الفصل السابع
التخطيط الداخلي للمشروع الصناعي

مفهوم التخطيط الداخلي:

يعني التنظيم الداخلي للمصنع توزيع الماكينات والأجهزة المستخدمة في العمليات الإنتاجية بالشكل الذي يسمح بالتدفق المستمر للإنتاج والتنظيم الجيد هو الذي يمكن من تحقيق هذا الهدف بأقل جهد وفي أقصر وقت وبأقل تكاليف ممكنة. ويحتاج وضع هذا التنظيم الجيد إلي الكثير من الدراسات وحيث تتعدد السلع المنتجة داخل المصنع فإن التنظيم الذي قد يكون جيداً لبعض السلع قد لا يكون هو أحسن تنظيم بالنسبة لإنتاج السلع الأخرى، كذلك فإن التنظيم الذي قد يكون جيداً في وقت معين يحتاج إلي تعديل في ظل الظروف المتغيرة لذلك فإن التنظيم الجيد يجب أن ينطوي على درجة من المرونة تسمح بتغيره بسرعة وبأقل تكاليف وبأسهل طريقة ممكنة.

ويؤدي التنظيم الرديء إلي بعض الظواهر التي يمكن ملاحظتها فمن علامات التنظيم الرديء:

١. تحرك المواد ببطء داخل المصنع.
٢. ارتفاع تكلفة مناولة المواد.

١/ المساحات اللازمة للماكينات:

سواء كان المطلوب هو إقامة ماكينات جديدة أو تحريك ونقل ماكينات قديمة من أماكنها فإنه من الضروري معرفة المساحة المطلوبة لذلك، وفي حالة الماكينات القديمة يكون قد سبق تحديد المساحة المطلوبة، أما بالنسبة للماكينات الجديدة فيجب احتساب المساحات اللازمة لها، ولا يتوقف الأمر على شكل الماكينة وأبعادها المختلفة وإنما يجب أن تأخذ في الحسبان أيضاً الأجهزة التي ستتصل بها والمطلوبة لتشغيلها وكذلك المواد التي تستقل إليها أو تأخذ منها وبتقدير عدد الماكينات التي ستقام داخل المصنع يمكن احتساب المساحة الإجمالية المطلوبة للماكينات.

٢/ المساحات المخصصة للسلع المنتج:

في معظم الحالات يجب تخصيص مساحات للسلع تحت التشغيل فبجانب المساحات المخصصة للماكينات والمعدات يجب إضافة مساحات للسلع التي تمر في مراحل التجميع، ويجب أن تكون المساحات كافية إذا كانت السلع كبيرة الحجم مثل، قاطرات سكك حديدية أو سيارات نقل أو طائرات ويجب أن تكون المساحات المخصصة لتجميع مثل هذه السلع الكبيرة خالية من الأعمدة ومرتفعة السقف حتى يمكن نقل السلعة بالأجهزة الرافعة من مكان لآخر.

٣/ المساحات المطلوبة للخدمات:

يجب أن تكون قريبة من أماكن العمل حتى يمكن الإفادة منها، ومن الأمثلة عليها إمكان الاغتسال وحجرات خلع الملابس والمطاعم وحجرات الخدمة الطبية والمكاتب والمساحات المخصصة للتخزين المؤقت والمصاعد والسلالم والممرات وقد تبلغ المساحة المخصصة لمثل هذه الأغراض ثلث المساحة الكلية للمصنع، وتقوم بعض المصانع باستقلال المساحات الفراغية في العنابر بإنشاء حجرات خلع الملابس والاغتسال في أدوار معلقة.

٤/ نظام مناولة المواد:

يتأثر التنظيم الداخلي بنوع الأجهزة المستخدمة في مناولة المواد فإذا كانت المناولة يدوية أو عن طريق عربات أرضية فإن الأمر يحتاج إلي توفير مساحات كافية كممرات، بعكس الحال إذا كانت المناولة تتم بواسطة ناقلات متحركة معلقة، وفي حالة استخدام الأجهزة المعلقة في مناولة المواد فإن الأمر يستدعي وجود مساحات فراغية خالية من الأعمدة بقدر الإمكان.

٥/ استقلال المساحات الفراغية:

يجب استقلال المساحات الفراغية داخل المصنع بنفس الطريقة التي تستغل بها المساحات الأرضية، وذلك أن الاستفادة الصحيحة من المساحات الفراغية يؤدي إلي تقليل المساحة الأرضية المطلوبة مما قد يحقق الكثير من الوفورات وفي الماضي كان الاتجاه السائد في تشغيل الماكينات هو إدارتها بسيور

تحيط باسطوانات معلقة في سقف المصنع، أما اليوم فتدار الماكينات بطرق أخرى، ولذلك يجب استقلال المساحات الفراغية في مناولة المواد مثلاً بالناقلات أو الأجهزة الرافعة التي تمكن من نقل المواد إلي أماكن العمل بسهولة أكبر من استخدام النقل الأرضي للمواد.

٦/ توفير الأمان وتسهيل عمليات الصيانة:

يجب توفير نواحي الأمان ضد الحوادث في التنظيم الموضوع بتجنب كل ما قد يؤدي إلي إخطار واتخاذ الاحتياطات اللازمة في المواقع التي قد تتولد منها حوادث، كذلك يجب مراعاة سهولة صيانة محتويات المصنع وتمكين عمال الصيانة من أداء المهام التي قد توكل إليهم.

أنواع التنظيم الداخلي للمصنع:

هناك نوعان من التنظيم هما:

أ/ التنظيم على أساس العملية:

وفيه تقوم بتجميع الماكينات التي تؤدي عملاً واحداً أو متشابهاً مع بعضها البعض ومن مزايا هذا النوع من التنظيم أنه يمكن من تشغيل الماكينات بطريقة اقتصادية نتيجة تجميع العمليات المتماثلة من الأجزاء المختلفة من المصنع وتركيزها في إدارة واحدة متخصصة للقيام بهذه العمليات، أما إذا كان التنظيم على أساس السلعة فإن كل عملية مهما كانت صغيرة تحتاج إلي ماكينة للقيام بها، وبذلك يتطلب الأمر توفيري عدة ماكينات في المواقع المختلفة للقيام بنفس العملية، حتى ولم تم تشغيل كل ماكينة بجزء فقط من طاقتها الإنتاجية. كما يكون التنظيم على أساس العملية أفضل في حالات العمليات التي قد تتأثر بوجد روائح أو أتربة أو غيرها، إذ يمكن توفير الاحتياجات اللازمة لكل عملية.

كما يتميز التنظيم على أساس العملية بالمرونة ويكون المصنع أقل عرضة لتوقف الإنتاج نتيجة تعطيل إحدى الماكينات، إذ يمكن في هذه الحالة تحويل العمل إلي ماكينة أخرى، كما تضيف الماكينات المستخدمة، وهي من النوع العام الذي يؤدي إلي عدة أغراض، إلي مرونة التنظيم على أساس العملية.

ومن عيوب التنظيم على أساس العملية أنه يزيد من صعوبة تخطيط العملية الإنتاجية وجدولة الإنتاج واحتساب التكاليف، إذ يعامل كل طلب على أساس أنه عملية منفذة، كما ترتفع تكاليف مناولة المواد وتكاليف النقل ونتيجة البطء في تحريك المواد داخل المصنع فإن المخزون من المواد تحت التشغيل يزداد، مما يتطلب مساحات كبيرة للتخزين، بالإضافة إلي ذلك لا يمكن استخدام الماكينات الآلية بسبب صغر الكميات المنتجة وعدم استمرار الإنتاج لفترات طويلة.

ب/ التنظيم على أساس السلعة:

وفيه تجمع الماكينات المختلفة التي تنتج أجزاء السلعة وترتب حسب مراحل إنتاج السلعة، ويساعد هذا النوع من التنظيم على استخدام المعدات الآلية والأجهزة الحديثة لمناولة المواد، كما يمكن من تشغيل عمال بدرجات متوسطة من المهارة، بالمقارنة بالتنظيم على أساس العملية التي يتطلب توفر درجات عالية المهارة في العمال، وفي التنظيم على أساس السلعة تقل الحاجة إلي التفتيش على جودة الإنتاج لأن الماكينات تنتج كميات كبيرة من السلعة بمواصفات موحدة.

ولكن من عيوب التنظيم على أساس السلعة أنه إذا حدث ارتباك في إحدى النقط فإن جميع المراحل تصبح معرضة للتوقف ولذلك يقال أنه التنظيم على أساس السلعة أقل مرونة إذا قورن بالتنظيم على أساس العملية، وإذا تطلب الأمر إجراء تعديل في تصميم العملية الإنتاجية أو السلعة المنتجة أو في التنظيم نفسه فإن كل تعديل سينطوي على تكاليف عالية.

مرونة التنظيم الداخلي للمصنع:

إذا كان من الممكن إجراء التعديل في التنظيم فإن ذلك يؤدي إلي تخفيض التكاليف تنطوي عليها هذه العملية كما يمكن أذا توفرت المرونة في التنظيم إن يجري التعديل دون أي تأثير على استمرار العمل داخل المصنع، وينطوي تعديل التنظيم في أغلب الأحيان على تحريك الماكينات من أماكنها الأصلية ونقلها إلي أماكن أخرى، ويمكن إجراء التنقلات في مواقع

الماكينات بسهولة إذا كانت مرتكزة على قواعدها وليست مثبتة في أرضية المصنع أو مقامة على قواعد مبنية وإذا كانت الماكينة تحتاج في تشغيلها إلي أنابيب وأسلاك تتصل بها فإنه إذا روعي وضع هذه الأنابيب والأسلاك بطريقة يسهل نزعها، أو إذا روعي توزيعها بالشكل الذي يساعد على استخدامها في أنحاء المصنع، فإن نقل الماكينات يمكن أن يتم بأقل تكلفة ممكنة.

وأحياناً تتوفر المرونة في الماكينات نفسها، فإذا كانت الماكينة مصممة بحيث تحتوي في داخليها الموتور الذي يقوم بتشغيلها والأجهزة التي تتولى تشحيمها أو تزيتها أو تبريدها أو إضاءتها فإن ذلك يساعد على تحريكها في من مكان لآخر ودون حاجة للتقيد بأماكن معينة تتوفر فيها هذه الخدمات المطلوبة في تشغيل الماكينة، كذلك تتوفر في الماكينات التي تقوم بعدة أغراض مرونة أكبر من تلك التي تتخصص في عمليات معينة.

ومن العوامل التي تساعد أيضاً على زيادة المرونة في التنظيم خلو المساحة الأرضية لمصنع من الأعمدة، والاستعانة بحوافز يمكن رفعها ووضعها بأشكال متعددة لتقسيم المصنع حسب التنظيم المطلوب، كذلك إذا كانت جميع أرضية المصنع مصممة بحيث تتحمل أثقال كبيرة فإن ذلك يمكن من تحريك الماكينات بحرية، وإذا وضعت الماكينات الثقيلة على قواعد من الكتل الصلبة فإن ذلك يساعد على تحريكها، بعكس الحال إذا أقيمت على أرضية من المسلح.

وإذا كان التنظيم الداخلي للمصنع على أساس العملية فإن درجة المرونة فيه تكون أكبر مما لو كان على أساس السلعة.

ويمكن التقليل من الحاجة إلي إعادة التنظيم إذا قامت الإدارة بالدراسات الدقيقة للتعرف على الاحتمالات المستقبلية والاحتياجات المتوقعة، فتعمل على وضع التنظيم الذي يتناسب مع هذه الاحتمالات ويقابل هذه الاحتياجات فلا تكون هناك حاجة إلي تغييره في فترات متقاربة، على أنه يجب القول بأن التنبؤ بالاحتمالات المستقبلية لا يمكن القيام بها بدقة تامة، مما يتطلب ضرورة توفر المرونة الكافية في التنظيم لإدخال التعديلات عليه تبعاً للتغير في الظروف.

إعادة التنظيم الداخلي:

لا يقتصر التنظيم الداخلي على المصانع الجديدة فقط، بل أن المصانع القائمة تحتاج بصفة دائمة إلي إعادة النظر في تنظيمها، مما يجعل حالات إعادة التنظيم لا تقل أهمية عن وضع تنظيم لأول مرة في مصنع جديد، وإذا كان المصنع يحتاج عند وضع التنظيم لأول مرة إلي الاستعانة بخبراء متخصصين فإن حالات إعادة التنظيم يمكن أن يقوم بها مهندسو المصنع، إذ يكتسبون خبرة في هذه الناحية نتيجة تكرار حالات إعادة التنظيم، هذا بالإضافة إلي أن إعادة التنظيم تكون أسهل نسبياً وفي حدود أضيق من وضع تنظيم جديد لأول مرة، فقد يكون إعادة التنظيم بغرض معالجة مشاكل تكدس الإنتاج في بعض النقط أو ما يطلق عليه حالات عنق الزجاجة، أو بغرض تصحيح أوضاع معينة أصبحت غير مناسبة بعد تغير الظروف المحيطة.

ويمكن إعادة التنظيم بتكاليف أقل وفي وقت أقصر من إقامة التنظيم الداخلي لأول مرة، كما يمكن تنفيذه دون إحداث أي ارتباك أو توقف في العمليات الإنتاجية، غير أنه في بعض الأحيان قد يحتاج الأمر إلي تغيير التنظيم تغيراً شاملاً قد يترتب عليه نقل مجموعات كاملة من الماكينات وإزالة حوائط وإقامتها في أماكن أخرى، وتشبه هذه الحالة إقامة تنظيم جديد لأول مرة، ولكن قد يقابل القائمون بالتنظيم الكثير من الصعوبات نتيجة وجود قيود عليهم تفرضها المساحات المحدودة المتاحة التغيير والتوسع والإنشاءات القائمة فعلاً.

الوسائل المستخدمة في تصميم التنظيم الداخلي للمصنع:

هناك وسائل متعددة تستخدم عند تصميم أو تعديل التنظيم الداخلي للمصنع، ومن أهم هذه الوسائل خريطة تتابع العملية الإنتاجية التي تظهر المادة الأولية منذ أن تبدأ بها الدورة التصنيعية وتسجل وتتابع العناصر التي تكون منها تلك الدورة، وتبين خريطة العمليات المختلفة المطلوبة لإنتاج سلعة معينة، والمسافة بين كل عملية وأخرى، والوقت المنصرم، ووسائل النقل بين العمليات المختلفة، ونقط التخزين المؤقت والدائم، ونقط التفتيش.

وعن طريق دراسة هذه الخريطة وتحليل عناصرها قد تظهر نقط ضعف يجب تعديلها، فقد يتضح مثلاً أن نقطة التخزين المؤقت لا داعي لها،

وتستخدم خريطة تتابع العملية الإنتاجية في وضع تنظيم داخلي جديد أو تحسين التنظيم القائم.

ومن الوسائل الأخرى التي يمكن استخدامها، الاستعانة بقطع من الورق السميك أو البلاستيك ذات أبعاد تتناسب مع أبعاد الماكينات المستخدمة، ثم يجري توزيع وتنظيم هذه القطع على قطعة كبيرة من الورق تمثل المساحة الداخلية للمصنع ويمكن عمل عدة تصميمات وتكون لجنة من الإدارات المختصة لتختار من بينها التخطيط الأحسن الذي ترى فيه توفر شروط التنظيم الجديد.

ومن الوسائل التي أصبحت مألوفة في الكثير من المشروعات استعمال النماذج المجسمة ذات الأبعاد الثلاثية للماكينات، وهي تفضل النماذج المسطحة ذات البعدين في أنها تعطي صورة أقرب إلي الواقع تسهل تخيل ما سيكون عليه التنظيم الداخلي للمصنع إذا وقع الاختيار على تصميم معين.

كمية الإنتاج:

تختلف المصانع بحسب حالتها في الأسلوب الذي تتبعه في تحديد نوع الإنتاج وكميته، في مصانع الإنتاج المستمر تقوم إدارة المبيعات بالاشتراك مع قسم تخطيط ومراقبة الإنتاج أو المختصون بدراسة الأسواق بتقدير كمية المبيعات المقبلة بناءاً على المبيعات السابقة، وتغيرات السوق والاحتمالات المقبلة، وبعد دراسة الطلبات الواردة من الفروع وتحديد الكميات الموجودة بالمخازن يعد جدول الإنتاج الذي يكون بمثابة خطة لإعداد كمية معينة من الإنتاج يجب تجهيزها في أوقات محددة، وتكون مسئولية تنفيذ هذه الجداول أحياناً على أمين مخازن الأجزاء المصنوعة، ففي هذه الحالة تحدد كميات الأجزاء التي إذا قل الموجود في المخازن عنها يقوم أمين المخازن بإصدار أمر تشغيل للأجزاء الناقصة، طبقاً للكمية الموجودة من هذا الصنف مقارنة بما يجب أن يكون ويعتمد على هذه الطريقة عندما يكون هناك عدد كبير من الأجزاء والأصناف التي يقوم المصنع بإنتاجها، وهنا يحدد مستوى أقصى ومستوى أدنى لكل صنف، ويصدر إذن للإنتاج من المخزن إلي إدارة تخطيط الإنتاج وضبطه.

أما إذا كان عدد الأصناف التي ينتجها المصنع محدوداً أي عندما تكون الوحدات الإنتاجية أقرب إلي التخصص (الإنتاج والسوق) ففي هذه الحالة تكون الآلات مصممة لإنتاج سلع معينة وكل ما يطلب من قسم التخطيط هو تحديد كمية الإنتاج الأسبوعي ويكون تحديد الكمية حينئذ بناء على الميزانية التقديرية للإنتاج.

أما في حالة الإنتاج المتغير أو إنتاج الطلبيات فإن المصدر الوحيد الذي يعتمد عليه في تحديد نوع الإنتاج وكميته هو طلب العميل.

وعندما يتم الاتفاق بين قسم المبيعات وبين المشتري يكون (طلب العميل) وهو بمثابة عقد البيع المصدر الأساسي في إصدار التعليمات الخاصة بتنفيذ الطلبية، ترسل هذه المعلومات إلي القسم الفني لإعداد التصميمات والرسومات اللازمة، التي ترسل بدورها إلي قسم التخطيط.

أحياناً تقوم مصانع الإنتاج المستمرة بإعداد كميات من الإنتاج ذات مواصفات معينة يحددها المشتري، وفي هذه الحالة يقوم القسم الفني وقسم التخطيط بعمل التعديلات اللازمة على المواصفات الفنية للإنتاج العادي.

كما تقوم مصانع إنتاج السلع النمطية في حالات أخرى بإعداد قطع الغيار اللازمة لموديلات قديمة وتصنع هذه القطع عادة في قسم خاص حتى لا يضطرب النظام في أقسام الإنتاج الرئيسية وهنا يصدر الإنتاج من قسم التخطيط.

وهناك حالات تعتمد فيها مصانع الإنتاج المستمر على أوامر إنتاج خاصة تصدر عن قسم التخطيط، كما في حالة التصميمات وعمل العدد والأخيرة قد تُعد في قسم خاص يسمى (ورشة العدد) أو قد تصنع في قسم الصيانة الذي يحتوي على آلات ذات الغرض العام، التي تصلح لعدة استعمالات وهنا بعض المصانع تقوم بعمل الآلات التي تحتاج إليها طبقاً لتصميم خاص، وهذا أيضاً يصدر قسم التخطيط أمر الإنتاج اللازم.

وفي بعض الحالات يحدث إسراف غير متوقع في كمية المواد أو الأجزاء المستعملة في عملية معينة، وهنا تظهر الحاجة لاستبدال كمية العادم بكمية

أخرى من المواد أو الأجزاء، فيرسل لها طلب من القسم الذي يحتاج إليها إلي قسم التخطيط الذي يصدر بدوره أمر إنتاج تكميلي.

وخلاصة القول فإن مصدر تحديد نوع الإنتاج المطلوب وكميته قد يكون خطة الإنتاج العامة التي يعدها المصنع بناءاً على تنبؤاته بالمبيعات المقبلة وقد يكون المصدر هو طلب العميل أو أحد أقسام المصنع.

مراقبة المخزون:

تأخذ مشكلة السيطرة على المخزون اهتمامًا متميزًا من إدارة المنظمة؛ وذلك للدور المؤثر الذي يلعبه المخزون في انتظام العملية الإنتاجية، وحماية المنظمة من تقلبات السوق غير المتوقعة، إضافة إلى حجم الأموال المستثمرة في المخزون، والتي تشكل أحيانًا (٤٠٪) من رأس المال المستثمر. إنّ هذه النسبة قد تزداد بشكل ملحوظ وتنخفض نسبيًا حسب نوع الصناعة والظروف الاقتصادية السائدة، وتكمن مشكلة السيطرة على المخزون في تحقيق الموازنة بين تكاليف الاحتفاظ بالمخزون ومخاطرة خفض هذه التكاليف، عن طريق خفض حجم المخزون، واحتمالات مواجهة عدم كفايته لتلبية طلب المستهلكين أو مستلزمات العملية الإنتاجية. وهكذا فإن الهدف الأساسي لإدارة المخزون هو خفض التكاليف الكلية للمخزون إلى أدنى مستوى ممكن، دون التأثير في انتظام العملية الإنتاجية، وتلبية طلبات المستهلكين بالكميات والأوقات المطلوبة. يعرف المخزون بأنه أي كمية من المواد الأولية الأساسية أو السلع الجاهزة التي تحتفظ بها المنشأة؛ لاستهلاكها أو استخدامها في الوقت الحالي أو المستقبل، ويأخذ المخزون أشكالًا متعددة، مثل المواد الأولية، مواد نصف مصنعة، سلع تامة الصنع، مواد احتياطية، وقود. ويمكن توضيح أهمية المخزون بما يلي:

١- انتظام العملية الإنتاجية عندما تعتمد مرحلة إنتاجية في نشاطها على انتهاء مرحلة سابقة لها، فعند تعرض المرحلة السابقة لعجز في التجهيز؛ لعطل غير متوقع، يساهم المخزون في انسياب العملية الإنتاجية وعدم توقفها.

٢- ضمان مواجهة الطلب الثابت على منتجات المنشأة، مع موسمية عرض المواد الأولية، مثل المنتجات الزراعية، أو أن الطلب موسمي وطاقة الإنتاج ثابتة، فعندها ستكون سياسة المنظمة هي الإنتاج بمعدلات ثابتة، والاحتفاظ بالمخزون؛ لمواجهة أي زيادة في الطلب، مثال ذلك: إنتاج الثلاجات، والغسالات.

٣- مواجهة التقلبات الكبيرة في الأسعار، وخصوصًا للمواد الأولية؛ مما يساعد على استقرار هيكل تكاليفها، والاستفادة من خصم الكمية عند الشراء بكميات كبيرة.

تكاليف المخزون Inventory Costs:

تعتبر تكاليف المخزون من الفقرات الرئيسة المؤثرة في التكاليف الكلية للإنتاج، وخاصة في المنظمات الصناعية، ويمكن تصنيفها إلى ثلاثة أصناف كالآتي:

١- **تكاليف الاحتفاظ بالمخزون** Holding Costs:

وهي التكلفة التي تتحملها المنظمة نتيجة احتفاظها بالمخزون لفترة زمنية معينة، وترتبط بعلاقة طردية مع حجم المخزون، أي كلما ازداد حجم المخزون تزداد تكاليف الاحتفاظ بالمخزون.

ومن أمثلة هذه التكاليف (تكلفة رأس المال المستثمر في المخزون، تكلفة التأمين على المخزون، تكلفة التقادم والتلف ... إلخ)، وتتراوح كلفة الاحتفاظ بالمخزون بين (١٥- ٢٦٪) من سعر الشراء وذلك حسب طبيعة المنشأة.

٢- **تكلفة إصدار الطلبية** Ordering Costs:

وهي التكلفة التي ترتبط بإصدار الطلبيات للمشتريات من الموارد اللازمة لأعمال المنظمة (مواد أولية، تجهيزات ... إلخ)، وتزداد هذه التكلفة بزيادة عدد الأوامر الصادرة (الطلبيات). ومن أمثلة تكاليف إصدار الطلبية: مصاريف الاتصالات (هاتف، فاكس، إنترنت)، أجور الفحص والاستلام، أجور تحديث بيانات التخزين، وكلف فواتير الدفع.

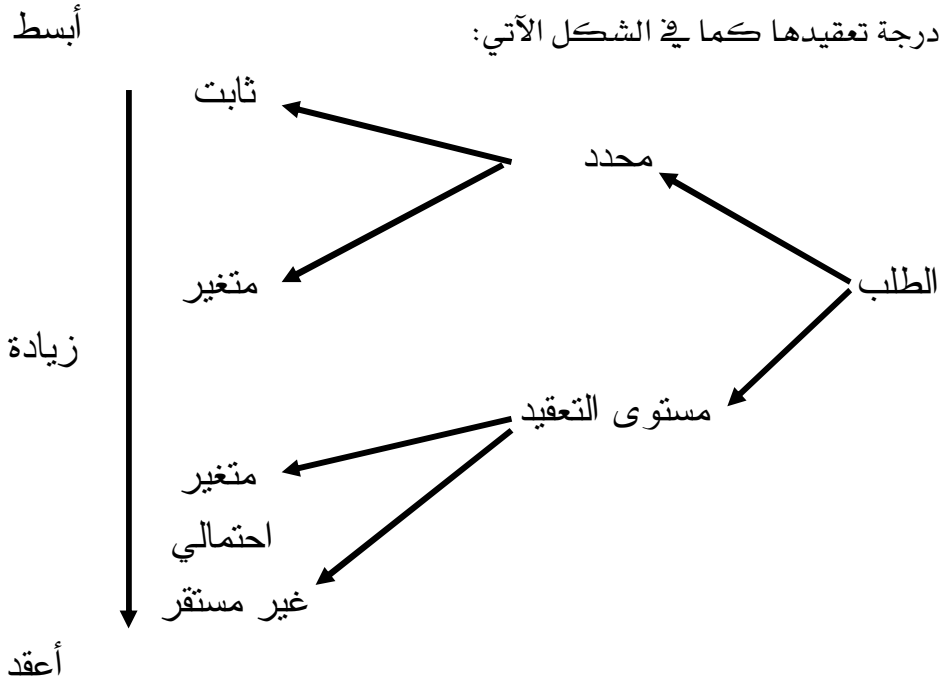
٣- **تكاليف نفاد المخزون** Shortage Costs:

وهي التكلفة التي تنشأ لنفاد المخزون من مادة معينة أو عدة مواد؛ مما يؤدي إلى عجز المنظمة عن تلبية الطلب على منتجاتها. ومن هذه الكلف (كلف الأجور والمصاريف نتيجة توقف الإنتاج، كلف المبيعات المفقودة، كلف البحث لشراء مادة بديلة ... إلخ).

إن التكاليف المذكورة أعلاه تتضمن عناصر يصعب احتسابها وظهورها في السجلات المحاسبية، إلّا أن ذلك لا يؤثر - بشكل كبير - على القرارات المتعلقة بإدارة المخزون.

نماذج المخزون Inventory Models:

توجد عدة نماذج للمخزون، تختلف حسب درجة تعقيدها، والتي تتحدد في ضوء طبيعة الطلب على العنصر المطلوب تخزينه، هل هذا الطلب محدد وثابت أم أنه طلب احتمالي. وفي ضوء ذلك يمكن تصنيف النماذج حسب درجة تعقيدها كما في الشكل الآتي:



شكل تصنيف النماذج حسب درجة تعقيدها

ومن الشكل السابق يتضح أن نموذج المخزون يزداد تعقيدًا في عمليته الرياضية ومكوناته كلما أصبح احتماليًّا وغير مستقر، ومهما تنوعت نماذج المخزون إلّا أنها جميعًا تحاول أن تقدم دعمًا لمتخذ القرار عند بحثه للإجابة عن سؤالين مهمين يواجهان أي إدارة خزين، وهما:

١- ما هي كمية الطلب الواجب شراؤها لإدامة المخزون؟

٢- ما هو التوقيت المناسب لإصدار الطلب؟

والإجابة عن السؤالين ينبغي أن تتحقق من خلال الوصول إلى أقل مجموع تكاليف مرتبطة بالمخزون، وخفض حالات المخزون الفائض، والعجز في المخزون إلى أقل ما يمكن.

ولاختلاف الحالات والافتراضات التي يتم في ضوئها الإجابة عن هذين السؤالين، لا يوجد نموذج عام للمخزون، وإنما عدة نماذج، كل نموذج يتناسب والحالة التي يسعى للمساعدة في تحليلها وتقديم الدعم المناسب لمتخذ القرار.

يترتب على البديل (أ) تحمل المنظمة تكاليف طلب عالية، وعلى البديل (ب) تكاليف خزين عالية. لذلك يحاول النموذج دعم متخذ القرار في إيجاد نقطة التوازن، التي تجعل مجموع تكاليف المخزون (تكلفة المخزون وتكلفة الطلب) أقل ما يمكن.

تعتمد تكلفة التخزين على حجم المخزون، والتي تؤخذ دومًا كنسبة مئوية من قيمة المخزون، أمّا تكلفة الطلب فتعطى كقيمة نقدية، تمثل كلفة إصدار الطلب الواحد.

لاستخدام نموذج كمية الطلب الاقتصادية، ينبغي تحديد نموذج لاحتساب التكاليف الكلية للمخزون، والذي يتضمن ما يلي:

- نفترض أن (Q) تساوي كمية الطلب، والتي على أساسها تتحدد التكاليف الكلية، والتي يجب أن تكون أقل ما يمكن.
- أعلى مستوى للمخزون سيكون (Q) عند وصول الطلبية للمخزن.
- لاحتساب تكلفة التخزين نستخدم متوسط المخزون $\left(\frac{Q}{2}\right)$، ثم نقوم بضرب كلفة تخزين وحدة واحدة لفترة زمنية محددة، قد تكون (سنة،

شهرًا، أسبوعًا) - حسب طبيعة عمل المنظمة وسياستها في السيطرة على المخزون - إلا أنه في الغالب تستخدم (السنة) كأساس في عملية الاحتساب.

- نفترض أن I: كلفة التخزين السنوية (نسبة مئوية من قيمة المخزون)؛
  C: قيمة الوحدة الواحدة من المخزون.

∴ تكلفة تخزين وحدة واحدة لسنة $\text{Holding Cost} = C * I = C_h$

- لاحتساب تكاليف إصدار الطلبيات السنوية نفترض أن:

D = الطلب السنوي.

عدد الطلبيات في السنة = $\left(\frac{D}{Q}\right)$.

تكلفة إصدار الطلب الواحدة $\text{Ordering Cost} = C_o$

∴ تكلفة إصدار الطلبيات السنوية =

(عدد الطلبيات في السنة) × (كلفة الطلب الواحد)

$$(C_o)\left(\frac{D}{Q}\right)$$

- نفترض أن التكاليف السنوية الكلية = Tc

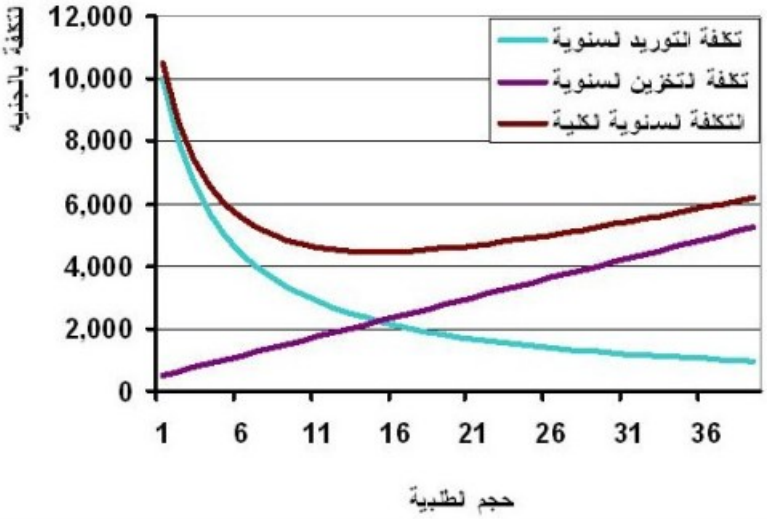
∴ التكاليف الكلية = تكلفة التخزين السنوية + تكلفة إصدار الطلبيات السنوية

$$Tc = C_h \frac{1}{2} Q + C_o \frac{D}{Q}$$

وباستخدام التفاضل نجد كمية الطلب (Q) التي تجعل التكاليف الكلية أقل ما يمكن:

$$Q = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h}}$$

وتعرف المعادلة أعلاه بمعادلة كمية الطلب الاقتصادية EOQ، ويمكن إيجاد الكمية من خلال الرسم البياني، وكما في الشكل (١٠- ١) بموجب هذه المعادلة تمت الإجابة عن السؤال الأول: ما هي كمية الطلب التي تحقق أقل مجموع تكاليف، وللإجابة عن السؤال الثاني، والمتمثل بالتوقيت المناسب لإصدار الطلب لإدامة المخزون، نفترض ما يلي:



شكل تكاليف التخزين وكمية الطلب الاقتصادية

- نقطة إعادة الطلب (Reorder Point RP)، والتي توضح مستوى المخزون الذي عنده يصدر متخذ القرار الأمر بطلبية جديدة، تكون كميتها مساوية لكمية الطلب الاقتصادية (Q^*).
- نفرض أن m = فترة تلبية الطلب؛

d = كمية الطلب ليوم واحد؛

r = نقطة إعادة الطلب؛

∴ نقطة إعادة الطلب RP = (m) (d)

وفي حالة اتباع المنظمة الاحتفاظ بمخزون أمان لمواجهة الحالات الطارئة، فإن نقطة إعادة الطلب تحتسب كالآتي:

$$RP = (d)\ (m) + S$$

- بافتراض أن S = مخزون الأمان.

ولتوضيح كيفية تطبيق نموذج كمية الطلب الاقتصادية (EOQ)، نأخذ المثال الآتي:

مثال تطبيقي:

تبلغ احتياجات إحدى الشركات الصناعية لإحدى القطع اللازمة لإنتاجها (١٠٠٠) قطعة شهريًا. وبلغت كلفة تخزين الوحدة سنويًا (٢٠٪) من قيمتها، علمًا بأن كلفة الوحدة الواحدة (٢,٥) جنيه، وأن كلفة إعداد الطلب الواحد (٢٥) جنيهًا، وأن عدد أيام العمل السنوية (٢٥٠) يومًا، وأن فترة التوريد للطلب (٥) أيام.

الحل:

١- مجموع الطلب السنوي على القطعة (12000 0 (1000) (12) = (D قطعة)

- تكلفة إصدار الطلب الواحد $C_o = 25$ جنيهًا.
- تكلفة الاحتفاظ بالمخزون للوحدة $C_h = (2.5)\ (20\%) = 0.5$ جنيه
- نعوض في المعادلة للحصول على كمية الطلب الاقتصادية:

$$Q = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h}} \Rightarrow \sqrt{\frac{2\,(12000)(25)}{0.5}} \approx 1095$$

٢- لتحديد نقطة إعادة الطلب، يحتسب أولًا معدل الاستهلاك اليومي (m):

الطلب السنوي = ١٢٠٠٠ قطعة.

عدد أيام العمل السنوية = ٢٥٠ يومًا.

∴ معدل الاستهلاك اليومي = $\frac{12000}{250}$ = ٤٨ قطعة.

نعوض في معادلة نقطة إعادة الطلب:

d) (m) = RP) ⇒ (٥) (٤٨) = ٢٤٠ قطعة

٣- التكاليف الكلية للتخزين:

بموجب معدلة التكاليف الكلية تحتسب TC كالآتي:

$$C_o + C_h = TC$$

$$\frac{D}{Q} C_o + \left(\frac{1}{2} Q\right) C_h =$$

$$\left(\frac{12000}{1095}\right)(25) + \left(\frac{1}{2}\right)(1095)(0.5) =$$

$$= 547.5 \text{ جنيهًا}$$

خصم الكمية وأثره في كمية الطلب الاقتصادية:

يمكن فهم خصم الكمية بالاستناد إلى الفكرة التالية المستمدة من الواقع العملي لإحدى المنشآت، وذلك كما يلي:

يخطط مدير المشتريات للحصول على خصم كمية عند الشراء بكميات كبيرة، وهذا يتطلب دراسة أثر الخصم على تكاليف الشراء وعلى تكاليف المخزون، وفي هذه الحالة تدخل كلفة شراء المخزون إلى معادلة التكاليف الكلية للمخزون؛ للمفاضلة بين بدائل الشراء المقترحة؛ حيث تصبح التكاليف الكلية كالآتي:

$$TC = \frac{1}{2} Q C_h + \frac{D}{Q} C_o + Dc$$

حيث تمثل C كلفة شراء الوحدة.

ولتوضيح كيفية استخدم خصم الكمية وأثره على كمية الطلب الاقتصادية، نأخذ المثال الآتي:

مثال تطبيقي:

يخطط أحد مدراء المشتريات في إحدى المنظمات الصناعية للاستفادة من خصم الكمية؛ لتحديد حجم المشتريات من إحدى القطع اللازمة للإنتاج، علمًا بأن حجم الطلب السنوي (٢٠٠٠) قطعة، وكان العرض المقدم من أحد المجهزين يتضمن ما يلي:

حجم الطلبية	نسبة الخصم	سعر الوحدة
٠ – ١٢٩	٠	٣٦
١٣٠ – ١٩٩	%١٢	٣٢
٢٠٠ – ٢٩٩	%١٧	٣٠
٣٠٠ –	%٢٣	٢٨

علمًا أن تكلفة الاحتفاظ بالمخزون للوحدة ٢٠٪ من قيمتها، وتكلفة إصدار الطلب (٣٠) دينارًا.

المطلوب:

تحديد كمية الطلب الاقتصادية التي تحقق أقل مجموع تكاليف.

الحل:

يتم الحل وفق الخطوات التالية:

أولًا: تحدد كمية الطلب الاقتصادية، باستخدام سعر الشراء للوحدة لكل حجم مقترح، أي أننا سنستخرج سعر الشراء للوحدة لكل حجم مقترح، أي سنستخرج (Q) أربع مرات، وسيرمز للمستوى الأول من حجم الطلب بـ Q_1، والثاني Q_2، والثالث Q_3، والرابعQ_4. ثم نستخدم معادلة كمية الطلب الاقتصادية؛ لتحديد كل منهم كالآتي:

$$Q = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h}}$$

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2(2000)(30)}{(0.2-2)(36)}} = 129$$

$$Q_2 = \sqrt{\frac{2(2000)(30)}{(0.2-2)(36)}} = 137$$

$$Q_3 = \sqrt{\frac{2(2000)(30)}{(0.2-2)(36)}} = 141$$

$$Q_4 = \sqrt{\frac{2(2000)(30)}{(0.2-2)(28)}} = 146$$

ثانيًا: نقوم بمقارنة (Q) المستخرجة في الخطوة الأولى مع حجم الطلبية المقدم من قبل المجهز، فإذا كانت الكمية المستخرجة في المعادلة مساوية للحد الأدنى لمستوى الطلبية، أو أقل من الحد الأقصى الذي يمكنه من الحصول على الخصم تبقى (Q) كما هي؛ لأغراض احتساب التكاليف الكلية، أمّا إذا كانت (Q) المستخرجة أقل من الحد الأدنى للحصول على خصم الكمية، فتقرب (Q) إلى الحد الأدنى الذي يمكنها من الحصول على خصم الكمية. وبتطبيق هذه القاعدة على المثال الحالي نتوصل إلى الآتي:

١- حجم الطلبية ١٢٩ - ٠ بدون خصم

لا تتضمن أي خصم (لا يتم تعديلها): ١٢٩ = Q_1

٢- حجم الطلبية ١٩٩ - ١٣٠ خصم ١٢٪.

يتضمن خصمًا، وتقع ضمن مستويات الخصم المسموح بها (لا يتم تعديلها): ١٣٧ = Q_2

٣- حجم الطلبية ٢٩٩ - ٢٠٠ خصم ١٧٪.

يتضمن خصمًا، ولا تقع ضمن مستويات الخصم المسموح به،

لذا: ١٤١ = Q_3

يتم تعديلها بتقريبها إلى الحد الأدنى كالآتي: $Q_3 = 141 \Rightarrow 200$

٤- حجم الطلبية - ٣٠٠ خصم ٢٣٪

يتضمن خصمًا، ولا تقع ضمن مستويات الخصم المسموح به:

١٤٦ = Q4؛ لذا يتم تعديلها بتقريبها إلى الحد الأدنى كالآتي:

$$Q_4 = 146 \Rightarrow 300$$

ثالثًا: تحتسب التكاليف الكلية بموجب كميات الطلب التي تم احتسابها في ثانيًا كالآتي:

$$TC = \frac{1}{2} QC_h + \frac{D}{Q} C_o + D_c$$

$$TC_{Q1} = \frac{1}{2}(129)(7.2) + \left(\frac{2000}{129}\right)(30) + (2000)(36) \approx 72930$$

$$TC_{Q2} = \frac{1}{2}(137)(6.4) + \left(\frac{2000}{137}\right)(30) + (2000)(32) \approx 64876$$

$$TC_{Q3} = \frac{1}{2}(200)(6) + \left(\frac{2000}{200}\right)(30) + (2000)(30) \approx 60900$$

$$TC_{Q4} = \frac{1}{2}(300)(5.6) + \left(\frac{2000}{300}\right)(30) + (2000)(28) \approx 57520$$

∴ كمية الطلب الاقتصادية هي (Q 4) وتساوي (٣٠٠) وحدة؛ لأنها ستحقق للمنظمة أقل مجموع تكاليف.

نموذج كمية الإنتاج الاقتصادية:

Economic Production Lot Size Model:

يستخدم هذا النموذج لوضع نظام التخزين للمخازن في المنظمات التي تقوم بتصنيع الوحدات داخل المنظمة، ويهدف هذا النموذج إلى الإجابة عن أسئلة متخذ القرار: كم يجب أن نطلب ومتى يجب أن نطلب، ويفترض في هذا النموذج أن الطلب ثابت، وأن كميات الإنتاج تصل إلى المخازن على دفعات، وبمستوى ثابت كل يوم أو أسبوع (كل مدة تصل الكمية نفسها).

- كما يفترض النموذج أن مستوى الإنتاج يمكن المنظمة من تلبية الطلب بالكامل، أي أن الكمية المنتجة يوميًا أكبر من الكمية المطلوبة، وبالتالي فإن حجم المخزون يرتفع يوميًا خلال فترة الإنتاج. ويبدأ المخزون بالتناقص تدريجيًا حتى بداية دورة إنتاجية جديدة. ويمكن توضيح حركة الإنتاج والمخزون كما في الشكل (١٠- ١).
- تتمثل التكاليف الكلية في هذا النموذج بكلفة التخزين وكلفة إصدار الطلب، إلا أن كلفة الطلب تسمى كلفة تجهيز الإنتاج (Production Setup Cost)، وتتضمن أجور العمل، المواد الأولية، كلفة الإنتاج الضائع أثناء تهيئة المكائن للإنتاج.

- لاحتساب التكاليف الكلية نفترض ما يلي:

Q = الكمية المنتجة، ولاحتساب كلفة التخزين نأخذ متوسط الكميات المنتجة، وبما أن Q لا تدخل إلى المخازن دفعة واحدة، أي أن مستوى المخزون لن يصل في كل الأحوال إلى Q. ولاحتساب متوسط المخزون - والذي يأخذ $\frac{1}{2}$ أقصى مخزون - ينبغي أن يحدد أعلى مستوى للمخزون بعد أن تستكمل الفرضيات التالية:

d = الطلب اليومي على المنتوج.

P = مستوى الإنتاج اليومي.

t = عدد أيام الإنتاج في الدورة الواحدة.

وطبقاً لفرضيات النموذج، فإن (P) أكبر من (d)، وبالتالي فإن حجم الفائض لإنتاج يوم واحد سيساوي (P-d)، والذي يمثل مستوى الزيادة في مستوى المخزون يوميًا، وهذا يعني أن مستوى المخزون في نهاية دورة الإنتاج يتمثل بـ: $(P - d)(t)$

- وأن كمية الإنتاج: $Q = (P)(t)$

- وطول فترة الإنتاج: $t = \frac{Q}{P}$

∴ أقصى مخزون = $(P - d)t = (P - d)\frac{Q}{P} = \left(1 - \frac{d}{P}\right)Q$

∴ متوسط المخزون هو نصف أقصى المخزون = $\frac{1}{2}(1 - \frac{d}{P})Q$

- تكلفة التخزين السنوية للوحدة $IC = C_h$

∴ تكلفة التخزين السنوية =

(كلفة التخزين السنوية للوحدة) × (متوسط المخزون)

$$= \frac{1}{2}\left(1 - \frac{d}{P}\right)QC_h$$

- الطلب السنوي على المنتوج (D) وC_o تكلفة تجهيز الإنتاج لمرة واحدة.

∴ تكلفة التجهيز السنوية = (كلفة التجهيز لمرة واحدة) × (عدد مرات الإنتاج)

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

- وبالتالي فإن التكاليف الكلية = كلفة التجهيز السنوية + كلفة التخزين السنوية $TC = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{d}{P}\right)QC_h + \left(\frac{D}{Q}\right)(C_o)$

- نفترض أن عدد أيام العمل السنوية ٢٥٠ يومًا؛ لذلك فإن الطلب اليومي = الطلب السنوي ÷ ٢٥٠ = ∴ $d = \frac{D}{250}$

وإذا كانت P هي الإنتاج السنوي، فإن مستوى الإنتاج اليومي: $P = \frac{P}{250}$

إذًا: $$\frac{d}{P} = \frac{\frac{D}{250}}{\frac{P}{250}} = \frac{D}{P}$$

وبالتالي، فإن معادلة التكاليف الكلية ستكون كالآتي:

$$TC = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{D}{P}\right)QC_h = \frac{D}{C_h}C_o$$

وباستخدام التفاضل نحصل على: $$Q = \sqrt{\frac{2DC_0}{\left(1 - \frac{D}{P}\right)C_h}}$$

ويمكن توضيح كيفية تطبيق العلاقة أعلاه كما في الأمثلة التالية:

مثال رقم (١):

يبلغ الطلب السنوي على إحدى المنتجات الكهربائية (٤٠٠٠) قطعة، ويتوقع أن يكون ثابتًا خلال دورة الإنتاج، وثمن الجهاز الواحد (٢٠) دينارًا، وتقدر كلفة تجهيز المكائن للإنتاج (٧٥) دينارًا، وكلفة التخزين للوحدة (١٥٪) بالسنة، وكانت طاقة الإنتاج السنوية (١٢٠٠٠) جهاز. باستخدام نموذج كمية الإنتاج الاقتصادية حدد ما يلي:

١- كمية الإنتاج الاقتصادية.

٢- أقصى مستوى للتخزين ومتوسط التخزين.

٣- التكلفة الكلية السنوية.

الحل:

$$D = 4000$$

$$C_h = (0\text{-}15)\ (20) = \quad 3$$

$$C_o = \quad 75$$

$$P = 1200$$

١-

$$Q = \sqrt{\frac{2DC_0}{\left(1 - \frac{D}{P}\right)C_h}}$$

$$= \sqrt{\frac{(2)(400)(75)}{\left(1 - \frac{400}{12000}3\right)}} \approx 548$$

٢- أقصى مستوى للمخزون = $\left(1 - \frac{D}{P}\right)Q$

$$\left(1 - \frac{4000}{12000}\right)(748) = 498$$

متوسط المخزون = نصف أقصى المخزون = $\frac{1}{2}498$ = ٢٤٩

٣- التكلفة الكلية السنوية:

$$TC = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{D}{P}\right)QC_h + \frac{D}{Q}C_o$$

$$= \frac{1}{2}\left(1 - \frac{4000}{12000}\right)(548)(3) + \left(\frac{4000}{548}\right)(75)$$

$$548 + 547 = 1095$$

مثال رقم (٢):

تشتري إحدى الشركات الصناعية إحدى القطع اللازمة لمنتوجها من أحد الموردين، وكانت احتياجاتها الشهرية (١٠٠٠) قطعة، وكلفة إعداد الطلبية الواحدة (٢٥) دينارًا، وكلفة الاحتفاظ بوحدة واحدة (٢٠٪) من قيمتها، وكانت كلفة الوحدة الواحدة (٢,٥) جنيه، وكانت فترة التوريد للطلب الواحد (٥) أيام، وعدد أيام العمل السنوية (٢٥٠) يومًا.

المطلوب:

١- تحديد كمية الطلب الاقتصادية (EOQ).

٢- تحديد نقطة إعادة الطلب (RP).

٣- تحديد إجمالي تكاليف الإصدار وتكاليف الاحتفاظ.

٤- ما هو العدد الأقل للطلبيات؟

الحل:

$$1- \quad EOQ = \sqrt{\frac{2(12000)(25)}{0.5}} = 1095.4$$

$$2- \quad R.P = 240$$

$$3- \quad TC = \left(\frac{1095.4}{2}\right)(0.5) + \left(\frac{12000}{1095.4}\right)(25) = 547.6$$

4- الطلبية $= \frac{12000}{1095.4} = 10.95 \approx$ العدد الأقل للطلبيات

مثال رقم (٣):

كان الطلب السنوي لمشتريات إحدى المنظمات التجارية (٢٠٨٠٠٠) وحدة، وكان سعر الوحدة (١٠) جنيهات، وكلفة تجهيز الطلبية الواحدة (٤٠) جنيهًا، وكلفة الاحتفاظ بوحدة واحدة (٢٥٪).

المطلوب:

١- تحديد كمية الطلب الاقتصادية.

٢- إذا علمت أن فترة التوريد (٢) يومان، وعدد أيام العمل السنوية (٢٥٠) يومًا، ما هي نقطة إعادة الطلب؟

٣- تحديد التكاليف الكلية للتخزين.

الحل:

$$Q = \sqrt{\frac{(2)(208000)(40)}{2.5}} = 2579.9$$

$$RP = \left(\frac{208000}{250}\right)(2) = 1664$$

$$TC = \left(\frac{2579.9}{2}\right)(2.5) + \left(\frac{208000}{2579.9}\right)(40) = 6449.8$$

أسئلة وتطبيقات:

١. حدِّد مفهوم التصميم الداخلي للمصنع.
٢. اذكر أهداف التصميم الداخلي.
٣. وضِّح أهمية التصميم الداخلي للمصنع في أربعة نقاط.
٤. الترتيب الداخلي للمصنع لا يكتمل تحقيقه إلاّ بتوافر عاملين أساسيين، اذكرهما.
٥. هنالك أسباب تدعو لإعادة الترتيب الداخلي للمصنع، ما هي؟
٦. حدِّد في نقاط وبالترتيب كيفية إعداد الترتيب (التصميم) الداخلي للموقع.
٧. هنالك عوامل تؤثر في وضع المعدات داخل المصنع، اذكرها.
٨. اذكر خطوات إعداد التصميم الداخلي.
٩. ما هي طرق وأنواع التصميم الداخلي؟