



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

اسم الكاتب: م.م. سرمد علوان صالح الدلوكى

رابط ثابت: <https://political-encyclopedia.org/library/3118>

تاريخ الاسترداد: 2025/06/06 11:08 +03

الموسوعة السياسية هي مبادرة أكاديمية غير هادفة للربح، تساعد الباحثين والطلاب على الوصول واستخدام وبناء مجموعات أوسع من المحتوى العلمي العربي في مجال علم السياسة واستخدامها في الأرشيف الرقمي الموثوق به لإغناء المحتوى العربي على الإنترنت.

لمزيد من المعلومات حول الموسوعة السياسية – Encyclopedia Political، يرجى التواصل على info@political-encyclopedia.org

استخدامكم لأرشيف مكتبة الموسوعة السياسية – Encyclopedia Political يعني موافقتك على شروط وأحكام الاستخدام

المتاحة على الموقع <https://political-encyclopedia.org/terms-of-use>

تم الحصول على هذا المقال من موقع مجلة تنمية الراذدين كلية الإدارة والاقتصاد / جامعة الموصل ورفده في مكتبة الموسوعة السياسية مستوفياً شروط حقوق الملكية الفكرية ومتطلبات رخصة المشاع الإبداعي التي يتضمن المقال تحتها.



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

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

المستخلص

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

إن الأساليب و الطرائق العلمية أصبحت شائعة الاستعمال في حل المشاكل الإدارية للتوصيل إلى القرارات الصحيحة بایجاد ال حلول المثلثى للمشاكل الإدارية التي تواجه الإدارة بمستويات مختلفة للتخطيط و السيطرة على الخزين .

تناول هذا البحث عدداً من الأدوات 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 تجنبًا لحالتين ، الأولى عدم تكدس المواد في المخازن بوصفه رأس مال مستثمر والثانية تجنبًا 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 هذا 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

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- 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 الكفؤ 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.

وتتناسب 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 للقدار الزمنية المعينة مقابل انخفاض معدل تكرار إصدار الطلبيات و نقص خطر العجز في المخزون.

من ناحية أخرى في إنقصاص المخزون يقلل من الاستثمار الرأساني لـ مدة الزمنية مقابل ارتفاع معدل تكرار إصدار الطلبيات وارتفاع خطر العجز في المخزون، ولاشك في أن الحكمة تقضي بتجنب 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.

٢- التنبؤ Forecasting

هو تقدير قيم المتغيرات لحالات لاتقع ضمن الوحدات المشاهدة المتاحة .
والتنبؤ لا يعد تخميناً أو حداً وإنما هي المعالجة الإحصائية للبيانات الماضية

لعطاء أي تقدير لحالة المتغيرات في الم ستقبل، و تعتمد هذه المعالجة الإحصائية على دراسة علمية تقوم على أساس وقواعد متعارف عليها.

فقد تدل الدراسة التنبؤية مثلا على نتائج 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:

تغير الاحتياجات التي لا يدور معدلها المتغير حول متوسط ثابت، أما إذا تذبذبت الاحتياجات حول متوسط ثابت فيمكن حساب الاحتياطي لمواجهة هذا التذبذب.

٢. طول مدة الانتظار أي المدة الازمة لوصول الطلبات ، ومن ثم إمكان تحقيق توازن بين التعويضات والاستهلاك ، إلا إذا كانت هناك تباينات الاستهلاك المتوقع خلال مدة مقبلة. ففي أثناء المدة الطويلة لوصول الطلبات قد تطرأ تغيرات على حالة الاستهلاك ومعنى ذلك أنه إذا لم تكن هناك تباينات عن الاستهلاك خلال هذه المدة فلن يتحقق التوازن بين التعويض والاستهلاك.

٣. هناك عامل آخر 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 أكبر في تقدير الخدمة.

هذه الاحتمالات كلها تتعلق بسياسة التخزين ، إذ 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 الأسني Exponential Smoothing

تعد طريقة التمهيد الأسني من أكثر أنواع الطرق الإحصائية المستعملة في مجال السيطرة على الخزين وذلك لأنها تتمتع بمميزات، تتمثل بالآتي:

١. طريقة حسابها سهلة.

٢. تكون حساسة للتغيرات في أي وقت.

٣. لا تحتاج إلى خزن كميات كبيرة من المعلومات.

وسنحاول في ما يأتي توضيح مفهوم التمهيد الأسني ولا سيما التمهيد الأسني الفردي (SES) ، إن المبدأ الإحصائي للتنبؤ لمتغير ما يستند إلى أن نمطاً متغيراً متكون من جزأين الأول: حتمي منظم خلال من

الذبذبات ويمكن التعبير عنه بمعادلة ، والجزء الثاني : متغير عشوائي احتمالي له توزيع معين بمتوسط صفر و انحراف معياري معين مقداره σ^2 ، فإذا رمنا للجزء الأول B_t والجزء الثاني $B_t + \epsilon_t$ فإن التعبير يصبح:

$$X_t = U_t + \epsilon_t, \dots, t = 1, 2, 3, \dots \quad 1-1$$

١-٣-١ التمهيد الأسوي الفردي (SES) Single Exponential Smoothing (SES)
كما قلنا سابقاً فإن U_t يمكن تمثيلها بمعادلة، فإذا كانت (U_t) تعبر عن كمية ثابتة (a) ، وهذا يعني أن قيمة المتغير تتكون من ثابت مضاد إليه متغير عشوائي:

$$X_t = a + \epsilon_t \quad 2-1$$

وفي حالة توافق سلسلة من قيم المتغيرات فيكون لهذه السلسلة متوسط ثابت ، تقلب هذه القيم حوله صعوداً ونزولاً ولعرض التنبؤ بقيمة التمهيد الأسوي الفردي فالمعادلة الأصلية للتمهيد الأسوي هي:

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha) F_t \dots \quad 3-1$$

إذ إن :

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

X_t : قيمة المشاهدة للمرة الحالية.

F_t : قيمة المشاهدة المتتبأ بها لمدة الحالية.

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

وتشتمل هذه الطريقة عندما تكون البيانات مستقرة أي لا يوجد فيها نمط الموسمية أو الدورية، ولا تأخذ إتجاهها معيناً عند رسماً.

ومن المعادلة (3-1) يمكننا أن نلاحظ أيضاً بأن التنبؤ الجديد F_{t+1} مقيد على ما

يأتي:

١. المشاهدة للمرة الحالية بوزن α

٢. المتتبأ بها للمرة الحالية بوزن $(1-\alpha)$.

وسُميّت هذه الطريقة بالتمهيد الأسوي (ES)، لأن معناه يتضح أكثر بعد إحلال (F_t) إلى مركباتها من المعادلة (3-1) إذ أن

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

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

$$F_{t+1} = \alpha X_t + \alpha(1-\alpha) X_{t-1} + (1-\alpha)^2 F_{t-1} \dots \quad 6-1$$

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

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

يتبيّن من المعادلة (7) تأثير قيم المشاهدات السابقة يقلّ أسيًا مع الزمن ، أي ان الترجيح المعطى لكل مشاهدة من المشاهدات الماضية يقلّ أسيًا مع قدم تلك المشاهدة، ويمكن توضيح ذلك في الجدول ١ على فرض أن $\alpha=0.2, 0.4, 0.8$.

الجدول ١

الوزن المرجح X_t	الوزن	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.4$	$\alpha = 0.8$
X_t	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، لأنّ وكما في المعادلة (3-1) فإن F_{t+1} يعتمد في حسابه على X_1 و F_1 فمثلاً

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

وال المشكلة هي كيفية حساب قيمة F_1 ، من هنا توجد أكثر من طريقة لحساب القيمة الابتدائية لمعادلة التنبؤ F_1 وكما يأتي:

١. إن القيمة الابتدائية لمعادلة التنبؤ باستخدام (SES) هو بأخذ معدل المشاهدات الحقيقية أو التاريخية لـ X_t أي ان ويستخدم هذا الأسلوب في الحالات التي تحتاج الجهة المعنية استخدام أسلوب التنبؤ (SES) بشكل سريع وليس استخدام الطريقة بوصفها دراسة حالات مستقبلية بعيدة المدى

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

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

$$F_1 = X_1 \quad 9-1$$

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

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

INT: Integer of (n/4)

١- ٣- ٣- ثابت التمهيد Smoothing Constant

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

أما إذا كانت ($\alpha = 1$)، فهذا يعني أهمال القيمة الأخيرة، بعبارة أخرى يمكن القول إن ثابت التمهيد العالي يؤدي إلى كون إنموذج التنبؤ سريع الاستجابة، ولكن عديم الاستقرار، وبعكسه فإن ثابت الواطئ يؤدي إلى بطء في الاستجابة مع استقرار الإنموذج^(*). ولتحديد قيمة ثابت التمهيد يمكن استخدام خطأ التنبؤ بوصفه مقياساً لاختبار ثابت التمهيد . وخطأ التنبؤ له متوسط صفرى وانحراف معياري مقداره (σ_e).

11-1

$$e_t = X_t - F_t$$

و بما أن خطأ التنبؤ يمكن ان يكون سالباً أو موجباً فيمكن التغلب على ذلك ومعالجته بطريقة رياضية سليمة ، وذلك بتربيعه، ولعرض الحصول على قياس موحد مع البيانات الأخرى فان ذلك يتطلب حساب متوسط مجموع مربعات الخطأ ، وطالها واحدة هذا القياس هي مربعات وحدات القيم الأصلية ، وبالإمكان حساب مقياس جديد عن طريق ايجاد الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الخطأ ويرمز له بالرمز Y Mean Square Error (MSE) إذ

12 - 1

$$\text{MSR} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum e_i^2}$$

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

١- ٣- ٣- خطأ التنبؤ Forecasting Error

بعض النظر عن الطريقة التي تستخدم للوصول إلى التنبؤ بقيمة (X) للمرة أو للمرة القادمة فان القيم الحقيقية ستكون مختلفة عن القيم المتباينة بها بعض الشيء ، إما بالزيادة أو بالنقصان ولكي نتوصل إلى تقدير هذا الخطأ نستخدم بما يسمى بخطأ

التتبؤ، وهو عبارة عن الفرق بين القيمة الحقيقية (X_t) والقيمة التنبؤية (F_t) كما هي محاسبة في المدة ($t+1$) و كما في المعادلة (11-1). ولكي نتوصل إلى قيم تنبؤية مساوية إلى القيم الحقيقية ، فإنه يجب أن يكون الفرق بين القيم الحقيقية والتنبؤية مساوية للصفر . غير أن الواقع هو على غير ذلك، إذ إن قيم (e_t) لا يمكن ان تعرف مسبقاً ما لم تعرف قيمة (F_t)، وقد وجد أن خطأ التتبؤ (e_t) يتوزع طبيعيا^[٣]، أي ان التوزيع الاحتمالي لـ (e_t) يتبع التوزيع الطبيعي، ولتحديد معالم هذا التوزيع يجب معرفة كل من المتوسط والتباين (أو بالتالي الانحراف المعياري).

وتباين الخطأ لنموذج التتبؤ (التمهيد الأسوي الفردي) هو:

$$\sigma_e^2 = \frac{2}{2-\alpha} \sigma_\epsilon^2$$

13 - 12

اذ ان (σ_e^2) هو تباين المتغير العشوائي، ولحساب تباين الخطأ (σ_e^2) من المعادلة (13-1) يجب تحديد (σ_e^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_e^2)، وان هذه العلاقة^(٣) تصلح لنموذج التتبؤ (التمهيد الأسوي الفردي)

$$\sigma_t = 1.25 \text{MAD}_t$$

14 - 1

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

$$\text{MAD} = (\text{Sum of absolute Error}) / (\text{No. Of. . Error}) \quad 15-1$$

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

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

$$\text{MAD}_{t+1} = \alpha |e_t| + (1-\alpha) \text{MAD}_t \quad 16-1$$

٣. متوسط الانحرافات المطلقة تكون تقديرًا لخطأ التتبؤ لمدة التتبؤ القادمة.

٤. متوسط الانحرافات المطلقة تكون قيمة متوسطة لتقرب أو تباعد التباينات عند استعمال إنموج التباين المناسب.

متوسط الانحرافات المطلقة تكون كذلك مقدار متوسط نفاذ الخزين إذا لم يستعمل خزین الأمان.

في المعادلة (16-1) يقع الإشكال في إيجاد القيمة الأولى لـ MAD ، وإيجاد القيمة الابتدائية لـ MAD نتبع الأسلوب نفسه الذي اتبناه لإيجاد قيمة (F_1) كما موضح في نهاية الفقرة (1-3-1) ولكن هنا نأخذ 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 أن الاستهلاك في وحدة الزمن يتبع توزيعاً احتمالياً معلوماً ذا متوسط وانحراف معياري (μ, σ) يالتعاقب، وطول مدة الانتظار تكون ثابتة، ومن ثم يكون $(0 = \sigma_L)$ وأن مستوى إعادة الطلب يساوي الحد الأقصى للاستهلاك المنطقي المتوقع خلال مدة الانتظار، وهذا الحد يمكن عده مكوناً من مقدارين، مقدار إضافي يحدث فقط عندما يكون الاستهلاك خلال فترة الانتظار أكثر من المعدل، إن هذا المقدار الإضافي من الخزين (يندمج بوصفه جزءاً من مستوى إعادة الطلب) وضع ليحول دون نفاذ الخزين في حالة زيادة الاستهلاك عن معدله، ويعرف بالخزين الاحتياطي.

مستوى إعادة الطلب = معد الاستهلاك خلال مدة الانتظار + الخزين الاحتياطي.
ففي حالة كون الاس تهلاك في وحدة الزمن يتبع التوزيع الطبيعي عند مستوى إعادة الطلب يمكن التعبير عنه رياضياً بالشكل الآتي :

$$RoL = \mu_L + K\sigma_L$$

17 - 1

. Reorder Level ROL

μ_L : معد 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 لنفاذ الخزين، أو مستوى إعادة الحماية من جداول التوزيع الطبيعي.

١- 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 أن الاستهلاك يتبع توزيعاً احتمالياً معلوماً ذا متوسط وانحراف معياري (μ, σ). يالتعاقب وان طول مدة الانتظار تكون ثابتة ، ولكي نتمكن من تحديد رصيد الأمان لابد من ان يكون احتمال نفاد الخزين خلال مدة الانتظار لا يزيد عن مقدار احتمالي محدد مقداره K. ففي حالة كون الاستهلاك في وحدة الزمن يتبع على وجه التقرير التوزيع الطبيعي عندئذ فان رصيد الأمان يمكن التعبير عنه رياضياً بالشكل الآتي:

$$X_L \approx N(\mu_L, \sigma^2 L) \quad 18-1$$

$$\Pr\{X_L \geq SS + SS_L\} \leq K \quad 19-1$$

اذ إن

X_L : الطلب خلال مدة الانتظار.

μ_L : معدل الطلب خلال مدة الانتظار

σ_L : الانحراف المعياري خلال مدة الانتظار

During Lead-Time

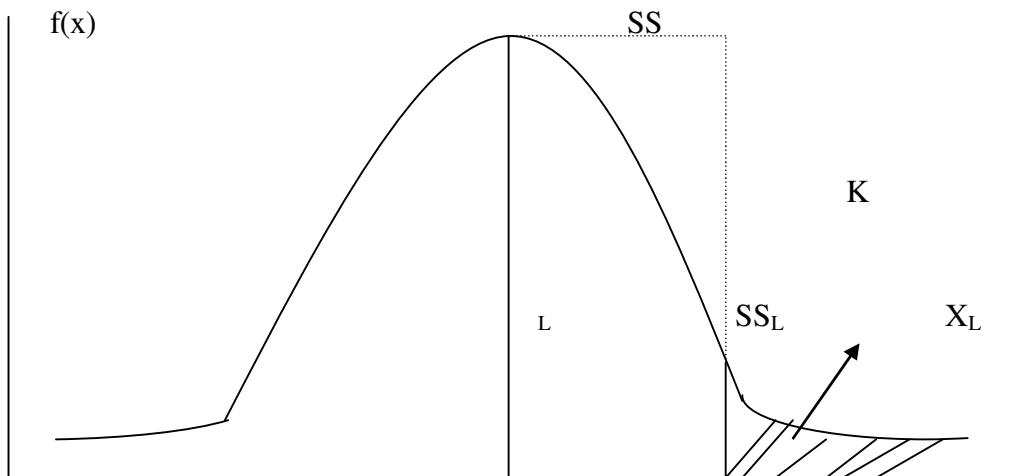
Safety Stock

SS : رصيد الأمان

SS_L : رصيد الأمان خلال مدة الانتظار

Time

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



الشكل ١

$$\begin{aligned}
 SS_L &\equiv \mu_L \\
 \Pr \left\{ X_L \geq SS_L \right\} &\leq K \\
 \Pr \left\{ X_L - \mu_L \geq SS_L \right\} &\leq K \\
 \therefore \Pr \left\{ \frac{X_L - \mu_L}{\sigma_L} \geq \frac{SS_L}{\sigma_L} \right\} &\leq K
 \end{aligned} \quad 20 - 1$$

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

والذى يعنيها من المعادلة هو SS ، فيمكن اختصار المعادلة (20-1) بالشكل الآتى:

$$\Pr \left\{ \frac{SS}{\sigma_L} \right\} \leq K \quad 21 - 1$$

$$\therefore SS = \sigma_L * K$$

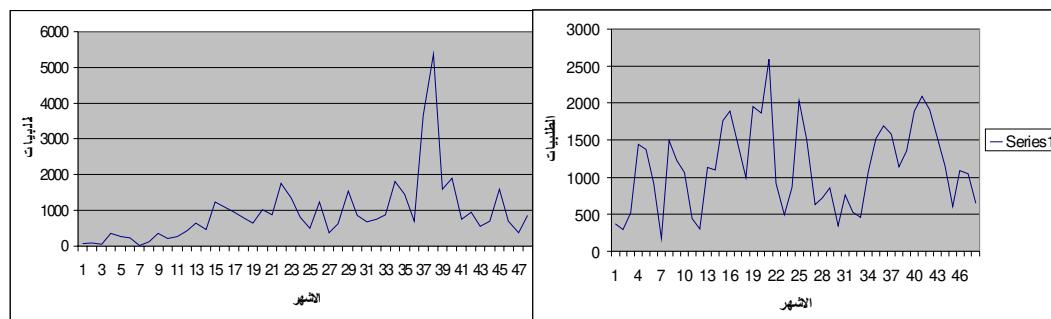
الجانب التطبيقي ٢ - المقدمة

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

جمع البيانات إلى قسمين ، قسم متعلق بالفترات الزمنية التي تستغرقه المادة لحين وصولها إلى المخازن بدءً من أمر تحرير الطلب بالمواد ، والقسم الآخر الاستهلاكات اليومية، ومن ثم (الشهرية) في مخازن الشركة . إذ تم اخذ عينة مكونة من خمس مواد سريعة الحركة ولمدة ٤ سنوات من مخازن الشركة العامة لتوزيع كهرباء بغداد - الرصافة ومن خلال التدقيق بالملفات والا ضابير والدراسات السابقة لدى الشركة ظهر بان مدة الانتظار تستغرق ٣ ثلاثة اشهر فقط وذلك من خلال تجهيز الشركة بالمواد من الأسواق المحلية والشركات الوطنية . بعبارة أخرى يمكن القول بأن مدة الانتظار في التجهيز من الأسواق المحلية ثابتة وطولها ٣ اشهر.

٢- طريقة التمهيد الأسي الفردي (SES)

تستخدم عادة هذه الطريقة في التنبؤ عندما تذبذب الطلبيات (الاستهلاكات) الشهرية للمواد فتتقر حول وسط معين ، بعبارة أخرى إن كميات الاستهلاكات الشهرية ترتفع في أشهر وتختفي في أشهر آخرى حول معدل معين على مدار السنة. ومن المعلوم هنالك عدة طرائق للتنبؤ بالاعتماد على نوعية وتذبذبها، البيانات كأن تكون هذه البيانات دورية أو موسمية أو ذات اتجاه معين ، والشكلان ٢ و ٣ يبينان استقرارية الطلبيات لبيانات حقيقة لمادتين من بين المواد الخمس.



الشكل ٣
٤٠٢٤٠٤ تذبذب الطلبيات للمادة ١٤٤٢٢٤

٢- ثابت التمهيد

من الممكن الاستفادة من مقياس الجذر التربيعي لمتوسط مربعات خطأ التنبؤ في اختبار ثابت التمهيد (α) مع الاخذ في الحسبان ان الخطأ لا يحسب على اساس مدة زمنية واحدة ، وإنما عبر مدد عديدة، وبما ان خطأ التنبؤ يمكن ان يكون سالباً أو موجباً فيمكن التغلب عليه ومعالجته بطريقة رياضية سليمة وذلك بتربيعه ، اذ نحصل على مقياس جديد يسمى مربعات الخطأ ، وللحصول على قياس موحد مع

اللليلت الاخرى ينبغي ان يحسب مربعات الخطأ ، ولما كانت وحدة هذا القياس هي مربع وحدات القيم الاصلية ، فيمكن حساب مقياس آخر لايجاد الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الخطأ ويرمز له بالرمز M SE اذ

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

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 وقيمة التي تؤدي الى أصغر قيمة لـ MSE .

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

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 يمكن الاشكال في ايجاد القيمة الابتدائية او الاولى لمعادلة التمهيد الآسي المذكورة آنفاً (F_1)

اذ تم اعتقاد قيمة (F_1) بأخذ معدل الربع الأول للطلبيات، و كما موضح في الفقرة ١- ٣- ١ ، ويستخدم هذا الأسلوب عند اخذ الدراسة حالة مستقبلية. إذن بالإمكان وبسهولة تطبيق معادلة التمهيد الآسي الفردي (SES)، وذلك للتتبؤ لثلاث مدد قادمة، ومجموع هذه المدد تعد معدل الطلب خلال مدة الانتظار (μ_L) .

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

لاستخراج الانحراف المعياري خلال مدة الانتظار لابد أن نحسب أولا خطأ التباين (فرق بين القيمة الحقيقة والمتبأ بها) ومن ثم ايجاد متوسط الانحرافات المطلقة (MAD_t) بالاعتماد على المعادلة (1- 16)

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

ان قيمة (α) هي ثابت التمهيد نفسه الذي تم اختياره في معادلة التمهيد الآسي الفردي، أي إن ($\alpha = 0.1$)، يبقى الاشكال أيضاً في ايجاد القيمة الابتدائية لـ MAD وبالاسلوب نفسه الذي تم ايجاد قيمة (F_1) يتم ايجاد قيمة MAD_1 أي اخذ معدل الربع الأول لمطلق الخطاء، ويلاحظ من المعادلة السابقة أن لكل قيمة تنبؤية يقابلها قيمة لمتوسط الانحرافات المطلقة. إذن يساوي الانحراف المعياري (1.25) مضروباً في متوسط الانحرافات المطلقة وكل مدة

$$\sigma_L = 1.25 * MAD_t$$

وبما ان قملاننتظار 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:

$$\sigma_L = \sum_{L=1}^3 1.25 \text{MAD}_{t+L}, t=1, 2, \dots, n \quad 2-2$$

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 الأسوي 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

الشهر t	الطلبيات X_t	القيمة التنبؤية F_t	الاخطاء e_t	القيمة المطلقة للاخطاء $ e_t $	MAD_t	$\sigma_t = 1.25 * \text{MAD}_t$
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

ما قبله ←

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	٤٤٧,٣٦
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	٩٠٦,٧٧٨
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 L_u والانحراف المعياري خلال فترة الانتظار L_s هو مجموع الفترات المتبقية لها بدءاً من $(t+1, t+2, t+3)$ كلا على

انفراد، فمن خلال بتطبيق الأسلوب السابق على المواد الأخرى 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)

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

٢- ٣ حساب مستوى إعادة الطلب ورصيد الأمان

٢- ٣- ١- مستوى إعادة الطلب

كما ذكرنا سابقاً بأن مدة الانتظار تكون ثابتة وطولها ثلاثة أشهر، والطلبيات تكون متغيرة ومستقرة في ترتيباتها.

وباستخدام طريقة التمهيد الآسي الفردي نستطيع إيجاد المعدل والانحراف المعياري للطلب خلال مدة الانتظار وبتطبيق المعادلة (١-١٧)

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

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

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

٤- ٤- رصيد الأمان (SS) Safety Stock

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

$$SS = \sigma_L * K$$

الجدول ٥

مستوى رصيد الامان للمواد الخمسة عند مستوى خدمة قدره ٩٠، ٩٥ و ٩٩٪

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

٣- الاستنتاجات والتوصيات**٣- ١- الاستنتاجات**

١. من خلال الدراسة والتحليل اتضح أن الطلب (الاستهلاك) لمواد الاسواق المحلية تأخذ نمط الاستقرارية في تذبذباته، عليه فان افضل اسلوب للتتبؤ في مثل هكذا حالة هي طريقة التمهيد الأسني الفردي ، وان نتائج التمهيد الأسني الفردي على الطلبات (الاستهلاكات) للمواد موضوعة البحث تشير إلى أن هذه الطريقة يمكن الاعتماد عليها بوصفها أساساً للتتبؤ، ولا يتوقع ان تعطي نتائج تبعد كثيراً 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 ويكون الطلب متغيراً لاحتاج إلى معرفة توزيع الطلب خلال مدة الانتظار، وبما أن نمط الطلب (الاستهلاك) مستقر، وأن الطريقة المستخدمة للتتبؤ هي التمهيد الأسني الفردي فإن المعدل والانحراف المعياري للطلب على وفق التمهيد الأسني الفردي يتوزعاً توزيعاً طبيعياً.

٣- ٢- التوصيات

١. 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 مرنة 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 احتمالية أخرى غير التي تم التطرق إليها في البحث، وكيفية معالجتها.

العمل بشكل منتظم ومنتظم بين الجهات ذات العلاقة في الشركة مثل قسم المخازن وقسم تجارة الشؤون الخارجية ، وذلك لتقليل الوقت الذي يتم فيه توريد المواد من الخارج ، لأن ٣٠٪ أقل أو أكثر) من مدة الانتظار تتم بالمخاطبات والكتب الإدارية لحصول الموافقات الرسمية لاستيراد المواد.

٤. العمل بنظام السيطرة على الخزينة المتعدد الموقع وذلك للاستفادة من رأس مال المستثمر ، لأن لدى الشركة أكثر من موقع أو مخزن ، وهذه المخازن كبيرة جداً 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.