع غير متوقع في الطلب أثناء فترة الانتظار أو وجود إشكال في عملية التوريد (تأخر في وصول الطلبية) والشكل الآتي يوضح العوامل التي تؤثر على نفاذ المخزون.

الشكل رقم (7): العوامل المساهمة في انقطاع المخزون (الوقوع في العجز)



أ- تأخير في التوريد. ب- زيادة غير متوقعة في الطلب.

1.1- مخزون الآمان: هو عبارة عن كمية من المخزون يحتفظ بها للتقليل من فرص النفاذ (انقطاع المخزون) أو العجز وتلجأ إليه المؤسسة بسبب أن:

- كمية الطلب في فترة الانتظار يمكن أن تتغير (ذو طبيعة عشوائية)
- كما يمكن أن تتغير فترة الانتظار (طبيعة عشوائية).

2.1- مستوى الخدمة: هو ذلك الجزء من الطلب الذي يتحقق بواسطة المخزون الموجود بالفعل، كما يعرف على أنه نسبة عدد المرات (الدورات) التي لا يقع فيها العجز إلى العدد الكلي للدورات.

- **ملاحظة رقم (6):**

توجد عدة طرق لقياس مستوى الخدمة.

2- علاقة مخزون الآمان بمستوى الخدمة:

يتم الاحتفاظ بمخزون الأمان B حتى يتحقق مستوى خدمة $P(S)$ المرغوب فيه والذي عادة تحدده الإدارة، حيث يتم الاحتفاظ بمخزون الأمان Bكسياسة تأمين ضد الطلب العشوائي خلال فترة الانتظار

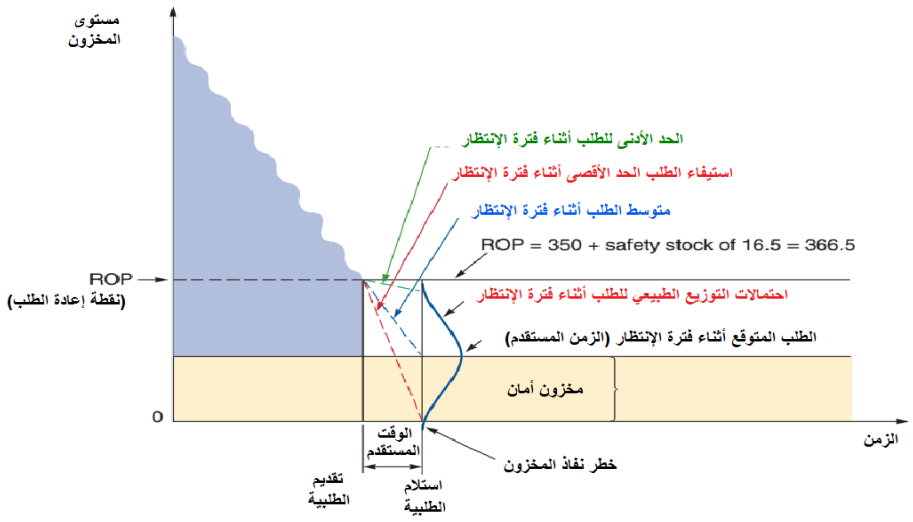
- **ملاحظة رقم (7):**

تجدر الإشارة إلى أن الطلب أثناء فترة الانتظار هو متغير عشوائي وبالتالي فإنه يمكن أن يتبع عدة أنماط لتوزيعات الاحتمالية المعروفة كتوزيع المنتظم، التوزيع بواسون، وتوزيعات احتمالية أخرى، وبالطبع التوزيع الطبيعي حيث يمثل الحالة الأكثر شيوعا.

3- حالة الطلب يتبع التوزيع الطبيعي أثناء فترة الانتظار:

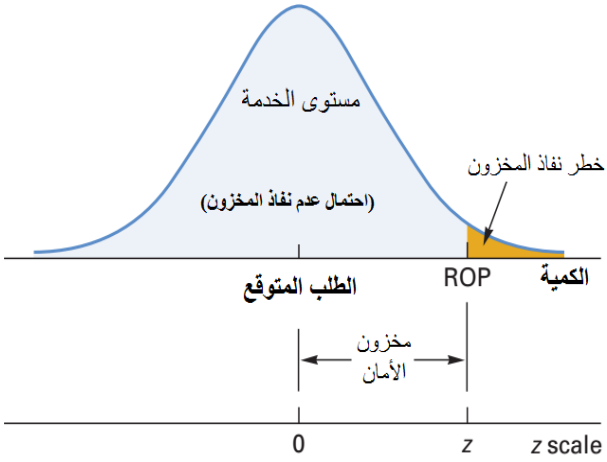
إن نمط التوزيع الاحتمالي السائد للطلب أثناء فترة الانتظار هو التوزيع الطبيعي ويمكن توضيح هذه الفكرة في الشكل الآتي:

الشكل رقم (8): سلوك الطلب في حالة عدم التأكد



من الشكل أعلاه وبسبب عشوائية الطلب أثناء فترة الانتظار فإنه يتم تخصيص إحتياطي من المخزون يسمى بالمخزون الأمان، وفي حالة كان الطلب أكثر من مخزون الأمان فإن سيكون هناك خطر نفاذ المخزون وكلما كان مخزون أمان أكبر كلما أرتفع مستوى الخدمة (احتمال عدم نفاذ المخزون) وكلما قل خطر نفاذ المخزون، والشكل الآتي يوضح هذه النقطة.

الشكل رقم (9): مستوى الخدمة المقابل للطلب عشوائي يتبع التوزيع الطبيعي



نلاحظ من الشكلين أعلاه أن مخزون الأمان B هو الكمية التي تزيد عن الطلب المتوقع μ_{dLT} وبالتالي احتمال الوقوع في العجز هو

$$P\{x_L \geq \mu_{dLT} + B\}$$

لاحظ بأن مستوى الخدمة يزداد بازدياد B، ومن منظور الاحتمالات فإن مستوى الخدمة ماهو إلا المساحة تحت منحنى التوزيع الطبيعي إلى يسار النقطة x_L (نقطة كيفية) حيث $x_L = \mu_{dLT} + B$

لذا فإن مستوى الخدمة المقابل لمخزون الأمان B يعطى بالعلاقة الآتية:

$$P\{x_L \geq B + \mu_{dLT}\} \leq \pi$$

يمكن تحويل المتغير العشوائي (الطلب أثناء فترة الإنتظار) في حالة كان يتبع التوزيع الطبيعي إلى متغير عشوائي طبيعي معياري مختصر كما يلي:

$$Z = \frac{x_L - \mu_{dLT}}{\sigma_{dLT}}$$

$$Z \to N(0.1)$$

وهكذا لدينا:

$$x_L = \mu_{dLT} + B$$

ومنه:

$$P\left\{Z \geq \frac{B}{\sigma_{dLT}}\right\} \leq \pi$$

وعليه فإن حجم مخزون الأمان يجب أن يلبي (يستوفي) الشرط

$$P\{Z \geq z\} = \pi$$

أي:

$$P\left\{Z \geq \frac{B}{\sigma_{dLT}}\right\} \leq \pi$$

ومنه:

$$B \geq Z\sigma_d\sqrt{L}$$

أو:

$$B = Z\sigma_{dLT}$$

- **مثال رقم (10):**

يقدر الطلب المتوسط من أحدى منتجات شركة تجارية بعشر وحدات في اليوم، ومن المعلوم أن زمن المستقدم (فترة الانتظار) لهذه العلامة هو ثمانية أيام، حيث أن الطلب ذو طبيعة عشوائية أثناء فترة الانتظار حيث يتبع التوزيع الاحتمالي الطبيعي بانحراف معياري قدره 8.59 وحدة.

بافتراض أن إدارة المؤسسة ترغب في الوصول إلى مستوى خدمة 90 %

المطلوب:

1- أحسب مستوى المخزون الآمان الذي يحقق هذا؟

2- أحسب مستوى نقطة إعادة الطلب؟

الحل:

لدينا من معطيات المثال:

متوسط الطلب هو:

$\mu_{dLT} = \bar{d}L = 10(8) = 80$ وحدة

ومستوى الخدمة هو $P(S) = 0.9$

احتمال الوقوع في العجز $\pi = 0.1$

نعلم أنه بمعرفة مستوى الخدمة وبالرجوع إلى جدول التوزيع الطبيعي المعياري في الملحق رقم (1) فإنه يمكن حساب Z عدد الانحرافات المناظرة لمستوى الخدمة المطلوب كما يلي:

$$P(S)+\pi=1 \Rightarrow P(S)=0.90$$

$$P(S)=090 \Rightarrow Z=1.28$$

ومنه يمكن حساب مخزون الأمان المناظر لمستوى خدمة 90% باستخدام العلاقة الآتية:

$$B=Z\sigma_{dLT}$$

$$B=1.28(8.59)=11 \text{ وحدة}$$

- **حساب نقطة إعادة الطلب:**

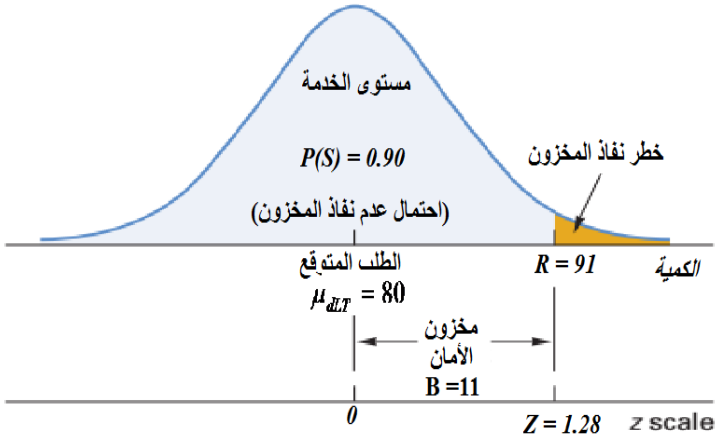
تحسب وفق العلاقة الآتية:

$$R=\mu_{dLT}+B$$

وبالتطبيق نجد:

$$R=80+11=91 \text{ وحدة}$$

يمكن توضيح الحسابات السابقة في الشكل الآتي:



ثالثا - تنمية توزيع الطلب أثناء فترة الانتظار:

في كثير من الأحيان لا نعرف متوسط وانحراف المعياري للطلب أثناء فترة الانتظار أو بتعبير آخر تكون

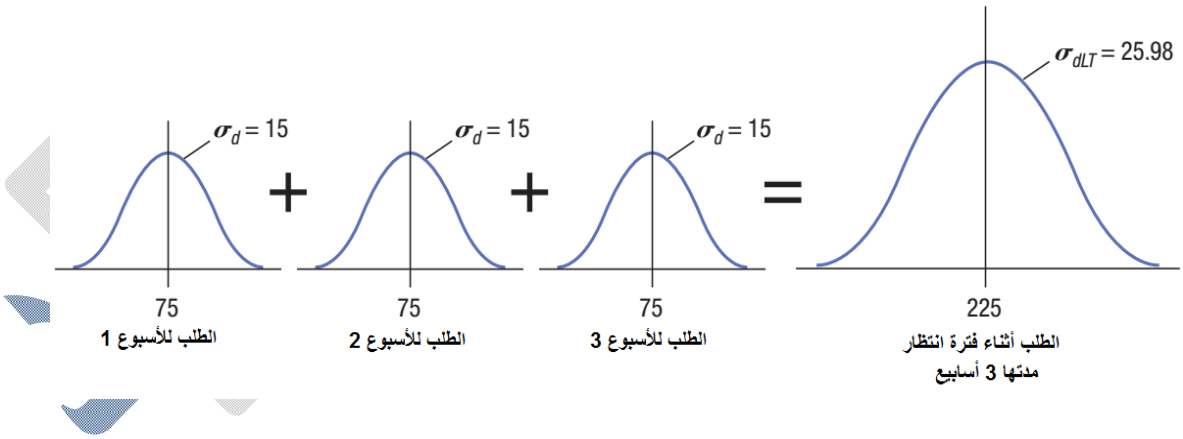
$$\begin{cases}\mu_{dLT}=?\\ \sigma_{dLT}=?\end{cases}$$

لذا نفرض أن $\bar{d}$ و σ_d يمثلان المتوسط والانحراف المعياري للطلب بالنسبة لفترة زمنية t (أيام، أسابيع وهكذا)، فإذا كانت توزيعات الطلب بالنسبة لكل الفترات الزمنية متطابقة ومستقلة عن بعضها البعض فإننا يمكننا أن نستخدم بعض النتائج الإحصائية الأساسية للإيجاد كل من μ_{dLT} و σ_{dLT} بالاستناد على كل من $\bar{d}$ و σ_d حيث:

$$\begin{cases}\mu_{dLT}=\bar{d}L\\ \sigma_{dLT}=\sigma_d\sqrt{L}\end{cases}$$

والشكل الآتي يوضح كيفية تنمية توزيع الطلب أثناء فترة الانتظار وحساب المعالم الأساسية لذلك $\bar{d}$ و σ_d

الشكل رقم (11): تنمية توزيع الطلب أثناء فترة الانتظار



من الشكل أعلاه نلاحظ أن فترة الانتظار مدتها 3 أسابيع، إلاّ أننا لا نعرف قيم كل من متوسط والانحراف المعياري للطلب أثناء هذه الفترة أي μ_{dLT} و σ_{dLT} ، غير أننا على علم بشكل التوزيعات (وهي توزيع الطبيعي) وبمتوسط الطلب والانحراف المعياري له خلال كل الفترات الزمنية المكونة لفترة الانتظار وهي 3 أسابيع، وبما أنها توزيعات الطلب بالنسبة لكل الفترات الزمنية متطابقة ومستقلة عن بعضها البعض فإننا يمكننا أن نستخدم العلاقة الآتية:

- **لحساب متوسط الطلب أثناء فترة الانتظار:**

$$\bar{d}+\bar{d}+\bar{d}+...=\bar{d}L=\mu_{dLT}$$

- **لحساب انحراف المعياري للطلب أثناء فترة الانتظار:**

$$\sigma_d = \sqrt{\sigma_d^2 + \sigma_d^2 + \sigma_d^2 + ...} = \sqrt{\sigma_d^2 L}$$

وأخيرا فإن الانحراف المعياري لتوزيع الطلب أثناء فترة الانتظار يعبر عنه بالعلاقة الآتية:

$$\sigma_{dLT} = \sqrt{\sigma_d^2 L} = \sigma_d \sqrt{L}$$

وكما هو موضح من الشكل أعلاه فإن متوسط الطلب أثناء فترة الانتظار يحسب كما يلي:

$$\mu_{dLT} = 75 + 75 + 75 = 75(3) = 225$$

أما الانحراف المعياري فيحسب كما يلي:

$$\sigma_{dLT} = 15\sqrt{3} = 25.98$$

ملاحظة:

كما رأينا في حالة التأكد فإن حساب نقطة إعادة الطلب يتم وفق القانون العام الآتي:

$$R = dL = \mu$$

وفي حالة كان الطلب متغيرا أثناء فترة الانتظار لوحده أو فترة الانتظار تكون متغيرة لوحدها أو كان كلهما متغيرا وفي ظل فرضية أنهما متغيران عشوائيان يتبعان التوزيع الطبيعي فإن العلاقة أعلاه تصبح.

$$R = \mu_{dLT} + B$$

حيث:

R : مستوى نقطة إعادة الطلب

μ_{dLT} : متوسط الطلب أثناء فترة الانتظار

B :احتياطي مخزون الأمان.

ومنه فإنه يمكن تمييز بين 4 حالات أساسية ممكنة لحساب نقطة إعادة الطلب وهي موضحة في الجدول الآتي:

الجدول رقم(02): أربع سيناريوهات ممكنة لحساب نقطة إعادة الطلب

		طبيعة الطلب أثناء فترة الانتظار	
		ثابت	متغير
طبيعة فترة الانتظار	ثابتة	$R = dL$	$R = \bar{d}L + Z\sigma_d\sqrt{L}$
	متغيرة	$R = d\bar{L} + Z\sigma_L d$	$R = \bar{d}\bar{L} + Z\sqrt{\sigma_d^2\bar{L} + \sigma_L^2\bar{d}^2}$

من الجدول أعلاه لدينا:

1- نقطة إعادة الطلب مع طلب وزمن مستقدم ثابتين: Reorder Point with Variable Demand

العلاقة المستخدمة في هذه الحالة هي:

$$R = dL$$

حيث :

d: معدل الطلب (يومي، أسبوعي،...) عندما يكون الطلب ثابت.

L: فترة الانتظار (الزمن المستقدم).

2- نقطة إعادة الطلب مع طلب متغير: Reorder Point with Variable Demand

العلاقة المستخدمة في هذه الحالة هي:

$$R = \bar{d}L + Z\sigma_d\sqrt{L}$$

حيث:

$\bar{d}$: متوسط معدل الطلب (يومي، أسبوعي،...) عندما يكون الطلب متغيرا.

L: فترة الانتظار (الزمن المستقدم) عندما تكون فترة الانتظار ثابتة.

Z: عدد الوحدات المعيارية (من جدول التوزيع الطبيعي).

σ_d: الانحراف المعياري للطلب عن متوسط معدل الطلب (اليومي، الأسبوعي،...) عندما يكون الطلب متغيرا

3- نقطة إعادة الطلب مع وقت مستقدم متغير: Reorder Point with Variable Lead Time

4- العلاقة المستخدمة في هذه الحالة هي:

$$R = d\bar{L} + Z\sigma_L d$$

حيث :

d: معدل الطلب (يومي، أسبوعي،...) عندما يكون الطلب ثابت.

$\overline{L}$: متوسط فترة الانتظار (الزمن المستقدم) عندما تكون فترة الانتظار متغيرة.

Z: عدد الوحدات المعيارية (من جدول التوزيع الطبيعي).

σ_L: الانحراف المعياري للفترة الانتظار (الوقت المستقدم) عندما تكون فترة الانتظار متغيرة.

4- نقطة إعادة الطلب مع طلب ووقت مستقدم متغيرين: Reorder Point with Variable Demand and Lead Time

العلاقة المستخدمة في هذه الحالة هي:

$$R = \overline{d}\,\overline{L} + B$$

و

$$B = Z\sqrt{\sigma_d^2 \overline{L} + \sigma_L^2 \overline{d}^2}$$

حيث:

$\overline{d}$: متوسط معدل الطلب (يومي، أسبوعي،...) عندما يكون الطلب متغيرا

$\overline{L}$: متوسط فترة الانتظار (الزمن المستقدم) عندما تكون فترة الانتظار متغيرة

Z: عدد الوحدات المعيارية (من جدول التوزيع الطبيعي).

σ_d: الانحراف المعياري للطلب عن متوسط معدل الطلب (اليومي، الأسبوعي،...) عندما يكون الطلب متغيرا

σ_L: الانحراف المعياري للفترة الانتظار (الوقت المستقدم) عندما تكون فترة الانتظار متغيرة.

يتم تحديد قيمة (Z) من خلال استخدام جدول الاحتمالات الطبيعية وفقا لمستوى الخدمة المطلوب تحقيقه.

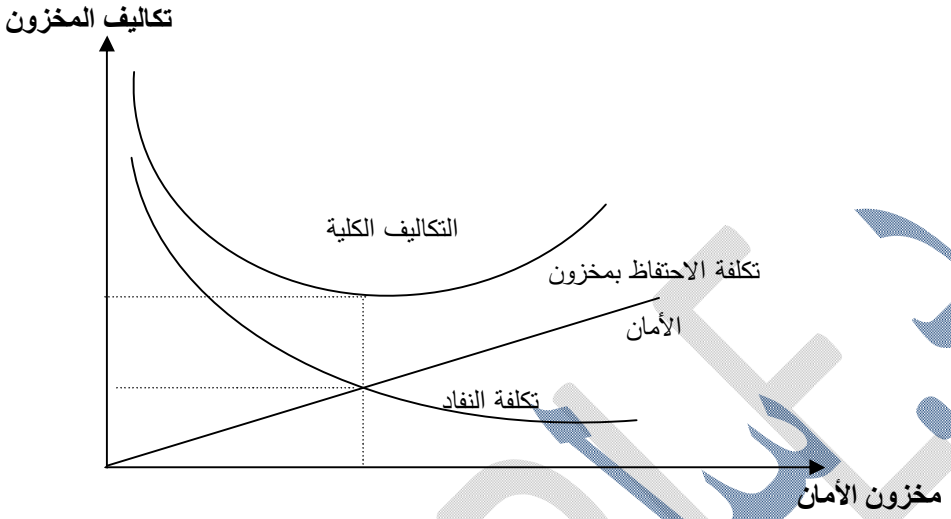
رابعا- إيجاد أفضل مستوى لمخزون الآمان:

ترغب أي إدارة مؤسسة من أن ترفع من مستوى الخدمة لتتلفي أي انقطاع محتمل في المخزون وبالتالي ما ينجر عن هذا الانقطاع، إلا أن الرفع من مستوى الخدمة يتطلب زيادة الاحتياطي من مخزون الأمان، ومخزون الأمان مثله مثل المخزون العمل العادي له تكاليفه، وبالتالي فإن قرار تحديد مستوى الخدمة يخضع لهذا المتغير، وعليه فإنه ينبغي على المؤسسة أن يحددوا مستوى المخزون الأمان الذي يوازن بين مستوى الخدمة وأيضا تكلفة مخزون الأمان الموافقة لهذا المستوى من الخدمة والشكل الآتي يوضح

5- كلفة نفاذ والتي تقل كلما زاد مخزون احتياطي أمان .

6- كلفة الاحتفاظ بمخزون الأمان والتي تزيد كلما زاد احتياطي الأمان.

الشكل رقم (12): سلوك مختلف تكاليف المرتبطة بمخزون الأمان



1- تكاليف العجز:

يرمز لتكاليف العجز الإجمالية (ف.و.ز) والتي تسمى أيضا بتكاليف النفاذ بـ TGC حيث تحسب وفق العلاقة الآتية:

$$TGC = \pi.N.C$$

حيث تمثل:

π: احتمال الوقوع في العجز وتحسب وفق العلاقة الآتية:

احتمال الوقوع في العجز = عدد مرات الوقوع العجز في عدد N من الدورات التخزينية / عدد هذه الدورات

C: معدل تكلفة العجز لمرة واحدة.

N: عدد دورات التخزينية (ف.و.ز)

E: عدد مرات الوقوع في العجز في عدد N من الدورات التخزينية

ومنه يمكن التعبير على العلاقة أعلاه كما يلي:

$$E = \pi.N$$

$$TGC = E.C$$

ومنه يعبر عن تكاليف العجز الإجمالية في وحدة الزمن (ف.و.ز) بالعلاقة الآتية:

$$TGC = \pi.N.C$$

وبتعويض قيمة N يصبح لدينا:

$$TGC = \frac{\pi.D.C}{Q}$$

2- تكلفة الاحتفاظ بمخزون الأمان (ف.و.ز):

إن مخزون الأمان له تكلفة الاحتفاظ مثله مثل المخزون العادي (العمل)، ويرمز لها بالرمز THC_B ويمكن التعبير عن هذه التكلفة كما يلي:

$$THC_B = hB$$

3- تكاليف مخزون الآمان الكلية:

تتكون تكاليف مخزون الأمان الكلية من تكلفتين، حيث يعبر عنها بالعلاقة الآتية:

$$TBC = TGC + THC_B$$

حيث:

- TGC: تمثل تكلفة العجز الإجمالية (ف.و.ز).
- THC_B: تمثل تكلفة الاحتفاظ بمخزون الأمان (ف.و.ز).
- TBC: تمثل تكلفة الكلية لمخزون (ف.و.ز).

ومنه تصبح تكاليف مخزون الآمان الكلية كالأتي:

$$TBC = \frac{\pi.D.C}{Q^*} + h.B$$

وبطبيعة الحال فإن الهدف الأساسي من حساب تكاليف المخزون الأمان الكلية هو المفاضلة بين مستويات خدمة مختلفة على أساس التكلفة ويمكن توضيح ذلك من خلال المثال الأتي:

- **مثال (11):**

قرر صاحب إحدى المكتبات أن يتولى توزيع كتاب تسيير المخزونات في الجزائر، حيث قدر الطلب على هذا المنتج بـ 2500 كتاب خلال السنة، أيام العمل هي 250 يوم، يطبع هذا الكتاب أحد الناشرين في الأردن وبالتالي

فإن فترة الانتظار لوصول طلبية هي 6 أيام، يقدر الانحراف المعياري بـ 8.59 وحدة أثناء فترة الانتظار، تكلفة تقديم الطلبية تقدر بـ 160 دولار للطلبية، تكلفة الاحتفاظ بالكتاب خلال السنة هي 20 دولار، أما تكلفة العجز فتقدر بـ 100 دولار عن كل مرة.

المطلوب:

إذا علمت أن صاحب المكتبة يرغب في أن لا يقل مستوى الخدمة عن 90% فما هو مستوى الخدمة الذي تقترحه بصفتك ضليع في تسيير المخزونات؟

الحل:

- حساب الطلب اليومي كما يلي:

$$d = \frac{D}{250} = \frac{2500}{250} = 10$$

ومنه فإن متوسط الطلب أثناء فترة الانتظار يحسب كما يلي:

$$\mu_{dLT} = dL$$

وبالتطبيق نجد:

$$\mu = (10)(6) = 60 \text{ كتاب}$$

وبما أن الطلب متغير وفترة الانتظار ثابتة فإن العلاقة المستخدمة في هذه الحالة لحساب حجم مخزون الأمان هي:

$$B = Z\sigma_d\sqrt{L}$$

$$B = z\sigma_{dLT}$$

حيث:

$\bar{d}$: متوسط معدل الطلب (يومي، أسبوعي،...) عندما يكون الطلب متغيرا.

L: فترة الانتظار (الزمن المستقدم) عندما تكون فترة الانتظار ثابتة.

Z: عدد الوحدات المعيارية (من جدول التوزيع الطبيعي).

- **حساب مخزون الأمان الموافق لمستوى خدمة 90%:**

لدينا مستوى الخدمة 90% أي $P(S) = 0.9$ حيث يمكننا من إيجاد قيمة Z (عدد الانحرافات المناظرة) الموافقة له من خلال جدول التوزيع الطبيعي في الملحق رقم (1)، كما يلي:

$$P(S) + \pi = 1 \Rightarrow Z_1 = 1.28$$

ومنه:

$$B = 1.28(8.59) = 11 \text{ كتاب}$$

- **حساب تكلفة الاجمالية لمخزون الأمان (ف.و.ز) الموفقة:**

لدينا:

$$TBC = \frac{\pi.D.C}{Q^*} + h.B$$

ومنه فإن:

$$TBC_{90} = \frac{(0.1)(2500)(100)}{200} + 20.(11) = 345 \text{ دولار}$$

- **حساب مخزون الأمان الموافق لمستوى خدمة 95%:**

لدينا مستوى الخدمة **95**% أي $P(S_2) = 0.95$، حيث يمكننا من إيجاد قيمة Z (عدد الانحرافات المناظرة) الموافقة له من خلال جدول التوزيع الطبيعي في الملحق رقم (1)، كما يلي:

$$P(S_2) = 0.95 \Rightarrow \pi = 0.05 \Rightarrow Z_2 = 1.645$$

ومنه:

$$B_2 = Z_2 \sigma_d$$

وبالتطبيق نجد:

$$B_2 = 1.645(8.59) = 14$$

- **حساب تكلفة الاجمالية لمخزون الأمان (ف.و.ز) الموفقة:**

بعد التطبيق لدينا:

$$TBC_{95} = \frac{(0.05)(2500)(100)}{200} + 20.(14) = 342.5 \text{ دولار}$$

يتم استخدام التكلفة الكلية كمعيار للمفاضلة بين مستويات المخزون الآمان، ومنه نلاحظ أن: $TBC_{90} > TBC_{95}$ وعليه فإنه من الأفضل على صاحب المكتبة اختيار مستوى الخدمة 95%.

1- .

الملحق رقم (1)

$$\Phi(z) = P(Z \le z) = \int_{-\infty}^{z} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}u^2}\, du$$

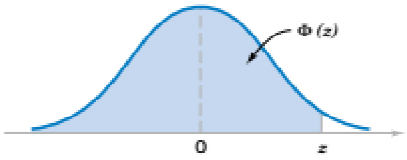


Table II Cumulative Standard Normal Distribution (*continued*)

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.500000	0.503989	0.507978	0.511967	0.515953	0.519939	0.532922	0.527903	0.531881	0.535856
0.1	0.539828	0.543795	0.547758	0.551717	0.555760	0.559618	0.563559	0.567495	0.571424	0.575345
0.2	0.579260	0.583166	0.587064	0.590954	0.594835	0.598706	0.602568	0.606420	0.610261	0.614092
0.3	0.617911	0.621719	0.625516	0.629300	0.633072	0.636831	0.640576	0.644309	0.648027	0.651732
0.4	0.655422	0.659097	0.662757	0.666402	0.670031	0.673645	0.677242	0.680822	0.684386	0.687933
0.5	0.691462	0.694974	0.698468	0.701944	0.705401	0.708840	0.712260	0.715661	0.719043	0.722405
0.6	0.725747	0.729069	0.732371	0.735653	0.738914	0.742154	0.745373	0.748571	0.751748	0.754903
0.7	0.758036	0.761148	0.764238	0.767305	0.770350	0.773373	0.776373	0.779350	0.782305	0.785236
0.8	0.788145	0.791030	0.793892	0.796731	0.799546	0.802338	0.805106	0.807850	0.810570	0.813267
0.9	0.815940	0.818589	0.821214	0.823815	0.826391	0.828944	0.831472	0.833977	0.836457	0.838913
1.0	0.841345	0.843752	0.846136	0.848495	0.850830	0.853141	0.855428	0.857690	0.859929	0.862143
1.1	0.864334	0.866500	0.868643	0.870762	0.872857	0.874928	0.876976	0.878999	0.881000	0.882977
1.2	0.884930	0.886860	0.888767	0.890651	0.892512	0.894350	0.896165	0.897958	0.899727	0.901475
1.3	0.903199	0.904902	0.906582	0.908241	0.909877	0.911492	0.913085	0.914657	0.916207	0.917736
1.4	0.919243	0.920730	0.922196	0.923641	0.925066	0.926471	0.927855	0.929219	0.930563	0.931888
1.5	0.933193	0.934478	0.935744	0.936992	0.938220	0.939429	0.940620	0.941792	0.942947	0.944083
1.6	0.945201	0.946301	0.947384	0.948449	0.949497	0.950529	0.951543	0.952540	0.953521	0.954486
1.7	0.955435	0.956367	0.957284	0.958185	0.959071	0.959941	0.960796	0.961636	0.962462	0.963273
1.8	0.964070	0.964852	0.965621	0.966375	0.967116	0.967843	0.968557	0.969258	0.969946	0.970621
1.9	0.971283	0.971933	0.972571	0.973197	0.973810	0.974412	0.975002	0.975581	0.976148	0.976705
2.0	0.977250	0.977784	0.978308	0.978822	0.979325	0.979818	0.980301	0.980774	0.981237	0.981691
2.1	0.982136	0.982571	0.982997	0.983414	0.983823	0.984222	0.984614	0.984997	0.985371	0.985738
2.2	0.986097	0.986447	0.986791	0.987126	0.987455	0.987776	0.988089	0.988396	0.988696	0.988989
2.3	0.989276	0.989556	0.989830	0.990097	0.990358	0.990613	0.990863	0.991106	0.991344	0.991576
2.4	0.991802	0.992024	0.992240	0.992451	0.992656	0.992857	0.993053	0.993244	0.993431	0.993613
2.5	0.993790	0.993963	0.994132	0.994297	0.994457	0.994614	0.994766	0.994915	0.995060	0.995201
2.6	0.995339	0.995473	0.995604	0.995731	0.995855	0.995975	0.996093	0.996207	0.996319	0.996427
2.7	0.996533	0.996636	0.996736	0.996833	0.996928	0.997020	0.997110	0.997197	0.997282	0.997365
2.8	0.997445	0.997523	0.997599	0.997673	0.997744	0.997814	0.997882	0.997948	0.998012	0.998074
2.9	0.998134	0.998193	0.998250	0.998305	0.998359	0.998411	0.998462	0.998511	0.998559	0.998605
3.0	0.998650	0.998694	0.998736	0.998777	0.998817	0.998856	0.998893	0.998930	0.998965	0.998999
3.1	0.999032	0.999065	0.999096	0.999126	0.999155	0.999184	0.999211	0.999238	0.999264	0.999289
3.2	0.999313	0.999336	0.999359	0.999381	0.999402	0.999423	0.999443	0.999462	0.999481	0.999499
3.3	0.999517	0.999533	0.999550	0.999566	0.999581	0.999596	0.999610	0.999624	0.999638	0.999650
3.4	0.999663	0.999675	0.999687	0.999698	0.999709	0.999720	0.999730	0.999740	0.999749	0.999758
3.5	0.999767	0.999776	0.999784	0.999792	0.999800	0.999807	0.999815	0.999821	0.999828	0.999835
3.6	0.999841	0.999847	0.999853	0.999858	0.999864	0.999869	0.999874	0.999879	0.999883	0.999888
3.7	0.999892	0.999896	0.999900	0.999904	0.999908	0.999912	0.999915	0.999918	0.999922	0.999925
3.8	0.999928	0.999931	0.999933	0.999936	0.999938	0.999941	0.999943	0.999946	0.999948	0.999950
3.9	0.999952	0.999954	0.999956	0.999958	0.999959	0.999961	0.999963	0.999964	0.999966	0.999967