Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (7), No. (1), Part (1): 103-125
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2025.7.2.6

Journal of Business Economics for Applied Research
مجلة اقتصاديات الاعمال للبحوث التطبيقية
ISSN 2709-6475

The Role of Artificial Intelligence in Advancing Actuarial Calculations: Challenges and Opportunities for Digital Transformation in the Insurance Industry*

Asst. Lec. Zena Abdulstar Allayla[(1)], Prof. Dr. Waheed Mahmood Al-Ibrahimi[(2)]

University of Mosul - College of Administration and Economics[(1),(2)]

(1) zenaallayla@uomosul.edu.iq, (2) dr.waheedramo@uomosul.edu.iq

Key words:

Artificial Intelligence, Machine Learning, Actuarial Computations, Insurance Industry, Risk Analysis, Big Data.

ARTICLE INFO

Article history:

Received	16 ***Jan***. 2025
Accepted	16 ***Feb***. 2025
Avaliabble online	30 ***Jun***. 2025

©2025 College of Administration and Economy, University of Fallujah. THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE.

e.mail cae.jabe@uofallujah.edu.iq

*Corresponding author:

Zena Abdulstar Allayla
University of Mosul

Abstract:

This research aims to explore the role of artificial intelligence, particularly machine learning techniques, in developing actuarial calculations and improving the accuracy and efficiency of risk analysis and decision-making in the insurance industry. Actuaries face numerous challenges in handling large and complex data using traditional methods, which have become insufficient to keep up with technological advancements. The study examines the role of artificial intelligence in advancing actuarial calculations and the insurance sector through innovative models and technical applications, while highlighting challenges such as privacy, bias, and the importance of developing actuaries' skills to adapt to digital transformation. The key findings derived from the analysis indicate that artificial intelligence enhances the efficiency of actuarial processes, allowing actuaries to focus on strategic analysis rather than routine tasks while improving transparency. The research proposes training actuaries in modern technological skills, developing regulatory policies to ensure transparency and fairness, and fostering collaboration between actuaries and technology developers. Additionally, the study provides a significant scientific contribution by offering a modern framework for advancing actuarial calculations using artificial intelligence, thereby supporting digital transformation in the insurance industry and effectively addressing future challenges.

*The research is extracted from a doctoral dissertation of the first researcher.

Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (7), No. (1), Part (1): 103-125
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2025.7.2.6

دور الذكاء الاصطناعي في تطوير الحسابات الإكتوارية
تحديات وفرص التحول الرقمي في صناعة التأمين*

م.م. زينة عبدالستار الليلة
كلية الإدارة والاقتصاد – جامعة الموصل
zenaallayla@uomosul.edu.iq

أ.د. وحيد محمود الابراهيمي
كلية الإدارة والاقتصاد – جامعة الموصل
dr.waheedramo@uomosul.edu.iq

المستخلص

يهدف البحث إلى استكشاف دور الذكاء الاصطناعي، لا سيما تقنيات التعلم الآلي، في تطوير الحسابات الإكتوارية وتحسين دقة وفعالية تحليل المخاطر واتخاذ القرارات في صناعة التأمين، إذ إن هناك العديد من التحديات التي يواجهها الإكتواريون في التعامل مع البيانات الضخمة والمعقدة باستخدام الأساليب التقليدية التي أصبحت غير كافية لمواكبة التغيرات التكنولوجية، ناقش البحث دور الذكاء الاصطناعي في تطوير الحسابات الإكتوارية وصناعة التأمين من خلال نماذج مبتكرة وتطبيقات تقنية، مع تسليط الضوء على التحديات مثل الخصوصية والتحيز، وأهمية تطوير مهارات الإكتواريين لمواكبة التحول الرقمي، إن أبرز الاستنتاجات التي تم استخلاصها مما تم تحليله أن الذكاء الاصطناعي يعزز كفاءة العمليات الإكتوارية ويتيح للإكتواريين التركيز على التحليل الاستراتيجي بدلاً من المهام الروتينية، مع تحسين الشفافية، يقدم البحث مقترحاً بتدريب الإكتواريين على المهارات التكنولوجية الحديثة، وتطوير سياسات تنظيمية لضمان الشفافية والعدالة، وتعزيز التعاون بين الإكتواريين والمطورين التكنولوجيين، ويقدم البحث إسهامًا علميًا مهمًا من خلال توفير إطار حديث لتطوير الحسابات الإكتوارية باستخدام الذكاء الاصطناعي، مما يدعم التحول الرقمي في صناعة التأمين ويواجه التحديات المستقبلية بكفاءة.

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي، التعلم الآلي، الحسابات الإكتوارية، صناعة التأمين، تحليل المخاطر، البيانات الضخمة.

المقدمة:

اعتمد العمل الإكتواري تاريخياً على مجموعة بيانات منظمة ذات حجم يمكن التحكم فيه، ومع ظهور البيانات الكبيرة والتقدم التكنولوجي، زاد حجم وتعقيد البيانات المتاحة للخبراء الإكتواريين بشكل كبير في الوقت الحاضر، مما يمثل فرصًا وتحديات جديدة لصناعة التأمين، في حين خدمت الأساليب التقليدية الصناعة بشكل جيد في الماضي، إلا أنها غالبًا لم تكن لتواكب عملية التعامل مع حجم البيانات الضخمة وغير المنظمة حالياً، وهذا يمثل فرصة للخبراء الإكتواريين للانتقال إلى أساليب جديدة يمكنهم من خلالها معالجة وتحليل المعلومات بشكل أكثر كفاءة وفاعلية.

إن تزايد انتشار المشاريع التحليلية المتقدمة في القطاع المالي، يُلزم الخبراء الاكتواريون باستيعاب البيانات الناتجة عن هذه المشاريع ودمجها بفعالية في عملياتهم التحليلية، ومن بين الأساليب المبتكرة التي تساعد في مواجهة هذا التحدي، تبرز نماذج اللغات الكبيرة - LLMs) (Large Language Models، وهي نماذج ذكاء اصطناعي متطورة شهدت استخدامًا متزايدًا في السنوات الأخيرة، يتم تدريب هذه النماذج على مجموعات بيانات ضخمة من النصوص، مما يمكّنها من فهم الأنماط والعلاقات اللغوية المعقدة، ومن الأمثلة البارزة على هذه النماذج BERT و-GPT 3، التي أثبتت فعاليتها في تحليل البيانات وتوليد النصوص بشكل دقيق ومتقدم**(Balona, 2023).**

* البحث مستل من أطروحة دكتوراه للباحث الأول.

لقد شهدت الفرق الاكتوارية تحولات كبيرة في استخدام التكنولوجيا، خاصة قبل تسعينيات القرن العشرين، حيث كانت أجهزة الكمبيوتر المركزية تُستخدم في تنفيذ معظم العمليات الحسابية الاكتوارية، ويمكن تلخيص هذه التحولات في المراحل التالية:

- **التحول الأول:** (حوالي عام 1992) مع تقديم متطلبات اختبار التدفق النقدي، التي تعتمد بشكل أساسي على الحوسبة، بدأ الخبراء الاكتواريون باستخدام حزم النمذجة لإجراء التحليلات، ما ساهم في تعزيز كفاءة عملياتهم.
- **التحول الثاني:** أدى تعقيد المتطلبات الجديدة، مثل تطوير AG 43 والنمذجة العشوائية، إلى الحاجة إلى قوة حسابية أكبر، مما استدعى تعاونًا أوثق بين الاكتواريين ومتخصصي تكنولوجيا المعلومات لضمان دقة وسرعة العمليات الحسابية.
- **التحول الثالث:** ساهمت الحاجة إلى بيئة أكثر تحكمًا وكفاءة في توجيه التحولات نحو تحسين العمليات، مع التركيز على استخراج النتائج خلال فترات زمنية قصيرة وتعزيز استدامة النمذجة الاكتوارية.
- **التحول الرابع:** أدى تطبيق المعيار الدولي لإعداد التقارير المالية رقم 17 (IFRS 17) عالميًا، إلى جانب LDTI على وفق لمبادئ المحاسبة المقبولة عمومًا في الولايات المتحدة، إلى إعادة تشكيل ممارسات إعداد التقارير المالية. أصبح من الضروري ليس فقط الوصول إلى النتائج بسرعة، ولكن أيضًا تحليلها وتفسيرها بوضوح وشفافية، ما تطلب شراكات واسعة، ليس فقط بين الاكتواريين وخبراء تكنولوجيا المعلومات، بل أيضًا مع مختلف الإدارات المالية لضمان تكامل البيانات ودقتها.

هذه التحولات تعكس التطور المستمر في استخدام التكنولوجيا في علم الاكتواريا، ما يعزز أهمية الذكاء الاصطناعي، وخاصة نماذج اللغات الكبيرة، في دعم عمليات التحليل واتخاذ القرار بشكل أكثر دقة وفعالية.

وفي سياق هذه التطورات، توسع استخدام التعلم الآلي ولاسيما في قطاع التأمين، ليشمل كل شيء من منهجيات تحليل التباين (ANOVA) إلى نماذج التصنيف باستخدام تقنيات نموذج المجموعة يُطبَّق بشكل متزايد أدوات مثل عملية اتخاذ القرار ماركوف (MDP) والشبكات العصبية الاصطناعية لتعزيز الدقة والكفاءة الحسابية. مما يعكس التحول المستمر نحو أتمتة العمليات وتحليل البيانات الضخمة بطرق أكثر تطورًا ودقة. **(Lozano, *et al.*, 2023)**

أولاً: منهجية البحث

1. مشكلة البحث:

تواجه الحسابات الإكتوارية التقليدية تحديات كبيرة نتيجة لتزايد حجم وتعقيد البيانات المتاحة، وهو ما يجعل الأساليب التقليدية أقل كفاءة ودقة في تحليل هذه البيانات، ومع ظهور تقنيات الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة، برزت إمكانيات جديدة لتحسين الدقة والكفاءة، إلا أن هناك فجوة معرفية حول كيفية تبني هذه التقنيات بشكل منهجي في العمل الإكتواري، هذه المشكلة تثير الحاجة إلى استكشاف كيفية دمج الذكاء الاصطناعي في النماذج الإكتوارية لتلبية المتطلبات المتزايدة لصناعة التأمين وضمان الاستدامة في ظل التطور التكنولوجي السريع.

وعليه تبرز مشكلة البحث عبر التساؤل البحثي الرئيسي الآتي:

"هل تسهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تطوير الحسابات الإكتوارية وتحسين دقة وفعالية تحليل المخاطر واتخاذ القرارات الإكتوارية؟"

وتنبثق منه التساؤلات البحثية الآتية:

1. كيف يمكن للذكاء الاصطناعي تحسين دقة وكفاءة الحسابات الإكتوارية في مجال التأمين؟

2. ما هي أبرز التحديات التي تواجه الإكتواريين في تبني واستخدام الذكاء الاصطناعي لتطوير الحسابات الإكتوارية؟
3. كيف يمكن تفسير وتحليل قرارات النماذج الإكتوارية المعتمدة على التعلم الآلي لضمان الشفافية والموثوقية؟
4. ما هي أفضل استراتيجيات تطوير نماذج التعلم الآلي لتحليل المخاطر وتقدير الاحتياطيات في صناعة التأمين؟
5. ما هو الدور المستقبلي للإكتواريين في ظل التحولات الرقمية والاعتماد المتزايد على الذكاء الاصطناعي في قطاع التأمين؟

2. أهداف البحث:

يسعى البحث إلى تحقيق الهدف الرئيسي والمتمثل بتطوير الحسابات الإكتوارية باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة لتحسين دقة التقديرات الإكتوارية وكفاءة عمليات صناعة التأمين.

ويمكن تحقيق الهدف الرئيسي للدراسة من خلال تحقيق مجموعة من الأهداف الفرعية الآتية:

1. استكشاف استخدام الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة في تطوير الحسابات الإكتوارية.
2. تحسين دقة وكفاءة التقديرات الإكتوارية من خلال تطبيق نماذج الذكاء الاصطناعي المتقدمة.
3. تحليل تأثير التكنولوجيا الحديثة على صناعة التأمين ودور الإكتواريين في تعزيز فعالية عمليات إدارة المخاطر.

3. أهمية البحث:

يكتسب البحث أهميتهُ من خلال:

1. يسهم البحث في تسليط الضوء على الإمكانات الجديدة التي يتيحها الذكاء الاصطناعي لتحسين فهم الحسابات الإكتوارية.
2. يعزز فهم كيفية تكيف مجال الإكتواريا مع التكنولوجيا الحديثة لتلبية احتياجات صناعة التأمين المتطورة.
3. يقدم تحليلات متقدمة لتعزيز إدارة المخاطر وتحسين تسعير التأمين.

4. فرضية البحث:

تتمثل فرضية البحث في أن "دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي في الحسابات الإكتوارية يساهم في تحسين دقة العمليات، وتقليل التكاليف، وزيادة الكفاءة في صناعة التأمين".

ثانياً: مراجعة الادبيات:

يتناول هذا القسم الجهود البحثية المتعلقة بالذكاء الاصطناعي والحسابات الاكتوارية إذ تم نشر العديد من الدراسات التي تسلط الضوء على الحسابات الاكتوارية وتطبيقات الذكاء الاصطناعي في شركات التأمين، واعتمد الباحثون على خوارزميات متنوعة لتحليل البيانات وتقدير أقساط التأمين ومن هذه الدراسات:

دراسة **(Alcaide & Gonçalves, 2023):** ركزت على تحسين التنبؤ بإلغاء وثائق التأمين على الحياة باستخدام خوارزميات تعلم الآلة، بهدف مساعدة شركات التأمين في الاحتفاظ بالعملاء وتقليل الخسائر، أظهرت خوارزميات Extreme Gradient Boosting و C5.0 أفضل أداء، وحددت سمات رئيسية ذات قوة تنبؤية عالية، أشارت الدراسة إلى الحاجة لأبحاث مستقبلية تعتمد على بيانات أكثر تنوعًا.

وتناولت دراسة **(Zarifis & Cheng, 2023)**: تأثير الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات على نماذج الأعمال الناشئة في صناعة التأمين، طورت نموذجًا بأربع فئات لاعتماد الذكاء الاصطناعي، ودرست تطبيقه في 20 شركة تأمين. أظهرت النتائج دور الذكاء الاصطناعي في تحسين العمليات وتطوير الأعمال، مؤكدة أهمية التحول الرقمي المستدام لتعزيز الكفاءة التشغيلية وبناء شركات تأمين متقدمة تعتمد على الذكاء الاصطناعي.

وتعرض دراسة **(Kiermayer, 2022):** دور التعلم الآلي والعميق في مواجهة تحديات صناعة التأمين، مثل تجميع العقود وتحليل الامتثال، مع تحسين نماذج تقليدية كـ GLM باستخدام تقنيات متطورة كالشبكات العصبية و .XGBoost أبرزت النتائج أن التعلم العميق يحسن دقة التوقعات، خاصة في الأحداث النادرة كانسحاب العملاء، مما يعزز كفاءة العمليات ورأس المال في قطاع التأمين.

وتناولت دراسة **(Szepesváry, 2022)**: دور التكنولوجيا والأساليب الكمية في تطوير صناعة التأمين، مع تحسين نمذجة التدفقات النقدية وتسعير المنتجات، استعرضت تطبيق محاكاة مونتي كارلو وتحليل سلاسل الزمن في التأمين على الحياة، واستخدام خوارزميات مثل الغابات العشوائية والشبكات العصبية في نمذجة المطالبات بالتأمين على غير الحياة. خلصت إلى أن التكنولوجيا تعزز دقة النماذج، فعالية التسعير، وفهم سلوك العملاء، مما يرفع كفاءة القطاع.

واستهدفت دراسة **(ul Hassan, et al., 2020)**: تحسين التنبؤ بتكاليف التأمين الصحي عبر مقارنة أداء تسع خوارزميات تعلم آلي باستخدام بيانات Kaggle أظهر نموذج تعزيز التدرج العشوائي (SGB) أفضل أداء بدقة 86%، وقيمة تحقق متقاطع 0.858، وRMSE بلغ 0.340 أكدت الدراسة أهمية التعلم الآلي في تحسين التنبؤات المالية وأوصت بتطوير نماذج أكثر دقة مستقبلاً.

كما تناولت دراسة **(Ramo, 2019):** المشاكل المرتبطة بالنمو الهائل للبيانات وعدم كفاية أنظمة المعلومات المحاسبية التقليدية في تلبية متطلبات بيئة الأعمال الحديثة، واقترحت أن تنقيب البيانات في المحاسبة قد يكون مفيدًا في زيادة توفر البيانات وتقليل الجهد المبذول لجمع البيانات، فضلاً عن زيادة استخدام أساليب الذكاء الاصطناعي للمساعدة في عملية صنع القرار، ونتيجة للدراسة، أوصت باستخدام نموذج متعدد الطبقات Perceptron في SPSS للمساعدة في اختيار المشاريع في المجالس الإقليمية.

ثالثاً: محاور البحث:

يمكن تحقيق أهداف البحث من خلال التطرق الى المحاور الأتية:

1. التطورات الحديثة في الذكاء الاصطناعي وتأثيرها على العلوم الإكتوارية وصناعة التأمين

إن التأمين هو أداة للنمو والاستدامة على حد سواء في الاقتصاديات الصاعدة والنامية، إذ إنه يعزز الاستقرار الاقتصادي للأشخاص والمنظمات بالإضافة إلى دعم جهود الحكومات من خلال تحمل المخاطر ونشرها في جميع أنحاء السوق. **(Al Omari & Jaber, 2023)**

إن التغيرات المتسارعة في عالم المال والتأمين على الحياة يجعل من الضروري إعادة تقييم وإعادة صياغة نماذج رياضيات الحياة والمخاطر الطارئة، إذ يعد هذا الوقت المناسب لضبط تلك النماذج بما يتماشى مع التطورات في المنتجات والعلوم والتكنولوجيا، بمشاركة الخبراء الإكتواريين الحاليين والمستقبليين، إذ يُطبق الخبراء الإكتواريون مجموعة واسعة من المبادئ والتقنيات العلمية المستمدة من مختلف التخصصات، وذلك للتعامل مع المشكلات التي تنطوي على المخاطر وعدم اليقين والتمويل بغية مواكبتهم للتطورات في السوق والتكنولوجيا، إذ يمكن للخبراء

الإكتواريين تطبيق أحدث الأساليب والأدوات لتحليل وتقدير المخاطر وإدارتها بكفاءة أكبر، مما يسهم في تحسين صناعة التأمين والمالية بشكل عام.**(عباد وأخرون، 2019)**

تعد الإكتوارية من بين أهم المهن المطلوبة والمرغوبة للدراسة، ففي عام 2006، أصدرت مجلة "يو أس نيوز" تقريراً يفيد بأن مجال الإكتوارية يتصدر قائمة أفضل 25 مهنة متوقع انتشارها في المستقبل، وأكدت دراسة أُجريت في عام 2010 بواسطة "جوب سبرش" أن مهنة الإكتواريين تحتل المرتبة الأولى في الولايات المتحدة، وتم تصنيف هذه المهنة وفقًا لعدة معايير مثل توقعات التوظيف، الدخل، البيئة، والمتطلبات البدنية والاجتهاد، ففي عام 2012 حققت هذه المهنة المرتبة الثالثة من حيث الأهمية والإقبال على سلم الوظائف في جميع أنحاء العالم. **(Sinai, 2018)**

إن صناعة التأمين هي الأكثر طلبا على الاستشارات الإكتوارية، والرابطة الإكتوارية الدولية هي الأقدم، إذ تم إنشاؤها عام 1895 وتمثل الجمعيات الإكتوارية المهنية المحلية والإكتواريين الأفراد، وهو يمثل عمل (IAA) لتشجيع وتطوير هذه المهنة.

تشير (IAA) إلى "الرابطة الدولية للإكتواريين"، وهي منظمة دولية تمثل مجتمع الإكتواريين حول العالم، تأسست الرابطة الدولية للإكتواريين International Actuarial (Association) في عام 1895، وتهدف إلى تعزيز وتطوير مهنة الإكتواري وتعزيز المصلحة العامة في مجال التأمين والتقاعد والمجالات ذات الصلة.

وتقوم (IAA) بتقديم دعم فني واستشاري للإكتواريين وتعمل على تعزيز المعايير المهنية والأخلاقيات في المهنة، كما تشارك في تطوير المعايير الدولية للإكتواريين وتعزيز التعاون وتبادل المعرفة بين المهنيين في مختلف أنحاء العالم، إن (IAA) معترف بها مهنيًا و موثوقة، وتضمن المصلحة العامة، ويوضح المعيار الدولي للممارسة الإكتوارية (ISAP 1) الممارسات الإكتوارية العامة للخبراء الإكتواريين، وعلى هذا الاساس الإكتواري يقوم بتقديم الخدمات الاستشارية لجميع كيانات الأعمال، ووفقاً لما ورد في معيار المحاسبة الدولي رقم 17 "عقود التأمين"، فإن القيمة الإكتوارية الإضافية للخدمات الاستشارية للشركات هي القدرة على الحصول على تقديرات دقيقة للمنتج الحالي أو قيم الخدمة مع مراعاة المخاطر المستقبلية، فضلا عن مؤشرات العرض، وفي المستقبل يمكن لإدارة الكيانات التجارية أن تساعد في التخطيط المالي الذكي وتحقيق المكاسب والتوصيات لاستخدام الاستثمارات المخصصة في القنوات منخفضة المخاطر **(Abass & Hasan, 2022)**

إن المعيار الدولي لإعداد التقارير المالية رقم 17 "عقود التأمين"، الصادر في 18 مايو 2017، قد أحدث تحولاً تاريخياً في طريقة تقديم البيانات المالية التقليدية، يهدف هذا المعيار إلى توفير معلومات أكثر شفافية وجودة، بهدف تحقيق أدق تصوّر لمستخدمي البيانات المالية، لكي يكونوا قادرين على تقييم تأثير العقود التي تندرج ضمن نطاق المعيار على الوضع المالي والأداء المالي للشركة في الوقت المناسب، يبرز هذا المعيار أيضاً مرونة العصر الجديد في المحاسبة، إذ يعتمد على معايير قائمة على المبادئ العامة.**(IFRS 17, 2017)**

ومع تقدم الاتصالات والتجارة الإلكترونية وتبني معايير التقارير المالية الدولية، شهدت صناعة التأمين في العراق اهتمامًا متزايدًا بعد إهمالها السابق، إذ تعاني الصناعة من نقص الوعي المجتمعي وضعف الخبرة الاكتوارية، مما يستلزم الاعتماد على خبراء خارجيين لتحديد التعويضات.**(Abass & Hasan, 2022)**

وتؤدي التقنيات الرقمية دورًا حاسمًا في تحسين العلاقات وتقديم الخدمات في مجموعة متنوعة من القطاعات، بدءًا من الإنتاج وصولاً إلى التعليم والاقتصاد، هذه التقنيات تفتح آفاقًا جديدة لتطوير الاتصالات، وتعزيز قوة الحوسبة، وتحسين الخدمات، وتطوير الأنظمة في مجال تبادل المعلومات، ويعد الكثير من الباحثين الذكاء الاصطناعي (AI) تكنولوجيا رئيسية في الثورة الصناعية الجديدة، إذ يمكن أن يغير التفاعل بين مشاركي الأعمال والمجتمع بأكمله. **(Kulkov,**

(2023) وفي السنوات الأخيرة، شهدنا تطورًا سريعًا لهذه التقنيات الرقمية، إذ تم تطبيقها بنشاط في مختلف جوانب حياتنا، بما في ذلك الجانب الاقتصادي.**(Skryl & Hlushko, 2023)**

وخلال الخمسة وعشرين عامًا الماضية، نجح علماء الكمبيوتر والإحصائيون في تطوير خوارزميات تعلم الآلة قادرة على نمذجة التحولات والتفاعلات غير الخطية بين ميزات الإدخال على الرغم من استخدام خبراء التأمين بشكل شائع نماذج الانحدار الخطي العامة في ممارساتهم، إلا أنهم بدؤوا في السنوات الأخيرة بدراسة هذه الخوارزميات الحديثة لمواجهة المهام المتعلقة بالتأمين.

الهدف من هذا استعراض تطبيقات تعلم الآلة في ميدان علم التأمين وتقديم الكيفية التي يتم من خلالها تقييم الأسعار واحتساب الاحتياطيات. **(Blier *et al.*, 2020)**

تُظهر صناعة التأمين، مثل العديد من الصناعات الأخرى، تبني حلا ذكيًا ومؤتمتًا لتعزيز جودة حياتنا وتجربة العملاء وكفاءة العمل وزيادة الأرباح، على الرغم من وجود العديد من الأمثلة على تطبيقات التأمين وتقنيات الذكاء الاصطناعي في وسائل الإعلام التجارية وعروض مؤتمرات الصناعة، إلا أن هناك قلة من التحليلات المفصلة للذكاء الاصطناعي في مجال التأمين التي تأخذ منظورًا شاملاً وتصوِّر كيفية ارتباط مجموعة متنوعة من مشروعات الذكاء الاصطناعي الجديدة ببعضها البعض، وتوضيح تأثيراتها طويلة الامد على شركات التأمين والأسواق وعلى وجه التحديد، هناك قلة في دراسات الحالة التفصيلية، التي تعتبر ذات قيمة في استكشاف الظواهر الجديدة والناشئة فهي تمكن الباحثين من تحليل التكنولوجيا في سياقها، وفهم مصادر البيانات الغنية، بما في ذلك المعرفة والخبرة التي يمتلكها المديرون الذين يتعاملون مع تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي، إلى جانب قضايا التنظيم والاستراتيجية. **(Holland, 2022)**

ومن أجل أتمتة وتبسيط العمليات الجارية، بدأت شركات التأمين في استخدام التقنيات المبتكرة بنشاط من خلال تبني الحلول التكنولوجية الحديثة تشمل هذه الحلول استخدام روبوتات الدردشة، ومعالجة البيانات في السحابة، وتقنيات تحتوي على عناصر الذكاء الاصطناعي علاوة على ذلك، قامت تقنيات التأمين (Insurance techniques) بتوفير مرونة كبيرة في تقديم القيمة عبر مختلف مراحل دورة حياة مطالبات التأمين، ومع ذلك، فإن هذا التقدم يشهد تحولات جذرية في سوق التأمين، وباستخدام الأدوات التكنولوجية، يمكن للشركات تغيير نوعية الخدمات وزيادة كفاءتها. **(Skryl & Hlushko, 2023)**

إن الاهتمام بتكنولوجيا التعلم الآلي ونماذج البيانات الكبيرة يظهر أهمية متابعة التطورات التكنولوجية في هذا المجال والتفكير في كيفية تطبيقها بشكل أفضل في مجال التأمين وتحسين عمليات تقدير الأسعار وإدارة المخاطر.**(Blier *et al.*, 2020)**

فالذكاء الاصطناعي يقوم بتحويل طريقة عملنا وحياتنا الشخصية بشكل جذري، وحسب الدراسات وبشكل عام البرمجيات تأخذ مكانًا أكبر في العديد من العمليات داخل المؤسسات، وغالبًا ما تغيّر نماذج الأعمال الخاصة بها، هذا التحول الرقمي يُلاحظ أيضًا في مجال التأمين.

إن تأثر الذكاء الاصطناعي في مجال التأمين يشبه بعض الجوانب لقطاعات أخرى من الاقتصاد، ولكنه مختلف في جوانب أخرى، التأمين يتميز بخصوصياته الخاصة والأحداث مثل تحويل الذكاء الاصطناعي، والركود، والأوبئة كلها تؤثر عليه بطرائق مختلفة، لذلك من الضروري فهم كيفية اعتماد الذكاء الاصطناعي وكيف سيؤثر ذلك على نماذج الأعمال في مجال التأمين، فضلاً عن أنهُ يجب أن تكون نماذج أعمال شركات التأمين فعّالة ومتينة، لأن التأمين يواجه العديد من التحديات، مثل زيادة حالات الأوبئة، والتغييرات المستمرة في اللوائح، وتغير المناخ، والظروف الجوية غير المتوقعة، والمنافسة الشديدة وهناك العديد من الفرص المقدمة من التكنولوجيا مثل الذكاء الاصطناعي، والبيانات الضخمة، والحوسبة السحابية، وإنترنت الأشياء، والبلوكتشين، والجيل الخامس، التعلم الآلي والتعلم العميق يقدمان إمكانيات للتعلم بشكل إشرافي أو غير إشرافي، مما يجعل الذكاء الاصطناعي أكثر قدرة وأكثر إمكانية للمؤسسات كل هذه التقنيات المستقلة تتلاقى معًا، مما يخلق تآزرًا ويعزز تأثيرها.

إن مزودي التأمين لديهم دور في تشكيل الذكاء الاصطناعي وتأثيره، بالإضافة إلى ذلك، المستهلكين والحكومة لديهما أيضًا أدوارهما، تحتاج الحكومة إلى تطوير وتكييف القوانين واللوائح، إذ يواجه مزودو التأمين تحديات اجتماعية وتقنية داخل المؤسسة عند التعامل مع الذكاء الاصطناعي، وهذه التحديات قد تشمل البيانات والأفراد والعمليات، وبسبب الدور المتزايد للتكنولوجيا، هناك أيضًا دور متزايد لمزودي التكنولوجيا، لذا يحتاج موظفو شركات التأمين إلى اكتساب مهارات وتدريب جديد لتنفيذ الذكاء الاصطناعي.

وعندما ننظر إلى قطاع التأمين ككل، يجب أن ندرك وجود فرق بين شركات التأمين التي تسعى لتقديم جميع خدمات التأمين للمستهلك وتلك التي تركز بشكل أساسي على نوع واحد من التأمين، وفي اقتصاد معتمد على البيانات تصبح البيانات ومصادرها وكيفية استخدامها وسيلة أخرى لشرح نموذج الأعمال وتصبح قدرة استخدام البيانات والتكنولوجيا الأخرى مثل إنترنت الأشياء والبلوكتشين أكثر أهمية اليوم مما كانت عليه في الماضي حاليًا معظم تنفيذات الذكاء الاصطناعي تستبدل بعمليات محددة كانت تواجه تحدي. **(Zarifis & Cheng, 2023)**

لذا نستنتج مما سبق: أنَّ الممارسة الإكتوارية والتكنولوجيا لديها تآزر لا يمكن إنكاره، ومع وجود تقنيات الذكاء الاصطناعي، اكتسب الخبراء الإكتواريون أداة لتحسين سرعة ودقة عملهم إلى جانب زيادة الوصول إلى البيانات، الأمر الذي جعلها أداة حيوية قدمت للخبراء الإكتواريين إمكانيات لتحسين أدائهم بشكل كبير، إذ إن هذه التقنيات ليست مقتصرة على القيام بتسريع سرعة العمل وزيادة دقته، ولكنها أيضًا توفر زيادة في إمكانية الوصول إلى البيانات.

2. دور الذكاء الاصطناعي في تطوير صناعة التأمين والخدمات المالية

في الوقت الحالي، يتعلق العمل الإكتواري في مجال الذكاء الاصطناعي أساسًا بتطوير وكلاء ذكاء اصطناعي لأداء مهام معينة، بعضها قد يكون من الصعب أداؤه بشكل فعّال من قبل إكتواري بشري، وبعض هذه المهام قد لا تُنفذ على الإطلاق في غياب التكنولوجيا الذكية الاصطناعية، نظرًا لتعقيدها والوقت والجهد الضخم الذي سيكون مطلوبًا لإتمامها بدون استخدام الذكاء الاصطناعي. **(Yeo *et al.*, 2019)**

ومع زيادة الحاجة إلى التقارير المالية واهتمامات السيولة المستمرة، يواجه الخبراء الإكتواريون الحاجة، أكثر من أي وقت مضى، لتقديم تقديرات موثوقة لتكاليف المطالبات والاحتياطات.**(Mahohoho, et al., 2023)** تقدم التقنيات المتقدمة في مجال الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة، فرصًا كبيرة لتغيير البيئة التي يعمل فيها الإكتواريون، إذ إن التقدم السريع في مجال الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي يفتح أبوابًا جديدة لإبتكار المنتجات والخدمات، هذا التطور ليس مقتصرًا على تغيير بيئة العمل للخبراء الإكتواريين فقط، بل يوفر أيضًا فرصًا جديدة في مجال العلوم الإكتوارية، تعتمد هذه التطورات على نهج حديث لتصميم وتنفيذ وتطبيق الشبكات العصبية، المعروف باسم "التعلم العميق"، وبالتالي يهدف إلى استكشاف كيفية تكيف مجال العلوم الإكتوارية مع هذه التقنيات والمنهجيات الجديدة في السنوات القادمة.

"التعلم العميق" هو نهج حديث في تصميم وتكوين الشبكات العصبية يعتمد على الابتكارات في منهجيتهُ، وعلى مجموعات من البيانات الضخمة جداً وزيادة كبيرة في قوة الحوسبة المتاحة عبر وحدات معالجة الرسومات (GPUs Graphics Processing Units).

وعلى الرغم من أن الشبكات العصبية ليست مفهومًا جديدًا، إلا أن "هذه المرة مختلفة" وأن البحث الحالي في مجال التعلم العميق يستحق انتباه المجتمع الإكتواري، ليس فقط من أجل فهم التقنيات الكامنة وراء التقدم الأخير في مجال الذكاء الاصطناعي ولكن أيضًا لتوسيع إمكانيات الإكتواري ونطاق العلوم الإكتوارية، على الرغم من أن الإكتواريين قد سمعوا عن الإشارات إلى الشبكات العصبية على مر السنين، وربما قد قاموا حتى بالتجربة بهذه النماذج، إلا أنَّ هذه الفترة الحالية لتطوير الشبكات العصبية أنتجت أساليب فعالة وعملية لتناسب الشبكات العصبية، التي

ظهرت كنماذج مرنة قادرة على دمج مجموعة متنوعة من البيانات، سواء الهيكلية أو غير الهيكلية، في عملية النمذجة الإكتوارية، علاوة على ذلك، فإن حزم البرمجيات للتعلم العميق، تجعل استخدام هذه النماذج عمليًا.

في السابق، كانت أنظمة الذكاء الاصطناعي قادرة على حل المشكلات الرياضية المعقدة ولكن كان من الصعب عليها مواجهة مهام معقدة يقوم بها البشر بشكل ذكي، مثل التعرف على الصور في مجال التأمين، وايضاً من الصعب أتمتة تحويل المعرفة المكتسبة مسبقًا بواسطة الإكتواريين إلى نموذج مناسب للتحفظ.

وفي معظم الحالات، يتعين على البشر تصميم البيانات المستخدمة في أنظمة التعلم الآلي لمواجهة المهام المعقدة، وهذا بحاجة إلى جهد كبير ومعرفة مسبقة، التعلم العميق يعطي الأنظمة القدرة على تصميم ميزات بشكل تلقائي، مما يساعد في توسيع نطاق ما يمكنها التعامل معه من مهام معقدة. **(Richman, 2018)**.

التأمين هو فن تسعير المخاطر من أجل تقديم تغطية تأمين لنشاط معين، يحاول المؤمِنون توقع احتمالية أن يتعرض حامل الوثيقة الخاصة بنشاط معين للضرر، وتوقع حجم هذا الضرر المتوقع في حال حدوثه، يساعد العلم الإكتواري في حساب هذه الاحتمالية من خلال جمع وتحليل ملامح وتجارب محتملة لحامل الوثيقة ونشاط محدد من أجل تحقيق الفوائد المرتبطة بتجميع وتجزئة المخاطر، يكون المؤمنون متحفزين لإقامة تصنيف دقيق يعتمد على المخاطر التنبؤية لحامل الوثيقة تنبع هذه الفوائد من حقيقة أن التصنيف الدقيق سيمكن المؤمنين من إضافة حملة وثائق ذوي مخاطر أقل إلى مجموعة مخاطرهم وبالتالي تقليل مستوى المخاطر للمؤمَنَين الخاصين بهم من خلال فرض أقساط دقيقة، وهذا سيؤدي إلى دفع أدنى للحوادث المتجسدة، مما يعني ربحًا أقصى للمؤمَنَ تسمى هذه الطريقة "تصنيف المخاطر" ولها تبريران رئيسان عامان: **(Lior, 2022)**

أولاً: يمكن للمؤمَنين محاربة اختيار التعويضات الضارة بشكل أفضل إذا كانوا قادرين على ضبط أقساطهم بدقة بناءً على تصنيف المخاطر هذا بالتالي يتيح للمؤمَنَين التأكد من أن حملة الوثائق ذوي المخاطر المنخفضة يدخلون إلى مجموعة تأمينهم عن طريق تحديد أقساط جذابة وعادلة لوثائقهم.

ثانيًا: يعد تصنيف المخاطر أداة جيدة لتخفيف الأضرار التي قد تنشأ بسبب المخاطر الأخلاقية إذ تعكس الأقساط المصنفة حسب المخاطر مستوى الخطورة المخصصة للمؤمَنَين، مما يحثهم على خفض ذلك المستوى للاستمتاع بأقساط أفضل (بشرط أن لديهم السيطرة على الميزات التي تم استخدامها لهذه العملية التصنيفية).

إن تأثير النمو المتسارع للذكاء الاصطناعي على مدى السنوات العديدة الماضية يُكمن جزئيًا إلى انتشار مجموعات البيانات الكبيرة، التي يمكن لشركات التكنولوجيا تدريب الذكاء الاصطناعي من خلالها باستخدام تقنيات التعلم الآلي أو التعلم العميق، إذ إنهُ بدون مجموعات البيانات الكبيرة، لن يكون للذكاء الاصطناعي القوة الهائلة التي هو عليها اليوم، قدرة الذكاء الاصطناعي على تحديد تشابكات جديدة بين المعلومات المجمعة وفرص الخسارة تقوم بثورة في ممارسات أعمالهم في صناعة التأمين، بالإضافة إلى تعزيز قدرة المؤمنين على تحديد أقساط أكثر دقة، التي يتيحها لهم الذكاء الاصطناعي، فضلا عن ذلك يتضمن فكرة تخصيص وتفريد السياسات للأفراد الذين يتمتعون بمواصفات فردية محددة وكشف الغش بشكل أسهل، بالإضافة إلى الأنشطة الأخرى التي يمكن أن تحسن كفاءة العمليات العامة للتأمين – من شراء وثيقة التأمين إلى تقديم مطالبات التعويض. **(Lior, 2022)**

لقد جعلت وفرة البيانات أدوات إدارة البيانات مثل الذكاء الاصطناعي أكثر أهمية، إذ تقوم شركات التأمين الآن باستخدام الوسائط وأجهزة الاستشعار والأخبار وتقارير الطقس وما إلى ذلك، وذلك بفضل الذكاء الاصطناعي حتى النماذج الإحصائية تفشل في التعامل مع مثل هذا الكم الهائل من البيانات، الذكاء الاصطناعي قادر على التنفيذ والتحليل والتجميع بسرعة مستحيلة بالنسبة للبشر،

شركات التأمين تستخدم المنصات الرقمية لتوفير واجهة أفضل للعملاء، لقد اعتمدت معظم شركات التأمين التقنيات الرقمية مثل الذكاء الاصطناعي وروبوتات الدردشة.

يشهد المشهد الحالي تغيرات جوهرية في السلوك البشري، حيث تقلص الوقت المتاح للأفراد، مما أدى إلى عزوفهم عن انتظار وكلاء التأمين التقليديين، وبدلاً من ذلك، بات العملاء يعتمدون بشكل متزايد على المنصات الرقمية لاستكشاف منتجات التأمين، وفهم سياساتها، وتقييم مدى ملاءمتها لاحتياجاتهم، وحتى إتمام عمليات الشراء بشكل مستقل، في هذا السياق، يُعد الذكاء الاصطناعي أداةً فعالةً في استغلال البيانات الضخمة المتاحة بكفاءة، إذ يتيح تصميم سياسات تأمينية مخصصة تلبي الاحتياجات الفردية وتتناسب مع الميزانيات المتاحة، فضلاً عن تقليل الوقت اللازم لتقديم تقديرات دقيقة لأسعار التأمين.

تعتمد صناعة التأمين الحديثة على كمٍّ هائلٍ من المعلومات الرقمية التي يتم جمعها من مصادر متعددة، بما في ذلك البيانات الخاصة وأتمتة العمليات وتحليل الصوت والفيديو، وذلك بهدف تحسين جودة المنتجات وتعزيز رضا العملاء، وقد أصبح المستهلكون أكثر وعياً بمقارنة المنتجات التأمينية المتاحة، مما دفعهم إلى اتخاذ قراراتهم بناءً على تحليل شامل لمزايا العروض المختلفة، كما أن التحول نحو الأتمتة والذكاء الاصطناعي في قطاع التأمين مكَّن العملاء من الحصول على معالجة أسرع للمطالبات، والاستفادة من الخدمات على مدار الساعة، مما ساهم في تعزيز كفاءة اتخاذ القرارات التأمينية.

لقد ساهمت التقنيات الناشئة، مثل التحليلات الذكية المتقدمة والروبوتات والذكاء الاصطناعي والتعلم العميق، في تحسين قطاع التأمين وجعله أكثر شفافية وأقل تعقيدًا، وفي هذا السياق، برزت روبوتات الدردشة المدعومة بالذكاء الاصطناعي كمكون أساسي في تحسين تجربة العملاء، حيث تم اعتماد المساعدين الافتراضيين بشكل متزايد من قبل شركات التأمين لتقديم خدمات سريعة وفعالة، وتتميز هذه الروبوتات بقدرتها على معالجة اللغة الطبيعية وتحليل مشاعر المستخدمين، مما يمكنها من فهم استفسارات العملاء بدقة وتقديم المعلومات المناسبة لهم على مدار الساعة. ومن الأمثلة على الشركات التي تبنت هذه التقنية Startup Lemonade, Geico, Allstate, و Lincoln Financial. **(Fernández, 2019)**

تشير التقارير الصادرة عن كبرى شركات الاستشارات العالمية، مثل KPMG، إلى تزايد الاستثمار في تقنيات التأمين منذ عام 2015، حيث اجتذبت الشركات الناشئة في هذا المجال أكثر من 1.7 مليار دولار من الاستثمارات العالمية بحلول عام 2016. كما تسعى شركات التكنولوجيا المالية، مثل Simplesurance (وهي شركة تكنولوجيا مالية مقرها في برلين ألمانيا تأسست عام 2012 وهي متخصصة في توفير حلول التأمين الرقمية للشركات والمتاجرة عبر الانترنت) إلى توفير حلول تأمينية رقمية مبتكرة تلبي الاحتياجات الفردية للعملاء في مختلف الأسواق، من خلال تقديم تغطيات تأمينية مخصصة عند نقطة البيع.

من ناحية أخرى، يُعَدّ الذكاء الاصطناعي محركًا رئيسيًا للتحولات التي تشهدها الخدمات المالية، حيث يُعد القطاع المالي من أكبر المستثمرين في هذه التقنية، وقد بدأ استخدام الذكاء الاصطناعي في المؤسسات المالية مع صناديق التحوط وشركات التداول عالية التردد (HFT)، لكنه سرعان ما توسع ليشمل قطاعات أخرى مثل البنوك، وشركات التأمين، والجهات التنظيمية، ومنصات التكنولوجيا المالية المختلفة، وتشمل أبرز تطبيقاته في هذا المجال التداول الخوارزمي، وتكوين المحافظ الاستثمارية وتحسينها، وتقديم الخدمات الاستشارية الروبوتية، وتطوير مساعدي العملاء الافتراضيين، وتحليل الأسواق المالية، بالإضافة إلى استخدام تقنيات تحليل البيانات الضخمة لتعزيز الكفاءة التشغيلية. **(Fernández, 2019)**

يستنتج مما سبق كيف يتفاعل مجال العلم الإكتواري مع التقدم المتسارع في الذكاء الاصطناعي في صناعة التأمين، إذ يعد العلم الإكتواري فنًا يعتمد على تقدير وتسعير المخاطر، يسهم هذا المجال في حساب احتمالية حدوث حوادث أو أضرار لحاملي الوثائق التأمينية نتيجة

لأنشطة محددة، ومن أجل تحقيق فوائد تجميع وتجزئة المخاطر يُحرص مقدمو التأمين على إنشاء تصنيف دقيق يعتمد على تقدير المخاطر التنبؤي لحاملي الوثائق يأتي هنا الدور الحيوي الذي يؤديه الذكاء الاصطناعي في تعزيز فعالية هذه العمليات، إذ يمكنه تحسين دقة تصنيف المخاطر وتوفير فرص لتقديم خدمات تأمينية مُحسّنة، وبالتالي كيف يمكن للذكاء الاصطناعي أن يؤدي دورًا حيويًا في تطوير وتحسين عمليات التأمين، وكيف يمكن له مساعدة الشركات التأمينية في التعامل مع التحديات الحديثة في عالم التكنولوجية.

3. تصنيف نماذج أعمال التأمين المعتمدة على الذكاء الاصطناعي:

حاولت دراسة **(Zarifis & Cheng, 2023)** الإجابة على السؤال الآتي: ما هي النماذج التجارية الناشئة في صناعة التأمين الناجمة عن تقنيات الذكاء الاصطناعي والبيانات؟ بعبارة أخرى، ما هي نماذج أعمال التأمين المتوقعة لاعتماد تقنيات الذكاء الاصطناعي وهل يمكن التحقق منها تجريبياً؟ واستخدمت الدراسة نموذجًا يشمل أربع فئات لاعتماد الذكاء الاصطناعي في صناعة التأمين كنقطة انطلاق، إذ إن طريقة عمل المؤسسات وتفاعلها مع المستخدمين تتغير، سواء داخلياً أو خارجياً بفعل القدرات المتزايدة للذكاء الاصطناعي (AI) إذ يُستخدم الذكاء الاصطناعي في قطاع التأمين بطرائق متعددة، ومع ذلك، ليست الآثار المحتملة لهذا التحويل واضحة بعد، وقد تمت دراسة تطبيق الأتمتة القائمة على الذكاء الاصطناعي في الدراسة الانفة الذكر في 20 شركة تأمين، وأشارت النتائج واستنادًا إلى الأبحاث ذات الصلة، أنهُ يمكن تصنيف نماذج أعمال التأمين الأربعة المعتمدة على الذكاء الاصطناعي على النحو الآتي: **(Zarifis & Milne, 2023)**

1. **النموذج الأول:** يتم التركيز على استخدام الذكاء الاصطناعي كأداة داعمة للعمليات الحالية داخل شركة التأمين دون تغيير جوهر نموذج الأعمال، يتعلق هنا بتحسين الكفاءة وتقليل التكاليف دون التوسع إلى مجالات جديدة.
2. **النموذج الثاني:** يتضمن استخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين العمليات الخاصة بسلسلة القيمة التأمينية للشركة، مما يؤدي إلى تطوير نموذج أعمال أكثر تطورًا وكفاءة.
3. **النموذج الثالث:** تتجاوز شركة التأمين حدود سلسلة القيمة التأمينية وتتوجه نحو تجميع المزيد من البيانات وتطوير منصة تقدم خدمات إضافية.
4. **النموذج الرابع:** تقوم شركة التكنولوجيا بالتوسع في سلسلة القيمة التأمينية من خلال تقديم خدمات تقنية متخصصة تسهم في تحسين وتطوير نماذج الأعمال في مجال التأمين.

هذه النماذج تمثل طرقًا مختلفة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في صناعة التأمين، مما يعكس تطور الاستفادة من هذه التقنيات في تحسين العمليات وتطوير النماذج الأعمال.

وقد وُجدت خمسة نماذج أعمال ناشئة تدفعها تلك التقنيات: **(Zarifis & Milne, 2023)**

أ- **التركيز والتجزئة:** إذ يقوم المقدمون بتقديم خدمات تأمين متخصصة لفئات معينة من العملاء بدلاً من تقديم خدمات شاملة لكافة الاحتياجات.

ب- **امتصاص الذكاء الاصطناعي في النموذج الحالي:** إذ يتم دمج التكنولوجيا الذكية في العمليات الحالية للتأمين بغرض تحسينها وتطويرها.

ت- **توسيع المؤسسة ما بعد النموذج:** إذ تقوم الشركات الكبيرة في صناعة التأمين بتوسيع نطاق خدماتها لتشمل مجالات جديدة مدعومة بالتكنولوجيا.

ث- **شركة تأمين مخصصة:** إذ يتم إنشاء شركات تأمين جديدة تستخدم التكنولوجيا بشكل متقدم لتقديم خدمات تأمين مبتكرة ومخصصة.

ج- **شركة تكنولوجية مخصصة:** تدخل الشركات التكنولوجية الكبيرة سوق التأمين من خلال تقديم خدمات تأمين مبتكرة ومدعومة بالذكاء الاصطناعي.

4. مستقبل صناعة الإكتواريا: الفرص والتحديات في ظل تزايد حجم وتعقيد البيانات وتطور التكنولوجيا

مع ظهور البيانات الضخمة والتقنيات المتقدمة، يواجه الخبراء الإكتواريون تحديات وفرصًا جديدة، من خلال البيانات الكبيرة إذ إنها تفتح أفاقًا لاستخدام التقنيات مثل تقنيات التعلم الآلي لتحليل البيانات بشكل أكثر دقة وسرعة، ويجب على الخبراء أن يتبنوا هذه الأساليب الجديدة ويتعلموا كيفية دمج البيانات في عملهم، بالتالي، يمكنهم تحقيق تحليلات أعمق واتخاذ قرارات أكثر توجيهًا وفعالية للشركات والمؤسسات.

أحد هذه الأساليب هو استخدام (LLMs - Large Language Models) وهو نوع من نماذج الذكاء الاصطناعي التي تم استخدامه بشكل متزايد في السنوات الأخيرة بسبب الانفجار في الأبحاث الناتج عن زيادة توافر الحوسبة بأسعار معقولة والتوفر المجاني للمدونات الإلكترونية الضخمة كوسيلة تدريبية، يتم تدريب LLMs على مجموعات البيانات الضخمة من النصوص، والتي تمكنهم من تعلم الأنماط والعلاقات المعقدة في اللغة، تشمل الأمثلة البارزة على LLMs وGPT-3 (المحولات التوليدية المدربة مسبقًا)، ونماذج GPT-3.5 Generative Pre-trained Transformer 3.5، وGPT-4 Generative Pre-trained Transformer 4. **(OpenAI, 2023)** والتي تم إصدارها بواسطة OpenAI من عام 2020 حتى عام 2023 وتم استخدامها لمجموعة واسعة من التطبيقات، مثال آخر هو BERT Bidirectional Encoder Representations from Transformers (ثنائي الاتجاه تمثيلات التشفير من المحولات) وLLM Large Language Model نموذج اللغة المشهور الذي تم تطويره بواسطة Google، والذي تم استخدامه للمهام مثل تحليل المشاعر، والإجابة عن الأسئلة، وتصنيف النصوص. **(Kenton & Toutanova, 2019)**

إن البحث في تطبيقات LLMs في العمل الإكتواري محدود نظرًا لطرحه على نطاق واسع مؤخرًا، فضلا عن انه هناك إمكانيات لمعالجة اللغة الطبيعية في هذا السياق باستخدام نظامًا مفصلًا لإدارة مطالبات التأمين يستخدم نماذج لغوية معتمدة على التأمين، يتنبأ النظام بتصنيف المطالبات وتوجيهها لخبراء المجال المناسبين مما يعزز الكفاءة ورضا العملاء، وفيما يتعلق بالتقنية يُبين بحث آخر استخدامها في صناعة التأمين الطبي، مشيرًا إلى إمكانياتها في تقييم المخاطر واكتشاف الاحتيال وتعزيز خدمة العملاء، مع التنبيه إلى التحديات المحتملة في هذا المجال مثل القلق حول خصوصية البيانات ونقص التعاطف البشري وضرورة جودة البيانات. **(Balona, 2023)**

ويمكن القول: أن البيانات الضخمة والتحليلات المتقدمة تمثل فرصة كبيرة للخبراء الإكتواريين لتطوير مهاراتهم وتحسين إمكانياتهم في فهم وتفسير السيناريوهات الاقتصادية والمالية، إذ يمكن من خلال التحول نحو استخدام الأساليب والتقنيات الحديثة، للمحترفين في مجال الإكتواريا أن يصبحوا شركاء استراتيجيين أكثر فعالية للشركات والمؤسسات في اتخاذ القرارات المستنيرة والمبنية على البيانات.

ومع ذلك، فإن الأمر لا يخلو من التحديات إذ يمكن الإشارة إلى تحديين أساسيين يواجهان استخدام البيانات الضخمة في تصنيف المخاطر:**(Lior, 2022)**

الأول: يتمثل في زيادة مخاطر التحيز نتيجة للبيانات الضخمة التي تحتوي غالبًا على تحيزات جذرية ضد الفئات الأقلية.

والثاني: يتعلق بانتهاكات الخصوصية المحتملة إذ يمكن لشركات التأمين الحصول على معلومات من مصادر عامة بطرائق لا يستطيعون فيها الحصول عليها مباشرة من المؤمَن له، مما يثير مخاوف حول استخدام البيانات الشخصية بشكل غير قانوني.

ويمكن التأكيد على أن استخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين عمليات التأمين لا مفر منه في المستقبل، ويعد استخدام البيانات الكبيرة أحد الوسائل المهمة لتحسين دقة تصنيف المخاطر

وتحديد الأقساط، وعلى الرغم من وجود مخاطر التحيز وانتهاكات الخصوصية، إلا أن هذه التحديات ليست كافية لجعل سوق التأمين غير فعّال أو غير كافٍ، وإنما يعدها تحديات لا غنى عن مواجهتها كما هو الحال في معظم الأنظمة القانونية، إضافة إلى التطور المستمر لاستخدام الذكاء الاصطناعي في مجال التأمين وكيف يمكن تنظيم التأمين للتغلب على الآثار السلبية المحتملة.أعلى النموذج

إن الشبكات العصبية أو التعلم العميق هي فرع فرعي آخر من مجال الذكاء الاصطناعي، تعتمد على طبقات متعددة تتألف من الخلايا العصبية، وتتفاعل هذه الطبقات مع بعضها بعضا من خلال اتصالات ذات أوزان وتحدد خوارزمية الذكاء الاصطناعي وزن هذه الاتصالات، ونادرًا ما يكون هذا الوزن معروفًا أو قابلًا للتتبع خارج الصندوق الأسود، إذ تحدث العملية وكلما كانت الطبقات أكثر كلما كان من الصعب فهم وتوقع الوزن المخصص لكل خلية عصبية وبالتالي نتيجة الكيان الذكي نفسه، ونتيجة لهذه السمات الفريدة للصندوق الأسود، لا يمكن للمستخدمين أو المهتمين فهم العملية والتبرير الذي يشكل أساس عملية اتخاذ القرار في الذكاء الاصطناعي إذا كان الكيان الذكي يتعلم ذاتيًا على أساس طبقات متعددة من اتخاذ القرارات، فإننا لا نستطيع أن نعرف بالتحديد من هو المسؤول عن قراره النهائي، وهذا يشكل مشكلة لاسيما عندما يكون ذلك القرار مضرًا.

لهذه الأسباب، حتى الآن، تكون قرارات الذكاء الاصطناعي غير شفافة وغير قابلة للتنبؤ وفي النهاية لا يمكن تفسيرها، ويؤدي نقص التنبؤ ودرجات الحرية المتفاوتة للكيانات الذكية وغياب التحكم الكامل من جانب الإنسان فيما يتعلق بالسلوك المحتمل لكيانات الذكاء الاصطناعي إلى صعوبة في إقامة صلة قانونية للسبب بين الضحية والمسبب للأذى وصعوبة التفكير في السبب الفعلي بين الضرر الذي تعرض له الضحية والطرف المسؤول.

وفي سياق التأمين، يشكل هذا التحدي لغزًا حول نوعية وثيقة التأمين التي يجب أن تغطي كيانات الذكاء الاصطناعي، هل يجب أن تكون وثيقة تأمين من الطرف الأول، تُشترى من قبل المستخدم، أم وثيقة تأمين من الطرف الثالث، تُشترى من قبل شركة الذكاء الاصطناعي؟ يعرّض أيضًا مسألة الصندوق الأسود قدرة شركات التأمين على تقديم تغطية دقيقة للأضرار الناتجة عن الذكاء الاصطناعي، نظرًا لعدم قدرتها على توقع نوع ونطاق هذه الأضرار المستقبلية بشكل دقيق.

يقدم الصندوق الأسود بالتالي تحديًا بارزًا لعلم التأمين بشكل عام، ولشركات التأمين بشكل خاص، فضلا عن أنهُ من غير الواضح كيف يجب على شركات التأمين حساب الأقساط المخصصة لنشاط معين يتخذه كيان ذكاء اصطناعي لتقديم تغطية فعّالة ودقيقة، وعلى نحو آخر، يمكن الإشارة إلى أن هذا النقص من المعلومات هو مشكلة ستختفي مع مرور الوقت مع انتشار أوسع للذكاء الاصطناعي، ستقوم عملية تشغيل كيانات الذكاء الاصطناعي بتوليد بيانات يمكن لشركات التأمين استخدامها لتحديد أقساط أكثر دقة متكيفة مع المخاطر لهذه الكيانات، ويؤدي الاستخدام المتزايد إلى زيادة البيانات، مما يتيح تقييم المخاطر وتحديد الأقساط بشكل أفضل.

وعلى الرغم من أن الذكاء الاصطناعي يطرح تحديات على شركات التأمين، فإن للصناعة التأمينية تاريخاً طويلاً في مساعدة تيسير دخول التكنولوجيا الجديدة إلى مجتمعنا، وتعد شركات التأمين مؤهلة بشكل فريد للتكيف مع التحديات التي تطرحها التكنولوجيا الجديدة وتوفير طبقة مهمة من الحماية للأفراد وشركات التكنولوجيا خلال نشر التكنولوجيا الجديدة في بداياتها، وبذلك، يعمل التأمين كقوة دافعة تشجع على الابتكار وتحجز المخاطر المرتبطة. **(Lior, 2022)**

يستنتج مما سبق: أن هناك ضرورة وأهمية حاسمة للدقة وقابلية التفسير في استخدام التعلم الآلي لمواجهة تحديات صناعة التأمين المعتمدة على البيانات، فضلا عن أن فهم تأثير القرارات المستندة إلى النماذج يتطلب دقة عالية وفهمًا واضحًا، وإننا عندما نسعى لتطوير نماذج تعتمد على الذكاء الاصطناعي، يصبح من الضروري أن تكون هذه النماذج دقيقة لتقديم توقعات دقيقة وقابلة للتفسير لتحقيق الشفافية، إذ إن الشفافية تؤدي دورًا مهما في بناء الثقة، ومن خلالها يستطيع الأفراد والمؤسسات فهم كيفية اتخاذ القرارات وماهية التأثيرات المتوقعة، ويجب أن يكون

هناك أهمية للتوازن بين دقة النماذج وقابليتها للتفسير، وهو أمر حيوي للنجاح في مجال التأمين القائم على البيانات، لذا فإنهُ ومن خلال هذا البحث سوف نحاول توفير فهماً شاملاً لآثار الذكاء الاصطناعي في العلوم الإكتوارية ويمثل هذا النهج الجديد تقدما كبيرا في الوضوح والشفافية وفائدة تقنيات شرح التعلم الآلي في المجال الإكتواري وبالتالي يتفوق على القدرات التي توفرها الطرائق التقليدية والتحقيقات العلمية السابقة.

5. استخدام التعلم الآلي في العلوم الإكتوارية:

كانت العلوم الإكتوارية ما زالت تعتمد على النماذج والتقنيات التقليدية بشكل جذري وشائع ومع ذلك، هناك اتجاه متنامٍ نحو دمج الذكاء الاصطناعي في الأساليب المستخدمة في الدراسات الحديثة، إذ إن نماذج التعلم الآلي آخذة في الازدياد مثل LIME، SHAP ، ومؤامرات الاعتماد الجزئي (PDPs). **(Lozano, *et al.*, 2023)**

وتشمل هذه الاستراتيجيات مجموعة من التقنيات، والتي تقدم تمثيلًا مرئيًا لكيفية تأثير المتغيرات على تنبؤات النموذج، وبذلك تسهم في فهم شامل للبنية العامة للنموذج من خلال تقديم مجموعة من التفسيرات المحلية للتنبؤات الفردية.**(Alonso & Carbo, 2022)**

بالجمع بين تطورات التعلم الآلي مع أسس علم المعايرة، يتم تقديم نهج جديد لحل مشكلة التقييم وزيادة دقة التقدير مقارنة بالتقنيات التقليدية إذ إنهُ في الماضي كان من غير الممكن الاعتماد بشكل كبير على التعلم الآلي بسبب قيود الحوسبة، لكن اليوم يجب على مجال المعايرة أن يقبل ويستخدم هذا التحول نحو التعلم الآلي كوسيلة لتحسين الدقة والفهم في مجاله. **(Kunce & Chatterjee, 2017)**

"انفجار التقدم في مجال التعلم الآلي سيكون ذو قيمة تعادل عشر شركات مايكروسوفت"

يُعَدّ التعلم الآلي (Machine Learning): فرعًا أو فرعًا فرعيًا للذكاء الاصطناعي بشبه كبير مع العلم الإكتواري، يتضمن التعلم الآلي مجموعة متنوعة من المعارف وينسجم ليُشكل شيئًا جديدًا، يستفيد التعلم الآلي من الخوارزميات والشبكات العصبية لتمكين الكمبيوترات من تحسين أداءها مع مرور الوقت.

والخوارزمية: هي مجموعة من القواعد أو التوجيهات التي تُخبر الكمبيوتر كيفية أداء مهمة معينة، أما الشبكة العصبية، فهي مجموعة من الخوارزميات المصممة لتقليد الدماغ البشري، يتم برمجة هذه الشبكات للتعرف على الأنماط وتفسيرها من أجل تمكين الكمبيوتر من اتخاذ قرارات مستقبلية. **(Foote, 2019)**

تقوم الخوارزميات ببناء نماذج باستخدام مجموعة أو عينة من البيانات التي "تدرب" الكمبيوتر على استيعابها ليكون قادرًا على اتخاذ القرارات استنادًا إليه، وبالتالي، يمكن للتعلم الآلي تحسين نفسه دون الحاجة إلى تدخل بشري.

وللتعرف أكثر على ماهية التعلم الآلي، نستعرض تسعة أمثلة لتطبيقات تشمل استخدام التعلم الآلي**(Riley, 2020):**

1. المساعدين الشخصيين الافتراضيين (مثل Siri، Alexa، Google).
2. توقعات حركة المرور باستخدام نظام تحديد المواقع (GPS).
3. مراقبة الفيديو والمراقبة عبر الإنترنت.
4. وسائل التواصل الاجتماعي (مثل اقتراح أصدقاء جدد والتعرف على الوجوه في الصور).
5. تصفية البريد الإلكتروني لمكافحة الرسائل المزعجة.
6. دعم العملاء عبر الإنترنت.
7. تحسين محركات البحث.
8. توصيات المنتجات.
9. كشف الاحتيال عبر الإنترنت.

إن الكثير من هذه التطبيقات أصبحت مألوفة لدينا، وبعض الأشخاص قد يكونون غارقين من دونها.

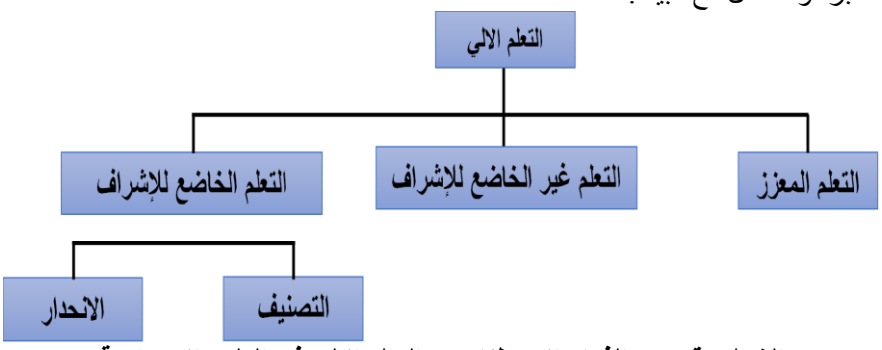
يستنتج مما سبق: أن العلم الإكتواري (Actuarial Science) يركز على تقدير المخاطر وتقديم التقديرات المالية بناءً على البيانات الإحصائية والرياضية، ولهذا العلم العديد من النقاط المشتركة مع التعلم الآلي، إذ يتشابهان في النهج الاستراتيجي والأدوات المستخدمة لتحليل البيانات وتقديم التقديرات بما في ذلك:

1. كلا العلمين يعتمدان بشكل كبير على البيانات لتحليل المعلومات وتقديم التقديرات، إذ يستخدم العلم الإكتواري بيانات تأمينية وإحصائية لتقدير المخاطر المالية، بينما يعتمد التعلم الآلي على بيانات متنوعة لتدريب النماذج وتحسين الأداء.
2. كلا العلمين يستخدمان تقنيات النمذجة الإحصائية لتحليل البيانات وتوقع الاتجاهات المستقبلية، سواء كان ذلك في تقدير المخاطر التأمينية أو في بناء نماذج التعلم الآلي للتنبؤ بالسلوكيات المستقبلية.
3. كلا العلمين يعملان على توقع المستقبل وتقدير المخاطر، سواء كان ذلك في تقدير الخسائر المحتملة لشركات التأمين أو في تحديد سلوكيات المستخدمين على الإنترنت، على سبيل المثال.
4. يتقارب الهدف النهائي لكل من العلم الإكتواري والتعلم الآلي في تقديم تحليلات دقيقة وتوقعات موثوقة للمساعدة في اتخاذ القرارات الأمثل وإدارة المخاطر بشكل فعال.**أعلى النموذج**

أعلى النموذج

ويمكن تفسير التعلم الآلي بمزيد من التفصيل من خلال تقسيمه إلى ثلاث فئات رئيسية وكما في الشكل رقم (1) : **(Sutton& Barto, 2018)**

1. **الفئة الأولى هي "التعلم الخاضع للإشراف"**، والتي تعد الأكثر شيوعًا بين الخبراء الإكتواريين يتضمن هذا النوع من التعلم تركيب نماذج تنبؤية لمجموعات بيانات معينة، مثل تكرار وشدة المطالبات في مجال التأمين، يمكن أن تكون هذه النماذج إما بسيطة مثل نماذج الانحدار الخطي، أو أكثر تعقيدًا.**(Richman, 2018)**
2. **الفئة الثانية هي "التعلم غير الخاضع للإشراف"**، وهي جزء من التعلم الآلي الذي يركز على التعرف على الأنماط والتسلسلات بدون توجيه محدد، هنا يكمن التحدي في العثور على أنماط ذات معنى باستخدام البيانات المتاحة فقط، والتي يمكن استخدامها لتحسين فهم البيانات أو تصميم تطبيقات خاصة.
3. **الفئة الثالثة هي "التعلم المعزز"**، والذي يُعرَّف على أنه جزء من التعلم الآلي الذي يركز على "تعلم ما يجب القيام به"، أي كيفية ربط المواقف بالأفعال، وذلك بهدف تحقيق أقصى قدر من النجاح عبر إشارات المكافأة الرقمية، يُشير هذا النوع من التعلم إلى تحسين الأداء بناءً على الخبرة والتفاعل مع البيئة.



الشكل رقم (1) الذكاء الإصطناعي والتعلم الإلي في العلوم الإكتوارية

Source: Riley, J. (2020) 'AI and Machine Learning Usage in Actuarial Science

وطرح **(Yeo, 2017)** التساؤل الآتي: كيف ستؤثر التكنولوجيا الذكية والتعلم الآلي على تحول صناعة الإكتواريا؟ هل تعتقد أن هذه الصناعة وصناعة التأمين معزولتان عن التقدم التكنولوجي الكبير؟

إن التفكير الجديد أمر ضروري، إذ سَتُحدث التكنولوجيا الذكية تغييرًا هائلًا في صناعة التأمين خلال العقد القادم أكثر مما حدث في القرون الماضية.

في الوقت الحالي، يظهر أن الرأي السائد في المجتمع لا يتوقع استبدال الإكتواريين تمامًا بواسطة التكنولوجيا الذكية، وإنما ستسهم هذه التكنولوجيا في تطوير أدائهم، يشير Nicholas Yeo، مؤسس شركة Nicholas Actuarial Solutions الى أن الأعمال الإكتوارية ستتم بسرعة وكفاءة ودقة أكبر، مما سيتيح للإكتواريين التركيز على الأنشطة ذات القيمة المضافة، مثل تقديم التوصيات المفيدة وتطوير الأعمال وإدارة المخاطر، ورغم أن الأتمتة قلصت من الوقت المستغرق في تنفيذ النماذج وزادت من جودتها، إلا أن **الحكم الإكتواري** ما زال يُطبق في كل مرحلة من العملية، سواء في تعديل البيانات أو تحديد الافتراضات أو اختيار الأساليب"، كما يشيرYeo .

في المجمل، يبدو أن الخبراء الإكتواريين سيظلون ذوي مصداقية، إذ يحتاجون إلى دمج إدخالات استخباراتية سواء كانت بشرية أو صناعية لإتخاذ قرارات دقيقة، ومع توجه الاتجاه نحو دمج الأتمتة والذكاء الاصطناعي، يُتوقع أن تشهد الصناعة الإكتوارية ثورة تعزز من فعالية الخبراء الإكتواريين. **(Yeo, 2017)**

إن استخدام الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي سيؤدي إلى تحول كبير في صناعة الإكتواريا، بفضل الجمع بين الأتمتة والذكاء الاصطناعي، ستشهد عمليات الخبراء الإكتواريين ثورة إذ بدلاً من أن يقوم الخبراء الإكتواريين البشر بتنفيذ كل الإجراءات الإكتوارية واستخدام حكمهم في كل خطوة بشكل فردي، سيحتاجون الآن فقط إلى تدقيق النتائج في نهاية العمل للتأكد من جودتها، فضلا عن أنه مع التحول نحو أتمتة العمليات والاستفادة من الذكاء الاصطناعي لن يتم إضاعة وقت الخبراء الإكتواريين في معالجة البيانات بدون فائدة بدلاً من ذلك، سيكون بإمكانهم قضاء وقت أكبر في تفسير النتائج وتطوير توصيات في المجالات التي يمتلكون فيها خبرة عالية مثل تسويق المنتجات المالية وإدارة مخاطر المؤسسة.أعلى النموذج

"كانت لدينا منهجية جيدة حقًا بشأن متى نستخدم الكمبيوتر ومتى نستخدم إنساننا"

وهي المقولة التي ذكرها ستيفن في الدراسة التي أجراها**(Baraniuk, 2015)** : "الحكم، الذي زاد من تفوقنا". لذا، ربما يكون على حق يمكن أن يصبح العلم الإكتواري أسهل وأكثر أهمية إذا كان الخبراء الإكتواريون مصطنعين تكنولوجيا الاستخبارات المتاحة لهم، ربما بدلاً من محاولة إنشاء تكنولوجيا من شأنها أن تفعل ذلك من خلال الذكاء الاصطناعي واستخدام التعلم الآلي في العلوم الإكتوارية بدلاً من البشر، يجب أن يكون التركيز على تطوير التكنولوجيا التي يمكن للبشر العمل بها في بيئة واحدة بطريقة تعاونية بدلا من ذلك،أعلى النموذج

وبالتالي التأكيد على المقولة "كانت لدينا منهجية جيدة حقًا بشأن متى نستخدم الكمبيوتر ومتى نستخدم إنساننا". **(Baraniuk, 2015)**

كما طرح **(Looft, 2024)** التساؤل الآتي: هل يشكل التعلم الآلي تهديدًا لمهنة الإكتواري؟" من خلال نظرة شاملة على ثلاثة سيناريوهات محتملة لمستقبل علم الإكتواري في ظل "ثورة الذكاء الاصطناعي"، كما وردت تسميتها، إحدى هذه السيناريوهات تقوم على فرضية أن الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي سيسيطران في وقت قريب، إذ يشرح كيف يمكن للتكنولوجيا أن تتعلم وتحسِّن بشكل أسرع من أي إنسان، وكيف أن أساليب التنبؤ الإكتوارية التي وُضِعَت بواسطة التكنولوجيا "لا تتقادم أو تتراجع في الأداء مع مرور الوقت".**(Looft, 2024)**

كما ويُشير أيضًا إلى كيف يمكن أن يكون هذا خيارًا شائعًا للشركات التي تسعى لتقليل التكاليف، إذ يناقش الخيار التالي كيفية أن الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي ليست سوى أدوات ستُستخدم لمساعدة الإكتواريين البشر في مجال عملهم يقول Looft: "على الرغم من نجاح التعلم الآلي في سحب بعض المهام من الإكتواري البشر، إلا أن تطوير التكنولوجيا الحالي للتعلم الآلي لا يزال في مرحلة تتطلب فيها الحوكمة والتدخل البشري". يُذكَر المسار الأخير بأن الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي سيرقى بعمل الإكتواري وسيأخذه إلى "المستوى التالي". يبدو أن هذا الرأي، الذي يفترض أن الإكتواريين البشر سيعملون بالتعاون مع الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي لتحويل هذه المهنة، هو الرأي الأكثر انتشارًا بشأن مستقبل هذه التقنيات في علم الإكتواري.

كما وأشار Looft أيضا إلى أن التكنولوجيا ستتيح للإكتواري المزيد من الوقت للتركيز على جوانب العمل الأكثر أهمية، جاء هذا الرأي من خلال استطلاعًا استقصائيًا جمع فيه معلومات حول كيفية تنفيذ التعلم الآلي في الميدان الحالي، إذ سُئل المشاركون في الاستطلاع السؤال الأول إذا كانوا يستخدمون التعلم الآلي في وظائفهم في ذلك الوقت؟ وأجاب 54% منهم بـ "نعم" وأجاب 46% بـ "لا"، وسُئل المشاركون السؤال التالي عن كيفية وصف الفرد لتكامل منظمته لتعلم الآلة، وقال 14% فقط من الأفراد إنه كانت استراتيجية أساسية وأنه يُشجَّع على استخدامها في جميع مجالات الشركة.

أما فيما يتعلق بتنظيم القسم الإكتواري للذكاء الاصطناعي: المهارات، هيكل الفريق، والتنوع فإن الإكتواريين يمتلكون معرفة واسعة بتفاصيل الأعمال وتطوير النماذج الرياضية والإحصائية، تترجم هذه المهارات بشكل جيد للمشاركة في مجال الذكاء الاصطناعي، إن بعض المجالات التي قد يبحث فيها الإكتواريون لتعزيز مهاراتهم في مجال الذكاء الاصطناعي تشمل: **(Riley, 2020)**

1. **إدارة البيانات:** يتضمن ذلك مراجعة وإشراف منصات "معالجة البيانات" التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي، خاصة عند التعامل مع مصادر بيانات غير منظمة وخارجية.
2. **تصميم نماذج تعلم الآلة:** يجب على الإكتواريين اكتساب القدرة على تصميم نماذج تعلم الآلة باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي.
3. **تفسير النتائج:** يجب أن يكون الإكتواريون ماهرين في شرح تصميم ونتائج نماذج الذكاء الاصطناعي لأصحاب المصلحة غير التقنيين.
4. **فهم الذكاء الاصطناعي المضمن:** من الضروري فهم كيفية عمل الروتينات المضمنة للذكاء الاصطناعي داخل تطبيقات البرمجيات.
5. **المعايير المهنية وأنظمة السلوك:** يجب على الإكتواريين البقاء على اطلاع دائم بشأن المعايير المهنية وأنظمة السلوك

6. الأساليب والتطبيقات لتطوير نماذج التعلم الآلي

يمكن الاستفادة من مجموعة متنوعة من أساليب التعلم الآلي لتطوير نماذج تسهم في تحسين دقة التصنيف والتنبؤ في مجالات متعددة في هذا السياق، تم اختيار الأساليب الآتية: **(Lozano, *et al.*, 2023)**

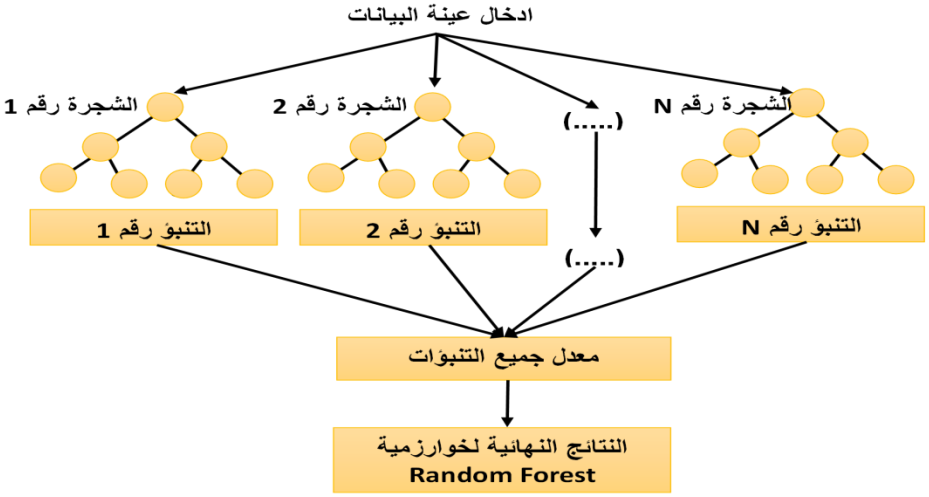
1. **النماذج الخطية المعممة (GLMs):** تعتمد عائلة نماذج الانحدار الخطي والانحدار اللوجستي على الإحصاء لتحليل النتائج المستمرة مع اعتبار تأثيرات متغيرات متوقعة.
2. **أشجار القرار:** تعتمد على التحويلات التنبؤية المستقلة للمتغيرات بطرائق هرمية مع تقسيم البيانات إلى مستطيلات فرعية، وتنتج متغيرات متوقعة متكررة للمراقبات داخل تلك المستطيلات.
3. **الشبكات العصبية الاصطناعية:** تعتمد على نماذج حسابية متوازية تتألف من وحدات معالجة تكيفية ذات ترابط عالٍ وتعمل على معالجة المعلومات وإنتاج تنبؤات أو تصنيفات.

4. **أساليب المجموعة:** تتضمن تقنيات مثل التعبئة والغابات العشوائية والتعزيز لجمع نماذج متعددة لتحسين الأداء التنبؤي، يتم ذلك عن طريق دمج توقعات النماذج الفردية للحصول على توقع نهائي، مما يقلل من التباين ويحسن الاستدامة.
5. **النهج النظري(SHAP):** هو نهج نظري مبني على لعبة لشرح مخرجات نموذج التعلم الآلي باستخدام قيم شابلي، إذ تخصص قيمة (SHAP) لكل ميزة تمثل مساهمتها في إخراج النموذج، هذا الأسلوب هو طريقة حيادية تجاه النموذج ومتسقة وسريعة، مما يجعلها مناسبة لاستخدامها مع مجموعة متنوعة من النماذج ومجموعات البيانات الكبيرة.
6. **مقياس تصنيف أهمية الميزة (FIRM)**: يمثل تقنية اختيار ميزة أحادية المتغير تقوم بتصنيف الميزات استنادًا إلى انحرافاتها، بافتراض وجود علاقة خطية بين الميزات والمتغير المستهدف، وعلى الرغم من فعاليتها الحسابية وسهولة تنفيذها، إلا أن (FIRM) لا تأخذ في الاعتبار تفاعلات الميزات وقد لا تكون مناسبة لجميع أنواع البيانات أو النماذج.

فضلاً عن ذلك فإن هناك العديد من خوارزميات الذكاء الاصطناعي التي يمكن إستخدامها لتطوير الحسابات الإكتوارية: **(Badawy, 2023)**

1. الغابة العشوائية Random Forest

الغابة العشوائية هي خوارزمية تعلم آلي تُستخدم للتصنيف والانحدار، تعتمد على تجميع عدة أشجار قرار لتقليل تباين التنبؤ وتحسين الأداء. تعمل عبر تدريب أشجار قرار متعددة بشكل عشوائي على مجموعات بيانات وميزات مختلفة، ما يجعلها أكثر دقة وموثوقية من شجرة القرار الفردية، حيث يعتمد القرار النهائي على متوسط مخرجات الأشجار، وكما في الشكل رقم **(Badawy, 2023)**:(2)

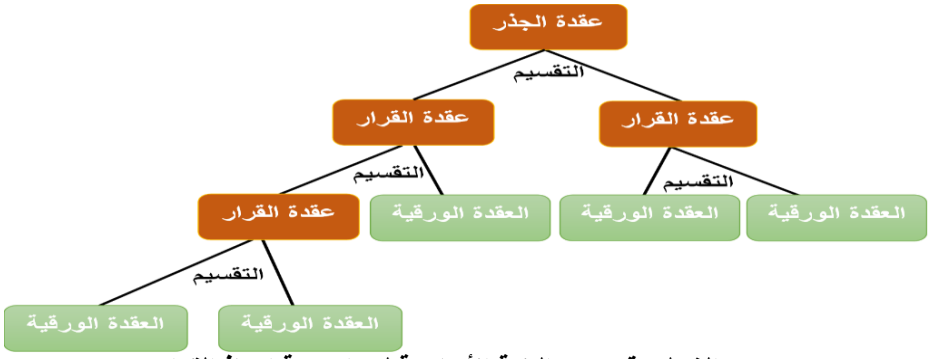


الشكل رقم (2): البنية الأساسية لخوارزمية الغابة العشوائية

المصدر: من إعداد الباحثين.

2. شجرة القرار: Decision Tree

تعد شجرة القرار، خوارزمية تعلم آلي خاضعة للإشراف، تُستخدم لتصنيف البيانات عبر تقسيمها إلى مجموعات فرعية بناءً على قيم السمات. تبدأ العملية من "الجذر" وتتقدم عبر قرارات متسلسلة وصولًا إلى استنتاج نهائي، ما يعكس تفاعل السمات مع القرارات. رغم فعاليتها، تعاني من عيوب كزيادة التعقيد مع تعدد السمات وحساسية هيكل الشجرة للتعديلات البسيطة. **(Badawy, 2023)**

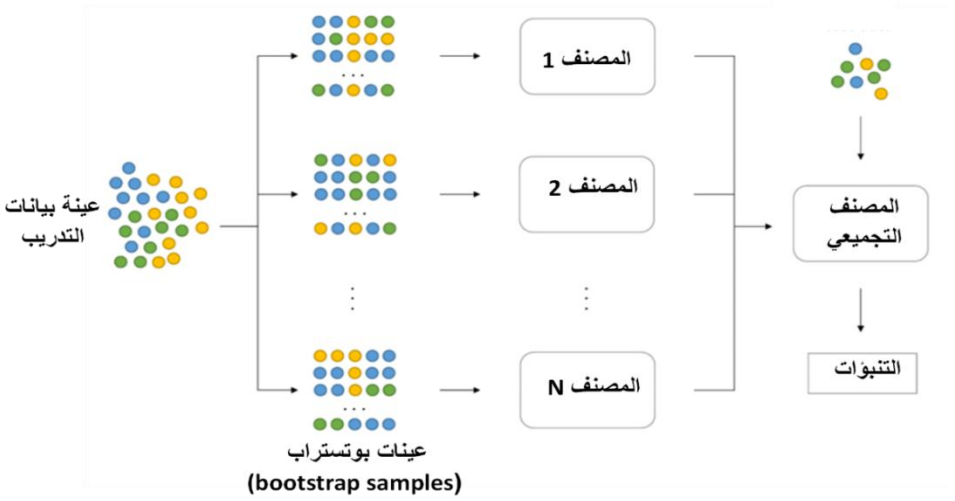


الشكل رقم (3): البنية الأساسية لخوارزمية اتخاذ القرار

المصدر: من إعداد الباحثين.

3. تعزيز التدرج الشديد: XGBoost

تعزيز التدرج الشديد XGBoost المعروف بـ"Extreme Gradient Boosting" XGBoost: هي خوارزمية تعلم آلي متقدمة تُستخدم مع البيانات الجدولية. يتميز بفاعليته العالية ودقته، مع قدرة كبيرة على معالجة كميات ضخمة من البيانات بسرعة، مما يجعله من أكثر الأساليب شيوعًا وموثوقية في تعلم الآلة، وكما في الشكل رقم (4).**(Badawy, 2023)**



الشكل رقم (4): البنية الأساسية لخوارزمية تعزيز التدرج الشديد

المصدر: من إعداد الباحثين

ويجب تتبع هذه الخطوات لفهم وصياغة المشكلة بوضوح وضمان تحقيق أقصى استفادة من تقنيات التعلم الآلي في حل تحديات التأمين المستندة إلى البيانات: **(Lozano, *et al.*, 2023)**

1. **تحديد المشكلة بوضوح**: تبدأ العملية بتحديد المشكلة التي تحتاج إلى حل ووصفها بوضوح.
2. **استخدام التعلم الآلي (ML):** يمكنك الآن الاستفادة من تقنيات التعلم الآلي لصياغة المشكلة وإنشاء مجموعات بيانات تمثل حالات مختلفة للمشكلة.

3. **تطبيق نماذج تعلم الآلة**: بعد ذلك يمكنك تطبيق مجموعة من نماذج تعلم الآلة لحل المشكلة المصاغة.
4. **تقييم النماذج**: يتم تقييم النماذج باستخدام المقاييس المختارة لضمان جودتها وفعاليتها.
5. **تصفية النماذج**: تتضمن هذه الخطوة إزالة النماذج التي لا تحقق الدقة المطلوبة.
6. **تحسين الفهم والتفسير**: يجب النظر بعناية في أهمية المتغيرات والميزات المستخدمة في توقعات النموذج لتحسين الفهم والتفسير.
7. **تطبيق التجربة التفصيلية**: تسهم تقنيات التجربة التفصيلية في تحديد الميزات المهمة والقضاء على التكرارات لزيادة الدقة والاعتمادية.
8. **تطبيع البيانات واختيار الميزات**: تعمل هذه الخطوة على تحسين دقة النموذج وزيادة متانته من خلال تطبيع البيانات واختيار الميزات الأكثر أهمية.
9. **الفحص المنهجي عبر سيناريوهات مختلفة**: هذا التحليل يسهم في تطوير النماذج المخصصة للمجال ويدعم عمليات اتخاذ القرار الحاسم.

ومما سبق يمكن القول: أن الإكتواريين يؤدون دورًا حيويًا في تطور المنظمات وتعزيز أدائها وتوفير القيمة المضافة، تستند هذه الرؤية إلى تقرير ديلويت (Deloitte Report) وهو (تقرير يصدر عادةً عن شركة ديلويت أو إحدى شركات المحاسبة العالمية الرائدة، يتناول هذا التقرير عادة مواضيع متنوعة تتعلق بالاقتصاد، والأعمال، والتكنولوجيا، والتحولات الصناعية، والتحليلات المالية، والعديد من المجالات الأخرى ذات الصلة) الذي يصنف وظائف المستقبل إلى فئات متنوعة، مشيرًا إلى أن هناك فرصًا، وظيفية قياسية ومختلطة ومتنوعة، فضلا عن ذلك فإن الإكتواريين، وبفضل مهاراتهم المتميزة والتفوق في فهم الرياضيات المالية والمخاطر، لديهم القدرة على تحويل أدوارهم لتتماشى مع التقنيات الناشئة، وأنهم إذا نجحوا في هذا التحول، سيكون لديهم فرصة كبيرة لتحقيق التميز في بيئة العمل المستقبلية، فضلاً عن أهمية اعتماد الإكتواريين على الابتكار والتكنولوجيا في مجالاتهم، مع التركيز على تعزيز مهاراتهم وتطوير قدراتهم لتلبية متطلبات الوظائف المتغيرة، وتعد أن القدرة على التكيف مع التحولات السريعة في عالم الأعمال ستكون مفتاحًا لتحقيق التفوق والازدهار، بإعتبار أن الإكتواريين يشكلون عنصراً أساسيًا في بناء مستقبل المهن، وتشجع على تبنيهم للابتكار والتطور المستمر لضمان استمرارية تأثيرهم الإيجابي على النجاح والاستدامة المؤسسية.

رابعاً: الاستنتاجات:

في ضوء ما تم عرضه ومناقشته في هذا البحث، يمكن للباحثين استخلاص أهم الاستنتاجات مما تم تحليله، وذلك على النحو التالي:

1. الذكاء الاصطناعي يقدم فرصًا جديدة لتحسين دقة التقديرات الإكتوارية وكفاءة عمليات صناعة التأمين، حيث يمكن للتعلم الآلي تحسين النماذج التقليدية ومعالجة كميات كبيرة من البيانات بسرعة ودقة.
2. نماذج الذكاء الاصطناعي مثل XGBoost ، Random Forest، والشبكات العصبية تعزز القدرة على التنبؤ وتحليل المخاطر بشكل أكثر فعالية مقارنة بالنماذج التقليدية، مما يتيح تحسين عمليات التسعير وتصنيف المخاطر في شركات التأمين.
3. أصبح استخدام البيانات الكبيرة أمرًا حاسمًا في تحسين عمليات التأمين، من خلال تمكين تحليل أكثر دقة وتوفير حلول مخصصة للعملاء، مما أدى إلى تحسين تجربة العملاء وزيادة رضاهم.
4. دور الإكتواريين لن يُلغى، بل سيتحول إلى التركيز على التحليل الاستراتيجي، مع الاعتماد على الذكاء الاصطناعي لتنفيذ المهام الروتينية، مما يعزز دورهم كشركاء استراتيجيين في اتخاذ القرارات.

خامساً: المقترحات:

في ضوء استنتاجات البحث وتماشياً مع التطورات الدولية المعاصرة وارتقاءً بمهنة المحاسبة وتطويراً لقطاع التأمين، يمكن تحديد مجموعة من المقترحات:

1. ضرورة تدريب الإكتواريين على مهارات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي لضمان تكيفهم مع التغيرات التكنولوجية.
2. تطوير سياسات تنظيمية لضمان الشفافية والعدالة في استخدام البيانات وتقليل المخاطر المرتبطة بتحيزها.
3. تعزيز التعاون بين الإكتواريين والمطورين التكنولوجيين لدمج التقنيات بفعالية في صناعة التأمين.
4. دعم الدراسات التي تستكشف استخدام الذكاء الاصطناعي في تطبيقات أكثر تعقيدًا في العلوم الإكتوارية، مثل إدارة الأزمات وتحليل السيناريوهات المستقبلية.

المصادر:

أولاً: المصادر العربية

1. عباد, ج., جمعة, محمد شديفات, & عمر. (2019). دور التواصل الاكتواري المعاصر في تحديد مخاطر التأميـن لعُمان والدول المغاربية. *المجلة العربية للإدارة*, *39*(2), 29-48.

ثانيا: المصادر الأجنبية

1. Abass, Z.K., Flayyih, H.H. and Hasan, S.I. (2022) 'The relationship between audit services and non-audit actuarial services in the auditor's report', International Journal of Professional Business Review, 7(2).
2. Al Omari, R., Alkhawaldeh, R.S. and Jaber, J.J. (2023) 'Artificial Neural Network for Classifying Financial Performance in Jordanian Insurance Sector', Economies, 11(4).
3. Alcaide, D.C. and Gonçalves, R.A.H. (2023) 'Predicting Lapse Rate in Life Insurance: An Exploration of Machine Learning Techniques', Available at SSRN 4598527.
4. Alonso Robisco, A. and Carbo Martinez, J.M. (2022) 'Measuring the model risk-adjusted performance of machine learning algorithms in credit default prediction', Financial Innovation, 8(1).
5. Badawy, M., Ramadan, N. and Hefny, H.A. (2023) 'Healthcare predictive analytics using machine learning and deep learning techniques: a survey', Journal of Electrical Systems and Information Technology, 10(1).
6. Balona, C. (2023) 'ActuaryGPT: Applications of large language models to insurance and actuarial work', Available at SSRN 4543652 [Preprint].
7. Baraniuk, C. (2015) 'The cyborg chess players that can't be beaten', BBC Future, 4.

8. Blier-Wong, C., Cossette, H., Lamontagne, L., & Marceau, E. (2020). Machine learning in P&C insurance: A review for pricing and reserving. *Risks*, *9*(1), 4.
9. Fernández, A. (2019) 'Artificial intelligence in financial services', Banco de Espana Article, 3.
10. Foote, K.D. (2019) 'A brief history of machine learning', Dataversity webpage, March, 26
11. Holland, C. (2022) 'Artificial intelligence (AI) and digital transformation in the insurance market: a case study analysis of BGL group.'
12. IFRS 17, 2017 (2017) IFRS 17 Insurance Contracts. Available at: https://www.ifrs.org/issued-standards/list-of-standards/ifrs-17-insurance-contracts/ (Accessed: 13 April 2024).
13. Kenton, J.D.M.-W.C. and Toutanova, L.K. (2019) 'Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding', in Proceedings of naacL-HLT.
14. Kiermayer, M.T. (2022) 'Machine and deep learning in present actuarial challenges'. Universität Ulm.
15. Kulkov, I. (2023) 'Next-generation business models for artificial intelligence start-ups in the healthcare industry', International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research, 29(4).
16. Kunce, J. and Chatterjee, S. (2017) 'A Machine-Learning Approach to Parameter Estimation', Virgina: CAS [Preprint].
17. Lior, A. (2022) 'Insuring AI: The role of insurance in artificial intelligence regulation', Harvard Journal of Law and Technology, 1.
18. Looft, M. (2024) Is Machine Learning a Threat to the Actuarial Profession?" Earnix Blog, Earnix. Available at: https://earnix.com/blog/machine-learning-threat-actuarial-profession/ (Accessed: 8 March 2024)
19. Lozano-Murcia, C., Romero, F. P., Serrano-Guerrero, J., & Olivas, J. A. (2023). A comparison between explainable machine learning methods for classification and regression problems in the actuarial context. *Mathematics*, *11*(14), 3088.
20. Mahohoho, B., Chimedza, C. and Matarise, F. (2023) 'Arti cial Intelligence Based Automated Actuarial Loss Reserving Model for the General Insurance Sector Loss Reserving Model for the General Insurance Sector'.
21. OpenAI, R. (2023) 'Gpt-4 technical report. arxiv 2303.08774', View in Article, 2.
22. Ramo Wahid Mahmoud (2019) Accounting Mining Data Using Neural Networks (Case study). Journal of Economics and Administrative Sciences, 25(111).

23. Richman, R. (2018) 'AI in actuarial science', Available at SSRN 3218082 [Preprint].
24. Riley, Joanna. "AI and machine learning usage in actuarial science." (2020).
25. Sinai Ahmed Jarallah (2018) 'The role of the actuary in financial companies', College of Education for Women Journal [Preprint], (8/1).
26. Skryl, V. and Hlushko, A. (2023) 'Insurance techniques: new opportunities for the development of the insurance market', Науковий журнал «Економіка і регіон», (1 (88)).
27. Sutton, R.S. and Barto, A.G. (2018) Reinforcement learning: An introduction. MIT press.
28. Szepesváry, L. (2022). THESIS BOOK, Informatics challenges in modern actuarial modelling: Quantitative methods and computer algorithms application in cash flow modelling and pricing [Doctoral School of Economics, Business and Informatics]. https://core.ac.uk/download/pdf/501039382.pdf.'
29. ul Hassan, C. A., Iqbal, J., Hussain, S., AlSalman, H., Mosleh, M. A., & Sajid Ullah, S. (2021). A computational intelligence approach for predicting medical insurance cost. Mathematical Problems in Engineering, 2021(1), 1162553
30. Yeo, N. (2017) Actuarial Profession in the Age of Artificial Intelligence and Process Automation. Available at: https://www.soa.org/news-and-publications/newsletters/innovators-and-ntrepreneurs/2017/november/ei-2017-iss-61/actuarial-profession-in-the-age-of-artificial-intelligence-and-process-automation/ (Accessed: 8 March 2024).
31. Yeo, N., Lai, R., Ooi, M. J., & Liew, J. Y. (2019). Literature Review: Artificial Intelligence and Its Use in Actuarial Work. *Actuarial Innovation & Technology, Society of Actuaries*.
32. Zarifis, A. and Cheng, X. (2023) 'AI Is Transforming Insurance with Five Emerging Business Models', in Encyclopedia of Data Science and Machine Learning. IGI Global.
33. Zarifis, A., Holland, C.P. and Milne, A. (2023) 'Evaluating the impact of AI on insurance: The four emerging AI-and data-driven business models', Emerald Open Research, 1.(1).