أنموذج خزين إحتمالي لمنتوج شركة ديالى العامة

أزهار حسين علوان / باحثة / azhar.hu80@uomustansiriQah.edu.iq
أ.د.حامد سعد نور الشمرتي/الجامعة المستنصرية/كلية الادارة والاقتصاد / Hamed.saad@albaQan.edu.iq

P: ISSN : 1813-6729
E : ISSN : 2707-1359
https://doi.org/10.31272/jae.i138.1116
تأريخ أستلام البحث : 2022/9/19 مقبول للنشر بتأريخ : 2022/10/10

المستخلص

ان موضوع السيطرة على الخزين له اهمية كبيرة في كافة الشركات والمؤسسات ولاسيما الصناعية والانتاجية. وقد تواجه الادارة بعض الصعوبات في اتخاذ قرارات الخزين لتحديد كمية الخزين المناسبة والتي تحقق تغطية طلب الزبائن باقل التكاليف وكذلك تضمن عدم تعرض المؤسسة الى حدوث عجز في حالة عدم القدرة على تلبية الطلبات او تعرض الخزين الى التلف والكساد في حال بقاءه فترة طويلة في المخازن بسبب قلة الطلبات، وبالحالتين تتحمل المؤسسة او الشركة خسائر كبيرة، لذا من الافضل استعمال الاساليب العلمية والنماذج الرياضية للحصول على سياسات تخزينية ممكنة التطبيق لتحسين نظام الخزين وبالتالي تحقيق اهداف الشركة او المؤسسة وهي تقديم خدمة باقل كلفة واعلى ربح.

تناولت هذه الدراسة أنموذج احتمالي للخزين تم تطبيقه على بيانات محولة التوزيع (400|11) المُنتَجَة شركة ديالى العامة للسنة (2020) التي تم الحصول عليها من الشركة وكذلك التكاليف الخاصة وباستعمال بيانات الطلب الشهري وفترة الانتظار وجد انهما يتبعان التوزيع الطبيعي. وبعدها تم الحصول على مؤشرات الأنموذج (كمية الطلب المثلى، نقطة اعادة الطلب، الكلفة المتوقعة للخزين، الكلفة المتوقعة لاعداد الطلبية والعجز المتوقع، الكلفة المتوقعة لهذا العجز، بالاضافة الى الكلفة الكلية المتوقعة للخزين) وباستعمال برنامج MATLAB في التحليل الاحصائي للبيانات للحصول على تلك النتائج.

الكلمات المفتاحية : أنموذج المخزون الاحتمالي ، التكلفة الإجمالية المتوقعة ، نقطة إعادة الطلب ، المراجعة المستمرة .

مجلة الادارة والاقتصاد
مجلد 48 العدد 138 / حزيران / 2023
الصفحات : 175 - 187

* بحث مستل من رسالة ماجستير .

ألمقدمة (Introduction)

تعد الرقابة على الخزين وادارته من اهم التحديات التي تواجه المؤسسات الاقتصادية في عصرنا هذا، حيث ان السيطرة على الخزين ذات الكفاءة العالية تحتم تحقيق التوازن بين كميات الخزين التي يحتاجها المستهلك وبين تكاليف الخزين لذا فأن أدارة الشركة تواجه مشكلة تحديد كمية الخزين المثلى والوقت المناسب لأصدار أمر التوريد والكمية المثلى لكل أمر توريد توجب عدم زيادة كمية الخزين عن الحاجة المطلوبة لان ذلك سيؤدي الى تكاليف اضافية لا مبرر لها.

وتعد نماذج الخزين هي الاساس العلمي في تحديد مؤشرات الخزين مثل (كمية الطلبية والفترة الزمنية التي يجب ان يتم اعادة الطلب فيها - في حال الشراء او الانتاج-). وتصنف نماذج الخزين وحسب طبيعة الطلب الى نماذج الخزين المحددة (**Deterministic**) و نماذج الخزين الاحتمالية (**Probabilistic**) في الواقع العملي ان كميات الطلب على مواد الخزين متغيرة وذلك بناءا على طلب المستهلكين وحجم المواد وقد يكون وقت الانتظار متغير ايضا اعتمادا على ظروف المجهزين التي تؤثر على وصول الطلبات وتاخيرها عن الوقت المحدد احيانا وسيتم في هذا البحث بناء أنموذج للخزين عندما يكون الطلب احتمالياً.

تناول العديد من الباحثين نماذج الخزين الاحتمالية وتوزيع الطلب خلال فترة الانتظارحيث بين الباحث **Carlson1964**[15] خصائص الطلب خلال فترة الانتظار ، و لاحظ أنه يتبع التوزيع الطبيعي عندما يتبع كل من الطلب و فترة الانتظار توزيع بواسون، و أن الطلب خلال فترة الانتظار يتبع التوزيع الأسي عندما يتوزع كل من الطلب و فترة الانتظار توزيعا هندسياً. و قدم كل من **Hayya&Bagchi1984**[13] دراسة لإيجاد التوزيع الاحتمالي للطلب خلال فترة الانتظار بالاعتماد على توزيع الطلب و توزيع فترة الانتظار إذ افترضا ان الطلب يتبع التوزيع الطبيعي و فترات الانتظار تتبع توزيع **Erlang** ، و يعدّ هذا البحث حالة خاصة من الحالة العامة التي توصل اليها **Burgin** في عام **1972** ، و ذلك بسبب كون توزيع **Erlang** حالة خاصة من توزيع كَاما عندما تكون معلمة الشكل عدداً صحيحاً.وقدم كل من [17] **Lee&Petersen&Stephen1989** دراسة لتحديد حجم الطلبية و مستوى اعادة الطلب بحيث تحقق اقل تكاليف ممكنة للخزن و ذلك بالاعتماد على التوزيع الاحتمالي للطلب خلال فترة الانتظار إذ افترض في هذه الدراسة انه يتبع توزيع بواسون، و التوزيع الطبيعي. و بين الباحث الحارثي1996 [5]في دراسته تحديد التوزيع الاحتمالي للطلب خلال فترة الانتظار عندما يتبع الطلب توزيع كَاما و فترات الانتظار تتبع توزيع كَاما و التوزيع الطبيعي اللوغاريتمي ، حيث وجد ان الطلب خلال فترة الانتظار في كلا الحالتين يتبع توزيع كَاما ، و توزيع ويبل.و تناولت الباحثة الشرعبي2003 [8] استخدام توزيع كَاوس المعكوس لتمثيل الطلب خلال الفترة الانتظار حيث اعتبر ان الطلب يتبع التوزيع الطبيعي او توزيع كَاما بينما تتبع فترات الانتظار اما التوزيع الطبيعي او التوزيع اللوجستي او توزيع كَاما. وكذلك الباحث بلباس2003 [3] بإيجاد التوزيع الاحتمالي للطلب خلال فترة الانتظار عندما يتبع الطلب التوزيع الطبيعي و تتبع فترات الانتظار توزيع كَاما فوجد ان الطلب خلال فترة الانتظار في هذه الحالة يتبع توزيع كَاما ، كما قام بحساب مستوى إعادة الطلب و حساب رصيد الأمان بالاعتماد على نظام السيطرة على الخزين المتعدد المواقع.

مشكلة البحث (Problem of Search)

تنتج شركة ديالى العامة عدة منتجات صناعية بمواصفات عالمية وتحتاج الى اساليب علمية لتعزيز المنتوج وتغطية الطلبيات وتتمثل مشكلة البحث في تحديد الحجم الاقتصادي الامثل لانتاج محولات التوزيع في شركة ديالى العامة في ظل الطلب العشوائي لتحقيق هدف الخزين الذي يتمثل بتقليل الكلفة الكلية المتوقعة وبالتالي تحقيق الهدف الاساسي وهو تلبية طلب على المنتوج باقل كلفة واعلى ربح.

هدف البحث (Purpose of search)

ان هدف البحث هو بناء أنموذج خزين احتمالي لايجاد كمية الانتاج الاقتصادية المثلى باقل كلفة كلية متوقعة للخزين وتحديد افضل نقطة لاعادة الطلب وتقليل مقدار العجز المتوقع الى حد معين مما يؤدي الى افضل ادارة للخزين واكثر دقة مما يؤدي الى تحديد كميات دقيقة لمستوى الخزين لضمان تخفيض الكلفة الاجمالية الى ادنى مستوى ممكن.

المحور النظري

الخزين Inventory

1- مفهوم الخزين:

يعتبر الخزين من اساسيات عمل الشركة او المؤسسة بغض النظر عن نوع النشاط أو العمل الذي تمارسه تلك الشركة لأنه مرتبط بتبادلات واتفاقيات تجارية مختلفة. تناول العديد من الباحثين تعريف الخزين حيث عرف (النجار واخرون, 1990)[11] الخزين انه "اي كمية من المواد (مواد اولية, مواد تحت التشغيل,

منتجات تامة الصنع) تخضع لسيطرة منشأة ما وتحتفظ بها لمدة زمنية معينة بانتظار استخدامها او بيعها"، وكذلك عرفه (الشمرتي,2010)[1] للخزين "هي الكميات المحتفظ بها من مواد أولية وأدوات احتياطية واجزاء نصف مصنعة والسلع النهائية التي تم شرائها او انتاجها من قبل المنشأة" بالاضافة الى تعريف (Kumar&Suresh2008)[16] ان الخزين"هي المواد او الاصناف المحتفظ بها في المخازن ويسمى الخزين "بالمورد الخامل" ويتضمن الاصناف المخزونة لغرض البيع او لغرض العمليات الانتاجية في الشركة اذ يتم الاحتفاظ بكميات معينة من الخزين لغرض تلبية الطلبات خلال فترات الانتظار وبالتالي المحافظة على كفاءة عمل الشركة"

2- انواع الخزين Types of Inventory

هناك تصنيفات مختلفة لانواع الخزين فبعض الباحثين صنف الخزين الى الاصناف الاتية[6]:

أ- **الخزين الاستراتيجي :** الهدف من الاحتفاظ بهذا النوع هو لمواجهة الظروف الاستثنائية الخاصة.

ب- الخزين الدوري: ينخفض الخزين نتيجة الطلبات الدورية فيتناقص في كل دورة نتيجة السحب المستمر وتقوم الشركة بأعادة الخزين الى وضعه السابق من خلال توريد طلبية جديدة.

ج- **الخزين الاحتياطي :** هو الخزين الذي تحتفظ به الشركة لمواجهة الحالات الطارئة مثل تأخر عملية التوريد او لمواجهة الطلبيات المفاجئة

وهناك تصنيف اخر يتضمن مايأتي[9]:

أ- **خزين المواد الاولية :** وهي المواد التي تحتاجها المنشات الصناعية لغرض ادخالها الى العمليات الانتاجية وتحويلها الى منتجات كاملة ويتم الاحتفاظ بها كمخزون لغرض الحفاظ على استمرار العملية الانتاجية.

ب- **خزين المواد النصف مصنعة :** هي المواد غير المنتجة بصورة كاملة وتحتاج الى عمليات اخرى او هي المواد التي تنتظر عمليات انتاجية بعد اجراء عمليات اخرى سابقة وهذا الخزين يمثل خزين احتياطي ما بين مراحل الانتاج ويكون نتيجة طبيعة العمليات الانتاجية في المنشاة.

ج- **خزين المواد تامة الصنع :** هي منتوجات جاهزة وبانتظار بيعها او نقلها وتحتفظ المنشاة بقسم منها لاغراض الطوارئ او خزين احتياطي Buffer stock وذلك للمحافظة على علاقة طيبة مع الزبون. (لادامة اسعاف الطلب)

د- خزين المواد الاحتياطية لغرض الصيانة و تصليح المعدات (spare parts)

هـ- خزين المياه في السدود.

و- خزين الاموال في المصارف.

3- تكاليف الخزين Inventory cost [1] : يمكن تقسيم تكاليف الخزين الى عدة انواع واهمها:

أ- كلفة الشراء او الانتاج : Purchasing or Production cost

هذه الكلفة تكون عادة ثابتة وتتغير في حال شراء او انتاج كميات اكبر ويمكن الحصول احيانا على خصم في الاسعار.

ب- كلفة اصدار الطلبية : Setup cost

وهي الكلفة التي تحصل بمجرد تقديم الطلب و تكون ثابتة وتحسب لكل طلب وتحتوي عذه الكلفة على عدة تكاليف وهي (تكاليف اعداد الطلبيات واستلامها، تكلفة طباعة المستندات، اجور العاملين لمتابعتها والمراسلات والطوابع، كلفة استلام المواد ووضعها في المخزن، تكاليف فحص المواد الرديئة، كلفة تهيئة المكائن، كلفة اندثار البنايات، كلفة النقل، فضلا عن تكاليف الاعطاب والعطلات التي تصيب المواد المخزونة)

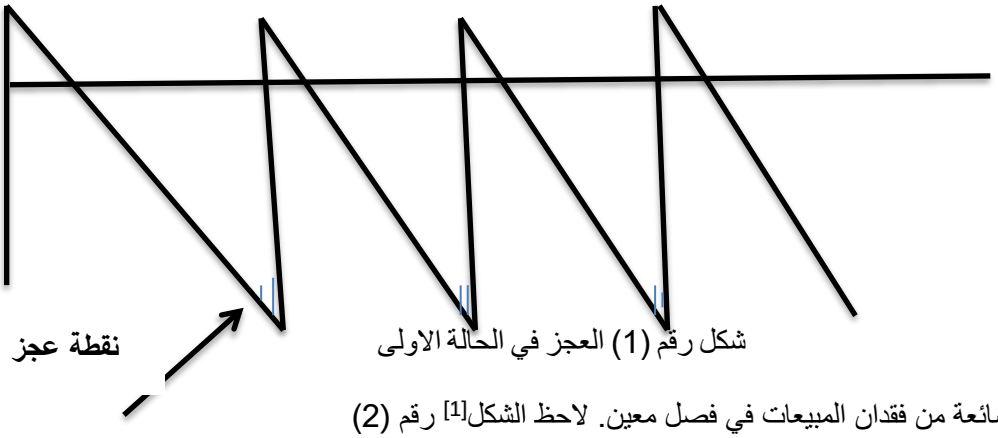
ج- كلفة الاحتفاظ بالخزين : Holding cost

وتمثل كافة مصاريف الخزن مثل ايجار اماكن الخزن واجور العاملين في المخازن وكافة التكاليف اللازمة للاحتفاظ بهذا الخزين ومنها (انظمة التدفئة والتبريد والامان وكافة المستلومات المطلوبة للاحتفاظ بالخزين بشكله الاعتيادي) بالاضافة الى الفائدة والتامين والاستهلاك وتكلفة الفرصة Apportunity cost فضلا عن تكاليف الاعطاب والعطلات التي تصيب المواد المخزونة

د- كلفة العجز[1]: Shortage cost

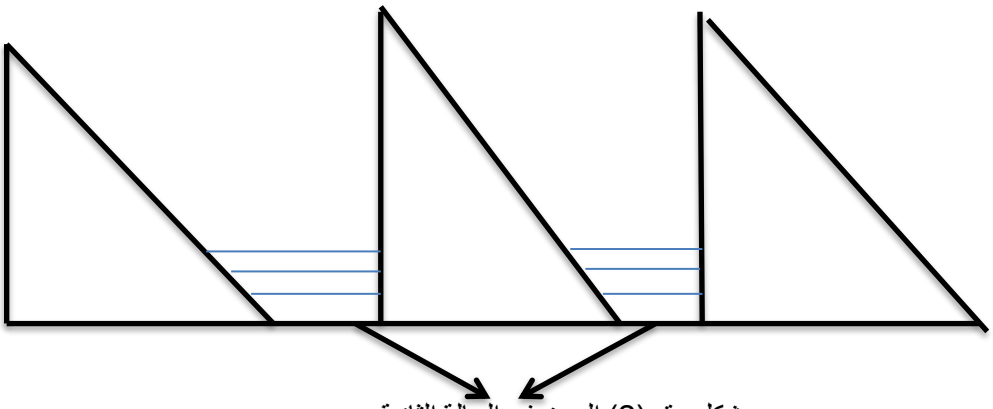
هي الخسارة المتحققة عند عدم توفير مواد معينة في المخزن عند الحاجة لها او الطلب عليها وذلك في احدى الحالتين:

أ- التكلفة الناجمة عن تنفيذ طلب سابق او مؤجل ومن الواجب تنفيذه عند توفير المواد وما يترتب عليها من غرامات تأخيرية بسبب تأخر التجهيز وبالإضافة الى تأثر سمعة المحل. لاحظ الشكل[1] رقم (1).



شكل رقم (1) العجز في الحالة الاولى

ب- الارباح الضائعة من فقدان المبيعات في فصل معين. لاحظ الشكل[1] رقم (2)



شكل رقم (2) العجز في الحالة الثانية

4- نماذج الخزين Inventory models

تقسم نماذج الخزين تبعا الى نوعية الطلب على المادة المخزونة في حال كونه ثابت و معروف خلال المدة الزمنية او غير معروف بصورة مؤكدة بمعنى متغير عشوائي خلال المدة الزمنية، الى قسمين رئيسيين هما:

أ- نماذج الخزين المحددة (Deterministic inventory models)

وهي نماذج تهتم بمشكلات الخزين في حال كون الطلب على المواد المخزونة محدد ومعروف خلال المدة الزمنية وتكون نماذج الخزين المحددة اما لسلعة واحدة أو متعددة السلع.

و تقسم نماذج الخزين المحددة للسلعة الواحدة الى اربعة نماذج [9]:

أ- انموذج شراء بدون عجز (purchase without shortage)

ب- انموذج انتاج بدون عجز (production without shortage)

ج- انموذج شراء مع عجز (purchase with shortage)

د- انموذج انتاج مع عجز (production with shortage)

ب- نماذج الخزين الاحتمالية Probabilistic inventory models

هي نماذج تفترض بعض المتغيرات التي تدخل الى الأنموذج التي تجعل الطلب يتخذ صفة عدم التاكد ولا يمكن التنبوء بها لذلك نستخدم نظرية الاحتمالات لمعالجته عن طريق ايجاد توزيع احتمالي معين لها ولذا فان معلمات هذا النموذج الاحتمالي تدخل في حالة عدم التاكد باعتبارها متغيرات عشوائية حيث ان الطلب غير معروف بالنسبة لمتخذ القرار ولكن من الممكن ان يكون معروف من خلال التوزيع الاحتمالي خلال المدة الزمنية المحددة.[4]

وتقسم هذه النماذج الى قسمين[9]:

- نماذج مستقرة: يكون فيها التوزيع الاحتمالي للطلب مستقر وثابت خلال المدة الزمنية المختلفة.
- نماذج غير مستقرة: التوزيع الاحتمالي للطلب فيها غير مستقر ومتذبذب في مدد زمنية مختلفة.

5- بعض المفاهيم المستخدمة في مجال السيطرة المخزنية[7]

أ- الطلب Demand : يؤثر الطلب بصورة مباشرة في تحديد حجم الطلبية للمادة المخزونة خلال الفترات الزمنية المختلفة. و يقسم الطلب الى نوعين اساسيين هما الطلب المحددDeterministic Demand و الطلب الاحتمالي Probabilistic Demand

ب- فترة الانتظار أو فترة التوريد Lead Time

هي الفترة الزمنية التي تبدا من تاريخ إصدار آمر شراء الطلبية الى تاريخ تسلم مواد هذه الطلبية[5].

ج- الطلب خلال فترة الانتظار Lead Time Demand

هو الكمية المتوقع طلبها في الفترة الزمنية الواقعة بين تاريخ تقديم الطلبية (إصدار أمر الشراء) الى تاريخ وصول الطلبية إلى المخزن. ففي حالة كون كل من الطلب وفترة الانتظار متغيراً لابد من إيجاد التوزيع الاحتمالي للطلب خلال فترة الانتظار.[14]:.

د- حجم الطلبية Order Quantity

عند وصول الخزين الى مستوى نقطة اعادة الطلب يتوجب اصدار أمر شراء طلبية جديدة تضاف الى كمية الخزين ليرتفع مستواه الى مستوى اخر، هذه الكمية المضافة تسمى حجم الطلبية و يرمز له بالرمز Q.

هـ - نقطة اعادة الطلب Re-order point

ان نقطة إعادة الطلب وهو مستوى الخزين الذي عند الوصول اليه يتوجب أصدار طلبية جديدة لضمان وصول الطلبية قبل وصول مستوى الخزين الى حد الأمان او (الصفر), وأن قيمة نقطة اعادة الطلب تساوي متوسط الطلب المتوقع خلال مدة التوريد مضافاً اليه خزين الأمان[12].

و- مخزون الامان Safety stock

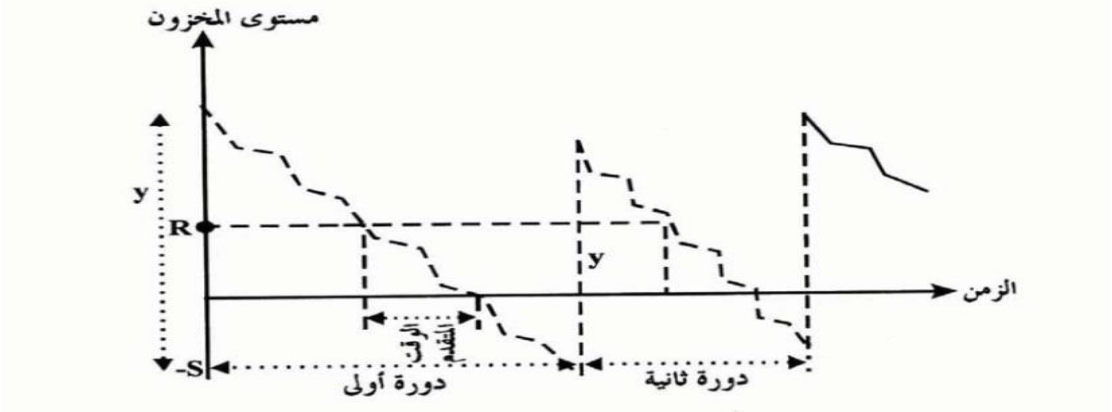
هو خزين احتياطي تحتفظ به الشركة او المؤسسة لغرض استعماله في الظروف الطارئة او لمواجهة الاخطار المؤثرة على حجم مستوى الخزين، و يستعمل هذا المخزون لتتجنب المؤسسة الوقوع في العجز

ز- مدة مراجعة الخزين

أن أنخفاض مستوى الخزين يحتاج الى مراقبة خلال فترات زمنية مختلفة هذه الفترة تسمى بمدة مراجعة الخزين, [9] وتتم بأحد الاسلوبين :

اولاً: المراجعة الدورية (Periodic Review) : في هذا الإنموذج تراجع سجلات مستوى الخزين بفترات زمنية ثابتة أي يتم مراقبة مستوى الخزين بشكل دوري كل (عدة أيام أو كل أسبوع أو أكثر أو كل شهر,...الخ) لأعادة الطلب ويتم تحديد هذه الفترة من قبل الشركة أو المؤسسة وحسب مستوى الخزين والطلب عليه خلال فترة المراجعة

ثانياً: المراجعة المستمرة (Continuous review) : يعتبر أنموذج المراجعة المستمرة إحدى سياسات الخزين لادارة الخزين حيث يتم مراقبة مستوى الخزين في هذا النموذج بشكل مستمر لتحديد مستوى أعادة الطلب فعند وصول مستوى الخزين الى نقطة أعادة الطلب يتم طلب طلبية جديدة والهدف من هذا الأنموذج هو تحديد مستوى أعادة الطلب والكمية الأقتصادية المثلى للطلب لتقليل الكلفة الكلية المتوقعة للخزين خلال فترة زمنية لاحظ شكل رقم (3)[4]



شكل رقم (3) انموذج المراجعة المستمرة

6- الصيغة الرياضية لانموذج الخزين الاحتمالي

يمثل الطلب في هذا النموذج متغيرا عشوائيا ذو توزيع احتمالي معروف، وسيتم ايجاد القيمة المتوقعة للطلب وتقليل الكلفة الكلية المتوقعة للخزين ومن الضروري معرفة الرموز الرياضية المستخدمة لذلك وكما ياتي[4]:

D: الطلب لكل وحدة زمنية
σ: الانحراف المعياري للطلب
X: كمية الطلب خلال فترة الانتظار وهو متغير عشوائي يتبع توزيع احتمالي بكثافة احتمالية f(x)
Q: الكمية المطلوبة لكل دورة مخزنية
K: عامل الامان
R: نقطة اعادة الطلب
h: كلفة الاحتفاظ بالخزين لكل وحدة
P: كلفة العجز لكل وحدة
$\overline{s}$: العجز المتوقع لكل دورة مخزنية
A: كلفة الطلبية الواحدة
f(.): دالة الكثافة الاحتمالية للتوزيع الطبيعي القياسي
F(.): دالة التوزيع التراكمي للتوزيع الطبيعي القياسي

ان الهدف الرئيسي للأنموذج الاحتمالي هو تحديد قيم Q و R التي تجعل الكلفة الكلية اقل ما يمكن والتي تتكون من (كلفة الطلبية وكلفة الخزين وكلفة العجز) لكل وحدة زمن وكما يلي:

أ- كلفة الطلبية :setup cost

تمثل عدد الدورات المخزنية المتوقعة في وحدة الزمن

$$\textbf{setup cost= A(D/Q).....(1)}$$

ب- كلفة الخزين: holding cost

القيمة المتوقعة لعدد الوحدات خلال الدورة المخزنية تساوي **(القيمة المتوقعة لمستوى الخزين في بداية الدورة + القيمة المتوقعة لمستوى الخزين في نهاية الدورة) \2**

القيمة المتوقعة لمستوى الخزين في بداية الدورة = Q+E(R-X)

القيمة المتوقعة لمستوى الخزين في نهاية الدورة =E(R-X)

$$\mathbf{E(R-X)} = \int_{0}^{\infty} \mathbf{(R-X)}\boldsymbol{f(x)dx}$$

$$\mathbf{=R-E(X)}$$

وبالتالي فان القيمة المتوقعة للوحدات المخزونة خلال الدورة المخزنية تساوي:

$$\frac{\mathbf{Q}}{\mathbf{2}} + \mathbf{R-E(X)} = \frac{\boldsymbol{Y} + \mathbf{R-E(X)} + \mathbf{R-E(X)}}{\mathbf{2}}$$

وكلفة الخزين المتوقعة في وحدة الزمن تساوي $\mathbf{h\left[\frac{Q}{2}+R-E(X)\right]}$

وبالتالي يمكن استخراج كلفة الاحتفاظ بالخزين بالصيغة

$$\textbf{holding cost = } \mathbf{h\left[\frac{Q}{2}+R-E(X)\right]} \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

كلفة العجز:

$$\mathbf{S(X)} = \begin{cases} \mathbf{0} & \mathbf{X \le R} \\ \mathbf{X-R} & \mathbf{X > R} \end{cases}$$

القيمة المتوقعة لكمية العجز للدورة المخزنية $\overline{S}$

$$\overline{\mathbf{S}} = \mathbf{E}\left\{\mathbf{S(X)} = \int_{0}^{\infty} \mathbf{S(X)f(x)} = \int_{0}^{\infty} \mathbf{(X-R)f(x)dx}\right.$$

والقيمة المتوقعة لكلفة العجز في وحدة الزمن تساوي

$$\textbf{Shortage cost = } \mathbf{P\,\overline{S}\frac{D}{Q}} \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

وبذلك يمكن الحصول على القيمة المتوقعة للكلفة الكلية في وحدة الزمن بدلالة المتغيرين **R** و**Q** والتي ترمز لها بالرمز **TAC(Q,R)**

TAC(Q,R) = setup cost+holding cost+shortage cost

$$\mathbf{TAC(Q,R) = K\frac{D}{Q} + h\left[\frac{Q}{2}+R-E(X)\right] + P\,\overline{S}\frac{D}{Q}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

وللحصول على قيم ***R** و***Q** نشتق المعادلة اعلاه جزئياً ونجعلها مساوية للصفر

$$\frac{\partial TAC}{\partial Q} = -K\frac{D}{Q^2} + \frac{h}{2} - P\,\overline{S}\frac{D}{Q^2} = 0$$

$$\frac{\partial TAC}{\partial R} = h - P\frac{D}{Q}\int_R^{\infty} f(x)dx = 0$$

وبالتالي نحصل على:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2D(K+P\,\overline{S})}{h}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

$$\int_R^{\infty} f(x)dx = \frac{hQ}{PD} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

ان عملية ايجاد القيم المثلى لكل من ***R** و***Q** في المعادلتين الخطيتين (5) و(6) امر في غاية الصعوبة لذا يتم استعمال طريقة عددية مناسبة لحلها كالاجراء الذي وضعه كل من (هادلي و ويتن) للوصول الى الحل بعد عدد محدد من التعديلات بشرط وجود حل للمعادلتين

ان قيمة **S** ستكون صفرا على الاقل في المعادلة (5) مما يظهر ان اصغر قيمة **ل *Q هي** $\sqrt{\frac{2DK}{h}}$ وهي النتيجة نفسها التي يمكن الحصول عليها عندما **(S=0)** او **($R\to\infty$)**

واذا كانت **R=0** فنحصل على

$$Q^* = \widehat{Q} = \sqrt{\frac{2D(K+PE(X))}{h}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (7$$

وكذلك نحصل على

$$Q^* = \widetilde{Q} = \frac{PD}{h} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

من الممكن اثبات قيم **Q** و **R** هي قيم مثلى و وحيدة كالاتي:

نحسب اول قيمة تجريبية باستخدام $Q1 = \sqrt{\frac{2DK}{h}}$

ثم نحسب قيمة R_1 من معادلة (6) والمقابلة لقيمة Q_1 وباستعمال قيمة R_1 نحصل على قيمة تجريبية جديدة لـ Q_2 من معادلة (5) وباستعمال Q_2 نحصل على R_2 من معادلة (6)

وهكذا نكرر هذا الاجراء حتى الحصول على قيمتين لـ **Q** و**R** تكونان متتاليتان ومتساويتان تقريبا وعند هذه النقطة ستجد ان قيمة اخر قيمة محسوبة لكل من **Q** و **R** تمثل قيم ***Q** و***R** المثلى.

المحور التطبيقي

1- جمع البيانات

لغرض تطبيق الدراسة قيد البحث تم الاعتماد على بيانات الشركة لسنة (2020) التي تخص انتاج وتكاليف محولة التوزيع (11/400) المنتجة في شركة ديالى العامة وهي احدى الشركات التابعة لوزارة الصناعة والمعادن العراقية وحصلت الباحثة على كميات الطلب والانتاج والكميات المخزونة من منتوج المحولة بالإضافة الى التكاليف الخاصة بتلك المحولة والموضحة في الجداول رقم (1) و (2).

الجدول رقم (1) تفاصيل الانتاج والخزين والطلب الشهري من المحولة 11/400 للعام 2020

الشهر	كمية الخزين في الشهر السابق	كمية الانتاج الشهري	كمية الخزين في بداية الشهر	كمية الطلب الشهر	كمية الخزين نهاية الشهر
كانون الثاني	211	340	551	233	318
شباط	318	295	613	292	321

آذار	321	50	371	155	216
نيسان	216	70	286	108	178
أيار	178	67	245	201	44
حزيران	44	84	128	103	25
تموز	25	188	213	202	11
آب	11	261	272	137	135
أيلول	135	151	286	116	170
تشرين الأول	170	100	270	204	66
تشرين الثاني	66	65	131	117	14
كانون الأول	14	164	178	106	72
المجموع	1709	1835		1974	

الجدول رقم (2) يبين تفاصيل الكلفة السنوية انتاج محولة التوزيع (11/400) لسنة (2020)

السنة	الرواتب والاجور (بالدينار/سنة)	المواد الاولية والخدمات (بالدينار/سنة)	الاندثارات (بالدينار/سنة)	كلفة الانتاج الكلية (بالدينار/سنة)
2020	3095959200	8515042800	966850200	12577852200

كمية الانتاج (محولة/سنة)	كلفة انتاج الوحدة الواحدة (بالدينار)	كلفة اعداد الطلبية A (بالدينار/سنة)	كلفة العجز للوحدة الواحدة سنويا P (بالدينار/سنة)	كلفة خزين المحولة الواحدة h (بالدينار)
1835	6854415	472955	205632	4265.181

2- توزيع الطلب خلال فترة الانتظار

نظراً لتعذر الحصول على بيانات الطلب خلال فترة الانتظار بسبب عدم توفرها في سجلات الشركة فمن الممكن الحصول عليها بتطبيق صيغتين رياضيتين تقريبيين لحساب معدل وتباين الطلب خلال فترة الانتظار بغض النظر عن نوعية التوزيع، بمعنى بالامكان الحصول على متوسط والانحراف المعياري لتوزيع الطلب خلال فترة الانتظار في صيغ رياضية باستعمال المتوسط والانحراف المعياري للطلب والمتوسط والانحراف المعياري لتوزيع فترة الانتظار وكالاتي: [14]

$$\mu_{DL} = \mu_L * \mu_D \text{.....(9)}$$

$$\sigma_{DL} = \mu_L * \sigma_D + \sigma_L * {}^2\mu_D \text{ .....(10)}$$

حيث أن:

μ_{DL}: معدل الطلب خلال فترة الانتظار.

μ_D: معدل الطلب الفعلي.

μ_L: معدل فترات الانتظار.

σ_{DL}: التباين للطلب خلال فترة الانتظار.

σ_D: تباين الطلب الفعلي.

σ_L : تباين فترات الانتظار.

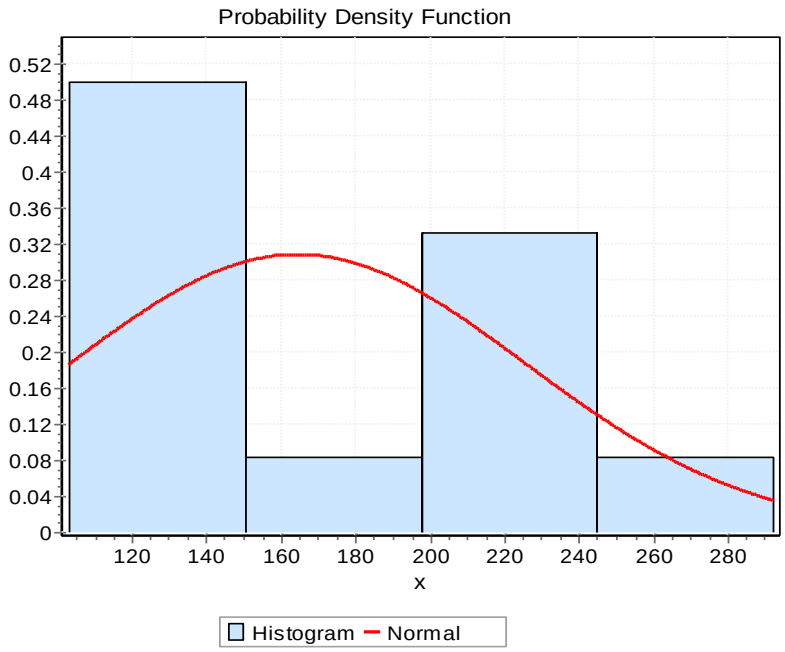
الجدول رقم (3) جدول الطلب الشهري وفترة الانتظار لسنة 2020

الشهر	الطلب الشهري2020 (محولة)	فترة الانتظار(يوم)
كانون الثاني	233	12
شباط	292	15
آذار	155	8
نيسان	108	5
أيار	201	10
حزيران	103	5
تموز	202	10
آب	137	7
أيلول	116	6
تشرين الأول	204	10
تشرين الثاني	117	6
كانون الأول	106	5
المجموع	1974	99
μ المتوسط	164.5	8.25
σ الانحراف المعياري	61.125	3.1945

وبعد اجراء التحليل الاحصائي باستعمال البرنامج الاحصائي easyfit لكمية الطلب الشهري وفترة الانتظار تبين ان الطلب يتبع التوزيع الطبيعي وكما مبين في الجدول (4) والشكل (4)

الجدول رقم (4) توزيع الطلب الشهري لسنة 2020

Normal					
Kolmogorov-Smirnov					
Sample Size **Statistic** **P-Value** **Rank**	**12** **0.19812** **0.66441** **12**				
A	**0.2**	**0.1**	**0.05**	**0.02**	**0.01**
Critical Value	**0.29577**	**0.33815**	**0.37543**	**0.41918**	**0.44905**
Reject?	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**

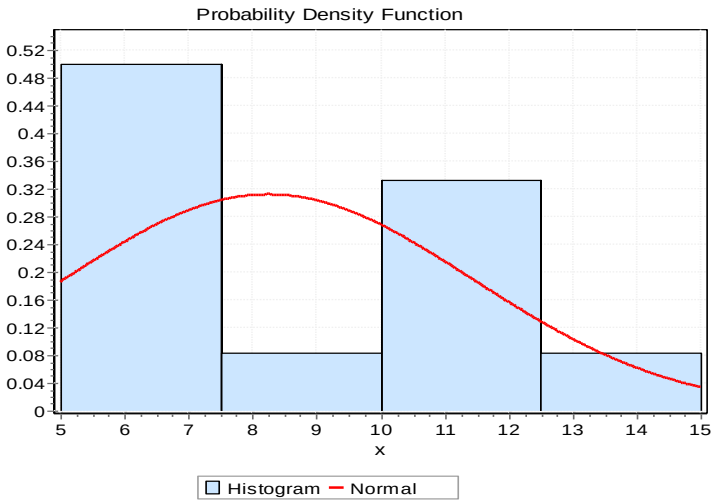


الشكل رقم (4) التوزيع الطبيعي لبيانات الطلب الشهري لسنة 2020

وكذلك فترة الانتظار تتوزع طبيعيا بمتوسط وتباين وكما مبين في الجدول (5) والشكل (5)

الجدول رقم (5) التوزيع الطبيعي لفترة الانتظار لسنة 2020

Normal					
Kolmogorov-Smirnov					
Sample Size **Statistic** **P-Value** **Rank**	**12** **0.17606** **0.79129** **8**				
A	**0.2**	**0.1**	**0.05**	**0.02**	**0.01**
Critical Value	**0.29577**	**0.33815**	**0.37543**	**0.41918**	**0.44905**
Reject?	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**



الشكل رقم (5) التوزيع الطبيعي لبيانات فترة الانتظار لسنة 2020

وباستعمال المعادلتين ((9)،(10)) وتطبيقها على بيانات توزيع الطلب وتوزيع فترة الانتظار في الجدول (3) تم ايجاد متوسط وتباين الطلب خلال فترة الانتظار وكما موضح في الجدول رقم (6)

الجدول رقم (6) توزيع الطلب الشهري خلال فترة الانتظار

السنة	متوسط الطلب خلال فترة الانتظار	تباين الطلب خلال فترة الانتظار	الانحراف المعياري للطلب خلال فترة الانتظار
2020	836.2	70451.44	265.4

3- أنموذج الخزين الاحتمالي

سيتم في هذه الفقرة تطبيق انموذجين للخزين الاحتمالي في الحالتين وفق خوارزميات تم اعدادها والتي تستند الى بيانات الطلب التي تخص المنتوج ليتسنى لنا استحصال النتائج النهائية و مناقشتها ولكن في البداية سيتم اشتقاق دالة التوزيع الطبيعي بعد ادخالها في الانموذج وكالاتي: [1]

$$f(x)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\Pi}}\,e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma}} \qquad \infty<x<\infty$$

$0<\sigma<\infty$ .....(11)

$$\bar{S}=\int_R^{\infty}(X-R)\,\frac{1}{\sigma\sqrt{2\Pi}}\,e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma}}dx \quad \text{.....(12)}$$

باضافة وطرح μ من المقدار $(X-R)$ نحصل على $[X-\mu+(\mu-R)]$

$$\bar{S}=\int_R^{\infty}[(X-\mu)+(\mu-R)]\,\frac{1}{\sigma\sqrt{2\Pi}}\,e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma}}dx \quad \text{.....(13)}$$

$$\bar{S}=\int_R^{\infty}\left[\frac{X-\mu}{\sigma}+\frac{\mu-R}{\sigma}\right]\frac{1}{\sigma\sqrt{2\Pi}}\,e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma}}dx$$

نفترض ان :

$$Q=\frac{X-\mu}{\sigma}$$

$$dQ=\frac{1}{\sigma}\,dx \quad . \qquad \sigma\,dQ=dx$$

$$\bar{S}=\sigma\int_{\frac{R-\mu}{\sigma}}^{\infty}Q\,\frac{1}{\sqrt{2\Pi}}\,e^{-\frac{Q^2}{2}}dQ+\int_{\frac{R-\mu}{\sigma}}^{\infty}(\mu-R)\,\frac{1}{\sqrt{2\Pi}}\,e^{-\frac{Q^2}{2}}dQ$$

$$\bar{S}=\sigma\int_{\frac{R-\mu}{\sigma}}^{\infty}Qe^{-\frac{Q^2}{2}}\,\frac{1}{\sqrt{2\Pi}}\,dQ+\int_{\frac{R-\mu}{\sigma}}^{\infty}\frac{1}{\sqrt{2\Pi}}\,e^{-\frac{Q^2}{2}}dQ \quad \text{.....(14)}$$

نقوم بتبسيط الحد الاول

$$1-\quad \sigma\int_{\frac{R-\mu}{\sigma}}^{\infty}Qe^{-\frac{Q^2}{2}}\,\frac{1}{\sqrt{2\Pi}}\,dQ=\sigma\frac{1}{\sqrt{2\Pi}}\int_{\frac{R-\mu}{\sigma}}^{\infty}Qe^{-\frac{Q^2}{2}}\,dQ$$

$= \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\left[e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}\right]\sigma = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\left[e^{-\frac{Q^2}{2}}\right]\frac{R-\mu}{\sigma}$ .....(15)$\sigma\, f(\frac{R-\mu}{\sigma})$

2- $F(R) = \int_{\infty}^{R} f(x)\,dx$

1- $F(R) = \int_{R}^{\infty} f(x)\,dx = \bar{F}(R)$

$(\mu\text{-}R)\int_{\frac{R-\mu}{\sigma}}^{\infty} e^{-\frac{Q^2}{2}}\,dQ = (\mu\text{-}R)\,\bar{F}(\frac{R-\mu}{\sigma})$

$$\therefore \quad \bar{S} = \sigma f\left(\frac{R-\mu}{\sigma}\right) + (\mu - R)\bar{F}\left(\frac{R-\mu}{\sigma}\right) \text{.....(16)}$$

في هذا الانموذج تم استعمال البيانات التي تم جمعها من سجلات الشركة وسيتم تطبيقها وفق الخوارزمية الاتية:

1- ادخال القيم **(A.P.h.μ.σ.D)** المذكورة في الجداول ولكل سنة بالاضافة الى مستوى الخدمة **(K)**، والذي قيمته **(0.97)** بناءً على معلومات الشركة.

2- حساب قيمتي $\widehat{Q}$ و $\widetilde{Q}$ من المعادلتين (7) و (8)

$$\widehat{Y} = \sqrt{\frac{2D(K + PE(X))}{h}}$$

$$\widetilde{Y} = \frac{PD}{h}$$

3- اجراء الاختبار الاساسي بين $\widehat{Q}$ و $\widetilde{Q}$ فاذا كان $\widehat{Q} > \widetilde{Q}$ ننتقل للخطوة التالية

4- حساب قيمة **Qi** = $\sqrt{\frac{2DK}{h}}$

5- ايجاد قيمة **Ri** وذلك بتعويض قيمة (**Qi** المحسوبة) في المعادلة رقم (6)

$$\int_{R}^{\infty} f(x)dx = \frac{hQ}{PD}$$

6- ايجاد قيمة $\bar{S}$ من المعادلة (16)

$$\bar{S} = \sigma f\left(\frac{R-\mu}{\sigma}\right) + (\mu - R)\bar{F}\left(\frac{R-\mu}{\sigma}\right)$$

7- ايجاد قيمة Q_{i+1} ثم ايجاد قيمة R_{i+1} وهكذا يتم تكرار هذا الاجراء حتى الوصول الى قيمتين من **R** متتاليتان ومتساويتان تقريبا وعند هذه النقطة نحصل على قيمتي **R** و**Q** المثلى.

8- ايجاد الكلفة الكلية المتوقعة من معادلة (4)

$$TAC(Q.R) = K\frac{D}{Q} + h\left[\frac{Q}{2} + R - E(X)\right] + P\bar{S}\frac{D}{Q}$$

تم التحليل الاحصائي باستعمال برنامج MATLAB والحصول على نتائج أنموذج الخزين الاحتمالي كما موضح في الجدول رقم (7):

الجدول رقم (7) نتائج انموذج الخزين الاحتمالي للبيانات الاعتيادية

المؤشر	القيمة
$\widehat{Q}$	964
$\widetilde{Q}$	2627
نقطة اعادة الطلب المثلى (محولة)	174
كمية الطلب المثلى (محولة)	397
العجز المتوقع (محولة)	18
الكلفة المتوقعة للاحتفاظ بالخزين (دينار)	887158
الكلفة المتوقعة للعجز (دينار)	508035
الكلفة المتوقعة لإعداد الطلبية (دينار)	350441
القيمة المتوقعة للكلفة الكلية (دينار)	1745634

من ملاحظة النتائج في الجدول رقم (7) نجد انه عندما يصل مستوى الخزين الى (174) محولة تكون الكمية المثلى لتعزيز الخزين هي (397) محولة، ، والكلفة المتوقعة لإعداد الطلبية (350441) ديناراً ، والعجز المتوقع هو (18) محولة بكلفة عجز متوقعة مقدارها (508035) ديناراً، بالإضافة الى الكلفة المتوقعة للاحتفاظ بالخزين (887158) ديناراً والقيمة المتوقعة للكلفة الكلية مقدارها (1745634) ديناراً.

4- الاستنتاجات :

أ- ان توزيع الطلب الشهري على المحولة 11/400 في شركة ديالى العامة يتبع التوزيع الطبيعي و فترة الانتظار ايضا تتبع التوزيع الطبيعي.

ب- استعمال النماذج الاحتمالية للسيطرة على الخزين ذا جدوى في تحديد الكميات المثلى للانتاج ونقطة اعادة الطلب لتخفيض تكاليف الخزين الكلية لشركة ديالى العامة.

س- ان عدم استعمال النماذج الرياضية والاساليب الاحصائية المناسبة من قبل المسؤولين عن ادارة العمليات الانتاجية والسيطرة على الخزين يؤدي الى تعذر تحديد كمية الانتاج المثلى باقل التكاليف.

5- التوصيات :

أ- من الضروري اعتماد شركة ديالى العامة على الاساليب العلمية الحديثة للوصول الى افضل العمليات الانتاجية وتغطية الطلب على المنتجات باقل تكاليف.

ب- تحديد كمية الانتاج المثلى ووضع خطط سنوية للانتاج بالاعتماد على الاساليب العلمية الحديثة بدلا من الاعتماد على الخبرات والمهارات الشخصية.

6- المصادر

1- ألشمرتي,حامد سعد نور ,(2010),"بحوث العمليات مفهوماً وتطبيقاً" بيروت "مكتبة الذاكرة" 1

2- الإمام, علي يسن, و أحمد عبد الله محمد حمدي. (2019)." دراسة مقارنة بين نموذج مخزون الأمان الثابت والمحاكاة لاتزان مستوى المخزون" , جامعة السودان للعلوم والتكولوجيا.

3- بلباس ، كارزان مهدي غفور شريف (2003) "بناء الأنموذج الأمثل للسيطرة على الخزين المتعدد المواقع للشركة العامة لتوزيع كهرباء بغداد" رسالة ماجستير , كلية الادارة والاقتصاد , جامعة بغداد.

4- البلخي، زيد تميم و تاج، لطفي عبد القادر و بونخل، مسعود احمد (2005) "مدخل الى نظم ضبط ومراقبة المخزون" جامعة الملك سعود.

5- الحارثي ، عبد الرحيم خلف راهي (1996) "تحديد التوزيع الاحتمالي للطلب خلال فترة الانتظار عندما يكون كليهما احتمالياً" اطروحة دكتوراه، كلية الادارة والاقتصاد, الجامعة المستنصرية.

6- الخليل, سماهر هيثم,(2000) "الرقابة على المخزون دراسة تطبيقية في الشركة العامة لصناعة البطاريات معمل بابل", دبلوم عالى, كلية الادارة والاقتصاد, جامعة بغداد.

7- السعدي ،علي هاشم عبد الرسول، (2004) "ايجاد التوزيع الاحتمالي للطلب خلال فترة الانتظار للمواد المخزنية في شركة تعبئة الغاز" رسالة ماجستير , كلية الادارة والاقتصاد, جامعة بغداد.

8- الشرعبي ، رزاز سعيد سعيد (2003) "استخدام توزيع كاوس المعكوس لتوليفات الطلب و فترات الانتظار (باستخدام المحاكاة)" ، رسالة ماجستير، كلية الادارة والاقتصاد، الجامعة المستنصرية.

9- علي ,حسين علي و الفضل, مؤيد عبد الحسين وابراهيم , نجاح باقر (1999) بحوث عمليات وتطبيقاتها في وظائف المنشأة ,عمان, دار زهران للنشر والتوزيع.

10- محمود, افاق عبدالرهيب حسين2010 "استعمال البرمجة الديناميكية والشبكات العصبية لايجاد الخزين الامثل لمخازن الشركة العامة للزيوت النباتية" , رسالة ماجستير، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة بغداد.

11- النجار, صباح مجيد وحسن, جاسم ناصر وسلمان, حميد خير الله (1990) "الأصول العلمية في تخطيط ورقابة الخزين" , بغداد.

12- الهاشمي,عدي علي حسين (2000) "استخدام نظم اسناد القرار في السيطرة على الخزين" رسالة ماجستير , كلية الادارة والاقتصاد , جامعة بغداد.

13- Bagchi, U., & Hayya, J. C. (1984). Demand during lead time for normal unit demand and Erlang lead time. Journal of the Operational Research Society, 35(2), 131-135.

14- Burgin, T. A. (1975). "The gamma distribution and inventory control". Journal of the Operational Research Society, 26(3), 507-525

15- Carlson, P. (1964). "On the distribution of lead time demand".Journal of Industrial Engineering, 15(2), 87-94.

16- Kumar, Anil S & Suresh N (2008) "production and operation management" 2ed edition, India New Delhi, New Age International

17- Lee, T., Stephen, B. and Peterson, P. (1989) "On the Refinement of the Variable Lead Time / Constant Demand Lot-Sizing Model: The Effect of True Average Inventory Level on the Traditional Solution", *INT. J. PROD. RES.*, Vol.27, No.5, PP.883-899..

18- Slack, Nigel , Chambers, Stuart & Johnston, Robert, (2010), "Operations Management", 6th ed, London, prentice hall INC

Potential storage model for the product of the Diyala State Company

Azhar Hussein Alwan / researcher / azhar.hu80@uomustansiriQah.edu.iq
Prof. Dr. Hamed Saad Nour Al-Shamrati / Al-Mustansiriya University / College of Administration and Economics / Hamed.saad@albaQan.edu.iq

Abstract

The issue of controlling stocks is of great importance in all companies and institutions, especially industrial and productive ones. The administration may face some difficulties in making storage decisions to determine the appropriate amount of storage that achieves coverage of customers' demand at the lowest costs, as well as ensuring that the enterprise does not suffer a deficit in the event of an inability to meet orders, or exposes the storage to damage and stagnation in the event that it remains in the stores for a long period due to a lack of requests, and in both cases, the institution or company bears great losses, so it is better to use scientific methods and mathematical models to obtain storage policies that can be applied to improve the storage system and thus achieve the objectives of the company or institution, which is to provide service at the lowest cost and the highest profit.

This study dealt with a probabilistic model for storage that was applied to the data of the distribution transformer (400 | 11) produced by the Diyala State Company for the year (2020) that was obtained from the company, as well as the special costs, and by using the data of the monthly demand and the waiting period, it was found that they follow the normal distribution. Then the model indicators were obtained (the optimal order quantity, the re-order point, the expected cost of stocking, the expected cost of preparing the order and the expected deficit, the expected cost of this deficit, in addition to the expected total cost of stocking) and using the MATLAB program in the statistical analysis of the data to obtain these results.

Keywords: contingent inventory model, expected total cost, reorder point, continuous review.

****
****
****