

### نمذجة التنبؤ بالمبيعات

إبراهيم بختي\*

#### Résumé:

Le choix et l'application des méthodes de prévision est considéré comme un élément important dans la planification et la maîtrise des aspects commerciaux. La capacité financière de l'entreprise se base sur la précision de la prévision vu que les informations relatives à la prévision sont utilisées dans la préparation du budget et la prise des grandes décisions. Une erreur par excès ou par défaut des prévisions de vente de l'entreprise peut mener à de lourdes charges résultant de cette erreur dans la rente des ventes ; Quand la demande est plus ou moins fixe (ne change pas, ne croît pas ou ne régresse pas avec une moyenne constante connue), une prévision précise devient relativement facile.

Si l'entreprise entreprend l'étude des données historiques des ventes et que cette étude s'avère non stable, l'action de prévision devient plus complexe, et dans ce contexte, nous allons aborder les prévisions des ventes par l'utilisation de la méthode aléatoire (Box-Jenkins), qui prend en considération la modélisation des séries chronologiques.

**Mots clés :** Prévision – ventes – série chronologique - méthode Box-Jenkins

\* أستاذ التعليم العالي، جامعة قاصدي مرباح ورقلة.

## ملخص:

يعتبر اختيار وتطبيق أساليب التنبؤ أمراً هاماً في التخطيط للمسائل التجارية والتحكم بها، فقد تعتمد القدرة المالية للمؤسسة على دقة التوقع، حيث أن معلومات التنبؤ ستستخدم في إعداد الميزانية واتخاذ القرارات الهامة، فقد يؤدي خطأ الزيادة أو النقصان في توقع المبيعات بالمؤسسة إلى تحمل أعباء كبيرة ناتجة عن الزيادة أو النقص في ريع المبيعات، وعندما يكون الطلب ثابتاً نوعاً ما (لا يتغير أو ينمو أو يتناقص بمعدل ثابت معروف)، فإن تبني توقع أو تنبؤ دقيق يكون سهل نسبياً، على أنه إذا قامت المؤسسة بدراسة المعطيات التاريخية للمبيعات ووجدتها غير مستقرة، فإن عملية التوقع تصبح أكثر تعقيداً؛ وفي هذا المقال سوف نتطرق إلى التنبؤ بالمبيعات باستخدام الطريقة العشوائية بوكس-جونكينز (Box-Jenkins) التي تعتمد على نمذجة السلاسل الزمنية.

## مقدمة:

التنبؤ هو محاولة لمعرفة مسار بعض المتغيرات مستقبلاً والتي على ضوءها ترسم المنشأة سياسة نشاطها وتحدد إحتياجاتها المالية، وبالرغم من أن التنبؤ بالمستقبل يُعدّ رجماً بالغيب، إلا أنه إجراء لا مفرّ منه، إذن فما المقصود بالتنبؤ بالمبيعات؟ وما العوامل المؤثرة فيه؟ وكيف تتم نمذجة المبيعات؟.

في الماضي كان التنبؤ بالمبيعات مجرد تخمين بقيمة الطلب المتوقع من الأفراد أو الجماعات على السلع والخدمات، ذلك أن الإنتاج كان محدوداً والسوق التي يصرف فيها محصورة في منطقة ضيقة نتيجة الطلب المحدود، زد على ذلك أن الأساليب الإدارية والفنية المستخدمة آنذاك بدائية؛ أما في الوقت الحاضر فإنه حدث تغير جذري نتيجة التطور العلمي، حيث أصبحت الأساليب والأنشطة التي تقوم بها المنشآت أكثر تعقيداً وتطوراً مما يسمح لها بخوض غمار المنافسة وإنتاج سلع وخدمات جديدة ذات مواصفات أكثر قبولاً لدى المستهلكين، الأمر الذي أدى إلى وجوب تخطيط المبيعات مستقبلاً، فتخطيط المبيعات يعتمد على النتائج المحصل عليها من خلال عملية التنبؤ بالمبيعات.

تبدأ عملية التنبؤ بالمبيعات بدراسة طبيعة السوق لمعرفة مستوى الطلب على السلع والخدمات ويتطلب هذا تجميع البيانات عن السوق وعن المتغيرات المؤثرة في طلب المبيعات وبعد هذا يتم تحليل تلك البيانات بهدف الحصول على مؤشرات تستخدم في عمليات التنبؤ وعند الانتهاء من إعداد التنبؤ بالمبيعات يتم إعداد خطط المبيعات وفقاً لأهداف المنشأة، إذ يمكن تعريف التنبؤ بأنه تقدير لكمية أو قيمة المبيعات المتوقعة في ظل الظروف الاقتصادية والاجتماعية المحتملة بهدف صياغة خطط الإنتاج والتسويق والتمويل والتخزين وحجم القوى العاملة،... الخ، لتتمكن المنشأة من تحديد مصادر الحصول على الأموال المطلوبة وإعداد الموازنة المالية مما يساعد المنشأة في تحديد الأرباح المتوقعة من المبيعات في نهاية الفترة الزمنية المعتبرة.

إن عملية التنبؤ بأرقام دقيقة عن المبيعات تبدو صعبة ومعقدة، ذلك أن المبيعات تتأثر بعوامل عديدة غير ثابتة ويصعب معرفة تأثيرها بشكل دقيق وواضح ويمكن حصر هذه العوامل في العوامل الخارجية والعوامل الداخلية، فالعوامل الخارجية تشمل جميع العوامل التي تؤثر في الطلب على السلعة (فالسلع ذات الطلب الثابت تكون عملية التنبؤ بمبيعاتها أكثر دقة من السلع التي يكون الطلب عليها غير ثابت) والتي ليس للمنشأة القدرة على السيطرة أو التحكم أو التأثير عليها وهي :

- العوامل الإقتصادية : والمتمثلة في مستوى الدخل، القدرة الشرائية، حجم الإستثمارات، ...
- العوامل الإجتماعية : والمتمثلة في العادات والتقاليد والأعراف الدينية.
- العوامل الديمغرافية : والمتمثلة في نسبة نمو السكان وتوزيعهم في المناطق الجغرافية.
- العوامل الثقافية والعلمية: والمتمثلة في المستوى الثقافي والعلمي السائد في المجتمع.
- العوامل الطبيعية: والمتمثلة في المناخ السائد والتضاريس الأرضية.

أما العوامل الداخلية فهي تمثل جميع العوامل المتعلقة بالإمكانات المادية والبشرية والمالية المتاحة لدى المنشأة بالإضافة

إلى قدرة المنشأة على طرح سلع ذات مواصفات جديدة تفوق تلك المعروضة في السوق بغرض المنافسة.

إن عدم الدقة في نتائج التنبؤ تنجم عن سوء تحديد العلاقات بين المتغيرات الاقتصادية أو عن عدم كفاية المعطيات المجمعة عن الظاهرة المدروسة، وقد تنجم أيضاً عن طول مدة التنبؤ، فكلما كانت فترة التنبؤ طويلة كلما زاد الخطأ في التنبؤ، ولهذا يجب أن يكون السقف الزمني محدداً حسب طبيعة نشاط المنشأة والظروف المحيطة بها، وتجدر الإشارة إلى أن التنبؤ قصير المدى لا يمكن أن يتعدى سنة واحدة على الأكثر، والتنبؤ متوسط المدى يتراوح بين سنة وثلاث سنوات، فحين أن التنبؤ طويل المدى يتجاوز ثلاث سنوات<sup>(1)</sup>، وما يلاحظ هنا أن هناك علاقة طردية بين قصر المدة ودقة النتائج المحصل عليها، وعلاقة عكسية بين طول المدة ودقة النتائج المحصل عليها، ولذلك تميل المنشأة إلى استخدام التنبؤات قصيرة المدى لتمكينها من إعداد موازنة التشغيل لمدة سنة مالية واحدة وتحديد الأسعار والتكاليف ويمكنها التقليل في الخطأ والذي لا يؤثر فقط في أنشطة وفعاليات إدارة المبيعات بل يمتد إلى الأجهزة والوظائف الأخرى خاصة وظيفة الإنتاج ووظيفة التخزين، وينجر عن هذا الخطأ عدد من العواقب كما يراها المؤلفان غانم فنجان موسى ومحمد صالح عبد العباس<sup>(2)</sup>، فعندما تكون النتائج المحصل عليها أكبر من المبيعات المحققة فعلا، يؤدي ذلك إلى إرتفاع

<sup>1</sup> - الصفحة 38 من المرجع [M. TEILLAC - 60]

<sup>2</sup> - الصفحة 326 من المرجع [غ.ف.موسى - 90]

تكاليف التخزين، أما في حالة كون النتائج المحصل عليها أكبر من المبيعات المحققة فعلاً، يؤدي ذلك إلى تجميد مبالغ كبيرة في شكل مخزون سلعي معرض للتلف والتقادم، زد على ذلك إرتفاع تكاليف التخزين، أما في حالة كون النتائج المحصل عليها أقل من الطلب الحقيقي، فينجم على ذلك حدوث فجوات وإختناقات في الإنتاج مما يلزم المنشأة بتشغيل العاملين أوقاتاً إضافية لتغطية الطلبيات الضائعة للحفاظ على سمعتها وقد يؤدي ذلك إلى فقدان قسط من الأرباح المتوقعة من المبيعات بسبب زيادة التكاليف المتمثلة في دفع أجور إضافية للعمال، ولهذا يتطلب نجاح عملية التنبؤ بالمبيعات مايلي :

- الخبرة والمهارة الكافية في القائمين بعملية التنبؤ؛
- توفر المعطيات عن ماضي الظاهرة المدروسة؛
- تحديد وتحليل العوامل والمتغيرات الداخلية والخارجية التي تؤثر في الطلب على المبيعات؛
- مراقبة المبيعات باستمرار بهدف معرفة الانحرافات وإتخاذ الإجراءات اللازمة لذلك.

توجد عدة طرق للتنبؤ بالمبيعات وتفاوتت هذه الطرق من حيث سهولة تطبيقها ودرجة دقة نتائجها، فهناك طرق كيفية سهلة وبسيطة لاتحتاج إلى مهارات وخبرة عالية وإنما تعتمد بالدرجة الأولى على الإدراك الحدسي والإستقراء التصوري للمستقبل بالإعتماد جزئياً على المعطيات

الإحصائية، كما يقوم بعضها على افتراض أن المستقبل هو إمتداد للماضي والحاضر وأن الظروف والعوامل التي أثرت في المبيعات تبقى سارية المفعول بنفس الكم والحجم وبالتالي حجم المبيعات للسنة المقبلة هو مربع مبيعات آخر سنة مقسوما على متوسط مبيعات السنوات السابقة<sup>(3)</sup>، والبعض الآخر منها يعتمد على المسح الميداني باستعمال التحري (Sondage) على عينة من المستهلكين ثم تحليل المعطيات المجمعة بهدف تحديد الطلب المتوقع عن طريق الخبرة في الميدان، لكن مايؤخذ على هذه الطرق أنها مبنية على أساس الحدس والتخمين مما قد يؤدي إلى توقعات سلبية حسب درجة التفاؤل والتشاؤم للأشخاص المكلفين بالعملية، كما أن هناك طرقا كمية تقوم على استخدام الأساليب الإحصائية والطرق الرياضية في تحليل المتغيرات وقياسها إنطلاقا من المعطيات العددية والبيانات المتاحة لدى المنشأة، وتعرف هذه الطرق بـ "التنبؤ باستخدام السلاسل الزمنية"، فالسلسلة الزمنية هي عبارة عن سلسلة من المبيعات المحققة في الماضي والتميز بالخصائص التالية :

- تتكون من قيم معلومة ومحسوبة ومحقة فعلاً.
- أن تكون القيم متجانسة في وحدة الزمن.
- أن تكون القيم ذات دلالة إحصائية، أي أن تكون المعطيات العددية كافية لتحليل الظاهرة المدروسة فكلما كانت السلسلة طويلة نسبيا، كلما كان التنبؤ أكثر دقة وذلك حسب طبيعة

<sup>3</sup> - الصفحة 330 من نفس المرجع السابق

المعطيات شهرية، فصلية أو سداسية، ولكن عموماً في الدراسات المهمة بتحليل المبيعات تكون المعطيات ذات طبيعة شهرية.

يتم الحصول على المعطيات من المصادر الداخلية للمنشأة (مستندات إدارة المبيعات) أو من المصادر الخارجية كالنشرات والإحصائيات التي تقوم بإعدادها الدوائر المختصة في الدولة أو تلك الدوائر البحثية والطلابية في المعاهد والجامعات، لكن هذه المعطيات لا تستغل مباشرة في تحليل السلاسل الزمنية، إلا بعد القيام بتعديل السلسلة من الانحرافات، وذلك عن طريق محاولة إعادة تشكيل الطابات الضائعة التي لم تلبى في فترة النفاذ والتي تقدر قيمة حسب ماتراها المؤلف C. ALCOUFFE بـ : (مدة النفاذ x متوسط الطالب في تلك المدة)، بعد ذلك يحاول الدارس إسقاط المعطيات التي بحوزته على منحنى بياني من أجل ملاحظة اتجاه الظاهرة المدروسة وما تشتمل عليه من تدبّبات (تقّرات وتحديات)، وقياسها عن طريق معامل الخشونة (Coefficient de Rugosité) المعروف بالعلاقة التالية<sup>(4)</sup> :

$$CR = \frac{\sum_{i=2}^N (Y_i - Y_{i-1})^2}{\sum_{i=2}^N (Y_i - \bar{Y})^2}$$

فكلما كان هذا المعامل ذو قيمة ضعيفة كلما كانت السلسلة أكثر صقلاً وملوسةً وإستقراراً، وإذا وجد أن هذا المعامل ذو قيمة مرتفعة فإن هذا يتطلب تحسين (تعديل) السلسلة الزمنية عن طريق التحويل أو الترشيح الذي يقضي على بعض مركبات السلسلة بعكس التحويل الذي لا يغير منها شيئاً.

تظهر أهمية التعديل في التالي :

- تنقية السلسلة الزمنية من التقلبات العارضة؛
- العمل على تسكين السلسلة في وحدة الزمن؛
- سحق وخفض المعطيات ذات القيم العالية؛

وعموماً نصيغ هذه التعديلات في الجدول الآتي :

الجدول 1 طرق تعديل السلسلة الزمنية

| ملاحظة                              | دور التعديل                                                                          | السلسلة المعدلة                                   | السلسلة الخام | التعديل<br>(تحويل: T، ترشيح: F)     |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| حذاري من القيم<br>المعدومة والسالبة | سحق القيم العالية، خفض<br>سلم التمثيل البياني،<br>تخطية التمثيل                      | $Z_t = \log y_t$                                  | $Y_t$         | اللوغاريتم : (T)                    |
| فقدان قيم من<br>البداية ومن النهاية | حذف التقلبات الموسمية<br>المتحركة                                                    | $Z_t = \frac{y_t + y_{t-1} + \dots + y_{t-m}}{m}$ | $Y_t$         | المتوسط المتحرك :<br>(F) ذو طول (m) |
| فقدان قيمة من<br>السلسلة            | سكون السلسلة في وحدة<br>الزمن                                                        | $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$                      | $Y_t$         | الفروق الأولية : (F)                |
| فقدان قيمتين من<br>السلسلة          | سكون السلسلة في وحدة<br>الزمن لكنها تأخذ شكل<br>أسي.                                 | $\Delta^2 y_t = \Delta(\Delta y_t)$               | $Y_t$         | الفروق الثنائية : (F)               |
| فقدان قيمة من<br>السلسلة            | نمو السلسلة في وحدة<br>الزمن بمعدل ثابت<br>(متوسط حسابي<br>وانحراف معياري<br>ثابتين) | $Z_t = \frac{y_t - y_{t-1}}{y_{t-1}}$             | $Y_t$         | الفروق النسبية : (F)                |

المصدر : مقتبس بنصرف من المرجع [J. C.USUNIER-82] الصفحة 227.

يمكن كتابة  $Z^*_t$  بالشكل  $Z^*_t = \frac{1}{m} \sum_{k=0}^{m-1} y_{t-k}$  وكلما كانت  $m$  كبيرة نسبياً فإن هذا يسمح بإلغاء أحسنٍ للتغيرات العارضة، لكن عموماً ما تنتقي  $m$  حسب دورية المعطيات، فإذا كانت المعطيات شهرية والتغيرات الفصلية ضعيفة فإن طول المتوسط المتحرك  $m=3$  أو  $m=4$  وإذا حدث

أن كانت التغيرات الفصلية قوية الظهور سنوياً فإن  $m=12$  (5). يمكن استعمال عدد من هذه التعديلات واحد ثلث الآخر للحصول على سلسلة مصقولة.

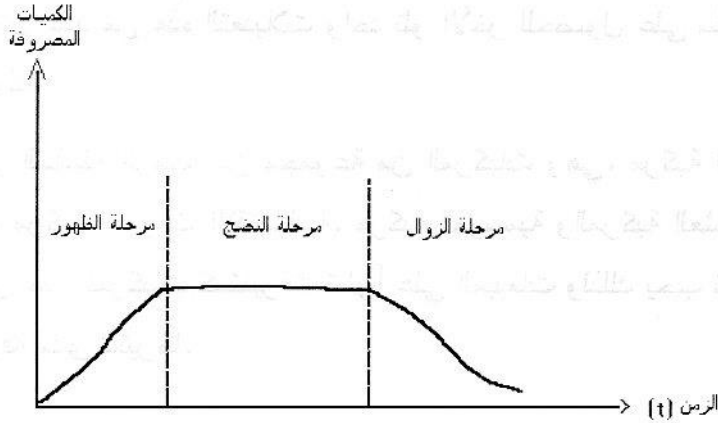
تتكون السلسلة الزمنية من مجموعة من المركبات وهي، مركبة الاتجاه العام، مركبة الدورات الإقتصادية، مركبة الموسمية والمركبة العشوائية، وتعتبر هذه المركبات كمتغيرات تطرأ على المبيعات ولذلك يجب تحليلها ومعرفة مدى تأثيرها.

**1- مركبة الاتجاه العام  $T(t)$  :** تبين هذه المركبة المسار الذي تتبعه السلسلة الزمنية في وحدة الزمن، والذي يفيد في تحليل المبيعات الفعلية خلال السنوات السابقة ويساعد في تحديد نموها مستقبلاً، هذا النمو يقترن بدورة حياة السلعة المكونة من ثلاثة مراحل أساسية : مرحلة ظهور السلعة ثم مرحلة النضج المميزة بتطور ثابت (6) تقريباً، ثم أخيراً مرحلة الزوال وهي المرحلة التي تسبق إنعدام الطلب على السلعة، نتيجة التطور التقني الذي يساعد على ظهور سلع بديلة لها.

<sup>5</sup> - أنظر الصفحة 115/114 من المرجع [J. FOURASTIE - 88].

<sup>6</sup> - المتوسط الحسابي للطلب ثابت في وحدة الزمن

## ش.1\_منحنى تطور السلعة



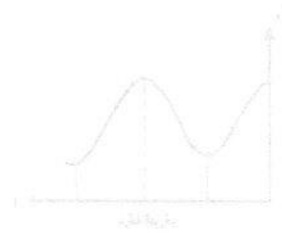
المصدر : المرجع [C. ALCOUFFE-87] الصفحة 108

2- مركبة الدورات الاقتصادية  $C(t)$  : وهي متغيرة منتظمة ذات طول غير معروف بدقة وتظهر هذه المركبة في المدى البعيد وتشمل حالتين: حالة الركود الاقتصادي وحالة الرخاء الاقتصادي، تتعاقب هاتان الحالتان بشيء من الانتظام في فترات متباعدة، وتؤثران في الطلب على المبيعات ذلك أنه في حالة الركود يكون الطلب على المبيعات منخفض وفي فترة الرخاء يحدث العكس، ولكن لكون أن التنبؤ عموماً يهتم بالمدى القريب والمتوسط فإن مركبة الدورات تهمل دراستها.

3- المركبة الموسمية  $S(t)$  : وهي التغيرات المتشابهة في مسار سلوكها والتي تظهر في فترات زمنية منتظمة ومحددة بصفة متعاقبة

وتفيد هذه المركبة في تحديد قيمة الطلب على السلع والخدمات التي تتأثر بعامل الموسمية (الفصلية) كالأعياد والعطل والمناسبات... الخ.

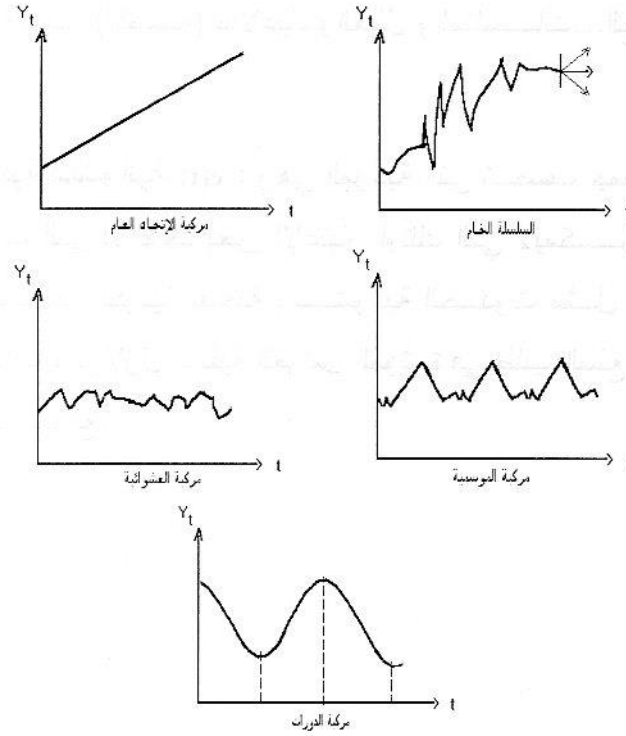
4- المركبة العشوائية  $e(t)$  : وهي المركبة التي تصف جميع العوامل والمتغيرات التي لم تؤخذ بعين الاعتبار أوتلك التي لا يمكن قياسها والتنبؤ بحدوثها، لكونها مفاجئة وعشوائية الحدوث مثل الحروب والفيضانات والزلازل وبقية العوامل المؤثرة في طلب السلع والخدمات بشكل غير متوقع.



شكل ٥٧٤ : المركبة العشوائية  $e(t)$  وهي المركبة التي تصف جميع العوامل

والمتغيرات التي لم تؤخذ بعين الاعتبار أوتلك التي لا يمكن قياسها والتنبؤ بحدوثها، لكونها مفاجئة وعشوائية الحدوث مثل الحروب والفيضانات والزلازل وبقية العوامل المؤثرة في طلب السلع والخدمات بشكل غير متوقع.

## ش.2\_ مركبات السلسلة الزمنية



المصدر : مقتبس بتصريف من المرجع [م.ص.أبو صالح-83] الصفحة 276

إن القيم المشاهدة  $Y_t$  في لحظة زمنية  $t$  هي بدلالة المركبات السابقة الذكر ويكتب هذا علاقة بـ:  $y_t = f(T_t, C_t, S_t, e_t)$  لكن باستبعاد مركبة الدورات لأنها في الغالب تحدث في السلاسل الزمنية الطويلة جداً نكتب:  $y_t = f(T_t, S_t, e_t)$  ويمكن تمثيل هذه الدالة بالنماذج التالية :

- النموذج التجميعي  $y_t = T_t + S_t + e_t$

- النموذج الجدائي  $y_t = T_t \cdot S_t \cdot e_t$

- النموذج المختلط  $y_t = (T_t \cdot S_t) + e_t$

يمكن معرفة طبيعة النموذج عن طريق حساب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للسلسلة، فإذا كان هذان الأخيران ثابتين في وحدة الزمن، فإن السلسلة تشكل نموذجاً تجميعياً، وإذا كان غير ذلك فالسلسلة تشكل نموذجاً جدائياً، وعند إدخال اللوغاريتم على النموذج الجدائي أو النموذج المختلط نحصل على نموذج تجميعي عادي.

للحصول على المبيعات المرتقبة يجب تحليل السلسلة الزمنية إلى مركباتها الأولية، وذلك بعزل كل مركبة على حدى، لمعرفة مدى تأثيرها عن بقية المؤثرات الأخرى، وذلك باستخدام إحدى الأساليب التالية :

التنبؤ بالمبيعات باستخدام الرسم البياني، التنبؤ بالمبيعات باستخدام الإنحدار، التنبؤ بالمبيعات باستخدام المتوسطات المتحركة والتنبؤ بالمبيعات باستخدام الطريقة العشوائية، لكننا سوف نقصر فقط على شرح الطريقة العشوائية لـ بوكس جونكينز BOX-JENKINS باعتبارها الأكثر شيوعاً ونجاعة.

في سنة 1970 توصل BOX-JENKINS في الولايات المتحدة الأمريكية إلى نشر عملهما المتعلق بمعالجة السلاسل الزمنية وكيفية إستعمالها في مجال التنبؤ وذلك بالإعتماد على دالة الارتباط الذاتي وإستخدام مبدأ المتوسطات المتحركة ومبدأ الإنحدار الذاتي، هذا التحليل يخضع السلسلة الزمنية إلى العشوائية نموذج عشوائي ((S)ARIMA)7، لكن قبل الخوض في تحليل النماذج العشوائية يجب التطرق إلى الارتباط الذاتي (Autocorrélation) والارتباط الذاتي الجزئي (Autocorrélation Partielle) :

أ- دالة الارتباط الذاتي : تهتم هذه الدالة بدراسة العلاقة بين السلسلة ذاتها، أي الكشف عن الارتباطات الداخلية للسلسلة الزمنية. لتكن  $(Y_t)$  سلسلة زمنية مستقرة و  $k$  معامل تأخير، يحدد الارتباط الذاتي بالعلاقة (8):

$$\rho(k) = \frac{\sum_{t=1}^{N-k} (y_t - \bar{y})(y_{t+k} - \bar{y})}{\sum_{t=1}^N (y_t - \bar{y})^2}$$

حيث  $\bar{y}$  تمثل المتوسط الحسابي

7 - التسمية (S)ARIMA هي اختصاراً:

Auto Regressive Integrated Moving Average (Seasonal).

8 - الصفحة 45 من المرجع [J.C.USUNIER - 82]

كما يمكن صياغة الارتباط الذاتي بدلالة التباين والتباين المشترك :

$$\bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N y_t$$

$$\rho(k) = \frac{COV(y_t, y_{t+k})}{\sqrt{VAR(y_t) \cdot VAR(y_{t+k})}}$$

إذن من الملاحظ أن الارتباط الذاتي يقيس درجة الارتباط بين متغيرات

السلسلة  $\{y_t, \forall t \in \mathbb{Z}\}$  وبين السلسلة الأصلية

المنحازة بدرجة (k)  $\{y_{t+k}, \forall t \in \mathbb{Z}\}$

خصائص الارتباط الذاتي :

- الارتباط الذاتي متناظر حول الصفر أي أن :  $\rho(k) = \rho(-k)$

- الارتباط الذاتي محصور بين القيمة :  $-1 \leq \rho(k) \leq +1$

- عندما  $k=0$  فإن  $\rho(k)=1$  وبالتالي إرتباط السلسلة تام.

- لفائدة من حساب  $\rho(k)$  عند عدم إستقرار السلسلة الزمنية.

- نختار درجة التأخر (Décalage) حسب عدد المشاهدات المتاحة

والمحددة بالعلاقة  $k=T/4$ <sup>9</sup>.

<sup>9</sup> - الصفحة 92 من المرجع السابق.

ب- دالة الارتباط الذاتي الجزئية : لتكن  $(Y_t)$  سلسلة زمنية مستقرة و  $k$  معامل تأخير، يحدد الارتباط الذاتي الجزئي بالعلاقة<sup>(10)</sup> :

$$r(k) = \frac{COV [(y_t - y_t^*)(y_{t+k} - y_{t+k}^*)]}{VAR (y_t - y_t^*)}$$

متغيرات نحصل عليها من انحدار  $y_t$  و  $y_{t+k}$  (كل على حدى) على سلسلة المتغيرات التالية:

$\{y_{t+k-1}, \dots, y_{t+2}, y_{t+1}\}$  وبالتالي فإن :

$$y_t^* = \sum_{j=1}^{k-1} \alpha_j y_{t+j}, \quad y_{t+k}^* = \sum_{j=1}^{k-1} \alpha_j' y_{t+j+k}$$

حيث  $\alpha$  و  $\alpha'$  معاملات يحصل عليها بطريقة (MCO).

ج- منحنى دالة الارتباط الذاتي (Corrélogramme) : هذا المنحنى

هو تمثيل بياني لدالة الارتباط الذاتي (AC) ودالة الارتباط الذاتي

الجزئي (ACP)<sup>11</sup>، هذا التمثيل البياني يسمح بمعرفة :

- الكشف عن وجود مركبة - إختبار إستقرار السلسلة الزمنية الموسمية؛

<sup>10</sup> - الصفحة 37 من المرجع السابق.

<sup>11</sup> - من الآن فصاعدا نعبّر عن دالة الارتباط الذاتي بالرمز (AC) وبالرمز (ACP) لدالة الارتباط الذاتي الجزئي.

- الكشف عن وجود ارتباط - تحديد وسائط النموذج المتغيرات الداخلية؛ SARIMA(p,d,q) (P,D,Q)<sub>s</sub>

ولتسهيل تحليل المنحنى البياني لدالة (AC) نضع مجال ثقة للقيم المقروءة، بالإعتماد على تباين  $\hat{\rho}(k)$  المحدد بالعلاقة<sup>(12)</sup> :

$$VAR[\hat{\rho}(k)] \approx \frac{1}{N} \left[ 1 + 2 \sum_{i=1}^k \hat{\rho}^2(i) \right]$$
 وباعتبار أن  $\rho(k)$  تتبع في توزيعها القانون الطبيعي فإن مجال الثقة لـ  $\rho(k)$  بدرجة  $\alpha = 95\%$  محدد بـ :

$$\pm 1,96 \sqrt{VAR(\hat{\rho}(k))}$$

وبالتالي يمكن إختبار عشوائية السلسلة  $[E(y_t) = 0]$  وذلك بوجود كل قيم  $\rho(k)$  بداخل هذا المجال.

وبالنسبة لدالة (ACP) فإنها أيضا تتبع توزيعا طبيعيا ذو تباين مقدر بـ:

$$VAR[\hat{\rho}(k)] \approx 1/T$$

ويحدد مجال الثقة بـ:

$$\pm 1,96 \sqrt{VAR(\hat{\rho}(k))}$$

\*-كثيرات الحدود الممكن إستعمالها في تحليل Box-Jenkins :

SARIMA(p, d, q) (P, D, Q)<sub>s</sub> , ARIMA( p, d, q) ,  
ARMA(p, q) , MA(q) , AR(p)

- كثير الحدود AR(p) : لتكن  $(Y_t)$  سلسلة زمنية، وباعتبار أن الحاضر هو إمتداد للماضي فإن :  $y_t = f(y_{t-1})$  وبصفة شمولية نكتب :  $y_t = f(y_{t-1}, y_{t-2}, \dots)$  ,  $\forall t = \overline{1, N}$  ، خطية تحكم هذه المتغيرات الشارحة حتى الفترة (p)، نكتب العبارة السابقة بالشكل التالي :  $y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p}$  حيث  $\{\phi_i, \forall i = \overline{1, p}\}$  معالم حقيقية مستقلة عن الزمن.

فالسلسلة  $y_t$  في شكلها الأخير تعبر عن الظاهرة المدروسة بدقة، وهذا غير ممكن لعدم إحتوائها على الحد العشوائي الذي يجمع أخطاء القياس والتأثيرات التي لم تؤخذ بعين الإعتبار، فإذا رمزنا لهذا الحد بالرمز  $(\varepsilon_t)^{13}$ ، فإن  $(y_t)$  تصبح بالشكل:

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t$$

وبتطبيق معامل التأخر (Opérateur de retard)<sup>14</sup> وإتخاذ المتغيرة  $(y_t)$  كطرف مشترك ينتج :

<sup>13</sup> - يخضع الحد العشوائي إلى شروط الفرضيات الكلاسيكية المعروفة.

<sup>14</sup> - نعرف هذا المعامل التأخري بالعلاقة  $y_{t-i} = B^i y_t$  .

وبوضع  $(1 - \sum_{i=1}^p \phi_i B^i) y_t = \varepsilon_t$  نحصل  $\Phi(B) = (1 - \sum_{i=1}^p \phi_i B^i)$  نحصل على كثير حدود متعدد ذاتي الانحدار<sup>(15)</sup> ذو الدرجة (p) :

$$\Phi(B)y_t = \varepsilon_t$$

- كثير الحدود MA(q) : على نفس النمط التحليلي السابق يمكن تعريف كثير الحدود<sup>(16)</sup> MA(q) ذو الدرجة (q) على النحو التالي:

$$y_t = \Phi(B)\varepsilon_t, \forall t \quad \Theta(B) = 1 - \sum_{i=1}^q \theta_i B^i \quad \text{حيث أن}$$

$$\{\theta_i, \forall i = \overline{1, q}\} \text{ معالم حقيقية مستقلة عن الزمن.}$$

- كثير الحدود ARMA(p, q) : كثير الحدود ARMA(p, q) هو مزيج من AR(p) و MA(q)، لكن الأخطاء به مرتبطة في وحدة الزمن، الأمر الذي يسمح بكتابة السلسلة الزمنية المدروسة بالشكل التالي:

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + u_t \dots \dots \dots (*)$$

حيث أن  $u_t$  معرف بالعلاقة:  $u_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$  وبتعويضه في العلاقة (\*) وتوحيد المتغيرات المتشابهة في طرف باستخدام العامل المشترك نتحصل على :

<sup>15</sup> - AR(p) : AutoregRessif d'ordre p

<sup>16</sup> - MA(q) : MovingAvarege d'ordre q

كثير الحدود  $ARMA(p, q)$   $\Phi(B)y_t = \Theta(B)\varepsilon_t$  وهذا مهما تكون قيمة وحدة الزمن.

يفترض أن يكون  $AR(p)$  و  $MA(q)$  مستقرين<sup>(17)</sup> في وحدة الزمن وبالتالي فـ  $ARMA(p, q)$  مستقر تعريفاً.

إذا كانت لدينا سلسلة زمنية تضم بين طياتها مركبة الاتجاه العام ومركبة الموسمية فيجب إستبعاد ذلك (نظرا لثأثيره على إستقرار السلسلة) بواسطة إستخدام مرشح الفروق، ويختبر إستقرار السلسلة بإحدى الطرق التالية :

1- تجزئة السلسلة المعدلة إلى جزئين متساويين، ونحسب لكل منهما المتوسط الحسابي والتباين فإذا كان هذين الأخيرين متساوين بالقيمة، وكان منحنى دالة  $AC$  لكل سلسلة منهما متطابق على الآخر، فالسلسلة مستقرة في وحدة الزمن<sup>(18)</sup>.

2- يتناقص منحنى دالة  $AC$  كلما تزايدت قيمة  $k$  حتى القيمة الموافقة لـ:  $N/4$  حيث يجب أن يكون المنحنى ضمن مجال ثقته.

3- إذا كان الخطأ العشوائي يشكل تشويشا أبيضاً (Bruit Blanc)، بمعنى أن  $\varepsilon$  موزع توزيعاً طبيعياً ويحقق شروط الفرضيات

<sup>17</sup> - أنظر الصفحة 61 - 66 من المرجع [B. COUTROT - 84].

<sup>18</sup> - الصفحة 273 من المرجع [G. ANSION - 90].

الكلاسيكية، ويسمح بالحصول على متتالية من المتغيرات العشوائية ذات متوسط معدوم وتباين ثابت، وعند رسم دالة ارتباطه الذاتي (Corrélogramme des Résidus) يكون المنحنى محصوراً بكامله داخل مجال ثقته.

فإذا كانت السلسلة المعدلة ناتجة عن عدد من الترشيحات يتحول كثير الحدود من  $ARMA(p, q)$  إلى  $SARIMA(p, d, q) (P, D, Q)s$  المعروف بالعلاقة :

$$\Phi(B)\Gamma(B^s)\Delta^d\Delta_s^D y_t = \Theta(B)\Omega(B^s)\varepsilon_t$$

حيث أن :

|                                                                    |                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| D - درجة الفروق المستعملة لإستبعاد الموسمية.                       | D - درجة الفروق المستعملة لإستبعاد الإتجاه العام.                  |
| $\Delta^d$ - معامل الفروق المطبق d مرة والمعرف بـ:                 | $\Delta_s^D$ - معامل الفروق الموسمي المطبق D مرة والمعرف بـ:       |
| $\Delta^d = (1 - B)^d$ و B معامل تأخير.                            | $\Delta_s^D = (1 - B^s)^D$ و B معامل تأخير ذو الدرجة s.            |
| $\Gamma(B^s)$ - كثير حدود $\Omega(B^s)$ - كثير حدود متأخر بدرجة s. | $\Gamma(B^s)$ - كثير حدود $\Omega(B^s)$ - كثير حدود متأخر بدرجة s. |
| S - درجة دورية مركبة الموسمية.                                     | S - درجة دورية مركبة الموسمية.                                     |

$$E(\varepsilon_t, \varepsilon_{t+ks}) = \begin{cases} \sigma_\varepsilon^2 & si \quad k=0 \\ 0 & si \quad k \neq 0 \end{cases}$$

و  $\varepsilon_t$  الخطأ العشوائي المشكّل

للتشويش الأبيض المميز بـ :

لكن في حالة غياب الموسمية فإن كثير الحدود المضاعف  $(P, D, Q)^s$  يتحول إلى كثير الحدود  $ARIMA(p, d, q)$  :  $\Phi(B)\Delta^d y_t = \Theta(B)\varepsilon_t$

نخلص إذن أنه إذا اعتبرنا أن السلسلة الزمنية كإشارة صوتية (Signal de son) مشوشة، هذه الأخيرة تتطلب لسماعها وفهمها إستبعاد التشويش غير المرغوب فيه وذلك بمرورها عبر عدة مرشحات مختلفة الشدة والدور (Filtres Electroniques) لتكون مسموعة عبر جهاز إستقبال، نفس الشيء ينطبق على السلسلة الزمنية حيث يجب تنقيتها بعدة مرشحات لإزالة الموسمية والإتجاه العام والحصول على سلسلة نقية تشكّل تشويشاً أبيضاً. والشكل التالي أدناه يبين هذه الآلية :

ش.3\_مراحل ترشيح السلسلة الزمنية SARIMA



المصدر : تصور إستنباطي

-خطوات النمذجة : تبدأ طريقة العمل وفق Box-Jenkins بإختيار سلسلة المعطيات التاريخية  $y_t$  حيث يتم تحليلها إقتصاديا وإحصائيا، ثم نختبر إستقرار السلسلة (19) بالإعتماد على منحنى كل من (AC) و (ACP)، فإذا كانت غير مستقرة يجب العمل على إستقرارها، بعد ذلك تأتي مرحلة تحديد وسائط النموذج SARIMA، وهذا يتطلب الإجابة على السؤال: - مانوع كثير الحدود؟ وماهي درجته؟.

الإجابة تكمن في تحليل منحنى دالة الارتباط (Corrélogramme) الملخص في الجدول الموالي :

|                                                                                                                          |                                                                                                                                   |                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(p) :<br/> <math>0 \leftarrow (A) \rightarrow \infty</math><br/> <math>p &lt; 2 \rightarrow 0 = (A) q</math></p>      | <p>(q) :<br/> <math>0 \leftarrow (A) \rightarrow \infty</math><br/> <math>p - q &lt; 2 : 0 \leftarrow (A) q</math></p>            | <p>الخطوة الأولى :<br/> <math>0 \leftarrow (A) \rightarrow \infty</math><br/> <math>p - q &lt; 2 : 0 \leftarrow (A) q</math></p>  |
| <p>(p,q) :<br/> <math>0 \leftarrow (A) \rightarrow \infty</math><br/> <math>p - q &lt; 2 : 0 \leftarrow (A) q</math></p> | <p>الخطوة الثانية :<br/> <math>0 \leftarrow (A) \rightarrow \infty</math><br/> <math>p - q &lt; 2 : 0 \leftarrow (A) q</math></p> | <p>الخطوة الثالثة :<br/> <math>0 \leftarrow (A) \rightarrow \infty</math><br/> <math>p - q &lt; 2 : 0 \leftarrow (A) q</math></p> |

19 - تختار درجة الفروق عند تلك السلسلة المعدلة ذات أصغر تباين من بين السلاسل المعدلة، فمجرد إرتفاع قيمة التباين نتوقف عن التعديل وتتم عملية الإختيار عند هذا الحد وبالإستعانة بمعامل الخشونة يمكن إثبات تلك الدرجة أونفيها على أساس القيمة الدنيا لهذا المعامل، أو عن طريق رسم منحنى دالة الارتباط الذاتي (Corrélogramme) المتضائل في مجاله كلما إرتفعت قيمة معامل التأخير

الجدول 2\_طبيعة كثير الحدود وفقاً لمنحنى الارتباط الذاتي

| كثير الحدود                                         | الدالة (AC)                                                                                                     | الدالة (ACP)                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\Delta R(p)$<br>$\Phi(B)y_t = \varepsilon_t$       | المنحنى البياني<br>يضمحل ببطء داخل<br>مجال ثقته (لايبتز) :<br>$\rho(k) \rightarrow 0$<br>$k \rightarrow \infty$ | يضمحل المنحنى البياني<br>بسرعة عند الدرجة (p)<br>وينعدم عندما :<br>$r(k) = 0 \leftarrow k > p$<br>(يبتز)     |
| MA (q)<br>$y_t = \Theta(B)\varepsilon_t$            | يضمحل المنحنى<br>البياني بسرعة عند<br>الدرجة (q) وينعدم<br>عندما (يبتز):<br>$\rho(k) = 0 \leftarrow k > q$      | المنحنى البياني يضمحل<br>ببطء داخل مجال ثقته<br>(لايبتز) :<br>$r(k) \rightarrow 0$<br>$k \rightarrow \infty$ |
| ARMA (p,q)<br>$\Phi(B)y_t = \Theta(B)\varepsilon_t$ | المنحنى يضمحل<br>بداخل مجال<br>ثقته:<br>$\rho(k) \rightarrow 0 : k > p-q$<br>$k \rightarrow \infty$             | المنحنى يضمحل بداخل<br>مجال ثقته :<br>$r(k) \rightarrow 0 : k > p-q$<br>$k \rightarrow \infty$               |

المصدر : مقتبس بتصريف من المرجع [M. DAVID-89]

الآن بعد تحديد طبيعة كثير الحدود، تبقى كيفية تحديد درجته (الشطر الثاني من السؤال السابق)، ففي حالة كثير الحدود  $\Delta R(p)$  ,  $MA(q)$  , تحدد الدرجة p أو q وفقاً لأكبر معامل تأخير (k) إستقرت عنده

السلسلة، أما في حالة كثير الحدود  $ARMA(p, q)$  فيحدد بنفس الأسلوب السابق على أساس التجزئة، أو عن طريق التجربة وملاحظة منحنى دالة الارتباط (Corrélogramme). بعد ذلك يجب تقدير معالم النموذج المحدد بطريقة (MCO) 20، ثم نختبر مدى صلاحية النموذج عن طريق الإحصائيات المعروفة في هذا المجال، منها :

(أ) - اختبار التشويش الأبيض : يهدف هذا الاختبار إلى التأكد من أن بواقي النموذج المشكل تحاكي تشويشاً أبيضاً (سلسلة مستقرة) والإحصائية المستعملة في هذا الغرض هي الإحصائية  $Q$  لـ Ljung-BOX والمعرفة بـ (21) :

$$Q = N(N+2) \sum_{i=1}^k (N-i)^{-1} \hat{\rho}_e^2(i)$$
 حيث أن  $N$  عدد المشاهدات و  $\hat{\rho}_e^2(i)$  مربع الارتباط الذاتي بدرجة تأخر  $(i)$  للخطأ  $\varepsilon$ .  
- تتبع  $Q$  توزيع كاي-مربع  $\chi^2$  بدرجة حرية  $(k-p-q)$ ، وبدرجة ثقة  $(\alpha=95\%)$ . فإذا كانت :

$Q_{\alpha(cal.)} > \chi^2_{(K-p-q)}$  يجب إعادة النظر في تحديد النموذج بإضافة مركبات نظامية (AR , MA) إليه.

<sup>20</sup> - الصفحة 250 - 270 من المرجع [G.ANSION - 90].

<sup>21</sup> - الصفحة 112 من المرجع [M. DAVID - 89].

المختار.  $Q_{\alpha(cul.)} \leq \chi^2_{(K-p-q)}$  السلسلة عشوائية، وهذا دليل على قوة النموذج

نستعمل إحصائية Q بدلا من إحصائية Durbin-Watson (لكون هذه الأخيرة تحسب فقط الارتباط الذاتي للأخطاء من الدرجة الأولى)، وقد أدخل عليها تعديل من طرف (Box-Pierce) فأصبحت بالشكل :

$$Q = N \sum_{i=1}^k \hat{\rho}_e^2(i)$$

(ب) اختبار جودة المعالم : لهذا الغرض نستخدم الإحصائية (t) لـ Student:، بافتراض أن المقدرات تقبل توزيعا طبيعيا فإن الإحصائية تؤكد أو تنفي جودة المقدر ومدى اساهمه في تفسير النموذج بإحتمال قيمته  $\beta(5\%) = :$

بالنسبة لـ  $AR(p)$  :  $t_e = \frac{|\hat{\Phi}_p|}{\sqrt{VAR(\hat{\Phi}_p)}} \rightarrow N(0,1)$  وبالنسبة لـ  $MA(q)$  :

$$t_e = \frac{|\hat{\Theta}_q|}{\sqrt{VAR(\hat{\Theta}_q)}} \rightarrow N(0,1)$$

فإذا كانت قيمة  $(t_e \geq 1.96)$  نقبل المقدر ونرفض فرضية إنعدامه والعكس صحيح ؛ بالإضافة إلى اعتماد الإحصائيات التقليدية (t, R, F, ...).

عند الحصول على عدة نماذج قياسية للظاهرة المدروسة، نختار النموذج المناسب للواقع على أساس إختبار صحة التمثيل بالإعتماد على المعايير التالية (22) :

1- أن يكون تباين النموذج ذو قيمة ضعيفة.

2- أن يكون مجموع مربع البواقي ضئيلاً.

3- أن يكون الفارق بين كثافة النموذج وبين الكثافة الحقيقية للمشاهدات ضئيلة أي بعبارة أخرى تدنئة تباين النموذج مقارنة بزيادة عدد المعالم المقدرة، هذا المعيار هو معيار AKAIKE (23) المعروف رياضياً بالعلاقة :

$$AIC = \log \hat{\sigma}_e^2 + \frac{2(p+q)}{N} \quad (24) \text{ حيث } \hat{\sigma}_e^2 \text{ تباين النموذج.}$$

في الحالة التي يكون فيها عدد المشاهدات غير متساو، يجب قسمة AIC على عدد المشاهدات N.

تتم المفاضلة على أساس القيمة الدنيا لـ : AIC.

<sup>22</sup> - تسمى هذه المعايير بإختبارات المفاضلة.

<sup>23</sup> - الصفحة 82 من المرجع [C.W.J.GRANGER - 86].

<sup>24</sup> - AIC = Akaike Information Criterion.

(ج) - قياس جودة التنبؤ:<sup>(25)</sup> يعتمد هذا المقياس على الخطأ النسبي (ER) المعروف بالعلاقة التالية :

$$ER_i = \frac{|X_i - F_i|}{|X_i|} \cdot 100$$

حيث  $X_i$  : القيمة المحققة،  $F_i$  : القيمة المتوقعة

إن مقياس الخطأ النسبي هو مفهوم بسيط وتقليدي متجدد في كل مرة عند الحصول على إنجازات جديدة، وهذا مايسمح بحساب الفارق بين المنجز والمتوقع، غير أن النظرة المركبة لهذا المفهوم تركز على حساب متوسط الخطأ النسبي المعروف علاقة بـ :

$$EM = \frac{\sum_{i=1}^N ER_i}{N} \quad \forall N \text{ فإن}$$

وتتم المفاضلة بين نموذج وآخر على أساس أدنى قيمة للمقياس (EM)، لكن إذا أردنا منح ثقل أكثر لأخطاء القياس فإنه يتوجب علينا حساب الخطأ التربيعي المتوسط المعطى بالعلاقة :

$$E = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - F_i)^2}{N}$$

<sup>25</sup> - انظر في هذا المنشأ ص 233 - 234 من المرجع [J.C.USUNIER - 82]

وبالرغم من هذا فإن هذا المقياس لن يكون حاسماً إلا إذا جعلنا منه ديناميكياً على النحو التالي :

$$E'_t = \frac{\sum_{i=t-h}^{t+h} (X_i - F_i)^2}{(2h+1)} \quad \text{حيث أنه: } t = h+1, h+2, \dots$$

(د) - معيار Thiel: (26) هذا المعيار هو عبارة عن إحصائية Thiel المرموز لها بالرمز (U) والمعرفة كما يلي:

$$U = \left[ \frac{\sum_{i=1}^{N-1} (FPE_{i+1} - APE_{i+1})^2}{\sum_{i=1}^{N-1} (APE_{i+1})^2} \right]^{1/2}$$

حيث أن :

$$FPE_{i+1} = \frac{F_{i+1} - X_i}{X_i} \quad \text{التغير النسبي المتوقع}$$

$$APE_{i+1} = \frac{X_{i+1} - X_i}{X_i} \quad \text{والتغير النسبي الفعلي}$$

بتعويض  $FPE_{i+1}$  و  $APE_{i+1}$  بقيمتيهما في العلاقة السابقة  $U$  ينتج :

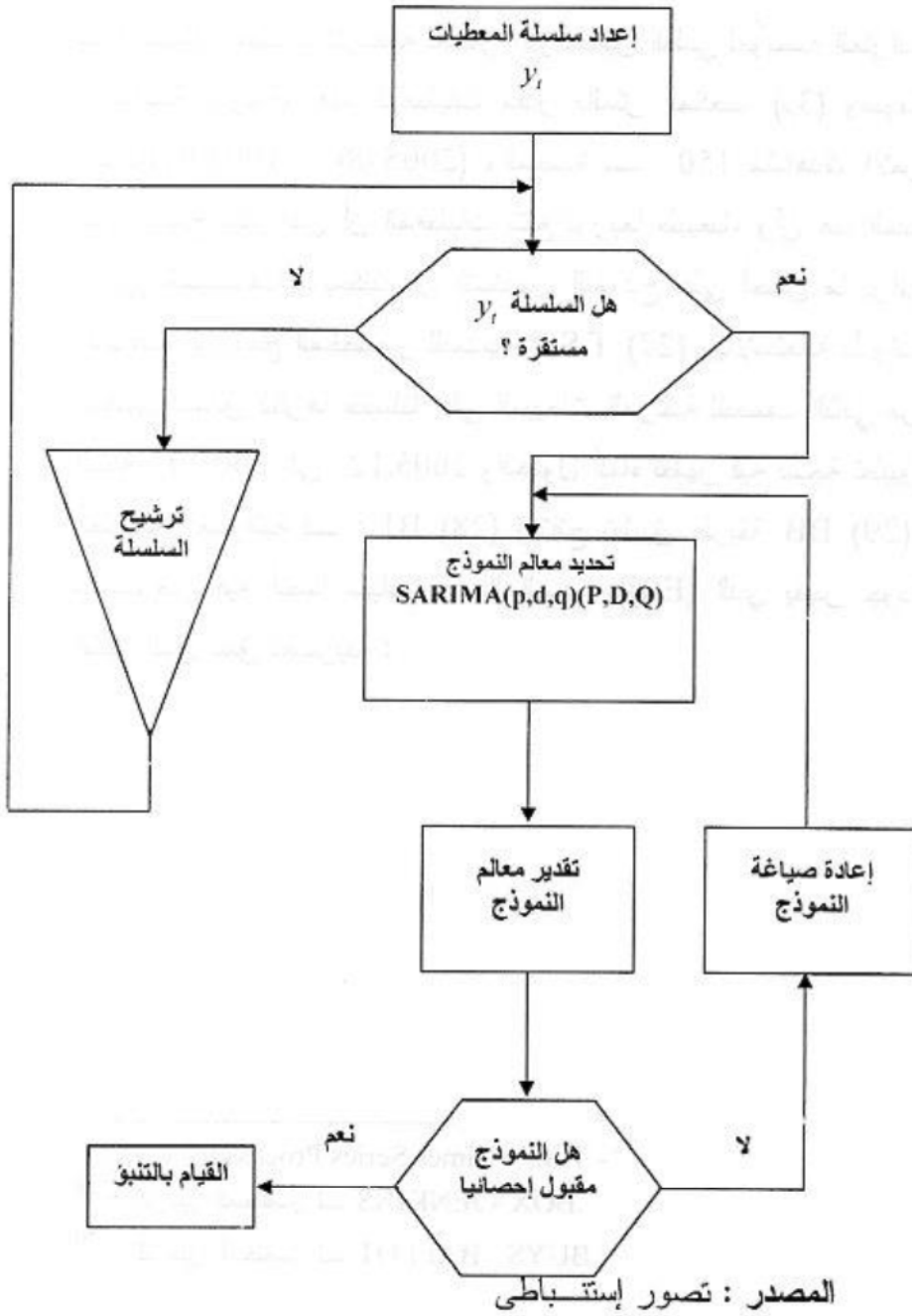
$$u = \left[ \frac{\sum_{i=1}^{N-1} \left( \frac{F_{i+1} - X_{i+1}}{X_i} \right)^2}{\sum_{i=1}^{N-1} \left( \frac{X_{i+1} - X_i}{X_i} \right)^2} \right]^{1/2}$$

\* إذا كانت  $u \approx 1$  فالنتائج المحصل عليها بهذه الطريقة مكافئة لنتائج الطرق البسيطة.

\* إذا كانت  $u > 1$  فالنتائج المحصل عليها بهذه الطريقة غير مرغوب فيها.

\* إذا كانت  $u < 1$  فالنتائج المحصل عليها جيدة.

## ش.4-خطوات التنبؤ بالطريقة العشوائية



**حالة تطبيقية :**

لدينا سلسلة معطيات تاريخية لغاز الأوكسجين الطبي لمؤسسة الغازات الصناعية بورقلة، هذه المعطيات مقدر بالمتر المكعب (م3) ومبوبة شهريا (1993.01 - 2005.06) والمحددة بـ 150 مشاهدة، الأمر الذي يسمح بإفترض أن المعطيات تتبع توزيعا طبيعيا، وأن هذا العدد الكافي للمشاهدات يمكننا من تشخيص النموذج على أحسن ما يرام، بمساعدة البرنامج المخصص للنمذجة T.S.P (27) وبالإستعانة بأدوات التحليل السابق ذكرها حصلنا على المبيعات المرتقبة للنصف الثاني من السنة 2005.07 إلى 2005.12 والجدول أدناه تظهر فيه نتيجة تطبيق الطريقة العشوائية لـ : BJ (28) ونتائج تطبيق طريقة BB (29)، ونعرض فيه أيضا مقياس الخطأ النسبي (ERj) الذي يقيس جودة التنبؤ الذي سبق تعريفه :

<sup>27</sup> - T.S.P : Times Series Processors Ver 7. 0

<sup>28</sup> - الترميز المختصر لـ BOX - JENKINS.

<sup>29</sup> - الترميز المختصر لـ BUYS - BALLOT.

الجدول 3 نتائج التنبؤ المتوصل إليها وتقييمها

| Obs     | T   | J | Fj(BJ)  | Fj(BB)  | Xj      | ERj(BJ) | ERj(BB) |
|---------|-----|---|---------|---------|---------|---------|---------|
| 2005.07 | 132 | 1 | 6322.48 | 6487.13 | 5168.00 | 22.34   | 25.52   |
| 2005.08 | 133 | 2 | 5889.26 | 6662.55 | 5865.00 | 00.41   | 13.59   |
| 2005.09 | 134 | 3 | 5649.56 | 6707.08 | 5023.00 | 12.47   | 33.52   |
| 2005.10 | 135 | 4 | 7484.68 | 7485.79 | 6308.00 | 18.65   | 18.67   |
| 2005.11 | 136 | 5 | 6121.82 | 7834.16 | 6005.00 | 01.95   | 30.46   |
| 2005.12 | 137 | 6 | 5547.72 | 9867.02 | 7065.00 | 21.47   | 39.66   |
| EM =    |     |   |         |         |         | 12.88*  | 26.90   |

المصدر : مستخلص من دراسة النمذجة

-  $X_j$  المبيعات الفعلية المحققة و  $F_j$  - المبيعات المتوقعة و EM متوسط الخطأ النسبي المستخدم في التحكم على أساس القيمة الدنيا له. من خلال الجدول نلاحظ أنه كلما قاربت قيم الخطأ النسبي الصفر، كلما كانت القيمة المتنبؤ بها جيدة، وعموما للمفاضلة بين طريقة (BJ) وطريقة (BB) يجب أن نخضع إلى تحكم متوسط الخطأ النسبي الذي يظهر أن النموذج العشوائي هو أفضل معبر عن الحقيقة في المدى القصير من نموذج (BB)، كما أن حساب إحصائية Thiel المسماة بالإحصائية U أعطى القيمتين  $UBB = 1.28$  ،  $UBJ = 0.96$  وما يمكن قوله، هو أن النتائج المحصل عليها وفق طريقة BB غير مرغوب فيها، لأن الإحصائية تجاوزت الواحد الصحيح، وأن نتائج BJ تعد الأفضل.

## الخاتمة:

تعتبر عملية التنبؤ بالمبيعات عملية معقدة، تتأثر بمجموعة من العوامل الاقتصادية، الاجتماعية، الطبيعية... إلخ. بالإضافة إلى العوامل الداخلية الخاصة بالمؤسسة. مما يجعل نتائجها غير دقيقة، خاصة أمام اختلاف الأساليب والطرائق المستعملة في ذلك. وتؤدي النمذجة دوراً محورياً في عملية التنبؤ بالمبيعات، كونها تسمح بضبط المتغيرات الأساسية واستبعاد العناصر والعوامل غير المهمة نتيجة استخدام الاختبارات المتعددة. مما يمكن من معرفة وقياس درجة جودة التنبؤ بعد تقدير مختلف الأخطاء.

## قائمة المراجع المعتمدة :

- [م.ص.أبو صالح-83] محمد أبو صالح وعدنان محمد عوض مقدمة في الإحصاء  
دار A WILEY ARABOOK ، USA - 1983
- [غ.ف.موسى-90] غانم فنجان موسى ومحمد صالح عبد العباس إدارة المبيعات  
والإعلان دار الحكمة للطباعة والنشر، العراق 1990
- [G.ANSION-90] GUY ANSION, Les méthodes de prévision en  
économie, Ed. Armand Colin, Paris 1990.
- [B. COUTROT-84] B. COUTROT et F. DROESBEKE, Les  
méthodes de prévision, Que sais-je, Ed. P.U.F,  
Paris 1984.
- [M. DAVID-89] M. DAVID et J.C. MICHAUD, La prévision,  
Approche empirique d'une méthode  
statistique, Ed. Masson, Paris 1989
- [J. FOURASTIE-88] J. FOURASTIE et S.LEVY, Statistique  
appliquées à l'économie, 2<sup>o</sup> Ed. Masson,  
Paris 1988.
- [C.W.J.GRANGER-86] C.W.J.GRANGER et PAUL NEWBOLD,  
Forecasting economic times series, 2<sup>o</sup> Ed.  
Academic press, INC California 1986.
- [M. TEILLAC-60] M. TEILLAC et Autres, La gestion  
prévisionnelle des entreprises industrielles et  
commerciales, Ed. Dunod; Paris 1960.
- [J.C.USUNIER-82] J.C.USUNIER, Pratique de la prévision à  
court terme, Ed. Dunod, Paris 1982