أساليب التنبؤ بالطلب قريب الأمد على مادة الدم

دراسة تطبيقية في المركز الوطني لنقل الدم

أ. م. د عباس علي العامري
قسم إدارة الأعمال- كلية الإدارة والاقتصاد
جامعة بغداد

م. م. نزار حبيب
قسم الاقتصاد- كلية الإدارة والاقتصاد
الجامعة المستنصرية

المستخلص[1]

تناول البحث الحالي موضوع التنبؤ بالطلب قريب الأمد على مادة الدم، وتمثلت مشكلته في ارتفاع حجم أخطاء عملية التنبؤ بالطلب في المركز الوطني لنقل الدم بسبب استخدام إدارة ذلك المركز للأسلوب غير المناسب للتنبؤ المتمثل بالنموذج البسيط، وتتجسد أهمية البحث من خلال التأثير الكبير لدقة التنبؤات على الأداء التشغيلي للمنظمات الصحية، وضرورة توفير مادة الدم بالكمية المطلوبة وفي الوقت المناسب. وقد عالجت الدراسات السابقة موضوع التنبؤ بالطلب قريب الأمد باستخدام نماذج السلاسل الزمنية لغرض الحصول على نتائج دقيقة، وذلك لاعتماد تلك النماذج على بيانات الطلب السابق الذي يفترض استقراره في الأمد القريب، وهدف البحث إلى محاولة تخفيض حجم أخطاء عملية التنبؤ بالطلب على وحدات الدم ومادة البلازما للمدة (٢٠٠٥ – ٢٠٠٧) من خلال استخدام ثلاثة نماذج كمية موسمية والمتمثلة بالنموذج المضاعف والإضافي ونموذج ونترز، واختيار النموذج الذي يحقق أقل مقدار من مقاييس خطأ التنبؤ المتمثلة في (متوسط مربع الخطأ، ومتوسط الانحراف المطلق، والمتوسط النسبي للخطأ المطلق).

أظهرت نتائج البحث تحقيق النموذج المضاعف لأقل مقدار من مقاييس خطأ التنبؤ عند استخدامه للتنبؤ بالطلب على وحدات الدم، وتحقيق النموذج الإضافي لأقل مقدار من تلك المقاييس عند استخدامه للتنبؤ بمادة البلازما، فيما تمثلت أهم التوصيات باستخدام تلك النماذج لإنجاز عملية التنبؤ بالطلب.

Abstract:

The current research deals with short term forecasting of demand on Blood material, and its' problem represented by increasing of forecast' errors in The National Center for Blood Transfusion because using inappropriate method of forecasting by Centers' management, represented with Naive Model. The importance of research represented by the great affect for forecasts accuracy on operational performance for health care organizations, and necessity of providing blood material with desired quantity and in suitable time. The literatures deal with subject of short term forecasting of demand with using the time series models in order to getting of accuracy results, because depending these models on data of last demand, that is being stable in short term. The aim of research is decreasing forecasting' errors of demand on blood units & plasma for period (2005-2007) through using three seasonal quantitative models for forecasting, these are multiplicative, additional, and Winters models, and choosing model that performs lowest amount from measures of forecast' errors, these are mean squired error, mean absolute deviation, and mean absolute percentage error.

The results of the research showed achievement the multiplicative model which is used in forecasting of demand of blood units, and the additive model which is used for plasma, to lowest amount of forecast' error, and the recommendation was using these models for forecasting of demand.

---

[1] بحث مستل من رسالة الماجستير للباحث (اختيار أساليب التنبؤ بالطلب قريب الأمد للمنتجات سريعة التلف - دراسة حالة في مصانع ألبان أبي غريب) / قسم إدارة الأعمال/ كلية الإدارة والاقتصاد/ جامعة بغداد / ٢٠٠٦.

المقدمة

تلعب عملية التنبؤ بالطلب على مستلزمات الرعاية الصحية دوراً مهماً في صناعة القرار في المنظمات الصحية، ولاسيما في مصارف الدم، الأمر الذي يؤدي إلى انعكاس أثارها على عملية تحديد الاحتياجات المستقبلية من مادة الدم الضرورية في دوام حياة المرضى.

وتقع معظم الدراسات السابقة المتعلقة بموضوع التنبؤ بالطلب ضمن الحقل الإحصائي، وقد تناولت تلك الدراسات الموضوع من خلال استخدام تقنيات إحصائية معقدة، ومن هذه الدراسات في البيئة العراقية دراسة (شمو ١٩٨٧) التي استخدمت تقنية بوكس- جنكنز ونماذج التمهيد الأسي والنماذج التحليلية لغرض التنبؤ بكمية الودائع الشهرية، فيما قارنت دراسة (البكري ١٩٨٩) بين تقنية بوكس- جنكنز ونموذج ونترز لغرض التنبؤ السنوي باستهلاك وإنتاج المشروبات الغازية، وأجرت دراسة (مهدي ١٩٩٤) مقارنة بين نماذج السلاسل الزمنية ونموذج الانحدار لغرض تقدير الطلب السنوي على الطاقة الكهربائية، أما دراسة (المخلافي ٢٠٠٠) فقد تناولت موضوع التنبؤ بإنتاجية العمل باستخدام دالة التحويل، ومن الدراسات في البيئة الأجنبية دراسة (Fildes, et al., 1997) التي استخدمت تقنية بوكس- جنكنز ونموذج الانحدار لغرض التنبؤ بالطلب على الغاز والماء على التوالي، ودراسة (Pereira, 2004) التي أجرت مقارنة بين نموذج ونترز ونموذج الشبكات العصبية ونموذج ARIMA لغرض التنبؤ بالطلب على كريات الدم الحمراء، فضلاً عن دراسة (Boppana & Chalasani 2007) التي استخدمت نماذج ماركوف لتحديد الكمية الملائمة من الدم المكتسب، وأشار بعض المفكرين في حقل التنبؤ ومنهم (Moon & Mentzer,1999) إلى ضرورة استخدام التقنيات الواضحة والمبسطة في إنجاز عملية التنبؤ، أما (Hanke & Wichern, 2005) فقد أشارا إلى إن استخدام التقنيات الإحصائية المعقدة في عملية التنبؤ لا يؤدي بالضرورة إلى الحصول على نتائج دقيقة، ولذلك جاء هذا البحث متناولاً الموضوع ضمن الحقل الإداري، ومستخدماً التقنيات الإحصائية الموسمية المبسطة والواضحة التي تؤدي إلى إنتاج التنبؤات الدقيقة، والمتمثلة بالنموذج المضاعف والإضافي ونموذج التمهيد الأسي الثلاثي أو نموذج ونترز.

وقد تمثلت مشكلة البحث في عدم استخدام إدارة المركز الوطني لنقل الدم للأسلوب المناسب للتنبؤ بالطلب على مادة الدم، الأمر الذي أدى إلى عدم تحقيق الموائمة الدقيقة بين حجم الطلب الفعلي وحجم الطلب المتوقع، وتتعلق أهميته بضرورة توفير التنبؤات الدقيقة بالطلب المتوقع على تلك المادة الحيوية، إذ تؤدي زيادة دقة التنبؤات إلى تطوير جودة أداء المنظمات الصحية وخدماتها المقدمة للمرضى، من خلال توفير تلك المادة لهم بالكمية والوقت المناسبين.

هدف البحث إلى تحديد نمط الطلب من أجل إجراء عملية مقارنة بين نتائج عملية التنبؤ به على وفق الأسلوب الذي تستخدمه إدارة المركز والمتمثل بالنموذج البسيط، مع نتائج تلك العملية باستخدام النماذج الكمية الموسمية الملائمة لذلك النمط، لغرض اختيار الأسلوب المناسب للتنبؤ بالطلب قريب الأمد على مادة الدم.

واشتملت الحدود المكانية للبحث على المركز الوطني لنقل الدم، فيما تمثلت الحدود الزمانية له بالمدة (٢٠٠٥-٢٠٠٧)، واختيرت مادة وحدات الدم (المكونة من كريات الدم الحمراء RBCs والبيضاء WBCs) ومادة البلازما عينةً له.

واستخدمت التقريرات الشهرية للمركز الوطني لنقل الدم والمقابلة مع السادة المسؤولين فيه لغرض الحصول على البيانات والمعلومات، واعتمدت مقاييس خطأ التنبؤ (المتوسط النسبي للخطأ المطلق (MAPE) ومتوسط مربع الخطأ (MSE) ومتوسط الانحراف المطلق (MAD)) لاختيار الأسلوب الملائم للتنبؤ بالطلب.

أظهرت نتائج البحث تحقيق النموذج المضاعف لأقل مقدار من مقاييس خطأ التنبؤ عند استخدامه للتنبؤ بالطلب على وحدات الدم، والنموذج الإضافي عند استخدامه للتنبؤ بمادة البلازما، فيما تمثلت أهم التوصيات باستخدام تلك النماذج لإنجاز عملية التنبؤ بالطلب.

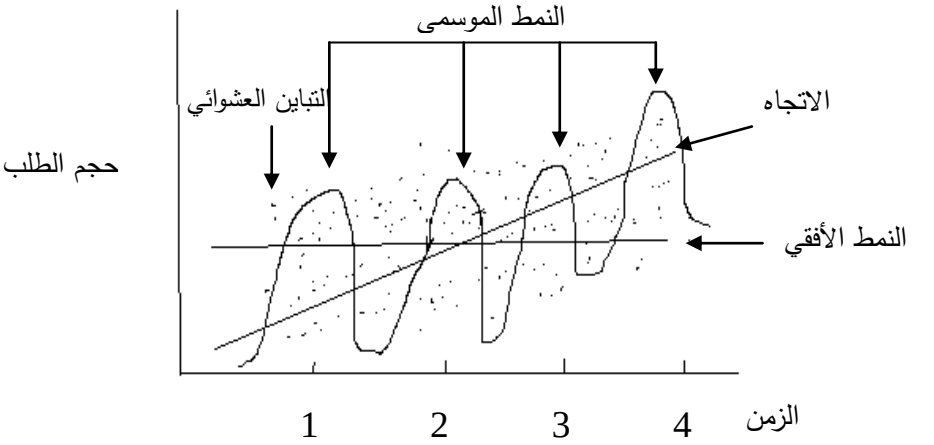
وقد تضمن البحث أربعة محاور، تعلق الأول بالجانب النظري للبحث، واشتمل المحور الثاني على منهجيته، فيما تعلق المحور الثالث بالجانب التطبيقي له، وأخيراً تضمن المحور الرابع الاستنتاجات والتوصيات.

المحور الأول/ الجانب النظري للبحث

١- **مفهوم الطلب والتنبؤ (Concept of Demand and Forecasting)**: يعرف الطلب بأنه (كمية السلع أو الخدمات التي يرغب الزبائن في الحصول عليها، وتكون لديهم القدرة على شرائها خلال مدة زمنية محددة، وتحت ظل مؤثرات اقتصادية معينة، مثل سعر السلعة، وأسعار السلع البديلة ومدى توافرها، وتوقعات التغير في الأسعار، ودخل المستهلك، وأذواق المستهلكين، ومصاريف الإعلان وغيرها من العوامل الأخرى).(Hirschey ,2003:66). أما التنبؤ فقد عرّف بأنه (فن وعلم التوقع لأحداث المستقبل) (Martinich, 1997:102)، أو هو (عملية معالجة البيانات التاريخية وتقديرها مستقبلاً باستخدام نموذج رياضي معين، أو هو عملية توقع ذاتي، أو قد يتضمن مزيجاً من كليهما، وهذا يعني بأنه نموذج رياضي يعدل عن طريق الحكم الشخصي الكفوء لمدير المنظمة).(Heizer & Render,1999:142)

٢- **أنماط الطلب (Demand Patterns)**: يستخدم مفهوم السلاسل الزمنية لتوضيح أنماط الطلب أو سلوك مكوناته، وتعرّف بأنها عبارة عن مجموعة من المشاهدات لمتغير معين، تحدث خلال مدد منتظمة، وتستخدم في كُلٍ من التحليلات التاريخية وتقديرات المستقبل (Schonberger & Knod,1994:150)، ويمكن تحديد هذه الأنماط من خلال الرسم البياني للسلوك السابق للطلب، وتتضمن النمط الأفقي المتمثل بالخط الأفقي الذي يبين عدم ظهور ارتفاع أو انخفاض واضح للسلاسل الزمنية خلال الوقت، وهذا يعني عدم وجود اتجاه معين للطلب (Anderson, et al., 1995: 176)، ونمط الاتجاه وهو الحركة الصاعدة أو النازلة للبيانات بشكل تدريجي خلال الزمن (Heizer & Render,2001:82)، والنمط الموسمي الذي يشير إلى التقلبات الموسمية في الطلب، وهي تقلبات منتظمة نسبياً وتحدث بسبب العوامل الطبيعية أو نتيجة التغير في السلوك البشري، والنمط الدوري الذي يوضح التغيرات الدورية بعيدة الأمد (أكثر من سنة) في اتجاهات البيانات حول خط الاتجاه، وأخيراً التباين العشوائي وهو التقلبات المتبقية في السلاسل الزمنية بعد حساب مكونات الطلب الأخرى (Shafer & Meredith,1998:274-275)، وتنجم هذه التقلبات غير المنتظمة بسبب تأثير العديد من العوامل التي يمكن تفسيرها أو قد تكون غير قابلة للتفسير، ويجب إزالتها من بيانات السلسلة كلما أمكن ذلك. (Stevenson,1999: 94). وقد يتضمن سلوك الطلب أكثر من نمط واحد في نفس الوقت،

ويمكن توضيح أنماط الطلب من خلال الشكل رقم (١) الآتي:



Source:(Chase, Richard B., Aqullano, Nicholas J. And Jacobs, F. Robert, Operations Management For Competitive Advantage, McGraw-Hill Irwin, U.S.A, 2001, P.P. 437)

٣- أساليب عملية التنبؤ بالطلب (Forecasting Methods of Demand): تصنف هذه الأساليب على وفق مدخلين أساسيين هما المدخل النوعي والمدخل الكمي للتنبؤ، ويمكن توضيح مضامين هذه المداخل كما يأتي:

أ- المدخل النوعي (Qualitative Approach): يعتمد هذا المدخل على استخدام التقديرات الذاتية لمتخذي القرار عند إعداد التنبؤات، لذلك تدعى الأساليب المتضمنة فيه بالأساليب الذاتية (Subjective)، أو الحكمية (Judgmental) (Dilworth,2000:122)، ويستخدم الحدس والخبرة الشخصية لمتخذي القرار لغرض الوصول إلى التنبؤات (Heizer&Render,2001:81)، وتستخدم الأساليب النوعية في حالات عدم توافر أو انخفاض حجم البيانات التاريخية الضرورية لإنجاز التنبؤات المتعلقة بظاهرة معينة، كذلك عندما تكون هنالك احتمالية عدم الاستقرار في الظروف البيئية أثناء إعداد التنبؤات، ولأغراض التنبؤات بعيدة الأمد أيضاً (أكثر من ثلاث سنوات) (Martinich,1997:107).

ب- المدخل الكمي[٢] (Quantitative Approach): يتضمن هذا المدخل استخدام بعض الصيغ الرياضية (Mathematical Formulas) لوضع التنبؤات، ولذلك فأن الأساليب المتضمنة في هذا المدخل تدعى بالأساليب الإحصائية (Statistical Methods) أو الموضوعية (Objective)، وتتضمن نماذج السلاسل الزمنية ونماذج الانحدار، وتعتمد هذه النماذج على توافر البيانات التاريخية اعتماداً رئيساً، بسبب افتراضها بوجود علاقة بين بيانات الماضي وأحداث المستقبل (Gaither & Frazier,1999:62)، ويستخدم المدخل الكمي لتطوير عملية التخطيط،

---

(٢) تتوافر تقنيات إحصائية متنوعة تستخدم في عملية التنبؤ بالطلب ومنها نماذج الانحدار الذاتي المتكامل بالمتوسطات المتحركة ARIMA Models، ونماذج بوكس- جنكنز Box – Jenkins Models، والنظم الخبيرة Expert Systems، والشبكات العصبية Neural Networks، والقياس الاقتصادي Econometric، والمحاكاة Simulations وغيرها، وقد تم استبعادها هنا كونها تتسم بالتعقيد، وتقع خارج نطاق إدارة الإنتاج والعمليات حسب رأي أغلب المفكرين والكتّاب في الحقل الإداري.

والمساعدة في صناعة قرارات إدارية منطقية (Lwaller,1999:230)، لغرض تجنب الأحكام المتحيزة لمتخذي القرار، وتبسيط المسائل المعقدة لأغراض التحليل، والحصول على نتائج التنبؤات بسرعة وبأقل كلفة (Vonderembse & White,1991:72)، وكذلك يستخدم هذا المدخل لأعداد التنبؤات قريبة الأمد (أقل من سنة).

وفيما يأتي توضيح لآلية عمل نماذج السلاسل الزمنية التي سوف يتم تطبيقها في الجانب العملي للبحث بسبب ملائمة استخدامها للتنبؤ بالطلب قريب الأمد على مادة الدم:

أولاً: النموذج البسيط (Naive Model): يفترض إن الطلب في المدة اللاحقة (الطلب المتوقع أو قيمة التنبؤ) سوف يكون مساوياً للطلب السابق (Heizer & Render,2001:84)، ويستخدم هذا النموذج في حال استقرار بيانات الطلب في المدد السابقة، ويمكن توضيح النموذج البسيط في المعادلة رقم (1). (Makridakis & Wheelwright,1989:60)

$$F_t = A_{t-1} \quad \ldots 1$$

إذ إن:

التنبؤ (الطلب المتوقع) للمدة $F_t = t$

المدة الحالية $= t$

الطلب الفعلي للمدة $A_{t-1} = t-1$

ثانياً: نموذج التمهيد الأسي الثلاثي (Triple Exponential Smoothing Model): ويدعى أيضاً بنموذج هولت-ونترز (Holt-Winters) أو نموذج ونترز، ويتضمن هذا النموذج حساب ثلاث معادلات ممهدة لغرض الوصول إلى قيمة التنبؤ، وهي تمهيد معدل السلسلة (Level)، وتمهيد الاتجاه (Trend)، وتمهيد الموسمية (Seasonality)، ويمكن توضيح آلية حساب هذا النموذج من خلال المعادلات رقم (٢) و(٣) و(4) و(5). (Makridakis & Wheelwright,1989:80)

$$S_t = \alpha \left(\frac{A_t}{I_{t-L}} \right) + (1-\alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad \ldots ٢$$

$$T_t = \beta (S_t - S_{t-1}) + (1-\beta) T_{t-1} \quad \ldots ٣$$

$$I_t = \gamma \left(\frac{A_t}{S_t} \right) + (1-\gamma) I_{t-L} \quad \ldots ٤$$

$$FITS_{t+m} = (S_t + T_t m) I_{t-L+m} \quad \ldots ٥$$

إذ إن:

القيمة الممهدة للسلسلة غير المتضمنة للأثر الموسمي للمدة $t = S_t$

القيمة الممهدة للاتجاه للمدة $t = T_t$

القيمة الممهدة للعامل الموسمي للمدة $t = I_t$

القيمة الفعلية للطلب للمدة $t = A_t$

طول الموسمية (عدد الأشهر في السنة مثلاً) $= L$

ثابت التمهيد للمعدل (ألفا) $(0 \le \alpha \le 1) = \alpha$

ثابت التمهيد للاتجاه (بيتا) $(0 \le \beta \le 1) = \beta$

ثابت التمهيد للموسمية (غاما) $(0 \le \gamma \le 1) = \gamma$

التنبؤ المعدل بالاتجاه والموسمية للمدة $t+m = FITS_{t+m}$

ويتم تحديد ثوابت التمهيد باستخدام البرمجيات وبالشكل الذي يؤدي إلى تخفيض أخطاء التنبؤ.

ثالثاً: نماذج تحليل السلاسل الزمنية (Decomposition of Time Series Models):

يشير مفهوم تحليل السلاسل الزمنية إلى عملية تحلل (Decomposition) أو تجزئة البيانات السابقة إلى مكوناتها الأساسية لغرض تقديرها لاحقاً (Heizer & Render,2001:82)، وتدعى النماذج المستخدمة في تحليل السلاسل الزمنية بالنماذج الموسمية، ومن أكثر هذه النماذج شيوعاً هما النموذج المضاعف (Multiplicative Model)، ويستخدم في حالة التقلبات الموسمية غير المنتظمة في الطلب، والنموذج الإضافي (Additive Model)، ويستخدم في حالة التقلبات الموسمية المنتظمة (Dilworth,2000:143)، وتعتمد قيم هذه النماذج على طول الموسمية (SL)، وتوضح المعادلتان رقم (6) و(7) آلية حساب هذه النماذج. (Slater & Ascroft,1990:187)

النموذج الإضافي: A = T + C + S + R …6

النموذج المضاعف: A = T * C * S * R …7

إذ إن:

البيانات الفعلية للسلسلة (الطلب الفعلي) = A

مكون الاتجاه = T

المكون الدوري = C

المكون الموسمي = S

التباين العشوائي (البواقي) = R

٤- معيار اختيار أساليب التنبؤ بالطلب (Standard of Choosing Forecasting Methods of Demand): يُستخدم خطأ التنبؤ (Forecast Error) لاختيار نماذج التنبؤ بالسلاسل الزمنية، وبموجب هذا المعيار فأن أفضل نموذج للتنبؤ هو النموذج الذي يحقق أقل قيمة للخطأ، ويعرّف الخطأ بأنه الفرق بين الطلب الفعلي والمتوقع، إذ يطرح الطلب المتوقع (التنبؤ) من الطلب الفعلي للحصول على ذلك الخطأ (Lwaller,1999:614)، ويحدث بسبب عدم ملائمة نموذج التنبؤ لعدم تضمينه لأحد المتغيرات المهمة، والاستخدام غير المناسب لأسلوب التنبؤ، وكذلك لظهور أحداث غير منتظمة تؤثر على نتائج التنبؤات، فضلاً عن إنّ هنالك تباينات عشوائية دائماً في نتائج التنبؤ لأنها تمثل صفة متأصلة في بيانات السلسلة، ويمكن توضيح عملية حسابه من خلال المعادلة رقم (8). (Stevenson,1999:116-117)

$$E_t = A_t - F_t \quad \ldots 8$$

إذ إن:

E_t = خطأ التنبؤ للمدة t

A_t = الطلب الفعلي للمدة t

F_t = الطلب المتوقع (التنبؤ) للمدة t

وسوف يتم استخدام أشهر مقاييس خطأ التنبؤ في الجانب العملي، والتي يمكن توضيحها كما يأتي: (Krajewski & Ritzman,2002:566-567)

أ- متوسط مربع الخطأ (MSE Mean Squared Error): يحسب من خلال تقسيم مجموع مربعات الأخطاء على عددها، وتوضح المعادلة رقم (9) طريقة حسابه.

$$MSE = \frac{\Sigma E^2 t}{n} \quad \ldots 9$$

ب- متوسط الانحراف المطلق (MAD Mean Absolute Deviation): يحسب من خلال تقسيم المجموع المطلق للأخطاء على عددها، وتوضح المعادلة (10) طريقة حسابه.

$$MAD = \frac{\Sigma | E t |}{n} \quad \ldots 10$$

ج- المتوسط النسبي للخطأ المطلق (MAPE Mean Absolute Percentage Error): يحسب من خلال جمع حاصل قسمة القيمة المطلقة للخطأ على الطلب الفعلي وضرب الناتج في (100%) وتقسيم الناتج النهائي على المدة المحددة للتنبؤ، وتوضح المعادلة رقم (11) طريقة حسابه.

$$MAPE = \frac{[\Sigma | E t | / A_t]*100}{n} \quad \ldots 11$$

المحور الثاني/ منهجية البحث

١- مشكلة البحث: تتمثل مشكلة البحث في عدم استخدام المركز الوطني لنقل الدم للأسلوب المناسب للتنبؤ بالطلب على مادة الدم، الأمر الذي أدى إلى عدم تحقيق الموائمة الدقيقة بين حجم الطلب الفعلي وحجم الطلب المتوقع، ويعزى سبب عدم تحقيق الموائمة الدقيقة إلى استخدام المركز للنموذج البسيط فقط لغرض التنبؤ بالطلب الشهري، وكذلك لعدم إمكانيته على استخدام المخزون لمدة طويلة لمعالجة التذبذب في الطلب بسبب سرعة تلف مادة الدم.

٢- أهمية البحث: تنبع أهمية البحث من أهمية دقة عملية التنبؤ بالطلب على مادة الدم، إذ يؤدي ارتفاع حجم الطلب الفعلي عن حجم الطلب المتوقع إلى تحمل المركز لتكاليف انخفاض جودة خدمة المريض، وارتفاع احتمالية وفاته بسبب عدم توافر مادة الدم بالكمية والوقت المناسبين، أما في حال انخفاض الطلب الفعلي عن الطلب المتوقع، فهذا يعني تحمل المركز لتكلفة المخزون الفائض وتلفه، والاستخدام غير الضروري لطاقة المركز وموارده البشرية.

٣- أهداف البحث: يسعى البحث إلى تحديد نمط الطلب على مادة الدم في المركز الوطني لنقل الدم، وحساب التنبؤات الشهرية له باستخدام الأسلوب الذي تتبعه إدارة المركز لمدة سابقة، وحساب التنبؤات الشهرية باستخدام النماذج الكمية الملائمة لسلوك الطلب، ومن ثَمَّ المقارنة بين نتائج العمليتين، لغرض اختيار الأسلوب الأفضل للتنبؤ باستخدام مقاييس الخطأ.

٤- وسائل جمع البيانات والمعلومات: اعتمد الباحث على الكتب الأجنبية والشبكة الدولية للمعلومات (الانترنت)، والمقابلات مع المسؤولين في المركز الوطني لنقل الدم، والسجلات والتقريرات الرسمية لذلك المركز لغرض الحصول على البيانات والمعلومات المتعلقة بالبحث.

٥- أدوات التحليل المستخدمة في البحث: تتمثل باستخدام النموذج البسيط لحساب التنبؤات على وفق الأسلوب المتبع في المركز الوطني لنقل الدم، ونماذج تحليل السلاسل الزمنية (المضاعف والاضافي) ونموذج ونترز لحساب التنبؤات الكمية، واستخدام البرنامج الإحصائي الجاهز (STATISTICA) لحساب مقاييس خطأ التنبؤ.

٦- حدود البحث ومجتمعه وعينته: تمثلت الحدود المكانية للبحث بالمركز الوطني لنقل الدم، أما الحدود الزمانية فتمثلت بالمدة (٢٠٠٥-٢٠٠٧)، وتمثل مجتمع البحث بمادة الدم المجهزة إلى محافظة بغداد، وتمثلت وحدات الدم ومادة البلازما كعينةٍ له وذلك لأهميتهما، إذ يؤدي انخفاض حجم وحدات الدم (المتضمنة لكريات الدم الحمراء والبيضاء) إلى حصول فقر الدم وانخفاض المناعة، فيما تتضمن مادة البلازما للبروتينات والأملاح والسكريات المهمة للجسم.

المحور الثالث/ الجانب العملي للبحث

١- **المركز الوطني لنقل الدم[٣] National Center for Blood Transfusion:** مؤسسة حكومية خدمية تأسست عام (١٩٥٧) لغرض توفير مادة الدم الضرورية للمرضى بالكميات المناسبة، والتي يتم الحصول عليها إما من المتطوعين الوافدين على المركز، أو عن طريق الفرق الجوالة التابعة له، ويتضمن عمل المركز القيام بفرز مادة الدم إلى مكوناتها الرئيسة وتجهيزها للجهات التي تحتاجها، وتتضمن هذه المكونات وحدات الدم المركّز، ومادة البلازما، والأقراص الدموية، والراسب المجمد، وكذلك يقوم المركز بالتحرّي عن الأمراض الممكن انتقالها عن طريق مادة الدم المتضمنة لبعض أنواع البكتريا والفيروسات مثل التهاب الكبد الفيروسي وفيروس الإيدز، لغرض تشخيصها وتجنب الإصابة بها أثناء عملية نقل الدم.

٢- **تحديد نمط الطلب الشهري على وحدات الدم ومادة البلازما في المركز الوطني لنقل الدم:** سوف تستخدم البيانات الفعلية للطلب على وحدات الدم ومادة البلازما في محافظة بغداد، ويتم تمثيلها بيانياً على شكل سلسلة زمنية لغرض تشخيص سلوك الطلب السابق عن طريق المعاينة البصرية للرسم البياني، ويوضح الجدول رقم (1) هذه البيانات.

الجدول رقم (1)

الطلب الفعلي على وحدات الدم ومادة البلازما في بغداد / المركز الوطني لنقل الدم / باللتر[٤]

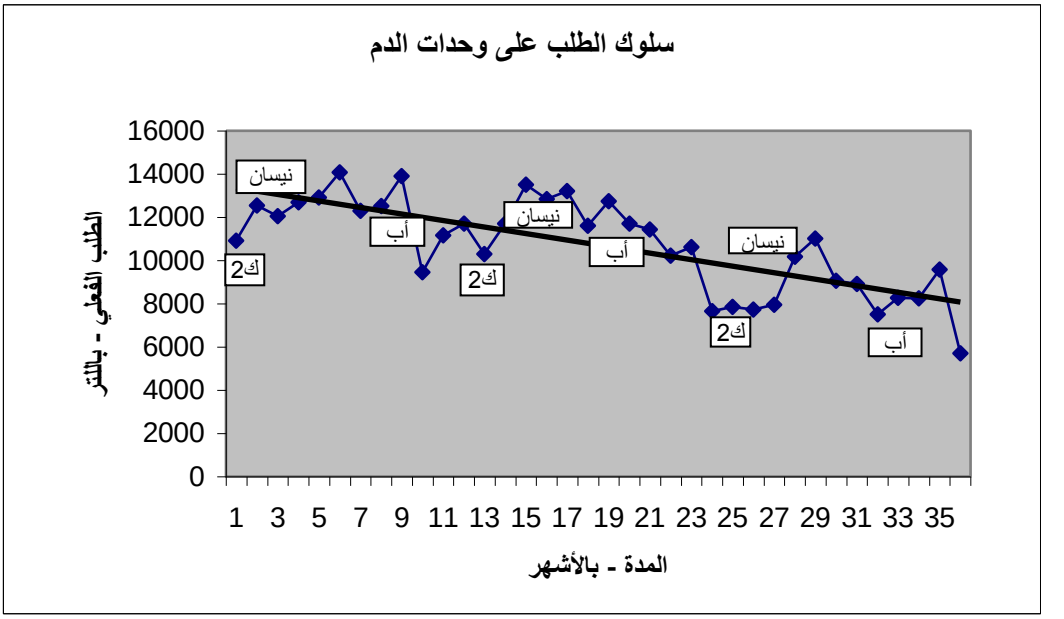
الأشهر/ المنتج	وحدات الدم ٢٠٠٥	وحدات الدم ٢٠٠٦	وحدات الدم ٢٠٠٧	مادة البلازما ٢٠٠٥	مادة البلازما ٢٠٠٦	مادة البلازما ٢٠٠٧
ك٢	10908	10300	7840	4274	5817	5200
شباط	12546	11695	7730	3636	6966	5430
أذار	12052	13498	7958	4374	6679	5206
نيسان	12683	12830	10183	4496	6108	4133
أيار	12905	13204	11007	5790	7101	5498
حزيران	14063	11608	9061	5397	6473	4479
تموز	12299	12746	8909	5288	5646	4989
أب	12520	11705	7499	5448	6334	5315
أيلول	13913	11436	8268	5160	4704	3774
ت١	9465	10223	8250	6029	5496	4945
ت٢	11150	10619	9568	5583	4996	5700
ك١	11707	7653	5712	5886	3974	5191

ويمكن توضيح الأشكال البيانية المستخدمة في تحديد النمط السابق للطلب على وحدات الدم ومادة البلازما في بغداد باستخدام البيانات المتضمنة في الجدول رقم (١) السابق كما يأتي:

أ- **وحدات الدم:** يبين الشكل (2) السلسلة الزمنية لسلوك الطلب الشهري على وحدات الدم:

٣ سجلات المركز الوطني لنقل الدم والمقابلة مع السادة المسؤولين فيه.

٤ عمل الباحث بالاعتماد على سجلات المركز الوطني لنقل الدم.

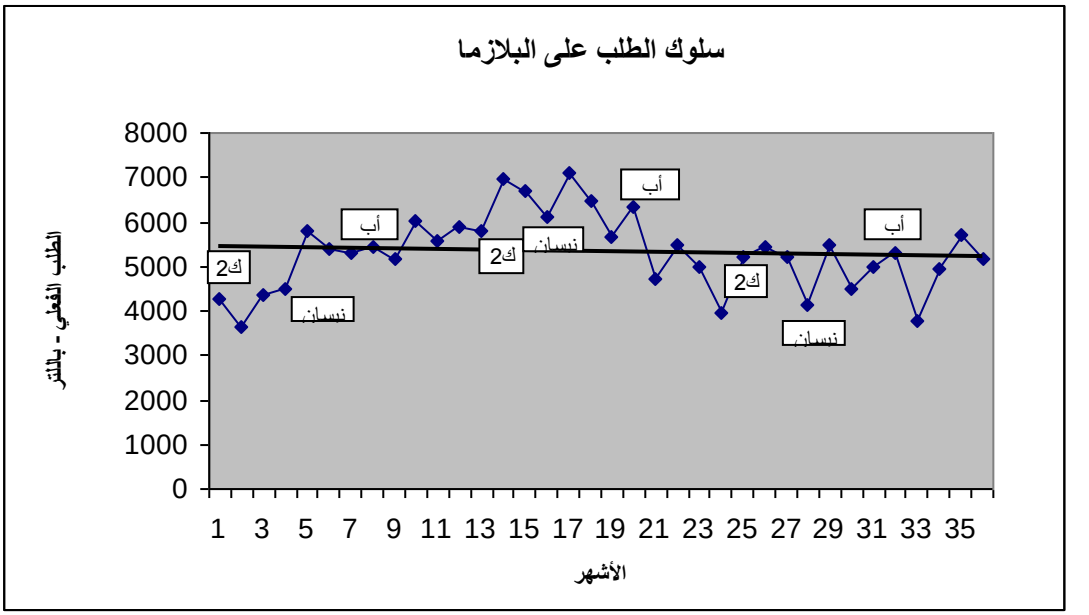


الشكل (2)
مزيج مكونات الطلب الفعلي على وحدات الدم في بغداد للمدة (2007/12/31-2005/1/1)[٥]

يوضح الشكل أعلاه سلوك الطلب على وحدات الدم، ويمكن ملاحظة النمط الموسمي من خلال ارتفاع حجم الطلب على تلك المادة بشكل متكرر نسبياً في شهر نيسان (المشاهدات رقم 4 و16 و28)، وانخفاضه في شهر كانون الثاني (المشاهدات رقم 1 و13 و25)، وشهر آب بشكل نسبي (المشاهدات رقم 8 و20 و32)، ويمكن القول إن هنالك تضمين لنمط الاتجاه المتناقص من خلال ملاحظة الاتجاه المتناقص لخط بيانات السلسلة خلال الأعوام الثلاثة، ويمكن الإشارة إلى وضوح تأثير الأوضاع الأمنية في محافظة بغداد على سلوك الطلب على مادة وحدات الدم من خلال ملاحظة الشكل السابق، إذ يلاحظ الارتفاع النسبي في حجم الطلب في عامي (٢٠٠٥ و٢٠٠٦) بسبب التدهور الأمني الكبير الذي حصل في تلك المحافظة خلال تلك المدة، ثم يمكن ملاحظة الانخفاض التدريجي في حجم الطلب على تلك المادة في عام (٢٠٠٧)، ويمكن تفسير أسباب ذلك الانخفاض إلى التحسن النسبي في الوضع الأمني داخل محافظة بغداد في تلك المدة، وهذا يعني إنَّ هنالك عوامل عشوائية مؤثرة على سلوك الطلب، والمتمثلة بالتقلب في حالة الوضع الأمني في تلك الفترات.

[٥] عمل الباحث بالاعتماد على سجلات المركز الوطني لنقل الدم.

ب- مادة البلازما: يبين الشكل (3) السلسلة الزمنية لسلوك الطلب الشهري على مادة البلازما:



الشكل (٣)
مزيج مكونات الطلب الفعلي على مادة البلازما في بغداد للمدة (2007/12/31-2005/1/1)[٦]

يوضح الشكل أعلاه سلوك الطلب على مادة البلازما، ويمكن ملاحظة تضمين سلوك الطلب للنمط الموسمي من خلال ارتفاع حجمه على تلك المادة بشكل متكرر نسبياً في شهر آب (المشاهدات رقم 8 و20 و32)، وانخفاضه في شهر نيسان (المشاهدات رقم 4 و16 و28)، وشهر كانون الثاني بشكل نسبي (المشاهدات رقم 1 و13 و25)، ويمكن القول بعدم وجود لنمط الاتجاه من خلال ملاحظة خط بيانات السلسلة خلال الأعوام الثلاثة، أي تضمين سلوك الطلب للنمط الأفقي، ويمكن ملاحظة تأثير الأوضاع الأمنية في محافظة بغداد على سلوك الطلب على مادة البلازما من خلال المعاينة البصرية للشكل السابق، إذ يلاحظ الارتفاع في حجم الطلب عام (٢٠٠٦) بسبب سوء الأوضاع الأمنية وزيادة حجم التفجيرات الذي حصل في تلك المحافظة خلال تلك المدة، ثم يمكن ملاحظة الانخفاض في حجم الطلب على تلك المادة في عام (٢٠٠٧)، ويمكن تفسير أسباب ذلك الانخفاض إلى التحسن النسبي في الوضع الأمني داخل المحافظة في تلك المدة، ولذلك يمكن القول إنَّ هنالك عوامل عشوائية متضمنة في سلوك الطلب على مادة البلازما والناجمة من التقلبات في حالة الأوضاع الأمنية.

وبعد أن تمَّ تحليل سلوك الطلب على وحدات الدم ومادة البلازما وتحديد أنماطه، سوف يتم حساب التنبؤات لكل منهما باستخدام النموذج البسيط المستخدم من قبل إدارة المركز في الفقرة اللاحقة، لغرض مقارنتها مع التنبؤات المحسوبة باستخدام النماذج الملائمة.

٣- التنبؤ الشهري على وفق النموذج البسيط المتبع في المركز الوطني لنقل الدم: قام الباحث بحساب حجم الطلب المتوقع على وحدات الدم ومادة البلازما على وفق النموذج البسيط المتبع

٦ عمل الباحث بالاعتماد على سجلات المركز الوطني لنقل الدم.

في المركز وكذلك خطأ عملية التنبؤ والمقاييس الخاصة به باستخدام بيانات الجدول رقم (1)، ويمكن توضيح الملخص لنتائج مقاييس خطأ التنبؤ كما يأتي:

أ- وحدات الدم: يمكن تلخيص نتائج مقاييس خطأ التنبؤ على وفق النموذج البسيط المتبع من قبل إدارة المركز للتنبؤ بالطلب على وحدات الدم في الجدول رقم (2) الآتي[٧]:

الجدول (2)

مقاييس خطأ التنبؤ بالطلب على وحدات الدم على وفق النموذج البسيط المتبع في المركز[٨]

متوسط الانحراف المطلق MAD	المتوسط النسبي للخطأ المطلق MAPE	متوسط مربع الخطأ MSE
1154	11.9%	2351702

ب- مادة البلازما: يمكن تلخيص نتائج مقاييس خطأ التنبؤ على وفق النموذج البسيط المتبع من قبل إدارة المركز للتنبؤ بالطلب على مادة البلازما في الجدول رقم (٣) الآتي:

الجدول (3)

مقاييس خطأ التنبؤ بالطلب على مادة البلازما على وفق النموذج البسيط المتبع في المركز[٩]

متوسط الانحراف المطلق MAD	المتوسط النسبي للخطأ المطلق MAPE	متوسط مربع الخطأ MSE
682	13.٤%	650484

تشير مقاييس الخطأ (متوسط الانحراف المطلق MAD، والمتوسط النسبي للخطأ المطلق MAPE، ومتوسط مربع الخطأ MSE) إلى مدى ابتعاد (انحراف) الطلب المتوقع (التنبؤ) عن الطلب الفعلي، ويمكن ملاحظة ارتفاع مقاييس الخطأ (MAD) و(MSE) وفقاً لأسلوب التنبؤ الذي تتبعه إدارة المركز، وابتعاد قيمها عن الصفر بشكل كبير، وسوف يتم حساب نفس مقاييس الخطأ هذه لأساليب التنبؤ الكمية الملائمة لسلوك الطلب في الفقرة اللاحقة، لغرض المقارنة بين قيم هذه المقاييس مع قيمها المحسوبة باستخدام النموذج البسيط المتبع من قبل إدارة المركز، واختيار الأسلوب الذي يحقق أقل قيمة لأكبر عدد من مقاييس الخطأ لغرض التوصية باستخدامه في عملية التنبؤ بالطلب على وحدات الدم ومادة البلازما المتوافرة لدى المركز الوطني لنقل الدم.

٧ الأرقام مقرّبة لأقرب عدد صحيح.

٨ عمل الباحث بالاعتماد على سجلات المركز الوطني لنقل الدم.

٩ عمل الباحث بالاعتماد على سجلات المركز الوطني لنقل الدم.

٤- التنبؤ الشهري على وفق النماذج الكمية الموسمية الملائمة لنمط الطلب: تم استخدام البرنامج الإحصائي الجاهز (STATISTICA) لحساب التنبؤات بوحدات الدم ومادة البلازما باستخدام النماذج الكمية الموسمية الملائمة لنمط الطلب، والمتضمنة لثوابت الترجيح (Parameters) التي تؤدي إلى تقليل أخطاء التنبؤ إلى أقل مقدار ممكن، وكذلك لحساب مقاييس أخطاء التنبؤ الناجمة من استخدام تلك النماذج، ويوضح الجدولان رقم (٤) ورقم (٥) تلك المقاييس[١٠].

الجدول (٤)

مقاييس خطأ التنبؤ بالطلب على وحدات الدم على وفق النماذج الكمية الموسمية[١١]

النماذج الكمية / المقاييس	القيمة المثلى لمعلمات مقاييس الخطأ Parameters	متوسط الانحراف المطلق MAD	المتوسط النسبي للخطأ المطلق MAPE	متوسط مربع الخطأ MSE
التمهيد الأسي الثلاثي	α =.6, β = .1, γ = .1	999	10.1%	1866204
النموذج الإضافي	S_L = ٦	1022	10.٤%	1748105
النموذج المضاعف[12]	S_L = ٦	990	10.2%	1779488

الجدول (٥)

مقاييس خطأ التنبؤ بالطلب على مادة البلازما على وفق النماذج الكمية الموسمية [١٣]

النماذج الكمية / المقاييس	القيمة المثلى لمعلمات مقاييس الخطأ Parameters	متوسط الانحراف المطلق MAD	المتوسط النسبي للخطأ المطلق MAPE	متوسط مربع الخطأ MSE
التمهيد الأسي الثلاثي	α = .53, β = .1, γ = .1	539	10.8%	438545
النموذج الإضافي	S_L = 5	516	10.3%	415816
النموذج المضاعف	S_L = 5	518	10.4%	412885

٥- المقارنة بين النماذج الكمية والنموذج البسيط واختيار النموذج المناسب: استخدم البرنامج الإحصائي الجاهز (STATISTICA) لغرض تحديد أفضل نموذج كمي للتنبؤ بالطلب وعلى مرحلتين، تضمنت المرحلة الأولى استخدام مقياس المتوسط النسبي للخطأ المطلق (MAPE) باعتباره معياراً للمقارنة لغرض حساب معلمات النماذج الكمية التي تحقق أقل مقدار من ذلك المقياس من أجل تحديد أفضل نموذج كمي على وفق كل أسلوب، وتتمثل هذه المعلمات بالمعاملات ألفا وبيتا وغاما في نموذج التمهيد الأسي الثلاثي، وطول الموسمية في نماذج تحليل السلاسل الزمنية، وقد استخدم المقياس (MAPE) لغرض تحديد النموذج الكمي الأفضل في المرحلة الأولى بسبب عدم تأثره بالقيم المتعاكسة (الموجبة والسالبة) للأخطاء، بينما تتأثر مقاييس تحيز الخطأ بتلك القيم، وكذلك لعدم تأثره بالقيم المتباينة الأحجام (الأخطاء الكبيرة والصغيرة)، على العكس من مقياس مربع الخطأ (MSE) الذي يتحسس تلك التباينات تحسساً كبيراً بسبب تربيع قيمة الخطأ، ولأن المقياس (MAPE) يأخذ بنظر الاعتبار نسبة حجم الخطأ إلى حجم الطلب الفعلي، بينما لا

---

١٠ الأرقام مقرّبة لأقرب عدد صحيح.

١١ عمل الباحث بالاعتماد على سجلات المركز الوطني لنقل الدم والبرنامج الإحصائي الجاهز (STATISTICA).

١٢ يوضح الصف المظلل قيم مقاييس الخطأ التي تمثل قيم نموذج التنبؤ الأفضل.

١٣ عمل الباحث بالاعتماد على سجلات المركز الوطني لنقل الدم والبرنامج الإحصائي الجاهز (STATISTICA).

تتمثل هذه الصفة بمتوسط الانحراف المطلق (MAD)، وأخيراً بسبب سهولة فهمه باعتباره معياراً للمقارنة وذلك لأنه يعطي مؤشراً للتباين النسبي لأخطاء التنبؤ. أما المرحلة الثانية فتتضمن المقارنة بين أخطاء التنبؤات المحسوبة باستخدام النماذج الكمية الموسمية مع التنبؤات المحسوبة باستخدام النموذج البسيط المستخدم من قبل إدارة المركز الوطني لنقل الدم، لغرض تحديد النموذج الأفضل للتنبؤ بالطلب، وهو النموذج الذي يحقق أقل مقدار من أكبر عدد من مقاييس خطأ التنبؤ المستخدمة في هذا البحث وهي (MAD) و(MAPE) و(MSE).

وعند مراجعة الجدول رقم (٤) يمكن ملاحظة إنَّ أفضل نموذج كمي للتنبؤ بالطلب على وحدات الدم هو النموذج المضاعف الذي يمثل أحد أنواع نماذج تحليل السلاسل الزمنية، وذلك لتحقيقه أقل مقياسين للخطأ في وقت واحد عند المقارنة مع النماذج الكمية الأخرى باستخدام مقاييس الخطأ الثلاثة، وبلغ طول الموسمية المناسب وفقاً لهذا النموذج (٦) أشهر، أما قيم مقاييس الخطأ فقد بلغت (٩٩٠) بالنسبة ل(MAD) و(١٠.٢%) ل(MAPE) و(١٧٧٩٤٨٨) ل(MSE)، وعند مقارنة قيم هذه المقاييس مع قيمها باستخدام النموذج البسيط المتبع من قبل إدارة المركز، والموضحة في الجدول رقم (٢) والتي بلغت (١١٥٤) بالنسبة ل(MAD) و(١١.٩%) ل(MAPE) و(٢٣٥١٧٠٢) ل(MSE)، يلاحظ إن جميع قيم مقاييس خطأ التنبؤ باستخدام النموذج المضاعف هي أقل من قيمها باستخدام النموذج البسيط، ولذلك يعد النموذج المضاعف هو الأسلوب الأفضل الذي يمكن استخدامه للتنبؤ بالطلب على وحدات الدم.

ويمكن تفسير النتيجة السابقة بسبب موائمة خصائص نموذج التنبؤ الكمي مع النمط السلوكي للطلب على وحدات الدم، إذ يتميز النموذج المضاعف بأخذه بنظر الاعتبار للتغيرات غير المستقرة في النمط الموسمي في بيانات السلسلة الزمنية (أو سلوك الطلب)، وهذا ما تميز به سلوك الطلب على وحدات الدم، بسبب تضمينه لتقلبات موسمية غير منتظمة نسبياً، والناجمة من تدهور الوضع الأمني، الذي أدى إلى تضمين العشوائية في التغيرات الموسمية.

أما ما يتعلق بنتائج الجدول رقم (٥)، فيمكن القول إنَّ أفضل نموذج كمي للتنبؤ بالطلب على مادة البلازما هو النموذج الإضافي الذي يمثل أيضاً أحد أنواع نماذج تحليل السلاسل الزمنية، وذلك لتحقيقه أقل مقياسين للخطأ في وقت واحد عند المقارنة مع النماذج الكمية الأخرى باستخدام مقاييس أخطاء التنبؤ الثلاثة، وبلغ طول الموسمية المناسب وفقاً لهذا النموذج (٥) أشهر، أما قيم مقاييس الخطأ فقد بلغت (٥١٦) بالنسبة ل(MAD) و(١٠.٣%) ل(MAPE) و(٤١٥٨١٦) لـ (MSE)، وعند مقارنة قيم هذه المقاييس مع قيمها باستخدام النموذج البسيط المتبع من قبل إدارة المركز، والموضحة في الجدول رقم (٣) والتي بلغت (٦٨٢) بالنسبة ل(MAD) و(١٣.٤%) ل(MAPE) و(٦٥٠٤٨٤) ل(MSE)، يلاحظ إن جميع قيم مقاييس خطأ التنبؤ باستخدام النموذج الإضافي هي أقل من قيمها باستخدام النموذج البسيط، ولذلك يعد هذا النموذج هو الأفضل للتنبؤ بالطلب على مادة البلازما.

ويمكن تفسير النتيجة السابقة بسبب موائمة خصائص النموذج الإضافي مع النمط السلوكي للطلب على مادة البلازما، إذ يتميز هذا النموذج بملائمته للتغيرات المستقرة في النمط الموسمي للطلب، وهو ما تميز به سلوك الطلب على مادة البلازما، والذي يتبين بأنه أقل حساسية تجاه التقلبات الموسمية غير المنتظمة نسبياً بالمقارنة مع الطلب على وحدات الدم، والناجمة من تدهور الوضع الأمني، وتحقق الإصابات والحالات المرضية بشكل عشوائي.

ويمكن القول إن النتائج غير الملائمة لأسلوب التنبؤ بالطلب الذي تتبعه إدارة مركز الدم والمتمثل بالنموذج البسيط ناجمة من عدم أخذ هذا النموذج لنمط الاتجاه والنمط الموسمي بنظر الاعتبار عند إعداد التنبؤات، وكذلك بسبب العوامل العشوائية التي أدت إلى التباين في سلوك الطلب نتيجة الاضطرابات الأمنية.

وأخيراً يمكن الإشارة إلى إنَّ عملية اختيار النموذج المناسب للتنبؤ ولمقاييس خطأه يجب أن لا تتعامل مع النماذج الكمية فقط، بل يجب أن تعتمد على إبداع العقل الإداري في إدارة المركز عند تحديدها للعوامل المؤثرة على سلوك الطلب، واستقرائها للأحداث المستقبلية، من أجل تشخيص المكونات الرئيسة لنمط الطلب، بغية استخدام أسلوب التنبؤ المناسب لذلك النمط، الأمر الذي يؤدي إلى تخفيض خطأ عملية التنبؤ بالطلب، وتقليل التكاليف الملازمة له.

المحور الرابع/ الاستنتاجات والتوصيات

يتضمن هذا المحور فقرتان، تعلقت الأولى بأهم الاستنتاجات، فيما تناولت الثانية أهم التوصيات المقترحة.

١- استنتاجات البحث (Conclusions):

أ- يعد النموذج المضاعف هو نموذج التنبؤ الأفضل المستخدم في التنبؤ بالطلب على وحدات الدم وذلك لتحقيقه أقل قيم لمقاييس خطأ التنبؤ (MAD، MAPE، MSE)، فيما يعد النموذج الإضافي هو النموذج الأفضل للتنبؤ بالطلب على البلازما وذلك لتحقيقه أقل قيم لتلك المقاييس.

ب- إن انخفاض قيم مقاييس خطأ التنبؤ لأفضل نموذج كمي ناجم من ملائمة خصائص ذلك النموذج مع خصائص سلوك الطلب، إذ يأخذ النموذج المضاعف نمط الاتجاه والنمط الموسمي غير المستقر بنظر الاعتبار عند إعداد التنبؤات، أما النموذج الإضافي فأنه يأخذ النمط الموسمي المستقر بنظر الاعتبار عند إعداد التنبؤات، وهو ما أوضحته الرسوم البيانية للطلب.

ج- يمكن الاستنتاج من الرسوم البيانية السابقة للطلب بوجود اتجاه متناقص في حجم الطلب المتوقع على وحدات الدم مستقبلاً، أما ما يتعلق بالطلب المتوقع على مادة البلازما، فتشير الرسوم البيانية إلى الاستقرار المحتمل في حجم الطلب المتوقع على تلك المادة مستقبلاً.

د- بلغت القيمة المثلى لطول الموسمية ٦ أشهر للنموذج المضاعف، فيما بلغت ٥ أشهر بالنسبة للنموذج الإضافي، الأمر الذي يشير إلى تضمين سلوك الطلب لموسمية نصف سنوية.

هـ- عدم ملائمة الأسلوب الذي يتبعه المركز للتنبؤ بالطلب بسبب استخدامه للنموذج البسيط عند إعداد تقديرات الطلب، ويتضح ذلك من خلال ارتفاع قيم مقاييس أخطاء التنبؤ لذلك النموذج، وذلك بسبب إهماله لتأثيرات نمط الاتجاه والنمط الموسمي على سلوك الطلب.

و- انخفاض قدرة إدارة المركز على التحديد الدقيق لحجم الطلب الفعلي على عينة البحث بسبب عدم تدوين الطلبات غير المشبعة، وغياب التحليل المناسب لسلوك الطلب السابق.

٢- توصيات البحث (Recommendations):

أ- القيام بعملية تحليل سلوك الطلب السابق على منتجات المركز باستخدام الرسوم البيانية عند إجراء عملية التنبؤ بالطلب لغرض تحديد نمطه، من أجل اختيار نماذج التنبؤ المناسبة.

ب- توظيف مؤشرات الدراسة الحالية للاستفادة منها عند إعداد التنبؤات المستقبلية للطلب على منتجات المركز الوطني، واستخدام البرامج الإحصائية الجاهزة لإنجاز تلك التنبؤات.

ج- استخدام النموذج المضاعف للتنبؤ بالطلب في حال تضمين سلوك الطلب لتقلبات موسمية غير منتظمة، والنموذج الإضافي في حال تضمين سلوك الطلب لتقلبات موسمية منتظمة.

References:

A- Books:

1-Anderson, David R., Sweeney, Dennis J. & Williams, Thomas, Quantitative Methods For Business, 6th ed., West Publishing Company, U.S.A, 1995.

2-Chase, Richard B., Aqullano, Nicholas J. & Jacobs, F. Robert, Operations Management For Competitive Advantage, McGraw-Hill Irwin, U.S.A, 2001.

3-Dilworth, James B., Operations Management, providing value in goods and services, 3rd ed., The Dryden Press, U.S.A, 2000.

4-Gaither, Norman & Frazier, Greg, Production and Operations Management, 8th ed., South-Western College Publishing, U.S.A, 1999.

5-Hanke, John E. & Wichern, Dean W., Business Forecasting, 8th ed., Pearson Prentice- Hall, U.S.A, 2005.

6-Heizer, Jay & Render, Barry, Principles Of Operations Management, 3rd ed., Prentice-Hall, U.S.A, 1999.

7-Heizer, Jay & Render, Barry, Principles Of Operations Management, 6th ed., Prentice-Hall, U.S.A, 2001.

8-Hirschey, Mark, Managerial Economics, 10th ed., Thomson, South-Western, U.S.A, 2003.

9-Krajewski, lee J. And Ritzman, Larry P., Operations Management, Strategy And Analysis, 6th ed., Addison-Wesley, U.S.A, 2002.

10-Krajewski, lee J. & Ritzman, Larry P., Operations Management, processes and value chains, 7th ed., Pearson Prentice- Hall, U.S.A, 2005.

11-Lwaller, Derek, Operations Management, a supply chain approach, 1st ed., International Thomson Business Press, Spain, 1999.

12-Makridakis, Spyros & Wheelwright, Steven C., Forecasting Methods For Management, 5th ed., John Wiley & Sons, Singapore, 1989.

13-Martinich, Joseph S., Production And Operations Management, an applied modern approach, John Wiley & Sons, Inc., U.S.A, 1997.

14-Schonberger, Richard J. & Knod, Edward M., Operations Management, continuous improvement, Irwin, U.S.A, 1994.

15-Shafer, Scott M. &Meredith,Jack,Operations Management,a process approach with spreadsheets, John Wiley & Sons, Inc, U.S.A, 1998.

16-Slater, Roger & Ascroft, Peter, Quantitative Techniques In A Business Context, 1st ed., Chapman And Hall, U.K, 1990.

17-Stevenson, William J., Production/ Operations Management, 6th ed., Irwin McGraw-Hill, U.S.A, 1999.

18-Vonderembse, Mark A. & White, Gregory P., Operations Management, concepts, methods and strategies, 2nd ed., West Publishing company, U.S.A, 1991.

B- Periodicals:

1-Fildes, R., Randall, A. And Stubbs, P., "One Day Ahead Demand Forecasting In The Utility Industries: Two Case Studies", Journal Of The Operational Research Society, Vol. 48, No.1, pp. 15-24, 1997.

2-Johnston, Fr, Boylan, Je., Shale, E. And Meadows, "A Robust Forecasting System, Based On The Combination Of Two Simple Moving Averages", Journal Of The Operational Research Society, Vol. 50, No.12, pp. 1199-1204, 1999.

C- Internet:

1-Boppana, Rajendra & Chalasani, Suresh, Analytical Models to Determine Desirable Blood Acquisition Rates, University of Texas, U.S.A, 2007.

2-Pereira, Arturo, Performance of Time – Series Methods in Forecasting the Demand for Red Blood Cell Transfusion, Hospital Clinic, Barcelona, Spain, 2004.

3-Moon, Mark A. And Mentzer, John T., "Improving Salesforce Forecasting", The Journal Of Business Forecasting, Summer, 1999.

المصادر العربية:

1- البكري، عبد السلام عبد الكريم حبيب شلال، : استخدام السلاسل الزمنية في مجال التنبؤات مع تطبيقات في مجال صناعة المشروبات الغازية، رسالة ماجستير في بحوث العمليات، الكلية الهندسية العسكرية، 1989.

2- المخلافي، فؤاد عبده إسماعيل، اختيار أفضل نموذج للتنبؤ بإنتاجية العمل في مصنع إسمنت عمران في القطاع الصناعي اليمني، رسالة ماجستير في الإحصاء، كلية الإدارة والاقتصاد- الجامعة المستنصرية، 2000.

3- شمو، خالد داود، استخدام أسلوب السلاسل الزمنية للتنبؤ بكمية الودائع الشهرية لدى مصرف الرافدين، رسالة ماجستير في الإحصاء، كلية الإدارة والاقتصاد-جامعة بغداد، 1987.

4- مهدي، عادلة عبد اللطيف، التنبؤ بحجم الطلب على الوقود والطاقة الكهربائية في العراق، رسالة ماجستير في الإحصاء، كلية الإدارة والاقتصاد-جامعة بغداد، 1994.

٥- التقريرات الشهرية للمركز الوطني لنقل الدم.