

نموذج انحداري موائم بالشبكات العصبية لتقدير معدل السعر للتأمينات العامة

## A regression neural networks mixed model for general insurance ratemaking

مروان جابر أحمد محمد<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> كلية التجارة – جامعة سوهاج – جمهورية مصر العربية.

marawang@yahoo.com

تاريخ التسليم: 2020/07/25، تاريخ المراجعة: 2020/09/29، تاريخ القبول: 2020/10/17

### Abstract

The Main Objective of this Paper is to Using General Regression Neural Networks in Pricing the Risks of Bank Credit Loans in the Egyptian Market. In order to Achieve the Objective of the Research، The Study was Applied to Misr Insurance Company and Credit Risk Guarantee Company، Through a 10 year Time Series for Credit Guarantee Company and 8 years for Misr Insurance.

The Study's Recommendations Indicated that the Current Price is Excessive in Comparison to the Proposed Price According to the Results of the Applied Study. The Proposed Commercial Insurance Rate Using the Neural Networks Model is Misr Insurance Company 1.62% which is about (16 per thousands) and the Credit Risk Guarantee Company 1.47% which is about (15 per thousand).

**Keywords** : Risks of bank loans، Credit Insurance، Artificial Neural Networks Models.

### الملخص

يهدف هذا البحث الي إستخدام نموذج شبكات الانحدار العصبية المعممة (GRNN) في تسعير اخطار قروض الائتمان المصرفي كأحد منتجات التأمينات العامة التي تصدر في السوق المصري، وفي سبيل تحقيق هدف البحث تم تطبيق الدراسة علي شركة مصر للتأمين وشركة ضمان مخاطر الائتمان، من خلال سلسلة زمنية مقدارها 10 سنوات بالنسبة لشركة ضمان مخاطر الائتمان و8 سنوات بالنسبة لشركة مصر للتأمين.

وقد توصلت الدراسة الي ان السعر الحالي المطبق مغالي فية مقارنة مع السعر المقترح وفقاً لنتائج الدراسة التطبيقية، وان سعر التأمين التجاري المقترح بإستخدام نموذج الشبكات العصبية يكون لشركة مصر للتأمين 1.62% اي حوالي (16 في الألف)، ويكون لشركة ضمان مخاطر الائتمان 1.47% اي حوالي (15 في الألف).

**الكلمات المفتاحية:** أخطار القروض المصرفية، تأمين الائتمان، نماذج الشبكات العصبية الاصطناعية.

\*المؤلف المراسل: مروان جابر أحمد محمد، [marawang@yahoo.com](mailto:marawang@yahoo.com)

## 1. مقدمة:

أثناء أداء البنوك التجارية لنشاطاتها تواجهها العديد من الأخطار، حيث تعتبر الأخطار جزءاً لا يتجزأ من العمل المصرفي (محمد محمد عطا، على سيد بخيت، 2010، ص178). ويعتبر خطر الائتمان من أهم تلك الأخطار لإرتباطه بأهم نشاط في البنك وهو نشاط الإقراض. ويتمثل في عدم القدرة على تسديد أقساط القروض وفوائدها أو التأخر عن السداد في الميعاد المحدد من طرف عملائها. ونتيجة لذلك سيتم تجميد جزء هام من موارد البنك، مما يعرضه لتكبد خسائر قد تتجاوز الفرصة البديلة للاستثمار، إن لم نقل هلاك القرض وفوائده. في ظل الاعتماد على الضمانات المقدمة كمصدر لاسترجاع القرض والتي تعتبر غير فعالة كون الضمان في حد ذاته قد يتعرض للخطر أو الهلاك جزئياً أو كلياً، فضلاً عن ما يسببه عدم سداد القرض من تقليل معدل دوران الأموال لدى البنوك، وتقليص الأرباح وزيادة الخسائر ما يعني السير تدريجياً نحو الإفلاس (بن قانة، 2007، ص1).

وبذلك يمكن القول أن القروض المصرفية تعتبر سلاح ذا حدين، فهي سلعة من نوع خاص بمنحها يتحصل البنك على فوائد من عملائه من جراء استعمالهم لها، وفي نفس الوقت يواجه خطورة تتمثل في احتمال عدم قدرته على سدادها عند حلول آجالها أو العمد الكلي لعدم التسديد، أما في حالة عدم منحها (أي الاحتفاظ بالأموال مودعة في البنك)، يتجنب هذا الأخير عدم استرجاعها، لكن في نفس الوقت يتحمل خسارة عن جراء دفع فوائد مدينة لمودعي هذه الأموال، وبالتالي الوقوع في الخطر من جانب آخر.

ومن خلال الدراسة الاستطلاعية التي قام بها الباحث من خلال مقابلة شخصية مع مسؤولي إدارة الائتمان في بعض فروع البنوك التجارية، اتضح للباحث انه يوجد تأمين على القروض المصرفية حيث توفر بعض شركات التأمين وثائق لتغطية هذا الخطر بسعر ثابت 2% من مبلغ التأمين (القرض)، بغض النظر عن اختلاف درجة الخطورة من عميل لآخر وبالتالي الخسارة المحتملة. وهذا السعر يعتبر مبالغ فيه، بسبب الضمانات الكافية التي تتخذها البنوك التجارية على المقترضين (اشخاص طبيعيين او اعتباريين) مما يجعل احتمال تحقق الخسارة (مخاطر عدم السداد) منخفض جداً في البنوك التجارية. وتتخلص مشكلة الدراسة في عدم وجود طريقة علمية وعملية مناسبة لتحديد السعر العادل لوثيقة تأمين ضد أخطار القروض التي تتعرض لها هذه البنوك.

## 1.1 مراجعة أدبيات البحث:

هناك العديد من الدراسات الحديثة استخدمت الشبكات العصبية في مجال العلوم المالية بصفة عامة ومجال الخطر والتأمين بصفة خاصة، ومن هذه الدراسات من اهتم باستخدام الشبكات العصبية في التنبؤ بالطلب على التأمين او بحجم الخسارة او تكرار المطالبات او حجم الاقساط دراسة (محمود مشعال، 2012)، ودراسة (احمد عبد الرحيم خليل، 2018)، ودراسة (Itedal Sabri، 2013)، ودراسة (K.M. Sakhthivel & C.S. Rajitha، 2017). كما تم استخدام الشبكات العصبية في تحديد المزيج الامثل لعمليات إعادة التأمين الصادر في السوق المصري من خلال دراسة (مظهر، 2004)، كما تم استخدامها في التنبؤ بحجم الخسارة في تأمين السيارات (Fred L. Ketchens، 2000) وفي دراسة (يجي الجمال & عمر صابر، 2012)، و (Julian lowe & Louise pryor، 1996) تم مقارنة التنبؤ باستخدام الشبكات العصبية واسلوب تحليل الانحدار. وهناك دراسات تناولت استخدام الشبكات العصبية في تقدير هامش ربح الاكتتاب وترشيد قرارات الاكتتاب في التأمينات العامة (الدالي، 2015)، و (سعيد، 2013). واهتمت مجموعة اخري من الدراسات باستخدام الشبكات العصبية في تقدير مخصص التعويضات تحت التسوية وتقدير هامش الملاءة المالية لفروع التأمينات العامة (نادي، عزت، 1999)، (عطية وصالح، 2015). وكما تم استخدامها في محاولة لقياس وتقدير مخاطر القروض البنكية في دراسة (Lothead، 2011)، وفي دراسة (عبادي، 2012) ودراسة (يوسف صوار، 2008).

وأشارت هذه الدراسات الى ان الشبكات العصبية الاصطناعية افضل من الاساليب الاحصائية التقليدية، حيث وصلت لمعدل مرتفع من الدقة والكفاءة في كثير من هذه الدراسات. كما تبين للباحث عدم وجود دراسات سابقة تناولت موضوع التسعير في مجال الائتمان المصرفي بصفة عامة، او استخدام الشبكات العصبية في مجال التسعير بصفة خاصة وبالتالي فإن هذه الدراسة تعتبر اضافة لتغطية هذه الفجوة البحثية في هذا المجال.

## 2.1 هدف البحث:

يتمثل الهدف الرئيسي لهذه الدراسة في التوصل الى نموذج مقترح باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية لتسعير وثيقة تأمين تغطي أخطار قروض الائتمان المصرفي التي تتعرض لها البنوك، بحيث يتم التوصل من خلاله الى السعر الملائم لتحقيق اهداف جميع اطراف العملية التأمينية للأخطار محل الدراسة.

### 3.1 أهمية البحث:

- تتبع أهمية هذه الدراسة من كونها محاولة للتوصل الى نموذج مقترح لتسعير وثيقة تأمين تغطي أخطار قروض الائتمان المصرفي، مما يعود بالنفع على الاطراف التالية:
- بالنسبة للبنك (المؤمن له): تسعير وثيقة تأمين تغطي اخطار القروض المصرفية، وتقديمها بشكل علمي سليم يؤدي الى نقل عبء هذه الاخطار عن كاهل البنك مما يضمن للبنك استرداد امواله كاملة، ويسمح له بالتوسع في منح الائتمان دون خوف من الخسائر الائتمانية في حالات عدم الدفع او تعثر المقترضين، بالإضافة الي تقليل احتياطات الديون المعدومة بشكل يساهم في توفير السيولة اللازمة للبنوك، وبالتالي نجاح البنك واستمراره وتعظيم ربحيته.
  - بالنسبة للمقترض (المؤمن عليه): يسهل التأمين لهم الحصول على الائتمان بوسائل مُتعددة. فالتأمين يؤدي إلى تدعيم الضمان الذي يقدمه المؤمن له إلى دائته، وبالتالي يسهل له الحصول على الائتمان.
  - بالنسبة لشركة التأمين (المؤمن): تقديم تغطيات تأمينية جديدة وتقديمها بشكل علمي سليم، يؤدي الى فتح مجال جديد بالنسبة لشركات التأمين واستقطاب عملاء جدد مما يزيد من ارباحها.

### 4.1 أسلوب الدراسة:

- لتحقيق اهداف هذه الدراسة إعتد الباحث على اسلوبين رئيسيين، تتمثل فيما يلي:
- أسلوب الدراسة المكتبية: من خلال استقراء الأدبيات المنشورة حول موضوع البحث، سواء في الكتب أو الدوريات أو الرسائل العلمية، العربية منها والأجنبية والتقارير المنشورة المتعلقة البنوك، وتحليلها والربط بينها، وذلك للحصول على المعلومات اللازمة لصياغة الجانب النظري للدراسة.
  - أسلوب الدراسة التطبيقية: وذلك من خلال الحصول على البيانات اللازمة للدراسة من ادارة الحاسب الآلي بشركة مصر للتأمين، وإدارة نظم المعلومات بشركة ضمان مخاطر الائتمان. وإستخدامها في تحديد السعر المناسب لخطر عدم السداد للقروض المصرفية، باستخدام نموذج شبكات الانحدار العصبية المعممة GRNN.

## 5.1 حدود الدراسة:

سوف يقتصر تطبيق الدراسة على تأمين اخطار عدم السداد للقروض المصرفية (والذي ينتمي لفرع الحوادث المتنوعة) لشركة مصر للتأمين وشركة ضمان مخاطر الائتمان، من خلال سلسلة زمنية مقدارها 10 سنوات بالنسبة لشركة ضمان مخاطر الائتمان، في الفترة الزمنية من 2007 الى 2016. وسلسلة زمنية مقدارها 8 سنوات بالنسبة لشركة مصر للتأمين، في الفترة الزمنية من 2008/2009 إلى 2015/2016، وذلك حسب البيانات المتاحة والتي أمكن للباحث الحصول عليها من هذه الجهات.

## 2. الإطار النظري للدراسة

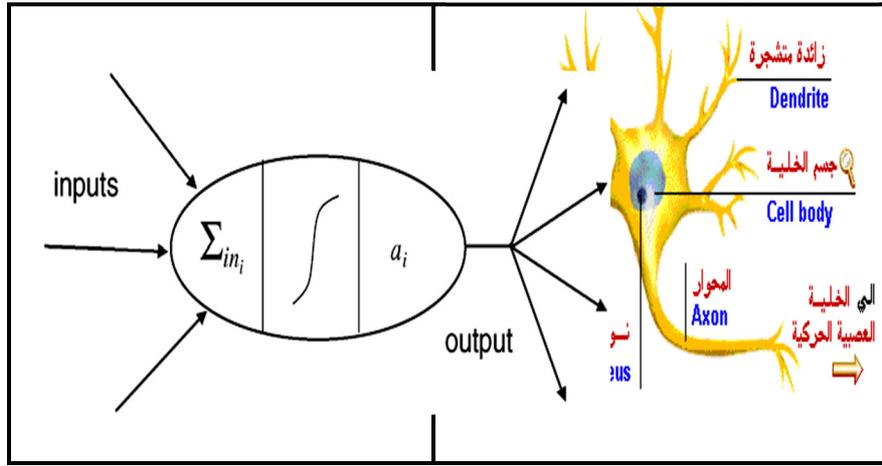
### 1.2 مفهوم الشبكات العصبية:

يعرف Simon Haykin (2009، P.33) الشبكة العصبية الاصطناعية Artificial Neural Network (ANN) على انها عبارة عن نظام لمعالجة البيانات مصمم بشكل يحاكي ويشابه الطريقة التي يؤدي بها الدماغ البشري مهمة معينة، وذلك عن طريق معالجة ضخمة موزعة على التوازي ومكونة من وحدات معالجة بسيطة، هذه الوحدات ما هي إلا عناصر حسابية تسمى عصبونات أو عقد (Nodes)، (Neurons) والتي لها خاصية عصبية من حيث أنها تقوم بتخزين المعرفة العملية والمعلومات التجريبية لتجعلها متاحة للإستخدام. كما عرفها البعض (بخيل، 2008، ص250) على انها عبارة عن صيغ حسابية تعتمد على نماذج رياضية تحاكي عمل الدماغ Brain . ويطلق عليها عدة مسميات مثل، الأنظمة المترابطة Connection Systems أو الانظمة التكيفية Adaptive system أو انظمة التوزيع المتوازي Parallel Distributed Systems، وان السر وراء هذه التسميات المتعددة هي بسبب ان الشبكات العصبية الاصطناعية مكونة من سلسلة من عناصر المعالجة وهي الخلايا العصبية Neurons والتي تكون مترابطة فيما بينها وفق خطوط متوازية، بحيث ان جميع هذه العناصر تتغير وتُحدث على وفق قواعد وطرق تكييفية معينة والتي بدورها تعتمد على المعلومات المدخلة الى الشبكة العصبية الاصطناعية ANN . ويتضح من التعريفات السابقة أن الشبكات العصبية الاصطناعية هي نظام لتشغيل المعلومات يحاكي الشبكات العصبية البيولوجية (الطبيعية) الحية في طريقة عملها كما هو موضح بالشكل رقم (1)، وأنها تتكون من عناصر بسيطة ومتوازية التركيب، تسمى بالنيرونات (Neurons) أو العقد (Nodes)، وهذه الشبكات لديها المقدرة على محاكاة سلوك النظام العصبي الطبيعي مثل المقدرة على التعلم، الاستنتاج وحل المشاكل المعقدة وكل أنماط السلوك الذكي الذي يتميز به الانسان عن

بقية الكائنات الحية الأخرى. وهذا النظام له خصائص أداء معينة تقوم على الافتراضات التالية (محمود عبد العال مشعال، 2012، ص 360):

- تشغيل المعلومات يتم في عدة عناصر بسيطة تسمى نيرونات.
- الاشارات تمر بين النيرونات على روابط اتصال.
- كل رابطة اتصال لها وزن خاص بها يتم ضربه في الاشارة المنقولة.
- كل نيرون يطبق دالة تحويل على إجمالي مدخلاته ( مجموع الاشارات الداخلة المرجحة بالأوزان ) لتحديد إشارته الداخلة.

شكل (1) مقارنة بين الخلية العصبية الطبيعية والخلية العصبية الاصطناعية



وكما هو واضح من الشكل السابق يوجد تشابه في آلية عمل كل من الخلية العصبية الطبيعية والخلية العصبية الاصطناعية، فإذا كان للإنسان وحدات إدخال توصله بالعالم الخارجي وهي حواسه الخمس، وأي تأثير خارجي يكون له استجابة داخلية عن طريق الخلايا العصبية الموجودة في العقل البشري، وهذه الاستجابة تؤدي الى رد فعل خارجي حسب طبيعة المؤثر الأصلي. فكل الشبكات العصبية الاصطناعية تحتاج لإدخال ووحدات معالجة يتم فيها عمليات حسابية تضبط بها الأوزان ونحصل من خلالها على ردة الفعل المناسبة لكل مدخل من المدخلات للشبكة. فوحدات الإدخال تكون طبقة تسمى طبقة المدخلات، ووحدات المعالجة تكون طبقة المعالجة وهي التي تخرج نواتج الشبكة.

## 2.2 تعلم وتدريب الشبكات العصبية: (Neural Networks Larning & Tranning)

الخاصية المميزة والاساسية للشبكات العصبية هي قدرتها العالية على التعلم "Learning" من بيئتها وتحسين أدائها، حيث ان معالجة البيانات من خلال المعرفة بطبيعتها والعلاقات التي تربطها ببعضها البعض تكسبها صفة التعلم، وهي تتعلم من الأفكار ومن الأمثلة التي يتكرر حدوثها وتتغذى بها ومن الخبرة التي تتراكم لديها لتكون مخرجاتها أكثر تميزاً قياساً الى مدخلاتها، وكلما ازدادت كمية البيانات المدخلة وذات العلاقة بالمشكلة كلما كانت النتائج مطابقة لطبيعة المشكلة، وتستمر في التدريب حتى تصل الى درجة عالية من الدقة في مطابقة النتائج الصحيحة للحالات الجديدة، وتتناسب سرعة وكفاءة التعلم طردياً مع زيادة تكرار عمليات التدريب التي يجريها النظام ، كما ان زيادة الحالات المدخلة الى النظام تساهم في تقليل نسبة الخطأ في القرارات التي يتخذها النظام، وعلى سبيل المثال فإن الشبكات العصبية يمكن ان تتعلم من خصائص القروض وتقدم الصورة المناسبة عنها فيما اذا كانت مناسبة أو غير مناسبة، وفي مثل هذه الحالة سيكون تدريبيها كافياً في تقويم القروض لتكون كالمهنة بالنسبة لها(أحمد عبد الحسين الإمارة، 2013، ص139). ومما تجدر الاشارة اليه ان هناك عدة انواع للتعلم يعتمد كل منها بحسب طبيعة وحاجة البيانات التي يتم معالجتها ومن ثم نوع الشبكة المستخدمة ومن اشهر انواعه (ملفى منشور عوض، 2004، ص ص 103:104) و

: p.p. 34:37، 2009، (Simon Haykin و P.743)، 2007، (Eliana Angelini & others

### - التعلم المراقب (الموجه): (Supervised Learning)

ترجع تسمية عملية التعلم المراقب بهذا الاسم لأنها تحتاج اثناء التدريب الى مراقب ليبين لها المخرج المطلوب لكل من المدخلات، لأن المراقب يمتلك بعض المعرفة حول البيئة التي لا تكون معروفة عند الشبكات العصبية الاصطناعية، ويقوم مبدأ التعلم المراقب على مقارنة قيم المخرج الفعلي مع قيم المخرج المطلوب، ثم بعد ذلك تُعدل أوزان الشبكة لتقليل الاختلاف (الخطأ). ثم تعاد عملية التعلم الى ان يصل الاختلاف بين القيم المحسوبة وبين قيم المخرجات المستهدفة الى أقل قيمة مقبولة.

### - التعلم غير المراقب (الذاتي): (Unsupervised Learning)

في هذه الطريقة تكون فئة التدريب عبارة عن متجه المدخلات فقط دون عرض الهدف على الشبكة وتسمى هذه الطريقة ايضاً بالتنظيم الذاتي Self Organiztion حيث تبني الشبكات العصبية الاصطناعية أساليب التعليم على أساس قدرتها على إكتشاف الصفات المميزة لها لما يعرض عليها من مدخلات، و ذلك دون معرفة مسبقة وبدون عرض أمثلة لما يجب عليها أن تنتجه وذلك على عكس المبدأ المتبع في أسلوب التعليم بواسطة معلم، وتقوم الشبكة باستخراج هذه

المخرجات بنفسها دون معرفة سابقة. ويعتبر هذا الأسلوب من أكثر الأساليب شبيهاً بتلك التي تتبعها النظم الحية في التعرف على الجديد ومن ثم تنمية مهارتها على التعلم.

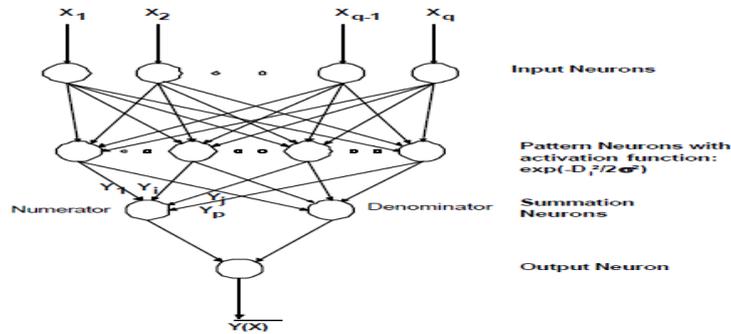
### - التعلم بإعادة التدعيم: Reinforced Learning

تعتمد عملية التعلم بإعادة التدعيم على اساس الخلط بين التعلم المراقب والتعلم غير المراقب، حيث لا يفصح للشبكة العصبية الاصطناعية عن القيم الحقيقية للمخرجات كما هو الحال في التعلم غير المراقب، ولكن يشار الى الشبكة بصحة نتائجها او عدم صحتها كما في طريقة التعلم المراقب.

### 3.2 الشبكة العصبية المستخدمة في الدراسة:

الشبكة العصبية المستخدمة في الدراسة تُدعى شبكة الانحدار العصبية المعممة (GRNN) Generalized Regression Neural Network، هذا النوع من الشبكات العصبية يحتوي على طبقتين ثابتتين ويُدعى الأنماط patterns والجمع (الإيجاز) summation، ولا تخضع الشبكة للزيادة ولهذا فإن هيكل هذه الشبكة ثابت وبسيط، وتتميز هذه الشبكة بإمكانية التدريب السريع والبساطة وتسعي للوصول إلي حل معمم علي كل الحالات المستخدمة في التدريب وتستطيع أن تتجاوز مشكلة الوقوع في حلول صغرى محلية (د. يحيى الجمال و د. عمر صابر، 2012، ص 244) و (Sanjay R. Patil & V. N. Ghate 2015) P.376. وهذه الشبكة يوجد بها متغيران فقط يجب تحديدهما. الهيكل العام للشبكة Network Architecture موضح بشكل (2). ولكي تتمكن الشبكة من تمثيل العلاقة غير الخطية بين المدخلات والمخرجات، فإن الشبكة العصبية ستستخدم الدالة المحدودة Radial Basis Function (RBF).

شكل (2) الهيكل العام لشبكة الانحدار العصبية المعممة



Source: (Specht, D. F. 1991, ص 573)

### 4.2 النموذج الرياضي لشبكة الانحدار العصبية المعممة GRNN Algorithm :

تم اقتراح شبكة الانحدار العصبية المعممة (GRNN) من قبل العالم Specht عام 1991، واستندت خوارزمية هذه الشبكة الى نظرية الانحدار اللاخطي Non-Linear Regression والشبكة العصبية الاصطناعية. بفرض ان الدالة  $f(x, y)$  تمثل دالة كثافة احتمال مشترك للمتغيران  $x$  و  $y$  والتي يمكن تمثيلهم في شكل مصفوفات Vectors، وبمعلومية دالة كثافة الاحتمال يكمن حساب القيمة المتوقعة الشرطية ل  $y$  بمعلومية  $x$  (و تكتب ايضاً إنحدار  $y$  على  $x$ ) بالمعادلة التالية (A. A. Konate & N. Khan، 2015، P.161):

$$E[y|x] = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} y f(x, y) dy}{\int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) dy} \quad (1)$$

وعندما تكون دالة كثافة الاحتمال  $f(x, y)$  غير معلومة يتم تقديرها باستخدام عينة من المشاهدات  $x^i$  و  $y^i$  للمتغيرات العشوائية  $x$  و  $y$ ، حيث ان:  $x$  تمثل عينة المدخلات و  $x^i$  عينة التدريب و  $y^i$  مخرجات عينة التدريب  $x^i$ ، كما تشير  $n$  الى عدد العينات وتشير  $p$  الى ابعاد مصفوفة المتغير  $x$ ، وتأخذ الدالة المقدرة  $\hat{f}(x, y)$  الشكل التالي:

$$\hat{f}(x, y) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{(p+1)}{2}} \sigma^{p+1}} \times \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \exp\left(-\frac{(x-x^i)^T(x-x^i)}{2\sigma^2}\right) \exp\left(-\frac{(y-y^i)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (2)$$

وباستعاضة دالة الاحتمال المشترك المقدرة في (2) في دالة القيمة المتوقعة الشرطية في

(1) يمكن الحصول على (تقدير) قيمة  $y$  المجهولة بمعلومية قيمة  $x$  بالدالة التالية:

$$\hat{y}(x) = \frac{\sum_{i=1}^n \exp\left(-\frac{(x-x^i)^T(x-x^i)}{2\sigma^2}\right) \int_{-\infty}^{\infty} y \exp\left(-\frac{(y-y^i)^2}{2\sigma^2}\right) dy}{\sum_{i=1}^n \exp\left(-\frac{(x-x^i)^T(x-x^i)}{2\sigma^2}\right) \int_{-\infty}^{\infty} \exp\left(-\frac{(y-y^i)^2}{2\sigma^2}\right) dy} \quad (3)$$

وبوضع:  $D_i^2 = (x - x^i)^T(x - x^i)$

حيث ان

$D_i$  هي المسافة (الفرق) بين عينة التدريب ونقطة التنبؤ، ويمكن تبسيط الدالة السابقة من خلال بعض العمليات الحسابية وإجراء التكامل السابق ليصبح شكل الدالة  $\hat{y}(x)$  كما يلي:

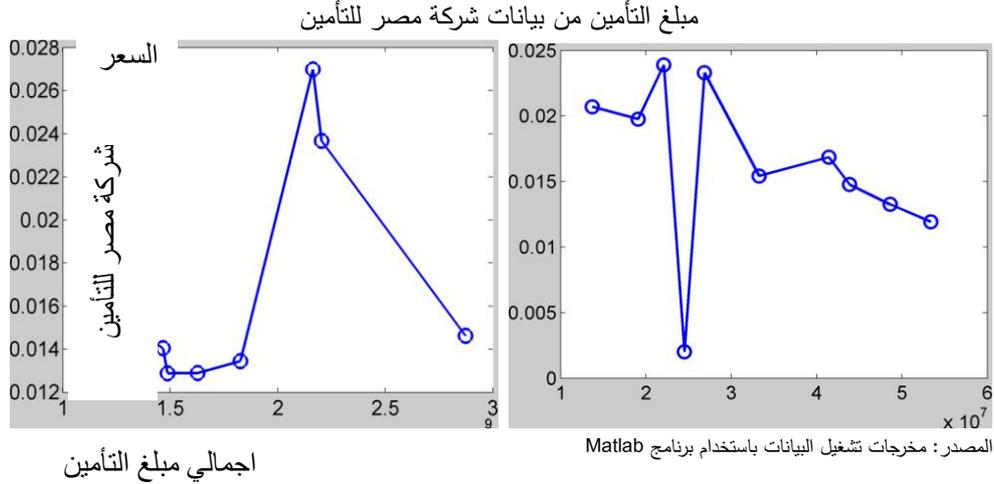
$$\hat{y}(x) = \frac{\sum_{i=1}^n y^i \exp\left(-\frac{D_i^2}{2\sigma^2}\right)}{\sum_{i=1}^n \exp\left(-\frac{D_i^2}{2\sigma^2}\right)} \quad (4)$$

وهي الدالة التي تعتمد عليها شبكة الانحدار العصبية المعممة (GRNN) والمقدار  $\exp\left(-\frac{D_i^2}{2\sigma^2}\right)$  هو دالة التنشيط (التحفيز) داخل الشبكة والتي تشير في الأساس نظرياً الى أوزان weight المدخلات input ، وبالنظر الى المقدار  $D_i^2$  فإن قيمته تدل على ما يمكن ان تسهم به عينة التدريب training sample في دقة مخرجات عينة الاختبار test sample . فإذا كانت قيمة المقدار  $D_i^2$  صغيرة تصبح قيمة المقدار  $\exp\left(-\frac{D_i^2}{2\sigma^2}\right)$  كبيرة، وإذا كانت قيمة المقدار  $D_i^2$  كبيرة تصبح قيمة المقدار  $\exp\left(-\frac{D_i^2}{2\sigma^2}\right)$  صغيرة، وعندما تكون قيمة المقدار  $D_i^2$  صفر تصبح قيمة المقدار  $\exp\left(-\frac{D_i^2}{2\sigma^2}\right)$  واحد صحيح، وعند هذه النقطة تصل الشبكة الى افضل مستوى من التدريب باستخدام عينة التدريب.

### 3. الطريقة والأدوات

تعتمد بعض الاساليب الاحصائية التقليدية على بعض الافتراضات التي يجب ان تتوفر في البيانات مثل الخطية Linearity والاستقلالية Independency والطبيعية Normality وهذا يضع قيود شديدة على البيانات المستخدمة، ولذلك أصبحت الشبكات العصبية تستخدم كبديل لهذه الاساليب التقليدية في الوقت الراهن والتي لا تحتاج الى مثل هذه القيود على البيانات ( K.M. Sakthivel & C.S. Rajitha, 2017, P.789)، كما انها لا تحتاج الى معلومات مسبقة عن شكل الدالة المقدر (A. A. Konate & N. Khan, 2015, P.161) فهي تُعتبر أحد طرق التعلم غير الخطية وذلك يعني أن العلاقة بين المدخلات والمخرجات يمكن أن يتم رسمها بدوال يمكن أن تأخذ شكل منحنى، على سبيل المثال بناءً على البيانات المستخدمة في هذه الدراسة، يوضح شكل رقم (3) العلاقة بين المخرجات (سعر التأمين) ومتغيرين مختلفين من المدخلات. المتغير الأول هو الأقساط الصافية بناءً على بيانات شركة ضمان مخاطر الائتمان والمتغير الثاني هو إجمالي مبلغ التأمين من بيانات شركة مصر للتأمين. ويتضح أن العلاقة غير خطية وبالتالي فإن استخدام الشبكات العصبية يُعد وسيلة جيدة لتمثيل العلاقة بين المدخلات والمخرجات.

شكل (3) العلاقة بين سعر التأمين وكل من الأقساط الصافية من بيانات شركة ضمان مخاطر وإجمالي



وهناك أكثر من نوع من الشبكات العصبية الاصطناعية في مجال تعليم الحاسب ولكل نوع منها مزاياه وعيوبه. من أشهر الطرق المستخدمة سابقاً في مجال التأمين سواء في مجال التنبؤ بالخسارة أو تقدير هامش ربح الاكتتاب أو تقدير مخصص التعويضات تحت التسوية أو تقدير هامش الملاءة المالية، هي الشبكات العصبية أمامية التغذية خلفية النقل Feed Forward Back Propagation Neural Network (FFBPNN). وفيها الشبكة مبنية علي ثلاث أنواع أساسية من الطبقات، وهم طبقة المدخلات، الطبقة الخفية، وأخيراً طبقة المخرجات. وكل طبقة مكونة من عدد من عناصر المعالجة neurons، يُمكن أيضاً أن يكون هناك أكثر من طبقة خفية وكل طبقة سابقة تقوم بتغذية الطبقة التالية لها حتي تصل إلي طبقة المخرجات.

ولكن مثل هذا النوع يوجد به بعض العيوب. أولاً: لا يوجد عدد ثابت من الطبقات الخفية يُمكن استخدامه في كل الحالات ولكن يخضع تحديد العدد إلي التجربة، وأيضاً عدد عناصر المعالجة داخل الطبقات الخفية غير ثابت، وكلما زاد عدد الطبقات الخفية وعدد عناصر المعالجة كلما زاد الوقت اللازم لتدريب الشبكة لزيادة عدد الدورات اللازمة حتى تصل الشبكة الي افضل حل. ثانياً: يوجد عدد من المتغيرات التي يجب تحديدها قبل البدء بالتدريب مثل معدل التدريب ودالة التفعيل والتي تُعتبر جزءاً أساسياً في تكوين الشبكات العصبية وكل منهم يرجع إلي طبيعة المشكلة المراد حلها. وهناك أيضاً مشكلة تقع بها مثل هذا النوع من الشبكات العصبية وهو أن تستقر عند حل صغير محلي local minimum solution وفي هذه الحالة تكون غير قادرة علي الوصول إلي الحل الأمثل للمشكلة وبالتالي ضعف دقة التوقع (A. A. Konate & N. Khan، 2015، P162). ولهذه الأسباب فإنه سوف يتم استخدام نوع جديد من الشبكات العصبية ويُدعى شبكة الانحدار العصبية المعممة (GRNN) Generalized Regression Neural Network،

وهيكل الشبكة المستخدمة بالفعل في التطبيق وفقاً لبيانات الدراسة موضحة بشكل (4) و به موضح أن الشبكة تتكون من 4 طبقات وكل طبقة تحتوي علي عدد من عناصر المعالجة Neurons.

- الطبقة الأولى: هي طبقة المدخلات (Input Layer) وبها 5 عناصر معالجة لأنه بناءً علي بيانات الدراسة نجد أن هناك 5 متغيرات يُستخدمون لوصف كل سنة كما في جدول (1) ، (2) بملاحق الدراسة.

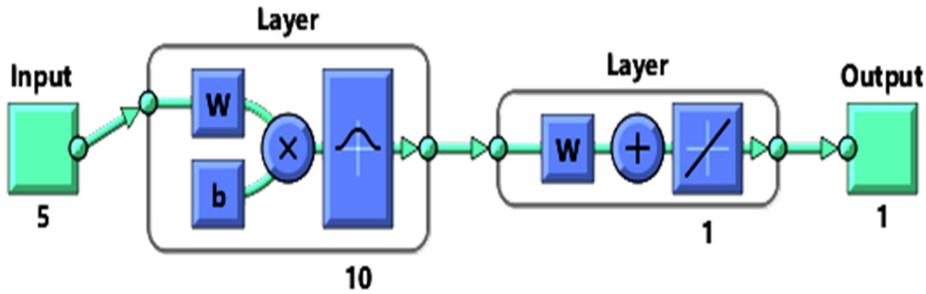
- الطبقة الثانية: وهي طبقة الأنماط (Pattern Layer)، تتكون من 10 عناصر معالجة (نيورونات)، ويتم من خلالها حساب المسافة بين متجه الاوزان ومتجه المدخلات، ومن ثم يضرب الناتج بقيمة صغيرة تسمى قيمة التحيز (bias). كما أن دالة التنشيط (التحفيز) في هذه الطبقة من النوع (Gaussian) والتي يتم تمثيلها كالآتي:

$$f(x) = e^{-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma_x^2}}$$

- الطبقة الثالثة: وهي طبقة الجمع (الايجاز) Summation Layer ، وتحتوي هذه الطبقة على اثنين من الأجزاء الفرعية جزء في البسط وجزء في المقام. يحتوي البسط حاصل الضرب بين متجه الاوزان ومتجه الادخال والتي تعتبر مخرجات الطبقة الثانية (دالة التنشيط)، والمقام يمثل القاسم هو مجموع كل دوال التنشيط. وتقوم هذه الطبقة بتغذية طبقة الإخراج ودالة التحفيز فيها خطية، ويمكن اعتبار أن الطبقتان الوسطتان (الثانية والثالثة) هما الطبقات الخفية في الشبكة العصبية المستخدمة.

- الطبقة الرابعة: وهي طبقة المخرجات وتحتوي علي عنصر معالجة واحد فقط (خلية عصبية واحدة) وتحسب قيمة الخرج عن طريق قسمة جزء البسط في طبقة الانحياز على المقام (الجزء المشترك).

شكل (4) هيكل الشبكة العصبية لبيانات الدراسة



المصدر: مخرجات تشغيل البيانات بالاعتماد على برنامج (MATLAB (R2013a).

## – كيف تعمل الشبكة (GRNN) ؟

بشكل عام، توجد خطوتان أساسيتان مستخدمتان في تعليم الآلة عن طريق خوارزميات التعلم وهما التدريب والإختبار.

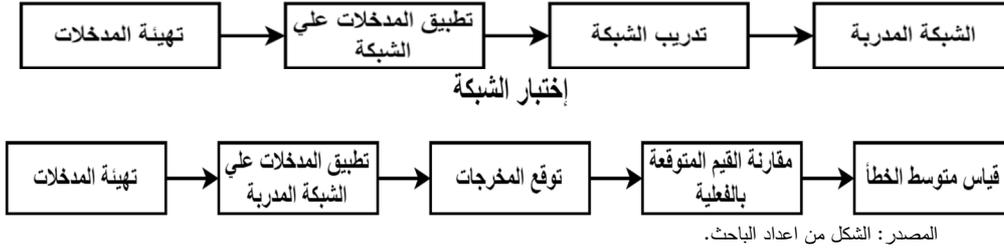
**الخطوة الاولى:** خطوة التدريب يتم فيها نقل معرفة الإنسان إلي الآلة من خلال بعض التجارب السابقة المعروف نتائجها الصحيحة مسبقاً حتي تكون مرجعاً للخوارزميات لبناء أساسيات التعلم لديها. وفي هذه المرحلة تقوم الشبكة بتدريب نفسها باستخدام عينة التدريب (مدخلات ومخرجات)، وتستمر عملية التدريب (الدورات epoch) الي ان تصل الشبكة الي افضل مستوى من التدريب من خلال تعديل الأوزان weights.

**الخطوة الثانية:** يتم فيها إختبار قدرة الآلة بعد تدريبها علي توقع المخرجات لبعض المدخلات الجديدة التي لا تعلم عن مخرجاتها الصحيحة شيئاً، من خلال تغذية الشبكة المدربة باستخدام عينة اخرى تسمى عينة الإختبار وتقوم الشبكة بتوليد المخرجات، ثم يتم تقييم النتائج للتأكد من صلاحية الشبكة للتنبؤ. وكلما كانت توقعات الآلة أقرب إلي الصواب كلما كان الناتج أفضل أو بمعنى آخر كلما قل نسبة الخطأ في التوقع كلما كانت دقة الآلة أكبر وزادت مصداقية المخرجات المتوقعة من الآلة بعد ذلك. وبعد التأكد من كفاءة الشبكة يتم استخدامها في التنبؤ باستخدام مدخلات لا نعلم عن مخرجاتها اي شئ.

والشكل (5) يوضح كل من خطوات التدريب والإختبار إعتماًداً علي بيانات الدراسة لكل من شركتي ضمان مخاطر الائتمان ومصر للتأمين والموضح بها كل من المدخلات والمخرجات، وتم تصميم شبكتان لكل شركة عن طريق بيئة العمل الحاسوبية (MATLAB (R2013a باستخدام الدالة newgrnn. هاتان الشبكتان متماثلتان في الهيكل ولكن مختلفتان في المدخلات والمخرجات. فبالنسبة لشركة ضمان مخاطر الائتمان، يوجد 10 عينات لتدريب الشركة موزعين علي 10 سنوات من 2007 إلي 2016 بالإضافة لتوليد<sup>1</sup> عدد 5 عينات لإستخدامهم لإختبار الشبكة المدربة، و 5 عينات للتنبؤ بالسعر. وبالنسبة لشركة مصر للتأمين، يوجد عدد 8 عينات موزعين علي 8 سنوات من 2008/2009 إلي 2015/2016 لتدريب الشبكة وأيضاً تم توليد عدد 4 عينات لإختبار الشبكة بعد تدريبها و 4 عينات للتنبؤ بالسعر. وبعد الإنتهاء من تدريب الشبكة العصبية، نأتي لخطوة إختبارها. والعينات المستخدمة لإختبار كل من الشركتين موضحة بجدول (1)، وناتج توقع السعر بناءً علي بيانات كل شركة موضحة بجدول (2).

<sup>1</sup> تم توليد هذه العينات بالاعتماد على البيانات الاصلية للدراسة لشركتي ضمان مخاطر الائتمان وشركة مصر للتأمين باستخدام افضل دالة تمثل البيانات بالاعتماد على البرنامج الاحصائي الجاهز Spss.

شكل (5) خطوات تدريب واختبار الشبكة  
تدريب الشبكة



جدول (1) بيانات إختبار كل من شركتي مصر للتأمين وضمن مخاطر الائتمان

شركة مصر للتأمين						
#	الاقساط الصافية	اجمالي مبلغ التأمين	قيم المطالبات	عدد المطالبات	عدد الوثائق	السعر
1	24801172	1438559750	4933290	1321	87767	0.01403
2	34271368	1647236513	8478362	902	87819	0.01615
3	47357709	1935899019	33276195	1276	41827	0.01827
4	65441001	2817190653	32573346	639	23537	0.02039
شركة ضمان مخاطر الائتمان						
1	14856894	576438461	9223476	176	4232	0.02035
2	17530138	687466453	12106681	198	3914	0.01919
3	20915295	819879582	13498861	211	3657	0.01812
4	24881489	977796845	13777805	216	3464	0.01714
5	29297849	1166130602	13321305	212	3332	0.01624

المصدر: من اعداد الباحث من واقع تشغيل البيانات باستخدام الحاسب الآلي.

جدول (2) نتائج إختبار الشبكة المدربة

رقم العينة / الشركة	1	2	3	4	5
مصر للتأمين	0.0141	0.0129	0.0134	0.0146	-----
ضمان مخاطر	0.0207	0.0239	0.0198	0.0020	0.0233

المصدر: من اعداد الباحث من واقع مخرجات تشغيل البيانات بالاعتماد على برنامج MATLAB ملحق (1) وملحق (2).

- تقييم نتائج الاختبار للشبكتان واستخدامهم في التنبؤ:

لكي يتم معايرة دقة الشبكتان، فإنه يتم الاعتماد على معيار الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الخطأ ومعيار القيمة المطلقة لمتوسط نسبة الخطأ، ويتم حسابهم بالصيغ التالية بناءً على مقارنة القيم الفعلية لبيانات الإختبار مع القيم التي توقعتها الشبكة (K.M. Sakthivel and C.S. Rajitha, 2017, 1708 و M. Khashei, 2010, 486, Bijari).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (z_i - y_i)^2}{n}}$$

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n |(z_i - y_i) / y_i|}{n} * 100$$

حيث أن:  $n$  هو عدد العينات المستخدمة للاختبار.  $y_i$  القيمة المتوقعة للسعر للعيينة  $i$ .  
 $i$  هو رقم العينة بداية من 1 إلي الإجمالي  $N$ .  $z_i$  القيمة الفعلية للسعر للعيينة  $i$ .

ومن خلال مخرجات بيانات إختبار الشبكة المدربة كانت قيم الجذر التربيعي لمتوسط مربعات خطأ الاختبار تساوي 0.0078 والقيمة المطلقة لمتوسط نسبة خطأ الاختبار تساوي 6.0008% لشركة ضمان مخاطر الائتمان. وكانت قيم الجذر التربيعي لمتوسط مربعات خطأ الاختبار تساوي 0.0041 والقيمة المطلقة لمتوسط نسبة خطأ الاختبار تساوي 5.35% لشركة مصر للتأمين، وتعتبر هذه صغيرة جداً بشكل يمكن ثلاثية مما يدل على كفاءة الشبكتان وامكانية استخدامهم في التنبؤ بشكل دقيق، والجدول رقم (3) موضح به العينات المستخدمة للتنبؤ بسعر التأمين لكل من الشركتين، وناتج توقع السعر بناءً علي بيانات كل شركة موضحة بجدول (4).

جدول (3) بيانات التنبؤ بالسعر لشركتي مصر للتأمين وضمن مخاطر الائتمان

شركة مصر للتأمين					
#	الاقساط الصافية	اجمالي مبلغ التأمين	قيم المطالبات	عدد المطالبات	عدد الوثائق
1	21098062	1335264965	25740989	2393	47428
2	29154246	1533690125	1127141	899	98157
3	40286642	1805779336	21142774	1103	65969
4	55669883	2364175984	39034446	1197	24610
شركة ضمان مخاطر الائتمان					
1	34033502	1390739383	12507149	199	3263
2	38957574	1658610131	11713128	177	3255
3	43939193	1978075548	11317033	147	3310
4	48847486	2359073299	11696654	108	3427
5	53551579	2544322472	13229780	60	3607

المصدر: من اعداد الباحث من واقع تشغيل البيانات باستخدام الحاسب الآلي.

جدول (4) نتائج التنبؤ بالسعر لشركتي مصر للتأمين وضمن مخاطر الائتمان

رقم العينة الشركة	1	2	3	4	5	المتوسط
مصر للتأمين	0.0149	0.0129	0.0134	0.0237	-----	0.01622
ضمان مخاطر	0.0154	0.0169	0.0148	0.0133	0.0133	0.014711

المصدر: من اعداد الباحث من واقع مخرجات تشغيل البيانات بالاعتماد على برنامج MATLAB ملحق (1) وملحق (2).

ومن خلال الجدول السابق يتضح أنه بالاعتماد على نموذج الشبكات العصبية يكون سعر التأمين التجاري المقترح لشركة مصر للتأمين 1.62% اي حوالي (16 في الألف)، ويكون سعر التأمين التجاري المقترح لشركة ضمان مخاطر الائتمان 1.47% اي حوالي (15 في الألف).

#### 4. تحليل النتائج:

توصلت الدراسة التي قام بها الباحث، إلى مجموعة من النتائج من أهمها ان الجهاز المصرفي يواجه العديد من مخاطر الائتمان الناتجة عن منح التسهيلات الائتمانية، والتي تهدد استقراره بالرغم من اتخاذ كافة التدابير الوقائية. لذا تعد وظيفة الائتمان المصرفي من أخطر وأدق الوظائف التي تمارسها البنوك. واثبتت نتائج الدراسة التطبيقية ان نموذج الشبكات العصبية قد تفوق على النموذج التقليدي (نظرية المصادقية) في التنبؤ بسعر التأمين، حيث حقق افضل نتائج بأقل قيم لكل من RMSE و MAPE. وسعر التأمين التجاري المقترح باستخدام نموذج شبكات الانحدار العصبية المعممة يكون لشركة مصر للتأمين 1.62% اي حوالي (16 في الألف)، ويكون لشركة ضمان مخاطر الائتمان 1.47% اي حوالي (15 في الألف). كما ان السعر المطبق بالفعل من قبل شركة مصر للتأمين وشركة ضمان مخاطر الائتمان (2%) مبالغ فيه مقارنة مع السعر المقترح وفقاً لنتائج الدراسة التطبيقية.

#### 5. خاتمة:

في ضوء ما توصلت إليه نتائج الدراسة، يوصى الباحث بمجموعة من التوصيات تتمثل في ضرورة قيام الإدارات في البنوك بالتأكيد على إدارات الائتمان لديها بأهمية التحقق من قدرة المقترض على خدمة القرض وتسديد أقساطه، وعدم الاعتماد على الآراء الشخصية والقرارات الفردية فيما يتعلق بقرار منح القروض. ايضاً علي شركات التأمين التجاري وشركة ضمان مخاطر الائتمان تعديل اسعار تأمين الائتمان الحالية - المبالغ فيها - واستخدام الاسعار المقترحة. ومن الضروري ايضاً مراجعة الاحصاءات المستخدمة في حساب اسعار تأمين الائتمان الذاتي والتجاري، من وقت لآخر بناءً علي النتائج الفعلية لبنك التنمية والائتمان الزراعي والبنوك التجارية. حتي يمكن تدقيق معدلات الخسارة المختلفة وتعديل الاسعار طبقاً لما يتبين من الاتجاهات العامة الوسطية لهذه المعدلات. ويجب علي البنك ان يتحمل بجزء من قسط التأمين مع العميل (المقترض)، حيث ان البنك يستفيد من العملية الائتمانية مثل العميل ومن العدالة ان يتحمل بجزء من تكلفة مواجهة الخطر الذي يترتب عليها، يقطع من العوائد التي يحصل عليها من وراء العملية الائتمانية. وفي النهاية يتوجب علي البنوك استخدام توليفة (مزيج) من اساليب السيطرة والتحكم في المخاطر الائتمانية. حيث يقوم البنك بالتأمين على اخطار عدم السداد، بالاضافة الى اتخاذ جميع الاجراءات الوقائية الممكنة لمنع أو تقليل فرص تحقق خطر تعثر العميل.

## 6. قائمة المراجع:

### • المؤلفات:

- Valluru B. Rao، (1995)، "C++ Neural Networks and Fuzzy Logic"، 2Ed MTBooks، IDG Books Worldwide، Inc.
- Julian lowe ، Louise pryor، (1996)، "Neural Networks V. GLMS in Pricing General Insurance"، General Insurance Convention.
- Simon Haykin، (2009)، "Neural networks and learning machines"، Third Edition، Prentice Hall، New York Boston San Francisco.

### • المقالات:

- مشعال، محمود عبد العال.(2012). "استخدام نموذج الشبكات العصبية للتنبؤ بالطلب على تأمين الحريق بالسوق السعودي"، مجلة البحوث التجارية المعاصرة، كلية التجارة، جامعة سوهاج، العراق، م 26، ع2.
- مظهر، مصطفى كمال.(2004). "أفضل مزيج لسياسات اعادة التأمين فى السوق المصرى باستخدام المحاكاة بالشبكات العصبية الاصطناعية"، مجلة الدراسات والبحوث التجارية ، كلية التجارة - جامعة بنها، م 24، ع 1
- الجمال، يحيى. صابر، عمر.(2012). "مقارنة التنبؤ باستخدام شبكة الانحدار العصبية المعممة بأسلوب الشبكات العصبية وتحليل الانحدار"، المجلة العراقية للعلوم الإحصائية، كلية علوم الحاسب والرياضيات، جامعة الموصل، عدد 21.
- الدالى، أمل حسن.(2015). "تقدير هامش ربح الاكتتاب باستخدام نموذج الشبكات العصبية بالتطبيق على تأمينات الممتلكات و المسئولية بسوق التأمين السعودى"، مجلة البحوث التجارية المعاصرة، كلية التجارة - جامعة سوهاج، م 29، ع 2.
- نادى عزت حسين، محمد ، عزت عبد البارى، طارق.(1999). "استخدام التحليل بالشبكات العصبية فى تقدير مخصص التعويضات تحت التسوية لفروع التأمينات العامة"، المجلة المصرية للدراسات التجارية، كلية التجارة - جامعة المنصورة، م 23، ع 1.
- جلول، عطية، صالح، رضا.(2015). "تقدير الملاءة المالية لشركات التأمين باستخدام النماذج الكمية - دراسة تطبيقية على تأمينات الممتلكات والمسئولية بسوق التأمين المصرية"، مجلة البحوث التجارية المعاصرة، كلية التجارة - جامعة سوهاج، م 29، ع 1.
- عبادى، محمد.(2012). "القرض التقيطي وتحليل الشبكات العصبية الاصطناعية ودورها في تقدير مخاطر القروض البنكية"، مجلة الدراسات الاقتصادية والمالية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة الوادى، الجزائر، م5، ع 5.
- دخيل، طاهر ريسان.(2008). "استخدام الشبكات العصبية لأغراض التمييز"، مجلة العلوم الاقتصادية والادارية، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة القادسية، العراق، م 4، ع 52.
- عطا، محمد محمد، سيد بخيت، على.(2010). "معايير مقترحة لادارة مخاطر الائتمان المصرفي التجاري المصري وتوصيف نموذج لقياس هذه الاخطار"، مجلة البحوث التجارية المعاصرة، كلية التجارة، جامعة سوهاج.

- عبد الحسين الإمارة، أحمد. (2013). " تصميم نظام معلوماتي مقترح لدعم كفاءات الكادر الواسطي باستخدام تقنية الشبكات العصبية"، مجلة الغري للعلوم الاقتصادية والادارية، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة الكوفة، العراق، م 9، ع27.
- Sanjay R. Patil & V. N. Ghate (2015) " A Generalized Regression Neural Network Based on Soft Sensor for Multicomponent Distillation Column"، International Journal of Computer and Communication Engineering ، Volume 4، Number 6.
- K.M. Sakthivel and C.S. Rajitha، (2017) "Artificial Intelligence for Estimation of Future Claim Frequency in Non-Life Insurance"، Global Journal of Pure and Applied Mathematics، Volume 13، Number 6، Bharathiar University، India.
- Itedal Sabri Hashim، (2013) "Using Artificial Neural Network Modeling in Forecasting Revenue: Case Study in National Insurance Company/Iraq "، International Journal of Intelligence Science.
- Mohsen Nazari، Mojtaba Alidadi، (2013) "Measuring Credit Risk of Bank Customers Using Artificial Neural Network "، Journal of Management Research، vol 5، no 2.
- M. Khashei، M. Bijari، (2010) "An artificial neural network (p، d، q) model for timeseries forecasting"، Expert ystems with Applications، No(37)، University of Technology، Iran.
- Eliana Angelini (2007) "A neural network approach for credit risk evaluation"، The Quarterly Review of Economics and Finance.

#### • المداخلات:

- بن قانة، اسماعيل. (2007). "دراسة قياسية لتوقع خطر القروض البنكية: حالة بنك تجاري"، المؤتمر الدولي العلمي الثاني، حول آليات إصلاح النظام المصرفي مع دراسة لحالة الاقتصاد الجزائري.
- الرسائل العلمية:
- خليل، احمد عبد الرحيم. (2018). " التنبؤ بمعدل الخسارة في التأمينات العامة باستخدام الشبكات العصبية الفازية بالتطبيق علي فرعي تأمين الطيران وتأمين اجسام السفن "، رسالة ماجستير، كلية التجارة - جامعة اسبوط.
- سعيد عبد الله، مروة. (2013). "استخدام الشبكات العصبية الفازية في ترشيد قرارات الاكتتاب في تأمينات الممتلكات والمسئولية في السوق المصرية بالتطبيق على تأمين السيارات التكميلي"، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التجارة - جامعة القاهرة.
- صوار، يوسف. (2008). "محاولة تقدير خطر عدم تسديد القرض بإستعمال طريقة القرض التقطيقي والتقنية العصبية الاصطناعية بالبنوك الجزائرية: دراسة حالة بنك الجزائر للنمية الريفية"، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية والتسيير، جامعة ابي بكر بلقايد، الجزائر.
- منشر عوض، ملفي. (2004). "استخدام الشبكات العصبية والاساليب الاحصائية التقليدية للتنبؤ باعداد الركاب على الخطوط الجوية الكويتية"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التجارة، جامعة قناة السويس.
- Fred L. Ketchens، (2000) "Using Artificial Neural Networks to Predict Losses in Automobile Insurance"، Doctoral Dissertation، University of Mississippi.
- A. A. Konate & N. Khan، (2015) " Generalized regression and feed-forward back propagation neural networks in modelling porosity from geophysical well logs "، Petrol Explor Prod Technol، Institute of Geophysics and Geomatic، China University.

• مواقع الانترنت:

- Lohead ( 2011)،" Credit insurance good value or not?: Companies' experiences and responses to credit insurance"، Price waterhouse Coopers، [www.pwc.co.uk/creditrisk](http://www.pwc.co.uk/creditrisk)

7. ملاحق:

جدول رقم (1) بيانات تدريب شركة ضمان مخاطر الائتمان

الفترة	الإقساط الصافية	اجمالي مبلغ التأمين	قيم المطالبات	عدد المطالبات	عدد الوثائق	السعر
2007	13717000	536879086	8180563	149	3835	0.0207
2008	19080000	831060851	13416320	268	4530	0.0198
2009	22096000	789659825	15226044	203	3617	0.0239
2010	24513000	911196518	11676500	189	3418	0.0020
2011	26855000	1065952939	22568894	149	3054	0.0233
2012	33271000	1498226489	11663343	227	3501	0.0154
2013	41440000	1651800481	12520000	204	3326	0.0169
2014	43868000	1944887687	11675000	162	3064	0.0148
2015	48613000	2373255945	12158000	117	3362	0.0133
2016	53358000	2870061000	12714000	39	3758	0.0119

جدول رقم (2) بيانات تدريب شركة مصر للتأمين

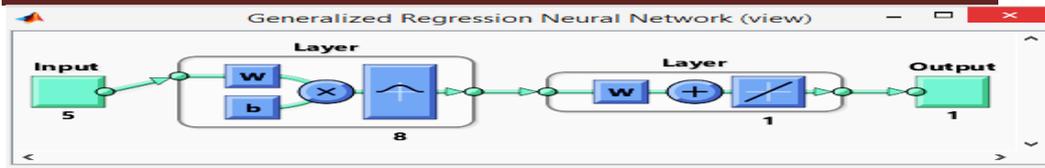
الفترة	الإقساط الصافية	اجمالي مبلغ التأمين	قيم المطالبات	عدد المطالبات	عدد الوثائق	السعر
2008/2009	20235096	1334397115	19339740	2121	56451	0.01489
2009/2010	24625453	1466326657	14957984	1750	70263	0.01405
2010/2011	27611585	1487174385	7314520	1170	89308	0.01289
2011/2012	33597717	1627301196	3313719	666	120434	0.01290
2012/2013	39583849	1825714654	3477399	313	58301	0.01345
2013/2014	71796596	2162583642	39442217	1658	30730	0.02697
2014/2015	50716745	2202794274	54080790	1736	25467	0.02366
2015/2016	54538881	2871504426	24380177	320	26163	0.01462

ملحق رقم (3): البرنامج المستخدم لتحديد السعر لشركة مصر للتأمين باستخدام الشبكات العصبية:

تدريب الشبكة

```
close all;
clear all;clc
load('data2.mat');
output = data2(:, 6);
output = output';
inputs = data2';
inputs = inputs(1:end-1, :);
net = newgrnn(inputs, output);
view(net);
results = zeros(1, 8);
for ind=1:8
test = inputs(:, ind);
results(1, ind) = sim(net, test);
end
```

الشبكة المدربة



اختبار الشبكة

```
load('GRNN2.mat');
load('testing_data2_new.mat');
test_inputs = testing_data2(:, 1:5)';
test_outputs = testing_data2(:, 6)';
test_results = zeros(1, size(testing_data2, 1));
for ind=1:size(test_results, 2)
test = test_inputs(:, ind);
test_results(1, ind) = sim(net, test);
end
test_results
error = abs(test_results - test_outputs);
errors = power(error, 2);
total = sum(errors);
mse = total/4
Rmse = power(mse, 0.5)
mape = error/test_outputs;
mape = (mape/4)*100
```

التنبؤ باستخدام الشبكة المدربة

```
load('GRNN2.mat');
load('predicting_data2.mat')
predict_inputs = testing_data2(:, 1:5)';
predict_outputs = testing_data2(:, 6)';
predict_results = zeros(1, size(testing_data2, 1));
for ind=1:size(predict_results, 2)
predict = predict_inputs(:, ind);
predict_results(1, ind) = sim(net, predict);
end
predict_results
```

نتائج الاختبار والتنبؤ

```
forcasting results
Command Window

test_results =
    0.0140    0.0129    0.0134    0.0146

mse =
    1.6776e-05

Rmse =
    0.0041

mape =
    5.3532

>> GRNN_test2
predict_results =
    0.0149    0.0129    0.0134    0.0237

fx >>
```