جمهورية مصر العربية

معهد التخطيط القومى

سلسلة مذكرات خارجية

مذكرة خارجية رقم (١٦٠٧)

دراسة مقارنة لبعض أساليب التنبؤ بإستخدام السلاسل الزمنيـة

إعـداد

د.زلفى عبد الفتاح شلبى

إعادة طبع

أكتوبر ٢٠٠٢

جمهورية مصر العربية – طريق صلاح سالم – مدينة نصر – القاهرة – مكتب بريد رقم ١١٧٦٥

A.R.E Salah Salem St. Nasr City , Cairo P.O.Box : 11765

محتويات الدراسة

	رقم الصفحة
أولا : المقدمة	١
ثانيا : المدى الزمنى للتنبؤ	٣
ثالثا : طرق التنبؤ	٤
رابعاً : بعض طرق التنبؤ التي تعتمد على السلاسل الزمنية	٤
خامساً : قياس الخطأ في عملية التنبؤ	١٠
سادساً : استخدام الجداول الإلكترونية في بناء نماذج للتنبؤ باستخدام السلاسل الزمنية	١٢
سابعاً : الخلاصة	٢٠
ثامناً : التوصيات	٢١
• المراجع	٢٢
• الملاحق	٢٤

أولاً : مقدمة :

يعد التنبؤ من الموضوعات الهامة في مختلف ميادين الحياة ، فهو الجسر الذي يربط الحاضر بالمستقبل أو بمعنى آخر هو حلقة الوصل بين المنظمة و البيئة الخارجية المحيطة بها . فالبيئة الخارجية للمنظمة تتعرض للعديد من التغيرات المستمرة ونتيجة لذلك يتولد ويتزايد كثير من الشـــــك و التخوف لدى متخذ القرار . لذلك فالتنبؤ يساعد على صنع قرارات ذات بعـد زمني بعيـد . و يمكن إيضاح مدى أهمية التنبؤ في مجالات متعددة من خلال الأمثلة التالية :-

- **التنبؤ بالمبيعات :**

يساعد التنبؤ بالمبيعات في تحديد أسعار المنتجات فإذا ما أسفر التنبؤ بالمبيعات عن زيـادة المبيعات في المستقبل فإن أسعار المنتجات يجب أن تزيد . أما إذا أسفر عـن نقـص المبيعـات في المستقبل فإن أسعار المنتجات يجب أن تقل .

- **التنبؤ بالطلب على المنتجات :**

يساعد التنبؤ بالطلب على منتجات المشروع طبقاً للمنـاطق الجغرافيـة و لمجموعـات المستهلكين في الآتي :

- إعداد خطط كل من الإعلان ، المبيعات والترويج .
- إعداد برامج الإنتاج لمواجهة الطلب المتوقع حتى لا تفقـد إدارة المشـروع بعـض المبيعات .

- **التنبؤ بالمخزون السلعي :**

يساعد التنبؤ بالمخزون السلعي في إستمرار عملية الإنتاج بدون عثرات والوفاء بـالطلب على منتجات المشروع في الميعاد المتفق عليه .

- **التنبؤ بالإيرادات العامة والنفقات العامة :**

يساعد التنبؤ بالإيرادات العامة والنفقات العامة في إعداد الموازنة العامة للدولـة بصفـة خاصة والسياسة المالية للدولة بصفة عامة .

- **التنبؤ بالحالة الاقتصادية العامة :**

يساعد التنبؤ بالحالة الاقتصادية العامة (حالة تضخم أو إنكماش أو تلازم التضخم مـع الانكماش) في رسم السياسات وإتخاذ القرارات الاقتصاديـة المناسـبة لعـلاج الاختـلالات الاقتصادية المتوقعة في الوقت المناسب .

- **التنبؤ بكل من الصادرات و الواردات السلعية :**

يساعد التنبؤ بكل من الصادرات و الواردات السلعية في التنبؤ بحالة الميزان التجارى للدولة ويفيد هذا في الآتى :

- رسم سياسة الاستيراد .
- رسم سياسة التصدير .

ويمكن بصفة عامة القول بأن هناك ثلاثة أنواع رئيسية من التنبؤات :

١. التنبؤات الاقتصادية .
٢. التنبؤات التكنولوجية .
٣. التنبؤات بالطلب على منتجات أو خدمات المنظمة .

ونظراً لأهمية التنبؤ في مجالات مختلفة عما اتضح من العرض السابق ، فإن الهدف من الدراسة هو المقارنة بين بعض طرق التنبؤ التي تعتمد على السلاسل الزمنية و ذلك باستخدام الجداول الإلكترونية مع توضيح لأهمية هذه الجداول في هذا المجال ، واختيار أفضل الطرق تحت معيار أقل نسبة خطأ في التنبؤ .

و تتضمن الدراسة عرضاً للمدى الزمنى وطرق التنبؤ الكمية والنوعية بصفة عامة مع عرض لبعض طرق التنبؤ باستخدام السلاسل الزمنية ثم عرض لطرق قياس خطأ التنبؤ .

وأخيراً تعرض الدراسة الرسومات البيانية و النتائج التي توصلت إليها للمقارنة بين ثلاثة من طرق السلاسل الزمنية (الطريقة البسيطة - طريقة الوسط المتحرك - طريقة التمهيد الأسى البسيطة) و ذلك باستخدام الجداول الإلكترونية و اختيار أفضلها تحت معيار أقل نسبة خطأ في التنبؤ .

ثانيا : المدى الزمني للتنبؤ :

يتم عادة تصنيف التنبؤ تبعاً للفترة الزمنية التي يغطيها ، والجدول التالي يوضح هذه التصنيفات .

تصنيف التنبؤ بالطلب

المدى الزمنى للتنبؤ	الطرق المستخدمة في التنبؤ	الخصائص	مجال التطبيق
قصير الأجل أقل من ٣ شهور	• السلاسل الزمنية • طرق التنبؤ السببية • الطرق الحكمية	• غير مكلفة • أكثر تكلفة • تحتاج لوقت أطول • أكثر دقة • تستخدم في حالة عدم توافر بيانات تاريخية أو في حالة تقديم منتج جديد • اكثر تكلفة	- تخطيط المشتريات - جدولة التشغيل - تحديد مستويات التشغيل والعمل - تخصيص العمل - تحديد مستويات الإنتاج
متوسط الأجل من ٣ شهور الى سنتين	طرق التنبؤ السببية	• في حالة ارتباط الطلب ببعض المتغيرات الأخرى المؤثرة .	- تخطيط المبيعات (منتجات، خدمات، مجموعة منتجات) - تخطيط الإنتاج - تخطيط المخزون - الميزانية - تحليل الخطط البديلة للتشغيل
	الطرق الحكمية	تستخدم في حالة عدم توفر بيانات .	
طويل الأجل أكثر من سنتين	الطرق السببية الطرق الحكمية	• اكثر استخداماً	- تحديد الموقع - التوسعات - البحوث و التطوير - التخطيط لمنتجات جديدة - التخطيط المالى والاستثمارات - تصميم العمليات

ثالثا : طرق التنبؤ :

تنقسم طرق التنبؤ بصفة عامة الى طرق كمية وغير كمية (وصفية أو كيفية) وتعتمد الطرق الوصفية بشكل أساسي على خبرة ورأى الأفراد داخل أو خارج المشروع ويتم استخدامها في عدة حالات منها :

١. عدم وجود وقت كاف لجمع البيانات وتحليلها .
٢. عدم وجود بيانات حديثة عن السلعة أو الخدمة .
٣. عند تقديم سلعة جديدة أو إعادة تصميم سلعة .
٤. عند حدوث تغيرات في الجوانب السياسية أو الاقتصادية .

ومن أشهر هذه الطرق طريقة "دلفى " وبحوث التسويق وتقديرات رجال البيع ، و يمكن الرجوع لدراستها بالتفصيل في مجال علم التسويق و بحوث التسويق .

أما الطرق الكمية فتنقسم بصفة عامة الى مجموعتين : مجموعة الطرق التي تعتمد على السلاسل الزمنية و مجموعة الطرق التي تعتمد على فكرة العلاقة الارتباطية السببية . وسوف نركز في دراستنا هنا على مجموعة الطرق التي تعتمد على السلاسل الزمنية للتنبؤ قصير الأجل .

ويستمد استخدام طرق السلاسل الزمنية في التنبؤات قصيرة الأجل أهميتها من إنخفاض تكلفة التنبؤ فضلاً عن دقة التنبؤ مقبولة الى حد ما ، ومن الأسباب الأخرى أيضاً أن واقع التغيرات في العالم الذي نعيشه قد أصبحت أكثر تأثيراً وسرعة و أن عصر المعلومات ومجتمع المعلومات قد اصبح السبق فيه للأسرع وتزايد الحاجة الى اتخاذ القرارات السريعة و المباشرة علاوة على تزايد الاهتمام باللايقين .

رابعا : بعض طرق التنبؤ التي تعتمد على السلاسل الزمنية :

تعرف بيانات السلسلة الزمنية بصفة عامة على أنها مجموعة من القيم لمتغير معين مقاسة على فترات زمنية ثابتة ومتساوية ولتكن يوم أو شهر أو سنة مثلاً .. .. ولذلك يسمى هذا النوع من التحليل بالتحليل التاريخي وتهدف هذه الطرق أساساً الوصول إلى تحديد نمط أو شكل معين يحكم العلاقة بين هذه القيم . ومن هذا النمط أو الشكل يمكننا التنبؤ في المستقبل بما هو

مطلوب.و إذا حدث أى تغير جوهرى في الظروف الخارجية يجب إجراء التعديل المناسب في أرقام التنبؤ .

وعند استخدام السلاسل الزمنية للتنبؤ نجد أن هناك مجموعة من أنماط التغير التي يمكن أن تسلكها أرقام البيانات وهى الاتجاه العام والموسمية و الدورات الاقتصادية والتأثير العشوائي .

١. الاتجاه العام Trend : ويرجع الى التغير طويل المدى للسلسلة الزمنية بالزيادة أو الانخفاض مع مرور الوقت .
٢. الموسمية Seasonality : ويرجع ذلك عندما تتأثر بيانات السلسة الزمنية بعوامل موسمية (مثل ربع معين في السنة . شهر معين ، أو يوم معين في الأسبوع) ومن أمثلة هذا النمط المبيعات من المشروبات الباردة في أيام الصيف ، أو الموسمية في الإنتاج الزراعي وما إليها.
٣. الدورات الاقتصادية Cycles : وتأخذ شكل موجات لأكثر من فترة عام و عادة ترجع لعدة عوامل اقتصادية وسياسية و في بعض الأحيان زراعية .
٤. التغيرات العشوائية Irregular Variations :وترجع هذه التغيرات الى أحداث غير متوقعة و لا يمكن التنبؤ بها مثل التقلبات الحادة في الطقس أو الاضطرابات وهى لا تعكس سلوكاً محدداً . وبصفة عامة يجب تحديد تلك التغيرات و استبعادها من البيانات حتى يمكن إجراء التنبؤ بالدقة اللازمة .

ونستعرض الآن بعض من طرق التنبؤ بإستخدام السلاسل الزمنية :

١. الطريقة البسيطة Naive Forecasting Method:

والنموذج الخاص بهذه الطريقة كالتالى :

$$ق_{ت+١} = ط_{ت}$$

حيث $ق_{ت+١}$ الطلب المتوقع للفترة ت+١

$ط_{ت}$: القيمة الفعلية للطلب للفترة ت

٢. طريقة المعدل البسيط Simple Average Method:

تعد طريقة المعدل البسيط أبسط الطرق الإحصائية . وبموجب هذه الطريقة يتم حساب المتوسط الحسابي لمتغير معين لفترات زمنية ماضية (سنوات أو شهور أو أسابيع) ويستخدم هذا المتوسط كأساس للتنبؤ بحجم الطلب لهذا المتغير للفترات الزمنية القادمة .

ويتم حساب المعدل البسيط وفقاً للمعادلة التالية :

$$\text{المعدل البسيط (ق ت)} = \frac{\text{ط١ + ط٢ + ط٣ + ... ط ن}}{\text{ن}}$$

حيث أن :

ق ت : الطلب المتوقع للفترة (ت)

ت : الفترة الزمنية .

ط١ : الطلب الفعلي للفترة الأولى .

ط٢ : الطلب الفعلي للفترة الثانية .

ط٣ : الطلب الفعلي للفترة الثالثة .

ط ن : الطلب الفعلي للفترة (ن) .

ن : عدد الفترات الزمنية التي يحسب على أساسها المعدل البسيط .

٣. طريقة الوسط المتحرك البسيط Simple Moving Average Method:

تعد هذه الطريقة من أكثر الأساليب الإحصائية استخداماً مقارنة بطريقة المعدل البسيط . وتستخدم طريقة الوسط المتحرك البسيط عند التنبؤ بظواهر معينة ينتابها تقلبات حادة خلال فترة زمنية معينة . وهذه الطريقة تساعد القائم بعملية التنبؤ على أخذ هذه التقلبات الحادة بعين الاعتبار عند القائم بعملية التنبؤ . ويمكن تعريف الوسط المتحرك بأنه " الوسط " الذي يتم تعديله بشكل مستمر مع مرور الفترات الزمنية عن طريق تغيير الأرقام التي يحسب على أساسها . و ذلك بإضافة رقم جديد وإسقاط رقم قديم " . ويتم حساب الوسط المتحرك البسيط وفقاً للمعادلة التالية :

$$\text{المعدل البسيط (ق ت)} = \frac{\text{ط ت - ١ + ط ت - ٢ + ط ت-٣ + ... ط ت-ن}}{\text{ن}}$$

حيث أن :

ق ت : الطلب المتوقع لفترة (ت).

ت : الفترة الزمنية .

ط ت ـ١ : الطلب الفعلي للفترة السابقة لـ (ت) .

ط ت ـ٢ : الطلب الفعلي للفترة السابقة لـ (ت–١) ، .. .. هكذا ..

ن : عدد الفترات الزمنية التي يحسب على أساسها الوسط المتحرك البسيط (يتم اختيار عدد كبير من (ن) إذا كانت التقلبات (التذبذبات) في الأرقام صغير والعكس صحيح) .

ووفقاً لتعريف الوسط المتحرك البسيط يتم حذف (ط ت–١) و إضافة (ط ت–٢) عند حساب الطلب المتوقع للفترة الأخرى ، وهكذا يتم تكرار عملية الحذف والإضافة عند حساب الطلب المتوقع لكل فترة زمنية جديدة .

ويعاب على هذه الطريقة أنها تفترض أن كل الأرقام التاريخية السابقة متساوية في الوزن والقيمة .

٤. <u>طريقة الوسط المتحرك المرجح</u> Weighted Moving Average Method :

تمتاز هذه الطريقة عن طريق الوسط المتحرك البسيط – كما يتضح من مسماها – في أنه يتم إعطاء أوزان نسبية للقيم التاريخية . فمثلاً إذا كانت القيم التاريخية للفترات الزمنية الأخيرة تعبر أكثر عن قيم الطلب في الفترات القادمة ، فإنه من الأفضل أن يكون للقيم التاريخية الأخيرة وزن نسبي أكبر مما قبلها عند تقدير حجم الطلب للفترة التالية . ويتم حساب الوسط المتحرك وفقاً للمعادلة التالية :

$$(ق\ ت) = و_{ت-1}\ ط_{ت-1} + و_{ت-2}\ ط_{ت-2} + \cdots + و_{ت-ن}\ ط_{ت-ن}$$

حيث أن :

ق ت : الطلب المتوقع لفترة (ت).

ت : الفترة الزمنية .

و ت ـ١ : الوزن النسبي المعطى للفترة (ت ـ ١) ،.... وهكذا .

(وهي نسبة مئوية تعكس الأهمية النسبية للفترة ، و يتم تحديدها على أساس الخبرة)

ط ت ـ ١ : الطلب الفعلي للفترة (ت–١) ، ... وهكذا .

ن : عدد الفترات الزمنية التي يحسب على أساسها الوسط المتحرك المرجح.

٥. طريقة التمهيد الأسي البسيطة Simple Exponential Smoothing:

يعاب على طرق التنبؤ السابقة أنها تتطلب وبشكل مستمر كماً هائلاً من البيانات عن الطلب الفعلي لكي يتم التوصل إلى التنبؤ بحجم الطلب . فمثلاً باستخدام أي طريقة من طرق التنبؤ الثلاث السابقة يجب توفر بيانات عن الطلب الفعلي لفترتين زمنيتين على الأقل لكي يتم حساب الطلب المتوقع . لهذا فإن الطريقة الأسية تتلافى هذا العيب وتتطلب ثلاثة بيانات فقط ، وهي : آخر طلب فعلي و آخر طلب متوقع ومعامل التسوية . ويتم حساب الطلب المتوقع بالطريقة الأسية باستخدام المعادلة التالية :

$$ق_ت = م\ ط_{ت-١} + (١-م)ق_{ت-١}$$

حيث أن :

ق ت : الطلب المتوقع للفترة (ت).

ت : الفترة الزمنية .

ط ت-١ : الطلب الفعلي للفترة السابقة لـ (ت) .

ق ت-١ : الطلب المتوقع للفترة السابقة لـ (ت).

م : معامل التسوية ، وهو يحدد مقدار (قدر) التعديل في المتوسط القديم ويأخذ القيمة بين صفر وواحد صحيح، ويتم تحديده بناء على خبرة القائم بعملية التنبؤ .

٦. طريقة إدخال أثر الاتجاه عند تقدير حجم الطلب Trend Adjustment :

تقوم جميع طرق التنبؤ السابقة على تقدير حجم الطلب عن طريق حساب تأثير المتوسط Average Affect . لذلك تعرف هذه الطرق بطرق المتوسطات وتكون مناسبة إذا كانت باقي مكونات الطلب (مثل تأثير الاتجاه ، وتأثير الموسمية ، وتأثير الدورات الاقتصادية ؛ والتأثيرات العشوائية) لا تؤثر في حجم الطلب الفعلي . ولهذا يعاب على طرق المتوسطات إغفالها لباقي مكونات الطلب (إن وجدت) وأنها تؤدى عادة إلى تقدير حجم الطلب بأقل أو أكثر من حجمه الفعلي في حالة وجود اتجاه في البيانات (تصاعد أو انخفاض الأرقام بشكل تدريجي) .

لذلك تقوم هذه الطريقة بإدخال أثر الاتجاه عند تقدير حجم الطلب و تعرف بطريقة التمهيد مرتين لأرقام الطلب Trend Adjusted Exponential Smoothing. وببساطة فإن هذه الطريقة تقوم بتعديل الرقم الذي تم التوصل إليه باستخدام الطريقة الأسية لكي يتم إدخال أثر الاتجاه في عملية التنبؤ . وهذا يعني أن نقوم باستخراج أرقام المتوسطات باستخدام

الطريقة الأسية (متوسطات ممهدة لمرة واحدة) ثم استخدام الطريقة الأسية مرة أخرى للحصـول على أرقام جديدة (متوسطات ممهدة لمرتين) تمكن من تقدير أثر الاتجاه . ويتم تقدير أثر الاتجـاه باستخدام المعادلة التالية :

$$ق_{ت+١} = م م'_{ت} + (م م'_{ت} - م م''_{ت}) + هـ_{ت} \quad ..... (٤)$$

حيث أن :

$ق_{ت+١}$: الطلب المتوقع للفترة (ت+١)

$م م'_{ت}$: متوسط الطلب الذي تم حسابه بتسوية (تمهيد) أرقام الطلب الفعلية للفترة (ت) ويسمى " متوسطاً ممهداً لمرة واحدة " .

$م م''_{ت}$: متوسط الطلب للفترة (ت) الذي تم حسابه بتسوية (تمهيد) أرقام المتوسطات التي تم تقديرها في التمهيد الأول (متوسط ممهد لمرة واحدة) ويسمـى " متوسطاً ممهداً لمرتين " .

$م م'_{ت} - م م_{ت}$: هو تعديل يتم به تحسين الطلب المتوقع .

$هـ_{ت}$: تأثير الاتجاه للفترة (ت) .

ويتم حساب . مجاهيل المعادلة الرئيسية من خلال المعادلات التالية :

$$م م'_{ت} = م_{ط_{ت}} + (١ - م) م م'_{ت-١} \quad .....(١)$$

$$م م''_{ت} = (م) م م'_{ت} + (١-م) م م''_{ت-١} \quad .....(٢)$$

$$هـ_{ت} = م م'_{ت} - م م''_{ت-١} \quad .....(٣)$$

٧. طريقة إدخال أثر الموسمية بالإضافة إلى أثر الاتجاه والمتوسط

Seasonality Effect Method

لقد أوضحت الطريقة السابقة أن تقدير حجم الطلب يتأثر بعدة مكونات ومن بينها تأثير الموسمية (لكل سلعة موسم أو عدة مواسم) . لهذا فإنه سوف يتم تقدير حجم الطلب بأقل مـن حجمه الفعلي في حالة إغفال تأثير الموسمية . لذلك تقوم هذه الطريقة بإدخال أثر الموسمية بالإضافة إلى أثر الاتجاه والمتوسط . ويتم تقدير حجم الطلب باستخدام هذه الطريقة وفقاً للمعادلة التالية :

$$ق_{ت} = ق'_{ت} \, ى_{ع}$$

حيث أن :

ق ت : الطلب المتوقع للفترة (ت).

ق َت : الطلب المقدر باستخدام معادلة الاتجاه العام . ويشمل أثر الاتجاه وأثر المتوسط .

ى : الوزن النسبي لموسمية تلك الفترة تلك الفترة . وهو عبارة عن نسبة مئوية يتم بها تعديل الطلب المتوقع حتى يتم أخذ أثر الموسمية في الحسبان.

ع : نسبة مئوية تعبر عن أثر العشوائية – Random effect .

خامساً : قياس الخطأ في عملية التنبؤ :

يندر أن يساوى رقم التنبؤ بالطلب رقم المبيعات الفعلية وقد يرجع هذا الاختـــلاف الى عدم كفاءة أسلوب التنبؤ المستخدم ، أو تغير الظروف الخارجية ولذلك من اللازم إيجاد وســيلة لقياس دقة التنبؤ .

وفى هذا الصدد من الأهمية أن نستعرض النقطتين الأساسيتين التاليتين :

١. مصادر الخطأ في التنبؤ .

٢. الأساليب المستخدمة لقياس الخطأ في التنبؤ.

١– مصادر الخطأ في التنبؤ :–

وهناك نوعان من مصادر الخطأ في التنبؤ هما :

١. الأخطاء العشوائية Random Errors وهى التي لا يمكن تفسيرها أو معرفــة أسبابها وتأخذ قيماً تزيد أو تقل عن قيم الطلب الفعلى .

٢. أخطاء التحيز Bias Errors ويحدث الخطأ هنا في اتجاه واحد دائما أعلى أو أقــل من قيم الطلب الفعلى. وتحدث هذه الأخطاء لعدة أسباب يمكن تلخيصها فيما يلى :

أ. إهمال التغير في النمط الموسمي للبيانات .

ب. استخدام علاقة خاطئة بين المتغيرات .

ج. إهمال أحد المتغيرات في النموذج المستخدم .

د. إستخدام خط اتجاه غير سليم .

٢ - <u>الأساليب المستخدمة لقياس الخطأ في التنبؤ</u> :

أخطاء التنبؤ هى الفرق بين الطلب الفعلي والطلب التقديري (التنبؤ) لفترة معينة .

$$خ_ت = ط_ت - و_ت$$

حيث $خ_ت$ = أخطاء التنبؤ للفترة ت .

$ط_ت$ = الطلب الفعلي للفترة ت .

$و_ت$ = الطلب التقديرى للفترة ت .

وهناك عدة أساليب يمكن استخدامها لقياس الخطأ منها : -

١. أخطاء التنبؤ المتراكمة

Cumulative Sum of Forecast Errors (CFE)

$$= مجـ خ_ت$$

وهذه الطريقة مفيدة في قياس التحيز في التنبؤ وترجع الى ميل التنبؤ ليكون ذا قيم أعلى باستمرار أو أقل باستمرار عن الأرقام الفعلية للطلب ، وهو يستخدم لاستخراج إشارة الانتباه التي تستخدم للحكم على سلامة التنبؤ .

٢. متوسط مربع الانحرافات Mean Squared Error (MSE)

$$= \frac{مجـ (خ_ت)^٢}{ن}$$

٣. الإنحراف المعياري لأخطاء التنبؤ

Standard Deviation of (σ) Forecast Errors

$$= \sqrt{\frac{مجـ (خ_ت)^٢}{ن}} = \sqrt{MSE}$$

٤. متوسط الانحرافات المطلقة Mean Absolute Deviation (MAD)

$$= \frac{مجـ |خ_ت|}{ن}$$

٥. مقياس تيـــل الاحصائى

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{ت=1}^{ن-1} \left[\frac{ق_{ت+1} - ط_{ت+1}}{ط_{ت}}\right]^2}{\sum_{ت=1}^{ن-1} \left[\frac{ط_{ت+1} - ط_{ت}}{ط_{ت}}\right]^2}}$$

حيث

ق ت+١ : القيمة المتنبأ بها في الفترة الزمنية ت+١

ط ت+١ : القيمة الفعلية للمتغير للفترة ت+١

ط ت : القيمة الفعلية للمتغير للفترة ت

ن : عدد المشاهدات

ت : الفترة الزمنية

ويلاحظ أن أسلوب (أو نموذج) التنبؤ الكمي الذي يجعل قيمة U قريبة من الصفر يعتبر أسلوباً جيداً . أما أسلوب التنبؤ الكمي الذي يجعل قيمة U أكبر أو تساوى واحد صحيح فيعتبر أسلوب سيئاً .

سادساً : استخدام الجداول الإلكترونية (Electronic Spreadsheets) في بناء نماذج للتنبؤ باستخدام السلاسل الزمنية :

تتوفر الكثير من الحزم للبرامج الجاهزة لمعالجة وحل نماذج التنبؤ و لكن هـــذه الـــبرامج الجاهزة تمثل مشكلة بالنسبة لمستخدميها وذلك من حيث درجة التعقيد و الاستيعاب. و لكـــن أصبح من الممكن الآن استخدام الجداول الإلكترونية لحل مثل هذه المشكلات و بالتحديد في بناء نماذج التنبؤ والمقارنة بين النماذج المختلفة وإختيار أفضلهم .

حيث أن هذه الجداول وسيلة ناجحة وفعالة و سهلة الاستيعاب لحل هذا النـــوع مـــن النماذج . وأيضاً لها القدرة على تحليل الحساسية لمعلمات النمـــوذج (Parameters) محـــل الدراسة و ذلك بمنتهى الدقة والسرعة . ومن مميزاتها أيضاً الحصول على الرسومات التوضيحيـــة