نموذج محاسبي مقترح للتنبؤ بالملاءة المالية وفق البيئة السورية باستخدام الشبكات العصبية الصنعية (دراسة تطبيقية على شركات التأمين المدرجة في سوق دمشق للأوراق المالية)

A proposed accounting model for forecasting the financial solvency according to the Syrian environment using artificial neural networks

(An applied study on insurance companies listed on the Damascus Securities Exchange)

أ.د محمود إبراهيم،

الطالب محمد هنداوي

جامعة حلب سورية

تاريخ الاستلام :2018/10/18 تاريخ النشر : 2018/12/30

الملخص

هدف البحث إلى وضع نموذج مقترح للتنبؤ بالملاءة المالية باستخدام أسلوب الشبكات العصبية الصنعية لمساندة متخذ القرار في القدرة على التخطيط، واتخاذ القرار، واتخاذ الإجراءات التصحيحية من قبل الجهات الرقابية. وقد تم تطبيق النموذج المقترح على شركات التأمين المدرجة في سوق دمشق للأوراق المالية، حيث تم تقسيم بيانات الشبكة العصبية الصنعية إلى مجموعتين، مجموعة تدريب بنسبة 78.3%، ومجموعة اختبار بنسبة21.7%، بعد تدريب الشبكة أظهرت النتائج أن مجموع مربع الخطأ في مرحلة التدريب 0.002، والخطأ النسبي 0.025، بينما كان مجموع مربع الخطأ في مرحلة الاختبار0.000، والخطأ النسبي 0.028، مما يدل على إمكانية النموذج بالتنبؤ بالملاءة المالية لدى شركات التأمين المدرجة في سوق دمشق للأوراق المالية.

الكلمات المفتاحية: الملاءة المالية–الشبكات العصبية الصنعية

Abstract

The objective of the research is to develop a proposed model for financial solvency using information technology based on artificial intelligence through the method of artificial neural networks to support the decision maker in planning, decision-making and corrective action by regulators. The proposed model has been applied to insurance companies listed on the Damascus Stock Exchange. The error box in the training phase was 0.002, the relative error was 0.025, the total error box was 0.000 and the relative error was 0.028, indicating the possibility of the model predicting the solvency of the insurance companies listed on the Damascus Stock Exchange.

Keywords: Solvency - Artificial Neural Networks

Résumé : L'objectif de la recherche est de développer un modèle de solvabilité financière proposé en utilisant la méthode du réseau de neurones artificiels pour aider le décideur dans la planification, la prise de décision et les mesures correctives prises par les régulateurs. Le modèle proposé a été appliqué aux sociétés d'assurance cotées à la Bourse de Damas, qui ont été divisées en deux groupes : un groupe de formation de 78,3% et un groupe de test de 21,7%. 0,002 et l'erreur relative 0,025, alors que la zone d'erreur totale de la phase de test était de 0 000 et l'erreur relative 0,028, indiquant la possibilité pour le modèle de prédire la solvabilité des sociétés d'assurance cotées à la Bourse de Damas.

Mots-clés: solvabilité - réseaux de neurones artificiels

1-الإطار العام للبحث:

1-1_ مقدمة البحث: قد جاء اهتمام هيئات الإشراف، والرقابة على أعمال التأمين على مستوى العالم خلال السنوات القليلة الماضية بوضع مؤشرات، ومقاييس للملاءة المالية لشركات التأمين هدفها الرقابة المالية، والتنبؤ باحتمالية الفشل المالي لشركات التأمين، وبما يضمن حماية حقوق حملة الوثائق، والمستفيدين منها، وضمان الاستقرار المالي لقطاع التأمين، وفعالية الدور الرقابي الملقى على عاتق الجهات الرقابية على أعمال التأمين. تركز المعايير المعتمدة عالمياً لقياس الملاءة المالية على إبراز وجود تدني، أو انحراف جوهري في معدلات الملاءة المالية عن المعايير المعتمدة الأمر الذي يعطي مؤشراً بارتفاع مخاطر عدم قدرة الشركة على الوفاء بالتزاماتها الأمر الذي قد يعرضها – في حالة عدم معالجة تلك المخاطر- إلى الفشل المالي، والذي قد يمتد أثره على الاقتصاد الوطني خاصة في ظل غياب خدمة الأمان المالي الذي توفره شركات التأمين، والذي يعد جوهر عقد التأمين [1]، وفي سبيل ذلك تعمل تلك الجهات ،والمؤسسات على تحديث الأساليب التي تساعد في تقييم مستوى الملاءة المالية بشركات التأمين، ولعل من أهم تلك الأساليب أسلوب الشبكات العصبية الصنعية الذي يعتبر من أهم أدوات الذكاء الصنعي.

1-2 _مشكلة البحث: تكمن مشكلة البحث في التساؤل الآتي:

هل بإمكان الشبكات العصبية الصنعية التنبؤ بالملاءة المالية لشركات التأمين المدرجة في سوق دمشق للأوراق المالية ؟

1-3_ هدف البحث: يهدف هذا البحث إلى استخدام الشبكات العصبية الصنعية في بناء نموذج كمي من المؤشرات المالية لقياس الملاءة المالية للشركات التأمين المدرجة في سوق دمشق للأوراق المالية.

1-4_ أهمية البحث: يستمد هذا البحث أهميته من الآتي:

1-4-1- تعد المحاسبة علم مفتوح على بقية العلوم الأخرى، وبإدخال أدوات، وأساليب معاصرة من علمي الإحصاء، والبرمجة، ومن مزاوجة فروع العلم المختلفة يمكن إعطاء قوة دافعة للمجال التطبيقي العملي للمحاسبة، وتفعيل دور المحاسب في عصر التكنولوجيا.

1-4-2-كما يقدم البحث أدلة مستمدة من الواقع التطبيقي على مدى فعالية استخدم الشبكات العصبية في التنبؤ بالملاءة المالية وفق البيئة السورية.

1-5_ الدراسات السابقة:

1-5-1- دراسة (محمود، و أبو بكر-2014) بعنوان" استخدام الشبكات العصبية في تقييم الملاءة المالية لشركات التأمين المصرية" [2].

هدف البحث إلى استخدام الشبكات العصبية الصنعية في بناء نموذج كمي من المؤشرات (النسب) المالية لقياس الملاءة المالية في شركات التأمين القطاع الخاص العاملة في سوق التأمين المصري. وأسفرت أهم نتائج البحث إلى الآتي:

- القدرة التنبؤ العالية للشبكات العصبية الصنعية حيث تراوحت قيمة R-Square

معامل التحديد بين 94.65% و99.7% للنماذج الأربع محل الدراسة.

- يعتبر نموذج استخدام الشبكات العصبية مع المتغيرات الناتجة من نتائج الانحدار التدريجي المتعدد لجميع متغيرات الدراسة وتأثيرها على الملاءة المالية بالصافي من أفضل النماذج حيث حقق أقل خطأ قياسي وهو 2.6162 كما حقق أعلى قيمة لمعامل التحديد وهي 0.9975.

1-5-2-دراسة (Chan & Lu, 2006) **- بعنوان**

''An Empirical Study on the Solvency Prediction of Value at Risk and Risk Based Capital" [3]

"دراسة ميدانية على التنبؤ بالملاءة المالية بالاعتماد على القيمة المعرضة للمخاطرة ورأس المال المستند على المخاطر"

هدفت هذه الدراسة إلى المقارنة بين فعالية أسلوب رأس المال المستند للمخاطر، والقيمة المعرضة للخطر باستخدام نموذج محاكاة مونت كارلو في التنبؤ بالملاءة المالية لشركات التأمين الأمريكية خلال الفترة من عام (١٩٩٥) وحتى عام(١٩٩٨) وتحديد نسبة الخطأ في اعتبار شركات التأمين المعسرة مالياً والتي صنفت على أنها غير معسرة مالياً وتحديد نسبة الخطأ في اعتبار شركات التأمين الغير معسرة مالياً والتي صنفت على أنها معسرة ماليا.

وتوصل الباحث إلى عدد من النتائج وكان أهمها أن أسلوب القيمة المعرضة للمخاطر أفضل من حيث القدرة على تصنيف، وتقييم الملاء المالية شركات التأمين بدقة.

1-5-3- دراسة (سعودي،2007)- بعنوان "مدخل محاسبي مقترح لاستخدام نماذج الشبكات العصبية في التنبؤ بمخاطر التعثر المالي لمنشآت الأعمال" [4].

هدفت الدراسة إلى محاولة تقديم مدخل مقترح للتنبؤ بمخاطر التعثر المالي لمنشآت الأعمال يقوم على بناء نموذج للشبكات العصبية معتمداً على النسب والمؤشرات المالية، بالإضافة إلى استخدام نماذج الخوارزميات الوراثية في تحديد أهم النسب والمؤشرات المالية التي تؤثر على عملية التنبؤ بمخاطر التعثر المالي، وكذلك استخدام الخوارزميات الوراثية في تدريب نماذج الشبكات العصبية لتحسين أدائها.

ومن أهم نتائج الدراسة:

- ✓ عند استخدام نماذج الشبكات العصبية ذات الانتشار الخلفي اعتماداً على جميع متغيرات الدراسة، بلغت الدقة التنبؤية لها كما يلي:

بالنسبة لعينة التدريب:	بالنسبة لعينة الاختبار:
بلغت دقة النموذج للتعرف على المنشآت التي تتسم بالتعثر المالي 96.28%، وللتعرف على المنشآت التي تتسم بعدم التعثر 97.99%، وبلغت الدقة الإجمالية للنموذج 97.29%.	بلغت دقة النموذج للتنبؤ بالمنشآت التي تتسم بالتعثر المالي96.61%، وللمنشآت التي تتسم بعدم التعثر المالي 95.85% وبلغت الدقة الإجمالية 97.95 %.

- ✓ عند استخدام نماذج الشبكات العصبية ذات الانتشار الخلفي مدربة بواسطة الخوارزميات الوراثية معتمدة على جميع متغيرات الدراسة، بلغت الدقة التنبؤية:

بالنسبة لعينة التدريب:	بالنسبة لعينة الاختبار:
بلغت دقة النموذج للتعرف على المنشآت التي تتسم بالتعثر المالي 96.28%، وللتعرف على المنشآت التي تتسم بعدم التعثر 97.99%، وبلغت الدقة الإجمالية للنموذج 97.29%.	بلغت دقة النموذج للتنبؤ بالمنشآت التي تتسم بالتعثر المالي96.61%، وللمنشآت التي تتسم بعدم التعثر المالي 95.85% وبلغت الدقة الإجمالية97.95%.

ما يميز هذه الدراسة عن الدراسات السابقة اتضح من الدراسات السابقة أنها ركزت على مؤشرات الملاءة المالية لشركات التأمين، واقتراح نماذج لتحديد مستوى الملاءة المالية واختيار أفضلها والتنبؤ بالفشل المالي لشركات التأمين، لذلك جاءت هذه الدراسة متممة لما سبقها في الوقوف على مدى كفاءة أسلوب الشبكات العصبية الصنعية في التنبؤ بالملاءة المالية وفق البيئة السورية تماشياً مع تعليمات هيئة الإشراف على التأمين الصادرة في 11كانون الأول لعام 2008 (قرار رقم 100/210) حول تحديد كفاية الأموال

الخاصة، ومن ناحية أخرى اعتمدت الدراسات السابقة على أسلوب التكامل بين الشبكات العصبية مع الأساليب الأخرى، بينما في هذا البحث لم يستخدم الباحث أسلوب التكامل لبيان مدى فعالية أسلوب الشبكات العصبية بمفرده.

1-6_ فرضية البحث: يستند البحث إلى فرضية مفادها:

اعتماد أسلوب الشبكات العصبية الصنعية قادر على التنبؤ بالملاءة المالية للشركات التأمين المدرجة في سوق دمشق للأوراق المالية وفق البيئة السورية.

1-7_منهجية البحث: يعتمد البحث على المنهج الاستقرائي من خلال استقراء وتحليل الكتب، الدوريات والأبحاث، والرسائل العلمية التي ترتبط بمجال البحث فضلاً عن اعتماد النموذج المقترح في تطبيقه على شركات التأمين المدرجة في سوق دمشق للأوراق المالية من خلال اعتماد أسلوب الشبكات العصبية الصنعية في التنبؤ بالملاءة المالية وفق البيئة السورية. وذلك باستخدام البرنامج الإحصائي(SPSS) نسخة 24.

2-الإطار النظري:

2-1-مفهوم وأهمية الملاءة المالية في شركات التأمين:

الملاءة المالية بشكل عام هي القدرة على امتلاك الأموال الكافية لمقابلة الالتزامات المالية[5]، وينبع مفهوم الملاءة المالية لشركات التأمين من طبيعة وخصوصية أعمال التأمين القائمة بها.

وقد جاء مفهوم الملاءة المالية ليحدد مدى توفر المصادر المالية اللازمة لشركات التأمين لتمكينها على الوفاء بالتزاماتها عند استحقاقها وبالوقت المناسب، وبالتالي يعتبر هامش الملاءة المالية هو المؤشر الأساسي الذي تعتمد عليه الجهات الرقابية للسماح للشركات بمزاولة أعمال التأمين، وقبول أقساط التأمين، وتوفير التغطية التأمينية[6]، ويعرف هامش الملاءة المالية على أنه الفرق بين الأصول، والقيمة المتوقعة للمطلوبات[5] .

وليس من السهل وضع تعريفاً محدداً يلقى قبولاً عاماً لدى الأفراد، والمؤسسات المالية، ولذا تتعدد المفاهيم المختلفة للملاءة المالية نظراً لتطور الفكر الرقابي عبر السنوات الأخيرة، ويمكن التعرف على مفهوم الملاءة المالية من خلال وجهات النظر المختلفة في الجدول الآتي:

جدول رقم (1): يمثل مفهوم الملاءة المالية من خلال وجهات النظر المختلفة

وجهة النظر	تعريف الملاءة المالية بأنها
الاتحاد الدولي لمراقبي التأمين	قدرة شركات التأمين على الوفاء بالتزاماتها **التي أوجدتها التعاقدات في أي وقت**[7]
الهيئة الأوربية لمراقبي التأمين وصناديق التقاعد المهنية	اختلف التعريف تبعاً لتطور تشريعاته العامة بداية بتعريفه للملاءة المالية بأنها عبارة " **مخصصات إضافية**" ولاحقاً ضمن تعليمات ملاءة شركات التأمين العامة حيث اعتبرها" **بمثابة دعامة لموارد الشركة**" حتى تطور التعريف الوارد في التعليمات الصادرة عام 2008 حيث أصبح" **دعامة أو مصدر لمواجهة التغيير والتقلب بنشاط الشركة** مع الإشارة إلى اعتماد الاتحاد الأوربي لمراقبي التأمين للملاءة المالية **كمدخل للاستمرارية** لتحديدها للقدرة على الوفاء بالالتزامات لسنة مالية قادمة.[8]
أما في سورية وحسب المرسوم رقم/43/ الناظم لأعمال التأمين	تمثل الزيادة في قيمة الموجودات الفعلية للشركة عن مطلوباتها ويحدد هامش الملاءة قدرة الشركة أو كفاية أموالها لمواجهة التزاماتها جميعها بصورة كاملة ودفع جميع المبالغ المستحقة عليها دون أن تتعثر أعمال الشركة أو يضعف مركزها المالي.[9]

ن

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على الدراسات السابقة

نستنتج مما سبق: أن الملاءة المالية لشركة التأمين هي قدرة الشركة على الوفاء بالتزاماتها كاملة عند المطالبة بها، ومدى استعداد وقدرة الشركة لدفع مبالغ التعويضات الكبيرة فوراً ودون أن تؤدي عملية السداد إلى تعثرها، أو توقفها، أو إفلاسها، مع وجود هامش الملاءة المالية – يساوي على الأقل المتطلبات القانونية، وبعبارة مختصرة هي القوة المالية للشركة.

وتكمن أهمية الملاءة المالية في النقاط الآتية[10] :

- ✓ حماية مصالح حملة وثائق التأمين وذلك بالوفاء بمستحقاتهم في أوقاتها المحددة.
- ✓ ضمان نجاح وبقاء واستمرارية نشاط شركات التأمين لما لها من أهمية اقتصادية واجتماعية.

2-2-إطار الملاءة المالية وفق المعايير الدولية الصادرة عن الجمعية الدولية لمراقبي التأمين (IAIS):

ظل المعايير الدّوليّة لشركات التأمين، أصدرت الجمعية الدولية لمراقبي التأمين (IAIS) جملة من المبادئ التي تُعنى بنظام الملاءة المالية وكفاية رأس المال بما يتماشى مع المبادئ الأساسية لهذه الشركة كنتيجة للأزمة المالية العالمية لعام 2008، لتدعيم الرقابة على شركات التأمين حيث توفر الرقابة الأمن والسيولة قبل المردودية في الأصول التي تقتنيها لتغطية تعهداتها الفنية تجاه المؤمن لهم وهذه المبادئ:[11]

- ➢ تكوين مدخرات فنية كافية تُقيّم بطريقة حذرة وشفافة.
- ➢ توفير أصول كافية، قابلة للتحقيق ومقيمة بطريقة موضوعية وتأخذ بعين الاعتبار سلامة الاستثمارات وسيولتها ومردوديتها.
- ➢ التوافق بين الأصول والخصوم.
- ➢ توفير ملاءة ماليّة كافية لتغطية الخسائر التي يمكن أن تنتج عن المخاطر الفنية وغير الفنية.
- ➢ توفّر المعلومات الكافية لسلطات الرقابة بما يمكنها من القيام بمهامها.
- ➢ صحة وشفافية وكفاية المعلومات الموجهة للعموم.

وبالتالي بأن المعايير الدولية جاءت لتؤكد على أهمية دور مراقبي التأمين والجهات الرقابية على التأمين في حماية حقوق حملة الوثائق والمستفيدين منها من خلال ضرورة قيامهم بالتأكد من قدرة شركات التأمين من تجاوز أية صعوبات تهدد ملاءتها المالية أو اتخاذ الجهة الرقابية للإجراءات اللازمة لخروج الشركات التي يزيد احتمالية تعثرها بالوفاء بالتزاماتها من السوق. وذلك باستخدام أساليب لتقييم الملاءة المالية لشركات التأمين.

2-3-هامش الملاءة المالية كأحد أساليب تقييم الملاءة المالية:

يعتبر هامش الملاءة المالية أحد الوسائل الهامة المستخدمة في العديد من دول العالم، لتقييم مقدرة شركات التأمين على الوفاء بالتزاماتها وضمان لاستمرار شركات التأمين، والعمل على اتخاذ الإجراءات التصحيحية والتدخل من قبل جهات الإشراف والرقابة على التأمين قبل الوصول إلى حالات العسر المالي، وفي ضوء ذلك يمكن تعريف هامش الملاءة المالية بأنه الفرق بين قيم الأصول وقيم الالتزامات التي عليها[12]، في حين تعرفه الجمعية الدولية لمشرفي التأمين (IAIS) بأنه فائض الأصول على الالتزامات مقيمة بحسب أنظمة المحاسبة العامة أو قواعد الإشراف الخاصة. وهنالك اهتماماً متزايداً بموضوع قياس هامش الملاءة المالية في العقود الأخيرة سواء على المستوى المحلي أو الدولي وهو ما أدى إلى تزايد الدعوات المقدمة لتطوير أساليب قياس الملاءة المالية، وفي سورية كانت مصلحة التأمين في وزارة الاقتصاد تتولى تنظيم التأمين في سورية قبل عام 2004. وبعد ذلك التاريخ تولت هذه المهمة هيئة الإشراف على التأمين. ولم يكن هنالك أية قواعد لقياس الملاءة المالية في شركات التأمين قبل عام 2008 باستثناء اشتراط حد أدنى لرأس مال شركات التأمين[13]، ففي عام 2004 صدر المرسوم رقم 43 الذي نظم أعمال التأمين في سورية، وقد نصت المادة 18 منه" على الشركة أن تحتفظ في أي وقت من

الأوقات وطبقاً للأسس والأنظمة والتعليمات التي تضعها الهيئة بما يأتي:

هامش الملاءة الذي يضمن أن تزيد قيمة موجودات (أصول)الشركة على مجموع التزاماتها" [14]، وفي عام 2008 أصدرت هيئة الإشراف على التأمين نظام هامش الملاءة بموجب القرار رقم 210/100 تاريخ 2008/21/11. وقد وضع هذا النظام قواعد لحساب هامش الملاءة المالية المطلوب، وألزم الشركات بأن لا يقل هامش ملاءتها عن 150% [15]، ويتم قياس نسبة الملاءة المالية بقسمة رأس المال المتوفر على رأس المال المطلوب اعتماداً على القرار السابق [16]:

هامش الملاءة المالية= رأس المال المتوفر / رأس المال المطلوب× 100

وإذا انخفض هامش الملاءة المالية المتاح ما دون 50% من الهامش المطلوب، يحق للهيئة تعيين مستشار مفوض لإدارة الشركة أو طلب إلغاء الترخيص الممنوح لها، لكنه عاد وبين في المادة العاشرة منه أنه يجب على شركات التأمين السورية أن تطبق مؤشرات الملاءة المالية خلال الأربع التي تلي تاريخ بدء مزاولتها للعمل بالنسبة لكل شركة، وتحسب الملاءة المالية وفق هيئة الإشراف على التأمين (قرار رقم 100/210) حول تحديد كفاية الأموال الخاصة وفق المؤشرات الآتية:

- ✓ الملاءة المالية = صافي الأقساط المكتتبة/إجمالي حقوق المساهمين×100ويجب ألا يزيد عن 250 %.
- ✓ مؤشر الملاءة المالية (2) = الاحتياطيات الفنية/ الموجودات المتداولة ×100 ويجب ألا تزيد على 100%.
- ✓ هامش الملاءة المالية(3) = رأس المال المتوفر / رأس المال المطلوب× 100

ويجب ألا يقل هامش ملاءة الشركات عن 150%.

ويرى الباحث أن زيادة هامش الملاءة المالية، وعدم قدرة الشركة على تشغيلها، يولد أزمة سيولة مفرطة لدى الشركات.

3-1-مفهوم ومكونات الشبكات العصبية الصنعية: مع التقدم الكبير في تكنولوجيا الحاسبات والفهم الواسع لآلية النظام العصبي البشري، ازداد الاهتمام بتطوير الشبكات العصبية الصنعية واستخدامها كبديل للأساليب التقليدية. [17]، واختلف تعريفها من باحث لآخر حسب رؤية كل منهم. واختصاراً يورد الباحث بعض هذه التعاريف في الجدول رقم(2):

م	الباحث	تعريف الشبكات العصبية الصنعية
1	Amalraj,2017	بأنه أحد فروع علم الذكاء الاصطناعي الذي يعمل على محاكاة طريقة عمل الخلايا العصبية البيولوجية للمخ البشري من خلال تدريب النظام لأداء مهام محددة ويعتمد على المحاكاة المنطقية للواقع، والمبنية على التجارب والخبرات السابقة، حيث أنه نموذج عملي يعمل على دراسة العلاقة بين المتغيرات وإيجاد العلاقة فيما بينها بسرعة ودقة عالية.[18]
2	(سليمان،2015)	عبارة عن صيغ رياضية تعتمد على نماذج رياضية تحاكي عمل الدماغ البشري في حل المشكلات وإجراء الحسابات، وهي مكونة من سلسلة من عناصر المعالجة وهي الخلايا العصبية الصنعيةNeurons التي تحاكي الشبكات العصبية البيولوجية في الإنسان.[19]
3	(Saravanan,2014)	الشبكة العصبية الاصطناعية تتكون من العديد من الخلايا العصبية الاصطناعية التي ترتبط ببعضها البعض وفقًا لبنية معمارية الشبكة. والهدف. من الشبكة العصبية الصنعية هو تحويل المدخلات إلى مخرجات مهمة . [20]

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على الدراسات السابقة

يستنتج من التعريفات السابقة على أن هناك ركائز أساسية تستند إليها الشبكات العصبية الصنعية المتمثلة في المعدات والبرمجيات الحاسوبية ومعمارية الشبكة القادرة على إجراء العمليات الرياضية والمنطقية والمبنية على التجارب والخبرات السابقة وبشكل يحاكي عمل الدماغ البشري. وتتمثل أهم مكونات الشبكات العصبية فيما يلي [2]:

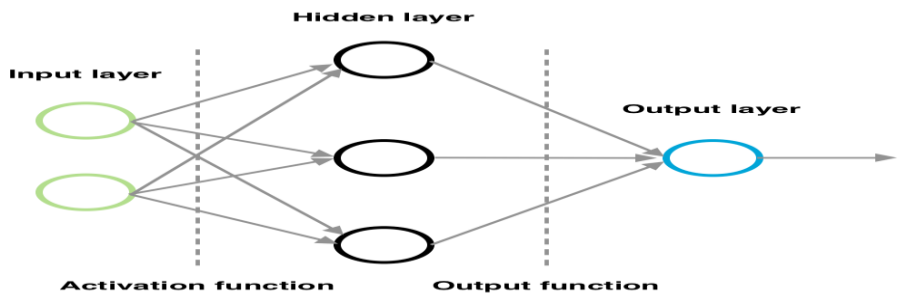
الجدول رقم (3) يمثل مكونات الشبكات العصبية

مكونات الشبكات العصبية	الشرح
1.طبقة المدخلات Input layer:	وتمثل هذه البيانات العوامل المؤثرة على المشكلة المراد حلها أو الشيء المراد التنبؤ به أو تقديره أو تصنيفه. [21]
2.الطبقة المخفية Hidden : layer	تقع هذه الطبقة بين طبقة المدخلات وطبقة المخرجات وقد لا تحتوي تراكيب بعض الشبكات على الطبقة المخفية وقد تحتوي الشبكة على طبقة مخفية واحدة أو أكثر من طبقة مخفية، وتتم في هذه الطبقة عملية تدريب وتعليم الشبكة. [22]
3. طبقة المخرجات output layer:	تمثل الحل المطلوب الوصول إليه للمشكلة محل الدراسة. [21]
4. وحدات المعالجة : Processing Elements	وحدات يتم فيها عمليات حسابية تضبط بها الأوزان وتحصل من خلالها على ردة الفعل المناسبة لكل مدخل للشبكة.
5. عقد الاتصال : Connection Node	تربط عناصر المعالجة في الطبقات المختلفة مع بعضها البعض حتى يتشكل البناء الهيكلي للشبكة العصبية
6. الأوزانWeights :	تعبر الأوزان عن الأهمية النسبية لكل مدخل إلى عنصر المعالجة فهي التي تحدد قوة العلاقة بين اثنين من عناصر المعالجة.
7. دالة التجميع Summation Function	تقوم هذه الدالة بحساب الأوزان النسبية لكل المدخلات إلى عناصر المعالجة من خلال ضرب كل مدخل في وزنه فيتم إيجاد دالة الجمع.
8. دالة التحويل Transfer Function	تستخدم لتعديل الأوزان السابق الإشارة لها باستمرار طوال فترة تدريب الشبكة وذلك حتى يتم إعطاء الشبكة الخبرة الكافية وزيادة قدرتها على إعطاء نتائج أكثر دقة. [23]
9.معدل التعلم (التدرب) : Learning Rate	معدل التعلم يحدد قيمة التصحيح التي على أساسها يتم التعديل في أوزان الخلية العصبية (وحدة المعالجة) أثناء عملية التدريب، فمعدل التعلم عبارة عن قيمة صغيرة تزيد مع مرات التعلم حتى نصل إلى الحل الأمثل وفي نفس الوقت تقلل الخطأ إلى أقل ما يمكن.

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على الدراسات السابقة.

ولتوضيح مفهوم الشبكات العصبية الصنعية بشكل أوضح يمكن توضيح عناصر المعالجة داخل الشبكات العصبية بالشكل الآتي [24]:

الشكل رقم (1) عناصر المعالجة داخل الشبكات العصبية



Source: **AHMAD**. G, (2014)-**The Application of Artificial Intelligence to Predict the Strength of Cotton Yarns.** Master thesis –Damascus University, Syria, 116p.

3–2–أنواع الشبكات العصبية الصنعية:

هناك العديد من أنواع الشبكات العصبية وكل منها يخدم نوع معين من أنواع المشاكل، وبالتالي يمكن القول إن أنواع مختلفة من المشاكل من الممكن حلها بالاعتماد على أنواع مختلفة من الشبكات العصبية، وقدم مجلس المحاسبين الأمريكي CPA أنواع مختلفة من تقنيات الشبكات العصبية من حيث مدى ملاءتها للتطبيقات المحاسبية، [25] حيث تم تقسيم الشبكات العصبية إلى أربعة أنواع هي: [21]

الجدول رقم (4) يمثل أنواع الشبكات العصبية الصنعية

نوع الشبكة	الشرح
1) التنبؤ Prediction	تستخدم الشبكات العصبية في التنبؤ بأحداث المستقبلية بناءً على أحداث ماضية مثل التنبؤ بحجم المبيعات المتوقعة وأسعار الأسهم للشركات والتنبؤ بالمؤشرات الاقتصادية وأداء السوق، ومعدل نمو الصناعة وحالة الجو وغيرها.
2) التصنيف Classification:	تستخدم هذه الشبكات لتحديد المجموعة التي ينتمي إليها العنصر، على سبيل المثال استخدام البيانات المالية للمنشآت لمعرفة تصنيف الشركة ضمن الوحدات التي تعاني من عسر مالي أم لا.
3) تنقية البيانات Data Filtering:	يستخدم هذا النوع من الشبكات إذا كانت بيانات المدخلات غير واضحة، وغير مفهومة، وتتميز هذه الشبكات بقدرتها على التعامل مع البيانات المشوشة، حيث تعتبر الشبكة وسيلة للتقريب بين الحاسبات والمستخدم النهائي).
4) شبكات الأمثلة Optimization:	تستخدم هذه الشبكات في حل المشكلات شديدة التعقيد، حيث تستطيع هذه الشبكات تخصيص الموارد واختيار التوزيع الأمثل لها بما يحقق أقصى أرباح ممكنة وكذلك استغلال الموارد النادرة.

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على الدراسات السابقة

3–3–مزايا وصعوبات الشبكات العصبية الصنعية: تتمثل أهم مزاياها فيما يلي:

- ✓القدرة على تمثل علاقات غير خطية معقدة، وهو ما كان يمثل عقبة أمام العديد من الطرق التقليدية الأخرى (مثل تحليل الانحدار). [27]
- ✓السرعة العالية في الأداء: من حيث التشغيل وتحليل سريع للبيانات الكبيرة الحجم.[28]
- ✓التعلم المتكيف: أي القدرة على تعلم كيفيّة أداء المهام اعتماداً على البيانات المعطاة للتدريب أو للاختبار الأولي.[29]

ورغم المزايا السابقة فإن هناك بعض الصعوبات التي تعاني منها الشبكات العصبية الصنعية ويتمثل أهمها فيما يلي:

- ➢ يعد عملها بطريقة غير ملحوظة هو الانتقاد الأهم لاستخدام هذا الأسلوب حيث أنه يعمل بشكل غير مرئي ويؤدي العمليات الرئيسية في الطبقات المخفية، ولا يوجد مسار واضح قابل للملاحظة لكيفية معالجة البيانات في الطبقات الخفية.
- ➢ تستخدم أنماط البيانات في الماضي للتنبؤ بالمستقبل، وهذا يعني أنها تفترض أن المستقبل سيكون كالماضي. [30]

ويرى الباحث أن استخدام الشبكات العصبية الصنعية لبيانات الماضي أمر ضروري لأن المخ البشري عند تعلمه لابد من وجود قاعدة بيانات تاريخية للاستفادة منها، ويمكن التغلب على هذه الصعوبة من خلال إعادة تدريب الشبكة على مجموعة بيانات جديدة.

3–4–النموذج المحاسبي المقترح للتنبؤ بالملاءة المالية باستخدام الشبكات العصبية

ويتضمن تصميم النموذج الخطوات الآتية:

الخطوة الأولى: يتم تجميع البيانات (اختيار المتغيرات) التي تستخدم في تدريب أو اختيار الشبكة.

الخطوة الثانية: معالجة البيانات: من خلال تفريغ البيانات على برنامج الاكسل، وحساب مؤشرات النموذج، تطبيع البيانات لحصرها ضمن المجال[0-1] مما يساعد على تقليل قيمة الخطأ بين القيم الفعلية والقيم المتوقعة، فرز البيانات على شكل مدخلات، ومخرجات بما يتلاءم مع آلية عمل الشبكات العصبية الصنعية.

الخطوة الثالثة: تقسيم بيانات الشبكة الخاصة بالتدريب للشبكة، ووضع خطة التدريب والاختبار.

الخطوة الرابعة: بناء هيكل الشبكة وتحديد تركيب الشبكة في عدد المدخلات والطبقات ونوع الشبكة.

الخطوة الخامسة: وضع قيم للأوزان والمتغيرات، ثم يتم تعديل القيم في الأوزان عن كريق التغذية العكسية.

الخطوة الأخيرة: التنفيذ وهنا تستطيع الشبكة الوصول إلى النتائج المرغوبة من خلال استخدام مدخلات التدريب، وبهذا يمكن الاعتماد على الشبكة في الاستخدام كنظام مستقل قائم بذاته أو كجزء من النظام.

القسم الثالث–الدراسة التطبيقية

بعد أن تطرقنا للجانب النظري للموضوع من خلال دراسة مختلف أبعاده، وكذلك الدراسات السابقة التي لها صلة بموضوع بحثنا سنخصص هذا الجانب للدراسة التطبيقية بغية إسقاط الجانب النظري على الواقع العملي.

أولاً: مجتمع الدراسة وعينة الدراسة: بناء على موضوع الدراسة المتمثل في التنبؤ بالملاءة المالية باستخدام الشبكات العصبية الصنعية دراسة تطبيقية على الشركات التأمين المدرجة في سوق دمشق للأوراق المالية للفترة ما بين 2012 و2017 (الربع الثالث 2017 وذلك لعدم نشر القوائم المالية للربع الرابع) ، فقد تعين علينا تحديد مجتمع الدراسة المتمثل شركات التأمين المدرجة في سوق دمشق للأوراق المالية وعددها (6)، وهي (السورية الدولية للتأمين–آروب–، الاتحاد التعاوني للتأمين–سولدراتي، الشركة المتحدة للتأمين، الشركة السورية الوطنية للتأمين، العقيلة للتأمين، الشركة السورية الكويتية)، ومن الناحية التطبيقية فقد اقتصرنا في هذا البحث على شركات التأمين خلال الفترة المشار إليها لمجموعة من المعطيات أهمها:

- تم التداول في أسهمها في سوق دمشق للأوراق المالية خلال فترة الدراسة دون انقطاع.
- توفر التقارير المالية الربعية المطلوبة خلال فترة الدراسة.
- فترة الدراسة مهمة لأن خلالها حدثت الأزمة السورية.

ثانياً – موجز عن البيانات: تم الحصول على نتائج من برنامج spss نسخة 24 كنتيجة لتهيئة البيانات وتدريب وتعليم الشبكة العصبية للحصول على أفضل بنية معمارية للشبكة العصبية الصنعية. **الجدول رقم (5) يمثل موجز عن البيانات**

العينة	حجم العينة	النسبة المئوية
التدريب	108	78.3%
الاختبار	30	21.7%
الكلي	138	100.0%

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج spss

يوضح الجدول رقم (5) أن الحجم الكلي للعينة 23 فترة مالية، تم أخذ 18 فترة لعينة التدريب ونسبتها 78.3% و5 فترات ونسبتها 21%.

ثالثاً–اختبار الفرضية الرئيسية: اعتماد أسلوب الشبكات العصبية الصنعية قادر على التنبؤ بالملاءة المالية للشركات التأمين المدرجة في سوق دمشق للأوراق المالية وفق البيئة السورية.

لاختبار فرضية البحث قام الباحث بأخذ البيانات من القوائم المالية المنشورة في موقع هيئة الأوراق والأسواق المالية السورية http://scfms.sy/، وتفريغها على برنامج الاكسل (Excel)، حيث قام الباحث بحساب النسب المالية الخاصة بالدراسة، ثم قام بفرز البيانات على شكل مدخلات ومخرجات بما يتلاءم مع آلية عمل الشبكات العصبية الصنعية، ثم قام ببناء قاعدة بيانات للتدريب والاختبار على برنامج SPSS.

الجدول رقم (6) يمثل المتغيرات المستقلة (المدخلات)

م	المؤشر	الحساب	المدى المقبول	التفسير
X1	مؤشر الملاءة 1	إجمالي الأقساط المكتتبة / إجمالي حقوق المساهمين	400 %	أن الشركة تعمل بكامل طاقتها الانتاجية
X2	مؤشر الملاءة 2 معدل السيولة	المخصصات الفنية / الموجودات المتداولة	أقل من 100 %	يقيس مقدرة الشركة على سداد التزاماتها القصيرة الاجل وقت حلول أجلها دون حدوث أي هزات مالية أو خسائر للشركة
X3	نسبة هامش الملاءة المالية	رأس المال المتوفر / رأس المال المطلوب	أكبر من 150%	هامش الملاءة الذي يضمن أن تزيد قيمة موجودات (أصول)الشركة على مجموع التزاماتها

الجدول رقم (7) يمثل المتغير التابع (المخرج) نسبة الملاءة المالية عن الصافي

المؤشر	الحساب	المدى المقبول	التفسير
الملاءة المالية عن الصافي	صافي الأقساط المكتتبة / حقوق المساهمين	أقل من 200%	يعكس قدرة الشركة على تحمل الخسائر الفجائية، فارتفاع هذا المعدل يعني تحمل الشركة لأخطار أكبر من الطاقة الاستيعابية

المصدر: إعداد الباحث

ويعتبر هذا المؤشر أساس تنظيم مستوى الأمان للعمليات الخاصة لشركة التأمين في صورة قيمة محددة، كما اعتمد اتحاد مراقبي التأمين في أمريكا والمؤسسات العالمية الأخرى على قيمة هذا المؤشر للأمان المالي والكفاءة المالية لشركات التأمين، ولذلك سمي هذا المؤشر بمؤشر الحياة، وسمي معدل الملاءة المالية عن الصافي حيث أن الشركة التي تنحرف عن القيمة بالزيادة تكون في وضع مالي غير آمن وتحتاج لفحص، بينما الشركة التي تنحرف عن القيمة بالنقص تكون في وضع مالي ضعيف تنافسياً حيث لا تعمل بكامل طاقتها. [2]

بينت نتائج البرنامج الإحصائي SPSS ملخص لنموذج الشبكة العصبية الصنعية كما في الجدول رقم (8).

الجدول رقم (8) ملخص نموذج الشبكة العصبية الصنعية

ملخص النموذج		
التدريب	مجموع مربعات الخطأ	0.002
	الخطأ النسبي	0.025
الاختبار	مجموع مربعات الخطأ	0.000
	الخطأ النسبي	0.028

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج spss

يوضح الجدول رقم (8) ملخص النموذج حيث متوسط الخطأ النسبي ما مقداره 0.025والذي يقيس التباين بين القيم الفعلية والمتوقعة لعينة التدريب، مما يدل على انخفاض مستوى التباين علماً أنه كلما كانت هذه القيمة قريبة من الصفر كلما كان ذلك أفضل، أما مجموع مربع الخطأ في الشبكة 0.002، ويعتمد اختيار الشبكة المثلى على الوصول لأقل مجموع مربع خطأ بعد تدريب الشبكة العصبية لعدد من المرات، وبالتالي فهو يدل على إمكانية استخدام الشبكة العصبية في التنبؤ.

الجدول رقم (9) يمثل معلومات الشبكة العصبية الصنعية

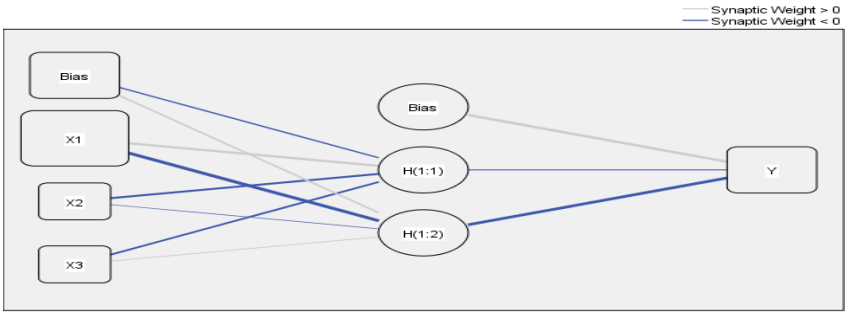
طبقة المدخلات	المتغيرات المشاركة	1	X1
		2	X2
		3	X3
	عدد الوحدات		3
	طريقة إعادة التوزيع للمتغيرات المشاركة		None
الطبقة المخفية	عدد الطبقات المخفية		1
	عدد الوحدات في الطبقة المخفية		2
	دالة التنشيط		Sigmoid
طبقة المخرجات	المتغير التابع	1	الملاءة المالية
	عدد الوحدات		1
	طريقة إعادة التوزيع المتغير التابع		None
	دالة التنشيط		Identity
	دالة الخطأ		Sum of Squares

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج spss

نلاحظ من جدول معلومات الشبكة أن طبقة المدخلات تتضمن المتغيرات المستقلة وهي على الشكل الآتي: حيث أن عدد الوحدات 3 مؤشرات مالية. تم اختيار طريقة إعادة التوزيع للمتغيرات المشاركة None وذلك لقيام الباحث بمعالجة البيانات قبل إدخالها للشبكة، كما أن عدد الطبقات المخفية هو 1 تتضمن(2) عصبون(عقد)، أما ودالة التنشيط المستخدمة في الطبقة المخفية هي من نوعSigmoid، أما طبقة المخرجات فتتضمن دالة التنشيط None، دالة الخطأ مجموع مربعات الخطأ.

ومخرج (1) المتمثل الملاءة المالية عن الصافي. وفيما يلي مخطط الشبكة العصبية الصنعية

الشكل رقم (2) يمثل مخطط الشبكة العصبية الصنعية



المصدر: مخرجات برنامج spss نتيجة تدريب الشبكة

يبين الشكل رقم (2) مخطط الشبكة العصبية لعينة الدراسة التي تم التوصل إليها كأفضل شبكة يمكن استخدامها للتنبؤ خلال الفترة المستقبلية، حيث تمثل الخطوط الواصلة بين الخلايا المختلفة. فهي تعتبر من شبكات التغذية الأمامية لأن ارتباطات هذه الشبكة تتدفق نحو الأمام من طبقة المدخلات إلى طبقة المخرجات بدون وجود حلقات تكرارية حيث يظهر الشكل طبقة المدخلات وما تحويه من متغيرات يليها الطبقة المخفية وما تتضمن من عصبونات يليها طبقة المخرجات.

جدول رقم (10) يمثل قوة العلاقة بين عقد الطبقات

التقديرات المعلمية				
المتنبأة		التنبؤ		
		الطبقات المخفية		طبقة الإخراج
		H(1:1)	H(1:2)	y
طبقة المدخلات	(Bias)	-0.3	0.48	
	x1	0.48	-0.01	
	x2	0.33	0.45	
	x3	-0.25	0.32	
الطبقات المخفية	(Bias)			0.30
	H(1:1)			-0.42
	H(1:2)			-0.14

المصدر: مخرجات برنامج spss

يمثل الجدول رقم (10) قوة العلاقة بين كل عقدة طبقة المدخلات مع كل عقدة من عقد الطبقة المخفية الأولى، وقوة العلاقة بين كل عقدة من عقد الطبقة المخفية الأولى مع كل عقدة من الطبقة المخفية الثانية، وقوة العلاقة بين كل عقدة من عقدة الطبقة المخفية مع كل عقدة من عقد طبقة المخرجات.

الجدول رقم (11) أهمية المتغيرات المستقلة

	الأهمية	الأهمية المطبعة
X1	0.993	100%
X2	0.003	0.3%
X3	0.004	0.4%

المصدر: مخرجات برنامج spss

نلاحظ من الجدول رقم(11) أن الشبكة العصبية المدربة بينت ترتيب المتغيرات المستقلة (المدخلات)، تبعاً لأهمية تأثيرها للتنبؤ بالمتغير التابع(المخرج)، فقد احتل المتغير X 1 الترتيب الأول من حيث أهمية التأثير في النموذج يليه 3X، ويليهX2.

رابعاً–نتائج البحث: يعتبر نموذج المقترح باستخدام الشبكات العصبية قادر على التنبؤ بالملاءة المالية حيث أظهرت النتائج أن مجموع مربع الخطأ في مرحلة التدريب 0.002، والخطأ النسبي 0.025، بينما كان مجموع مربع الخطأ في مرحلة الاختبار0.000، والخطأ النسبي 0.028، مما يدل على إمكانية النموذج بالتنبؤ بالملاءة المالية لدى شركات التأمين المدرجة في سوق دمشق للأوراق المالية.

خامساً–التوصيات البحث: وفقاً لما تم عرضه في الإطار النظري من هذا البحث وكذلك النتائج التي تم الحصول عليها من واقع التحليل الاحصائي للبيانات، يوصي بالباحث شركات التأمين السورية المدرجة في سوق دمشق للأوراق المالية، والجهات الرقابية، والمستثمرين الاعتماد على أسلوب الشبكات العصبية الصنعية للتنبؤ بالملاءة المالية والاستعانة بها في اتخاذ قرارات الاستثمار، ولما لها من دقة للتنبؤ بالملاءة المالية.

المصادر و المراجع:

[1]. **يوسف**، رضوى، (٢٠١١) – **التنبؤ بالملاءة المالية لشركات التأمين باستخدام التحليل المالي الديناميكي**، رسالة ماجستير، غير منشورة، جامعة القاهرة، مصر.

[2]. **أبو بكر**، عيد أحمد، ومحمود، أسامة حنفي(2014) –**استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية في تقييم الملاءة المالية لشركات التأمين المصرية**، مجلة الدراسات المالية والتجارية، كلية التجارة، جامعة بني سويف، العدد الثاني.

[3] .Chan, Fang and Lu, Pi. (2006). **An Empirical Study on the Solvency Prediction of Value at Risk and Risk Based Capital**, Journal of Risk management and Insurance, Vol.8,No.3,p.p293-308.

[4].**سعودي**، سامح محمد لطفي، (2007) –**مدخل محاسبي مقترح لاستخدام نماذج الشبكات العصبية في التنبؤ بمخاطر التعثر المالي لمنشآت الأعمال**، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة قناة السويس، كلية تجارة الإسماعلية، قسم المحاسبة والمراجعة.

[5]. **فروخي**، خديجة، (2015) –**محددات الملاءة المالية في شركات التأمين التكافلي: دراسة حالة شركة الأولى للتأمين**. مجلة الاقتصاد والتنمية البشرية، مخبر التنمية الاقتصادية والبشرية، جامعة سعد دحلب البليدة، الجزائر، العدد11، ص197.

[6]. **حماد**، رأفت يوسف موسى، (2015) **– مدى كفاءة نموذج هامش الملاءة في التنبؤ بالفشل المالي لشركات التأمين المدرجة في بورصة عمان**، رسالة ماجستير، غير منشورة، جامعة جدارا، أربد، الأردن، ص39.

[7] .**Wuthrich, M. V., Bühlmann, H., & Furrer, H., (2010)** "Market-consistent actuarial valuation", Springer, p. 2.

[8]. S**andstrom**, Arne.(2011). **Solvency Models Assessment And Regulation**, (1sted), USA, Taylor & Francis Group, LLC.

[9].**المرسوم التشريعي رقم 43** – الجمهورية العربية السورية لعام 2005 الخاص بتنظيم أعمال التأمين في سورية، المادة 1.

[10] . **شيخي**، بلال، وزواتنية، عبد القادر، (2017) –**أثر تطبيق كل من نظام الملاءة المالية II ومعيار IFRS4 المرحلة II على المحاسبة في شركات التأمين**. مجلة الدراسات المالية والمحاسبية والإدارية، العدد الثامن، الجزائر، ص 793.

[11] .**شبشوب**، سهيلة، (2009) – **الملاءة المالية لمؤسسات التأمين وإعادة التأمين العربية في ظل المتغيرات العالمية**. لقاء قرطاج العاشر للتأمين وإعادة التأمين، تونس، ص11.

[12].**Sandstom, A.,(2010)-"Handbook of Solvency for actuaries and risk managers: theory and**

practice, CRC press, p.3-4.

[13].**صافي** فلوح وآخر-2011-" **قياس هامش الملاءة المالية في صناعة التأمين السورية: دراسة مقارنة** "، مجلة جامعة دمشق للعلوم الاقتصادية والقانونية، المجلد 27، العدد 4، ص 368.

[14]. المرسوم التشريع رقم43 لعام 2004 الخاص **بتنظيم أعمال التأمين في سورية**.

[15] . قرار هيئة الإشراف على التأمين السورية رقم 210/100 بتاريخ 11 /21/ 2008 المتضمن **نظام هامش الملاءة في شركات التأمين السورية**.

[16]. **زاهر**، الغصين (2014). **أثر السيولة والملاءة المالية والكفاءة الإدارية على ربحية شركات التأمين**: دراسة تطبيقية على شركات التأمين السورية الخاصة. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية، المجلد(36)، العدد(3)، ص252.

[17].SHIRGURE, P.S.(2013)-Evaporation Modeling with Artificial Neural Network: A Review . Scientific Journal of Review, 2(2), 73-84.

[18]**. Amalraj,** J. Jegathesh and **S. Sivagowry**,(2017)- "Artificial Neural Network in Classification – A Comparison", International Journals of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering ISSN: 2277-128X (Volume-7, Issue-6)

[19] **سليمان**، علي أبشر فضل المولى، (2015) -**المقارنة بين التحليل التمييزي والنموذج اللوجستي الثنائي ونماذج الشبكات العصبية في تصنيف المشاهدات (بالتطبيق على دراسة العوامل المؤثرة على كفاية دخل الأسرة)**، رسالة دكتوراه غير منشورة في علوم الإحصاء، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، كلية الدراسات العليا، ص31

[20].**Saravanan** K and S. Sasithra;(2014)-**" Reviw on classification based on artificial Neural Networks".** International Journal of Ambient Systems and Applications (IJASA) Vol.2, No.4.

[21]. **فرماوي**، عبد الرحمن مصطفى عبد العظيم، (2018) -**تقييم دور الشبكات العصبية الاصطناعية في ترشيد التقديرات المحاسبية**–دراسة تطبيقية، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة حلوان، ص131.

[22]. **سليمان**، علي أبشر فضل المولى، (2015) -**المقارنة بين التحليل التمييزي والنموذج اللوجستي الثنائي ونماذج الشبكات العصبية في تصنيف المشاهدات (بالتطبيق على دراسة العوامل المؤثرة على كفاية دخل الأسرة)**، رسالة دكتوراه غير منشورة في علوم الإحصاء، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، كلية الدراسات العليا، ص33.

[23].**Rezaiedolatabadi,** et al.,(2013),**Modeling and Forecasting Stock Prices Using an Artificial Neural Network and Imperialist Competitive Algorithm**, International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences, Vol. 3, No.1, January 2013,p.298.

[24].**AHMAD**. G,(2014) -**The Application of Artificial Intelligence to Predict the Strength of Cotton Yarns.** Master thesis –Damascus University, Syria, 116p

[25]. **رشوان**، (2016) - **دور استخدام تقنيات الشبكات العصبية في تعزيز جودة عملية المراجعة**، مجلة دراسات وابحاث، السنة الثامنة، المجلد الأول، العدد الثاني والعشرون، جامعة الجلفة، الجزائر. ص9.

[26]. **Andrea** Andreescu, (2004),"**Forecasting Corporate Earnings :A Data Mining Approach** ",Thesis in Accounting, the Swedish School of Economics and Business Administration, P. 54.

[27]. أحمد، حسين مصيلحي سيد، (2017) -**نموذج مقترح لاستخدام الشبكات العصبية في التنبؤ بالأزمات المالية: دراسة تطبيقية على البنوك التجارية**. مجلة كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة، مصر، مجلد 18، العدد 1، ص166-2014،

[28]. CH. Chen,(2001)-" **NDT: Role of Artificial intelligence and neural networks",** Encyclopedia of Mterials: science and Technology, 2001.

[29].حمدان، ياسر وآخرون، (2017) – نمذجة علاقة الهطول المطري –الجريان السطي باستخدام الشبكات العصبية الصنعية، مجلة جامعة البعث، سورية، المجلد 39، العدد33، ص 113.

[30].**عبد المطلب**، شيماء أبو المعاطي، (2012) –**استخدام اسلوب الشبكات العصبية في زيادة فعالية المراجعة الضريبية في ظل التحديات المعاصرة**، المؤتمر الضريبي الثامن عشر للجمعية المصرية للمالية العامة والضرائب –نحو نظام ضريبي ملائم لمواجهة التحديات المعاصرة –المجلد 3، رقم المؤتمر 8، مصر، ص9.