نمذجة التنبؤ بالمبيعات باستخدام الشبكات العصبية
دراسة حالة الشركة الوطنية للصناعات الميكانيكية ولواحقها

أ. عدالة العجال
adj_adala@yahoo.fr
كلية العلوم الاقتصادية،
جامعة مستغانم

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى توضيح خطوات نمذجة التنبؤ بالمبيعات باستخدام الشبكات العصبية، حيث تم إجراء تطبيق عملي على سلسلة زمنية لمبيعات منتج إحدى المؤسسات الصناعية الجزائرية (120 إحصائية) اعتمادا على تقنية التدريب، واستخدم البرنامج الإحصائي «PYTHIA » في الحصول على النتائج.

وأثبتت الخوارزمية (1,2,1,1) لنموذج الشبكة العصبية المعتمد في وصف حركة نشاط البيع للمؤسسة قدرتها على تقديم تنبؤات ذات أخطاء ضئيلة. وأكدت هذه الدراسة أيضا مدى أهمية التحليل الإحصائي للبيانات في عملية النمذجة وعلاقتها بعمليات التخطيط الاقتصادي واتخاذ القرار، والقدرة التنبؤية العالية لنماذج الشبكات العصبية مقارنة بالطرق الأخرى للتنبؤ آخذين بالاعتبار تحديث نتائج التنبؤ المقدمة.

Abstract:

The purpose of this research is to describe the steps of modelling by neural networks. We made an operational application applied on a chronological timing of product sales of an Algerian industrial enterprise (120 statistical unity) focusing on training technique using to the statistical program “Pythia” to obtain results, and the algorithm (1,1,2,1) of an approved neural networks in describing the sale activity of an enterprise to demonstrate its capacity by showing a forecasting with tiny mistakes. This study has demonstrate the importance of the statistical analysis of data in modelling operation and its relation with economic planning and decision making, and also the high forecasting capacity of neural network models in comparison with others methods of forecasting by the use of a given results actualization.

مقدمة:

يعتبر التنبؤ الاقتصادي من المواضيع الهامة والأساسية في وضع الخطط التنموية لاقتصاد أي بلد، لكونه يقدم الأجوبة العلمية حول التساؤلات المتعلقة بمستقبل أي ظاهرة من الظواهر الاقتصادية. إنه الوسيلة التي يستطيع بواسطتها المخطط رؤية الوضع المستقبلي للظاهرة المدروسة ومحاولة كشف غموضها. وحتى يتسنى له تبني أحسن القرارات في المؤسسة، يجب أن يتم ذلك في إطار تنظيمي من خلال متابعة نشاط هذه الأخيرة وتقديره خلال فترات زمنية متتابعة لكون كل فترة تحدث فيها المؤسسة سلاسل من الأرقام تعكس مجمل نشاطاتها. ويتحتم على المخطط مرافقة هذه السلاسل الزمنية وتحليلها معتمدا في ذلك على النظرية الإحصائية، وهذا ما يستدعي تشكيل رياضي للفكرة عن طريق بناء نماذج ممثلة للحقائق، فكل مناقشة حول أساليب التنبؤ تتطلب المعالجة المباشرة لنماذج ومسائل أخذ القرار.

ومع تطور الطرائق الرياضية ساهمت العوامل غير القابلة للقياس وبالأخص منها العامل العشوائي في دراسة حركة الظواهر الاقتصادية وكانت بداية لظهور نماذج العمليات العشوائية، مما انعكس على طرق التنبؤ لتصبح بشكل أساسي ذات طبيعة إحصائية. وفي نهاية القرن العشرين ومع تطور أنشطة المنشآت وتعقدها ظهرت تقنية حديثة للتنبؤ تمثلت في نماذج الشبكات العصبية سمحت بدراسة السلاسل الزمنية التي تتلاءم والنماذج غير الخطية. وقد أحدثت هذه التقنية نقلة نوعية متميزة في مجال تحليل السلاسل الزمنية بحيث أصبحت أكثر الطرق انتشاراً واستخداماً من قبل الباحثين خاصة في العالم المتقدم، لما تتصف به من مزايا عديدة تؤدي في النهاية إلى الحصول على نظام نمذجة وتنبؤ موثوق فيه في معظم السلاسل الزمنية التي تحدث في مجالات المعرفة المختلفة. وانطلاقا من هذا الطرح تبرز مشكلة البحث الممكن صياغتها في التساؤلات التالية:

- ما مفهوم نمذجة التنبؤ؟
- ما هي أهم الأساليب الإحصائية التي يستند عليها التحليل لبناء نماذج تنبؤية صحيحة تعتمدها المؤسسة في وضع خططها المستقبلية؟
- ما هي الخطوات الواجب اتباعها في عملية التنبؤ باستخدام الشبكات العصبية؟

أ- **أهمية البحث:** تكمن أهمية البحث من خلال المؤشرات التالية:

- تبيان أهمية التحليل الإحصائي في وضع الخطط واتخاذ القرارات من خلال تطبيق الطرائق والأساليب الإحصائية المدروسة والمستخدمة في عملية التنبؤ على مبيعات إحدى المؤسسات الرائدة في صناعة اللوالب والصنابير في الجزائر، وبالتالي طرح أسلوب جديد لتحليل هذه البيانات؛
- يعتبر التنبؤ الاقتصادي من المواضيع التي تكتسب أهمية كبيرة، إذ من خلاله يمكن لأصحاب القرار رسم السياسات الاقتصادية والاجتماعية للفترات القادمة؛
- تبيان أهمية الشبكات العصبية التي تعد من الأدوات الإحصائية الهامة في نمذجة التنبؤ.

ب- **منهجية البحث:**

إن الغرض من هذه الورقة توضيح الخطوات اللازم القيام بها عند استخدام نماذج الشبكات العصبية في التنبؤ الاقتصادي نظرا لأهميتها البالغة. ولتحقيق هذا الهدف، تم تقسيم البحث إلى ثلاثة نقاط: الأولى، الأساس النظري الذي يستند عليه أسلوب الشبكات العصبية. والثانية التحليل الإحصائي لمبيعات المؤسسة الوطنية للصناعات الميكانيكية ولواحقها «أورسيم» بما يسمح دراسة تطور نشاط البيع خلال فترة الدراسة. وأخيرا تطبيق تقنية الشبكات العصبية في تحديد نموذج تنبؤ كفؤ يسمح للمؤسسة قيد الدراسة انتهاج نظام دقيق لإدارة مختلف نشاطاتها.

أولا، الأساس النظري للشبكات العصبية الاصطناعية:

بدأ استخدام الشبكات العصبية للتنبؤ القصير المدى في الصناعات الإلكترونية. وتوفر هذه التقنية الحديثة دالة مرنة يمكنها ملاءمة النماذج غير الخطية،[1] وتصنف في مجال الذكاء الاصطناعي نظرا لسلوكها المرتبط بتقنيات التدريب. ومن خلال ذلك فهي تتأقلم بسهولة تامة مع تقنيات التنبؤ، حيث يتم ضبط نماذج التنبؤ بصفة ثابتة.[2]

1- Sandrine Lardig et Valérie Mignon, **Econométrie des Séries Temporelles Macroéconomiques Et Financières** (Paris : Economica, 2002), P.251.

2 – P. Paquet, **l'utilisation des réseaux de neurones artificiels en finance** (Paris : document de recherche, faculté de droit et economie et de gestion, 1997), P.12.

وعادة ما يهتم الباحثون بهذه الأداة للأسباب الأساسية الآتية:

- بخلاف الأساليب الإحصائية، فإن الشبكات العصبية لا تلزم أي فرضية على المتغيرات، وهي مكيفة لمعالجة المسائل المعقدة غير النظامية؛
- ليس من الضروري معرفة التوزيع الاحتمالي للمتغيرات، عكس ما هو عليه الحال بالنسبة لأغلبية نماذج التحليل الإحصائية المعلمية؛
- الشبكات العصبية مكيفة لمعالجة المسائل غير الخطية؛
- المعطيات غير المتوفرة أو المشوشة لا تطرح أي مشكل بالنسبة للشبكات العصبية، لكون هذه الأخيرة تأخذها بعين الاعتبار بإضافة نيرون إضافي؛
- الشبكات العصبية تأخذ بعين الاعتبار المتغيرات الكيفية بواسطة النيرونات التي تتلقى مدخلات ثنائية (0،1).

ونظرا لأهمية هذا الأسلوب سيتم عرض ماهية الشبكات العصبية وتطورهـــا، ثم في دراسة لاحقة تبيان عملية النمذجة والتنبؤ باستخدام هذه الشبكات.

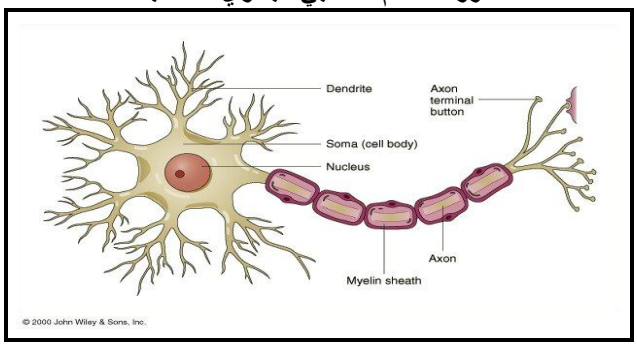
1- مفهوم الشبكات العصبية الاصطناعية:

الشبكة العصبية الاصطناعية هي نظام لمعالجة البيانات بشكل يحاكي ويشابه الطريقة التي تقوم بها الشبكات العصبية الطبيعية. ومن المعروف أن النظام العصبي البشري للمعالجة يقوم أساسا على الخلايا العصبية في المخ التي تعتمد على الخلية العصبية النيرون الممثلة في الشكل رقم 1 كوحدة بنائية له. وهنا يتم تبادل الإشارات العصبية من خلية إلى أخرى في الشبكة العصبية الطبيعية.

يتكون التركيب من جسم الخلية والليف العصبي لمدخلها الذي هو عبارة عن متحسسات تقوم بحمل الإشارات العصبية من المخارج لخلايا عصبية أخرى إلى مداخل هذه الخلية عن طريق مشابك للتوصيل، ثم الليفة العصبية الوحيدة للمخرج التي تحمل النبضة الخارجة من الخلية إلى خلايا أخرى متعددة.

الشكل 1

صورة النظام العصبي البشري للمعالجة

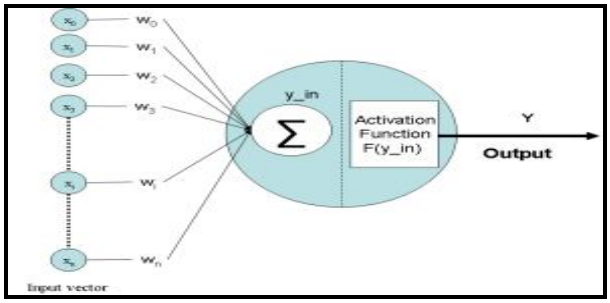


Source: www.marefa.org/index.php

وقد تم اقتراح بناء نظام يحاكي العملية الموجودة في الخلية العصبية الطبيعية، وذلك بتطوير نموذج عنصر حسابي مكافئ للنيرون الموضح في الشكل رقم 2 الذي يمثل عنصر معالجة يقوم بعمل محاكاة للنيرون الطبيعي من تجميع للإشارات الموزونة عند المدخل ثم مقارنة المجموع بقيمة حدية داخلية، إذ يعطى عنصر المعالجة نبضة في المخرج إذا زاد المجموع عن القيمة الحدية ولا يعطي أية نبضات إذا كانت أقل منها. ولقد تم استخدام عناصر المعالجة هذه في بناء الشبكات العصبية الاصطناعية.

الشكل 2

خوارزمية مبسطة لشبكة



المصدر: شكل مقتبس من كتاب محمد علي الشقراوي، الذكاء الاصطناعي والشبكات العصبية (القاهرة: مطابع المكتب المصري الحديث، 1996)، ص.274.

ولغرض المقارنة بين الشكلين 1 و2، يمكن عقد تماثل حيث تمثل:

- المدخلات ($X_1, X_2, \ldots\ldots, X_n$) الليف العصبي لمدخل الخلية أي مجموعة الإشارات الداخلة للخلية (الواحد أو الصفر)؛
- أما الأوزان ($W_1, W_2, \ldots\ldots, W_n$) فتمثل درجة الوزن للإشارة الداخلة؛
- اقتران التنشيط، وهنا يكمن العمل الحقيقي للخلية العصبية، حيث يتم جمع الأوزان للإشارات الداخلة ومقارنتها بقيمة معينة للحد أو العتبة. فإذا كان مجموع هذه الأوزان يفوق العتبة تكون الإشارة الخارجة هي (واحد)، وإذا كان أقل يكون الناتج (صفر).

ويعرف كل من ميشال أربيب (Michael A. Arbib) وستيفان جروسبرج (Stephen Grossberg) وروبار هيشت نلسون (Robert Hecht-Nielson) الشبكات العصبية الاصطناعية:« إن الشبكات العصبية الاصطناعية هي تركيبات للمعالجة المتوازية الموزعة تعتمد أساسا على عنصر المعالجة القادر على العمل كذاكرة محلية مع إجراء عمليات المعالجة المختلفة، والذي له ناتج واحد يتفرع إلى كثير من التفرعات التي تحمل نفس الإشارة الخارجة منه مع بقاء المعالجة محلية؛ أي أنها تعتمد على القيم الداخلة وأيضا القيم المخزونة بالذاكرة المحلية لهذه العناصر الحسابية».[1] وتشترك معظم الشبكات العصبية الاصطناعية في كل من: التمثيل الموزع، والمعالجة المحلية، والمعالجة اللاخطية.

2- تطور الشبكات العصبية الاصطناعية:

يمكن القول إن بداية تاريخ التفكير في الشبكات العصبية الاصطناعية قد بدأ في القرن العشرين عندما قام سيقمند فرويد (Sigmund Freud) بالتعرض الفلسفي للفكرة العامة لها. ويعتبر أول تطبيق عملي للشبكات البدائية في عام 1914 أين نفذ بيرتراند روسل (Bertrand Russel) جهازا هيدوليكيا معتمدا على الفكرة العامة لهذه الشبكات. ويمكن اعتبار فترة الأربعينيات هي البداية الحقيقية لتطور هذه الشبكات حيث ساهم الكثير من العلماء والمهندسين في تطويرها. أما القفزة الحقيقية في التطوير فقد تجسدت خلال العقد الأخير من القرن العشرين لما أعلن البيت الأبيض

[1]- نقلا عن محمد علي الشقراوي، **الذكاء الاصطناعي والشبكات العصبية**، (القاهرة: مطابع المكتب المصري الحديث، 1996)، ص.259.

الأمريكي أن الفترة 1990- 2000 هي عقد المخ والشبكات العصبية والحساب العصبي نظرا للزيادة الكبيرة في عدد المهتمين بها. وأصبح التعرف والتنبؤ الاقتصادي من أهم تطبيقاتها حيث أصبح بالإمكان تدريب وتعليم هذه الشبكات على التعرف على أشكال معينة للشبكة وذلك بتغذيتها بسلاسل زمنية للظاهرة المراد دراستها مما يجعلها تتعرف على آفاقها المستقبلية آليا حتى في وجود المركبة العشوائية.[1] وعلى هذا الأساس، يمكن القول إن التطور التاريخي للشبكات العصبية مر بثلاثة مراحل:

- علم النيرون؛
- نظرية التعلم- الشبكات العصبية الاصطناعية المتكيفة – النمذجة؛
- التنبؤ.

3- الشكل العام لنماذج الشبكات العصبية:

نماذج الشبكات العصبية الصناعية هي: دوال غير خطية مرنة، تكتب وفق شكلها العام التالي:

$$Y = F\left[H_1(X), H_2(X), \ldots\ldots\ldots, H_n(X)\right] + u \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (01)$$

وحسب لغة الشبكات العصبية تمثل:

- المتغيرات المستقلة X : المدخلات؛
- المتغير التابع Y : المخرجات أو الناتج؛
- دوال الشبكات العصبية H : الطبقات الخفية؛
- دوال الشبكات العصبية F : مخرجات دالة التحفيز الخفية.

ومن أهم الفروق بين نموذج الانحدار الخطي ونموذج الشبكات العصبية أن دالة الانحدار الخطية هي خطية في معلماتها، ولا توجد هناك دوال الطبقات الخفية في نموذج الانحدار فتأخذ الشكل الآتي:

$$Y = XB + u \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (02)$$

[1] – المرجع نفسه، ص ص. 261- 269 .

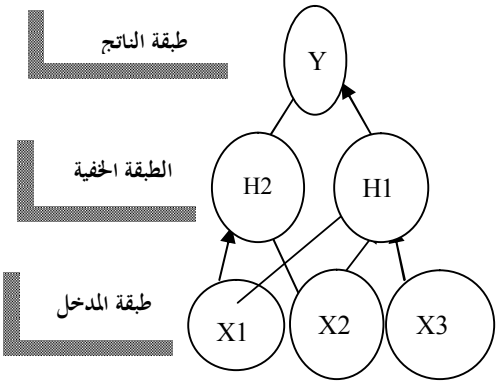
وحسب مفهوم الشبكات العصبية، فإن للمعادلة 2 مخرج واحد وبدون طبقات خفية مع دالة تحفيز خطية لطبقة الناتج.

4- الشبكات العصبية بتغذية أمامية:

تغذي مدخلات الدوال في الطبقات الخفية، ولا يمكن أن يكون إرجاع خلفي. كما أن دوال الطبقات الخفية تقوم بالتغذية نحو الأعلى إلى طبقة الناتج، ولا يوجد هناك إرجاع خلفي. وبالتالي، فإن غياب التغذية العكسية وعدم وجود تفاعل بين دوال الطبقات الخفية هو الأساس في تسميتها بالشبكات العصبية ذات التغذية الأمامية. ونلاحظ من خلال الشكل 3 أن المتغيرات المستقلة X_N تدخل في الطبقات السفلى (المدخلات)، والدالة اللوجستية تتمثل في الطبقة الخفية (H_1, H_2)، والنتيجة تكون بطبقة الناتج (Y).

والدوال في الطبقة الخفية تسمى أيضا عقد، لكون كل عقدة لها نفس المدخلات ولكنها تعالج بشكل مختلف عن غيرها (فكل عقدة لها معامل مختلف). وهذه الخاصية تسمى التوازي، وهي مفتاح القوة في نموذج الشبكات العصبية. إن كل عقدة لها نفس الصيغة الجبرية وتستخدم لنفس المدخل، فمع بداية كل عملية تقدير تكون المعلمات مختلفة لكل عقدة. ومن نقطة الاختلاف هذه، يمكن أن يساهم معامل كل عقدة في تحسين النموذج المقدر، وكل عقدة سيكون لها دور معين في العملية مع استمرار عملية التقدير.

الشكل 3
خوارزمية مبسطة لشبكة عصبية



المصدر: مقتبس بتصرف من الموقع www.Neurones. Espci.fr/Articles PS/Gami.pdf

ثانيا: تحليل إحصائي لمبيعات المؤسسة الوطنية للصناعات الميكانيكية ولواحقها:

تقتصر هذه الدراسة على دراسة تطور نشاط البيع للشركة الوطنية للصناعات الميكانيكية ولواحقها « أورسيم »، مما يتطلب القيام بدراسة إحصائية أولية على مبيعات منتجاتها الأربعة (والمتمثلة في: اللوالب، الصنابير، السكاكين، وأحواض المطابخ). وتم الاعتماد في هذا التحليل على نظريات في الإحصاء الرياضي لاختبار معنوية المعالم المحسوبة.[1] كما سيكون التحليل الإحصائي جسرا نعبر من خلاله لتحديد نموذج تنبؤ كفء لنشاط مبيعات المؤسسة في المدى القصير.

1- تحديد عينة الدراسة باستخدام المعاينة غير العشوائية:

يمكن القول إن الخطوة الأولى الواجب اتباعها عند القيام بعمليات التنبؤ الإحصائي هي دراسة البيانات موضوع البحث بالتفصيل وهذه هي الخطوة الأهم سواء من حيث توفيق البيانات لأحد المنحنيات أو التنبؤ بها أو القيام بالأمرين معا. وعند التنبؤ بالاتجاه الذي يمكن أن تأخذه إحدى الظواهر في المستقبل، من المهم البدء بدراسة هذه الظاهرة لمعرفة سلوكها في الماضي. ويتم ذلك عن طريق إجراء دراسة تحليلية للسلسلة الزمنية التي تتضمن قيم هذه الظاهرة خلال فترات زمنية متتالية، وإجراء محاكمة منطقية دقيقة في سبيل اختيار السلسلة الزمنية من حيث مدتها وتحديد بدايتها ونهايتها وتتابع فتراتها وغير ذلك من الأمور.

وستكون أولى مراحل استخدام البحث الإحصائي التحليلي، هي مرحلة جمع المعلومات (الإحصائيات) التي تمثل واقع الظاهرة موضوع البحث، حتى تكون المقاييس التي يمكن أن نتوصل إليها نابعة من هذا الواقع وليست مجرد تعبير عن رأي. ولا شك أن أول مشكلة تصادف الباحثين عند جمع المعلومات هي تحديد المصدر الذي يمكن أن نلجأ إليه.[2] وفي هذا البحث تم استخدم المصادر التاريخية الأولية أي التي قامت بنشرها نفس الهيئة التي قامت بجمع المعلومات وتبويبها ويتعلق الأمر بمديرية التجارة الخاصة بمؤسسة « أورسيم ».

---

[1]- محمد صبحي أبو صالح وعدنان محمد عوض، **مقدمة في الإحصاء مبادئ وتحليل باستخدام SPSS** (عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع، 2004)، ص ص. 203 - 279.

[2] - يوجد نوعين من المصادر: المصادر التاريخية ومصادر الميدان.

وبعدها يتعين اتخاذ القرار حول الأسلوب الذي يتم اعتماده في جمع البيانات التي نحتاج إليها لهذه الدراسة وما إذا كانت طريقة الجمع ستكون بطريقة الحصر الشامل أم بطريقة المعاينة، أي هل سيشمل جمع المعلومات جميع وحدات المجتمع الإحصائي [1] الذي تقرر بحثه وتتمثل في جميع الإحصائيات الشهرية لمبيعات المؤسسة خلال الفترة (1986.01 – 2006.12)، أو سحب عينة من هذا المجتمع الإحصائي،[2] ثم تعميم نتائجها على المجتمع الأصلي؟

ولا شك أن هناك أسباب تؤدي إلى هذا السؤال، الأمر الذي يؤدي إلى مناقشة مزايا الدراسة بالمعاينة. ولقد دلت التجارب على أن معظم الأبحاث والدراسات تجرى عادة بأسلوب العينات لاعتبارات مادية وفنية. ونظرا لعدم توفر إحصائيات المبيعات الشهرية[3] للمؤسسة في الفترة (1986.01–1996.12) تم استخدام المعاينة الشخصية[4] وهي تقدم مقاييس إحصائية وصفية تلعب دورا هاما في توفير خلاصات مفيدة وقيّمة للباحث، كما تستعمل أحيانا أداة لا غنى عنها عند إجراء محاكمة عقلانية. ومن أهم أنواع العينات غير العشوائية: عينات الحصص، العينات المنتقاة، العينات كبيرة الحجم.

وقد تم اختيار هذه الأخيرة – العينات كبيرة الحجم– على أساس الاعتقاد السائد بأنه كلما ازداد حجم العينة، كلما أصبحت النتائج التي تعطيها أكثر دقة. وهذا الأمر صحيح في هذه الدراسة كون المجتمع الإحصائي محدود، وكان حجم العينة "n" المأخوذة منه يساوي 120 إحصائية (عدد إحصائيات المبيعات الشهرية في الفترة 1997–2006)، فهو يقترب من حجم المجتمع الإحصائي"N" (عدد إحصائيات المبيعات الشهرية في الفترة 1986–2006) الذي يساوي 252 إحصائية، أي أن نسبة حجم العينة الإحصائية المأخوذة يساوي بالتقريب 48% من حجم المجتمع الإحصائي، نظرا لأن أخطاء العينة لا بد وأن تتناقص في حالات كهذه رغم كل ما شهده الاقتصاد الوطني خلال هذه الفترة من تغيرات.

---

[1]– مجموعة وحدات إحصائية لها نفس المميزات.
[2]– جزء من الوحدات الإحصائية يتم سحبها من المجتمع الإحصائي.
[3]– بمعنى تعذر الوصول إلى جميع عناصر المجتمع الإحصائي لإجراء الدراسة عليها
[4]– هي معاينة غير عشوائية يتم سحب فيها العينة على أساس عدم تكافؤ فرص الاختيار لجميع وحدات المجتمع.

2- عرض مقارنة بين مبيعات المؤسسة خلال الفترة 1986 – 2006:

لدراسة خصائص حجم المبيعات الإجمالية المقدرة بالألف دينار جزائري (10^3 دج) والمبوبة شهريا (1986.01 – 2006.12) سيتم عرض أحد أكبر فروع الإحصاء الاستقرائي وهو نظرية إجراءات القرار. فبعد حساب معالم عينة المبيعات الإجمالية الشهرية للمؤسسة في الفترة الزمنية (1997.01 – 2006.12) والمتمثلة في الوسط «μ» والتباين «S^2» باستخدام الطرق الحسابية التي تمت معالجتها بصورة وصفية. وبعدها وعلى ضوء النتائج المحسوبة يتم وصف توزيع البيانات الرقمية المستقاة من حجم المبيعات. وفي نفس الوقت سنقوم بحساب معالم العناقيد الأربعة للمبيعات الشهرية (اللوالب، الصنابير، أحواض المطابخ، السكاكين) بصفتها تقديرات نقطة. وفي حالة ما إذا كانت تقديرات غير متحيزة وفعالة تؤدي إلى أخذ فكرة حول المجتمعات الجزئية الأربعة التي سحبت منها عينات الدراسة،[1] تمكن من معرفة المنتج الذي له تأثير كبير على رقم أعمال المؤسسة وبالتالي تحديد نموذج تنبؤ له حتى يعود هذا العمل بالفائدة على المؤسسة.

أ- اختبار حسن مطابقة توزيع قيم المبيعات الإجمالية للتوزيع الطبيعي:

تعتمد الدراسات الإحصائية على افتراض نموذج إحصائي تخضع له المشاهدات المتوفرة. وهنا سيتم اختبار حسن مطابقة النموذج الإحصائي لبيانات المبيعات للتوزيع الطبيعي.[2] ونعتمد في ذلك على الاختبار غير المعلمي كاي تربيع لحسن المطابقة، وذلك بإنشاء جدول توزيع تكراري لقيم المبيعات الإجمالية يحوي تكرارات تفوق العدد خمسة ($\forall i \; ; N_i \geq 5$). وطالما أن التوزيع الطبيعي يتحدد بمعرفة وسطه «μ» وتباينه «σ^2» ولما كانت قيمتيهما مجهولتين يمكن الاستعانة بمعلمتي عينة الدراسة قيمتيهما المقدرتين 31292,79 ألف دج و12801,41 ألف دج على الترتيب. ومن خلال نتائج الاختبار، نلاحظ أن القيمة الإحصائية «$\chi^2_c = 12,86$» المحسوبة أكبر من القيمة الجدولية عند مستوى خطر 1% وثلاث

---

[1]- عبد الحميد عبد المجيد البلداوي، **أساليب البحث العلمي والتحليل الإحصائي** (عمان: دار الشروق للنشر والتوزيع، 2005)، ص ص. 59 -73.

[2]- أبو صالح ومحمد عوض، المرجع السابق، ص.331.

درجات حرية ($\chi^2_{[0,99;3]}$=11,34). وبالتالي فهي واقعة في المجال الحرج لـــ H_0 وهذا ما يدعو إلى القول بأنه يمكن وضع الثقة بالفرضية البديلة «H_1» القائلة بأن توزيع بيانات المبيعات في الفترة (1986.01 – 2006.12) لا يخضع للتوزيع الطبيعي، وهو ما يفسر أن توزيع المبيعات غير متماثل، بالإضافة إلى تأثير التغيرات العشوائية على السلسلة.

ب- دراسة تباين نشاط مبيعات منتجات المؤسسة:

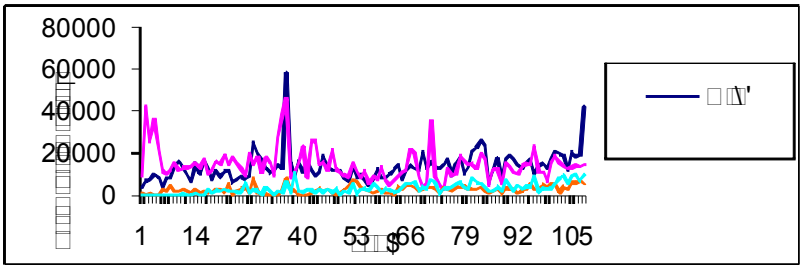
في كثير من الأحيان يكون من الأهمية بمكان المقارنة بين تباينات وحدات المجتمعات الإحصائية المتعلقة بمبيعات المؤسسة للوقوف عند المنتج الأقل استقرارا من حيث نشاط البيع. وعلى هذا الأساس نستخدم الاختبار المعلمي «برتليت» بالاستعانة بقيم المبيعات الإجمالية للمنتجات الأربعة للمؤسسة في حساب تباين كل عينة من العينات الأربعة. وقد بينت نتائج الاختبار أن قيمة برتليت المحسوبة «B_c=254,19» تفوق وتبتعد كثيرا عن القيمة الجدولية ($\chi^2_{[0,99;3]}$=11,34)، وبالتالي فهي واقعة في المجال الحرج لـــ H_0، وهذا ما يدعو إلى الثقة بالفرضية البديلة القائلة بأن تباينين على الأقل غير متساويين من تباينات المجتمعات الأربعة لإحصائيات المبيعات الشهرية الخاصة بكل منتج في الفترة (1986.01 – 2006.12).

ج- اختبار النسبة بين تباييني خطي البيع (اللوالب / الصنابير):

بعد أن تمت المقارنة بين تباينات المجتمعات الأربعة لإحصائيات المبيعات الشهرية الخاصة بكل منتج في الفترة (1986.01– 2006.12) حيث ظهر تشتت في نشاط بيع منتجات المؤسسة، سندقق في هذا الاختبار أكثر ونقوم بالمقارنة بين منتجين مهمين في الوحدة، هما: اللوالب والصنابير (كما يبينه الشكل 4) وذلك لتحديد أيهما الأكثر تذبذبا من حيث نشاط البيع.[1]

[1]- شفيق العتوم، **طرق الإحصاء– تطبيقات اقتصادية وإدارية** (عمان: دار المناهج، 2005)، ص. 405.

الشكل 4
منحنى يبين المبيعات الشهرية لمنتجات المؤسسة خلال الفترة 1997-2005



المصدر: تم انتقاء البيانات من جداول الريادة للوحدة التجارية « UCO » الخاصة بمؤسسة ORSIM بتاريخ 2007/04/02 حتى 2007/04/25.

وللقيام بهذا الاختبار تم الاستعانة بقيم المبيعات الإجمالية لمنتجي اللوالب والصنابير في حساب تباين العينتين المتعلقتين بإحصائيات المبيعات الشهرية لها في الفترة الزمنية الممتدة من شهر جانفي 1997 حتى شهر ديسمبر 2006. ومن أجل احتمال خطأ 1% تتحدد القيمة النظرية الحرجة ($F_{[0,99\ ;\ 107;\ 107]}=1.53$) التي تفوق القيمة المحسوبة والبالغة ($F_c=0,85$). وعليه، وبما أن هذه الأخيرة تقع داخل منطقة الرفض للفرضية «H_0» عند مستوى الدلالة 1%، نستطيع الثقة بالفرضية البديلة التي تدل على أن منتج الصنابير هو الأقل استقرارا لكثرة الاختلالات في نشاط بيعه على امتداد الفترة الزمنية 1986- 2006.

د- اختبار الفرق بين متوسطي خطي البيع (اللوالب - الصنابير):

في مواقف اتخاذ قرارات كثيرة يكون من المهم تحديد ما إذا كان وسطان أو نسبتان لمجتمعين يتساويان أو يختلفان وهذا لغرض المقارنة والتحليل. ففي هذه الدراسة وبعد التعرف على المنتج الأقل استقرارا من حيث نشاط البيع، سيتم تدعيم ذلك بتقييم الفرق بين متوسطي فئتين أساسيتين في المجتمع الإحصائي (مبيعات كل من خطي اللوالب والصنابير) لتحديد ما إذا كان الفرق بين وسطيهما جوهريا أو عائدا إلى الصدفة.[1] فإذا كان الفرق جوهريا بين مجتمعي اللوالب والصنابير، فإن

[1] - عبد الكريم بوحفص، **الإحصاء المطبق في العلوم الاجتماعية والإنسانية** (الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية، 2005)، ص. 175.

ذلك يدل على وجود عوامل خاصة بكل فئة تؤدي إلى اختلاف نشاط البيع في كليهما مما يؤدي إلى تحديد نموذج تنبؤ للمنتج الأكثر تسويقا (المنتج الذي له تأثير كبير على رقم أعمال المؤسسة) والأكثر تقلبا من حيث نشاط البيع (المنتج الذي يصعب على المؤسسة التوقع بمبيعاته) لتعود هذه الدراسة بالفائدة على المؤسسة.

وفي هذه الحالة سنجري اختبار ذو ذيلين، وبما أن تباييني مجتمعي اللوالب والصنابير مجهولين وغير متساويين ($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$) حسب الاختبار السابق، وكون حجم عينتي اللوالب والصنابير يفوق الثلاثين ($n_1 = n_2 = 120$)، فإن توزيع المعاينة للفرق بين الوسطين يتبع التوزيع الطبيعي، أو يتبع التوزيع الطبيعي تقريبا بخطأ معياري ($\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}$).

ولكون قيمة «Z_c» المحسوبة والبالغة (Z_c=-0,95) تقع داخل منطقة القبول للفرض «H_0» عند مستوى الدلالة 1%، نقبل بفرضية العدم وأن الدليل الذي أعطته هاتان العينتان كان كافيا للتدليل على عدم وجود فرق جوهري بين متوسطي البيع لكل من منتجي اللوالب والصنابير في الفترة الزمنية (1986.01 – 2006.12).

3- تحليل إحصائي وصفي لكميات مبيعات الصنابير:

وفقا للتحليل السابق يتضح أن منتج الصنابير هو الأقل استقرارا لكثرة الاختلالات في نشاط بيعه على امتداد الفترة الزمنية 1986-2006، وهو ما يدعو إلى دراسة إحصائية وصفية لبيانات مبيعاته الشهرية المقدرة بالطن خلال الفترة الممتدة من شهر جانفي 1997 حتى شهر ديسمبر .2006. وقد يتطلب ذلك أن تتم عملية تبويب البيانات وعرضها وتحليلها واستخلاص النتائج منها في إطار علمي سليم تماشيا مع مقتضيات البحث العلمي ذاته.[1] فالفائدة من عمل توزيع تكراري للمبيعات تنحصر في ثلاث نقاط: تحديد مدى التغير، الكشف عن وجوه التمركز في كميات المبيعات، والوقوف على الاستمرار في التغير بين حدي المدى.

[1] – أبو صالح ومحمد عوض، المرجع السابق، ص ص. 47 – 78.

إن القراءة المباشرة للإحصائيات التي تم جمعها لا يمكن أن توضح اتجاهات الظواهر التي نريد دراستها، بل لا يمكن بأي حال من الأحوال أن تساعد في إجراء التحليل الرياضي عليها والذي نرغب في إجرائه للتوصل إلى المقاييس المختلفة التي نهدف إليها من خلال هذا البحث. فالغرض من التصنيف كما سبق ذكره، هو تجميع الوحدات في فئات معينة وتختلف أنواع هذه الفئات تبعا لطبيعة البيانات المطلوب تبويبها وتبعا للكيفية التي على أساسها تستخدم بعد تبويبها، وهنا تم استخدام التصنيف الكمي[1] حيث تم تصنيف كميات الصنابير المباعة تبعا لفئات رقمية. وفيما يلي سيتم التطرق إلى مقاييس عددية وصفية نقوم من خلالها بتحليل إحصائي وصفي لتوزيع المبيعات.

أ- التحليل باستخدام المتوسطات:

الملاحظ أن التوزيع التكراري للمبيعات هو توزيع أحادي المنوال مما يدل على تجانسها،[2] وكون التوزيع ذو قمة واحدة فهذا يكشف على تماثله (أي يأخذ شكل حرف «U»). ومن خلال النتائج، فإن في التوزيع تتحقق العلاقة التالية: « $Mo \langle Me \langle \overline{X}$ » مما يدل على وجود التواء موجب وبالتالي فأغلب كميات الصنابير المباعة في الفترة الممتدة من شهر جانفي 1997 حتى ديسمبر 2006 تميل نحو القيم الصغيرة. وبالنسبة لدرجة الالتواء فسيتم حسابها لاحقا.

ب- دراسة التشتت:

بعد تلخيص عدد كبير من البيانات الرقمية المتعلقة بمبيعات الصنابير الخاصة بالمؤسسة تلخيصا يساعد على فهمها وتحليلها إحصائيا، ثم إلى محاولة البحث عن قيمة واحدة يمكن أن توصف بها هذه البيانات وهي تلك القيمة المركزية للمبيعات التي تميل القيم الأخرى إلى التركز حولها. ولكن، أي متوسط لا يكفي وحده لقياس هذا الاتجاه نحو التركز، ولا لإعطاء صورة ذهنية متكاملة عن التوزيع التكراري لمبيعات المؤسسة. لذلك نكون في حاجة إلى مقاييس أخرى تقيس مدى بعثرة القيم أو تشتتها. وللوقوف على ذلك، وحتى نستكمل دراسة التوزيع الإحصائي لقيم المبيعات الإجمالية سنتطرق لبعض مقاييس التشتت.

---

[1] – استخدم التصنيف الكمي لكون إحصائيات المبيعات هي متغير كمي مستمر قابل للقياس.
[2] – أي أن تكرارات إحصائيات المبيعات تعلو عما حولها عند نقطة واحدة.

وعليه، نستدل على وجود تشتت قوي بين كميات الصنابير المباعة في المؤسسة وهو راجع لوجود بعض القيم المتطرفة التي أثرت كثيرا في مجموع مربعات انحرافها عن الوسيط «Me» الذي تساوي قيمته 20,80 طن.

ج- دراسة شكل التوزيع الإحصائي:

بعد تحليل الكميات المباعة باستخدام المتوسطات ودراسة تشتتها، سنتطرق إلى حساب أهم المقاييس التي تساعدنا في معرفة شكل التوزيع الإحصائي لمبيعات الصنابير بالمؤسسة قيد الدراسة مقارنة بالتوزيع المرجعي،[1] ونعتمد في ذلك على العزوم المركزية للكميات المباعة.

ج-1- دراسة التواء شكل التوزيع الإحصائي للمبيعات:

يمكن الوقوف على طبيعة ودرجة التواء أي توزيع بمجرد النظر إلى شكله البياني ولكن كثيرا ما نحتاج لتقدير درجة الالتواء بدقة، فلا بد من الاهتداء إلى مقياس دقيق لهذه الظاهرة الهامة. وبهذا، فإن دراسة التواء شكل التوزيع الإحصائي يقتضي استخدام معامل فيشر الأول (معامل الالتواء) الذي يرمز له بالرمز «F_1» والذي يساوي 2,0488، مما يدل على وجود التواء موجب[2] وهذا ما يؤكد صحة الاستنتاج المحصل عليه عند دراسة مقاييس التركز لتوزيع المبيعات، وبالتالي فعدم التناظر من اليمين دليل على انعدام الانتظام في التوزيع، ويؤدي هذا إلى القول إن أغلبية مبيعات المؤسسة تميل نحو القيم الصغيرة.

ج-2- دراسة تطاول وتفرطح شكل التوزيع الإحصائي لقيم المبيعات:

نستخدم في ذلك معامل برسون (معامل التفرطح العزومي) الذي يرمز له بـــ «P_2» وكانت قيمته تساوي 7,06 وهي تفوق العدد ثلاثة مما يدل على وجود توزيع تكراري متطاول.

---

[1] – التوزيع المتناظر بالنسبة للالتواء، والتوزيع الطبيعي بالنسبة للتطاول والتفرطح.
[2] – الطرف الأيمن لتوزيع المبيعات ممتد أكثر

د- دراسة عدالة التوزيع الإحصائي:

يمكن الاستفادة من عمل التوزيع التكراري لقيم المبيعات في الوقوف على درجة عدالة التوزيع بين القيم وذلك باستخدام الطريقة الحسابية[1] التي تتمثل في حساب درجة عدالة التوزيع باستخدام مؤشر التمركز مما يقتضي التطرق إلى إيجاد الوسيط النوعي للمبيعات الذي رمزه «Mle» والذي يساوي 29,83 طن. أما قيمة مؤشر التمركز «IC» لتوزيع المبيعات الذي هو النسبة بين الفرق المطلق $|Mle - Me|$ والمدى العام للسلسلة فهي تساوي 9,51%، مما يدل على وجود تمركز ضعيف وبالتالي نقص في عدالة توزيع المبيعات.

المحور الثالث: تحديد نموذج التنبؤ لمبيعات الصنابير باستخدام نماذج الشبكات العصبية:

منذ العقد الأخير من القرن العشرين دخلت الشبكات العصبية علوم الإدارة كأساليب كمية في التنبؤ، إلى جانب الأساليب الإحصائية الكلاسيكية. ويمكن لتقنيات الشبكات العصبية أن تصنف في مجال الذكاء الاصطناعي نظرا لسلوكها المرتبط بتقنيات التدريب. ومن خلال ذلك يمكن التفكير بأنها تتأقلم بسهولة تامة مع تقنيات التنبؤ، حيث يتم ضبط نماذج التنبؤ بصفة ثابتة.

وكخطوة أولى لتطبيق هذه النماذج على بيانات مبيعات الصنابير، يمكن تقسيم السلسلة الزمنية إلى سلسلتين: الأولى تتم من خلالها تقدير معالم النموذج التي تسمى قاعدة الاختبار (1997.01– 2003.12). أما السلسلة الثانية فهي وسيلة لتثبيت النتائج المحصل عليها نسبيا في الاختبار الأول (2004.01– 2006.12). ونضع السلسلة الزمنية ذات تأخر من الدرجة الأولى « Y_{t-1} » كسلسلة مفسرة.

1- تحديد خوارزمية الشبكة العصبية الخاصة بمبيعات المؤسسة:

أ- تنظيم المدخلات:

بعد إدخال قاعدة الاختبار في البرنامج «Pythia- the neural network designer»، فإن تنظيم المعطيات يتم وفق العلاقة التالية:

[1] – يمكن استخدام الطريقة البيانية التي تعتمد على منحنى لورنز.

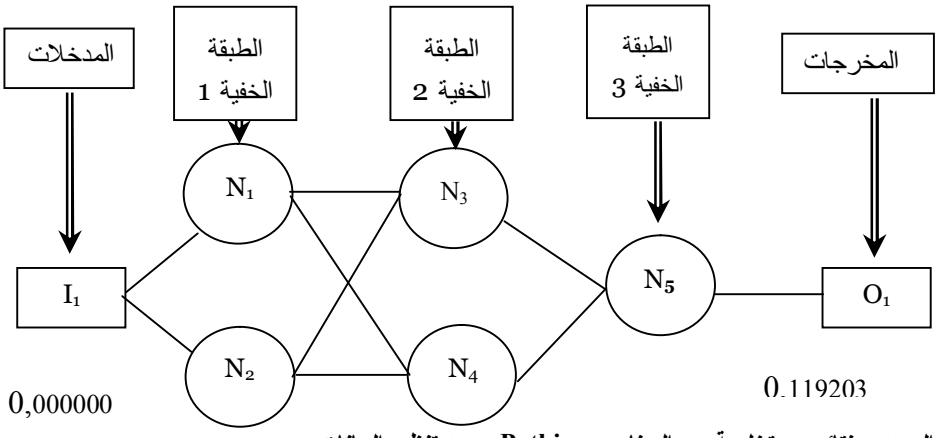
$$N(E)=\frac{E-\min}{\max-\min} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (03)$$

حيث: N(E): القيمة النظامية؛ E: القيمة الخام؛
Min: القيمة الدنيا للمبيعات المسجلة في قاعدة الاختبار؛
Max: القيمة العظمى للمبيعات المسجلة في قاعدة الاختبار.

ب- خلق شبكة عصبية تحكيمية:

المرحلة الموالية هي خلق شبكة عصبية متعددة الطبقات،[1] التي يتم تحديد خوارزميتها من منطلق التبسيط لضمان استقرار أكبر للنموذج. فمن خلال الشكل 5 الخاص بخوارزمية شبكة السلسلة قيد الدراسة، نلاحظ أنها تحوي ثلاث طبقات خفية تضم الأولى والثانية نيرونين(2) أما الثالثة فتضم نيرون واحد، بالإضافة إلى طبقة المدخل والناتج التي تضم كل منها نيرونا واحدا.

الشكل 5
تمثيل بياني لخوارزمية إعادة انتشار بعد عملية التدريب



المصدر: نتائج مستخلصة من البرنامج « Pythia » بعد تنظيم البيانات

[1]-J. Hertz and A. Krogh and R. Palmer, **Introduction to the Theory of Neural Networks** (Addison: Wesley, 1991), Chapter 3

ج- تقدير معلمات النموذج:

الهدف من مرحلة التدريب هو تحديد النموذج (شعاع المعلمات) الذي يعطي أدنى قيمة للمعيار المستخدم في تقييم نتائج التنبؤ.[1] وهناك عدة معايير تفي بهذا الغرض أهمها:

- متوسط فروقات الأخطاء بين السلسلتين النظرية والفعلية؛
- متوسط مربعات التباين « MSG » الذي يدرس التباين؛
- متوسط أرباح التنبؤ « MFG » لقياس الأرباح أو الخسارة.

وقد استخدمنا في دراستنا هذه متوسط فروقات الأخطاء « MSE » الذي تساوي قيمته:

$$MSE = \frac{1}{N} \Sigma \left[01_E - 01(NET)_E \right]^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (04)$$

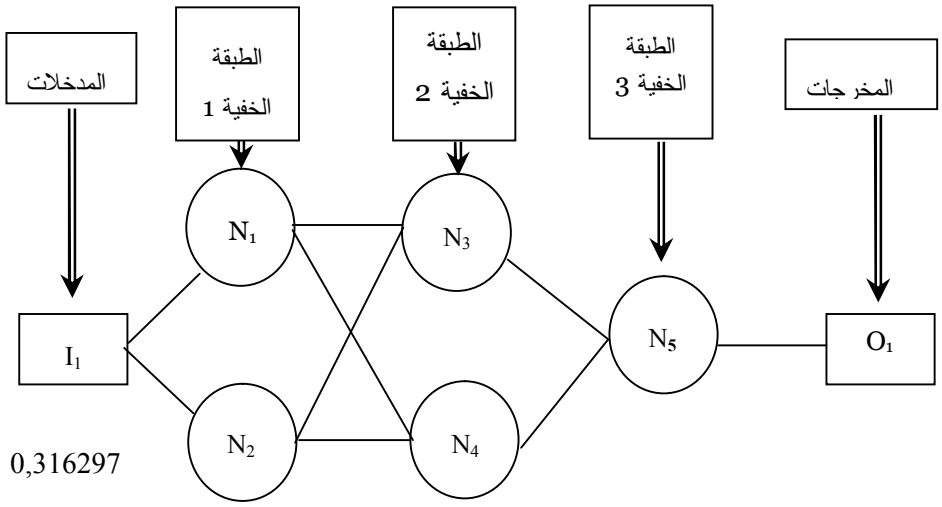
حيث: 01_E تمثل القيمة الفعلية لسلسة المبيعات، أما $01(NET)_E$ فتمثل القيمة المحسوبة بواسطة الشبكة العصبية.

قبل البدء في عملية تدريب الشبكة للحصول على أدنى قيمة للفروقات بين القيم الفعلية لسلسلة المبيعات والقيم الناتجة عن الشبكة العصبية، ومن ثم الحصول على نموذج كفؤ أكثر ملائمة للسلسة، مما يستوجب ضبط معايير التدريب، حيث ثبتنا مربعات الفروق إلى أقل من 0,30. أما تكرار خوارزمية إعادة الانتشار فحدد بألف مرة. وقد حصلنا على خوارزمية إعادة انتشار ذات أوزان مختلفة عن سابقتها، وهي موضحة في الشكل 6.

[1] -G. DREYFUS, **Réseaux de neurones : méthodologie et applications** (Paris: Edition Eyrolles, 2002), Chapitre 2.

الشكل 6

تمثيل بياني لخوارزمية إعادة انتشار بعد عملية التدريب



المصدر: نتائج مستخلصة من البرنامج« Pythia » بعد تنظيم البيانات باستخدام البرنامج الجزئي « Learn Selected Patterm »

وباستخدام برنامج « Pythia » تم تحديد الأوزان في المجال المفتوح]−1، +1[، ونلاحظ من خلال الجدول 1 ما يلي:

- الوزن 1,955180 - هو الرابطة بين طبقة المدخل والنيرون الأول؛
- الوزن 1,201029 هو الرابطة بين النيرون الثاني والنيرون الرابع؛
- قيمة متوسط مربعات فروقات الأخطاء « MSE » لهذه الخوارزمية باستخدام دالة التحويل تساوي 0,032186.

الجدول 1

نتائج خوارزمية إعادة انتشار بعد عملية التدريب لقاعدة الاختبار

عدد الطبقات الخفية	عدد النيرونات	المدخلات (1)	الأوزان (2)	النشاط (3) =(1)*(2)	الناتج (4)	MSE
1	N_1	0,316297	- 1,955180	- 0,618418	0,011277	
	N_2	0,316297	- 0,534209	- 0,168969	0,064412	
	N_3	0,011277	0,803112	- 0,089573	0,086409	
2		0,064412	- 1,531224			0,032186
	N_4	0,011277	- 3,428964	0,038693	0,136434	
		0,064412	1,201029			
3	N_5	0,086409	- 1,365370	0,263590	0,279763	
		0,136434	2,796735			

المصدر: نتائج مستخلصة من جداول النيرونات الخمس لخوارزمية إعادة الانتشار باستخدام البرنامج « Pythia »

فمن خلال النيرون الأول يمكننا حساب الدالة وفق العلاقة التالية:

$$F(X)=\frac{1}{1+\exp[-4(X-0,5)]}=\frac{1}{1+\exp[-4(-0,618418-0,5)]}=0,011277.....(05)$$

وبنفس الطريقة تحسب دالة التحويل للنيرون الثاني والثالث والرابع والخامس.

د – البحث عن أحسن بنية بواسطة خوارزمية التكوين:

في هذه المرحلة من الدراسة فإن متوسط مربعات فروقات الأخطاء « MSE » يساوي 0,032186، وهي قيمة قابلة للنقصان لكوننا بصدد البحث على

أحسن بنية للشبكة بواسطة خوارزمية التكوين.[1] وعليه سنقوم بضبط معلمات خوارزمية التكوين على النحو التالي:

- يجب أن يكون متوسط مربعات فروقات الأخطاء أقل من 0,032؛
- يجب أن يكون عدد النيرونات أقل أو يساوي 5؛
- حجم المجتمع: 50 شبكة عصبية في التكوين الواحد؛
- تكرار خوارزمية إعادة الانتشار فحدد بألف (1000) مرة؛

وطريقة عمل هذه الخوارزمية هي كالآتي:

- تبدأ خوارزمية التكوين بخلق جيل متكون من 50 شبكة عصبية؛
- كل شبكة تابعة لهذا الجيل تقوم بعملية التدريب لتحدد أحسن بنية، والتي تمثلت في شبكة وحيدة مثلى (الشبكة رقم 40) التي تحوي أربعة 4 نيرونات (انظر الجدول2).

الجدول 2

نتائج عملية التدريب لتحديد البنية المثلى

الرقم	الخوارزمية	عدد النيرونات	MSE	Fitness
40	(1,2,1,1)	4	0,031952	100

المصدر: نتائج مستخلصة من البرنامج « Pythia » بعد تنظيم البيانات باستخدام البرنامج الجزئي « Create or Optimize Net Using Evolutionary Optimization »

ومنه فخوارزمية الشبكة المتحصل عليها تحوي:

- نيرون واحد في طبقتي المدخل والناتج والطبقتين الخفيتين الثانية والثالثة؛
- نيرونان في الطبقة الخفية الأولى.

2- تقدير معلمات النموذج المحصل عليه من خوارزمية التكوين:

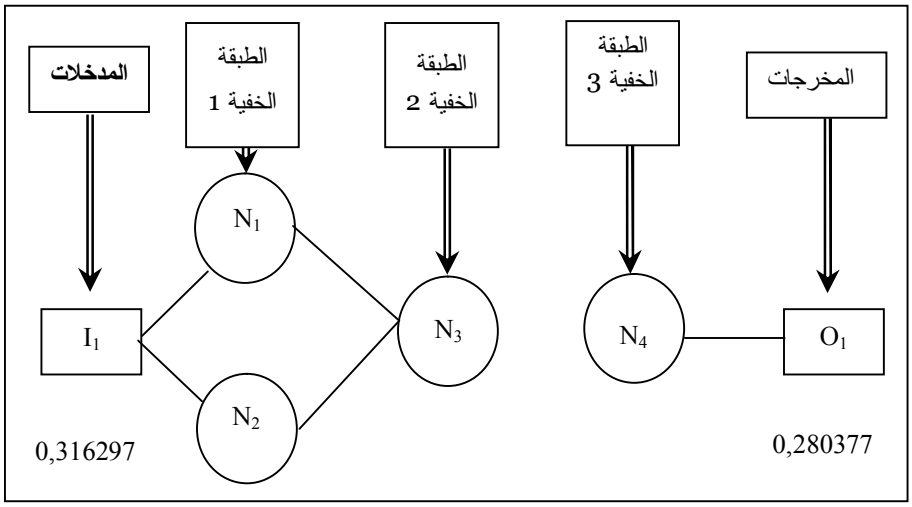
علينا تحديد النموذج (شعاع المعلمات) الذي يعطي أدنى قيمة لمتوسط فروقات الأخطاء « MSE » للبنية الجديدة للشبكة. وعليه، فعلينا ضبط معايير التدريب، حيث ثبتنا متوسط مربعات فروقات الأخطاء أقل من 0,032. أما تكرار خوارزمية إعادة الانتشار فحدد بألف (1000) مرة.

[1]- خوارزميات التكوين تعتبر من الوسائل الفعالة التي تسمح بإيجاد أحسن بنية في فترة زمنية وجيزة وبدقة متناهية.

وقد حصلنا من خلال هـذه النتـائج علـى خوارزميـة إعـادة انتشـار ذات أوزان مختلفة عن سابقتها، وهي كما وضحها الشكل رقم 7.

الشكل 7

تمثيل بياني لخوارزمية إعادة انتشار بعد عملية التدريب للشبكة المثلى



المصدر: نتائج مستخلصة من البرنامج « Pythia »

ومن خلال النيرون الأول الموضح في الجدول 3، فإن دالة التحويل محسوبة وفق العلاقة التالية:

$$F(X)=\frac{1}{1+\exp[-4(X-0,5)]}=\frac{1}{1+\exp[-4(0,187893-0,5)]}=0,222972\ldots\ldots\ldots(06)$$

وبنفس الطريقة تحسب دالة التحويل للنيرون الثاني والثالث والرابع.

الجدول 3

نتائج خوارزمية إعادة انتشار بعد عملية التدريب للشبكة المثلى

عدد الطبقات الخفية	عدد النيرونات	المدخلات (1)	الأوزان (2)	النشاط (3) =(1)*(2)	الناتج (4)	MSE
1	N_1	0,316297	0,594040	0,187893	0,222972	0,031952
	N_2	0,316297	- 1,879588	- 0,594508	0,012394	
2	N_3	0,222972	- 0,641944	0,197811	0,057799	
		0,012394	- 4,411252			
3	N_4	0,057799	4,573623	0,264352	0,280377	

المصدر: نتائج مستخلصة من جداول النيرونات الأربعة لخوارزمية الشبكة المثلى باستخدام البرنامج « Pythia »

3- تثبيت نموذج التنبؤ:

بعد أن تم تقدير معالم النموذج باستخدام الجزء الأول من السلسلة الزمنية لمبيعات الصنابير، سنقوم في هذه المرحلة من الدراسة بتثبيت تلك النتائج المحصل عليها نسبيا في الاختبار الأول باستخدام الجزء الثاني من السلسلة الذي يمتد في الفترة من جانفي 2004 إلى ديسمبر 2006. وهنا سنمتحن قدرة الشبكة في التعميم باستخدام نفس الخطوات السابقة.[1]

وقد تم في مرحلة أولى تنظيم المعطيات بعد إدخال قاعدة التثبيت في البرنامج «Pythia »، ثم تقدير معلمات النموذج الذي يعطي أدنى قيمة لمتوسط فروقات الأخطاء لبنية الشبكة المحصل عليها سابقا بواسطة قاعدة الاختبار. وحصلنا على خوارزمية إعادة انتشار ذات أوزان مختلفة عن سابقتها. وقد أعطت دوال التحويل للنيرونات الأربعة النتائج التي حملها الجدول 4 الخاصة بالخوارزمية المبينة في الشكل السابق. وإذا ما وضعنا مقارنة بسيطة بين قيمتي متوسط فروقات الأخطاء

[1]– L. Personnaz et I. Rivals, **Réseaux de neurones formels pour la modélisation la commande et la classification** (Paris : CNR Edition, 2003), Chapitre 4.

« MSE » عند تقديرنا لمعلمات النموذج الخاص ببنية الشبكة المحصل عليها بواسطة خوارزمية التكوين سابقا لكلتا السلسلتين الزمنيتين (قاعدتي الاختبار والتثبيت) نلاحظ أنهما متقاربتين، وهو ما يعكس فعالية البنية في إعطاء قيم تنبئية دقيقة حول سلسلة مبيعات المؤسسة.

الجدول 4

نتائج خوارزمية إعادة انتشار بعد عملية التدريب لقاعدة التثبيت

عدد الطبقات الخفية	عدد النيرونات	المدخلات (1)	الأوزان (2)	النشاط (3) =(2)*(1)	الناتج (4)	MSE
1	N_1	0,118480	- 1,564746	- 0,185391	0,060565	0,044119
	N_2	0,118480	- 1,616618	- 0,191536	0,059181	
2	N_3	0,060565	- 0,895838	- 0,314193	0,037084	
		0,059181	- 4,392219			
3	N_4	0,037084	4,336864	0,160829	0,204780	

المصدر: نتائج مستخلصة من جداول النيرونات الأربعة لخوارزمية إعادة الانتشار الخاصة بمبيعات الفترة الممتدة من جانفي 2004 إلى ديسمبر 2006 باستخدام البرنامج « Pythia »

4- التنبؤ بمبيعات الصنابير باستخدام نموذج الشبكة العصبية:

في هذه المرحلة سيتم الاستخدام الفعلي لنموذج الشبكة العصبية المحصل عليه في التوقع بمبيعات المؤسسة وذلك وفق العلاقة التالية: $P(t+h) = F[X(t), X(t-1)$ حيث «h » يمثل مدى التنبؤ[1] والذي كانت قيمته تساوي الستة أشهر.

[1] – Stoppiglia, **Méthodes statistiques de sélection de modèles neuronaux; applications financières et bancaires** (Thèse de Doctorat de l'Univ. Pierre et Marie Curie, Paris : 1997), p. 95.

وتحصلنا بذلك على الكميات المتوقع بيعها خلال السداسي الأول من سنة 2007 الموضحة في الجدول 5. وقد دلت هذه النتائج التي بلغت مستويات أحسن مما كانت عليه في السداسي الأول من السنة السابقة على أن نشاط بيع الصنابير سيعرف انتعاشا على المدى القصير لفترة الدراسة.[1]

الجدول 5

كمية مبيعات الصنابير المتوقعة للسداسي الأول سنة 2007

الوحدة مقاسة بالطن

الشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان
كمية مبيعات الصنابير المتوقعة مقاسة بالطن	19,85	19,82	19,73	19,70	19,83	19,78

المصدر: نتائج مستخلصة من البرنامج « Pythia »

وقد أثبتت دراسة مقارنة بين كميات البيع المتوقعة باستخدام الشبكة العصبية ونشاط البيع الفعلي للمؤسسة خلال السداسي الأول من سنة 2007 وجود تطابق كبير مما يعكس دقة هذا الأسلوب ونجاعته في عملية التنبؤ شريطة تحديث البيانات بصفة دورية يحددها مدى التنبؤ المستخدم.

الخاتمة:

خلصت الدراسة الإحصائية التنبؤية إلى عدد من النتائج نراها ضرورية لتحسين الأداء في الإنتاج وفي تطوير نظم الإدارة في المؤسسات الإنتاجية في ظل التحولات الاقتصادية وانتهاج نظام اقتصاد السوق والمنافسة، وهي تمثل الخطوط العريضة لإعداد نماذج كفؤة تساير المعطيات الإحصائية للمؤسسة الإنتاجية.

– ساهم علم الإحصاء بشكل فاعل وواضح في عملية التنبؤ، ومن أهم الطرق الإحصائية أسلوب السلاسل الزمنية الذي يستخدم بشكل واسع في التنبؤات الاقتصادية وذلك لسهولة استخدامه وتطبيقه؛

[1]– هناك علاقة طردية بين قصر المدة ودقة النتائج المحصل عليها، ولذلك تميل المنشأة إلى استخدام التنبؤات قصيرة المدى لتمكينها من التقليل في الخطأ والذي لا يؤثر فقط في أنشطة وفعاليات إدارة المبيعات بل يمتد إلى الأجهزة والوظائف الأخرى خاصة وظيفة الإنتاج ووظيفة التخزين.

- بينت نتائج الاختبارات الإحصائية وجود تباين في نشاط بيع منتجات المؤسسة؛
- أوضحت الدراسة خطوات عملية التنبؤ باستخدام الشبكات العصبية التي تعتبر من أهم طرق التنبؤ الاقتصادي لكونها جاءت من دراسة سلوك الظواهر الاقتصادية بمختلف أنواعها ومحاولة معرفة سلوكها مستقبلا؛
- تحوي خوارزمية الشبكة العصبية المثلى ثلاث طبقات خفية من الشكل (1,2,1,1)؛
- أعطى النموذج المعتمد في وصف الحركة التسويقية للمؤسسة تنبؤات ذات أخطاء ضئيلة. وبناء عليه، نجد أنه من المفيد للمؤسسة اعتماده في وضع خططها التسويقية آخذين بالاعتبار تحديث نتائج التنبؤ المقدمة كلما أصبحت البيانات المتوقعة بيانات فعلية؛
- أثبتت الدراسة وجوب تخطيط المبيعات مستقبلا اعتمادا على النتائج المحصل عليها من خلال عملية التنبؤ بنماذج الشبكات العصبية والتي لا تؤثر فقط على أنشطة وفعاليات إدارة المبيعات بل تمتد إلى الأجهزة والوظائف الأخرى خاصة وظيفتي الإنتاج والتخزين.

ومن استقراء ما سبق، نجد أن عملية التنبؤ باستخدام الشبكات العصبية قد تمكنت من رسم الخطوط العريضة المستقبلية لإحدى الفعاليات الهامة في قطاع إنتاج الصنابير بمؤسسة «أورسيم» باستخدام تحليل السلاسل الزمنية، ونأمل أن تتبع هذه الدراسة سلسلة دراسات أخرى تقوم بتحليل بنية القطاعات الاقتصادية التي تشكل النشاط الاقتصادي الجزائري وبيان وضعها المستقبلي.

بيبليوغرافيا:

1. أبو صالح، محمد صبحي ومحمد عوض، عدنان. **مقدمة في الإحصاء، مبادئ وتحليل باستخدام SPSS.** عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع، 2004.
2. الشقراوي، محمد علي. **الذكاء الاصطناعي والشبكات العصبية.** القاهرة: مطابع المكتب المصري الحديث، 1996.
3. العتوم، شفيق. **طرق الإحصاء – تطبيقات اقتصادية وإدارية.** عمان: دار المناهج، 2005.
4. بوحفص، عبد الكريم. **الإحصاء المطبق في العلوم الاجتماعية والإنسانية.** الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية، 2005.
5. عبد المجيد البلداوي، عبد الحميد. **أساليب البحث العلمي والتحليل الإحصائي.** عمان: دار الشروق للنشر والتوزيع، 2005.
6. Ansion, Guy. **Les méthodes de prévision en économie**. Paris: Ed. Armand Colin, 1990.
7. Dreyfus, G. **Réseaux de neurones: méthodologie et applications.** Paris: Ed. Eyrolles, 2002.
8. Freeman, J. and Sakura D. **Neural Networks: Algorithms, Applications, and Programming Techniques**. USA: Addison-Wesley, 1991.
9. Giard, Vincent. **Statistique Appliquée à la Gestion.** Paris: Ed. ECONOMICA-7^{éme} Edition, 1995.
10. Hertz, J. and Krogh, A. and Palmer, R. **Introduction to the Theory of Neural Networks.** USA: Addison-Wesley,1991.
11. Joudouin, J. F. **les Réseaux de neurones principes et définitions.** Edition Hermes, 1994.
12. Lardig, Sandrine et Mignon, **Valérie. Econométrie des Séries Temporelles Macroéconomiques Et Financières,** Paris : ECONOMICA, 2002.
13. Paquet, Philipe. **L'utilisation des réseaux de neurones artificiels en finance.** Paris : document de recherche, faculté de droit et Economie et de gestion, 1997.
14. Personnaz, L et Rivals, I. **Réseaux de neurones formels pour la modélisation la commande et la classification.** Paris : CNR Edition, 2003.
15. Stoppiglia, H. **Méthodes statistiques de sélection de modèles neuronaux; applications financières et bancaires.** Thèse, Université de Paris, 1997.
16. Trivia, S et Gascuel, O et Lechevallier, Y. **Statistique et Méthode Neuronales.** Paris: Dunod, 1997.