تنمية الرافدين ٨٦ (٢٩) ٢٠٠٧
ص ص [٥٣-٦٩]

نظام سيطرة على الخزين للمواد سريعة الحركة في الشركة العامة لتوزيع كهرباء بغداد

سرمد علوان صالح الدهلكي
مدرس مساعد - قسم الإحصاء
كلية الإدارة والاقتصاد - جامعة بغداد

المستخلص

تظهر مشكلة السيطرة على الخزين عند تواجد الحاجة للخزين المادي للسلع والمنتجات لأغراض الوفاء بالطلب على مدار زمني (حدد قصير وطويل)، ويحتاج أي مشروع في مجال الأعمال إلى الاحتفاظ بالمخزون لضمان الاستمرار الكفوء للعمليات .

إن الأساليب و الطرائق العلمية أصبحت شائعة الاستعمال في حل المشاكل الإدارية للتوصل إلى القرارات الصحيحة بإيجاد الحلول المثلى للمشاكل الإدارية التي تواجه الإدارة بمستويات مختلفة للتخطيط و السيطرة على الخزين .

تناول هذا البحث عدداً من الادوات الإحصائية وكيفية استخدامها للسيطرة على الخزين، و حساب مستوى إعادة الطلب و رصيد الأمان Reorder Level and Safety Stock للمواد التي تجهز من الأسواق المحلية و ذلك تجنباً لحالتين ، الأولى عدم تكدس المواد في المخازن بوصفه رأس مال مستثمر والثاني تجنباً للعجز التي قد تصيب الشركة.

اذ تم استخدام طريقة التمهيد الأسى الفردي للتنبؤ، وذلك لمعرفة الطلب خلال مدة الانتظار وتم استخدام هذه الطريقة كون أن الطلب الأصلي متغير، وان مدة الانتظار ثابتة، و بما ان طريقة التمهيد الأسى هي الأنسب، بسبب استقرارية الطلبيات الأصلية، وان افضل أسلوب للتنبؤ في مثل هكذا حال هي طريقة التمهيد الأسى الفردي.

Inventory Control System for Fast Moving Items in Baghdad Electricity Distribution State

Sarmad A. Salih
Assistant Lecturer
College of Administration &Economic
Baghdad University

Abstract

The problem of this research is in the Inventory control system in the need for the material inventory to the products and goods. This happened for the purpose of fulfilling the offer long term and short term periods. Any project in business requires keeping the storage to guarantee the fluency of operations. The methods and scientific operations have

تاريخ التسلم ٢٠٠٥/١٢/٢٨ _____ تاريخ قبول النشر ٢٠٠٦/٧/٣

became widespread to solve the administrative problems to reach to the suitable decisions via the ideal solutions with different levels of planning and inventory control.

The current research tackled the indication to some statistical tools and the way of using them in order to control inventory system. Additionally, the Reorder Level and Safety Stock of the local markets has been regarded; this case occurred to avoid two cases: first, to avoid accumulation of goods in inventory as considered to be exploited the capital. Second, avoiding the deficit happened in the company. A Single exponential smoothing (SES) to forecast the Demand. This method has been taken in order to know the waiting period as the single exponential smoothing (SES) is more suitable because the stability of original orders is highly recommended. The best way of forecasting in this method is single exponential smoothing (SES).

الجانب النظري

١ - ١ المقدمة والهدف Introduction

تظهر مشكلة السيطرة على الخزين عندما توجد حاجة إلى التخزين المادي للسلع والمنتجات لأغراض الوفاء بالطلب على مدار زمني (محدد قصير وطويل)، ويحتاج أي مشروع في مجال الأعمال إلى الاحتفاظ بالمخزون لضمان الاستمرار الكفوء للعمليات .

كما تحتاج إدارة المشروعات عادة إلى اتخاذ قرارات بخصوص توقيت الطلب والكميات التي تطلبها من المخزون . ويمكننا القول إن الهدف الرئيس من وجود نظام الخزين هو تحقيق مستوى كافٍ وغير مكلف من المخزون لمواجهة الاحتياجات المستقبلية للخزين.

ويمكن شراء الخزين كله بطلبية واحدة للوفاء بالطلب على مدار المدى الزمني بأكمله، أو شراء المخزون بأكثر من طلبية على فترات زمنية منفصلة للوفاء بالطلب على المدى الزمني بأكمله أيضاً.

وتتقابل هاتان الحالتان مع حالة زيادة المخزون Over Stock (فيما يتعلق بالمدة الزمنية داخل المدى) و حالة نقص المخزون Under Stock (فيما يتعلق بالمدى الزمني بشكل عام). وتتطلب حالة زيادة المخزون في الاستثمار الرأسمالي للمدة الزمنية المعينة مقابل انخفاض معدل تكرار إصدار الطلبيات و نقص خطر العجز في المخزون.

من ناحية أخرى فإن نقص المخزون يقلل من الاستثمار الرأسمالي للمدة الزمنية مقابل ارتفاع معدل تكرار إصدار الطلبيات وارتفاع خطر العجز في المخزون، ولاشك في أن الحكمة تقتضي تجنب هاتين الحالتين المتطرفتين لمستوى المخزون، من هنا يمكن أن تعتمد القرارات الخاصة بكميات وتوقيت الشراء لتقليل دالة التكلفة الكلية التي توازن بين تكلفة زيادة المخزون وتكلفة عجز المخزون.

١ - ٢ التنبؤ Forecasting

هو تقدير قيم المتغيرات لحالات لاتقع ضمن الوحدات المشاهدة المتاحة . والتنبؤ لايعد تخمينا أو حدسا وإنما هي المعالجة الإحصائية للبيانات الماضية

لاعطاء أي تقدير لحالة المتغيرات في المستقبل، و تعتمد هذه المعالجة الإحصائية علي دراسة علمية تقوم على أسس وقواعد متعارف عليها.

فقد تدل الدراسة التنبؤية مثلاً على ارتفاع كبير متوقع في الاستهلاك ، مما يعني احتمال زيادة حجم المخزون ، ومن ثم ضرورة زيادة السعة المخزنية لمواجهة الزيادة المنتظمة في الاستهلاك، فضلاً عن أن الدراسة التنبؤية قد تدل على احتمال وقوع أزمة اقتصادية ، فيلزم الأمر اتخاذ الإجراءات و اتباع السياسات اللازمة لتجنب وقوع الأزمة ودرء خطرها . والاهتمام بالتنبؤ في سياسة التخزين يرجع إلى:

١. تغير الاحتياجات التي لا يدور معدلها المتغير حول متوسط ثابت، أما إذا تذبذبت الاحتياجات حول متوسط ثابت فيمكن حساب الاحتياطي لمواجه هذا التذبذب.
٢. طول مدة الانتظار أي المدة اللازمة لوصول الطلبات ، ومن ثم إمكان تحقيق توازن بين التعويضات والاستهلاك ، إلا إذا كانت هناك تنبؤات الاستهلاك المتوقع خلال مدة مقبلة. ففي اثناء المدة الطويلة لوصول الطلبات قد تطرأ تغيرات على حالة الاستهلاك ومعنى ذلك أنه إذا لم تكن هناك تنبؤات عن الاستهلاك خلال هذه المدة فلن يتحقق التوازن بين التعويض والاستهلاك.
٣. هناك عامل أخر يدعو إلى ضرورة الالتجاء إلى التنبؤ، وهو التغيرات الفجائية في حجم الاستهلاك التي يرجع معظمها إلى ظروف غير اعتيادية لاتسمح طبيعتها بتقديرها بشكل دقيق كزيادة مفاجئة في الدخل أو المساهمة بقدر اكبر في تقدير الخدمة.

هذه الاحتمالات كلها تتعلق بسياسة التخزين ، اذ إن تغير معدل الاحتياجات يؤثر في الحجم الأمثل للمخزون . وطول مدة الانتظار تؤثر في قواعد إعادة الطلب التي على أساسها تطلب التعويضات للمخزون ، فضلاً عن التغيرات الفجائية في حجم الاستهلاك التي على أساسها يتم وضع خطة لمواجهة الاحتياجات عندما تزيد عن الإمدادات، لذا يجب إيجاد مؤشر يساعد متخذ القرار على زيادة كفاءة سياسة التخزين، وإن هذا المؤشر هو التنبؤ.

١ - ٣ التمهيد الآسي Exponential Smoothing

تعد طريقة التمهيد الآسي من أكثر أنواع الطرائق الإحصائية المستعملة في مجال السيطرة على الخزين وذلك لأنها تتمتع بمميزات، تتمثل بالاتي:

١. طريقة حسابها سهلة.
٢. تكون حساسة للتغيرات في أي وقت.
٣. لا تحتاج إلى خزن كميات كبيرة من المعلومات.

وسنحاول في ما ياتي توضيح مفهوم التمهيد الآسي ولا سيما التمهيد الآسي الفردي Single Exponential Smoothing (SES)، إن المبدأ الإحصائي للتنبؤ لمتغير ما يستند الى أن نمطاً متغيراً متكون من جزأين الأول: حتمي منتظم خالٍ من

الذبذباتويمكن التعبير عنه بمعادلة ،والجزء الثاني : متغير عشوائي احتمالي لـــه توزيع معين بمتوسط صفري و انحراف معياري معين مقداره σ_{ε}^{2}، فـــإذا رمزنـــا للجزء الأول بـــU_t والجزء الثاني بـ ε_t فان التعبير يصبح:

$$X_t = U_t + \varepsilon_t ...., t = 1,2,3,....... \qquad 1\text{-}1$$

١-٣-١ التمهيد الآسي الفردي Single Exponential Smoothing (SES)

كما قلنا سابقا فان U_t يمكن تمثيلها بمعادلة، فإذا كانت (U_t) تعبر عـــن كميـــة ثابتة ($a=U_t$)، وهذا يعني أن قيمة المتغير تتكون من ثابـــت مـــضاف إليـــه متغيـــر عشوائي:

$$X_t = a + \varepsilon_t \qquad 2\text{-}1$$

وفي حالة توافر سلسلة من قيم المتغيرات فيكون لهذه السلسلة متوسط ثابـــت ، تتقلب هذه القيم حوله صعودا ونزولا ولغرض التنبؤ بقيمة التمهيد الآسي الفـــردي ، فالمعادلة الأصلية للتمهيد الآسي هي:

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1-\alpha) F_t .... \qquad 3\text{-}1$$

إذ إن :

F_{t+1}: قيمة المشاهدة المتنبأ بها لمدة قادمة.

X_t: قيمة المشاهدة للمدة الحالية.

F_t: قيمة المشاهدة المتنبأ بها للمدة الحالية.

α : ثابت التمهيد وتتراوح قيمته بين الصفر والواحد. $0 \le \alpha \le 1$

وتستخدم هذه الطريقة عندما تكون البيانات مستقرة أي لا يوجد فيهـــا نمـــط الموسمية أو الدورية، ولا تاخذ إتجاهاً معيناً عند رسمه.

ومن المعادلة (1-3) يمكننا ان نلحظ أيضا بأن التنبؤ الجديد F_{t+1} مقيد على ما يأتي:

١. المشاهدة للمدة الحالية بوزن α

٢. المتنبأ بها للمدة الحالية بوزن $(1-\alpha)$.

وسميت هذه الطريقة بالتمهيد الآسي (ES)، لان معناه يتضح أكثر بعد إحلال (F_t) إلى مركباتها من المعادلة (1-3) اذ ان

$$F_t = \alpha X_{t-1} + (1-\alpha) F_{t-1} .... \quad ..... \qquad 4\text{-}1$$

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1-\alpha)\{\alpha X_{t-1} + (1-\alpha) F_{t-1}\} .... \quad . \qquad 5\text{-}1$$

$$F_{t+1} = \alpha X_t + \alpha(1-\alpha) X_{t-1} + (1-\alpha)^2 F_{t-1} .... \qquad 6\text{-}1$$

ثم وبالطريقة نفسها نحلل (F_{t-1}) إلى مركباته وهكذا نحصل على ما يأتي:

$$F_{t-1} = \alpha X_t + \alpha(1-\alpha)X_{t-1} + \alpha(1-\alpha)^2 X_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^3 X_{t-3} + ...$$
$$........+ \alpha(1-\alpha)^{N-1} X_{t-(N-1)} \qquad 7\text{-}1$$

يتبين من المعادلة (7-1) تأثير قيم المشاهدات السابقة يقل أسياً مع الزمن ، أي ان الترجيح المعطي لكل مشاهدة من المشاهدات الماضية يقل أسياً مع قدم تلــك المشاهدة، ويمكن توضيح ذلك في الجدول ١ على فرض أن α =0.2, 0.4, 0.8 .

الجدول ١

الوزن المرجح لـــ X_t	الوزن	α =0.2	α =0.4	α =0.8
Xt	α	0.2	0.4	0.8
X_{t-1}	$\alpha(1-\alpha)$	0.16	0.24	0.16
X_{t-2}	$\alpha(1-\alpha)^2$	0.128	0.144	0.032
X_{t-3}	$\alpha(1-\alpha)^3$	0.1024	0.0864	0.0064
X_{t-4}	$\alpha(1-\alpha)^4$	0.00512	0.05184	0.00128

تبقى المشكلة في حساب قيمة (F_t) الابتدائية، لان وكما في المعادلة (1-3) فان F_{t+1} يعتمد في حسابه على X_1 و F_1 فمثلاً

$$F_2 = \alpha X_1 + (1-\alpha)F_1$$

والمشكلة هي كيفية حساب قيمة F_1 ، من هنا توجد اكثر من طريقــة لحــساب القيمة الابتدائية لمعادلة التنبؤ F_1 وكما يأتي:

١. Yن القيمة الابتدائية لمعادلة التنبؤ باستخدام (SES) هو بأخذ معدل المــشاهدات الحقيقية أو التاريخية لـــ X_t أي ان

ويستخدم هذا الأسلوب في الحالات التي تحتاج الجهة المعنية استخدام أسلوب التنبؤ(SES) بشكل سريع وليس استخدام الطريقة بوصفها دراسة لحالات مــستقبلية بعيدة المدى

$$F_1 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i \qquad 8\text{-}1$$

٢. إن القيمة الابتدائية للتنبؤ F_1 هي القيمة الابتدائية نفسها للمشاهدات الحقيقية X_1 هذا عندما تكون البيانات قليلة ومتقاربة

$$F_1 = X_1 \qquad 9\text{-}1$$

٣. إن قيمة F_1 هي معدل الربع الأول من المشاهدات الحقيقية لـــ X_1، ويــستخدم هذا الأسلوب للدراسات والبحوث المستقبلية، أي للدراسات بعيدة المدى.

$$F_1 = \frac{1}{(n/4)} \sum_{i=1}^{INT(n/4)} X_i \qquad 10-1$$

INT: Integer of (n/4)

١-٣-٢ ثابت التمهيد Smoothing Constant

إن اختيار قيمة ثابت التمهيد له أثر فعال لا نجاح إنموذج التنبؤ. وان اختيار قيمة الثابت تتراوح ما بين الصفر والواحد ، فتعتمد هذه القيمة على مقدار الترجيح الذي نود اعطاءه للتجربة الجديد فالقيمة العالية هي تعظيم للترجيح، فاذا كانت $(\alpha = 1)$ وبالرجوع إلى المعادلة (1-3)، فهذا يعني أننا نريد اعطاء كل الترجيح للقيمة الاخيرة ، في حين نهمل المعدل القديم . أما إذا كانت $(\alpha = 0.5)$، فهذا يعطي مؤشراً بانه علقت أهمية كبيرة على الاستهلاك الحقيقي الاخير.

أما إذا كانت $(\alpha = 1)$، فهذا يعنى أهمال القيمة الاخيرة، بعبارة اخرى يمكن القول إن ثابت التمهيد العالي يؤدي إلى كون إنموذج التنبؤ سريع الاستجابة، ولكن عديم الاستقرار، وبعكسه فان ثابت الواطئ يؤدي إلى بطء في الاستجابة مع استقرار الانموذج(*). ولتحديد قيمة ثابت التمهيد يمكن استخدام خطأ التنبؤ بوصفه مقياساًلاختبار ثابت التمهيد . وخطأ التنبؤ له متوسط صفري وانحراف معياري مقداره (σ_e).

$$e_t = X_t - F_t \qquad 11-1$$

و بما أن خطأ التنبؤ يمكن ان يكون سالبا أو موجبا فيمكن التغلب على ذلك ومعالجته بطريقة رياضية سليمة ، وذلك بتربيعه، ولغرض الحصول على قياس موحد مع البيانات الاخرى فان ذلك يتطلب حساب متوسط مجموع مربعات الخطأ ، وطالماوأحدة هذا القياس هي مربعات وحدات القيم الاصلية ، فبالامكان حساب مقياس جديد عن طريق ايجاد الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الخطأ ويرمز له بالرمز (MSE) Mean Square Error إذ Yن

$$MSR = \sqrt{\frac{1}{n} \sum e_i^2} \qquad 12-1$$

واستناداً إلى ذلكيتم تبديل ثابت التمهيد في ضمن مدى معقول ، ثم يختار الثابت الذي يؤدي إلى اقل جذر تربيعي لمتوسط مربعات الخطأ.

١-٣-٣ خطأ التنبؤ Forecasting Error

بغض النظر عن الطريقة التي تستخدم للوصول إلى التنبؤ بقيمة (X) للمدة أو للمدالقادمة فان القيم الحقيقية ستبق مختلفة عن القيم المتنبأ بها بعض الشيء ، إما بالزيادة أو بالنقصان ولكي نتوصل إلى تقدير هذا الخطأ نستخدم بما يسمى بخطأ

التنبؤ، وهو عبارة عن الفرق بين القيمة الحقيقية (X_t) والقيمة التنبؤية (F_t) كما هي محتسبة في المدة $(t+1)$ و كما في المعادلة (1-11).

ولكي نتوصل إلى قيم تنبؤية مساوية إلى القيم الحقيقية ، فانه يجب أن يكون الفرق بين القيم الحقيقية والتنبؤية مساوية للصفر . غير أن الواقع هو على غير ذلك، اذ إن قيم (e_t) لا يمكن ان تعرف مسبقا ما لم تعرف قيمة (F_t)، وقد وجد أن خطأ التنبؤ (e_t) يتوزع طبيعياً [3}، أي ان التوزيع الاحتمالي لـ (e_t) يتبع التوزيع الطبيعي، ولتحديد معالم هذا التوزيع يجب معرفة كل من المتوسط و التباين (أو بالتالي الانحراف المعياري).

وتباين الخطأ لإنموذج التنبؤ (التمهيد الآسي الفردي) هو:

$$\sigma_e^2 = \frac{2}{2-\alpha}\sigma_\varepsilon^2 \qquad 13-12$$

اذ ان (σ_ε^2) هو تباين المتغير العشوائي، ولحساب تباين الخطأ (σ_e^2) من المعادلة (1-13) يجب تحديد (σ_ε^2)وهذا الاخير غير معروف ايضاً، لذا سنستخدم العلاقة العددية الموجودة بين متوسط الانحراف المطلق Mean absolute deviation (MAD) والانحراف المعياري Stander deviation لتقدير قيمة (σ_ε^2)، وان هذه العلاقة [3] تصلح لإنموذج التنبؤ (التمهيد الآسي الفردي)

$$\sigma_t = 1.25MAD_t \qquad 14-1$$

ومتوسط الانحراف المطلق هو عبارة عن مجموع الانحرافات المطلقة مقسومة على عدد الأخطاء أي:

MAD=(Sum of absolute Error)/(No. Of. . Error) 15-1

ان اغلب المنشآت والجهات المعنية تفضل استخدام متوسط الانحراف المطلق للحصول على الانحراف المعياري للأسباب آلاتية :

١. طريقة حسابه ابسط
٢. متوسط الانحرافات المطلقة يمكن أن يلائم طريقة التمهيد الآسي إذ إنه يمكن الحصول على تقدير لمتوسط الانحرافات المطلقة باستخدام طريقة التمهيد الآسي الفردي وبالشكل الآتي:

$$MAD_{t+1} = \alpha|e_t| + (1-\alpha)MAD_t \qquad 16-1$$

٣. متوسط الانحرافات المطلقة تكون تقديرا لخطأ التنبؤ لمدة التنبؤ القادمة.

٤. متوسط الانحرافات المطلقة تكون قيمة متوسطة لتقارب أو تباعد التنبؤات عند استعمال إنموذج التنبؤ المناسب.

٥. متوسط الانحرافات المطلقة تكون كذلك مقدار متوسط نفاد الخزين إذا لم يستعمل خزين الأمان.

في المعادلة (1-16) يقع الإشكال في إيجاد القيمة الأولى لـ MAD، ولإيجاد القيمة الابتدائية لـ MAD نتبع الأسلوب نفسه الذي اتبعناه لإيجاد قيمة (F_1) كما موضح في نهاية الفقرة (1-3-1) ولكن هنا نأخذه بالنسبة لمطلق الأخطاء.

٤ - ١ تحديد مستوى إعادة الطلب عندما يكون الطلب متغيراً ومدة الانتظار ثابتة

Reorder Level Required When Demand is Variable and Lead-Time is Fixed.

تتمثل هذه الحالة في ان الاستهلاك في وحدة الزمن يتبع توزيعاً احتمالياً معلوماً ذا متوسط وانحراف معياري (μ,σ) بالتعاقب، وطول مدة الانتظار تكون ثابتة، ومن ثم يكون ($\sigma_L = 0$) وان مستوى إعادة الطلب يساوي الحد الأقصى للاستهلاك المنطقي المتوقع خلال مدة الانتظار، وهذا الحد يمكن عده مكونا من مقدارين، مقدار إضافي يحدث فقط عندما يكون الاستهلاك خلال فترة الانتظار أكثر من ا لمعدل، إن هذا المقدار الإضافي من الخزين (يندمج بوصفه جزءاً من مستوى إعادة الطلب) وضع ليحول دون نفاد الخزين في حالة زيادة الاستهلاك عن معدله، ويعرف بالخزين الاحتياطي.

مستوى إعادة الطلب = معدل الاستهلاك خلال مدة الانتظار + الخزين الاحتياطي.

ففي حالة كون الاستهلاك في وحدة الزمن يتبع التوزيع الطبيعي عند مستوى إعادة الطلب يمكن التعبير عنه رياضياً بالشكل الاتي :

$$\text{RoL} = \mu_L + K\sigma_L \qquad 17\text{-}1$$

ROL: مستوى إعادة الطلب Reorder Level.

μ_L : معدل الاستهلاك خلال مدة الانتظار Demand during lead-time

σ_L : الانحراف المعياري للطلب خلال مدة الانتظار Stander deviation during lead-time

L: مدة الانتظار Lead time

K: معامل الامان Safety factor.

اذ إن K (معامل الامان) هو القيمة المعيارية للطلب المتوقع خلال مدة الانتظار، وقيمتها هي التي تحدد مستوى إعادة الحماية ، اذ يمكن الحصول على زيادة بالاحتمالات المقترنة لنفاد الخزين، أو مستوى إعادة الحماية من جداول التوزيع الطبيعي.

١ - ٥ تحديد رصيد الأمان عندما تكون مدة الانتظار ثابتة والطلب متغيراً

Safety Stock Required When Demand is Variable and Lead Time is Fixed

تتمثل هذه الحالة في ان الاستهلاك يتبع توزيعا احتمالياً معلومـاً ذا متوسـط وانحراف معياري (μ,σ) بالتعاقب وان طول مدة الانتظار تكون ثابتة ، ولكي نتمكن من تحديد رصيد الأمان لابد من ان يكون احتمال نفاد الخزين خلال مدة الانتظـار لا يزيد عن مقدار احتمالي محدد مقداره K. ففي حالة كون الاستهلاك فـي وحـدة الزمن يتبع على وجه التقريب التوزيع الطبيعي عندئذ فان رصـيد الأمـان يمكـن التعبير عنه رياضياً بالشكل الاتي:

$$X_L \approx N(\mu_L, \sigma^2 L) \qquad 18\text{-}1$$

$$P_r\{X_L \geq SS+SS_L\} \leq K \qquad 19\text{-}1$$

اذ إن

X_L : الطلب خلال مدة الانتظار .Demand during lead time

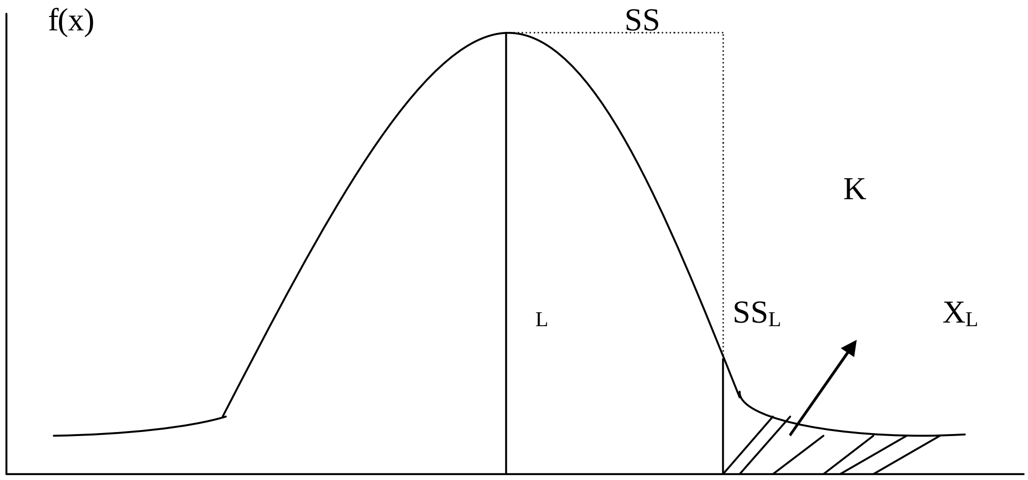
μ_L : معدل الطلب خلال مدة الانتظار Average of Demand during lead-time

σ_L : الانحراف المعياري خلال مدة الانتظـار Standerd Deviation of Demand During Lead-Time

SS : رصيد الأمان Safety Stock

SS_L : رصيد الأمان خـلال مـدة الانتظـار Safety stock Demand Luring lead Time

إن المعادلة (1-19) تعني مقدار الطلب على المادة فيما إذا تجاوزت مـستوى إعادة الطلب خلال مدة الانتظار ففي هذه العملية يجب ان يكون احتمال حـصولها على أقل مقدار محدد، وهو K و كما موضح في الشكل ١.



الشكل ١

$$SS_L \cong \mu_L$$

$$Pr\left\{X_L \geq SS + SS_L\right\} \leq K$$

$$Pr\left\{X_L - \mu_L \geq SS\right\} \leq K$$

$$\therefore Pr\left\{\frac{X_L - \mu_L}{\sigma_L} \geq \frac{SS}{\sigma_L}\right\} \leq K \qquad 20-1$$

اذ ان قيمة (K) تؤخذ من جدول التوزيع الطبيعي القياسي، وتسمى المعادلة (21-1) بمعادلة القياسي الطبيعي Normalized Standard.

والذي يعنينا من المعادلة هو SS ، فيمكن اختصار المعادلة (20-1) بالشكل الآتي:

$$Pr\left\{\frac{SS}{\sigma_L}\right\} \leq K$$

$$\therefore SS = \sigma_L * K \qquad 21-1$$

الجانب التطبيقي

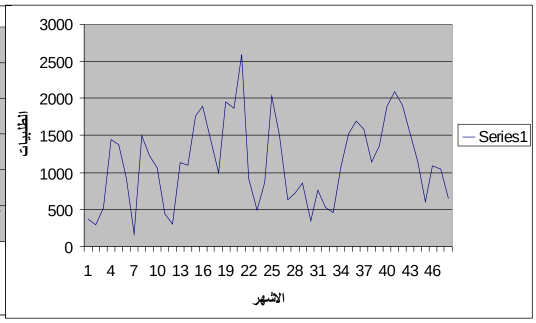
٢ - ١ المقدمة

قبل البدء بجمع البيانات كان لابد من فهم آلية العمل المتبعة سواء في قسم التجهيزات والمتعلق بفترات التجهيز وقسم المخازن المتعلق بالطلبيات (الاستهلاكات) وذلك بشكل تفصيلي قبل الخوض في جمع البيانات . اذ تقسم عملية

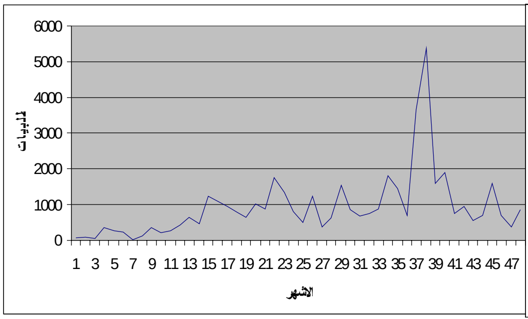
جمع البيانات إلى قسمين ، قسم متعلق بالفترات الزمنية التي تستغرقه المــادة لحــين وصولها إلى المخازن بدءً من امــر تحريــر الطلــب بــالمواد ، والقــسم الآخــر الاستهلاكات اليومية، ومن ثم (الشهرية)في مخازن الشركة . اذ تــم اخــذ عينــة متكونة من خمس مواد سريعة الحركة ولمدة ٤سنوات من مخ ازن الشركة العامــة لتوزيع كهرباء بغداد - الرصافة ومن خلال التدقيق بالملفات والا ضابير والدراسات السابقة لدى الشركة ظهر بان مدة الانتظار تستغرق ٣ ثلاثة اشهر فقط وذلك مــن خلال تجهيز الشركة بالمواد من الأسواق المحلية والشركات الوطنية . بعبارة اخرى يمكن القول بأن مدة الانتظار في التجهيز من الأسواق المحليــة ثابتــة وطولهــا ٣ اشهر.

٢-٢ طريقة التمهيد الأسي الفردي (SES)

تستخدم عادة هذه الطريقة في التنبؤ عندما تذبذب الطلبيــات (الاســتهلاكات الشهرية للمواد فتتقر حول وسط معين ، بعبارة أخرى إن كميــات الاســتهلاكات الشهرية ترتفع في اشهر وتنخفض في اشهر اخرى حول معدل معين علــى مــدار السنة. ومن المعلوم هناك عدة طرائق للتنبؤ بالاعتماد على نوعيــة وتذبــذب البيانات كأن تكون هذه البيانات دورية او موسمية او ذات اتجاه معين ، والشكلان ٢ و ٣ يبينان استقرارية الطلبيات لبيانات حقيقية لمادتين من بين المواد الخمس.



الشكل ٢
تذبذب الطلبيات للمادة ١٤٤٢٢٤



الشكل ٣
تذبذب الطلبيات للمادة ٤٠٢٤٠٤

١-٢-٢ ثابت التمهيد

من الممكن الاستفادة من مقياس الجذر التربيعي لمتوسط مربعات خطأ التنبــؤ في اختيار ثابت التمهيد (α) مع الاخذ في الحسبان ان الخطأ لايحسب على اساس مة زمنية واحدة ، وانما عبر مدد عديدة، وبما ان خطأ التنبؤ يمكن ان يكون ســالبا أو موجبا فيمكن التغلب علية ومعالجته بطريقة رياضية سليمة وذلــك بتربيعــه ، اذ نحصل على مقياس جديد يسمى مربعات الخطأ ، وللحصول على قياس موحد مــع

اللاتي الاخرى ينبغي ان يحسب مربعات الخطأ ، ولما كانت وحدة هذا القياس هي مربع وحدات القيم الاصلية ، فيمكن حساب مقياس آخر لايجـاد الجـذر التربيعـي لمتوسط مربعات الخطأ ويرمز له بالرمز :M SE اذ

$$MSE = \sqrt{\frac{1}{n} e_i^2} \qquad 1-2$$

واستنادا إلى ذلك فقد تم الاعتماد على المقياس لا ختيار قيمة (α)، ويتم تبديل ثابت التمهيد (α) ضمن المدى المعقول وفي كل مرة تستخرج قيمة MSR وقيمـة التي تؤدي الى أصغر قيمة لـ MSE .

ومن خلال التجارب التي تمت على بيانات الطلبيات اتضح ان افـضل قيمـة لثابت التمهيد ($\alpha = 0.1$) لجميع المواد الخمس.

٢-٢-٢ معدل الطلب خلال فترة الانتظار Demand during Lead Time .

بالرجوع إلى معادلة التمهيد الآسي الفردي (SES) الرقم (3-1)

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1-\alpha) F_t .$$

وهنا يكمن الاشكال في ايجاد القيمة الابتدائية أو الاولى لمعادلة التمهيد الآسي المذكورة آنفاً (F_1)

اذ تم اعتماد قيمة (F_1) بأخذ معدل الربع الأول للطلبيات، و كما موضح فـي الفقرة ١-٣-١، ويستخدم هذا الأسلوب عند اخذ الدراسة حالة مستقبلية.

إذن بالإمكان وبسهولة تطبيق معادلة التمهيد الآسي الفـردي (SES)، وذلـك للتنبؤ لثلاث مدد قادمة، ومجموع هذه المدد تعد معدل الطلب خلال مـدة الانتظـار (μ_L).

٣-٣-٣-١-١-٣ الانحراف المعياري خلال فترة الانتظار

لاستخراج الانحراف المعياري خلال مدة الانتظار لابد أن نحسب أولا خطـأ التنبؤ(الفرق بين القيمة الحقيقية والمتنبأ بها) ومن ثم إيجاد متوسـط الانحرافـات المطلقة (MAD_t) بالاعتماد على المعادلة (1-16)

$$MAD_{t+1} = \alpha |e_t| + (1-\alpha) MAD_t$$

ان قيمة (α) هي ثابت التمهيد نفسهالتي تم اختيارها فـي معادلـة التمهيـد الآسي الفردي، أي إن ($\alpha = 0.1$)،يبقى الاشكال أيضاً في ايجاد القيمة الابتدائيـة لـ MAD وبالاسلوب نفسه الذي تم إيجاد قيمة (F_1) يتم إيجاد قيمة MAD_1 أي اخـذ معدل الربع الأول لمطلق الأخطاء، ويلاحظ من المعادلة السابقة أن لكل قيمة تنبؤية يقابلها قيمة لمتوسط الانحرافات المطلقة. إذن يساوي الانحراف المعيـاري (1.25) مضروباً في متوسط الانحرافات المطلقة ولكل مدة

$$\sigma_L = 1.25 * MAD_t$$

وبما ان مدة الانتظار ثابتة وتساوي ثلاثة اشهر (L=3) فان الانحراف المعياري خلال مدة الانتظار هو مجموع الانحرافات المعيارية لتلك المدد الثلاث القادمة.

ويمكن التعبير عنه بالمعادلة الآتية:

$$\sigma_L = \sum_{L=1}^{3} 1.25 MAD_{t+L}, \; t = 1,2,.........,n \qquad 2\text{-}2$$

t : عدد المشاهدات الكلية أو الطلبيات الأصلية.

L: مدة الانتظار

ويمكن ما تم ذكره رياضيا من إيجاد قيمة معدل الطلب والانحراف المعياري خلال فترة الانتظار من استخدام طريقة التمهيد الآسي الفردي (SES) عند قيمة ثابت التمهيد $(\alpha = 0.1)$ وللمادة المرقمة ٤٠٢٢٠٧٨ وكما مبين في الجدول ٢.

الجدول ٢

تطبيق طريقة SES على المادة المرقمة ٤٠٢٢٠٧٨

الاشهر t	الطلبيات X_t	القيمة التنبئية F_t	الاخطاء e_t	القيمة المطلقة للاخطاء $\lvert e_t \rvert$	MAD_t	$\sigma_t = 1.25 * MAD_t$
١	٦٦	٢٠٣,٧٥	١٣٧,٨-	١٣٧,٨	١٠٤,٦٦٧٣	١٣٠,٨٣٤
٢	٨٦	١٩١,٩٧٥	١٠٦-	١٠٦	١٠٤,٧٩٨	١٣٠,٩٩٨
٣	٤٤	١٧٧,١٧٧٥	١٣٣,٢-	١٣٣,٢	١٠٧,٦٣٦	١٣٤,٥٤٥
٤	٣٤٥	١٩٣,٩٥٩٨	١٥١,٠٤	١٥١,٠٤	١١١,٩٧٩٤	١٣٩,٩٧١
٥	٢٦٦	٢٠١,١٦٨٣	٦٤,٨٣٦	٦٤,٨٣٦	١٠٧,٢٦٢٤	١٣٤,٠٧٨
٦	٢٢١	٢٠٣,١٤٧٤	١٧,٨٥٣	١٧,٨٥٣	٩٨,٣٢١٤١	١٢٢,٩٠٢
٧	٢٥	١٨٥,٣٣٢٧	١٦٠,٣-	١٦٠,٣	١٠٤,٥٢٢٥	١٣٠,٦٥٣
٨	١٢٩	١٧٩,٦٩٩٤	٥٠,٧-	٥٠,٧	٩٩,١٤٠٢٢	١٢٣,٩٢٥
٩	٣٥٠	١٩٦,٧٢٩٥	١٥٣,٢٧	١٥٣,٢٧	١٠٤,٥٥٣٣	١٣٠,٦٩٢
١٠	٢١٤	١٩٨,٤٥٦٥	١٥,٥٤٣	١٥,٥٤٣	٩٥,٦٥٢٢٧	١١٩,٥٦٥
١١	٢٦٩	٢٠٥,٥١٠٩	٦٣,٤٨٩	٦٣,٤٨٩	٩٢,٤٣٥٩٦	١١٥,٥٤٥
١٢	٤٣٠	٢٢٧,٩٥٩٨	٢٠٢,٠٤	٢٠٢,٠٤	١٠٣,٣٩٦٤	١٢٩,٢٤٥
١٣	٦٥١	٢٧٠,٢٦٣٨	٣٨٠,٧٤	٣٨٠,٧٤	١٣١,١٣٠٤	١٦٣,٩١٣
١٤	٤٥٨	٢٨٩,٠٣٧٤	١٦٨,٩٦	١٦٨,٩٦	١٣٤,٩١٣٦	١٦٨,٦٤٢
١٥	١٢٥٠	٣٨٥,١٣٣٧	٨٦٤,٨٧	٨٦٤,٨٧	٢٠٧,٩٠٨٩	٢٥٩,٨٨٦
١٦	١١٠٣	٤٥٦,٩٢٠٣	٦٤٦,٠٤	٦٤٦,٠٤	٢٥١,٧٢٥٩	٣١٤,٦٥٧
١٧	٩٥٠	٥٠٦,٢٢٨٣	٤٤٣,٧٧	٤٤٣,٧٧	٢٧٠,٩٣٠٥	٣٣٨,٦٦٣

يتبع ⇐

ماقبله ⟸

١٨	٧٨٥	٥٣٤,١٠٥٤	٢٥٠,٨٩	٢٥٠,٨٩	٢٦٨,٩٢٦٩	٣٣٦,١٥٩
١٩	٦٤٠	٥٤٤,٦٩٤٩	٩٥,٣٠٥	٩٥,٣٠٥	٢٥١,٥٦٤٧	٣١٤,٤٥٦
٢٠	١٠٢٠	٥٩٢,٢٢٥٤	٤٢٧,٧٧	٤٢٧,٧٧	٢٦٩,١٨٥٧	٣٣٦,٤٨٢
٢١	٨٦٥	٦١٩,٥٠٢٩	٢٤٥,٥	٢٤٥,٥	٢٦٦,٨١٦٩	٣٣٣,٥٢١
٢٢	١٧٦١	٧٣٣,٦٥٢٦	١٠٢٧,٣	١٠٢٧,٣	٣٤٢,٨٦٩٩	٤٢٨,٥٨٧
٢٣	١٣٤٨	٧٩٥,٠٨٧٣	٥٥٢,٩١	٥٥٢,٩١	٣٦٣,٨٧٤٢	٤٥٤,٨٤٣
٢٤	٨١٠	٧٩٦,٥٧٨٦	١٣,٤٢١	١٣,٤٢١	٣٢٨,٨٢٨٩	٤١١,٠٣٦
٢٥	٥٠٠	٧٦٦,٩٢٠٧	٢٦٦,٩-	٢٦٦,٩	٣٢٢,٦٣٨١	٤٠٣,٢٩٨
٢٦	١٢٥٠	٨١٥,٢٢٨٧	٤٣٤,٧٧	٤٣٤,٧٧	٣٣٣,٨٥١٤	٤١٧,٣١٤
٢٧	٣٦٩	٧٧٠,٦٠٥٨	٤٠١,٦-	٤٠١,٦	٣٤٠,٦٢٦٩	٤٢٥,٧٨٤
٢٨	٦٢٠	٧٥٥,٥٤٥٢	١٣٥,٥-	١٣٥,٥	٣٢٠,١١٨٧	٤٠٠,١٤٨
٢٩	١٥٣٠	٨٣٢,٩٩٠٧	٦٩٧,٠١	٦٩٧,٠١	٣٥٧,٨٠٧٨	٤٤٧,٢٦
٣٠	٨٥٥	٨٣٥,١٩١٦	١٩,٨٠٨	١٩,٨٠٨	٣٢٤,٠٠٧٨	٤٠٥,٠١
٣١	٦٩٠	٨٢٠,٦٧٢٥	١٣٠,٧-	١٣٠,٧	٣٠٤,٦٧٤٣	٣٨٠,٨٤٣
٣٢	٧٥٠	٨١٣,٦٠٥٢	٦٣,٦١-	٦٣,٦١	٢٨٠,٥٦٧٤	٣٥٠,٧٠٩
٣٣	٨٦٥	٨١٨,٧٤٤٧	٤٦,٢٥٥	٤٦,٢٥٥	٢٥٧,١٣٦٢	٣٢١,٤٢
٣٤	١٧٩٥	٩١٦,٣٧٠٢	٨٧٨,٦٣	٨٧٨,٦٣	٣١٩,٢٨٥٥	٣٩٩,١٠٧
٣٥	١٤٥٠	٩٦٩,٧٣٣٢	٤٨٠,٢٧	٤٨٠,٢٧	٣٣٥,٣٨٣٧	٤١٩,٢٣
٣٦	٧١٠	٩٤٣,٧٥٩٩	٢٣٣,٨-	٢٣٣,٨	٣٢٥,٢٢١٣	٤٠٦,٥٢٧
٣٧	٣٦٧٢	١٢١٦,٥٨٤	٢٤٥٥,٤	٢٤٥٥,٤	٥٣٨,٢٤٠٨	٦٧٢,٨٠١
٣٨	٥٣٨٤	١٦٣٣,٣٢٦	٣٧٥٠,٧	٣٧٥٠,٧	٨٥٩,٤٨٤١	١٠٧٤,٣٦
٣٩	١٥٨٨	١٦٢٨,٧٩٣	٤٠,٧٩-	٤٠,٧٩	٧٧٧,٦١٥	٩٧٢,٠١٩
٤٠	١٩١٢	١٦٥٧,١١٤	٢٥٤,٨٩	٢٥٤,٨٩	٧٢٥,٤٣٢٢	٩٠٦,٦٧٨
٤١	٧٥٠	١٥٦٦,٤٠٢	٨١٦,٤-	٨١٦,٤	٧٣٤,٤٤٨٢	٩١٨,٠٦
٤٢	٩٥٠	١٥٠٤,٧٦٢	٥٥٤,٨-	٥٥٤,٨	٧١٦,٤٧٦٩	٨٩٥,٥٩٩
٤٣	٥٦٠	١٤١٠,٢٨٦	٨٥٠,٣-	٨٥٠,٣	٧٢٩,٨٦٠٢	٩١٢,٣٢٥
٤٤	٧١٠	١٣٤٠,٢٥٧	٦٣٠,٣-	٦٣٠,٣	٧١٩,٨٩٩٩	٨٩٩,٨٧٥
٤٥	١٥٨٨	١٣٦٥,٠٣٢	٢٢٢,٩٧	٢٢٢,٩٧	٦٧٠,٢٠٦٧	٨٣٧,٧٥٨
٤٦	٦٩٥	١٢٩٨,٠٢٨	٦٠٣-	٦٠٣	٦٦٣,٤٨٨٩	٨٢٩,٣٦١
٤٧	٣٦٥	١٢٠٤,٧٢٦	٨٣٩,٧-	٨٣٩,٧	٩٨١,١١٢٦	٨٥١,٣٩١
٤٨	٨٥٠	١١٦٩,٢٥٣	٣١٩,٣-	٣١٩,٣	٦٤٤,٩٢٦٦	٨٠٦,١٥٨
T+1		١٠٥٢,٣٢٨			٥٨٠,٤٣٤	٧٢٥,٥٤٢
T+2		١٠٥٢,٣٢٨				٧٢٥,٥٤٢
T+3		١٠٥٢,٣٢٨				٧٢٥,٥٤٢

من هنا فان معدل الطلب خلال مدة الانتظار μ_L والانحراف المعياري خلال فترة الانتظار σ_L هو مجموع الفترات المتنبأ بها بدءاً من (t+1,t+2,t+3) كلاً على

انفراد، فمن خلالبتطبيق الأسلوب السابق على المواد الاخرى نحصل على المعدل والانحراف المعياري للطلب خلال مدة الانتظار والجدول ٣ يوضح هذين المؤشرين لجميع المواد.

الجدول ٣
المعدل والانحراف المعياري للطلب خلال فترة الانتظار باستخدام طريق (SES)

ت	رمز المادة	معدل الطلب خلال فترة الانتظار μ_L	الانحراف المعياري للطلب خلال فترة الانتظار σ_L
١.	٤٠٢٢٠٧٨	٣١٥٧	٢١٧٧
٢.	٣٠٢٩٠٩٨	٤٩١	٤٦٤
٣.	٤٠٢٤٠٨٨	٣٥٩٩	١٩٨٥
٤.	١٤٤٢٣٤٤	١٥٦٣	٣٢٦
٥.	٤٠٢١٠٦٨	٧٥٠	٣٥٦

٢-٣ حساب مستوى إعادة الطلب ورصيد الأمان

٢-٣-١ مستوى إعادة الطلب

كما ذكرنا سابقا بان مدةالانتظار تكون ثابتة وطولها ثلاثة اشهر، والطلبيات تكون متغيرة ومستقرة في تذبذباتها.

وباستخدام طريقة التمهيد الآسي الفردي نستطيع إيجاد المعدل والانحراف المعياري للطلب خلال مدة الانتظار وبتطبيق المعادلة (17-1)

$$ROL = \mu_L + K\sigma_L$$

يمكننا بسهولة الوصول إلى مستوى إعادة الطلب والجدول ٤ يبين مستوى إعادة الطلب للمواد الخمس عند مستوى خدمة ٩٥% و ٩٠%.

الجدول ٤
مستوى إعادة الطلب

ت	رمز المادة	مستوى إعادة الطلب بالوحدات عند مستوى خدمة	
		%٩٠	%٩٥
١.	٤٠٢٢٠٧٨	٥٩٤٦	٦٧٢٧
٢.	٣٠٢٩٠٩٨	١٠٨٥	١٢٥٢
٣.	٤٠٢٤٠٨٨	٦١٤٣	٦٨٥٥
٤.	١٤٤٢٣٤٤	١٩٨١	٢٠٦٨
٥.	٤٠٢١٠٦٨	١٢٧٠	١٣٣٥

٣-٤-٢ رصيد الأمان (SS) Safety Stock

بما ان مدة الانتظار ثابتة و الطلب متغير ،وان معدل الطلب والانحراف المعياري يستخرج من خلال طريقة التمهيد الآسي الفردي SES. أذن يتوزع هذا المعدل والانحراف المعياري طبيعيا، وبتطبيق المعادلة (1-21) يمكننا إيجاد رصيد الأمان.

$$SS = \sigma_L * K$$

الجدول ٥

مستوى رصيد الامان للمواد الخمسة عند مستوى خدمة قدره ٠,٩٠ و ٠,٩٥.

ت	رمز المادة	رصيد الأمان بالوحدات عند مستوى خدمة	
		%٩٠	%٩٥
.١	٤٠٢٢٠٧٨	٢٧٨٩	٣٥٧٠
.٢	٣٠٢٩٠٩٨	٥٩٥	٧٦١
.٣	٤٠٢٤٠٨٨	٢٥٤٤	٣٢٥٦
.٤	١٤٤٢٣٤٤	٤١٨	٥٣٥
	٤٠٢١٠٦٨	٤٥٧	٥٨٤

٣-١ الاستنتاجات و التوصيات

٣-١-١ الاستنتاجات

١. من خلال الدراسة والتحليل اتضح أن الطلب (الاستهلاك) لمواد الاسواق المحلية تأخذ نمط الاستقرارية في تذبذباته، عليه فان افضل أسلوب للتنبؤ في مثل هكذا حالة هي طريقة التمهيد الآسي الفردي ، وان نتائج التمهيد الآسي الفردي على الطلبات (الاستهلاكات) للمواد موضوعة البحث تشير إلى أن هذه الطريقة يمكن الاعتماد عليها بوصفها أساساً للتنبؤ، ولايتوقع ان تعطي نتائج تبعد كثيرا عن الواقع.

٢. إن مدة الانتظار ثابتة ومقدارها ٣ أشهر من خلال تجهيز المواد من الأسواق المحلية أو الشركات الحكومية.

٣. عندما تكون مدة الانتظار ثابتة و يكون الطلب متغيراً لانحتاج إلى معرفة توزيع الطلب خلال مدة الانتظار، وبما أن نمط الطلب (الاستهلاك) مستقر، وأن الطريقة المستخدمة للتنبؤ هي التمهيد الآسي الفردي فإن المعدل والانحراف المعياري للطلب على وفق التمهيد الآسي الفردي يتوزعا توزيعا طبيعياً.

٣-١-٢ التوصيات

١. ان التوزيع الاحتمالي التي تم الحصول عليه في هذا البحث بوصفه توزيعاً احتمالياً للطلب خلال مدة الانتظار، ذو أهمية تطبيقية كبيرة يمكن للشركة العامة لتوزيع كهرباء بغداد استخدامها ، لأنها تعطي مرونة أكبر في السيطرة على الخزين وتحقيق أفضل النتائج بأقل وقت وأقل كلفة.

٢. ضرورة دراسة الطلب للحالات الأخرى غير الاعتيادية التي يكون تذبذبها غير مستقر والتي تفرزها الحالات الاستثنائية ومن ثم ينتج عنها توزيعات احتماليــة أخرى غير التي تم التطرق إليها في البحث، وكيفية معالجتها.

٣. العمل بشكل منتظم ومنسق بين الجهات ذات العلاقة في الــشركة مثــل قــسم المخازن وقسم تجارة الشؤون الخارجية ، وذلك لتقليل الوقت الذي يتم فيه توريد المواد من الخارج ، لأن ٣٠% (أقل أو أكثر) من مدة الانتظار تتم بالمخاطبــات والكتب الإدارية لحصول الموافقات الرسمية لاستيراد المواد.

٤. العمل بنظام السيطرة على الخزين المتعدد المواقع، وذلك للاســتفادة مــن رأس مال المستثمر، لأن لدى الشركة أكثر من موقع أو مخزن ، وهذه المخازن كبيرة جدا وتحتوي على مواد كثيرة .

المراجع

1. Axater, S., Continues Review Policies for Multi-level Inventory System With Stochastic Demand. Logistics of Production and Inventory, North Holland, Amsterdam, 1993.
2. Axsater, S., Inventory Control (Kluwer Academic Puplisher, Boston\ Dordrecht, London), 2000.
3. Brawn, M and Carlyle, W and Kempf, K, A Model Predictive Control Framework for Robust Management of Multi-Product-Multi–Echelon Demand Chemical and Material Engineering, Arizona State University, 2002.
4. Brown, R.G, Smoothing Forecasting and Predicting of Discrete Time Series. (Prentce Hall 1963), 1963.
5. John, A.L and Barny, A.P, Applied Management Science, California State University-Fullerton, 1998.