تطوير نسخة لمقياس التفكير الرياضياتي باستخدام الذكاء الاصطناعي على عينة من تلاميذ طور التعليم الثانوي العام والتكنولوجي"

Developing a version of the mathematical reasoning scale using artificial intelligence on a sample of students in the general and technological secondary education stage.

جهيدة سقاي

جامعة الجزائر 2 (الجزائر)، djahida.sekkai@univ-alger2.dz

تاريخ الاستلام: 2023/9/10 تاريخ القبول: 2023/11/5 تاريخ النشر: 2023/12/31

ملخص: هدف البحث الحالي إلى تطوير مقياس "التفكير الرياضياتي" باستخدام أحد فروع الذكاء الاصطناعي وهو "تحليل الشبكات العصبية" ANN، ومن أغراض هذا البحث التحقق من صلاحية النسخة المطورة بطريقة الذكاء الاصطناعي من حيث القدرة التفسيرية للعوامل المستخرجة في الصورة المطورة عبر تحليل الشبكة العصبية الاصطناعية ANN بأسلوب Perceptron بيرسبترون، وهو أبسط الأساليب وأكثرها وضوحا في خوارزميتها ومراحل إنجازها ومخرجاتها، وتبين أن النموذج الجديد المطور بطريقة بيرسبترون يتميز بثبات عالي وارتباطات بينية أكثر تفسيرا للعامل العام. إضافة إلى استنباط مفاهيم جديدة ذات دلالة تربوية وعملية أكثر تجريدا تجمعت تحتها الأبعاد الأصلية من الصورة الأولية. وتشبعت العوامل بمستوى أهمية جيد جدا مما جعلنا نستنتج أن المقياس قابل للتوسع الإجرائي في الحيز المفاهيمي للعامل العام – التفكير الرياضياتي- .

الكلمات المفتاحية: التفكير الرياضياتي؛ نظرية عقل-دماغ؛ الشبكة العصبية الاصطناعية؛ النمذجة البنائية.

Abstract : The aim of the current research is to develop a measure of "mathematical thinking" using one of the branches of artificial intelligence, which is "analysis of neural networks" ANN, and the purposes of this research is to verify the validity of the version developed in terms of the explanatory ability of the factors extracted in the developed image through the analysis of ANN using the Perceptron method. it was found that the new model developed using the Perceptron method is characterized by higher stability and more interconnections that explain the general factor. In addition to devising new concepts with educational and scientific significance that are more abstract, under which the original dimensions of the initial image were gathered. The factors were saturated with a very good level of importance, which made us conclude that the measure is subject to procedural expansion in the conceptual space of mathematical thinking

Keywords: mathematical thinking; Theory Mind-Brain; artificial neural network; Structural modeling.

المؤلف المرسل: جهيدة سقاي

1.مقدمة:

هذه الدراسة امتداد لفكرة تطوير مقياس التفكير الرياضياتي على عينة من تلاميذ الثانوي – السنة الثانية نموذجا–، فبينما أصبحت شروط وافتراضات الأساليب الإحصائية المتقدمة التي يستخدمها الباحثون لتطوير أدوات القياس تمثل هاجسا تقنيا، كثيرا ما يعزف الباحثون عن التوجه نحو البناء نظرا لصعوبة توفير شروط استخداماته، وخاصة "حجم العينة"، وشرط المعاينة العشوائية، والتوزيع الإعتدالي للبيانات...، وبحكم أن الباحثة قامت ببناء المقياس على عينة قدرت بـ "أكثر من 700 فردا، وتحققت لها كل الافتراضات اللازمة لاستخدام أساليب النمذجة والتطوير المألوفة للباحث في القياس كالتحليل العاملي الاستكشافي والتوكيدي، إلا أنه من الملاحظ أن هذا القدر من أفراد العينة ليس دوما في متناول الباحثين، وعليه ارتأت الباحثة في هذه الدراسة تقديم أسلوب بديل يرتقي في خوارزميته ومنطقه إلى الأساليب الإحصائية المتقدمة، وفي مصداقيته إلى أكثر من ذلك حسب ما تم استطلاعه من خلال استخداماته في ميادين شتى، حيث أنه تم استخدام الذكاء الاصطناعي في تخصصات قريبة تقنيا كالعلوم الاقتصادية والتجارية والمالية بغرض التحقق من الخلل في البيانات أو التزوير وما شابه ذلك من أغراض تشير إلى أن هذا الأسلوب أصبح يستخدم في الحكم على نزاهة النتائج في شتى الميادين وإضفاء فعالية في التحكم في قواعد البيانات. وفي هذا الصدد وفي حدود اطلاع الباحثة المتواضع في هذا المجال على أدبيات استخدام الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات، وجدنا أن هذا النوع من التحليل لم يستخدم قبل الآن في مجال العلوم الاجتماعية عموما، وحصرا ميدان علوم التربية، مما زادنا إصرارا على طرح هذه الإشكالية، فما كان منا إلا أن اجتهدنا في معرفة سبل تطبيق الذكاء الإصطناعي على هذا النوع من البيانات (البشرية)، وبما أنه تم التعرف على الذكاء الاصطناعي كميدان يحاكي السلوك البشري، فقد تبنت الباحثة فكرة ملاءَمة هذا الأسلوب لطبيعة المقياس الذي بين أيدينا والمسمى بـ" التفكير الرياضياتي" ما يعنى بالسلوك العقلي للكائن البشري، وهذا ما يحاول الذكاء الاصطناعي فهمه وتحليله والتنبؤ به عبر خوارزمياته.

الإشكالية: تكلم (سواينبورن، 2013) في نظريته عن حالة عدم الاحتمال القوية لقابلية التوقع للسلوك البشري، وهذا عندما نضع في ذهننا حدودا لأنواع البيانات عن الأحداث الواعية للأفراد المختلفين مما يمكننا من الحصول عليه، فما هي آفاق تشكيل نظرية تدعم بالدليل لا تفسر فقط وبالتالي تتنبأ بكيف تسبب الأحداث الدماغية بالنهاية أحداثا واعية (وغيرها من الأحداث العقلية) من أنواع أخرى ولكن تسبب هذه (مع الأحداث الدماغية) نياتنا التالية؟ وبناءا على تفسير المعاير الحقيقية المحتملة لنظرية علمية تفسيرية فلكي تكون النظرية العلمية محتملة بشكل معقول يجب أن تكون بسيطة نسبيا، وتطرح علاقات رياضية بسيطة بين خصائص قليلة نسبيا فقط لكيانات من أنواع متشابهات، ونحصل من النظرية على كثير من التوقعات الصحيحة، يمكن أن تصمد العلاقات الرياضياتية فقط بين خصائص لها درجات، قلت أو كثرت، يمكن قياسها على مقياس ما. (سواينبورن، 2013)، ومن وظائف الذكاء الاصطناعي أن نظرية العقل تهتم بتطوير الآلات وجعلها قادرة على التفاعل مع المشاعر الإنسانية وبالتالي القدرة على التواصل مع الأشخاص وقد نجحت هذه الفكرة في تصميم الروبوت الشهير "صوفيا". ويعتبر الوعي الذاتي ذروة ما يطمح إليه الذكاء الاصطناعي وهو يسعى إلى تطوير نظام يفهم مشاعر البشر ويتفاعل معهم. غير أن الفرق بين الذكاء البشري والذكاء الاصطناعي قد يكون جوهريا في افتقار الذكاء الاصطناعي إلى التفكير خارج الصندوق، فالآلات يمكنها أن تؤدي فقط تلك المهام التي تم تصميمها أو برمجتها للقيام بها، وتميل إلى تقديم مخرجات في غير ذات الصلب عند طلب بيانات ليست مخزنة بها. (ابتسام، 2022).

ومن منطلق تعريف "السمات الكامنة" هي: "تكوينات فرضية إحصائية تشتق رياضيا من علاقات إمبريقية ملاحظة بين الاستجابات على الاختبارات" (آن، 1997). أخذ هذا البحث منحى تقنيا بامتياز، حيث يعتبر شطر استكمالي أو توضيحي، أو هو امتداد لفكرة تطوير المقاييس، وتم لهذا الغرض استخدام أداة القياس المبنية من طرف ذات الباحثة لمفهوم "مقياس التفكير الرياضياتي"، وفي الدراسة الحالية أرادت الباحثة القيام بأحد صور الاستنساخ للصورة الأصلية للأداة على نفس عينة البناء في البحث الأصلي لأسباب نذكرها لاحقا، لكن باختلاف التقنية بحيث انتهجت طريق الذكاء

الاصطناعي بطريقة الشبكات العصبية الاصطناعية ANN بأسلوب Perseptron بيرسيبترون. ومن خلال هذه العملية أرادت الباحثة التحقق من صدق الأداة باختلاف بنياتها/نماذجها التنبؤية (المستنسخة) باستخدام الأساليب المتعارف عليها إحصائيا (تحليل الانحدار المتعدد القياسي، والتحليل العاملي الاستكشافي والتوكيدي)، ورغم كفاءة هذه الأساليب والإتفاق حول فاعلية مؤشراتها إلا أنه لا يمكِّننا ذلك –كروح علمية– من تجاهل التساؤل المرافق دوما لكل أساليب التحليل الإحصائي المتقدم القائل بـ "هل حجم العينة يسمح باستخدام هذه التقنية؟". ففي حالة كفاية العينة حسب المعايير المتفق عليها تصبح كل الأساليب فعالة، أما في حالة عدم كفايتها ناهيك عن سبل المعاينة وطبيعة انتشار بياناتها نلاحظ عدم أحقية استخدام تلك الأساليب مما يعطي قيمة تنبؤية وتفسيرية أقل للظاهرة المدروسة، وبالتالي قيمة أقل للبحث المتناول من طرف الباحث الذي قد يكتفي بالأساليب الوصفية والاستدلالية البسيطة المرتبطة بحجم عينته المتوفرة كالارتباطات الثنائية أو الجزئية والمتعددة. وهنا تجدر الإشارة إلى أن هذا لا ينقص من قيمة هذه الأساليب الإحصائية ولا قيمة أي بحث كان، لأن ذلك يعتمد بالدرجة الأولى على كفاءة الباحث في إعطاء معنى لبياناته واختيار سبل التحليل وترجمتها باللغة التي يريد إيصالها للقارئ، غير أنه في البحوث الكمية يجد الباحث نفسه يعتمد اعتمادا كبيرا على ما تهبه له العينة من ثبات لتفسيرات السلوك الذي يدرسه، والمؤهلة شروطها –أي العينة– للنمذجة البنائية الاستكشافية والتوكيدية، وهنا قام هذا البحث بفصل شرط حجم العينة، بعبارة أخرى، دراسة أحقية وكفاءة النموذج التنبؤي بعزل أثر حجم العينة. فحسب (الوهاب، 2013) إن المشكلة تكمن في حالة انحدار المشاهدات الحالية، أو في حالة الانحدار الذاتي، أو النماذج المختلطة مع متغير خارجي يكون لدالة الإمكان – دالة رياضية في خوارزمية الأسلوب المستخدم هنا– شكلا معقدا بسبب أن الأخطاء لها علاقة غير خطية في المَعلمات مما يصعب معه التعبير عن دالة التوزيع الاحتمالي لبعض أو كل معالم النموذج في شكل قياسي أو باستخدام أحد التوزيعات المعروفة، كما أنه ومع زيادة حجم العينة يصعب إيجاد مصفوفة التباين والتغاير "مقلوب مصفوفة الدقة" واختيار دالة احتمال قبلية مناسبة لها. ولتجنب هذه المشكلة لزم البحث عن طريقة

جديدة للتنبؤ بخلاف الطرق الإحصائية التقليدية والتي تعتمد على دالة الإمكان في تقدير معلماتها وهذه الطريقة هي الشبكات العصبية الاصطناعية، حيث تمتاز هذه الطريقة بأنها تعمل بصورة آلية لاختيار نموذج مناسب بوضوح كيفية اعتماد المخرجات على المدخلات. حيث تتمثل المدخلات في النموذج العاملي للشبكة العصبية الذي نبحث لاستنساخه هنا على نموذج من نماذج السلوك البشري والذي هو "التفكير" وبالتحديد "التفكير الرياضياتي" والذي قد يرقى إلى مفهوم الذكاء البشري في أسمى تشكيلاته. وحسب آناستازي(1999)، فإن أحد ميكانيزمات انبثاق العوامل يكون من خلال المفاهيم المألوفة المتعلقة بنمط التعلم وانتقال أثر التدريب. (Carroll, 1966 ; A.Fergusom, 1954 ; Simon, 1990 ; Whiteman,1964). فتأسيس أنماط التعلم يمكّن الفرد من التعلم بفعالية أكبر عندما تعرض عليه مشكلة جديدة من نفس النوع، ففي التجارب الكلاسيكية التي أجراها Harlow (1949،1960) على القرود، تبين أنه بعد قيام القرد بحل مشكلات تتطلب التمييز بين أشكال معينة (مثل المثلث والدائرة) تعلم التمييز بين أشكال أخرى بسرعة أكبر كثيرا من القرود التي لم يكن لديها تلك الخبرة، فالحيوان أسس نمطا عقليا للتمييز بين الأشكال، حيث عرفت ما تبحث عنه عندما واجهت مشكلة جديدة، ولذلك فإن الحيوان "تعلّم كيف يتعلم" هذا النوع من المشكلات. وبالمثل فإن كثيرا من المهارات التي يتم تنميتها من خلال التمدرس الرسمي – مثل القراءة والعمليات الحسابية– تكون قابلة للتطبيق في مواقف تعلم تالية كثيرة ومتنوعة، وكذلك يمكن تطبيق الأساليب الفعالة والمنظّمة المتعلقة بحل المشكلات في مشكلات جديدة، وسوف تنعكس الفروق الفردية في مدى اكتساب هذه المهارات، في أداء عدد كبير من المهام المختلفة. وفي التحليل العاملي لهذه المهام، وهذه المهارات التي يمكن تطبيقها في مواقف كثيرة سوف تنبثق كعوامل طائفية متسعة، ومدى اتساع انتقال الأثر، أو المهام المتنوعة التي يمكن أن تطبق فيها مهارة معينة، سوف تحدد بذلك مدى اتساع العامل الطائفي الناتج (آن، 1997، صفحة 398). ومن هذا المنطلق أرادت الباحثة أن تعكس هذا السلوك من خلال أسلوب تحليل الشبكات العصبية وهو محاكاة لسلوك الدماغ البشري، فقد صُمِّمت الشبكات العصبية الاصطناعية لتقليد عملية التفكير البشري التي يستخدمها في حل المشكلات، مما

يسمح لبرامج الكمبيوتر بالتعرف على الأنماط وحل المشكلات الشائعة في مجالات الذكاء الاصطناعي والتعلم العميق والتي تجدها برامج الكمبيوتر التقليدية صعبة جدا أو كاد تكون مستحيلة الحل، في الواقع يجب أن نصف هذا على أنه شبكة عصبية اصطناعية ARTIFICIEL NEUREL NETWORK – ANN لتمييزها عن الشبكة العصبية غير الاصطناعية التي تعمل في أدمغتنا الآن. وعليه يمكننا القول أن هذه الدراسة ترتكز على تساؤل أساسي هو: "كيف تتنبأ الشبكات العصبية الاصطناعية بمتغير التفكير الرياضياتي حسب بيانات العينة الأصلية للأداة مقارنة بالنموذج التقليدي"؟

أهداف البحث: اتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي بهدف إلى تطوير "مقياس التفكير الرياضياتي" للبحث في سياقاته التفسيرية الممكنة ومستوياته التنبؤية للسلوك العقلي المحاكى عن طريق الذكاء الاصطناعي، مع النظر في إمكانية تعميم طريقة **Perceptron** نظرا لبساطتها للتنبؤ بسلوك العقل البشري في تحليل الشبكات العصبية الاصطناعية، ويندرج هذا تحت غاية التكيف مع التطورات العالمية في التنبؤ والتفسير للظواهر الحياتية وخاصة السلوك البشري الذي وضعه الذكاء الإصطناعي هدفا للفهم ومحكا للتحكم والتطور. ومآل النظرة التوسعية للروح العلمية جعلت من هذا البحث هدفا ووسيلة في آن واحد لمحاولته شق سبل معالجة متجدّدة علَّها تنشئ لنا شبكة مفهومية متجددة المعاني ليجسد فكرة أن العلم يخدم بعضه بمقارنة واقتران بعضه ببعض واستغلال البنى الأصيلة النابعة من ذات المصدر لربما لتركيب بنياتها سعيا لتشكيل دعامة نظرية جديدة متأصلة من هذا المجتمع.

2.نظرية عقل دماغ لـ ريتشارد سواينبورن:

1.2 نظرية عقل دماغ في وصف وتفسير التفكير البشري:

يقول (سواينبورن، 2013): " تفكيرنا المنطقي يعتمد على قدرتنا على التعرف على المفاهيم ذات الصلة كمفاهيم منفصلة ترتبط مع بعضها البعض بطريقة خاصة ومعينة، فتدعى النظرية أن الاعتقادات والأفكار إلى آخره يمكن أن تنسب إلى "العبارات في الرأس"، فنظرية عقل دماغ تحتاج للتعامل مع عدة أشياء مختلفة جدا، فالأحداث الدماغية تختلف عن بعضها البعض بما تتضمنه من عناصر كيميائية، والتي تختلف عن بعضها البعض بطرق قابلة للقياس). ولكن الأحداث العقلية ليس لها أي من هذه

الخصائص، وما أسماه في هذه النظرية بالأحداث القضوية "**Proportional events**" – الترجمة من ذات المرجع– ويقصد بها (الاعتقادات والرغبات والأفكار والنيات) ويقول هي ماهي عليه، ولها تأثيرها نتيجة محتواها القضوي وقوته من شخص لآخر.

2.2 الأفكار القابلة للقياس:

الأفكار هي النوع الأول من الحادث القَضَوي في نظرية عقل–دماغ، ويُقصد بالفكرة "الفكرة الواقعة" القابلة ليعبر عنها بالبيانات **datable** التي يدركها المرء، وتأتي إلى ذهن الشخص بأن شيئا ما هو كذا، فالأفكار هي أحداث واعية، وبتعريفها كذلك ستشمل الأفكار الاعتقادات الواعية التي يعبر عنها المرء لنفسه (الاعتقادات التي يراجعها المرء ذهنيا) كالأحداث غير الاعتيادية أو المفاجئة التي يلاحظها" وكذلك التعبير للنفس عن الأفكار التي يحملها ولكن لا يعتقد بها، وهكذا ستشمل الأفكار، اكتساب معتقدات غير متوقعة تنتج من الإدراك الحسي، وتشمل الأفكار الموجهة للفعل وغير الموجهة (سواينبورن، 2013، صفحة 144).

الأفكار مثل الإحساسات هي أحداث واعية، فلا يمكن اكتساب فكرة لا أكون واعيا بها، ونقول مجددا يجب أن نتبين بوضوح أن وقوع فكرة لا يقتضي وقوع حادث فيزيائي في الشخص المفكر، وفي حين يوجد في إحساسات الشخص أكثر مما يعيه عنها، فلا يوجد أي شيء إضافي في أفكار الشخص هي مجرد الأفكار التي يدركها المرء حاليا، ولا يمكن للشخص أن يكون مخطئا بخصوص محتوى أفكاره، ولأن الأفكار أحداث واعية والاعتقادات ليست كذلك، لا يوجد إمكانية لرفض التحري بخصوص هل يملك شخص ما فكرة معينة (سواينبورن، 2013، صفحة 147).

3. دلالة الدافعية في إنشاء الفكرة الواعية القابلة للقياس:

الميل الطبيعي لاكتساب أحداث معينة واعية هي الإحساسات، يعتبر حالة عقلية مستمرة، فكذلك الاعتقاد أو الميل لاكتساب أحداث واعية، وهي الأفكار، ويعتبر أيضا حالة عقلية مستمرة ويتألف هذا الاستعداد فقط من اعتقادات إن كانت الأفكار الواعية الوحيدة التي لدى الشخص ميل لاكتسابها هي اعتقادات واعية (سواينبورن، 2013، صفحة 147)، لذلك يجد Swinbune أن النوع الثاني من الأحداث القضوية هي "النوايا"، ويفترض أيضا أنها الغايات نفسها، بحيث يوجد فارق مميز بين النية المتعلقة بما يقوم

به الفاعل حاليا، والنية عند أحدهم للقيام بفعل لاحق مستقبلا. فالنيات هكذا هي أحداث واعية، والأفكار لا يمكن أن تحوي عناصر لا يكون الشخص مدركا لها تماما. في حين غالبا ما تكون النيات لأداء الأفعال المتشبعة، عندما يقوم أحدهم بأداء فعل من أجل القيام بفعل آخر، فإن الفعل الأول يمكنني القول أنه من الناحية الآلية أو الذرائعية أكثر أساسية من الآخر، فيكون للفاعل نية لأداء الفعل الأول كجزء من نية القيام بأداء الفعل التالي، وربما هذا بسبب اعتقاد الفاعل أن أداء الفعل الأول هو المرحلة الأولى باتجاه أداء الفعل الثاني (سواينبورن، 2013، صفحة 150)، ويضيف إن الدافعية ليست مجرد ميول نشعر بها لأداء أفعال معينة، ولكنها ميول لأدائها قصدا، وبالتالي أداؤها عبر اكتساب نيات لأداء الأفعال. ولهذا فهي ميول يمكن إدراكها إن اخترنا تفحصها داخليا رغم أننا كما في حالة الاعتقادات قد يحتاج الشخص إلى مساعدة الآخرين ليستنبطها ويدركها، أو ليعترف بها لنفسه أو للآخرين عندما يكون مدركا لها. ولذلك فمكونات الدافعية هي أحداث عقلية، ولأن الحديث عن النوايا لا يمكن تحليله وفق الأحداث الفيزيائية، فالدافعية ومكوناتها هي أحداث عقلية صرفة، والدافع هو الدافع سواء سببه حادث دماغي أو لم يسببه.

4. نموذج بنية العقل (structure of intellect Model):

حاول بعض خبراء التحليل العاملي تبسيط صورة العلاقات بين السمات من خلال تنظيم السمات في مخطط منظم، واستنادا لأكثر من عقدين من بحوث التحليل العاملي اقترح جيلفورد (Guilford, 1976) نموذجا يشبه الصندوق، أطلق عليه نموذج بنية العقل SI وهذا النموذج يصنف السمات العقلية في ثلاثة أبعاد: أولا: العمليات: وهي ما يفعله الفرد المستجيب وهذه تشمل المعرفة، التسجيل في الذاكرة، واستبقاء الذاكرة، والنتاج التباعدي (سائد في النشاط الابتكاري)، والنتاج التقاربي، والتقويم. ثانيا: المحتويات وهي طبيعة المادة أو المعلومات التي تؤدي عليها العمليات وهذه تشمل: البصري، والسمعي، والرمزي، واللغوي، والسلوكي. ثالثا النواتج: وهي الصيغة التي يتم بها تجهيز المعلومات بواسطة الفرد المستجيب، وتصنف النواتج في: وحدات، فئات علاقات، ونظم، وتحويلات، وتضمينات. وينبغي مراعاة أن النموذج SI، كما الحال في جميع نماذج السمات تقدم مخططا واحدا لتمثيل الارتباطات بين

المتغيرات التي يتم الحصول عليها، ونظرا للطريقة التي استخدمت في تدوير المحاور فإن التضمين الإمبريقي للنموذج SI لا يستبعد نماذج أخرى، (Carrol, 1977, Horn &Knapp, 1973) ويمكن أن تؤدي تدويرات مختلفة للبيانات نفسها إلى مطابقة لنماذج أخرى بنفس القدر، وقد تكون أيضا أكثر اتساقا مع التفسيرات النظرية والعملية، ومن جهة اخرى، فإن التأثير المعقول غير المباشر للمشرع SI (نموذج بنية العقل)، هو تركيز الانتباه على التمايز بين العمليات والمحتوى في تحديد العامل، وهذا التمايز ساعد في توضيح كل من العوامل التي تحددت بطريقة التحليل العاملي والعمليات والتي تم بحثها من خلال علم النفس المعرفي، وكذلك العلاقة بين الإثنين، وأحد التأثيرات الأخرى غير المباشرة لنموذج بنية العقل هو تمييزه بين التفكير التقاربي والتفكير التباعدي، ومفهوم التفكير التباعدي يتضمن السلوك غير النمطي، تم تبنيه في تحليلات الابتكارية، غير أن جهود بناء اختبارات التفكير التباعدي– مستقلة عن نطاق المحتوى– تبين بعامة عدم نجاحها، فقد تبين أن التفكير التباعدي والإنتاج الابتكاري يكون متعلقا بالمجال أو المادة الدراسية المعينة التي تطبق فيها مثل (تاريخ، أو فيزياء ...)، وعلاوة على ذلك، فإنه ينبغي أن تكون الفكرة الابتكارية أو الناتج الابتكاري له مغزى أو فائدة في نطاق ثقافتها المعينة. فمجرد التباعد –دون تطوير نوعي – لا يشكل ابتكارية وقد تطورت البحوث المتعلقة بموضوع الابتكارية ذاتها تطورا كبيرا، في أي سياق وصيغة تظهر فيها الابتكارية. (آن، 1997، صفحة 394)

5. التحليل العاملي وتحليل المهام المعرفية: أحدثت إجراءات تجهيز البيانات الأكثر حداثة في علم النفس المعرفي بعض الإسهامات الجوهرية – ليس فقط في فهم ما تقيسه اختبارات الذكاء، وإنما أيضا في فهم تكوين العوامل وتنميتها، فتحليل البروتوكول – الذي بواسطته يوجَّه الفرد إلى التفكير بصوت مرتفع أثناء قيامه بحل مشكلة أو أداء مهمة عقلية– يقدم مدخلا واعدا لتحليل التفكير الإنساني(Ericsson & Simon, 1993). وهذا ما أسماه (غباري، 2015) كعملية قياسية منهجية "تحديد الأنساق والأنماط"، وعرفه بأنه: "نوع من التصنيف، لكنه يكون على مستوى أعلى من التجريد، ولذا قد يسميه بعض الباحثين التصنيف المحوري، لأنه يجعل الفئات تدور على محور واحد، وقد يسميه آخرون أسر التصنيف Coding Families، لأنه يجمع عددا من الفئات في أسرة واحدة، ويسمى

التصنيف الاستنتاجي (مقابل التصنيف الوصفي)، فبعد أن يتم التصنيف المفتوح ويتم وضع الملاحظات عليها تعاد قراءة البيانات المصنفة، لتصنيف الفئات مرة أخرى على شكل أنماط وأنساق في مستوى تجريدي أعلى من التصنيف المفتوح الذي هو عبارة عن عناوين لجزئيات المعلومات –وهذه العملية تتضمن الترميز أيضا– وهذا النوع من التصنيف يحتاج إلى تفكير عميق وقراءة متأنية لإيجاد علاقات وعمل مقارنات مجموعات البيانات بحيث يحدد الباحث ما الأنماط والأنساق التي تكونت من تصنيف البيانات، ويبدأ في فهم بعضها والمقارنة بين تلك الأنساق والأنماط. (غباري، 2015، صفحة 46).

6. طريقة تحليل الشبكة العصبية الاصطناعية:

الغرض العام من التحليل بالشبكات العصبية ANN هو معرفة ما إذا كانت المتغيرات المُقاسة – الأبعاد– بإمكانها التنبؤ بالمتغير الذي تمثله أي "التفكير الرياضياتي". ومن أغراضه أيضا " التحكيم"، فهو أسلوب تقني يندرج تحت مقاييس التنبؤ، ويمكن إدراجه تحت بند "الصدق التنبؤي" للمقياس. وهذه فائدة أخرى نضيفها لتطوير الأداة وسبب آخر لجوءنا إلى هذا النوع من التحليل –التعلم العميقDEEP LEARNING– إضافة إلى كون هذا الأسلوب لا يشترط حجم العينة أو التوزيع الاعتدالي وإن كانت متوفرة في معطياتنا، هذا ما يضفي تناولا قياسيا آخر من جوانب التطوير وتوفير مؤشرات المطابقة إضافة إلى ما توفره التحليلات العاملية الاستكشافية والتوكيدية. قد تم اقتباس أسلوب الشبكات العصبية الاصطناعية من الشبكات البيولوجية العصبية، ويرجع الفضل إلى دخولها إلى دائرة أعمال العالمية على يد Mc Culloch و Pitts (1943)، وهي نموذج رياضي أو نموذج حاسوبي يشير إلى محاكاة هيكلة العقل، التفكير والتعليم البشري (علي، 2015). ويمكن وصف كل جانب من عملية التعلم أو غيرها من مظاهر الذكاء بدقة شديدة تمكن الإنسان من تصميم آلية تحاكيه (بلقاسي، 2016، صفحة 3). أما في نطاق دراسة علم الذكاء الاصطناعي للحاسبات الآلية، فيمكن تعريفه في نطاق قدرة الإنسان على تطوير نموذج ذهني لمجال من مجالات الحياة وتحديد عناصره واستخلاص العلاقات الموجودة بينها ومن ثم استحدث دور الفعل التي تتناسب مع أحداث ومواقف هذا المجال (بلقاسي، 2016، صفحة 10). ومن أهم الخوارزميات غير الخاضعة للإشراف: تجميع التحليل العنقودي المتسلسل الهرمي (Clustering) – جمعية تعلم

القواعد Association rule learning تقليل الأبعاد kernel PCA، t-Distributed PCA-التعميمdimensionality Reduction).(ابتسام، 2022، الصفحات 23-24).

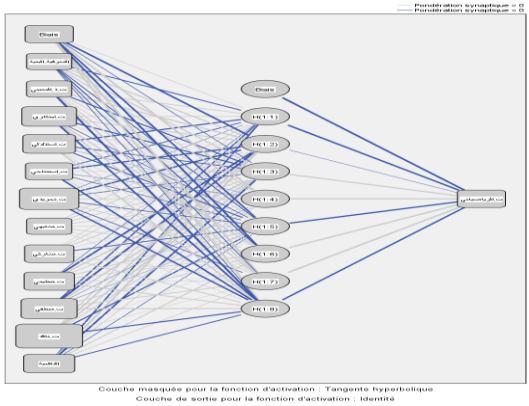
1.6 نتائج الشبكة العصبية الاصطناعية: تم افتراض المدخلات على أنها البنود المُقاسة مجتمعة في كل عامل من عوامل التفكير 12، وأخضعنا العينة إلى فحص الشبكة العصبي من أجل معرفة ما إذا كانت العوامل 12 – المدخلات – Input صالحة للتنبؤ بالعامل العام بالتفكير الرياضياتي –المخرجاتoutput، والجدول التالي يوضح توزيع العينة على الفحص الاصطناعي للشبكة العصبية.

جدول رقم (01) ملخص القدرة التنبؤية للنموذج Récapitulatif des modèles

عينة التدريب	نسبة العينة	70.3%	الخطأ الاحتمالي التربيعي	80.135
	حجم العينة	555	نسبة التنبؤ غير الحقيقية	5.2%
عينة الاختبار	نسبة العينة	29.7%	الخطأ الاحتمالي التربيعي	40.961
	حجم العينة	234	نسبة التنبؤ غير الحقيقية	6.0%
المجموع	789		100%	

ملخص النموذج يشير إلى أن نسبة الخطأ التربيعية قدرت بـ 5.2% في عينة التدريب أي أن النموذج لديه قدرة تنبؤية حقيقية تقدر بـ 94.8%، وهي نسبة جيدة، أما في عينة الاختبار فقد بلغت نسبة التنبؤ غير الحقيقية 6%، أي أن النموذج لديه قدرة تنبؤية حقيقية بدقة 94%، أي أن المدخلات المقاسة والمتمثلة في أبعاد مقياس التفكير الرياضياتي لديها القدرة على التنبؤ بالتفكير الرياضياتي بدقة تصل إلى94%، وعليه يمكننا القول أن النموذج يتمتع بمستوى تنبؤي جيد جدا.

2.6 رسم النموذج الإصطناعي للشبكة العصبية لمقياس التفكير الرياضياتي: يمثل العلاقة بين المدخلات والمخرجات، حيث استخدمنا النموذج ذو الطبقة الواحدة، أي أن هناك طبقة مخفية واحدة من المتغيرات الكامنة التي تتضمن المدخلات– الأبعاد/العوامل– فالرسم يتكون من ثلاث طبقات كما هو مبين أدناه. وتجدر الإشارة أن هذا الأسلوب نتائجه يحاكي نتائج الإنحدار Beta.



الشكل رقم (2): العوامل المستخرجة من تحليل الشبكة العصبية الاصطناعية لمتغير التفكير الرياضياتي

كما هو موضح في الشكل أعلاه المسمى Graphique de Réseau أو رسم الشبكة العصبية الإصطناعية، أن هناك ثلاث طبقات وهذا النموذج الأبسط لأنه يتكون من طبقة خفية واحدة، وهذه الطبقة هي الطبقة الوسطى المنشأة بواسطة قواعد ومعادلات رياضياتية لدراسة العلاقة بين المدخلات والمخرجات أي بين الأبعاد والدرجة الكلية للتفكير الرياضياتي، والعلاقة الرياضياتية المنشأة تتمثل في تلك الخطوط الزرقاء الداكنة بدرجات مختلفة في السمك، فكلما كان الخط سميكا وداكنا بين العامل الخفي والمدخلات كلما كانت العلاقة تعتبر قوية بينهما، وكلما كان الخط أقل سمكا أو بلون رمادي كانت العلاقة ضعيفة، ونجد أن هناك أربعة عوامل كامنة تضمنت الأبعاد – عامل Bias ليس عاملا حقيقيا هو مؤشر تقني للقاعدة الرياضية المستخدمة– يسمى عامل التحيز. ثم العامل الكامن الأول: H(1:1): ارتبط بـ: التفكير الاستدلالي والبنية المعرفية. ثم العامل الكامن الثاني H(1:2): نلاحظ أن هذا العامل الكامن ارتبط بدرجة أقل مع الدرجة الكلية للمقياس، لكنه ارتبط بقوة مع البعدين التفكير الاستنتاجي والتفكير التجريدي، وبدرجة أقل مع التفكير التنظيمي والتفكير المنطقي/ العامل الكامن الخامس H(1:5): بالتفكير التشاركي، التفكير الاستدلالي، والتفكير التجريدي بدرجة أقل يمكن إهمالها أمام ارتباط هذا البعد بالعامل الكامن الثامن. العامل الكامن الثامن H(1:2): ارتبط بأربعة مدخلات: التعلم ذي المعنى، التفكير الابتكاري، التفكير الاستنتاجي، التفكير التجريدي– بدرجة أكبر من العامل الخامس–، التفكير الناقد، والدافعية. والملاحظ أن "التفكير التشابهي ارتبط بدرجة ضعيفة جدا مع كل العوامل الكامنة. ويمكن إدراجه في أي عامل حسب ارتباطه بالأبعاد المتضمنة

فيه، وتم تضمينه مع التفكير الاستدلالي. لأنه بطبيعته النظرية جزء منه. وفيما يلي ملخص الارتباطات المستخرجة من النموذج وانتماء كل بعد للعامل الكامن المتخفي.

الجدول رقم (2): تشبعات أبعاد التفكير الرياضياتي على العوامل الكامنة الناتجة

العامل الكامن1		العامل الكامن2		العامل الكامن 3	
البعد	معامل التشبع	البعد	معامل التشبع	البعد	معامل التشبع
ت. الابتكاري	0.254	البنية المعرفية	0.487	ت. التنظيمي	0.503
ت.الاستنتاجي	0.379	التعلم ذي المعنى	0.172	ت.المنطقي	0.223
ت.التجريدي	0.62	ت.الاستدلالي	0.463	ت.الناقد	0.605
ت.التشاركي	0.478	ت.التشابهي	0.508	الدافعية	0.196

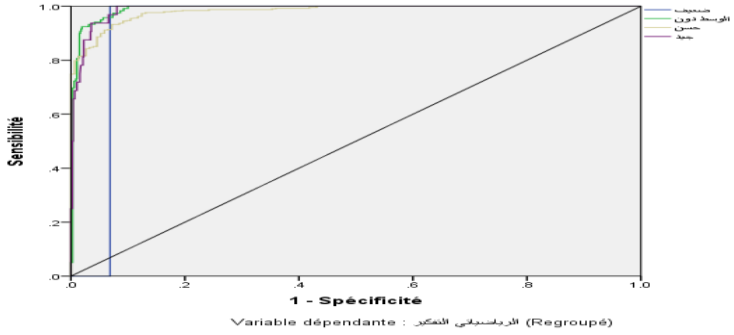
نلاحظ من الجدول أعلاه أن النموذج استقر على ثلاث عوامل كامنة (خفية)، تضمنت المدخلات (الأبعاد)، والتي من خلالها يمكننا معرفة مدى استقرار النموذج على هذه المؤشرات الملاحظة.

جدول رقم (3): يمثل نسبة تنبؤ الشبكة بتصنيف أداء العينة الصحيحClassification

العينة		التنبؤ				
		ضعيف	دون الوسط	حسن	جيد	نسبة التنبؤ الصحيح
عينة التدريب	ضعيف	0	1	-0	0	0.0%
	دون الوسط	0	81	8	0	91.0%
	حسن	0	6	434	1	98.4%
	جيد	0	0	13	11	45.8%
	النسبة الكلية	0.0%	15.9%	82.0%	2.2%	94.8%
عينة الاختبار	ضعيف	0	1	0	0	0.0%
	دون الوسط	0	26	4	0	86.7%
	حسن	0	2	192	1	98.5%
	جيد	0	0	6	2	25.0%
	النسبة الكلية	0.0%	12.4%	86.3%	1.3%	94.0%

نلاحظ في الجدول أعلاه، تفصيل عن القدرة التنبؤية لمستويات التفكير الرياضياتي لعينة التلاميذ، وهذا الجدول امتداد للجدول رقم (01)، فنجد أن نفس قيمة نسبة التنبؤ 94%، لعينة التدريب وتؤكدها عينة الاختبار. وإضافة إلى هذه المؤشرات الرقمية، نواصل التحقق من القدرة التنبؤية للشبكة العصبية الاصطناعية بتصنيف التلاميذ حسب مستوى تفكيرهم الرياضياتي عن طريق التحليل البياني. وهذا ما نجده في الشكل الموالي. المتمثل

في **منحنى روك ROC** لدراسة ملاءمة مؤشرات الحساسية والخصوصية، وتعرف الحساسية Sensibilité أيضا باسم النسبة الإيجابية الحقيقية، وتشير إلى نسبة الإستجابات الحقيقية التي تم تصنيفها بدقة على أنها تضمن هذا الشرط. فعلى سبيل المثال يمكن أن يتواجد عدد كبير من التلاميذ ذوي تفكير رياضياتي حسن تم تصنيفهم بشكل صحيح على أن تفكيرهم ذو مستوى حسن رياضياتيا، وهنا يمكن القول أن الحساسية عالية. وتتم هذه المقارنة بين عينة التدريب وعينة الاختبار، أما **الخصوصية Spécifité** فتشير إلى نسبة السلبيات الحقيقية التي يحتويها التصنيف وتم تحديدها على أنها سلبية، فإذا كان فردا ليس ذو تفكير رياضي عالي ولم يتم تحديده من طرف الشبكة العصبية الاصطناعية على أنه ذو تفكير عال رياضياتيا، فنقول أن الخصوصية هنا مرتفعة أو ذات مستوى جيد.



الشكل رقم (03): منحنى روك ROC لاختبار الحساسية والخصوصية

كما يتضح في المنحنى البياني، المساحة بين الخط المائل المستقيم وبين المنحنيات الممثلة لمستويات التفكير الرياضياتي (ضعيف، دون الوسط، حسن، عالي)– يظهر أنها كبيرة، وهذا مؤشر مفيد للغاية بالنسبة للشبكة الاصطناعية، فكلما كانت المساحة أكبر كلما قلنا أن الحساسية والخصوصية عاليين، ارتفاع المنحنى مع محور الحساسية يشير إلى ان هناك زيادة حادة فيها متبوعا باختفاء ذيل المنحنى مع محور الخصوصية يدل أنها أيضا عالية، وهذا ما نود الحصول عليه في جميع نماذج التصنيف وليس فقط في الشبكة العصبية الاصطناعية، بل في أنواع أخرى من التحليل كشجرة الانحدار، فكلما اقتربت المنحنيات الممثلة لمستويات متغير التفكير الرياضياتي كلما كان التصنيف سيئا، وأيضا إذا كانت المنحنيات تحت الخط المائل فإن التصنيف يكون بعيدا جدا عن مستوى التنبؤ الصحيح ويكون نموذجا غير فعال. والجدول التالي يبين قيمة المساحة والحكم عليها من خلال معايير إحصائية مقننة تقرر ما إذا كان النموذج جيدا أم أنه غير فعال.

الجدول رقم (04): يمثل مساحة المنحنى Zone sous la courbe

مستوى التفكير الرياضياتي	المساحة	مستوى التفكير الرياضياتي	المساحة
تفكير رياضياتي ضعيف	0.931	تفكير رياضياتي حسن	0.982
تفكير رياضياتي دون الوسط	0.990	تفكير رياضياتي جيد	0.988

نلاحظ أن مساحة المنحنى تتراوح بين قيمتي 0.93 كأدنى قيمة مساحة في المستوى الضعيف للتفكير الرياضياتي، و0.99، كأعلى قيمة مساحة للمنحنى.

الجدول رقم (05): معايير تصنيف النماذج المستخلصة بتحليل ANN لقيم المساحة من تقرير كامبريدج

من 1 إلى 0.90 : تصنيف ممتاز	0.8-0.9 : تصنيف جيد	0.80 -0.7: تصنيف مقبول
0.60-0.70 : تصنيف ضعيف	من 0.60 إلى 0.50: تصنيف غير فعال أو فاشل	

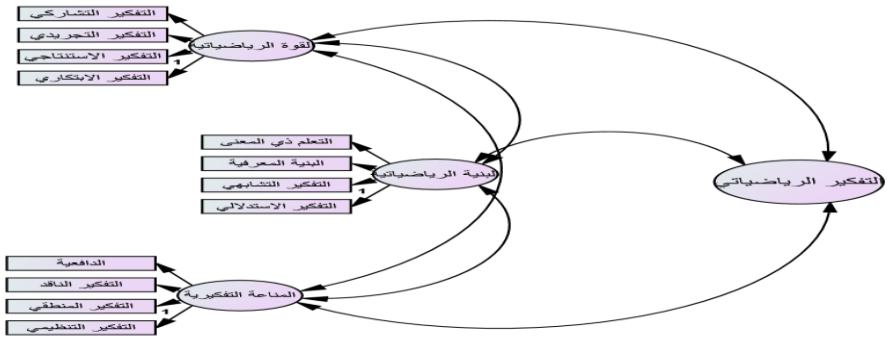
وحسب هذه المعايير، يمكننا إصدار حكم بأن تصنيف النموذج لعينة التلاميذ في مستويات تفكيرهم الرياضياتي تصنيف ممتاز بقيمة 0.93 إلى 0.99.

الجدول رقم (06): يمثل الأهمية النسبية للمدخلات (المتغيرات المستقلة) في شبكة ANN-

المدخلات /المتغيرات المستقلة	الأهمية importance	Importance normalisée الأهمية المعيارية	المدخلات /المتغيرات المستقلة	الأهمية importance	Importance normalisée الأهمية المعيارية
ت. الناقد	0.121	100.00%	ت.التنظيمي	0.086	71.70%
ت. المنطقي	0.098	81.50%	الدافعية	0.079	65.70%
ت الابتكاري	0.098	81.20%	ت.التشاركي	0.066	54.80%
ت.التجريدي	0.097	80.10%	ت.الاستنتاجي	0.062	51.60%
ت.الاستدلالي	0.097	80.00%	البنية المعرفية	0.062	51.20%
التعلم ذي المعنى	0.096	79.80%	ت.التشابهي	0.038	31.40%

نلاحظ من خلال الجدول أعلاه، والذي يمثل أهمية كل بعد في التنبؤ بالتفكير الرياضياتي لدى عينة الدراسة، أن من بين الأبعاد الإثنا عشر (12) تصدّر التفكير الناقد (8 بنود) سلم الأهمية بقيمة 0.121 ما نسبته 100%، ويليها كل من التفكير المنطقي (7 بنود)، التفكير الإبتكاري (5 بنود)، التفكير التجريدي (7 بنود)، ثم الإستدلالي (5 بنود) بنسب أهمية متقاربة بين 81.5%- 80%. وقد نعزو هذا الترتيب إلى عدة أسباب قد يكون أهمها عدد البنود، أي عدد المؤشرات/المدخلات، فقد تراوحت الأبعاد المتصدرة الأهمية عدد بنود بين 8- 5 بنود، ثم تلتها الأبعاد ذات بنود أقل وصلت إلى أقل نسبة أهمية قدرت بـ 31.4%.

3.6 البنية الجديدة لمقياس التفكير الرياضياتي بطريقة الشبكات الاصطناعية:



الشكل رقم (04): يمثل التحليل المفهومي لصورة مقياس التفكير الرياضياتي المطورة باستخدام الذكاء الاصطناعي (بطريقة بيرسبترون Perceptron (الشبكة العصبية الاصطناعية

التعريف الإجرائي للعوامل الكامنة: العامل الكامن الأول: تم تسميته "القوة الرياضياتية" والأبعاد المتشبعة هي: التفكير الابتكاري، التفكير التجريدي، التفكير التشاركي، والتفكير الاستنتاجي، بمجموع 20 مؤشرا، أما درجة القطع فهي كالتالي:

<46 قوة رياضية ضعيفة.	[46-52]: قوة ريا متوسطة.	≤ 53 : قوة رياضية جيدة.

العامل الكامن الثاني: تم تسميته "البنية الرياضياتية": والأبعاد المتشبعة هي: البنية المعرفية، التعلم ذي المعنى، التفكير التشابهي، ت.الاستدلالي، بـ14 مؤشرا.

<30 : بنية رياضياتية ضعيفة.	من [30-35]: بنية.ر متوسطة.	≤ 36: بنية رياضياتية جيدة. ≤

العامل الكامن الثالث "المناعة التفكيرية": والأبعاد المتشبعة هي: ت.التنظيمي، ت.المنطقي، ت.الناقد، والدافعية بـ 23 مؤشرا ومفتاح التصحيح كالتالي:

<51: مناعة تفكيرية ضعيفة	[51-59]: مناعة. ت متوسطة.	≤ 60: مناعة فكرية مرتفعة.

7. خاتمة: من خلال ما سبق في نتائج الدراسة الوصفية، نستنتج أن البنية العاملية لهذه النسخة من المقياس أظهرت درجة كبيرة من التكافؤ بين العوامل والأبعاد، من حيث مستوياتها وحتى درجة تفسيرها للعامل الكامن المتشبعة تحته، والعامل العام، وهذا قد يكون ناتج عن خصائص العينة المتسمة بالتجانس، وهذا يدفع الباحثة إلى الاعتقاد أن هذه النسخة من المقياس تستحق عينة أخرى لتبيان قدر أكبر لسياقات استخدامها وتفسيرها، حيث أن هذه النتائج متسقة مع ما ظهر في العلاقات بين الأبعاد والمقياس في النسخة الأصلية. أي أن النسخة المطورة تتميز بخصائص مكافئة للنسخة الأولية المطورة على العينة الأساسية، حيث أننا في تطويرنا لهذه النسخة تبنينا "العينة الأساسية" بالنظر لاختلاف الأسلوب الذي اتبعناه في استخراج النسخة المطورة أو الدليل أو النموذج العامليّ طبقا لخوارزمية الذكاء الاصطناعي، حتى نستطيع في ذات العينة أن نتأكد من صلاحية الأسلوب المتبع المتمثل في "تحليل الشبكة العصبية الاصطناعية". ومقارنة نتائجه بما سبق في صورته الأصلية. وهذا ما تم مع استنتاج أن الشبكة العصبية الإصطناعية عملت على تحسين النموذج من حيث تصنيف البيانات وتجميعها على العوامل حتى تقدم أكبر قدر من التنبؤ بالظاهرة موضع الدراسة. وعليه وبالرجوع إلى أمهات الكتب في علم القياس، يمكننا القول أن هذا النموذج العاملي المطور بالذكاء الاصطناعي يعتبر طريقة أخرى ذات كفاءة تقنية ومستوى ثقة جيد لقراءة الواقع وفهم الروابط المتجددة بين متغيراته ومؤشراته، وهذا ما تدعمه (آن، 1997) قائلة: "إن اختلاف الباحثين في إمكانية توصلهم إلى نماذج غير متشابهة لتنظيم القدرات يصبح أقل إرباكا إذا أدركنا أن السمات التي تتحدد من خلال التحليل العاملي هي مجرد تعبير عن الارتباط بين مقاييس السلوك، وهي ليست كينونات منطواة أو عوامل سببية، وإنما هي أقسام وصفية. لذلك، فإن من المعلوم أن المبادئ المختلفة للتصنيف ربما تنطبق على نفس البيانات، ومفهوم العوامل كأقسام وصفية كان واضحا من الكتابات المبكرة لكل من Thomson (1948)، Burt (1941,1944) ، و Vernon (1960) في انجلترا، وكذلك ر.س ترايون (1935) في أمريكا، وقد وجّه جميع هؤلاء الكتاب الانتباه إلى العناصر السلوكية الكثيرة والمتعددة، التي ربما تصبح منظمة في تجمعات من خلال الوراثة أو الصلات الخبرية". (آن، 1997، صفحة 397). ومن

هذا المنطلق، نستنتج أن هناك أكثر من صورة لهذه الارتباطات. وأكثر من تفسير للنموذج الواحد إذا طبق على أكثر من عينة. مما يشير إلى تعقد السلوك البشري العقلي خاصة، وتجدد مؤشراته وتشعب معانيها والمفاهيم التي تتخلق في طيات المزاوجة فيما بينها. وهذا ما يجعل توليد المعاني عملية مستمرة لا تتوقف إلا بإرادة قمعية/ صارمة وموضوعية لمن يتناولها في حدودها البحثية. وفي هذا الصدد تقول آناستازي: " ومن منظور عملي، فإن إحدى الميزات الرئيسية للاختبارات التي تبنى استنادا إلى نمط هرمي، هي أن مثل تلك الاختبارات تضم محتوى شاملا للاستعدادات، ومرونة الاستخدام وللمواءمة مع الأغراض الاختبارية المختلفة، يمكن أن يختار مستخدم الاختبار درجة كلية واحدة في بطارية، أو درجة أو أكثر في تجمع الاختبارات التي تقيس عوامل معرفة تعريفا ضيقا، وفي ظروف معينة، ربما تكون الدرجات في كل اختبار فرعي مفيدة في تحديد الضعف أو القوة في مهارات متخصصة. (آن، 1997، صفحة 396). ومن هنا يمكن أن نقترح استخدام هذه الصورة المستخرجة عن طريق الذكاء الاصطناعي على عينة جديدة بخصائص مختلفة عن العينة الحالية. فتطور خوارزمية الذكاء الاصطناعي مرتبط بحجم البيانات المعالجة والتي قدرت في عينتنا هذه بأكثر من 44184 معلومة (وهي عدد الخانات في قاعدة البيانات المستخدمة).

8. قائمة المراجع

الوهاب, ا .ج .(2013, 11) .الذكاء الاصطناعي وتحليل الشبكات العصبية .*المجلة العلمية لقطاع كليات التجارة .10* ,

آناستازي، سوزان بوراين آن. (1997). *القياس النفسي* (الإصدار الطبعة الأولى). (صلاح الدين محمود علام، المترجمون) أوكسفورد، الولايات المتحدة الأمريكية: دار الفكر ناشرون وموزعون.

باسي ابتسام. (2022). *دراسة تطبيقات التعلم العميق في مجال الذكاء الاصطناعي لإنجاز جهاز للكشف القناع الواقي*. الوادي: جامعة حمة لخضر.

بلقاسي, م .(2016) .*مدخل إلى الذكاء الاصطناعي* .éd)الطبعة الاولى .(مصر :دار الكتاب الجامعي.

ريتشارد سواينبورن. (2013). *العقل الدماغ والإرادة الحرة*. (مركز دلائل، المترجمون) مصر، جامعة أوكسفورد، الولايات المتحدة الأمريكية: مركز دلائل.

علي, س .ك .(2015) .*التنبؤ بالشبكات العصبية الاصطناعية كدعامة للمراجعة التحليلية في عملية التدقيق حالة مركب تكرير الملح E.NA.SEL بسكرة في الفترة .2014-2010*الجزائر: جامعة الجزائر.

يوسف عبد القادر، ثائر أحمد غباري. (2015). *البحث النوعي في التربية وعلم النفس* (الإصدار الطبعة الأولى). عمان، الأردن: مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع دار الاعصار للنشر والتوزيع.