مجلة البحوث المالية والتجارية
المجلد (25) – العدد الرابع – أكتوبر 2024

نموذج إكتواري مقترح لتقدير قيم المعدلات النسبية

لنظم تصنيف معاملات المخاطر

بالتطبيق على قطاع تأمين المركبات بسوق التأمين السعودي

A proposed actuarial model for estimating the relative rates of risk classification systems

By application To the auto insurance sector in the Saudi insurance market

إعـــداد
الدكتور
أحمد محمد فرحان محمد
استاذ مساعد بقسم التأمين والعلوم الإكتوارية
كلية التجارة – جامعة القاهرة

تاريخ الإرسال	2024-08-26
تاريخ القبول	2024-09-05
رابط المجلة: https://jsst.journals.ekb.eg/	

الملخص

يهدُف النموذج المقترح إلى تقدير معاملات التمييز النسبية لتصنيفات المخاطر لقطاع التأمينات العامة، والتي تمثل مزيج بين نتائج خبرة المطالبات، وخصائص المؤمن عليهم. واعتمد الباحث على مجموعة من الإجراءات الإكتوارية المقترحة لتحقيق أهدف البحث، والتي تمثلت في تعديل معاملات التمييز بما يعكس الأوزان المرجحة لكل من معاملات المصداقية، وكذلك قيم معدلات الخسائر لكل فئة من فئات المخاطر، حيث تم تقدير قيمة التعديلات الأولية للمعدلات النسبية لعوامل الخطر التصنيفية، وإجراء التسويات اللازمة لزيادة درجة التوفيق لمعاملات المصداقية، كما تم إجراء التعديلات الإكتوارية اللازمة لتحقيق التوازن بين معدلات التصنيف لتتفق مع التسويات المستنتجة من تعديلات المصداقية، وأخيراً تم تقدير معدل سعر الخطر المسوى بمعاملات التصنيف المشتركة. واقترح الباحث نموذج لتقدير مستوى كفاءة نظام تصنيف المخاطر، والذي يعتمد على تقدير التباين لكل من مجتمع المؤمن عليهم وفئات المخاطر المختلفة، مع الأخذ في الاعتبار قياس درجة مصداقية مستوى التباين بمجتمع الدراسة. تم تطبيق إجراءات النموذج المقترح على البيانات المتاحة لقطاع تأمين المركبات بأحد شركات التأمين الكبرى العاملة بالمملكة العربية السعودية خلال الفترة (2019 – 2023) م. وتوصل الباحث إلى العديد من النتائج لعل أهمها إن القيم المقدرة للأقساط المعدلة باستخدام النموذج المقترح عكست مستويات الخطر المختلفة لخصائص موضوع التأمين، كما ساهمت معاملات التصنيف النسبية المستنتجة في تقديم تقديرات على درجة عالية من الدقة والمصداقية لكل من قسط وعلاوة الخطر لموضوع التأمين بقطاع تأمينات المركبات. وأخيراً فإن النموذج المقترح قد نجح في تحقيق وضع التوازن بين مستويات الخطر لفئات التصنيف ومستوى الخطر لفرع التأمين ككل، وهو ما يعكس كون التسويات للمعدلات النسبية للتمييز لفئات المخاطر لم يترتب عليها تأثير غير متكافئ لمعدلات الخطر العامة لقطاع تأمين المركبات. وأوصى الباحث بضرورة تبني النموذج المقترح من جانب كل من الهيئات الرقابية وشركات التأمين، كونه يساهم في زيادة درجة العدالة التسعيرية، بما يحقق ميزة تنافسية لشركات التأمين تمكنها من جذب المزيد من العملاء، وهو ما ينعكس إيجاباً على أرباح الإكتتاب للشركة.

الكلمات المفتاحية

هامش المخاطر – متطلبات رأس المال – مدخل تكلفة رأس المال – استراتيجية التنويع – التقدير الأمثل للالتزامات – اتفاقية الملاءة المالية – شركات التأمين – المملكة العربية السعودية.

Abstract

The proposed model aims to estimate the relative rates for risk classifications for the general insurance sector, which represent a combination of the results of claims experience and the characteristics of the insured. The researcher relied on a set of proposed actuarial procedures to achieve the goals of the research, which consisted of adjusting the relative rates to reflect the weighted weights of each of the credibility coefficients, as well as the values of the loss rates for each risk category, where the value of the initial adjustments to the relative rates of the classification risk factors was estimated, the necessary adjustments were made to increase the degree of reconciliation of the credibility coefficients. The necessary actuarial adjustments were also made to achieve a balance between the classification rates to be consistent with the adjustments deduced from the credibility adjustments. Finally, the risk rate adjusted for the common classification coefficients was estimated. The researcher proposed also a model to estimate the level of efficiency of the risk classification system, which depends on estimating the variance of both the insured population and the different risk categories, taking into account measuring the degree of reliability of the level of variance in the study population. The procedures of the proposed model were applied to the data available for the auto insurance sector of one of the major insurance companies operating in the Kingdom of Saudi Arabia during the period (2019 - 2023). The researcher reached many results, perhaps the most important of which is that the estimated values of the adjusted premiums using the proposed model reflected the different levels of risk for the characteristics of the insurance subject, and the inferred relative classification coefficients contributed to providing estimates with a high degree of accuracy and credibility for both the premium and the risk premium for the insurance subject in the vehicle insurance sector. Finally, the proposed model succeeded in achieving a balance between the risk levels of the classification categories and the risk level of the insurance sector as a whole, which reflects the fact that the adjustments to the relative rates of discrimination for the risk categories did not result in an unequal impact on the general risk rates of the auto insurance sector. The researcher recommended the necessity of adopting the proposed model by both supervisory bodies and insurance companies, as it contributes to increasing the degree of pricing fairness, thus achieving a competitive advantage for insurance companies that enables them to attract more customers, which reflects positively on the company's underwriting profits.

key words

Relative rates - risk factors - risk classifications - auto insurance - general insurance pricing approaches - generalized linear regression models - Kingdom of Saudi Arabia.

المقدمة

يُمثل التأمين أحد أهم أدوات إدارة المخاطر، التي تتيح نقل ومشاركة الخطر، مما يؤدي إلى خفض أو إزالة عبء الخسارة المترتب على تحققه في صورة حادث. وذلك مقابل ما يتم دفعه من أقساط تتناسب ودرجة الخطر المؤمن منه، مما يعكس عدالة التسعير. ولضمان تحقيق السعر العادل يجب أن يعكس السعر العديد من العوامل لعل أهمها معلومات حاملي الوثائق، وخبرة المطالبات، وهو ما يهدف أيضاً إلى تحقيق أعلى مستويات الربحية والإدارة السليمة للمخاطر. ورغبة في تحقيق المنافسة الفعالة في الأجل الطويل، فمن الأهمية بمكان أن تكون أسعار التأمين مناسبة على مستوى كل من محفظة المخاطر، والخطر فردي. ويترتب على فشل الشركة في الوصول إلى المستوى العادل من الأسعار انسحاب المؤمن عليهم ذوي المخاطر المنخفضة الفردية إلى شركات ذات أسعار أقل، وهو ما يمكن أن يعرضها إلى المزيد من مخاطر الإختيار العكسي. بالنسبة إلى أغلب قطاعات التأمين ليس من الممكن تحديد الأسعار على أساس كل خطر فردي على حده، مما يستدعي ضرورة تحديد الخصاص التي يمكن للمؤمن استخدامها كمتغيرات لتصنيف للمؤمن عليهم تبعاً لصفاتهم وخصائصهم المشتركة إلى مجموعات أكثر تجانساً (Xiang.et.al,2023;Denuit&Legrand,2018;Werner&Modlin,2016;Tseung.et.al,2023).

يعتبر تصنيف المخاطر جزء مهم من عملية تحديد تعريفات التأمين العادلة، والذي يتضمن تجميع المخاطر في فئات مختلفة تشترك في مجموعة متجانسة من الخصائص التي تسمح بالتمييز في الأسعار بشكل عادل. وإكتوارياً تعتمد عملية التسعير على العديد من النماذج الكمية مثل نماذج الإنحدار المرنة ذات التأثير العشوائي، والتي تقدم آليات تأخذ في اعتباراها معلومات حاملي الوثائق وخبرة المطالبات، بهدف تصنيف حاملي الوثائق، تبعاً لخبرة المطالبات إلى مجموعات لها درجة مخاطر متجانسة. وهو ما يترتب عليه زيادة درجة دقة تحديد الأقساط، حيث أنها تعكس أيضاً المخاطر غير الكمية، وهو الأمر الذي يؤدي إلى تحقيق المزيد من العدالة في التسعير (Störmer,2015;Prince,2017;Akinyemi&Leiser,2020).

وتزداد درجة الاعتماد على تصنيف المخاطر عندما لا تتوافر معلومات كافية لتقدير أسعار التأمين بدقة. حيث يتم تجميع المخاطر ذات الصفات المشتركة في مجموعات متجانسة، ثم يتم تقدير السعر الإجمالي للمجموعة، وتوزيعه على ممن ينتمون للمجموعة لتحديد القسط الواجب دفعه. ومن ثم يمكن تعريف تصنيف المخاطر على أنه تقدير أسعار مختلفة لنفس التغطية التأمينية بناء على خصائص المجموعة أو متغيرات التصنيف. وهنا يمثل الخطر الفرق بين التكلفة الفعلية والمتوقعة. ويسمح وجود مجموعات التصنيف المتجانسة للمخاطر بتسعير منتجات التأمين بشكل

أكثر دقة بدلاً من فكرة القسط المتساوي. وهو ما يجعل القيم المقدرة للأقساط أكثر مصداقية من الاعتماد على نظام التقدير الفردي (Jeong&Dey,2021;Dionne&Rothschild,2014).

وتمثل معلومات حاملي الوثائق أو المتغيرات المشتركة مؤشر مفيد جداً لتحسين مستوى المخاطر، عند التسعير والاكتتاب في منتجات تأمينات العامة. فمن خلالها يتم تصنيف حاملي الوثائق تبعاً لخصائصهم الديموغرافية وخبرتهم السابقة بالمطالبات في مجموعات متجانسة. مما يترتب عليه تحديد أدق للتكلفة التأمينية التي سيتم تحملها بناءً على مقدار الحماية التأمينية المطلوب. ومن ثم فإن تصنيف المؤمن عليهم في مجموعات خطر متجانسة، طبقاً لخصائصهم التي لها علاقة مباشرة مع الخطر المؤمن منه يمثل أحد أهم أسس تحقيق عدالة التسعير للمنتجات التأمينية. حيث يسمح تصنيف المخاطر بتميز الاسعار بما يعكس درجة المخاطر للخطر المؤمن منه. في ضوء عدم التجانس داخل محفظة التأمين، فلا ينبغي لشركة التأمين تطبيق نفس السعر لجميع المخاطر المؤمن عليها في المحفظة (Porrini,2016;Zahi,2021).

ويجب على القائمين على التسعير عند اختيار متغيرات التصنيف أن يُلبي مجموعة من المعايير، والتي تشمل كل من المعايير الإحصائية والتشغيلية والاجتماعية، مع ضرورة أن يُأخذ في الاعتبار أيضاً القوانين والتشريعات المعمول بها. ويعد أحد أهم المعايير الإكتوارية للقبول عامل تصنيف المخاطر، أن يحقق التوازن بين كل من الكفاءة التشغيلية والتسعيرية، فلا يجب أن يزيد عدد التصنيفات للدرجة التي لا يتوافر عندها عدد كافي من المؤمن عليهم لمقابلة هذه التصنيفات، مما يترتب عليها أيضاً تكاليف إدارية لا حاجة لها. كما يجب أن تقابل تصنيفات المخاطر إلتزام الشركة الاجتماعي، كأحد الجهات المنوط لها بإدارة المخاطر بالمجتمع، نحو إلتزام المؤمن بقبول جميع مستويات المخاطر، ووضع تعريفة تعكس درجة المخاطر لكل من هذه المستويات المختلفة للخطر، وهو الأمر الذي يستدعي ضرورة قبول العملاء ذوي المخاطر المرتفعة، مع وضع السعر المناسب الذي يعكس درجة الخطر المرتفعة لهم، مع الأخذ في الاعتبار محاولة عدم فقد العملاء ذوي المخاطر المنخفضة. كما يجب ألا يدعو التصنيف إلى أي تميز عرقي، أو يكون ضد ثقافة المجتمع. ويجب أن يتم التصنيف على أسس إحصائية مقبولة. حيث يجب أن يكون دقيقاً ليكون له تأثير مباشر ومعنوي على سعر التأمين، بما يؤدي إلى تحقيق التجانس داخل كل فئة من فئات المجموعات التصنيف. كما يجب أن تلبي هذه التصنيفات الاختبارات الإحصائية لتأكيد وجود تباين معنوي بين الفئات المختلفة لعوامل التصنيف. بالإضافة إلى تلبية الاعتبارات القانونية والاجتماعية والتشغيلية التي تترتب على الاعتماد على هذه

التصنيفات في منطقة جغرافية معينة. فعلى سبيل المثال التمييز النوعي أو العرقي غير مقبول في بعض الدول التي تنتمي إلى الاتحاد الأوروبي (Birjandi&Sana,2021;Tseung.et.al,2022).

ويمكن للشركة تحديد معدلات التمييز بين المستويات المختلفة للخطر بالاعتماد على عامل تصنيف واحد، والتي ترى أنه الأكثر مساهمة في تمييز فئات الخطر، ويتم بناء السعر من خلال هذا المتغير التصنيفي، ثم إعادة تسويته حتى يعكس معدلات التصنيف الأخرى. وهو ما يسمى مدخل التصنيف أحادي المتغير. ولكن الاعتماد على هذه السياسة التسعيرية قد يتولد عنه تحيز في التوزيع الاحتمالي لمعلمة التوزيع، ولذلك يفضل الخبراء الإكتواريين الاعتماد على تقنيات تأخذ في الاعتبار المتغيرات التصنيفية المختلفة، وليس على متغير تصنيفي أحادي فقط عند بناء نماذج التسعير. فمن خلال تطور قدرات الحاسب الآلي تمكن الخبراء من الاعتماد على حجم كبير من البيانات، التي تؤهلهم إلى استخدام مجموعة من المتغيرات التصنيف ذات المستويات المختلفة. وهو ما يؤدي إلى زيادة مستوى العدالة في تسعير المنتجات التأمينية (Frees&Yang,2016;Verschuren,2021).

وترتكز اساليب التصنيف متعددة المتغيرات على العديد من الاسس الإحصائية، التي تهدف إلى اختبار مدى معنوية مستويات التصنيف، والتأكد من تجانس وحدات الخطر داخل كل مستوى، وكذلك تحليل مربع الأخطاء الناتج من نموذج الإنحدار إلى أقل ما يمكن، وإظهار نتائج التفاعل والارتباط بين المتغيرات. ولعل من أهم الاساليب المستخدمة في وصف العلاقة بين متغيرات التصنيف وحجم الخطر، النماذج الخطية المعممة GLM، كونها تنطوي على قدر كبير من المصداقية، بما يعكس متغيرات الاستجابة، والتي تمثل عدد المطالبات أو قيمتها. بينما تمثل عوامل الخطر المتغيرات التفسيرية. وذلك لما تقدمه هذه النماذج من أدوات وتقنيات إحصائية تسهل عملية قياس درجة الدقة والمصداقية لقسط الخطر. كما يمكن استخدام العديد من أساليب الإحصائية الأخرى مثل التحليل العامل والشبكات العصبية لزيادة قدرة نماذج GLM على تقديم نتائج أكثر توفيقاً، واستبعاد المتغيرات ذات التأثير الأقل، بالإضافة إلى توضيح حجم التفاعلات المشتركة بين المتغيرات، ومحاولة دمج المتغيرات ذات الارتباط الأعلى، وتحديد أكثرها دقة، مما يؤدي إلى زيادة جودة توفيق البيانات لتعكس خصائص الخطر المؤمن منه(Lee&Jeong,2024;Frees&Ship,2017;Tzougas&Makariou,2022).

ونظراً لزيادة وطأة الخطر بالمجتمع، كنتيجة لتعرض المجتمع للمزيد من المخاطر الطبيعية والاقتصادية، والتي ساهمت في زيادة درجة تباين خصائص المؤمن عليهم، وهو ما تطلب من الباحثين والخبراء الإكتواريين المزيد من البحث لتقديم نماذج إكتوارية تأخذ في الاعتبار أثر

تصنيفات المخاطر المختلفة على نظام التسعير التأميني، والتأكد من أنها تنطوي على جميع عوامل الخطر التي تساهم في تحقق التباين في نظام التسعير. وهو يترتب عليه تحقيق الكفاءة التسعيرية، بما يعكس هذا التباين أو التغيير. حيث تتغير التكاليف نظراً للتغير في تكرار وقيم المطالبات. ونظام التصنيف الكفء والجيد يتسم بأنه يولد نفس مقدار التباين المساوي لتباين مجتمع المؤمن عليهم. وعلى العكس فإن نظام التصنيف الأقل كفاءة هو ما يكون له تباين أقل من تباين مجتمع المؤمن عليهم، أي أنه لا يعكس جميع الإختلافات المعنوية في خصائص موضوع الخطر المؤمن منه.

الدراسات السابقة

تمثل الدراسات السابقة الأساس العلمي والنظري الذي استند عليه الباحث في تناول الموضوع محل البحث، ومن خلال مراجعة المكتبة التأمينية نجد أن موضوع قياس أثر خصائص الخطر على كل من الإكتتاب والتسعير بشركات التأمين قد شغل العديد من الباحثين، وقد تمت محاولات عدة لتناول هذه الظاهرة التأمينية، بُغية تحقيق العدالة في نظم التسعير التأمينية. وخاصة فيما يتعلق بقطاع التأمينات العامة، والذي يتصف بإرتفاع درجة عدم التجانس في خصائص موضوع الخطر المؤمن عليه. تم الاستناد إلى أحدث وأعمق الدراسات التي كان لها علاقة مباشرة بموضوع البحث، وذلك بهدف استخلاص أهم الأسس النظرية لموضوع الدراسة، والوقوف على أهم النتائج البحثية التي تتعلق بأثر تصنيف المخاطر على أسعار المنتجات التأمينية. واحدة من أهم الدراسات التي هدفت إلى استخدام نماذج الإنحدار غير المعلمية (ADMM) في تطبيق نماذج تحليل تصنيفات المخاطر الفرعية في مجال التأمين، بهدف تحسين دقة توقع تكرار المطالبات، دراسة (Lee&Jeong,2024). حيث اعتمدت الاجراءات الإكتوارية للدراسة على تقسيم حاملي وثائق التأمين إلى مجموعات خطر فرعية، تبعاً لخصائصهم التي تتميز بالتجانس في عدد وقيمة المطالبات داخل كل مجموعة من مجموعات الخطر. وتم تطبيق أدوات الدراسة على بيانات صندوق التأمين العقاري للحكومة المحلية في ولاية ويسكونسن. توصلت الدراسة أيضاً إلى أن استخدام نماذج ADMM قد وفرت تصنيفًا لحاملي الوثائق عمل على تحسين دقة توقع تكرار المطالبات. كما نجح النموذج في زيادة درجة المصداقية، من خلال استخدام كل من نموذجي التأثيرات العشوائية والثابتة. وقد أثبت (Lee) أن مدخل ADMM يتوافق ونموذج التأثيرات الثابتة لتحليل المجاميع الفرعية للمخاطر، بينما تم تطبيق نموذج التأثيرات العشوائية من خلال الاعتماد على الإسلوب البيزي التقليدي. وعلى الرغم من الإضافات العلمية التي قدمتها هذه الدراسة إلا أنها لم تتعرض إلى التعامل مع متغيرات تصنيف المخاطر المزدوجة.

ونظراً لأهمية تصنيف المخاطر في تحديد أسعار التأمين، فقد أولى الإتحاد الأوروبي لها المزيد من الاهتمام، حيث ركز على ضرورة تحقيق التوازن بين مجموعات تصنيف المخاطر، مع ضرورة الأخذ في الاعتبار القيود القانونية والاجتماعية المفروضة لعدم التمييز وتحقيق المساواة بين المواطنين. وهو ما تم مناقشته في دراسة (Xiang.et.al,2023)، والتي تناولت ضرورة تصنيف المخاطر للمؤمن عليهم في سوق التأمين، بسبب عدم تماثل خصائص المؤمن عليهم، نظراً للحاجة إلى مجموعات مخاطر فعالة للتحكم في الاختيار السلبي، مع التركيز على دور تصنيف المخاطر في تحديد الأقساط. وأشار (Xiang) إلى أهمية الاعتماد على معلومات تفصيلية تعكس خبرة المؤمن عليهم لتحقيق المزيد من الدقة في التسعير والكفاءة في عمليات الإكتتاب، كما تناول تحليل العواقب الاقتصادية السلبية للقيود التنظيمية على كفاءة تصنيف المخاطر، مع التركيز على الحظر المفروض على متغيرات التصنيف التمييزية مثل الجنس والسلوك المانع للمنافسة المتعلق بتبادل المعلومات بين شركات التأمين. وتوصلت الدراسة إلى أن كفاءة سوق التأمين تعتمد إلى حد كبير على المعلومات التي تستطيع شركات التأمين جمعها حول المخاطر التي تغطيها. حيث تساعد هذه العوامل في تحديد العلاوة التي تتناسب ودرجة الخطر لكل من فئات المخاطر المختلفة. وأشارت الدراسة إلى أن هناك العديد من الأسباب الاقتصادية لتصنيف مخاطر التأمين حسب نوعها، وأهمها أنها تزيد من كفاءة عملية الاكتتاب، كما يقلل من الاختيار السلبي والمخاطر المعنوية. كما أشارت النتائج إلى أن تنظيم سوق التأمين يحتاج إلى معالجة لتحفيز المنافسة بين شركات التأمين، ويتحقق ذلك من خلال البحث عن المزيد من متغيرات التصنيف المختلفة، مثل المتغيرات القائمة على الخبرة، والتي تنعكس آثارها على الكفاءة الاكتتابية والتشغيلية لشركات التأمين.

وفي نفس الإتجاه الإكتواري لمعالجة أثر تصنيفات المخاطر الذي اعتمد عليه (Lee & Jeong,2024) في دراسته، قدم (Tseung. et. al ,2023) دراسة تهدف إلى محاولة تحسين تصنيف المخاطر وزيادة درجة العدالة في نظم التسعير في مجال التأمينات العامة، باستخدام نماذج التأثيرات العشوائية المختلطة. وقد عمل على تطوير إطار يستخدم نموذج الإنحدار المرن مع التأثيرات العشوائية، المعروف باسم "Mixed Logit-weighted Reduced Mixture-of-Experts"، لتصنيف حاملي الوثائق التأمينية إلى مجموعات متجانسة من المخاطر وتحديد قيمة قسط التأمين التي تعكس وبدقة المخاطر غير الكمية.

كما هدف (Tseung.et.al,2023) أيضًا إلى محاولة تقديم إطار يتفوق على النماذج اللوجستية ونموذج (GLM) من حيث جودة الملاءمة للبيانات، مع توفير توصيف مفاهيمي وقابل

للتفسير لملفات المخاطر الخاصة بحاملي الوثائق ليعكس خبرة المطالبات بشكل عادل. كما فحص النموذج أثر وجود تصنيف مرن للمخاطر على كلٍ من ربحية وإدارة المخاطر لشركات التأمين، وعدالة التسعير. واعتمدت منهجية النموذج على محاولة تحديث المعلومات القبلية الأساسية لملفات المؤمن عليهم الجدد مثل العمر والجنس، مع ما يكتسبه المؤمن من معلومات إضافية ومحدثة حول ملف المطالبات الخاص بهم، بما في ذلك تكرار المطالبات ووطأتها، مما يؤدي إلى تصنيف وتحديد سعر بعدي للخطر. وقد توصلت الدراسة إلى أن النموذج المقترح يتمتع بعدة مزايا، لعل أهمها القابلية للتفسير، ومرونة نمذجة أي متغيرات تصنيفية ذات تأثيرات مختلطة، وأداء متفوق في مطابقة البيانات، وتحقيق تصنيف وتسعير عادل ودقيق للمخاطر. كما تم تقدير معلمات النموذج، واستنتاج التوزيع الاحتمالي للتأثيرات العشوائية بدقة، كذلك يتمتع النموذج بالكفاءة العددية مما يمكنه من التطبيق على محافظ التأمين الكبيرة.

ونظراً لأهمية الاعتماد على تصنيفات متجانسة تعكس خصائص المؤمن عليهم، فقد امتدت الدراسات التي تناولت هذه الظاهرة إلى قطاع تأمينات الحياة. حيث قدم (Sahai.et.al,2022) نموذجاً لتصنيف المخاطر قائم على تحليل تصنيفات المخاطر باستخدام إسلوب شجرة القرارات. حيث هدفت الدراسة إلى اختبار قدرات تقييم المخاطر لشركات التأمين على الحياة باستخدام التحليلات التنبؤية من خلال تصنيف مخاطر التأمين بناء على البيانات التاريخية للمؤمن عليهم، واقتراح النموذج المناسب لتقييم المخاطر. وتوصلت الدراسة إلى أن اتخاذ قرارات الاكتتاب بالاعتماد على تصنيفات متجانسة للمخاطر يساهم بشكل كبير في تحسين الكفاءة التشغيلية وتوفير الوقت. كما توصلت إلى أن نموذج XGBoost هو الأكثر دقة لتصنيف مخاطر التأمين، حيث يتميز بأن له قدرة تنبؤية مرتفعة. وقد أكدت الدراسة على أهمية الاعتماد على إسلوب شجرة القرارات كونه يعكس التصنيفات المختلفة لمجموعات المخاطر في تسعير منتجات تأمينات الحياة، حيث أنه يعمل على تسعير منتجات تأمينات الحياة بما يتضمن خصائص المؤمن عليهم، وهو ما يحقق المزيد من مصداقية وعدالة التسعير.

وفي إطار مراجعة الأدبيات التي تناولت أثر نظم تصنيف المخاطر على تقنيات تحديد أسعار التأمينات العامة، قدم (Zahi,2021) دراسة تتضمن عرضاً لأهم المساهمات العلمية التي تمت تجاه نظم تصنيف المخاطر. واستخلص أهمية تصنيف المخاطر في إنشاء هيكل التسعير الذي يتسم بالعدالة والمصداقية، حيث إن محفظة التأمين غير المتجانسة، تتصف بأن المؤمن عليهم مختلفين بالنسبة لدرجة تعرضهم للخطر. ولذلك، فإن فرض نفس السعر على جميع المؤمن عليهم أمر غير عادل. وللحد من ذلك ومحاولة تقليل التباين يمكن استخدام فئات المخاطر

المتجانسة قدر الإمكان سواء على أساس الجنس، أو العمر، أو غير ذلك من الخصائص. وقد توصل (Zahi) إلى أن تحديد الأسعار في التأمينات العامة يتطلب تقييمًا دقيقًا لاحتمالية حدوث المخاطر، وتحديد تعرفات مناسبة لكل فئة من فئات الخطر، بحيث تعكس كل فئة مستوى المخاطر الخاصة بهم. كما توصل أيضاً إلى أن هناك إختلافا في توزيع المخاطر داخل مجموعة المؤمن عليهم، وتميل شركات التأمين إلى قبول الأفراد ذوي المستوى المتوسط من المخاطر من بين المجموعة، وفي المقابل تخسر شركات التأمين التعامل مع فئة من العملاء ذوي المخاطر المرتفعة، أما لعدم قدرتها على إدارة المخاطر الخاصة بهم، أو لمحاولة تجنب الاختيار ضد صالح الشركة. مما يؤدي إلى تحولهم إلى شركات منافسة لها القدرة على بناء نظام تسعيري يأخذ في الاعتبار المستويات المختلفة لدرجة المخاطر. وهو ما يشير إلى ضرورة وجود نموذج إكتواري قادر على وضع حدود تمايزية لمستويات المخاطر.

وفي اتجاه بناء نموذج إكتواري لتحليل أثر تصنيف المخاطر على أسعار المنتجات التأمينية، قدم (Verschuren,2021) دراسة تناولت نموذج المكافأة والخصم (Bonus-Malus)، وهو يمثل واحد من أهم النماذج الإكتوارية التي تعكس تأثير مستويات الخطر المختلفة للمطالبات على المنتجات التأمينية، وقد هدف (Verschuren) إلى تطوير نموذج يعكس التأثيرات غير خطية لمستويات الخطر المؤمن منه. وذلك من خلال دمج المعلومات السابقة لحاملي الوثائق والمستمدة من خبرة المطالبات، والخصائص المشتركة لحملة الوثائق لمختلف وثائق التأمين التي يمتلكونها. حيث أن شركات التأمين تقوم بتحديد الأسعار الأولية بناءً على الخصائص الأولية لحاملي الوثائق، ولا تأخذ في الاعتبار أي معلومات متاحة من وثائق التأمين المشتركة، على الرغم من أن العملاء في كثير من الأحيان قد يملكون وثائق تأمين متعددة التغطيات التأمينية. وقد تم تطبيق النموذج المقترح على محفظة تأمين الممتلكات والمسؤولية الهولندية. وأظهر تطبيق النموذج المقترح أن دمج درجة المخاطر للمطالبات الفردية للعملاء من خلال منتجات تأمينية متعددة يمكن أن يؤثر بشكل كبير على تصنيف مستويات المخاطر. كما أن هذا الإسلوب يحقق المزيد من الأرباح لشركات التأمين، حيث يعتمد على إسلوب عادل في تسعير منتجات التأمين، ويعكس درجة المخاطر لحاملي وثائق التأمين بدقة.

ونظراً لأهمية نماذج الإنحدار الخطي المعممة GLMs كونها تمثل واحدة من أهم الأدوات الإحصائية المستخدمة في تقدير تكلفة التأمين، وتتميز بقدرتها على نمذجة متغيرات التصنيف المختلفة، بما يعكس نظم تسعير على درجة عالية من الدقة والمصداقية والعدالة، فقد قدم كلاً من (Omerasevic&Selimovic,2020) دراسة هدفت إلى تحليل تأثير تصنيف المخاطر على تحديد

أسعار التأمينات العامة. حيث تم تطوير نموذج معياري للمخاطر، يمثل منهج قياسي في تحديد معدلات أقساط المخاطر، ويعتمد على نمذجة متغير تكرار المطالبات باستخدام نموذج Poisson GLM، بينما تم الاعتماد على نموذج Gamma GLM لتوفيق قيمة المطالبات. وذلك للتحقق من أثر تصنيف المخاطر على أسعار التأمين لسوق التأمين في البوسنة والهرسك. واعتمدت الدراسة على بيانات عينة من المؤمن عليهم بقطاع تأمين المركبات. أظهر التحليل أن الاعتماد على نماذج GLM وحدها لا يوفر تقديرات موثوقة لمعاملات المتغيرات الفئوية ذات المستويات المتعددة. على الرغم من أن GLM هو إسلوب يستخدم على نطاق واسع لتحديد أسعار التأمين. بينما أدى تطبيق إسلوب شجرة قرارات CHAID مع GLM إلى تقدير علاوة المخاطر بشكل أكثر دقة، وبالتالي يتمتع بأداء تنبؤي أفضل. توصلت الدراسة أيضاً إلى أن استخدام النموذج المقترح في معالجة البيانات محل الدراسة في سوق التأمين في البوسنة والهرسك وفي منطقة جنوب شرق أوروبا أدى إلى تحسين وظيفة تسعير التأمين، مما ترتب عليه زيادة استقرار الشركات التأمينية. وأوصت الدراسة بضرورة اعتماد المزيد من تقنيات تصنيف المخاطر، لما لها من دورًا مهمًا في تحديد أسعار التأمين، مما يساعد في توزيع المخاطر بشكل عادل بين المؤمن عليهم. حيث تسمح مجموعات المخاطر المتجانسة التي تم إنشاؤها على أساس تصنيف المخاطر بتحديد قسط التأمين بشكل أكثر عدالة (Tzougas&Makariou,2022;Omerasevic&Selimovic,2020).

ولعل واحدة من أهم المشكلات التي تظهر كنتيجة لعدم الاعتماد على تصنيفات متعددة لمجموعات الخطر لحاملي وثائق التأمين، مشكلة الاختيار العكسي. حيث أن هناك علاقة عكسية بين درجة تصنيف مخاطر حاملي الوثائق ودرجة تعرض شركات التأمين لمخاطر الاختيار ضد صالح الشركة. ونظراً لأهمية هذه المشكلة التأمينية فقد قدم (Cather,2018) دراسة اعتمدت على نموذج يفترض أن شركات التأمين التي لديها بيانات غير كافية للتسعير لا يمكنها التمييز بين حاملي الوثائق ذوي المخاطر المنخفضة والمرتفعة، وبالتالي تفرض عليهما نفس القسط، وهو ما يعرضها إلى مخاطر الاختيار ضد صالح الشركة، أو ما يسمى بمخاطر الاختيار العكسي. وقد أوضحت الدراسة آليات تطوير شركات التأمين لمجموعات مبتكرة للبيانات لتصنيف المخاطر بهدف تمييز العملاء ذوي المخاطر المنخفضة، وخفض الأسعار لجذبهم من شركات التأمين المنافسة. طبقت الدراسة على شركات تأمين السيارات في الولايات المتحدة. وتوصلت إلى أن الاعتماد على قاعدة بيانات ضخمة لتصنيف المخاطر إلى مجموعات فرعية أكثر تجانساً يؤدي إلى زيادة قدرتها التنافسية بالسوق، مما يعمل على زيادة حجم أرباحها على المدى الطويل. ويقلل من تعرضها لمخاطر الإختيار ضد صالح الشركة.

وفي نفس ذات الاتجاه لدراسة (Sahai. et. al, 2022) قدم كلاً من (Denuit & Legrand,2018) دراسة لبحث أثر تصنيف المخاطر على عدالة التسعير لمنتجات تأمينات الحياة، والتي هدفت إلى تطوير نموذج كمي يسمح للخبراء الإكتواريين بتناول أثر المتغيرات المشتركة المستمرة للمؤمن عليهم، مثل مبالغ التأمين. على عكس المنهج التقليدي القائم على البيانات المجمعة والذي يتم اعتماده في مجال دراسة الوفيات، حيث تم تضمين الخصائص الفردية للمؤمن عليهم والمسجلة على مستوى وثائق التأمين في نموذج إنحدار بواسون. وتميز النموذج بأنه يتجنب التحيز الذي كانت تتعرض له جداول الحياة التقليدية، كنتيجة للتقارب بين مجموعات الخطر. وأظهرت النتائج أن استخدام نموذج الإنحدار البواسوني، قد تمكن من تحليل البيانات بصورة أكثر دقة، كما قدم تقديرات دقيقة تقدير لتأثير متغيرات التصنيف المستقلة المختلفة على معدلات الوفيات. وقد اوضحت النتائج أيضاً أن نموذج الإنحدار البواسوني يمكن استخدامه أيضًا لدراسة أوقات البقاء الفردية، وكذلك يسمح للممارسين في مجال التأمين بالتعامل مع مجموعات بيانات كبيرة وتضمين المتغيرات المستمرة مثل مبالغ التأمين. كما أن الاعتماد على تصنيفات فرعية لمجموعات الخطر قد ساهم في زيادة جودة النموذج، وأدى إلى تحقيق المزيد من عدالة التسعير لمنتجات تأمينات الحياة.

ولا يمثل ضرورة الاعتماد على تصنيف مجموعات المخاطر بما يعكس خصائص المؤمن عليهم مطلب أساسي لشركات التأمين فحسب نظراً لكونه يجنبها مخاطر الاختيار ضد صالح الشركة، وإنما هي أيضاً تمثل أحد مطالب العملاء. ففي دراسة قدمها (Störmer,2015) والتي تهدف إلى تحسين هياكل التسعير لمنتجات التأمين من خلال تضمين تصورات العملاء وتوقعاتهم للأسعار. أشار إلى أهمية تعديل نماذج التسعير لتلبية تلك التوقعات، وتحسين تواصل شركات التأمين مع العملاء بشأن الأسعار، بما يعكس خصائص العملاء في عمليتي الاكتتاب والتسعير. وركزت الدراسة على مدى قبول العملاء لسمات المخاطر التي لم تُستخدم في تحديد أسعار التأمين، في مجالي التأمين على السيارات والحياة للمملكة المتحدة وفرنسا وألمانيا. وتوصلت الدراسة إلى أن العملاء يؤيدون الاعتماد على العوامل المستخدمة عادة في تصنيف المخاطر عندما تتسم عملية التسعير بالشفافية. وأن العملاء مستعدون لتقديم مزيد من المعلومات الشخصية لشركات التأمين عندما يتم استخدام هذه المعلومات في التسعير. حيث أوضحت الدراسة أن تقديم مثل هذا النوع من المعلومات يتيح إجراء مقارنة لخصائص الخطر، مما يعمل على تقديم المزيد من الاهتمام للخصائص المميزة للخطر، وتجنب الخصائص التي لها تأثير غير معنوي على تصنيف المؤمن

عليهم، حيث يترتب عليها المزيد من التكاليف الإدارية دون وجود تأثير ملحوظ على عملية التسعير.

ويمتد تأثير تصنيف المخاطر التي تعكس خصائص المؤمن عليهم ليس فقط على المؤمن عليهم وشركات التأمين، ولكن أيضاً على قطاع التأمين والاقتصاد. وهو ما تناولته دراسة (Dionne&Rothschild,2014)، والتي تناولت تأثير عدم الاعتماد على تصنيف عادل للمخاطر على سوق التأمين، والاقتصاد بشكل عام. وقد ركزت الدراسة على تقييم التوازن بين العدالة الاجتماعية والكفاءة الاقتصادية في ضوء عدم التصنيف الكامل للمخاطر. وقد توصلت الدراسة إلى أن هذه الظاهرة قد تؤدي إلى اضطراب في سوق التأمين، حيث يُجبر المؤمن عليه على دفع أقساط تأمين مرتفعة غير عادلة، تتجاوز التكلفة الفعلية للمخاطر التي يتعرض لها. وهو ما يؤدي إلى تراجعه عن شراء التأمين بشكل كامل، وينعكس ذلك على تدهور سوق التأمين بأكمله. واستندت الدراسة إلى نموذج تحليلي لسوق التأمين، يعتمد على تحليل سلوك الأطراف ذات المصلحة في سوق التأمين وتفاعلاتهم. واعتمد النموذج على مفهوم "تصنيف المخاطر" كأداة لتقييم الآثار الاقتصادية لعدم التصنيف الكافي للمخاطر. حيث يتم تصنيف المؤمن عليهم وفقًا لمخاطرهم المتوقعة لحساب أقساط التأمين المناسبة. وتم توسيع النموذج ليشمل معلومات إضافية للمؤمن عليهم في البيئات التحليلية المختلفة في السوق. حيث تم الاعتماد على نموذج تحليلي موحد لسوق التأمين، وقد تم تقييم التوازن بين العدالة والكفاءة في حالتين، الأولى عندما يكون عدم التصنيف الكافي للمخاطر له تأثيرات توزيعية فقط، وهو ما يكون له تأثيرات سلبية على الكفاءة. والثانية شملت بيئات تحليلية أكثر تعقيدًا تشمل الخيارات الداخلية للأفراد في اكتساب المعلومات وتصنيف المخاطر. وقد توصلت الدراسة إلى أن عدم الاعتماد على تصنيف كافي للمخاطر يؤدي إلى توجيه الأفراد ذوي المخاطر المنخفضة لدفع أقساط تأمين أعلى من القيمة العادلة، بينما يتم تخفيض أقساط التأمين للأفراد ذوي المخاطر المرتفعة بما يتجاوز القيمة العادلة. وعلى الرغم من أن ذلك قد يقلل من مخاطر التصنيف ويحقق المزيد من العدالة الاجتماعية، إلا أنه يؤدي إلى تقليل عدد المؤمن عليهم بشكل عام، وبالتالي يقلل من كفاءة سوق التأمين.

وفي مجال تطوير التقنيات الإحصائية التي يمكن الاعتماد عليها عمليًا لتسعير المخاطر لتصنيفات الخطر المختلفة، قدم كل من (Antonio & Valdez, 2012) دراسة هدفت إلى محاولة التوصل إلى أكثر أدوات التصنيف الإحصائي لتحقيق تسعير عادل ومنصف للمخاطر في عملية تحديد الأسعار. وتميزت هذه الدراسة بتقديم أهم المبادئ الإحصائية الأساسية والتقنيات المستخدمة في تصنيف المخاطر في مجال التأمين. كما ناقشت آليات عمل تطبيقات تصنيف المخاطر في

التأمين على الحياة وغيرها من أنواع التأمين. وامتدت الدراسة لتشمل أيضاً توضيح أهم أوجه الإختلاف بين التسعير القبلي والذي يعتمد على الخبرة التاريخية للمطالبات، والتسعير البعدي والذي يعتمد على خصائص المؤمن عليهم، وبيان أثر ذلك على تقدير التكاليف وتعديل الأسعار في التأمين. وتوصلت الدراسة إلى أن استخدام تقنيات الإنحدار ونماذج الاعتمادية في تصنيف المخاطر وتسعيرها قد قدم نتائج على درجة عالية من العدالة. وأوصت الدراسة بضرورة بناء نظام تصنيف المخاطر بناءً على أسس إحصائية سليمة لتحقيق تسعير منصف وعادل للمخاطر.

التعليق على الدراسات السابقة وتحديد الفجوة البحثية

يتضح من خلال مراجعة الأدبيات التي تناولها الفكر الإكتواري التأميني أنها اتجهت نحو ضرورة اعتماد كل من وظيفتي الإكتتاب والتسعير على خصائص الخطر موضوع التأمين، مما يعكس تأثر أسعار المنتجات التأمينية بمستوى الخطر، ويميز بين المستويات المختلفة للخطر، بالدرجة التي تقدم سعر مميز لكل فئة من فئات الخطر، وهو ما يجنب شركة التأمين التعرض لمخاطر الإختيار ضد صالح الشركة. ويكمن الإختلاف بين هذه المساهمات العلمية في كل من نطاق التطبيق وطرق المعالجة الإكتوارية لتصنيفات المخاطر، وأثرها على سعر التأمين. حيث تناولت مجموعة من الدراسات بالتطبيق المخاطر المرتبطة بقطاع التأمينات العامة، بينما ركزت بعض الدراسات على أثر هذه الظاهرة التأمينية على منتجات تأمينات الحياة. كما تنوعت النماذج الإكتوارية المستخدمة بين الاعتماد على نماذج الإنحدار الخطية المعممة، أو نظام المكافأة والخصم، أو نماذج شجرة القرارات، وغيرها من النماذج. ولعل الهدف الرئيس لهذه المساهمات يرتكز إلى محاولة تقديم نموذج تسعير يعتمد على خصائص الخطر يتسم بعدم تعقد الحسابات، مع تقديم درجة كافية من المصداقية. لذا ظهرت الحاجة بعد مراجعة هذه الأدبيات إلى تقديم نموذج متكامل يهدُف إلى معالجة بعض أوجه القصور بالنماذج السابقة، ويعتمد على نظام تصنيفي متعدد المتغيرات، ويحاول زيادة درجة الدقة المرتبطة بتطبيق نماذج الإنحدار الخطية المعممة، وأخيراً محاولة قياس كفاءة المعدلات النسبية المستنتجة، وأثرها على سعر الخطر، مما يُسهم في تقديم المزيد من محاولات التحسين، ويهدف إلى الوصول إلى نموذج يحقق التوازن بين خبرة المطالبات وخصائص الخطر.

مشكلة البحث

يشير تصنيف المخاطر إلى استخدام الخصائص التي يمكن ملاحظتها من قبل القائمين على وظيفة الإكتتاب في شركات التأمين لتجميع الأفراد ذوي المطالبات المتوقعة المماثلة، لتقدير سعر التأمين الذي يتناسب ودرجة الخطر لديهم، وبالتالي تقليل المعلومات غير المتماثلة. في كثيراً

من الأحيان تكون المعلومات القبلية عن الخطر غير كافية لتحديد السعر العادل للخطر، أو يكون غير قابلة للقياس والملاحظة، وبالتالي فإن تصنيفات المخاطر القبلية هنا لن تكون متجانسة بما يؤدي إلى وضع نظام تسعير عادل. وبالتالي تصبح هناك ضرورة إلى الاعتماد على المعلومات البعدية، والتي تتمثل في خبر المطالبات السابقة للعملاء. وعلى ذلك فإن المعيار الأمثل للتسعير في هذه الحالة يتمثل في الاعتماد على عدد المطالبات السابقة المبلغ عنها.

وبالتالي يترتب على عدم وجود تصنيفات كافية للمخاطر إحتمال تعرض المؤمن لمخاطر التسعير، حيث يجذب السعر الموحد مجموعة من المؤمن عليهم ذوي المخاطر المرتفعة، لدفع قسط خطر أقل من مستوى المخاطر الخاصة بهم، وهو ما يعرض المؤمن لخطر الاختيار العكسي. ومن ثم يحجم العملاء من ذوي المخاطر المنخفضة عن التأمين، ويتحولون إلى الشركات المنافسة التي لديها نظم تسعيرية تتسم بالعدالة. وفي المقابل فإن التزام الشركة تجاه المجتمع يحتم عليها قبول المخاطر للمؤمن عليهم ذوي المخاطر المرتفعة. وبالتالي فإن تصنيف المخاطر بات ضرورة، وليست أمر نمطي كما نرى الأن مع العديد من الشركات، والتي تكتفي بعدد صغير من المعلومات رغبة في عدم فقد العميل.

ومن خلال فحص نظم التسعير لشركات التأمينات العامة بالمملكة العربية السعودية يتبين أنها تعتمد على نظم تصنيفية أحادية المتغير، ثم يتم تسويتها باستخدام عوامل الخطر الأخرى، وبالاعتماد على الأساليب الحكمية. فعلى الرغم من تطور الآليات الإحصائية القادرة على دمج العديد من عوامل الخطر باستخدام النماذج الكمية، إلا أننا نرى العديد من الشركات السعودية تعتمد على عوامل تصنيفية محدودة، والتي يمكن القول أنها الأكثر تأثيراً في تصنيف المؤمن عليهم تجاه الخطر المؤمن منه، بينما تتجاهل المتغيرات التصنيفية غير القابلة للقياس، على الرغم من تأثيرها المعنوي في درجة الخطر، وكذلك تتجاهل التفاعل المشترك بين عوامل الخطر، والتي قد يكون لها تأثير إحصائي عكس أيً من هذه المتغيرات بما يترتب عليه إختلاف درجة الخطر. كما تفترض النماذج الإكتوارية التي تعتمد عليها هذه الشركات أن درجة التباين في خصائص أفراد المجتمع متساوي، بينما تختلف درجة التباين في خصائص المؤمن عليهم تبعاً لإختلاف عوامل الخطر، ويرجع ذلك إلى محاولة تسهيل إجراءات الحسابات الإكتوارية. كما تتجاهل الحسابات الإكتوراية تحقيق التوازن بين كل من خبرة المطالبات لمجتمع المؤمن عليهم (التسعير البعدي)، وخصائص المؤمن عليهم التي تعكس عوامل تصنيف المخاطر (التسعير القبلي)، حيث تولي عوامل التسعير البعدي الأهمية الأكبر كونها تعكس خبرة الخسائر لموضوع الخطر المؤمن منه. وهو ما يعكس عدم الدقة في تطبيق معاملات المصداقية والتي من شأنها تحقيق هذا القدر من

التوازن بين كل من خبرة المطالبات والخصائص الفردية للخطر المؤمن منه. وهو ما ترتب عليه نظم تصنيفية لا تعكس خصائص المؤمن عليهم، والتي تساهم في تحقيق التباين بنظم التسعير، بما يعكس درجة الخطر لكل فئة من فئات عوامل الخطر المختلفة. ولتوضيح أثر مشكلة عدم أخذ العوامل التصنيفية للخطر في الاعتبار بما يحقق معامل مصداقية متوازن عند وضع نظام التسعير، يعرض الباحث الجدول (1)، والذي يوضح كل من المعدلات النسبية ومعاملات المصداقية الفعلية، وكذلك ما يقابلها من معدلات متوقعة مستمدة من نتائج خبرة المطالبات، وخصائص الخطر المؤمن منه. وذلك لبيانات فرع تأمين المركبات لأحدى الشركات العاملة بالسوق السعودي (تم حجب اسم الشركة بناء على توصية من القائمين عليها). تم الاعتماد على أحد عوامل التصنيف المتمثل في قيمة المركبة.

جدول (1): المعدلات النسبية والمصداقية الفعلية والمتوقعة لعامل خطر قيمة المركبة خلال الفترة (2019 – 2023) م*

E(Z_ Adj)	Z	معدل الانحراف	2023		2022	معدل الانحراف	2021	معدل الانحراف	2020	معدل الانحراف	2019	المعدل النسبي المقدر للتصنيف	فئات التصنيف لمعامل الخطر
			المعدل الفعلي للتصنيف%		المعدل الفعلي للتصنيف%		المعدل الفعلي للتصنيف%		المعدل الفعلي للتصنيف%		المعدل الفعلي للتصنيف%		
0.620	0.767	0.00%	125	0.00 %	120	0.00%	115	0.00%	110	0.00%	100	1	A1
0.489	0.418	15.07%	105	19.86%	105	13.16 %	95	12.08%	90	9.59%	80	0.73	A2
0.406	0.444	27.29%	221	10.99%	185	-5.47%	151	-11.64%	135	-17.21 %	115	1.389	A3
0.559	0.691	6.56%	264	3.01 %	245	-0.85%	226	-12.85%	190	-14.23 %	170	1.982	A4
0.500	0.578	13.66%	415	6.70 %	374	-0.57%	334	-3.52%	310	-17.84 %	240	2.921	A5

* الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات البرنامج الإحصائي R-Studio.

توضح نتائج جدول (1) كل من قيم الانحرافات الفعلية والمتوقعة للمعدلات النسبية لتصنيف المخاطر خلال فترة الدراسة، والتي تعكس زيادة معامل الخطر الفعلي لفئة الخطر الثانية (A2) عن المعدل المستمد من خصائص عينة الدراسة بمقدار 9.59%، كما ينخفض معامل الخطر لكل من فئات المخاطر (A5 – A4 – A3) بمعدل (17.21%، 14.23%، 17.84%) على الترتيب، مما يشير إلى زيادة وطأة المخاطر لهذه الفئات عن ما هو مستخدم بنظم التسعير الفعلية. ومن خلال استعراض قيم الانحرافات خلال فترة الدراسة (2020–2023) م يتضح وجود انحرافات معنوية بين كل من القيم الفعلية والمقدرة لمعدلات النسبية لتصنيف المخاطر، وهو ما يشير إلى أن النظم المتبعة للتسعير لم تأخذ في الاعتبار خصائص الخطر المؤمن منه بنظم التسعير المعمول بها. ويمكن التأكد من النتيجة السابق التوصل لها من خلال فحص القيم الفعلية لمعاملات المصداقية، والتي تشير إلى عدم تحقيق درجة كافية من التوازن بين كل من نتائج خبرة المطالبات وخصائص الخطر المؤمن منه. وبمقارنة معاملات المصداقية الفعلية بما يقابلها من معاملات

مسواة باستخدام خصائص عينة الدراسة، نلاحظ وجود فروق معنوية بين كل منهما لصالح المعاملات المسواة، حيث نجد أن المعاملات المسواة قد اتجهت لتحقيق التوازن بين كل من نتائج خبرة المطالبات وخصائص الخطر.

ومما سبق يتضح جلياً مشكلة الدراسة والتي ترتكز على اعتماد شركات التأمين بالمملكة العربية السعودية على معدلات نسبية تصنيفية لا تعكس معاملات مصداقية متوازنة بين كل من خبرة المطالبات وخصائص الخطر المؤمن منه. كما تلجأ عند تقدير معاملات المصداقية ونسب كفاءة معاملات الخطر على فرض تباين متساوي لجميع فئات المخاطر لمجتمع الدراسة. وهو ما يترتب عليه تقدير نسبة كفاءة لا تعكس خبرة وخصائص المجتمع. وكل ما سبق يؤكد وجود خلل في نظم التسعير بما يعكس خصائص الخطر المؤمن منه، وهو ما يترتب عليه العديد من مخاطر التسعير المتمثلة في إقبال العملاء ذوي المخاطر المرتفعة للحصول خصم لسعر الخطر، مما يزيد من تعرض الشركة لخطر الاختيار العكسي، بالإضافة إلى عزوف العملاء ذوي المخاطر المنخفضة، وتوجههم إلى الشركات المنافسة، الأمر الذي يترتب عليه فقد الميزة التنافسية للشركة، وبالتالي التأثير على حجم عملياتها، وخسارة الأرباح، كنتيجة لإنخفاض الطلب على المنتجات التأمينية. وبالتالي فإن مشكلة البحث تتركز في "اعتماد شركات التأمين السعودية على عوامل خطر غير كافية، ولا تعكس الخصائص الكاملة للخطر موضوع التأمين، الأمر الذي يترتب عليه عدم تحقيق قدر كافي من العدالة التسعيرية للمنتجات التأمينية".

أهداف البحث

يهدف البحث إلى تقديم نموذج إكتواري مقترح لتسعير المنتجات التأمينية لفرع التأمينات العامة بما يحقق التوازن بين المعلومات المستمدة من خبرة المطالبات، وكذلك خصائص الخطر المؤمن منه. وهو ما يسهم في تحقيق عدالة التسعير، وينعكس على ربحية ونظم إدارة المخاطر لدى شركات التأمين، مع ضمان تحصيل قسط عادل من المؤمن عليهم وفقًا لمستوى الخطر، مع الأخذ في الاعتبار خبرة المطالبات الخاصة بهم. ويتضمن النموذج المقترح عدة أهداف فرعية، لعل أهمها محاولة التوصل لمعدلات نسبية للمخاطر تعكس خصائص فئات الخطر التمييزية، وكذلك تقديم معدلات مصداقية تعمل على تحقيق التوازن بين كل من خبرة المطالبات وخصائص الخطر، وقياس معامل الكفاءة للنموذج المقترح لنظام تصنيف المخاطر، والذي يعتمد على تقدير درجة التباين لكل من خصائص فئات الخطر وكذلك تباين المجتمع، وذلك في إطار تصنيف متعدد المخاطر. ومن ثم يحاول الباحث تحقيق الهدف الرئيسي للبحث من خلال محاولة الإجابة على التساؤلات التالية: –

1- ما هو أثر تقدير تباين مجتمع غير متساوي يعكس خصائص الخطر على معاملات الكفاءة نظام تصنيف المخاطر لدى شركات التأمين؟

2- ما هو أثر تقدير معاملات مصداقية تعكس التوازن بين كل من نتائج الخبرة المطالبات وخصائص الخطر على نظم التسعير بشركات التأمين؟

3- ما هي الآليات المستخدمة والمقترحة لتقدير معدلات نسبية لتصنيف المخاطر التي تعكس خصائص الخطر محل الدراسة؟

4- ما هو أثر تقدير معدلات نسبية تعكس نظم تصنيف المخاطر على أسعار منتجات التأمينات العامة؟

5- هل هناك فروق معنوية تترتب على استخدام كل من مدخل معدلات الخسائر ومدخل صافي الأقساط في تسوية معاملات التمييز التصنيفية لعوامل الخطر؟

6- ما هي الآلية المقترحة لتقدير مستوى كفاءة نظم التصنيف المطبقة بشركات التأمين بما يعكس تحقيق التوازن بين الاعتماد على التصنيفات المختلفة لعوامل الخطر وأسس تسعير الخطر وآليات الإكتتاب بالشركة؟

ومن خلال استعراض التساؤلات البحثية السابقة نجد أن الهدف الرئيسي للبحث يرتكز على محاولة دمج كل من المعلومات السابقة (المشتركة)، وكذلك عوامل أو خصائص الخطر الفردية الكامنة، والتي تمثل عوامل أو خصائص الخطر الملاحظة وغير الملاحظة الثابتة ضد العوامل التي تتغير مع الوقت. وبالتالي يسعى الباحث إلى اقتراح نموذج لتقدير المعدلات النسبية لتصنيفات المخاطر، تتسم بدرجة عالية من الدقة والمصداقية، ومن ثم اقتراح آليات وإجراءات لقياس كفاءة نظام التصنيف المقترح.

أهمية البحث

- الأهمية العلمية: يقدم النموذج المقترح للبحث الأسس الإكتوارية اللازمة للاعتماد على التصنيفات المختلفة لخصائص الخطر المؤمن منه. كما يقدم البحث الإجراءات اللازمة لتقدير معامل المصداقية بما يعكس عوامل الخطر المختلفة التي تؤثر على سعر الخطر. وكذلك تقدير قيم معاملات الكفاءة نظم التصنيف. وهو ما يُثري المكتبة التأمينية، ويقدم الأساس للباحثين في تناول هذه الظاهرة، والتي تُسهم في تحقيق المزيد من العدالة التسعيرية للمخاطر التأمينية. ويُتيح لهم تقديم المزيد من الدراسات التي تتناول هذه الظاهرة بقطاعات تأمينية مختلفة.

- الأهمية العملية: يمثل تصنيف المخاطر أحد أهم أركان وظيفتي الإكتتاب والتسعير بشركات التأمين، وذلك لما له من أهمية في تحديد أسعار التأمين، وتوزيع المخاطر بشكل عادل بين المؤمنين، حيث يهدف الاعتماد على عوامل الخطر إلى تجميع وثائق التأمين الخاصة بمحفظة تأمين معينة في مجموعات متجانسة تتسم بخبرة متماثلة ومتشابهة في المطالبات المتوقعة أو ملف المخاطر الخاص بهم. وبالتالي يدفع جميع المؤمن عليهم داخل نفس فئة المخاطر قسط تأمين متكافئ، حيث يتمتع المؤمن عليهم في نفس فئة المخاطر بخصائص متماثلة، وهو ما يترتب عليه تسعير قسط التأمين بشكل أكثر عدالة. وأخيراً فإن الهدف العام من تصنيف المخاطر هو تحديد قسط عادل لكل مؤمن عليه في المحفظة والتأكد من الاستقرار المالي لشركات التأمين. وتعتمد معظم شركات التأمين في الدول المختلفة معدلات أقساط التأمين الخاصة بها بناء على النماذج الإحصائية لتحديد أسعار التأمين، مع الأخذ في الاعتبار تصنيف المخاطر نظراً لأهميته في سوق التأمين التنافسي، وخاصة الذي يعتمد على تحرير الأسعار، حيث إن الاعتماد على تصنيف جيد للمخاطر يعكس خصائص المؤمن عليهم مما يُحسن المركز المالي لشركات التأمين. فالشركات التي يمكنها تحديد وتنفيذ معدلات تسعير عادلة تعتمد على متغيرات تصنيف تعكس صفات وخصائص المؤمن عليهم، تكون قادرة على تأمين نطاق أوسع من المخاطر بشكل مُربح، وهي بذلك تتمتع بميزة تنافسية بينما الشركات التي تختار عدم القيام بذلك تواجه مخاطر الاختيار العكسي.

فروض البحث

يعتمد البحث على فرضية رئيسية تعكس مدى وجود إختلافات معنوية بين سعر الخطر لتصنيفات مجموعات المخاطر لمنتجات التأمين والتي تأخذ في الاعتبار خصائص الخطر المؤمن منه، والمُقدرة باستخدام النموذج المقترح للبحث، وما يقابلها من المعدلات النسبية الفعلية المستخدمة في تسعير منتجات التأمينات العامة لفرع تأمينات المركبات. ويتم إختبار صحة هذه الفرضية الرئيسية من خلال مجموعة من الفرضيات الفرعية والتي تأخذ الشكل التالي: –

- الفرض الأول: عدم وجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية بين القيم الفعلية والمقدرة بالاعتماد على توزيع بواسون لنمذجة بيانات متغير "تكرار المطالبات" وتوزيع جاوس العكسي لنمذجة بيانات متغير "قيم المطالبات" لقطاع تأمين المركبات بالشركة محل الدراسة عند مستوى معنوية 5%.

- الفرض الثاني: عدم وجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية بين القيم الفعلية لمعاملات المصداقية والقيم المقدرة باستخدام النموذج المقترح والتي تعكس التوازن بين كل من نتائج الخبرة المطالبات وخصائص الخطر، عند مستوى معنوية 5%.
- الفرض الثالث: عدم وجود أثر معنوي ذو دلالة إحصائية للقيم المقدرة لمعدلات النسبية لتصنيف المخاطر على أسعار منتجات فرع تأمين المركبات للشركة محل الدراسة باستخدام مدخل معدل الخسارة ومدخل القسط الصافي، عند مستوى معنوية 5%.
- الفرض الرابع: عدم وجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية لمعاملات التمييز التصنيفية لعوامل الخطر المسواة باستخدام كل من مدخل معدلات الخسائر ومدخل صافي الأقساط، عند مستوى معنوية 5%.
- الفرض الخامس: عدم وجود أثر معنوي لإختلاف قيم تباين المجتمع محل الدراسة على معاملات الكفاءة لنظام تصنيف المخاطر لكل من مدخل معدلات الخسائر ومدخل القسط الصافي، عند مستوى معنوية 5%.
- الفرض السادس: عدم وجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية بين المعدلات النسبية لتصنيف المخاطر التي تعكس خصائص الخطر محل الدراسة والمعدلات الفعلية المستخدمة في فرع تأمين المركبات للشركة محل الدراسة، عند مستوى معنوية 5%.

محددات البحث

- مجتمع البحث: لأغراض تطبيق النموذج المقترح، تم الاعتماد على بيانات أحد شركات التأمين العاملة بالمملكة العربية السعودية (تم حجب اسم الشركة بناءً على رغبة الإدارة)، وتبلغ الحصة السوقية للشركة 27% من سوق التأمين بالمملكة.
- الحدود الزمنية: اقتصرت الدراسة على البيانات السنوية للشركة محل الدراسة خلال سلسلة زمنية شملت خمس سنوات (2019 – 2023) م.
- القطاعات التأمينية: تم الاعتماد على بيانات قطاع تأمينات المركبات للعديد من الأسباب، لعل أهمها كونه يعكس العديد من عوامل الخطر المشتركة، بالإضافة إلى أن الشركة محل الدراسة تستحوذ على 29% من حجم الأقساط لسوق التأمين بالمملكة بقطاع تأمين المركبات خلال عام 2023م.
- متغيرات البحث: تمثل كل من (عوامل الخطر (قيمة المركبة – المهنة) – معدلات الخسائر – القيم المعرضة للخطر – الأقساط المحصلة) المتغيرات التفسيرية للنموذج المقترح. بينما تعكس كل من (معدل تكرار المطالبات – قيمة المطالبات) متغيرات الاستجابة للنموذج المقترح.

والتي من خلالها يمكن تقدير قيم المعدلات النسبية لتصنيف المخاطر، ومعاملات المصداقية لكل فئة تصنيفية من فئات المخاطر.

النموذج المقترح للبحث

يعتمد تقدير قيم المعدلات النسبية لتصنيف عوامل الخطر المقترحة على مجموعة من الاجراءات الإكتوارية، والتي تبدأ بتسوية الأقساط باستخدام معدلات الفائدة السائدة، وذلك من خلال الاعتماد على كل من مدخل القسط الصافي ومدخل معدلات الخسائر. ثم تقدير قيمة التعديلات الأولية للمعدلات النسبية لعوامل الخطر التصنيفية، وبالتالي إجراء التسويات اللازمة لزيادة درجة التوفيق لمعاملات المصداقية. وهوما يمكن من إجراء التعديلات الإكتوارية اللازمة لتحقيق التوازن بين معدلات التصنيف لتتفق مع التسويات المستنتجة من تعديلات المصداقية. وأخيراً تقدير معدل سعر الخطر المسوى بمعاملات التصنيف المشتركة. وبعد أن يتم التوصل إلى نظام التصنيف الأكثر مصداقية، يمكن اقتراح نظام لتقدير مستوى كفاءة تصنيف المخاطر، والذي يعتمد على تقدير التباين لكل من مجتمع المؤمن عليهم وكذلك فئات المخاطر المختلفة. مع الاخذ في الاعتبار قياس درجة مصداقية مستوى التباين بمجتمع الدراسة. وأخيراً قياس جودة توفيق التوزيع الاحتمالي لمتغيرات النموذج المقترح.

منهجية البحث

اعتمد البحث في تناول مشكلته ومحاولة تحقيق أهدافه مزيج من المناهج البحثية، والتي تضمنت كل من المنهج الاستقرائي، ومنهج تحليل المحتوى، ومنهج التحليل الكمي. حيث تم الاعتماد على المنهج الاستقرائي ومنهج تحليل المحتوى في مراجعة الأدبيات والبحوث والدراسات التي تقدم الأسس النظرية والجوانب العملية للمشكلة محل البحث. كما تم الاعتماد على التحليل الكمي لاختبار فرضيات البحث من خلال تطبيق الخطوات العلمية للنموذج المقترح، ومحاولة تقدير قيم متغيرات البحث، وتفسير العلاقات بين المتغيرات، وصولاً لمحاولة تفسير أثر استخدام نظم التصنيف المتعددة على أسعار منتجات التأمين للفرع محل الدراسة.

خطة البحث

يتضمن البحث ثلاثة مباحث خلاف المقدمة والنتائج والتوصيات وقائمة المراجع:

المبحث الأول: طبيعة نظم تصنيف المخاطر في قطاع التأمينات العامة

المبحث الثاني: النموذج المقترح لتقدير قيم المعدلات النسبية لتصنيفات عوامل الخطر

المبحث الثالث: قياس كفاءة نظام تصنيف المخاطر المقترح بقطاع تأمين المركبات

النتائج والتوصيات – المراجع

المبحث الأول

طبيعة نظم تصنيف المخاطر في قطاع التأمينات العامة

مقدمة

يساهم التأمين كأداة من أدوات إدارة الخطر في نقل أو مشاركة المخاطر، حيث يعتبر وسيلة لتخفيف العبء المالي الناتج عن تحقق الخطر، في مقابل قسط التأمين. وتعتمد الأدوات الفعالة لتسعير التأمين على تحقيق سعر عادلة ومعقولة للخطر. ويمثل تصنيف المخاطر أحد أهم أركان عملية تحديد سعر التأمين، التي تتضمن تجميع المخاطر في فئات مختلفة تشترك في مجموعة متجانسة من الخصائص، التي تسمح بالتمييز في الأسعار بشكل ينعكس على سعر التأمين. حيث يعتمد تسعير منتجات التأمينات العامة على العديد من العوامل، لعل أهمها معلومات حاملي الوثائق وخبرة المطالبات، وذلك لضمان الإدارة السليمة للمخاطر، وتحقيق أعلى مستوى من الربحية. وتطبيقياً لتصنيف المؤمن عليهم إلى مجموعات لها درجة مخاطر متجانسة، يمكن استخدام النماذج الكمية مثل نماذج الإنحدار المرنة ذات التأثير العشوائي، والتي تأخذ في اعتباراها معلومات حاملي الوثائق وتاريخ المطالبات. وهو ما يترتب عليه زيادة درجة دقة تحديد الأقساط، حيث تعكس أيضاً المخاطر غير الكمية غير القابلة للقياس، الأمر الذي يؤدي إلى تحقيق المزيد من العدالة في التسعير (Xiang.et.al,2023;Prince,2017).

يهدف تصنيف المخاطر بشكل عام إلى تحديد قسط تأمين عادل يعكس درجة المخاطر لكل مؤمن عليه في محفظة التأمين، وهو ما يضمن تحقيق الاستقرار المالي لشركة التأمين. وعلى الوجه الأخر فإن عدم الاهتمام بالتصنيف المناسب للخطر يعرض الشركة لمخاطر الإختيار العكسي، مما يؤثر على النتائج المالية للشركة. فشركات التأمين التي تطبق أسس عادلة لتصنيف الخطر تمتلك ميزة تنافسية تميزها عن باقي الشركات، مما يترتب عليه تحقيق المزيد من أرباح الإكتتاب. وبالتالي فإن تحقق خطر الاختيار العكسي يتوقف على فشل الشركة في وضع نظام مناسب لتصنيف المخاطر لديها، تبعاً لعوامل خطر محددة تساهم في تغيير درجة الخطر. وعلى العكس إذا قامت الشركة بتحديد وتعريف الخصائص المميزة لتصنيف مجموعات الخطر ستتمكن الشركة من تنفيذ آلية لتصنيف الخطر بناء على هذه الخصائص. كما سيتاح للشركة استخدام هذه الخصائص في مجالات أخرى خارج نطاق التسعير، حيث يزيد من كفاءة نظام الإكتتاب بالشركة من خلال الاختيار والتقييم المناسب للخطر، والتقدير العادل للقيم المعرضة للخطر. ويعمل زيادة عدد عوامل التصنيف على تحقيق المزيد من العدالة في تسعير المخاطر. كما يسمح ذلك للشركة

بقبول مستويات خطر جديدة لم يكن مسموح بها من قبل، أي غير قابلة للتأمين. كما أن إدخال متغير تصنيفي جديد يعمل على خفض مخاطر تعرض الشركة لخطر الإختيار العكسي، مما يترتب عليه تحقيق المزيد من الأرباح للمؤمن في الأجل الطويل (Birjandi&Sana,2021;Dionne&Rothschild,2014).

ومما سبق يتضح أن عدم التجانس في محفظة التأمين يمثل أهم الأسس الإكتوارية لضرورة الاعتماد على عوامل خطر تعكس خصائص الخطر المؤمن منه، وبالتالي يقوم المؤمن بعدم تطبيق نفس السعر على جميع المؤمن عليهم المعرضون لنفس الخطر في محفظة التأمين. وإلا سوف يتعرض إلى مخاطر الاختيار ضد صالح الشركة، والتي قد تقود إلى ضعف مستوى الملاءة المالية، وانهيار سوق التأمين. نظراً لأن أصحاب المخاطر الجيدة سيدفعون سعر مرتفع، مما يؤدي إلى انسحابهم من التأمين. وعلى العكس فسيقبل المؤمن عليهم ممن يمتلكون درجة مخاطر مرتفعة على هذا السعر المنخفض، وبالتالي فإن المؤمن سوف يحتفظ بالمخاطر الرديئة. ونظراً لأهمية تصنيف المخاطر في تدعيم المزيد من أسس العدالة بالنظم التسعير والإكتتاب بشركات التأمين، يعرض الباحث فيما يلي خصائص نظام التصنيف بشركات التأمينات العامة، مما يسلط المزيد من الضوء على أهمية نظم التصنيف في مجال تسعير المخاطر التأمينية (Denuit&Legrand,2018;Zahi,2021).

مفهوم تصنيف المخاطر

يشير مصطلح تصنيف المخاطر إلى استخدام الخصائص التي يمكن ملاحظتها من قبل شركات التأمين لتجميع الأفراد الذين لديهم مطالبات متوقعة متماثله. ويمكن تعريف تصنيف المخاطر على أنها عملية نمذجة الأقساط المختلفة لنفس التغطية التأمينية اعتماداً على خصائص مجموعة المؤمن عليهم. وهذه الخصائص التصنيفية تسمى "متغيرات التقييم " Rating" variables أو "عوامل الخطر "Risk Factor". على سبيل المثال عمر المركبة وعمر قائد السيارة وموديل المركبة بالنسبة لتأمين المركبات. ويعد تصنيف المخاطر أحد أهم عناصر تحديد أسعار التأمين، والذي يؤدي إلى توزيع المخاطر بشكل عادل. ومن ثم فإن تصنيف المخاطر تمثل عملية تجميع وثائق التأمين الخاصة بمحفظة تأمين معينة في مجموعات متجانسة تتسم بخبرة متماثلة ومتشابهة في المطالبات المتوقعة أو ملف المخاطر. وبالتالي يدفع جميع المؤمن عليهم ممن ينتمون إلى فئة المخاطر نفسها سعر تأمين متساوي، ويمكن الإشارة إلى مجموعات الخطر المتجانسة من المؤمن عليهم، التي يتم إنشاؤها على أساس عوامل الخطر على أنها فئات الخطر، حيث يتمتع المؤمن عليهم في نفس فئة المخاطر بخصائص متماثلة، وهو ما يترتب عليه تسعير قسط التأمين بشكل أكثر عدالة. وبالتالي فإن الهدف العام من نظم تصنيف المخاطر هو تحديد

قسط عادل لكل مؤمن عليه في المحفظة، يعكس درجة الخطر التي يمتلكها (Stormer,2015;Verschuren,2021).

وتعتمد معظم شركات التأمين في الدول المختلفة عند تقدير معدلات أسعار التأمين الخاصة بها على نماذج الإحصائية لتحديد أسعار التأمين، كما تأخذ في الاعتبار تصنيف المخاطر نظراً لأهميته في سوق التأمين التنافسي، وخاصة الذي يعتمد على تحرير الأسعار. حيث إن الاعتماد على تصنيف جيد للمخاطر يعكس خصائص المؤمن عليهم مما يُحسن المركز المالي لشركات التأمين. ويؤدي إلى تقليل مخاطر الاختيار العكسي الناتج عن عدم تناسق المعلومات وتحسين كفاءة سوق التأمين. تتشابه المصطلحات المستخدمة في تصنيف مجموعات الخطر بتلك المستخدمة في نظم التسعير، ويتم الاعتماد على تصنيف المخاطر في تسعير عندما لا يتوافر معلومات كافية للتسعير، وذلك لتحديد سعر عادل لكل مجموعة من مجموعات الخطر. وبذلك يتم تجميع الأشخاص المعرضين لنفس الخطر ذوي الخصائص المتشابهة والمتجانسة، ولعل التطور في البرمجيات الإحصائية مكنت الخبراء من تحديد أسعار أكثر دقة تعكس مجموعات مختلفة من خصائص كل مجموعة من مجموعات الخطر (Denuit&Legrand,2018;Pechon&Denuit,2019).

أثر تصنيف المخاطر على نتائج الإكتتاب والتسعير

تمثل معلومات حاملي الوثائق أو المتغيرات المشتركة مؤشر مفيد جداً لتحسين مستوى المخاطر، عند التسعير والاكتتاب في منتجات تأمينات العامة. فعلى سبيل المثال في تأمين المركبات فإن عمر قائد المركبة يمثل عامل هام ومؤشر لمعدل الحوادث، وكذلك وجود علاقة بين معدل تكرار المطالبات ووطأتها وعدد الكيلو مترات المقطوعة سنويا. وتستفيد شركات التأمين من هذه المعلومات في تصنيف المخاطر وتحديد الأسعار. حيث تقوم بتصنيف حاملي الوثائق تبعاً لخصائصهم الديموغرافية وخبرتهم السابقة بالمطالبات في مجموعات متجانسة. مما يترتب عليه تحديد أدق للتكلفة التأمينية التي سيتم تحملها بناءً على مقدار الحماية التأمينية المطلوب (Porrini,2016;Werner&Modlin,2016).

وتختلف عملية التسعير للعملاء الجدد، عنه للعملاء من ذوي الخبرة التأمينية، حيث إن عملية تسعير الخطر للعملاء الجدد تقوم فقط على المعلومات المتاحة، والتي يقدمها العميل عند الاكتتاب، وهو ما يعرف بالتسعير القبلي، أي الاعتماد على معلومات تسبق تحقق الخطر، أما العملاء ذوي الخبرة التأمينية يتوافر عنهم معلومات تعكس تحقق أخطار سابقة لهم، وهو ما يسمى بالتسعير البعدي. وفي كثيراً من الأحيان تكون المعلومات القبلية عن الخطر غير كافية لتحديد

السعر العادل للتأمين، أو غير قابلة للقياس والملاحظة، وبالتالي فإن تصنيفات المخاطر القبلية هنا لن تكون متجانسة لوضع نظام تسعير عادل. وبالتالي تصبح هناك ضرورة إلى الاعتماد على المعلومات البعدية، والتي تتمثل في خبر المطالبات السابقة للعملاء (Lee&Jeong,2024;Antonio&Valdez,2012).

وبالتالي فإن شركات التأمين تعمل على تصنيف المخاطر والتسعير بناءًا على أساس مُسبق، اعتماداً فقط على متغيرات الخطر المشتركة، وذلك فيما يتعلق بحاملي وثائق التأمين الجدد، وهو ما يمكنهم من الدخول إلى تصنيف محدد من مجموعات الخطر. ولكن هذا التصنيف المسبق للخطر قد يفشل في حصر جميع سمات الخطر المؤمن منه، والتي قد يصعب ملاحظتها عند الاكتتاب. وعلى الرغم من أن هذه العوامل غير ملحوظة، وغير قابلة للقياس إلا أنها تُمثل مصادر إضافية لعدم التجانس بين حاملي وثائق التأمين. بينما تمثل خبرة المطالبات السابقة سواء من حيث عدد المطالبات (معدل التكرار)، أو القيم الفعلية للمطالبات مؤشر لدرجة الخطر الكامنة، والتي يمكن أن يعدل بها تصنيف حاملي الوثائق. ومن ثم يتم الاعتماد على كل من المتغيرات أو الصفات المشتركة لحاملي الوثائق مثل الفئة العمرية ومستوى الدخل والمستوى التعليمي كمتغيرات سابقة تعكس الخصائص الشخصية للمؤمن عليهم، وكذلك خبرة المطالبات الفردية لحملة الوثائق كمتغيرات لاحقة لتصنيفهم في مجموعات متجانسة، وهو ما يشبه نظام (تحفيز– عقوبة) "Bonus Mauls system". والذي يعمل على تصنيف حاملي الوثائق بناءً على مستوى مطالبتهم في سنة الوثيقة السابقة (ريمي،2010) (Dionne&Rothschild,2014).

يهدف الاعتماد على المعلومات اللاحقة للخطر (المعلومات المشتركة، الصفات الفردية) إلى تدعيم استراتيجية إدارة المخاطر، ومحاولة زيادة ربحية الشركة. ففي كثيراً من الأحيان قد لا تكون المعلومات السابقة كفاية لتحديد درجة الخطر أو المخاطر الكامنة غير المتجانسة التي يتعرض لها حاملي الوثيقة. وهو ما قد يؤدي إلى عدم عدالة التسعير، كما قد يحقق خسائر للشركة. ومن خلال دمج كل من المتغيرات المشتركة، وخبرة المطالبات الفردية لإعداد تصنيف وتسعير لاحق للخطر، فإن المؤمن سوف يكون قادر على تقديم أسعار تنافسية لحاملي وثائق التأمين منخفضة المخاطر، وتقدير علاوة خطر مناسبة لحاملي الوثائق ذوي المخاطر المرتفعة. مما يضمن تحقيق ربحية على الأجل الطويل، وعلى مستوى محفظة التأمين فإن شركة التأمين ستتمكن من تصنيف المخاطر بطريقة جيدة عن طريق وضع المخاطر المتجانسة في مجموعات ذات خصائص متشابهة، وهو ما ينعكس على التجزئة السليمة للمخاطر، وتحديد التصنيفات الصحيحة لها، وتحديد الاستراتيجية المناسبة للتعامل مع المخاطر المرتفعة، والتي لا تستطيع

الشركة تحملها، ومن ثم التنازل عنها عن طريق إعادة التأمين أو رفضها (Xiang.et.al,2023;Akinyemi&Leiser,2020).

وبالتالي فإن الهدف وراء اهتمام شركات التأمين بخبرة المطالبات، هو محاولة تصحيح وتعديل سعر الخطر القبلي باستخدام معاملات المصداقية، مما يعكس بشكل أساسي نظام المكافآت السيئة، حيث يمكن تقدير سعر الخطر من خلال ترجيح المخاطر المقدرة للفترة التالية بمعامل المكافأة المحسوبة. وبهذا المعنى، فإن معايير الإسلوب اللاحق تغير تصور المخاطر بالنسبة للمؤمن عليهم، وبالتالي تُشجع حاملي وثائق التأمين على تبني سلوك أكثر حذراً (Birjandi&Sana,2021;Antonio&Valdez,2012).

معايير اختيار عوامل تصنيف المخاطر

تعتمد شركات التأمين على مجموعة من المعايير عند اختيار عوامل أو متغيرات التصنيف المستخدمة في تجميع المؤمن عليهم في مجموعات متشابهة من درجة المخاطر. ولابد وأن يكون متغير التصنيف مرتبط بالتسعير، فإذا لم يكن هناك إختلاف معنوي في الأسعار قد ترتب على تغير قيمة المطالبات، فإن ذلك سوف يتولد عنه قسط متساوي لجميع فئات التصنيف، وسيترتب على ذلك زيادة المصروفات الإدارية. وفيما يلي عرض لأهم المعايير التي تعتمدها شركات التأمين عند اختيار عوامل تصنيف المخاطر (Jeong&Dey,2021;Dionne&Rothschild,2014;Tseung.et.al,2022).

1- المعايير الإكتوارية والإحصائية: وهي تعكس المتطلبات الإحصائية الواجب توافرها في متغير التصنيف الذي سيتم اختياره والتي تشمل "الدقة، التجانس، المصداقية، والموثوقية والمعنوية الإحصائية". حيث يعكس معيار الدقة كل من التناسب مع آليات واستراتيجيات سوق التأمين، وعدم توليد أسعار مختلفة، مما يدعم تحقيق المزيد من آليات عدالة التسعير. بينما معيار التجانس فهو يهدف إلى التأكد من أن جميع الأشخاص ذوي الخصائص المتشابهة لهم نفس السعر. ويشير معيار المصداقية إلى أن تكون مجموعة التصنيف كافية بما يُمكن من قياس التكاليف بها بدقة كافية. أما معيار الموثوقية أو الاستقرار التنبؤي فهو يعكس ضرورة التأكد من أن الإختلاف الناتج في الأسعار راجع إلى إختلاف خصائص المجموعة، وليس للتقلبات العشوائية. ويجب أن تعكس متغيرات التصنيف معنوية التباين في التكاليف المتوقعة بين المجموعات المختلفة للمؤمن عليهم. وعلى ذلك فيجب على الشركة تجميع البيانات اللازمة لاختبار معنوية الفروق إحصائياً بين المستويات المختلفة للخطر، وأن تكون هذه الفروق ذات دلالة إحصائية. كما يجب أن تشمل كل مجموعة من مجموعات التصنيف عدد كافي إحصائياً

من المشاهدات، وأن تتمتع بالاستقرار خلال الفترة الزمنية التي سيتم الاعتماد عليها في التسعير. وعلى الوجه الآخر فلا يفضل إنشاء عدد كبير جداً من مجموعات التصنيف البينية للخطر، مما قد يؤدي إلى عدم استقرار التكاليف المقدرة.

2- المعايير التشغيلية: يجب أن يتسم متغير التصنيف بكونه هادفاً وغير مكلف للإدارة، ويمكن التحقق منه، فلابد وأن ينجح المتغير في تعريف المستويات المختلفة للمتغير تعريفاً موضوعياً، لا يحتمل اللبث أو التداخل بين مستويات الخطر. فعلى سبيل المثال مهارة عضو هيئة التدريس لا تعكس تعريف موضوعي لمستويات تصنيف الخطر، حيث يصعب تقييم مهارة عضو هيئة التدريس في شرح الدروس، وإنما يمكن الاعتماد على متغير عدد سنوات الخبرة أو تقييم الطلابي أو القسم العلمي. كما يجب ألا تكون التكاليف التشغيلية المترتبة على الحصول على بيانات المتغير التصنيفي مرتفعة. وأن يتسم متغير التصنيف بالوضوح في تحديد المستويات المختلفة للمتغير، مما يمنع من إمكانية التلاعب من قبل المنتجين والوكلاء.

3- المعايير الإجتماعية: يجب ألا تتعارض متغيرات التصنيف مع المسئولية الإجتماعية لشركات التأمين، والتي تعكس تناولها لجميع المخاطر القابلة للتأمين التي تواجه المجتمع. فقد يعمل أحد متغيرات التصنيف على استبعاد فئة معينة، أو مستوى خطر كونه يعكس درجة مخاطر مرتفعة، بينما يمثل ذلك أحد أنواع التأمين الإجباري. مما يستدعي تدخل الجهات المنظمة، أو الحكومات لدعم مثل هذه الفئات، أو تُجبر الشركات على دمج مستويات الخطر المتقاربة. كما يجب أن يعكس المتغير قدرة المؤمن عليه في التحكم في المستوى الذي ينتمي إليه، من خلال رغبته في الانتقال إلى مستوى أقل للمخاطر، مقابل إجراء بعض استراتيجيات تخفيض الخطر للحصول على خصم في سعر التأمين. وبالتالي يعكس المتغير التصنيفي القدرة على التحكم في الخطر إلى الحالة التي يمكن فيها تحفيز المؤمن عليه لتحسين خصائص المخاطر الخاصة به، وبالتالي تخفيض المعدل، ومحاولة بذل الجهد للتقليل من الخسائر المتوقعة، وتخفيض قيمة القسط. مع الأخذ في الاعتبار أن هناك متغيرات ديموغرافية لا يمكن التحكم فيها مثل الفئة العمرية أو النوع. وأخيراً ضرورة أن يعكس أيضاً المتغير خصوصية بيانات العملاء.

4- المعايير القانونية: تشترط بعض القوانين المنظمة الأخذ في الاعتبار عدد معين من متغيرات تصنيف المخاطر، وخاصة فيما يتعلق بتأمين الممتلكات والمسئولية، والتي تشترط أن تكون أسعار التأمين غير مبالغ فيها، وكذلك غير منخفضة للدرجة التي تؤدي إلى تعرض الشركة لخطر الافلاس كنتيجة لتعرضها لمخاطر الإختيار العكسي، كما يجب أن يتصف نظام التصنيف

بعدم التمييز العِرقي. ويجب ألا يترتب على استخدام أي متغير تصنيفي خلل في الاجراءات الإكتوارية في عملية التسعير. حيث أن هناك مجموعة من المتغيرات التي تفرض بعض الدول استخدامها كمتغير تصنيفي للاكتتاب، وليس للتصنيف التسعيري، مثل متغير مستوى الائتمان أو النوع. ولذلك يجب على الخبير الإكتواري أن يكون ملم بالقوانين المنظمة واللوائح والقواعد والإجراءات الخاصة بكل دولة، حتى يمكنه اعتماد متغيرات تصنيف تتوافق والنظم القانونية السائدة.

الطبيعة الإكتوارية لعوامل الخطر

تُعد نماذج الإنحدار أحد أهم الأدوات الإحصائية المستخدمة لدمج المعلومات السابقة للمؤمن عليهم، مثل المتغيرات المشتركة لحاملي الوثائق. كما تستخدم نماذج الإنحدار ذات التأثيرات العشوائية أو الثابتة لنمذجة عوامل الخطر الكامنة الفردية غير المتجانسة، والتي تعكس الصفات الشخصية غير المشتركة، والتي يمكن استنتاجها من فحص خبرة المطالبات السابقة. وبالتالي فإن عوامل الخطر الفردية الكامنة لحاملي الوثائق يتم التعامل معها على أنها متغيرات عشوائية، وقد تم معالجتها قديماً وقبل ظهور التقنيات الإحصائية الحديثة على أنها قيم ثابتة تتولد كبواقي من نموذج الإنحدار، تنتج من توزيع إحتمالي غير معلوم، ويفترض أنها تتبع التوزيع الطبيعي. وعلى العكس يتم التعامل مع المعلومات الأساسية لحامل الوثيقة على أنها ذات تأثيرات ثابتة، لأنها تكون معلومة بشكل مسبق، وغالباً ما تكون قيم ثابتة. والافتراض الأكثر أهمية هو أن هذه التأثيرات العشوائية على مستوى حامل الوثيقة يتم توزيعها على سنوات الوثيقة. وهو ما يُنشأ التفاعل بين خبرة المطالبات السابقة والمستقبلية. ولذلك تستخدم شركات التأمين سجل مطالبات حاملي وثائق التأمين لتصنيف المخاطر اللاحقة، وتحديد الأسعار في سنة الوثيقة القادمة (Jeong,2020;Prince,2017).

وبالتالي فإن تصنيف المخاطر اللاحقة، وتحديد معدلات الأسعار يعتمد على تقدير معاملات الإنحدار للتأثيرات الثابتة، وكذلك استنتاج التوزيع السابق للتأثيرات العشوائية بالنظر إلى تاريخ مطالبة حاملي الوثائق. ومن خلال الاعتماد على كل من معلومات حاملي الوثائق وخبرة المطالبات، سوف يقدم ذلك معلومات كافية عن تأثيرات الخطر الثابتة والعشوائية على توزيع معدل تكرار المطالبات، وكذلك قيمها، والتي ستقودنا إلى وضع نموذج خطر يعكس عوامل الخطر المختلفة، ضمن إطار التسعير والتصنيف اللاحق للمخاطر، حيث يتم إضافة معاملات تعكس التأثيرات العشوائية (RE)، والتي ترتبط بمستوى الخطر لحاملي الوثائق، وهي تمثل الصفات الشائعة والمشتركة، والتي يمكن ملاحظتها خلال عمر الوثيقة. وهذا التأثير العشوائي يمكن تفسيره على

أنه يعكس العوامل والصفات والمعلومات الفردية المشتركة لحاملي الوثائق خلال فترة الوثيقة. وفي حالة الاعتماد على كل من معلومات حاملي الوثائق (التأثيرات العشوائية)، وكذلك التأثيرات الثابتة لنموذج الإنحدار، الذي يعكس خبرة المطالبات الخاصة بهم، فإنه سوف يتولد عن هذه التأثيرات معلومات أكثر دقة حول معلومات التوزيع الإجمالي لكل من معدل تكرار المطالبات، وكذلك وطأتها، والتي تؤدي إلى تحسين التسعير والتصنيف اللاحق للخطر (Frees&Yang,2016;Conrad,2008).

وتتضمن الأسس الإكتوراية لتصنيف عوامل الخطر مجموعة من الإجراءات تعكس كونها عملية بناء نظام لتحليل المخاطر يعتمد على معدلات التصنيف، وبالتالي فهي تمثل استراتيجية لتجميع المخاطر التي لها معدلات خسائر متوقعة متشابهة ومتماثلة، ووضع معدلات خطر مختلفة تعكس الإختلاف في الخسائر المتوقعة للمخاطر الفردية مقارنة مع المجموعة المعرضة للخطر. والمرحلة الأولى لوضع نظام لتصنيف المخاطر يتضمن تحديد معايير المخاطر، التي يتم بناء عليها تصنيف المخاطر، وتقسيمها بشكل فعال إلى مجموعات متماثلة من حيث الخسائر المتوقعة. وبناءاً على تقييم المخاطر لمجتمع المؤمن عليهم وتقسيمهم في مستويات مناسبة لكل "متغير تصنيف"، يتم تقدير فرق السعر لكل مستوى من مستويات تصنيف الخطر، والذي يمكن تقديره باستخدام أحد مدخلين، الأول مدخل "المضاعف الضربي"، والذي يعتمد على مضاعفة السعر لكل مستوى خطر أعلى من مستوى الأساس. بينما يعتمد المدخل الثاني على إضافة هامش خطر لكل مستوى خطر أعلى، ويعرف "بالمدخل التجميعي". ويستخدم مصطلح الفئة "Class" للإشارة إلى المخاطر التي لها نفس مستويات الخطر، وتقع في نفس المستويات من متغيرات التصنيف. مثل المؤمن عليهم ممن يشتركون في نفس الفئة العمرية والنوع والحالة الاجتماعية (Stormer,2015;Finger,2014).

مداخل التسعير وعوامل الخطر

يعتبر من أهم مراحل بناء متغير تصنيفي للخطر تحديد الفروق بين مستويات الأسعار لكل فئة بالمتغير التصنيفي. وهناك العديد من المداخل، يكمن وجه الإختلاف بينها على آلية معالجة الأوزان النسبية لخبرة المطالبات أو تاريخ الخطر لكل مستوى لمتغيرات التصنيف، بهدف تحديد الفروق النسبية بين كل فئة من فئات الخطر وفئة الأساس. وتعكس هذه القيم النسبية التباينات بين مستويات الخطر المختلفة، وفيما يلي عرض لأهم المداخل المستخدمة في تقدير قسط الخطر بما يعكس التصنيفات المختلفة للمخاطر (Verschuren,2021;Zahi,2021).

أ) مدخل القسط الصافي

يعتمد هذا المدخل على مقارنة الأقساط الصافية المتوقعة لكل من مستويات الخطر المختلفة في متغير التصنيف، وذلك في سبيل تحديد العلاقة النسبية بينهما. وبالتالي فإن النسبة التميزية تعتمد على القيم المعرضة للخطر كعامل للتصنيف بين فئات ومستويات كل عامل من عوامل الخطر، فإذا كان متغير التصنيف له معدل مختلف لكل مستوى، أو هو معدل التميز للمستوى ($R1_i$)، فعلى ذلك يصبح المعدل المطبق لكل مستوى تصنيفي للمتغير ($Rate_i$) هو حاصل ضرب المعدل الأساسي (β) ومعدل التمييز ($R1_i$). وبالتالي يتم الاعتماد على كل من المقادير المعرضة للخطر لكل مستوى تصنيفي (Exposures)، ومقدار الخسائر المتوقعة لكل مستوى. ومن ثم يمكن تقدير قيمة القسط الصافي المبدئي لكل مستوى تصنيفي. ويمكن حساب النسبة التمييزية لكل مستوى تصنيفي على أنها نسبة القسط الصافي المبدئي لكل مستوى إلى إجمالي الأقساط (Tseung.et.al,2022).

$$Rate_i = R1_i \times \beta$$

$$Indicated\ Pure\ Premium = \frac{Loss_i}{Exposures_i}$$

$$Indicated\ Relativity = \frac{Indicated\ Pure\ Premium}{Total\ (I.P.P)}$$

ويمثل المعدل النسبي (Indicated Relativity) العلاقة النسبية للقيم المعرضة للخطر إلى إجمالي القيم، وذلك لكل فئة من فئات التصنيف. يتم تقدير مستوى الأسس للخطر، والذي غالباً ما يعكس مستوى متوسط للخطر، من خلال علاقته بالمستويات الأخرى للخطر. وبالتالي فإن تقدير معامل التمييز التصنيفي يعتمد على النسبة لكل مستوى تصنيفي إلى مستوى خطر الأساس، والذي يتم اختياره على أساس المستوى المتوسط للخطر (Indicated Relativity Base). وبالتالي سوف تكون النسبة التميزية مساوية للواحد لمستوى الأساس، وتنخفض لمستويات المخاطر الأقل، وتزيد لمستويات الخطر الأعلى. ومن عيوب هذا المدخل كونه يفترض التوزيع المنتظم للمقادير المعرضة للخطر عبر جميع متغيرات التصنيف، كما أنه لا يأخذ في الاعتبار العديد من المتغيرات التصنيفية المؤثرة في الخطر لعل أهمها مبالغ التأمين، مما يترتب عليه ازدواج بالتصنيف عند الاعتماد على متغير تصنيفي أخر (Lee&Jeong,2024).

ب) مدخل معدل الخسائر

يكمن الفرق بين مدخل صافي الأقساط ومعدل الخسائر كون الأول يعتمد في تقدير مستويات الخطر على القيم المعرضة للخطر. بينما يعتمد دخل معدل الخسائر على مقارنة نسبة قيم المطالبات إلى حجم الأقساط لكل مستوى من مستويات متغير التصنيف لتحديد معدل التميز المناسب لكل مستوى خطر. ويتطلب مدخل معدل الخسائر أن يتم تحديد كل من حجم الأقساط

ومعدلات الخسائر لكل مستوى من مستويات الخطر الذي يتم تحليله، وفي بعض الحالات قد يكون غير عملياً أن يتم تقدير الأقساط عند مستوى معين للخطر، وبالتبعية سوف يكون من الأفضل الاعتماد على مدخل صافي الأقساط، والذي يستخدم القيم المعرضة للخطر كأساس للتصنيف، ولكن من الأفضل إجراء بعض التعديلات على مدخل صافي الأقساط، حتى يتم تدنية التأثير المتحيز للتوزيع الإحتمالي لمعلمة الخطر. وبالتالي فإن استخدام الأقساط في مدخل نسبة معدل الخسائر يؤدي إلى معالجة التحيز في التوزيع الإحتمالي لمعلمات نموذج صافي الأقساط. ولجعل نتائج المدخلين أكثر أتساقاً فإن مدخل صافي الأقساط يمكن تنفيذه أو تطبيقه باستخدام المقادير المعرضة للخطر المعدلة، باستخدام متوسط النسبة المرجح باستخدام صافي الأقساط النسبية لكل من عوامل الخطر المختلفة (Xiang.et.al,2023;Pechon&Denuit,2019) .

المعالجة الإكتوارية لعوامل المخاطر

يتسم التسعير المعتمد على تصنيف مجموعات المخاطر المختلفة المؤثرة في درجة الخطر بالعدالة، كونه يعتمد على تحليل الخبرة التاريخية للخسائر لمجموعات من الأخطار المتجانسة. مما يُجنب المؤمن مخاطر الاختيار ضد صالح الشركة، والذي يمكن أن يؤدي إلى إنخفاض الأرباح، وتحقيق خسائر وفقد الميزة التنافسية. بينما توفر عملية التصنيف الفعالة للمؤمن ميزة تنافسية، مما يساعد في توسيع نطاق التأمين. وقد اعتمدت الإجراءات الإكتوارية لمعالجة تأثير متغيرات تصنيف المخاطر في البداية على أساليب تقليدية مثل التحليل أحادي المتغير، ثم تطورت إلى الاعتماد على أساليب أحادية المتغير مع تطبيق إجراءات الحد الأدنى من التحيز، كمحاولة لتحديد الحدود الفاصلة بين مستويات المتغير التصنيفي. ثم مع تطور قدرات الحاسب الآلي تمكن الخبراء من الاعتماد على حجم كبير من البيانات، التي تؤهلهم إلى استخدام مجموعة من المتغيرات التصنيف ذات المستويات التميزية للمخاطر، وهو ما قدم أسس تسعير تتسم بالعدالة. وترتكز أساليب التصنيف متعددة المتغيرات على العديد من الأسس الإحصائية، التي تهدف إلى اختبار مدى معنوية مستويات التصنيف، والتأكد من تجانس وحدات الخطر داخل كل مستوى، وكذلك تحليل مربع الأخطاء الناتج من نموذج الإنحدار، ومحاولة تدنية قيمته، وكذلك إظهار نتائج التفاعل ودرجة الإرتباط بين المتغيرات. ولعل من أهم الأساليب المستخدمة في وصف العلاقة بين متغيرات التصنيف وحجم الخطر، النماذج الخطية المعممة GLM، كونها تنطوي على قدر كبير من المصداقية. كما يمكن استخدام أساليب إحصائية أخرى مثل CART، والتحليل العامل والشبكات العصبية لزيادة قدرة نماذج GLM على تقديم نتائج أكثر توفيقاً، واستبعاد المتغيرات منخفضة أو عديمة التأثير، بالإضافة إلى توضيح حجم التفاعلات المشتركة بين المتغيرات، ومحاولة دمج

المتغيرات التي لها معاملات ارتباط مرتفعة، بما يؤدي إلى تحديد أكثر دقة لمستويات التصنيف، وزيادة جودة مخرجات التحليل (Jeong&Dey,2021;Tzougas&Makariou,2022).

نماذج التصنيف أحادي المتغير

يقوم التصنيف أحادي المتغير على مقارنة خبرة المطالبات، سواء بالاعتماد على مدخل صافي الأقساط أو مدخل معدل الخسائر، وذلك لفئات المخاطر المختلفة لمتغيرات التصنيف، ثم يتم مقارنة مستوى المخاطر لكل فئة، لتحديد فروق الأسعار لكل من الفئات المختلفة للتصنيف. يتجاهل نظام التصنيف الأحادي للمخاطر تأثير كل من متغيرات التصنيف الأخرى، والتأثير المشترك لمتغيرات التصنيف. كما لا يأخذ في الاعتبار العلاقة بين القيم المعرضة للخطر مع متغيرات التصنيف الأخرى. وهو ما تم معالجته من خلال الاعتماد على التصنيف متعدد الإتجاهات، وباستخدام مدخل القسط الصافي المعدل يمكن الاعتماد على ترجيح القيم المعرضة للخطر ومعدل الخسارة، بما يسمح بأخذ الأثر المشترك لمتغيرات التصنيف، وكذلك التأثير المشترك بينها (Stormer,2015;Prince,2017).

نماذج التصنيف المدمج للمخاطر

يُمثل التصنيف المدمج للمخاطر أحد أساليب تصنيف المخاطر الشائعة، والتي تتضمن مجموعة من الإجراءات التي تهدف إلى تدنية التباين أو التحيز بين فئات المخاطر. إن مصطلح "تدنية التحيز" يشير إلى الاستخدام الشائع لمبدأ التوازن المطلوب بين الأقساط الصافية المرجحة بالقيم المعرضة للخطر، والتي لابد وأن تساوي مجموع القيم المرجحة المشاهدة لتكلفة الخسائر لكل مستوى من مستويات التصنيف لكل متغير تصنيفي وهو ما يشار له بتدنية التحيز خلال أبعاد نظام التصنيف. والتصنيف المدمج في الأصل هو عبارة عن مجموعة من مداخل التصنيف الأحادية المتغير المدمجة. كل مدخل يتضمن اختيار هيكل التصنيف، أو إجراء التصنيف سواء عن طريق استخدام إسلوب المضاعف الضربي، أو الجمعي، أو نموذج للدمج بينهما. بالإضافة إلى إختيار معادلة التحيز المستخدمة للمقارنة بين النتائج المختلفة، واختيار أقل النماذج تحيزاً، والتي يمكن أن تعتمد على مبدأ التوازن، أو أقل قيم لمربعات الفروق، أو قيمة كاي تربيع، أو معدلات أقل احتمالية للتحيز. ولتدنية أثر التحيز فإن هذه المعادلات لابد وأن تكون مرجحة بالقيم المعرضة للخطر لكل مستوى من مستويات التصنيف (Porrini,2016;Dionne&Rothschild,2014).

النماذج متعددة المتغيرات التصنيفية

يهدف الاعتماد على نظام متعدد عوامل التصنيف "Multivariate" إلى الأخذ في الاعتبار جميع متغيرات التصنيف في وقت واحد، كما أنها تقوم تلقائياً بضبط معاملات الإرتباط الناتجة عن

تقاطعات الخطر الحادثة بين متغيرات التصنيف، وهو ما كان يُمثل العيب الأساسي في الطرق المعتمدة على التصنيف الآحادي المتغير. كما يحاول التصنيف متعدد المتغيرات إزالة التأثيرات العشوائية غير المنتظمة في البيانات. ومحاولة الاعتماد على التأثيرات المنتظمة فقط، والتي يسهل نمذجتها. وهو ما لم تتمكن النماذج أحادية المتغيرات التصنيفية من معالجتها، حيث أنها كانت تأخذ كل من التأثيرات المنتظمة وغير المنتظمة العشوائية في الاعتبار لمتغيرات التصنيف، ويصعب على هذه النماذج الاحادية الفصل بينها (Frees&Yang,2016). كما تقدم النماذج متعددة التصنيف تشخيص وتحليل كامل ومعلومات إضافية عن احتمالية تحقق النتائج أو درجة التأكد من تحققها، وكذلك عن مدى ملاءمة النموذج المستخدم. كما تسمح هذه النماذج المتعددة بدراسة وتحليل التأثير البيني والتفاعل والارتباط بين متغيرات التصنيف. وهذا التفاعل البيني يظهر كنتيجة لإختلاف متغير واحد تبعاً لمستويات متغير آخر. وبالتالي فإن هذه النماذج متعددة المتغيرات تعتمد على هذه التفاعلات وتعتبرها بمثابة تحسين للقيم التنبؤية للنموذج (Jeong,2020;Verschuren,2021).

كفاءة نظام تصنيف مجموعات الخطر

يمثل قياس التباين في سعر الخطر الهدف الإحصائي الأهم لأنظمة التصنيف، وهو ما يعكسه مفهوم كفاءة أنظمة التصنيف. حيث تتغير التكاليف بتغير قيمة وعدد المطالبات، ويتسم نظام التصنيف الكفء والجيد بأنه يولد نفس مقدار التباين لفئات مجموعات التصنيف والذي يكون مساوي لتباين مجتمع المؤمن عليهم. وعلى العكس فإن نظام التصنيف الأقل كفاءة هو ما يكون له تباين أقل من تباين مجتمع المؤمن عليهم، أي أنه لا يعكس جميع الإختلافات المعنوية في خصائص المؤمن عليهم، وبالتالي فسوف يمكن أن نجد أثنين من المؤمن عليهم لهم نفس السعر على الرغم من إختلاف خصائصهم (Birjandi&Sana,2021).

تعتبر الطبيعة العرضية للتأمين العامل الأكثر تعقيداً في تسعير منتجات التأمين، حيث تتحدد حجم الخسائر، وبعد وقوع الخطر في مرحلة لاحقة للتسعير، وأن ما سيحدث في المستقبل قد لا يكون على نفس نمط ما حدث في الماضي. ويستخدم التباين كمقياس للكفاءة التشغيلية للمعدلات النسبية لتصنيف المخاطر. بينما يتم الاعتماد على معامل الإختلاف لقياس التباين في خصائص المجموعة. ويترتب على عدم كفاءة نظام التصنيف إنخفاض أثره التصنيفي على نظام التسعير، وفي هذه الحالة فإن التسعير سيمثل عملية عشوائية بالنسبة إلى التكاليف المتوقعة. ومن أكثر المقاييس الإكتوارية المستخدمة لقياس مستوى كفاءة نظم تصنيف عوامل الخطر "مربع معامل الإختلاف"، والتي تفترض تساوي القيمة المتوقعة لكل من تباين التكاليف المترتبة على

وجود مجموعة لتصنيف عوامل المخاطر وتباين مجمع المؤمن عليهم، حال الاعتماد على عدد مناسب من عوامل الخطر، والتي تُساهم في تمييز درجة المخاطر لكل من فئات الخطر المختلفة. ولتحديد الإختلاف أو التباين في الفئات المختلفة لمجموعة التصنيف يتطلب الأمر تقدير النسبة المئوية للقيم المعرضة للخطر لكل مجموعة تصنيف، وبالتالي فإن المعدلات النسبية للفئات الفرعية للتصنيف (Class Relativities) تمثل القيم المتوقعة للتباين بين كل من التكاليف الفعلية والمقدرة (Xiang.et.al,2023;Zahi,2021).

أثر استخدام نماذج GLM على نظام تصنيف المخاطر

تهدف نماذج الإنحدار الخطية المعممة "GLM" إلى محاولة تدنية التحيز لمستويات تصنيفات المخاطر المختلفة إلى أدنى مستوى لها. حيث تعتبر نماذج GLM من أشهر النماذج المستخدمة على نطاق واسع كطريقة لتصنيف مستويات المتغير التصنيفي، وتعتبر من الطرق التي تقدم نتائج لها مستوى مرتفع من المصداقية، حيث تعكس طبيعة مستويات الخطر بوضوح، كما تقدم معلمات تفسيرية لكل من المستويات التصنيفية المختلفة، ولكل متغير على حدى، بالإضافة إلى تحليل وتشخيص إحصائي كامل للمخرجات، يعكس مدى معنوية الفروق بين المستويات المختلفة للمتغير التصنيفي (Denuit&Legrand,2018).

ويرجع الهدف الرئيسي لاستخدام نماذج الإنحدار المعممة في صناعة معدلات التصنيف التميزية لمستويات المخاطر بشركات التأمين، كونها تعتبر من التقنيات الإكتوارية متعددة المتغيرات، وكذلك لقدرتها على تفسير العلاقة بين كل من متغيرات الاستجابة (عدد وقيمة المطالبات)، والمتغيرات التفسيرية التي تعكس خصائص الخطر، ويشار لها " Predictor variables". فعلى سبيل المثال يمثل معدل تكرار المطالبات متغير استجابة له العديد من المتغيرات التفسيرية مثل (مبلغ التأمين وعمر قائد السيارة وقدم موديل السيارة، الخصم) (Tzougas&Makariou,2022).

وفي حين أن النماذج الخطية LM تفترض أن المتغير العشوائي محل الدراسة يتبع التوزيع الطبيعي، بمتوسط يساوي "صفر"، وتباين ثابت يساوي "σ^2". نجد أن النماذج المعممة GLM تمثل أحد نماذج LM التي لا تتقيد بإفتراض التوزيع الطبيعي للخطأ العشوائي، وكذلك عدم ثبات التباين. وتعتمد نماذج الإنحدار المعممة على دالة ربط "Link Function" تعمل على تفسير معنوية العلاقة بين قيمة متغير الاستجابة (وطأة المطالبات)، والمركب الخطي الذي يعكس المتغيرات التفسيرية (عمر قائد السيارة، نوع المركبة، قدم الموديل، إلخ). ويتيح التنوع الذي تقدمه النماذج المعممة في اختيار دوال الربط المختلفة عدم ضرورة ارتباط المتغيرات التفسيرية باستخدام

النموذج التجميعي لتصنيف المخاطر، وذلك من خلال استخدام معادلات ربط لوغاريتمية، والتي تفترض أن متغيرات التصنيف تعتمد على المضاعف الضربي لكل منهما الآخر، وليس تجميعي. ولتقدير معلمات النماذج الخطية المعممة يجب إعداد قاعدة بيانات، تعكس العدد الكافي والمناسب من المشاهدات للمتغيرات محل الدراسة. ويعتمد الإجراء الثاني لتطبيق مثل هذا النوع من النماذج على اختيار معادلة الربط المناسبة لتحديد العلاقة بين التأثيرات العشوائية والمنتظمة. وأخيراً تحديد التوزيع الاحتمالي المناسب، وغالباً ما يكون من عائلة التوزيعات الأسية، والتي تتيح تقدير معلمات التوزيع الإحتمالي المقترح (Lee&Jeong,2024). وعلى عكس التحليل أحادي المتغير لتصنيف نتائج الخبرة التاريخية للمطالبات، والذي يعتمد على مدخل معدلات الخسائر، فإن النماذج الخطية المعممة تعتمد على بيانات تكلفة الخسائر (مدخل صافي الأقساط)، ويفضل أن تتم على كل من معدل تكرار وقيمة المطالبات بشكل منفصل، وذلك للعديد من الأسباب لعل أهمها (Jeong,2020):-

1- أن نمذجة معدلات الخسائر تتطلب أن تكون خبرة الأقساط معدلة على أساس مستويات المتغيرات التصنيفية الحالية وهو أمر صعب من الناحية العملية التطبيقية.
2- إمكانية المقارنة بين اتجاه ونمط توزيع المتغير العشوائي عند التعامل مع تكلفة الخسائر بشكل منفصل لكل من تكرار وشدة الخسائر، حيث يتوافر في كثيراً من الأحيان توقعات سابقة عن كل من معدل تكرار وقيمة المطالبات. بينما تعتمد معدلات الخسائر على المعدلات الحالية فقط.
3- نماذج معدلات الخسائر تصبح غير ذات جدوى عندما يتم تعديل أو تغيير المعدلات وهيكل التسعير بناء على المتغيرات المستحدثة فقط.
4- لا يوجد توزيع مقبول بشكل عام لنمذجة معدلات الخسائر، وهو ما يدعم الاعتماد على مدخل صافي الأقساط بدلاً من استخدام مدخل معدلات الخسائر.

أهمية النماذج الخطية المعممة في مجال تسعير التأمين

أصبحت نماذج GLMs شائعة الاستخدام في مجال تسعير التأمين مقارنة بالطرق المستخدمة سابقاً، لتحديد أسعار التأمين نظراً لكونها تمثل إطار تسعيري متكامل وشامل لمنظومة التأمين. كما أنها تقدم آليات إكتوارية لتقدير كل من أسعار التأمين ومقدار الخطأ الناتج، وكذلك حدود الثقة، وجودة التوفيق. حيث تزداد دقة عملية التسعير عندما يتم تطوير نماذج إحصائية تعكس تأثير المؤمن عليهم على أقساط التأمين، ولذلك يجب تطوير نماذج GLM حتى تتضمن أكبر عدد من تصنيفات المخاطر، والتي تؤثر على أسعار التأمين (Tzougas&Makariou,2022).

ولبيان طبيعة العلاقة بين كل من نماذج الخطية المعممة وتسعير المنتجات التأمينية، يجب أولاً توضيح المفهوم الإكتواري لقسط المخاطر، والذي يمثل متوسط المبالغ المتوقع دفعها كمطالبات عند تحقق الخطر، بموجب وثيقة التأمين خلال فترة التأمين أي فترة التعرض للخطر، ويعتمد في تقديره على القيمة المتوقعة المرجحة لكل من معدل تكرار المطالبات، ووطأة المطالبات، مع الأخذ في الاعتبار أن تكرار المطالبات يُمثل عدد المطالبات لكل وثيقة تأمين خلال فترة التعرض للمخاطر، بينما شدة (وطأة) المطالبات تعكس القيمة النسبية الإجمالية لمبالغ المطالبات إلى عدد المطالبات خلال فترة التأمين. ولذلك فغالباً ما يقوم خبراء التسعير ببناء نماذج GLM منفصلة لتقدير كل من تكرار ووطأة المطالبات. ثم يتم دمج النموذجين بهدف تقدير "قسط الخطر"، وهو ما يسمى بنموذج الخطر القياسي أو المعياري. ويتم ذلك في إطار الاعتماد على خصائص كل من المؤمن عليهم وموضوع الخطر، والتي يعتقد أن لها تأثير معنوي على تكرار وشدة المطالبات، خلال فترة الدراسة. ويعتمد اختيار عوامل الخطر في نماذج GLM على الأهمية الإحصائية لمتغيرات التصنيف الديموغرافية، ومدى وجود أثر معنوي على متغير الاستجابة "درجة الخطر" (Denuit&Legrand,2018;Zahi,2021).

البناء الإكتواري للنماذج الخطية المعممة في مجال تصنيف المخاطر

إن الهدف من استخدام نماذج GLM هو تقدير متغير الاستجابة "Y" بالاعتماد على عدد من المتغيرات المستقلة "X". وعند تقدير "قسط الخطر" فإن متغير الاستجابة "Y" سيكون على الأغلب واحد من المتغيرات التالية (عدد المطالبات – تكرار المطالبات – وطأة المطالبات – قسط الخطر). بينما المتغيرات التنبؤية تتمثل في خصائص كل من (وثائق التأمين – المؤمن عليهم – موضوع التأمين)، والتي لها تأثير معنوي على متغير الاستجابة Y، والعوامل التنبؤية في نماذج GLM تمثل متغيرات من الممكن أن تكون لها طبيعة مستمرة أو متقطعة. ويكون التوزيع الاحتمالي لمتغير الاستجابة للنماذج الخطية المعممة تابع لعائلة التوزيعات الاحتمالية الأسية (الطبيعي – بواسون – جاما –.....)، ويمكن تحديد التوقع للمتغير التابع من خلال استخدام متنبئ خطي "Linear predictor" يعتمد على معادلة الربط غير الخطية. ويعتبر نموذجي التأثيرات العشوائية والمنتظمة من أشهر صور النماذج الخطية المعممة، والمستخدمة لتقدير معلمات نماذج الإنحدار. حيث ينتمي متغير الاستجابة Y لنموذج التأثيرات العشوائية والذي يتبع أحد توزيعات عائلة التوزيعات الإحتمالية العشوائية (الطبيعي – بواسون – جاما – ذي الحدين – الأسية – ....)، وتأخذ دالة كثافة الإحتمال له الشكل التالي (Jeong,2020): –

$$fy(y_i, \theta_i, \emptyset) = \exp\left\{\frac{y_i\theta_i - b(\theta_i)}{a_i(\emptyset)} + c(y_i, \emptyset)\right\} \quad i = 0, 1, \dots . n$$

ويعتبر توزيع بواسون وذو الحدين السالب أكثر التوزيعات شيوعاً لنمذجة تكرار المطالبات أو عدد المطالبات. بينما توزيع جاما وجاوس العكسي يستخدمان بكثرة لنمذجة مبالغ المطالبات وشدتها بسبب القيم الموجبة لمتغير الاستجابة، حيث أن المعلمة θ_i ترتبط بالمتوسط $\mu_i = E[y_i]$، بينما المتغير القياسي $\emptyset$ يأخذ قيمة ثابتة موجبة، ويتم تقديره من البيانات المعتمدة على القيم المقدرة لمعلمات توزيع بواسون، أو باستخدام إسلوب دالة الإمكان الأعظم. بينما تمثل (c,b,a) معادلات التوزيع، وهي المعادلات المناسبة لحل نموذج GLM. وتمثل المقادير المعرضة للخطر الأوزان المرجحة عند نمذجة تكرار المطالبات، بينما نمذجة عدد المطالبات فيعتمد على أوزان تعكس العدد الإجمالي للمطالبات. أما فيما يتعلق بنموذج التأثيرات المنتظمة GLM فإن المتنبأ الخطي η_i يمثل معادلة خطية للمتغيرات المستقلة x_{ij} والمعلمات المجهولة β_i (Störmer,2015).

$$\eta_i = \beta_0 + x_{i1}\beta_1 + \cdots \ldots\ldots\ldots\ldots + x_{ip}\beta_p + \xi$$
$$i = 1, 2, \ldots\ldots . . n$$

حيث أن n تمثل عدد المشاهدات، p تمثل عدد المعلمات، بينما n−p تعكس درجات الحرية للنموذج، أما x_{ip} فتمثل المتغيرات المستقلة، و β_i معلمات النموذج. والتي يتم تقديرها باستخدام دالة الإمكان الأكبر. وعند إضافة عامل خطر جديد أو مجموعة تصنيف يتم في المقابل إضافة معلمة خطر جديدة. وتعكس الحالة التي يكون فيها جميع مجموعات التصنيف متضمنة في نموذج خطي واحد يسمى "التأثير الرئيسي" (Main Effect). ويمكن أيضاً تضمين أكثر من تصنيف وقياس التفاعل بينهما، ولكن هذا التفاعل يتم تضمينه فقط إذا كان له معنوية أو أهمية إحصائية. أحد المزايا الإضافية التي توفرها نماذج GLM، هي أنه قادر على تحديد درجة مصداقية القيم المقدرة للمعلمات β_i. ويتم تحديد العلاقة بين التأثيرات العشوائية والمنتظمة من خلال معادلة الربط $g_{(.)}$. ويمكن تقدير قيم معلمات التوزيع كالمتوسط (μ_i) من خلال الدالة العكسية لدالة الربط $g_{(.)}$ والمستخدمة لتقدير قيمة المتغير الخطي (Tzougas&Makariou,2022): −

$$g_{\mu_i} = \eta_i = \beta_0 + x_{i1}\beta_1 + \cdots \ldots\ldots\ldots\ldots + x_{ip}\beta_p$$
$$E(y_i) = \mu_i = g^{-1}(\eta_i)$$

ومما سبق يتضح أن نماذج المخاطر القياسية تعتمد على مجموعة من الإجراءات الإكتوارية التي تبدأ بتعريف معلمات النموذج ومعادلة التوزيع، ودالة الربط، وكل من متغيري الاستجابة والمتغيرات التفسيرية. ثم يتم اختبار الأهمية المعنوية للمتغيرات، وكذلك الأهمية الإحصائية للتفاعل بين هذه المتغيرات، وبالتالي يمكن بناء النموذج اعتماداً على متغيرات التي ثبت معنويتها إحصائياً، مع الأخذ في الاعتبار اختبار معنوية معلمات النموذج إحصائياً، وأخيراً بناء نموذج GLM النهائي للربط بين المتغيرات ودالة الربط (Lee&Jeong,2024).

ترتكز نماذج الإنحدار التي تتعامل مع تصنيفات المخاطر القبلية على نوعين من المتغيرات، وهما على درجة عالية من الأهمية بالنسبة لتسعير عقود التأمين قصيرة الأجل. يتمثل المتغير الأول في عدد المطالبات (التكرار) لكل وحدة من الوحدات المعرضة للخطر، أما المتغير الثاني فهو يعكس قيمة المطالبات (وطأتها). وتقدير قسط الخطر (P_i) بالاعتماد على التصنيف السابق للمخاطر يتم من خلال دمج البيانات الخام لكل من تكرار وقيمة المطالبات، كما يتضح من العلاقة التالية (Birjandi&Sana,2021;Antonio&Valdez,2012): –

$$P_i = E(F_i . S_i)$$

$$where \rightarrow F_i = \frac{N_i}{E_i}, S_i = \frac{L_i}{N_i}, then \rightarrow P_i = \frac{L_i}{E_i}$$

ومن خلال العلاقة السابقة يتضح أن قسط الخطر يمثل القيمة المتوقعة لحاصل ضرب كل من قيمة والتكرار لكل من المؤمن عليهم كل على حدة. حيث تشير (F) إلى تكرار المطالبات، والتي تساوي نسبة عدد المطالبات (N) إلى إجمالي المقادير المعرضة للخطر (E)، بينما (S) تشير إلى قيمة المطالبات، ويمكن تقديرها من خلال نسبة الخسائر المحققة (L) إلى عدد المطالبات (N). ومن ثم فإن الصورة المبسطة لقسط الخطر تمثل نسبة الخسائر المحققة (L) إلى إجمالي القيم المعرضة للخطر (E). ويعكس نموذج الإنحدار $\pi(P_i)$ العلاقة بين تكرار المطالبات وحجم الخسائر لوثائق التأمين الفردية. بينما يعكس النموذج $\tau(P_i)$ العلاقة بين تكرار وقيمة المطالبات (Tseung.et.al,2022).

$$\pi(P_i) = E[P_i] = E[F_i] \times E[L_i]$$
$$\tau(P_i) = E[P_i] = E[F_i] \times E[S_i]$$

التقنيات الإحصائية لتصنيف مستويات المخاطر

بالإضافة إلى النماذج الخطية المعممة هناك مجموعة أخرى من التطبيقات المستخدمة بهدف تحديد فروق السعر، الناتجة عن استخدام متغيرات تصنيف الخطر، ويكمن الإختلاف بين هذه التقنيات في تقديم الأوزان المستخدمة كنسب تمييز أو تصنيف للمخاطر. وترجع أهمية هذه التقنيات كونها تستخدم كأساليب مبدئية تعمل على ترشيح أهم متغيرات التصنيف التي سيعتمد عليها النماذج المعممة، كما أنها تعمل على تخفيض عدد مستويات التصنيف المستخدمة إلى أقل عدد ممكن. كما أنها توضح حجم التفاعلات المشتركة بين المتغيرات التصنيفية، وفيما يلي أهم هذه التقنيات الإحصائية (Xiang.et.al,2023): –

1- التحليل العاملي: يعتمد هذا النوع من التحليل على إسلوب تحليل المكونات الأساسية، والذي يهدف إلى محاولة تقليل عدد المعلمات المقدرة المستخدمة في التصنيف، ويشمل التخفيض كل من عدد المتغيرات التصنيفية، أو عدد المستويات داخل كل متغير تصنيفي، وتعتمد آلية

التحليل على محاولة التخلص من الارتباطات الذاتية الناتجة عن المتغيرات، وبالتالي تخفيض عدد المتغيرات من خلال التخلص من المتغيرات ذات الارتباط المرتفع. على سبيل المثال يمكن الاعتماد على متغير الموقع الجغرافي بدلاً من متغيري الكثافة السكانية وعمر المنزل.

2- التحليل العنقودي: يهدف إلى تجميع أو دمج مجموعات صغيرة متجانسة ومتماثلة في مستوى المخاطر، في فئات أو مجموعات متجانسة أكبر عدداً، بهدف تقليل التباين داخل كل فئة، وتعظيم الفروق بين الفئات حتى تظهر إختلافات معنوية. ويتم تجميع هذه الوحدات أو الفئات المتجانسة في درجة المخاطر داخل مجموعات، بناءًا على الخبرة التاريخية أو الصفات المشتركة المتشابهة، وهو بذلك يقدم آلية دمج الفئات المتشابهة تتفوق على ما تقدمه النماذج الخطية المعممة.

3- شجرة التصنيفات: تعتمد تقنية شجرة التصنيف على تحليل الاحتمالات الشرطية، والتي تهدف لزيادة جودة نماذج التصنيف، وذلك عن طريق وضع مجموعة من الشروط، والتي يمر عليها التصنيف لاختبار مدى جودة المطابقة للنماذج، وبالتالي فإن وحدة الخطر تمر على مجموعة من المرشحات كالشجرة، تتضمن مجموعات من تصنيفات الخطر، إلى أن تصل إلى أخر تصنيف للخطر، وهو يعكس معامل تسعير يتضمن جميع التصنيفات السابقة، ولكن بأوزان ترجيحية مختلفة. ولعل من أهم مزايا هذا الإسلوب أنه يحدد أهم المتغيرات التصنيف المستخدمة في التسعير، والتي تعكس فروق معنوية لكل من متغيري السعر والخطر، مع استبعاد المتغيرات التي ليس لها أثر معنوي على سعر الخطر، كما يقدم التحليل أيضاً آلية لإكتشاف التفاعلات المتوقعة بين المتغيرات، وأخذها في الاعتبار حتى لا يحدث تأثيراً مزدوج في سعر الخطر (Omerasevic&Selimovic,2020).

4- خط الإنحدار متعدد المتغيرات MARS: وتعتمد هذه النمذجة على نموذج الإنحدار المتعدد، حيث يتم إدخال متغيرات التصنيف الأولية، ثم السماح بإدخال متغيرات تصنيف أخرى، ممن لها أثر معنوي على سعر الخطر، واختبار مدى توفيق النموذج في كل مرحلة، والاستمرار إلى أن يتم دمج جميع المتغيرات المقترحة بالنموذج. ويتميز النموذج أيضاً بقدرته على توضيح التفاعلات المشتركة بين المتغيرات.

5- الشبكات العصبية: وهي تقنية متطورة تعمل على فحص مدى الارتباطات والتفاعلات المشتركة بين المتغيرات التصنيفية. وعلى الرغم من افتقادها للشفافية كونها تعتمد على الذكاء الاصطناعي. إلا أنها تعمل على تخفيض عدد متغيرات التصنيف بشكل فعال، والوقوف على

المتغيرات ذات المعنوية الإحصائية المرتفعة، كما أنها تسمح بالاعتماد على حجم كبير من البيانات.

الخلاصة

عرض الباحث بمتن هذا البحث الأسس النظرية لتصنيف المخاطر، وأثره على تسعير الخطر، والنماذج المستخدمة في تقدير المعدلات النسبية للتصنيف، تمهيداً لتطبيقها على البيانات محل الدراسة. وهو ما سيتم استعراضه بالمبحث التالي، والذي يمثل التطبيق العملي الأسس النظرية التي تم تناولها، في محاولة لتقدير معدلات التصنيف النسبية للمخاطر. وصولاً للسعر العادل للخطر والذي يعكس عوامل الخطر المختلفة.

المبحث الثاني

النموذج المقترح لتقدير قيم المعدلات النسبية لتصنيفات عوامل الخطر

مقدمة

يهدف النموذج المقترح إلى تقدير معاملات التمييز لتصنيفات المخاطر، تمثل مزيج بين نتائج خبرة المطالبات، وخصائص المؤمن عليهم. وبالتالي فسوف يتم تعديل معاملات التمييز بما يعكس الأوزان المرجحة لكل من معاملات المصداقية، وكذلك قيم معدلات الخسائر لكل فئة من فئات المخاطر. تستخدم شركات التأمين المعدلات المتغيرة لعوامل الخطر بدلاً من الاعتماد على المعدلات الثابتة، وذلك لمعالجة المشكلات المترتبة على إنخفاض درجة المصداقية للبيانات، وبالتالي تكون لكل فئة من فئات المخاطر معدل يمثل نسبة من فئة الأساس. فإذا كان لدينا حجم كبير من بيانات الخسائر، وكانت مقسمة إلى عشر مناطق جغرافية، وعشر فئات تصنيفية مختلفة، فمن الممكن أن يتم التوصل إلى مائة معدل مختلف للتصنيف. وقد لا يكون هناك بيانات كافية لكل مجموعة أو فئة من فئات التصنيف. ويعتمد تقدير المعدلات النسبية للنموذج المقترح على فرضية أن التكاليف النسبية لكل فئة سوف تكون نفسها لجميع المؤمن عليهم المنتمين لهذه الفئة. كما يعتمد على مجموعة من المتغيرات، والمتمثلة في الأقساط المحصلة، والمقادير المعرضة للخطر، والخسائر المحققة، وقيمة المطالبات، وأخيراً عدد المطالبات والمستخدم في تحديد درجة المصداقية. كما يتم ترميز كل من بيانات المطالبات والأقساط، مع الأخذ في الاعتبار تفاصيل التصنيفات المطلوبة، والتي تشمل سنة الوثيقة وسنة الحادث (Jeong&Dey,2021;Prince,2017).

توفيق البيانات الخام للنموذج المقترح

لغرض تقدير قيم المعدلات النسبية لتصنيفات المخاطر، والتي تعكس كل من خبرة المطالبات وخصائص الخطر المؤمن، تم توفيق البيانات محل الدراسة باستخدام كل من مدخلي معدل الخسائر والقسط الصافي. اختبر الباحث جودة توفيق كل من توزيع بواسون وذو الحدين السالب لنمذجة البيانات الخام لمتغير "تكرار المطالبات". بينما تم اختبار توفيق كل من توزيع جاما وجاوس العكسي لنمذجة بيانات متغير "قيم المطالبات". وقد شملت عينة الدراسة عدد 234156 وثيقة تأمين لقطاع تأمين المركبات للشركة محل الدراسة. وتم الاعتماد على العدد الإجمالي للمطالبات كمتغير استجابة لنموذج الإنحدار، بينما يعكس متغير "فترة التعرض للخطر" المتغير التفسيري، الذي يمثل الفترة التي يتم خلالها دفع الأقساط، وتسجيل عدد المطالبات. بلغ إجمالي زمن التعرض بالنموذج المقترح 114583 سنة. إن تضمين عوامل الخطر في توزيع بواسون أو ذو الحدين السالب يسمح ببناء نظام لتصنيف المخاطر بالاعتماد على متغير تكرار المطالبات. ويتم ذلك باستخدام نموذج الإنحدار. وتم تعميم توزيع بواسون كنموذج مختلط بالاعتماد على التوزيع ذو الحدين السالب، حيث أنه يمثل أحد النماذج شائعة الاستخدام للتخلص من عدم التجانس وقيمة التشتت المرتفعة بالبيانات. تعكس مجموعة البيانات سجل مطالبات قطاع تأمين المركبات خلال فترة الدراسة 2019 إلى 2023 لأحد شركات التأمين العاملة بالمملكة العربية السعودية، والتي تمتلك محفظة تأمين مركبات تتسم بالتنوع والتجانس. والجدول التالي يوضح الوصف الإحصائي للبيانات محل الدراسة، والتي تتضمن كل من المتغيرات التفسيرية والمتغير الاستجابة.

جدول (2): الوصف الإحصائي لمتغيرات النموذج المقترح لقطاع تأمين المركبات خلال الفترة (2019– 2023)م*

التفسيرية المتغيرات (عوامل الخطر)	المدى	الوصف	المتوسط	الوسيط	الانحراف المعياري
x_1	[3,7]	اللوغاريتم الطبيعي لقيمة المركبة (معامل الخطر) الأول	4.928	4.527	0.592
x_2	{1,3}	المهنة (معامل الخطر) الثاني	1.804	2.017	0.843

متغير الاستجابة y	معدل المطالبات	قيمة المطالبات			
السنة		المتوسط	الانحراف المعيارري	الإلتواء	التفرطح
2019	0.0216	12815	5970	0.0384	-1.9658
2020	0.0282	14028	8328	0.1025	-1.0247
2021	0.0349	13600	4087	0.0875	-1.3492
2022	0.0322	12532	8990	0.0625	-1.0587
2023	0.0298	16412	4204	0.5175	-1.0225
Overall	**0.0281**	**14845**	**7194**	**0.1598**	**-1.3159**

* الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات البرنامج الإحصائي R–Studio.

يوضح الجدول (2) الوصف الإحصائي للمتغيرات التفسيرية، والتي تعكس كل من معاملي الخطر، المعامل الأول يتمثل في قيمة المركبة، وقد تم الاعتماد على اللوغاريتم الطبيعي لقيمة المتغير، ويتمثل متغير قيمة المركبة أحد أهم عوامل الخطر التي تعتمد عليها الشركة في تصنيف مجموعات الخطر، تبعاً لخصائص الخطر للشيء موضوع التأمين. بينما عامل الخطر الثاني فيعكس مهنة قائد المركبة، والتي تعتقد الشركة أن له أثر معنوي في تسعير الخطر، كنتيجة للأثر المعنوي الواضح لمهنة قائد المركبة على إختلاف درجة الخطر. كما شمل الجدول الوصف الإحصائي لمتغير الإستجابة، والمتمثل في خبرة المطالبات. ومن خلال فحص معلمات التوزيع الاحتمالي لخبرة المطالبات، وكذلك قيم الإلتواء والتفرطح، يتضح أن هناك تركز للبيانات حول منطقة التوزيع الصفرية، كما أن هناك ذيل طويل لتوزيع البيانات. وهو ما يعكس كون المطالبات لا تتصف بالتوزيع المتماثل داخل فئات الخسارة، وإنما تتركز داخل الفئات الصفرية، والتي تقترب من قيمة المتوسط، كما ينخفض تركز المطالبات بالفئات الطرفية، وهو ما يشير إلى انخفاض حجم البيانات المتطرفة. كما أن هناك اتجاهًا متزايدًا لزيادة خطورة المطالبة خلال السلسلة الزمنية، بالإضافة إلى وجود درجات متفاوتة من الانحراف والتفرطح (Frees&Yang,2016;Zahi,2021).

قياس جودة توفيق التوزيع الاحتمالي لمتغيرات النموذج المقترح

لغرض الوقوف على التوزيع الإحتمالي الأكثر ملائمةً للبيانات محل الدراسة، فقد تم الاعتماد على معيار (AIC) لقياس جودة توفيق البيانات الخام للتوزيع الإحتمالي المقترح، ومعيار (AIC) يمثل مقياس للجودة النسبية للنماذج الإحصائية، والمطبقة على مجموعة البيانات الخام، حيث يساعد على اختيار النموذج الأمثل، ويتم ترجيح النماذج التي تحقق أحسن توافق بين درجة تعقيد النموذج وقوته الوصفية. يقدم المعيار أيضا تقديرا نسبيا لكمية المعلومات الضائعة عند نمذجة البيانات، قيد الدراسة. خلال تجريب العديد من النماذج الاحتمالية المقترحة، يمكن ترجيح النموذج ذي أقل قيمة لمعيار (AIC). والمعيار يستند إلى التوفيق بين تحسين جودة المطابقة وتخفيف تعقد النمذجة. جدول (3) يقدم النتائج التطبيقية لإختبار جودة التوفيق للتوزيعات الإحتمالية المقترحة، حيث اعتمد الباحث على كل من توزيع بواسون وذوالحدين السالب لنمذج البيانات الخام لمتغير "تكرار المطالبات". بينما تم الاعتماد على كل من توزيع جاما وجاوس العكسي لنمذجة "مبالغ المطالبات". وهو الأمر الذي قدم أربعة بدائل للتوزيعات الإحتمالية المستخدمة في تقدير قيم المعدلات النسبية لتصنيفات المخاطر (Porrini,2016;Verschuren,2021).

جدول (3): القيم المقدرة لجودة التوفيق للتوزيعات الإحتمالية المقترحة لمتغيرات الدراسة*

Benchmark	P(N.Claim)	Log(claim severity)	Number of parameters	log-likelihood	AIC -2(log-likelihood) + 2K
GLM(P- GM)	Poisson	Gamma	5	-62381	124772
GLM(NB- GM)	Negative Binomial	Gamma	7	-65719	131452
GLM(P- GUS)	Poisson	Inverse Gaussian	7	-59045	118104
GLM(NB- GUS)	Negative Binomial	Inverse Gaussian	9	-69127	138272

*** الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات البرنامج الإحصائي R–Studio.**

من خلال الجدول (3) يتضح أن أقل قيمة لمعيار (AIC) لقياس جودة توفيق النماذج الاحتمالية لمتغيرات الدراسة بلغت (118104)، وهو ما يدعم الاعتماد على توزيع بواسون لنمذجة بيانات متغير "تكرار المطالبات"، بينما يتم الاعتماد على توزيع جاوس العكسي لنمذجة بيانات متغير "قيم المطالبات". وبالتالي لا يمكن رفض الفرض العدمي الأول من فروض البحث والقائل بعدم وجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية بين القيم الفعلية والمقدرة بالاعتماد على توزيع بواسون لنمذجة بيانات متغير "تكرار المطالبات" وتوزيع جاوس العكسي لنمذجة بيانات متغير "قيم المطالبات" لقطاع تأمين المركبات بالشركة محل الدراسة عند مستوى معنوية 5% (Chen.et.al,2019).

النموذج المقترح لتقدير المعدلات النسبية (CR)

يفترض النموذج المقترح تقدير معدلات نسبية مبدئية مناسبة لكل فئة من فئات عامل الخطر، تعتمد على نتائج الخبرة السابقة، ثم يتم تعديل معدلات التصنيف بالاعتماد على معلمات المتغيرات المقترحة من واقع البيانات المتاحة، والتي تتمثل في قيمة الأقساط المكتسبة، والخسائر المتكبدة، مقسمة وفقاً لتصنيف عوامل الخطر (قيمة المركبة – مهنة قائد المركبة). يمكن تقدير نسب التمييز التصنيفية من خلال الاعتماد على مجموعة من الإجراءات الإكتوارية، والتي تبدأ بتسوية الأقساط باستخدام المعدلات السائدة لدرجة الخطر. ثم تقدير قيمة التعديلات الأولية للمعدلات النسبية لعوامل الخطر التصنيفية. ولمحاولة تحقيق قدر من التوازن بين تأثير كل من نتائج الخبرة السابقة، وخصائص الخطر موضوع التأمين، يتم تسوية نتائج التعديلات الأولية للمعدلات النسبية من خلال الاعتماد على معامل المصداقية، بهدف زيادة درجة توفيق البيانات. وأخيراً يتم إجراء التعديلات الإكتوارية اللازمة لمعدلات التصنيف لتتفق مع التسويات المستنتجة من تعديلات المصداقية (Jeong&Dey,2021;Conrad,2008).

تم تطبيق الإجراءات الإكتوارية المقترحة على البيانات المتاحة لفرع تأمين المركبات للشركة محل الدراسة، من خلال تسوية الأقساط المكتسبة باستخدام نسب التغير لتصنيفات الخطر، على اعتبار أن الفئة الأولى لعامل الخطر هي فئة الأساس، ولها معدل أساس 100%، ثم تأخذ الفئات التالية قيم نسبية للخطر كنسبة من فئة الأساس. ثم يتم تسوية الأقساط المكتسبة لفئات التصنيف التالية من خلال الاعتماد على تغيرات معدلات مجموعات التصنيف بالنسبة لمعدل الأساس، وبالتالي يتم تقدير معدلات الخسارة بالنسبة لتصنيفات معاملات الخطر (قيمة المركبة – مهنة قائد المركبة). وفيما يلي الدالة المقترحة لتقدير المعدلات النسبية المرجحة بقيم الأقساط الصافية، وباستخدام مدخل معدل الخسارة، وبالاعتماد على فترة ملاحظة تقدر خمس سنوات (2019 – 2023)م (Stormer,2015).

$$PCR_i = BR_{i(5)}\left[\frac{P_{i(1)}}{BR_{i(1)}} + \frac{P_{i(2)}}{BR_{i(2)}} + \frac{P_{i(3)}}{BR_{i(3)}} + \frac{P_{i(4)}}{BR_{i(4)}}\right] \dashrightarrow (1)$$

تهدف الدالة (1) إلى تقدير قيمة الأقساط المسواة باستخدام المعدل السائد للأقساط الحالية (PCR_i) لكل فئة من فئات عامل الخطر، والتي تعكس معدل الفائدة السائد بالسوق. ومن خلال الدالة يتضح أن قيمة الأقساط المعدلة تساوي القيمة المرجحة للأقساط $(P_{i(y)})$ والمرجحة بمعدلات المخاطر لسنة الأساس $(BR_{i(y)})$، والتي تعكس معدلات تمييز فئات الخطر، خلال فترة الملاحظة. ويمكن تقدير متوسط قيمة المطالبات لكل فئة من فئات تصنيف عامل الخطر $(S(\chi_i))$، من خلال نسبة الخسائر المتكبدة لكل فئة (L_i) إلى إجمالي عدد المطالبات للفئة التصنيفية $(N(C_i))$ (الدالة2). وبالاعتماد على الأقساط المعدلة للفئة (PCR_i)، والتي تم تقديرها من خلال الدالة (1)، يمكن تقدير قيمة معدل الخسائر لكل فئة باستخدام حجم الخسائر للفئة (L_i) إلى الأقساط المعدلة لكل فئة من فئات تصنيفات المخاطر (PCR_i) (الدالة3). كما يتضح من العلاقات التالية (Birjandi&Sana,2021): –

$$S(\chi_i) = \frac{L_i}{N(C_i)} \dashrightarrow (2)$$

$$RL_i = \frac{L_i}{PCR_i} \dashrightarrow (3)$$

ولتقدير قيمة معدل التسوية المبدئي $(PreAdj_{L_i})$ لفئات تصنيفات المخاطر، يتم الاعتماد على القيمة النسبية لكل من معدل الخسارة للفئة (RL_i) إلى إجمالي معدلات الخسائر $(\sum(RL_i))$ (الدالة4). ومعدل التسوية المبدئي على قدر من الأهمية كونه يستخدم في تقدير معامل المصداقية المعدل (Z_{Adj})، حيث يمثل تسوية لمعدلات الخسائر حتى تعكس مقدار الخسارة لفئة معينة مقابل معدل الخسائر لفئة أخرى تختلف في درجة المخاطر، وبالتالي فإن عملية التسوية تهدف إلى أن

تعكس درجة الخطر التي تتمتع بها كل فئة من فئات التصنيف. وهو معدل يعتمد على متغيرين أحدهما معدل التسوية البدئية $(PreAdj_{L_i})$، والمتغير الأخر معامل المصداقية الخام (Z) (الدالة6). ويمكن تقدير معامل المصداقية الخام بالاعتماد على كل من عدد المطالبات لكل فئة من فئات التصنيف $(N(C_i))$، وإجمالي عدد المطالبات $(\sum(N(C_i)))$ (الدالة5). وهو ما يمكن توضيحة من خلال العلاقات التالية (Xiang.et.Al,2023):-

$$PreAdj_{L_i} = \frac{RL_i}{\sum(RL_i)} \dashrightarrow (4)$$

$$Z = min\left(\sqrt{\frac{N(C_i)}{\sum(N(C_i))}}, 1\right) \dashrightarrow (5)$$

$$Z_{Adj} = Z\left(PreAdj_{L_i} - 1\right) + 1 \dashrightarrow (6)$$

وتكمن أهمية معدل المصداقية المعدل (Z_{Adj}) في أنه يمثل الأساس الذي يعكس الوزن المرجح للخبرة المستخدمة لتعديل الأقساط لكل فئة من فئات الخطر (P_i)، وذلك لتقدير قيمة الأقساط المعدلة بمعامل المصداقية المسوى $(P_{i(Z_{Adj})})$(الدالة7)، وتهدف هذه المرحلة إلى محاولة إزالة أثر عدم التجانس في حجم البيانات داخل فئات التصنيف، وقد يكون هناك فئة من فئات الخطر تحتوي على حجم غير كافي نسبياً من المشاهدات بحيث لا تتحقق له المعنوية الإحصائية لتقدير نسب التصنيف (Denuit&Legrand,2018).

$$P_{i(Z_{Adj})} = P_i \,.\, Z_{Adj} \dashrightarrow (7)$$

ومن ثم فإن تسوية الأقساط باستخدام معاملات المصداقية تمثل عملية موازنة بين بيانات الخبرة التاريخية، والمعلومات المستمدة من خصائص مجموعة المؤمن عليهم تحت الملاحظة، ولعل الهدف من استخدام معاملات المصداقية هنا هو عدم الرغبة في الاستناد على بيانات الخبرة بشكل كامل، ولكن يجب أن يعكس قسط الخطر خصائص المؤمن عليهم تحت الملاحظة. كما أن الخبراء الإكتواريين يعتمدون على هذا المعدل في محاولة التوصل إلى معامل التسوية النسبي المرجح $(Bal(Z_{Adj}))$، والذي يحقق التوازن بين كل من معدل الخبرة والمصداقية، ويطلق عليه المعدل النسبي نظراً لكونه يعكس العلاقة النسبية لكل من وزن معامل المصداقية المسوى لفئة التصنيف (Z_{Adj})، وإجمالي معاملات المصداقية المسواة $(\sum(Z_{Adj}))$(الدالة8).

ويتضح من الدالة (9) إن معدلات المصداقية المسواه والمرجحة بقيم معدلات الخسائر $(Bal(Z_{Adj}))$ تمثل معدلات على درجة عالية من الأهمية، نظراً لأنها تستخدم أيضاً في تقدير قيمة الأقساط المرجحة بمعامل المصداقية المسوى $(P_{Bal(Z_{Adj})})$. كما يساهم هذا الترجيح في الحفاظ على مستوى المخاطر الذي يعكسه المعدل العام للخطر للقطاع التأميني محل الدراسة، والذي قد يتأثر كنتيجة لاستخدام معاملات المصداقية لكل فئة من فئات التصنيف، حيث قد يترتب

على تطبيق معاملات المصداقية تغير في المستوى العام لمعدل الخطر المؤمن منه قبل خضوعه للتصنيف الفئوي. ولذلك فلابد من عمل توازن لهذه التسويات، حتى لا تقدم معاملات تتعدى حدود معاملات الخطر للقطاع التأميني. ولذلك يتم ترجيح قيم معاملات المصداقية المسواة بالأقساط لفئات التصنيف لسنوات الخطر الأحدث، والتي يعتقد أنها تعكس خصائص المؤمن عليهم أكثر من غيرها من سنوات الخبرة (Jeong&Dey,2021).

$$Bal(Z_{Adj}) = \frac{Z_{Adj}}{\sum(Z_{Adj})} \dashrightarrow (8)$$

$$P_{Bal(Z_{Adj})} = P_i \,.\, Bal(Z_{Adj}) \dashrightarrow (9)$$

وللتأكد من تحقيق هذا النوع من التوازن بين مستويات الخطر لفئات التصنيف، وما يقابله من مستوى الخطر لفرع التأمين محل الدراسة، لابد من التأكد أن مجموع الأقساط المحصلة للسنة الأخيرة، والمستخدمة في ترجيح معاملات المصداقية بخصائص المؤمن عليهم تتساوي مع مجموع الأقساط المعدلة بكل من معاملات المصداقية ونسب التمييز المعدلة لكل فئة من فئات التصنيف، وهو ما يحقق وضع التوازن، ويؤكد أن تسوية معدلات التمييز لفئات المخاطر لن يترتب عليها تأثير غير متكافئ لمعدلات الخطر العامة لفرع التأمين. وبالتالي فإن وضع التوازن يحقق العلاقة التالية (Prince,2017): –

$$\sum P_i(5) = \sum P_{Bal(Z_{Adj})} \dashrightarrow (10)$$

واعتماداً على الدالة (12) يمكن تقدير قيم المعدلات النسبية التميزية للفئات التصنيفية لمعامل الخطر (R_i)، والتي تمثل الهدف من النموذج المقترح، حيث يتم ترجيح قيم معاملات التميزية لنتائج الخبرة لكل فئة تصنيفية (CR_i)، بالقيمة النسبية لمعامل المصداقية المسوى المرجح $(Bal(Z_{Adj}))$ إلى نظيرة لمعامل مصادقية الأساس $(Bal(Z_{Adj})_{Base})$. وتتميز قيم معاملات التميزية لنتائج الخبرة لكل فئة تصنيفية (CR_i) – المستنتجة من الدالة 11– أنها تعكس كل من معدلات المخاطر لكل من الفئة المقدرة وكذلك لفئة الأساس. وبذلك تنتج معدلات تمييز لفئات الخطر تتضمن تأثير كل من قيم الأقساط المعدلة وتكرار المطالبات وحجم الخسائر أو قيمة المطالبات، والتي تم تعديلها باستخدام معامل المصداقية، والذي يعكس نتائج خبرة المؤمن عليهم بالفئة المقدرة لنفس الخطر المؤمن منه (Jeong&Dey,2021).

$$CR_i = \frac{BR_i}{BR} \dashrightarrow (11)$$

$$R_i = CR_i \,.\, \frac{Bal(Z_{Adj})}{Bal(Z_{Adj})_{Base}} \dashrightarrow (12)$$

وتستخدم الدالة (12) في تسوية المعدلات النسبية لمعاملات الخطر باستخدام مدخل معدل الخسائر، كما يمكن تسوية المعدلات النسبية لتصنيف خصائص الخطر المؤمن منه باستخدام مدخل القسط الصافي، ففي حين يعتمد مدخل معدلات الخسائر على قيم الأقساط المكتسبة في التسوية، كما يتم استخدام "المقادير المعرضة للخطر" كبديل عن الأقساط المكتسبة بمدخل صافي الأقساط. حيث يتم ترجيح قيم "التعرضات للخطر" بالنسب المعدلة لمعاملات المخاطر لجميع متغيرات التصنيف المستخدمة. وتكمن أهمية استخدام "المقادير المعرضة للخطر" كونها تساهم في تسوية التباينات في التكاليف المترتبة على الإختلاف في الخصائص التأمينية لموضوع الخطر بصورة أكثر دقة عنها بمدخل معدلات الخسائر، كونها تعتمد في تقديرها على معدلات التصنيف المستمدة من درجة المخاطر لفئات التصنيف المختلفة، وبالتالي فهي تزيد من درجة الملاءمة الناتجة عن إنخفاض عدد الحسابات المستخدمة في التقدير (Frees&Yang,2016).

يعتمد مدخل القسط الصافي لتقدير معدل التسوية المبدئية $(PreAdj_{L_i})$ على الأقساط الصافية النسبية، بدلاً من الاعتماد على قيم معدلات الخسائر التي تم الاعتماد عليها بمدخل معدلات الخسائر. مع الأخذ في الاعتبار أن الأقساط الصافية تمثل نسبة كل من الخسائر المتكبدة إلى المقادير المعرضة للخطر. ولتحقيق وضع التوازن، وللتأكد من أن تسويات معدلات التمييز لفئات المخاطر لن يترتب عليها تأثير غير متكافئ لمعدلات الخطر العامة لفرع التأمين، تم الاعتماد على قيم التعرض للخطر. ويعتمد تقدير معاملات التصنيف باستخدام مدخل القسط الصافي على مجموعة من إجراءات التسوية، والتي تبدأ بتقدير معدلات التكرار $(Freq)$، والتي تمثل القيم النسبية لعدد المطالبات لكل فئة تصنيفية من فئات الخطر $(N(C_i))$ إلى إجمالي المقادير المعرضة للخطر (Exp_{Base}) (الدالة13). ويتم تقدير قيم وطأة الخسارة (Severity = $S(\chi_i)$) من خلال تقدير نسبة قيم الخسائر لكل فئة من فئات التصنيف لمعامل الخطر إلى عدد المطالبات $(N(C_i))$ (الدالة14). وذلك بالاعتماد على المعاملات النسبية لقيم كل من الخسائر المتكبدة لكل فئة تصنيفية(L_i)، إلى المقادير المعرضة للخطر (Exp_{Base})، ومن ثم يمكن تقدير قيم قسط الخطر (P_{p_i}) (الدالة15). وهو ما يمكن توضيحه من خلال العلاقات التالية (Porrini,2016): –

$$Freq = \frac{N(C_i)}{Exp_{Base}} \dashrightarrow (13)$$

$$S(\chi_i) = \frac{L_i}{N(C_i)} \dashrightarrow (14)$$

$$P_{p_i} = \frac{L_i}{Exp_{Base}} \dashrightarrow (15)$$

يتضح من خلال العلاقات السابقة أن مدخل القسط الصافي يهدف إلى تسوية القيم المعرضة للخطر (Exp_{Base}) لتعكس درجة الخطر لكل فئة من فئات التصنيف لمعاملات المخاطر،

وهو الأمر الذي أنعكس على القيم المقدرة لقسط الخطر (P_{p_i}). وتكمن أهمية القيم المقدرة لقسط الخطر نظراً لكونه الأساس الذي يعتمد عليه في تقدير قيم معدلات التسوية المبدئية. وهي تمثل المرحلة الثانية من مراحل النموذج المقترح لتقدير قيم المعدلات النسبية لتصنيف معاملات الخطر باستخدام مدخل القسط الصافي، والتي تعتمد على تقدير معدلات التسوية المبدئية ($PreAdj_{P_i}$) من خلال حساب القيم النسبية لقسط الخطر لكل فئة من فئات عوامل الخطر التصنيفية (P_{p_i}) إلى قسط الخطر لقطاع تأمين المركبات خلال فترة الدراسة ($\sum P_{p_i}$)(الدالة18). وبالاعتماد على قيم كل من معاملات المصداقية (Z)(الدالة16)، وقيم معدلات التسوية المبدئية ($PreAdj_{P_i}$)، يمكن تقدير قيمة معامل المصداقية المعدل (Z_{Adj})(الدالة17)، والذي يشير إلى حجم المعلومات المستمدة من خصائص الخطر المؤمن منه لكل فئة من فئات تصنيفات الخطر، وفقاً للمعلومات المستمدة من نتائج الخبرة، ويكمن الإختلاف بين قيم معامل المصداقية الخام والمصداقية المسواة، كون الأولى تعكس خصائص المؤمن عليهم بفرع التأمين دون تميزيهم باستخدام معاملات تصنيف المخاطر ، أو فئات التصنيف، بينما تتميز قيم معاملات المصداقية المسواة بأنها تتمكن من أن تعكس الخصائص كل فئة من فئات الخطر (Frees&ShiP,2017).

$$Z = min\left(\sqrt{\frac{N(C_i)}{\sum(N(C_i))}}, 1\right) \dashrightarrow (16)$$

$$Z_{Adj} = Z\left(PreAdj_{P_i} - 1\right) + 1 \dashrightarrow (17)$$

$$Where \rightarrow \sum Z_{Adj} = \frac{\sum P_{i(Z_{Adj})}}{\sum Exp_{Adj}}$$

$$PreAdj_{P_i} = \frac{P_{p_i}}{\sum P_{p_i}} \dashrightarrow (18)$$

وبالاعتماد على قيم معاملات المصداقية المسواة يمكن تقدير قيم قسط الخطر المسوى باستخدام معامل المصداقية ($P_{i(Z_{Adj})}$)(الدالة19). ولهدف تحقيق التوازن بين كل من معدل الخبرة والمصداقية، يتم تقدير قيمة معامل المصداقية المسوى المعدل ($Bal(Z_{Adj})$)(الدالة20). والذي يعكس العلاقة بين وزن معامل المصداقية المسوى لفئة التصنيف (Z_{Adj}) إلى إجمالي معاملات المصداقية المسواة ($\sum(Z_{Adj})$). والذي يتم الاعتماد عليه لتقدير قيم الأقساط المعدلة بمعامل المصداقية المعدل ($P_{Bal(Z_{Adj})}$)(الدالة21). وبذلك يمكن تقدير قيم معدلات التمييز التصنيفية (R_i)(الدالة22)، بالاعتماد على القيم النسبية لمعاملات المصداقية المعدلة ($Bal(Z_{Adj})$)، إلى قيم معاملات المصداقية المعدلة لفئة الأساس ($Bal(Z_{Adj})_{Base}$)، والمرجحة بقيم معدلات التمييز (CR_i)، والمستمدة من خصائص الخطر موضوع التأمين لكل فئة من فئات تصنيف الخطر.

والعلاقات التالية توضح الإجراءات المتبعة لتقدير المعدلات النسبية لتصنيفات المخاطر باستخدام مدخل القسط الصافي (Xiang.et.al,2023).

$$P_{i(Z_{Adj})} = Z_{Adj} \,.\, Exp_{Adj} \dashrightarrow (19)$$

$$Bal(Z_{Adj}) = \frac{Z_{Adj}}{\sum Z_{Adj}} \dashrightarrow (20)$$

$$P_{Bal(Z_{Adj})} = \frac{Exp_{Adj}}{Bal(Z_{Adj})} \dashrightarrow (21)$$

$$R_i = CR_i \,.\, \frac{Bal(Z_{Adj})}{Bal(Z_{Adj})_{Base}} \dashrightarrow (22)$$

النتائج التطبيقية للنموذج المقترح لتقدير المعدلات النسبية لتصنيفات عوامل الخطر

تم تطبيق الإجراءات الإكتوارية للنموذج المقترح على البيانات المتاحة لفرع تأمين المركبات للشركة محل الدراسة، وتم استخدام معاملين للخطر، الأول يعكس أحد خصائص المركبة (موضوع التأمين)، وهي قيمة المركبة، والتي يمكن أن يربطها علاقة معنوية ودرجة الخطر، مما ينعكس على سعر التأمين. حيث تعتمد شركات التأمين في المملكة على قيمة المركبة كأحد أهم العوامل في تصنيف درجة المخاطر، وتقوم سياسة الشركة محل الدراسة على تصنيف هذا العامل من عوامل الخطر على مقياس يتضمن خمسين فئة تعكس درجة الخطورة المرتبطة بقيمة المركبة، وإحصائياً يتم دمج هذه الفئات إلى خمس فئات بهدف تسهيل الحسابات، والتأكد من وجود عدد كافي من المشاهدات لكل فئة. أما المتغير الثاني فهو يعكس أحد خصائص المؤمن عليهم الشخصية، أي خصائص قائد المركبة، وقد تم اختيار متغير المهنة نظراً لأهميته في تصنيف درجة المخاطر وتحديد أسعار التأمين، فكنتيجة للتنوع الوظيفي بالمملكة العربية السعودية، وإختلاف طبيعة العمل لكل منها، وإختلاف الطبيعة الجغرافية لمنطقة العمل، وما يواجه كل منها من مخاطر، فإن متغير طبيعة المهنة يمثل متغير هام جداً للقائمين على الاكتتاب بشركات التأمين بالمملكة.

وتعتمد سياسية شركات التأمين بالمملكة العربية السعودية إلى تقسيم هذا المتغير إلى ثلاث فئات رئيسية، تبعاً لدرجة الخطورة التي تنطوي عليها كل فئة. يرتكز تقدير قيمة المعدلات النسبية لفئات التصنيف على استخدام مدخل معدلات الخسائر. وتعكس الخطوة الأولى من خطوات النموذج المقترح تسوية الأقساط المكتسبة باستخدام المعدلات السائدة بالسوق، حيث تم تسوية الأقساط باستخدام القيمة النسبية لأقساط السنة الأحدث في التصنيف كونها تعكس المعدلات السارية بالسوق عند بناء المقياس. كما يتم تسوية الأقساط أيضاً باستخدام نسب التغير لتصنيفات الخطر المعمول بها بالشركة. ثم يتم تسوية الأقساط المكتسبة لفئات التصنيف التالية من خلال الاعتماد على تغيير معدلات مجموعات التصنيف بالنسبة لمعدل الأساس.

تقدير قيم المعدلات النسبية باستخدام مدخل معدلات الخسائر

يوضح الجدول (4) القيم الفعلية لأقساط تأمين المركبات للشركة محل الدراسة خلال الفترة (2019–2023م). وقد تم تقسيمها تبعاً لنوعين من عوامل الخطر (قيمة المركبة – CLASS(A)) وكذلك (مهنة قائد المركبة – CLASS(B)). وللتوصل إلى قيمة الأقساط المعدلة (PCR) تم الاعتماد على قيم معاملات التصنيف السائدة لكل من عاملي الخطر. كما يتضح أن قيمة الأقساط المعدلة تعتمد على فترة الملاحظة، والتي شملت خمس سنوات (2019–2023)م. وقد تم ترجيح قيم الأقساط الفعلية بمعدلات تعكس كل من معاملات المخاطر للسنة الأخيرة إلى معدلات المخاطر لكل سنة من سنوات الملاحظة، وذلك نظراً لأهمية القيم الفعلية النسبية للسنة الأخيرة كونها تعكس المعدلات السائدة بسوق التأمين.

جدول (4): الأقساط المعدلة بمعاملات تمييز المخاطر السائدة بالسوق خلال فترة ملاحظة (2019– 2023) لفرع تأمين المركبات للشركة محل الدراسة (الأرقام بالمليون ريال)*

CLASS(A)	2019		2020		2021		2022		2023		PCR
	Actual Premium	Base Rate	Actual Premium	Base Rate	Actual Premium	Base Rate	Actual Premium	Base Rate	Actual Premium	Base Rate	
A1	316.010	100	466.016	110	486.880	115	607.015	120	773.801	125	2086.100
A2	130.122	80	194.879	90	162.293	95	219.781	105	320.517	105	797.302
A3	48.589	115	66.946	135	63.114	151	71.932	185	99.004	221	381.269
A4	55.766	170	59.311	190	81.147	226	83.726	245	110.258	264	354.023
A5	99.140	240	110.149	310	108.195	334	115.124	374	261.513	415	581.066
Total	649.627		897.301		901.629		1097.578		1565.092		4199.761

CLASS(B)	2019		2020		2021		2022		2023		PCR
	Actual Premium	Base Rate	Actual Premium	Base Rate	Actual Premium	Base Rate	Actual Premium	Base Rate	Actual Premium	Base Rate	
B1	395.012	100	582.519	115	608.600	120	758.769	125	842.251	135	2721.239
B2	145.736	75	218.265	85	181.768	95	246.155	110	246.979	120	1039.452
B3	108.879	60	96.517	70	111.261	85	92.654	105	475.863	110	592.331
Total	649.627		897.301		901.629		1097.578		1565.092		4353.021

*** الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات البرنامج الإحصائي R-Studio.**

ومن خلال استعراض القيم المقدرة للأقساط المعدلة نجد أنها بلغت (2086.100 – 797.302 – 381.269 – 354.023 – 581.066) مليون ريال على الترتيب لكل من فئات عامل تصنيف الخطر الأول. حيث نجد أنها تعكس القيم المرجحة لأسس معدل التصنيف، وهو ما يشير إلى أنها أخذت في الاعتبار درجات الخطر المختلفة التي تعكس خصائص موضوع التأمين. كما يُظهر الجزء الثاني من الجدول القيم المقدرة للأقساط المعدلة لفئات عامل التصنيف الثاني

(المهنة)، والتي بلغت على الترتيب (2721.239 – 1039.452 – 592.331) مليون ريال. وتمثل الأقساط المعدلة لكل فئة تصنيفية الأسس الذي يتم الاعتماد علية لتقدير قيم كل من وطأة ومعدلات الخسائر بالنسبة لتصنيفات المخاطر لعامل الخطر الأول والثاني.

جدول (5): متوسط قيم المطالبات لعوامل الخطر لقطاع تأمين المركبات خلال الفترة (2019– 2023)م*

CLASS(A)	L_i	$N(C_i)$	$S(\chi_i)$	CLASS(B)	L_i	$N(C_i)$	$S(\chi_i)$
A1	827.196	534	1549	B1	927.196	1057	877
A2	247.672	291	851				
A3	91.669	309	297	B2	347.672	602	578
A4	129.851	481	270				
A5	191.665	402	477	B3	213.185	358	595
Total	**1,488.052**	**2,017**	**738**	**Total**	**1,488.052**	**2,017**	**738**

* الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات البرنامج الإحصائي R-Studio.

يتضح من الجدول (5) أن تقدير قيمة وطأة الخسارة (Severity) لكل فئة من فئات تصنيف معامل الخطر ($S(\chi_i)$)، يعتمد على نسبة قيم الخسائر المتكبدة لكل فئة (L_i) إلى إجمالي عدد المطالبات لفئات التصنيف المختلفة ($N(C_i)$). ومن خلال الجدول يتضح أن قيمة الخسائر خلال فترة الملاحظة قد بلغت 1488 مليون ريال، حيث تم توزيعها على فئات الخطر لكل من عاملي التصنيف، كما بلغت قيمة إجمالي عدد المطالبات 2.017 مليون مطالبة، وبالتالي فقد بلغت قيمة متوسط وطأة الخسائر لكل مطالبة 738 ريال، وكان نصيب الفئة الأولى (A1) 1549 ريال للمطالبة، بينما بلغت للفئة الثانية (A2) 851 ريال للمطالبة، وبلغت 297 للفئة التصنيفية الثالثة (A3)، كما بلغت 270 ريال للفئة الرابعة (A4)، و477 ريال للفئة الخامسة (A5). بينما بلغت قيمة وطأة الخسائر للفئة الأولى للعامل التصنيفي الثاني (B1) 877 ريال للمطالبة، كما بلغت 578 ريال للفئة الثانية (B2)، وبلغت 595 ريال للفئة الثالثة (B3). ويوضح الجدول (5) القيم المقدرة لمعدلات الخسائر لكل فئة (RL_i)، والتي تم تقديرها اعتماداً على الدالة (3). وكذلك القيم المقدرة لكل من معدل التسوية المبدئي، ومعاملات المصداقية الخام والمسواة (Frees&ShiP,2017).

جدول (6): معاملات المصداقية الخام والمسواة لفئات تصنيف معاملات الخطر*

		RL_i	$PreAdj_{L_i}$	Z	Z_{Adj}
CLASS(A)	A1	39.7%	1.119	0.767	1.091
	A2	31.1%	0.877	0.418	0.948
	A3	24.0%	0.679	0.444	0.857
	A4	36.7%	1.035	0.691	1.024
	A5	33.0%	0.931	0.578	0.960
	Total	**35.4%**	**1.000**		**1.021**
CLASS(B)	B1	34.1%	0.997	1.000	0.997

B2	33.4%	0.978	0.865	0.981
B3	36.0%	1.053	0.514	1.027
Total	**34.2%**	**1.000**		**1.004**

*** الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات البرنامج الإحصائي R-Studio.**

يوضح جدول (6) القيم المقدرة لمعاملات المصداقية المسواة، والتي تم الاعتماد عليها بهدف محاولة تحقيق التوازن بين كل من الخبرة السابقة وخصائص الخطر المؤمن منه، حيث أن الاعتماد على المصداقية الكاملة تفترض أن تعكس مطالبات 5496 مطالبة تمثل نتائج الخبرة السابقة، بينما المصداقية الجزئية تم تقديرها من خلال الترجيح بالخصائص المستمدة من الخطر المؤمن منه. فمن خلال الجدول يتضح أن الفئة (A1) تعكس مصداقية 76.7%، بينما بلغ معامل المصداقية للفئة (A2) بلغ 41.8%، كما بلغ للفئة (A3) 44.4%. وبلغت 69.9% للفئة الرابعة (A4)، وللفئة الخامسة بلغ معامل المصداقية 57.8%. ومن خلال استعراض قيم معدلات الخسائر (RL_i) لفئات التصنيف، نجد أن هناك علاقة طردية بين كل من معاملات المصداقية لفئات معامل الخطر ومعدلات الخسائر، وبالتالي فإن الفئات ذات معدلات الخسائر المرتفعة قد ساهمت في زيادة قيم معاملات المصداقية، وزيادة الاعتماد على نتائج الخبرة لهذه الفئات مقابل الخصائص الجديدة للخطر المؤمن منه. حيث بلغت قيمة معامل الارتباط 0.88. وهي قيمة مرتفعة، تعكس التأثير المعنوي القوي بقيم معدلات الخسائر. وللتخلص من هذا التأثير المرتفع بمعدلات الخسائر يتم تعديل معاملات المصداقية، حتى تفقد جزء من هذا الارتباط المرتفع بنتائج الخبرة أكثر منه بخصائص الخطر موضوع التأمين (Jeong&Dey,2021).

كما يوضح الجدول (6) نتائج تطبيق الدالة (4) لتقدير معامل المصداقية المعدل (Z_{Adj})، ومن خلال فحص قيمة معامل الارتباط مع معدلات الخسائر نجد أنها انخفضت لتصل إلى 0.581، وفي المقابل ارتفعت قيمة معامل الارتباط لمعدلات المصداقية المعدلة لتعكس درجة المخاطر المرتبطة بفئات تصنيفات المخاطر، حيث بلغت قيمة الارتباط مع معاملات التمييز لفئات التصنيف 0.718. والجدول رقم (7) يوضح القيم التقديرية لكل من معدل المصداقية المسوى المرجح $(Bal(Z_{Adj}))$، وقيمة الأقساط المرجحة بمعامل المصداقية المسوى $(P_{Bal(Z_{Adj})})$. قيم الأقساط المعدلة بمعاملات المصداقية $(P_{i(Z_{Adj})})$ لكل من الفئات المختلفة للتصنيف، كما تم تقدير قيم معاملات المصداقية المسواة $(Bal(Z_{Adj}))$، ومن خلالها تم تقدير قيم معاملات التمييز التصنيفية لكل من فئات المخاطر المختلفة (R_i) (Xiang.et.al,2023).

جدول (7): معاملات التمييز التصنيفية لعوامل الخطر والمسواة باستخدام مدخل معدل الخسائر *

		$P_{i(Z_{Adj})}$	$Bal(Z_{Adj})$	$P_{Bal(Z_{Adj})}$	CR_i	R_i
CL ٨٤	**A1**	844.526	1.069	827.435	1.000	1.000
	A2	303.996	0.929	297.844	0.840	0.730

	A3	84.876	0.840	83.158	1.768	1.389
	A4	112.939	1.004	110.654	2.112	1.982
	A5	251.083	0.941	246.001	3.320	2.921
	Total	**1597.419**		**1565.092**		
CLASS(B)	**B1**	839.496	0.993	836.516	1.000	1.000
	B2	242.374	0.978	241.514	0.889	0.875
	B3	488.798	1.024	487.062	0.815	0.840
	Total	**1570.668**		**1565.092**		

*** الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات البرنامج الإحصائي R-Studio.**

يوضح الجدول (7) المعدلات النسبية التمييزية بين الفئات التصنيفية (A2 – A3 – A4-A5) والفئة التصنيفية الأولى (A1)، والتي بلغت على التوالي (0.730 - 1.389 - 1.982 - 2.921). وتشير المعدلات النسبية للقيم موضوع التأمين (المركبات) كون الفئة الثانية لها خصم خطر يبلغ 27%، ويمثل 73% من درجة المخاطر للفئة الأولى، بينما بلغت قيمة علاوة المخاطر للفئة الثالثة 39%، بينما بلغت درجة المخاطر للفئة الرابعة 198% من درجة المخاطر للفئة الأولى، بعلاوة خطر تبلغ 98%، أما درجة المخاطر للفئة الخامسة فقد بلغت 292% من مستوى الخطر للفئة الأولى والتي تمثل فئة الأساس، وذلك بعلاوة خطر 192%. وفيما يتعلق بتصنيف مخاطر المهنة نجد أن الفئة الثانية لها درجة مخاطر تمثل 87.5% من مخاطر الفئة الأولى، وبخصم خطر 12.5%. بينما بلغت درجة المخاطر للفئة الثالثة 84% من مخاطر الفئة الأولى، وبخصم خطر يبلغ 16%.

وللتأكد من تحقيق التوازن بين مستويات الخطر لفئات التصنيف ومستوى الخطر لفرع التأمين ككل، نجد أن مجموع الأقساط المحصلة للسنة الأخيرة، والمستخدمة في ترجيح معاملات المصداقية بخصائص المؤمن عليهم قد بلغ (Actual Premium=1565.092)، وهي تتساوي مع مجموع الأقساط المعدلة بكل من معاملات المصداقية ونسب التمييز المعدلة لكل فئة من فئات التصنيف ($P_{Bal(Z_{Adj})} = 1565.092$)، وهو ما يشير إلى أن النموذج المقترح قد نجح في تحقيق وضع التوازن، ويعكس أن التسويات للمعدلات النسبية للتمييز لفئات المخاطر لم يترتب عليها تأثير غير متكافئ لمعدلات الخطر العامة لفرع التأمين. وبالتالي يمكن رفض الفرض العدمي الثاني من فروض البحث وقبول الفرض البديل القائل بوجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية بين القيم الفعلية لمعاملات المصداقية والقيم المقدرة باستخدام النموذج المقترح، والتي ساهمت في تحقيق حالة من التوازن بين كل من نتائج الخبرة للمطالبات وخصائص الخطر، باستخدام مدخل معدل الخسائر، عند مستوى معنوية 5% (Frees&ShiP,2017).

ومن خلال المعدلات النسبية المستنتجة من النموذج المقترح والواردة بالجدول (7) يمكن تقدير معدل سعر الخطر المسوى باستخدام معاملات التصنيف المشتركة، حيث لابد أن يعكس سعر الخطر تأثير كل من هذه العوامل، والجدول التالي يوضح معدل قسط الخطر والذي تم تسوية تبعاً لكل من المعدلات النسبية لمعاملي الخطر (قيمة المركبة والمهنة).

جدول (8): معدل سعر الخطر المسوى بمعاملات التصنيف المشتركة (مدخل معدلات الخسائر) *

			CLASS(A)				
			A1	A2	A3	A4	A5
			1.069	0.929	0.840	1.004	0.941
CLASS(B)	B1	0.993	1.062	0.923	0.834	0.997	0.934
	B2	0.978	1.046	0.909	0.821	0.981	0.920
	B3	1.024	1.094	0.951	0.860	1.027	0.963

* الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات البرنامج الإحصائي R-Studio.

من خلال المعدلات الواردة بالجدول (8) يتضح أن سعر الخطر الذي يجمع بين التصنيف (B1 – A1) قد بلغ 1.062، أي أنه أعلى من سعر الخطر لمحفظة الخطر بمقدار 6.2%، ويمكن تحليل هذا الأثر من خلال حاصل تأثير علاوة الخطر الناتجة لانتماء الخطر للفئة (A1)، والذي بلغ (6.9%=1−1.069)، مع تأثير خصم خطر نظراً لانتمائه للفئة (B1) (0.7%=0.993−1). بينما سعر الخطر للتصنيف المشترك (A2-B1) قد بلغ 0.923، وهو أقل من السعر العام للخطر وبخصم خطر يبلغ (7.7%)، وهذا التأثير يرجع إلى إنخفاض مستوى المخاطر للفئة (A2) بمقدار (7.1%=1-0.929)، وإنخفاض مستوى المخاطر للفئة (B1) بمقدار 0.7%. كما نجد أن سعر الخطر المصنف بالفئة المشتركة (A1-B3) هو أعلى من سعر المتوسط لمحفظة الخطر بمقدار 9.4%، كنتيجة لإنتمائه للفئة (A1) والتي لها مستوى خطر مرتفع بمقدار 6.9%، والفئة B3 والتي لها مستوى مرتفع للخطر أيضاً بمقدار 2.4%. ومما سبق يتضح الأثر المعنوي لمتغيرات التصنيف على سعر الخطر لتأمين المركبات، سواء من خلال الحصول على علاوة أو خصم خطر، تعكس أثر معاملات التصنيف المقترحة، وبالتالي يمكن رفض الفرض العدمي الثالث من فروض البحث والقائل بعدم وجود أثر معنوي ذو دلالة إحصائية للقيم المقدرة لمعدلات النسبية لتصنيف المخاطر على أسعار منتجات فرع تأمين المركبات للشركة محل الدراسة، باستخدام مدخل معدل الخسارة، عند مستوى معنوية 5%.

تقدير قيم المعدلات النسبية باستخدام مدخل القسط الصافي

يوضح الجدول (9) النتائج التطبيقية لاستخدام مدخل القسط الصافي في تقدير قيم المعدلات النسبية لكل من عوامل الخطر(قيمة المركبة، المهنة)، حيث تم الاعتماد على البيانات المتاحة لعينة الدراسة والتي تم استخدامها في تقدير المعدلات النسبية تبعاً لمدخل معدلات الخسارة،

مع الأخذ في الاعتبار أن متغير "المقادير المعرضة للخطر" يعكس المتغير التفسيري بدلاً عن الأقساط المكتسبة المستخدمة بالمدخل السابق. وقد تم تقدير قيم "فترات التعرض للخطر" من خلال ترجيح فترات التعرض للخطر للمؤمن عليه، بالنسب المعدلة لجميع متغيرات التصنيف المستخدمة. ويعرض الجدول التالي القيم المقدرة لكل من قسط الخطر ووطأة المطالبات باستخدام مدخل القسط الصافي بالتطبيق على البيانات محل الدراسة لكل من عاملي الخطر (قيمة المركبة، المهنة) (Porrini,2016).

جدول (9): القيم المقديرة لقسط الخطر ووطأة المطالبات لفئات التصنيف للشركة محل الدراسة خلال الفترة (2019-2023)م*

CLASS(A)	Exp	Exp_{Base}	L_i	$N(C_i)$	$Freq$	$S(\chi_i)$	P_{p_i}	Exp_{Adj}
1	11,675	11,762	827.196	534	4.54%	1549	703.291	7738
2	4,807	4,919	247.672	291	5.92%	851	503.545	3205
3	1,795	1,690	91.669	309	18.29%	297	542.531	990
4	2,060	1,497	129.851	481	32.13%	270	867.433	1103
5	3,663	2,780	191.665	402	14.46%	477	689.430	2615
Total	**24,000**	**22647**	**1,488**	**2,017**	**8.91%**	**738**	**657.064**	**15651**
CLASS(A)								
1	11500	12925	927.196	1057	8.18%	877	717.366	8423
2	6500	5504	347.672	602	10.94%	578	631.671	2470
3	6000	4218	213.185	358	8.49%	595	505.417	4759
Total	**24000**	**22647**	**1,488.052**	**2,017**	**8.91%**	**738**	**657.064**	**15651**

* الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات البرنامج الإحصائي R-Studio.

يوضح الجدول (9) القيم المعرضة للخطر المسواة (Exp_{Base}) لتعكس درجة الخطر لكل فئة من فئات التصنيف لمعاملي الخطر. وهو الأمر الذي أنعكس على القيم المقدرة لقسط الخطر (P_{p_i}). كما نجح النموذج المقترح ومن خلال تطبيق الدوال (13- 15) في تقدير قيم معدلات التسوية المبدئية. ويعرض الجدول (10) النتائج التطبيقية للدوال (16 – 22)، حيث يوضح الجدول القيم المقدرة لمعاملات التصنيف (R_i)، والتي تم تسويتها لتحقيق مجموعة من الأهداف الإكتوارية، لعل أهمها أن تعكس درجة الخطر ليس فقط لفرع تأمين المركبات خلال فترة الدراسة، وإنما لدرجة الخطر التميزية لفئات الخطر لكل عامل من عوامل الخطر التصنيفية، وهي بذلك تعكس خصائص موضوع الخطر لكل فئة من فئات التصنيف، كما تم تسوية هذه المعدلات باستخدام معامل مصداقية، حيث تم ترجيحه ليعكس كل من نتائج خبرة المطالبات، وقيم المقادير المعرضة للخطر والأقساط الصافية لموضوع الخطر التصنيفي، كما تم أخذ وطأة الخسائر في الاعتبار عند تقدير قيم التمييز التصنيفية، وهي تعكس كل من حجم الخسائر المتكبدة وعدد المطالبات لكل فئة من فئات عامل الخطر التصنيفي. ولتحقيق وضع التوازن الذي يهدف أن تتمكن هذه المعدلات من أن

تعكس درجة المخاطر لمحفظة التأمين، كما لا تؤدي هذه التسويات إلى نتائج تحقق تباين مع نتائج خبرة محفظة التأمين محل الدراسة، تم تسوية معدلات المصداقية لتأخذ في الاعتبار تحقيق التوازن بين كل من نتائج الخبرة لفئات تصنيف الخطر ودرجة مخاطر محفظة التأمين للفرع تأمين المركبات (Jeong&Dey,2021).

جدول (10): القيم المقدرة لمعدلات التمييز التصنيفية والمسواة باستخدام مدخل القسط الصافي*

CLASS(A)	$PreAdj_{P_i}$	Z	Z_{Adj}	$P_{i(Z_{Adj})}$	$Bal(Z_{Adj})$	$P_{Bal(Z_{Adj})}$	CR_i	R_i
1	1.070	1.000	1.070	8282	1.047	8098	1.000	1.000
2	0.766	0.356	0.917	2939	0.896	2873	0.840	0.720
3	0.826	0.132	0.977	967	0.955	946	1.768	1.614
4	1.320	0.187	1.060	1168	1.036	1142	2.112	2.091
5	1.049	0.275	1.014	2651	0.991	2592	3.320	3.144
Total			**1.023**	**16007**		**15651**		
CLASS(B)								
1	1.092	1.000	1.092	9195	1.065	8973	1.000	1.000
2	0.961	0.500	0.981	2422	0.957	2363	0.889	0.798
3	0.769	0.306	0.929	4422	0.907	4315	0.815	0.694
Total			**1.025**	**16040**		**15651**		

* الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات البرنامج الإحصائي R-Studio.

ومن خلال استعراض القيم الواردة بالجدول (10) نجد أن مجموع المقادير المعرضة للخطر خلال فترة الدراسة والمستخدمة في ترجيح معاملات المصداقية بخصائص الخطر المؤمن منه ($Exp_{Adj} = 15651$) تتساوي مع مجموع الأقساط المعدلة بكل من معاملات المصداقية ونسب التمييز المعدلة لكل فئة من فئات التصنيف ($P_{Bal(Z_{Adj})} = 15651$)، وبذلك تم التأكد من تحقيق وضع التوازن، وهو ما يعكس أن التسويات لمعدلات التمييز لفئات المخاطر لم يترتب عليها تأثير غير متكافئ لمعدلات الخطر العامة لقطاع تأمين المركبات. ويوضح الجدول أيضاً القيم المقدرة للأقساط المعدلة بمعاملات المصداقية ($P_{i(Z_{Adj})}$) لكل من الفئات المختلفة للتصنيف، كما تم تقدير قيم معاملات المصداقية المسواة ($Bal(Z_{Adj})$)، ومن خلالها تم تقدير قيم المعدلات النسبية التصنيفية لكل من فئات المخاطر المختلفة (R_i). وتعكس معاملات تصنيف قيم المركبات موضوع التأمين كون درجة المخاطر للفئة الثانية تمثل 72% من الفئة الأولى، وبخصم خطر يبلغ 28% من قسط الخطر. بينما تمثل الفئة الثالثة 161.4% من درجة الخطر للفئة الأولى، وبعلاوة مخاطر بلغت 61.4% من قسط الخطر. بينما بلغت درجة المخاطر للفئة الرابعة 209.1% من درجة المخاطر للفئة الأولى، أما الفئة الثالثة فقد بلغت 314.4% من درجة المخاطر للفئة الأولى والتي تمثل فئة الأساس. وفيما يتعلق بتصنيف مخاطر المهنة نجد أن الفئة الثانية لها درجة مخاطر تمثل 79.8% من مخاطر الفئة الأولى، بينما بلغت نسبة المخاطر للفئة الثالثة 69.4% من مخاطر

الفئة الأولى. ومن خلال النتائج السابقة يمكن تقدير قسط الخطر تبعاً لكل من معاملات التمييز لكل من معاملي الخطر (قيمة المركبة – المهنة). وبالتالي يمكن رفض الفرض العدمي الثاني من فروض البحث وقبول الفرض البديل القائل بوجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية بين القيم الفعلية لمعاملات المصداقية والقيم المقدرة باستخدام النموذج المقترح، والتي ساهمت في تحقيق حالة من التوازن بين كل من نتائج الخبرة للمطالبات وخصائص الخطر، باستخدام مدخل القسط الصافي، عند مستوى معنوية 5% (Frees&ShiP,2017).

جدول (11): معدل سعر الخطر المسوى بمعاملات التصنيف المشتركة (مدخل القسط الصافي) *

			CLASS(A)				
			A1	A2	A3	A4	A5
			1.047	0.896	0.955	1.036	0.991
CLASS(B)	B1	1.065	1.115	0.955	1.018	1.104	1.056
	B2	0.957	1.001	0.858	0.914	0.991	0.948
	B3	0.907	0.949	0.813	0.866	0.940	0.899

* الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات البرنامج الإحصائي R-Studio.

يتضح من الجدول (11) أن سعر الخطر الذي يجمع بين التصنيف (A1 – B1) قد بلغ 1.115، أي أن له علاوة مخاطر بمقدار 11.5%، ويمكن تحليل هذا الأثر من خلال حاصل تأثير الزيادة في درجة المخاطر الناتجة لإنتماء الخطر للفئة (A1)، والتي بلغت (4.7%=1-1.047)، مع علاوة خطر (6.5%=1-1.065) لمجموعة الخطر (B1). بينما سعر الخطر للتصنيف المشترك (A2-B1) قد بلغ 0.955، وهو أقل من السعر العام للخطر بمقدار (4.5%)، وهذا التأثير يرجع إلى إنخفاض مستوى المخاطر للفئة (A2) بمقدار (10.4%=1-0.896)، وعلاوة خطر للفئة (B1) بمقدار 6.5%. كما نجد أن هناك علاوة خطر للفئة المشتركة (A3-B1) بمقدار 1.8%، كنتيجة لإنتمائه للفئة (A3)، والتي لها مستوى خطر منخفض عن المستوى العام للمحفظة بمقدار 4.5%، والفئة B1 والتي حققت علاوة خطر بمقدار 6.5%. ومما سبق يتضح الأثر المعنوي لمتغيرات التصنيف على سعر الخطر لتأمين المركبات، سواء من خلال الحصول على علاوة أو خصم خطر، تعكس أثر معاملات التصنيف المقترحة، وبالتالي يمكن رفض الفرض العدمي الثالث من فروض البحث والقائل بعدم وجود أثر معنوي ذو دلالة إحصائية للقيم المقدرة لمعدلات النسبية لتصنيف المخاطر على أسعار منتجات فرع تأمين المركبات للشركة محل الدراسة، باستخدام مدخل القسط الصافي، عند مستوى معنوية 5% (Xiang.et.al,2023).

تتفق القيم المقدرة باستخدام مدخل القسط الصافي في الإتجاه مع القيم المقدرة باستخدام مدخل معدل الخسائر، حيث نجد أن كل من المدخلين قدم معاملات تمييز عملت على ترتيب فئات التصنيف بما يتفق مع درجة الخطر. والجدول (12) يوضح النتائج المقارنة لكل من النموذجين.

ومعنوية الفروق بين كل من سعر الخطر ومعدلات التمييز لكل من مدخل معدلات الخسائر (L.O.A)، ومدخل القسط الصافي (P.P.A).

جدول (12): النتائج المقارنة لكل من سعر الخطر ومعدلات التمييز لكل من مدخل معدلات الخسائر، ومدخل القسط الصافي ***

			A1	A2	A3	A4	A5
CLASS(A)	$Bal(Z_{Adj})$	L.R.A	1.069*	0.929**	0.840**	1.004*	0.941**
		P.P.A	1.047*	0.896**	0.955**	1.036*	0.991**
	R_i	L.R.A	1.000	0.730	1.389	1.982	2.921
		P.P.A	1.000	0.720	1.614	2.091	3.144
			B1	**B2**	**B3**	**Person Chi-square**	**8.224**
CLASS(B)	$Bal(Z_{Adj})$	L.R.A	0.993**	0.978**	1.024*	**Significance (2-tailed)**	**0.877**
		P.P.A	1.065*	0.957**	0.907**	**Significance Level**	**0.01**
	R_i	L.R.A	1.000	0.875	0.840	**P(T<=t) two-tail**	**0.824**
		P.P.A	1.000	0.798	0.694	**t Critical two-tail**	**2.048**

* علاوة مخاطر ** خصم مخاطر

***** الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات البرنامج الإحصائي R-Studio.**

يعكس الجدول (12) النتائج المقدرة لكل من القيم المقدرة لسعر الخطر ومعدلات التمييز التصنيفية لفئات المخاطر المقترحة، لكل من مدخل معدل الخسائر ومدخل القسط الصافي، حيث يتضح أن كل من هذه المعدلات تتفق نحو الاتجاه للمخاطر، حيث نجد أن سعر الخطر المسوى للفئات (A4 – A1) لها علاوة مخاطر لكل من المدخلين، بينما نجد أن الفئات (A2 - A3 - A5 – B2) قد تحقق لها خصم للمخاطر، كنتيجة لانخفاض درجة الخطر لها، وتتفق النتائج لكل من النموذج المقترح باستخدام مدخل معدلات الخسائر، ومدخل القسط الصافي. بينما نجد أن النتائج لم تتفق لكل من الفئات (B3 – B1).

ومن خلال فحص وتحليل النتائج نجد أن تباين النتائج بين المدخلين يرجع إلى إختلاف أسس تقدير المصداقية المسواة، وكذلك اعتبارات تحقيق التوازن لكل من المدخلين، مما ساهم في تقديم نتائج اعتمدت على درجات الحرية التي يتم إضافتها لتعكس عدد فئات التصنيف، فكلما زادت عدد درجات الحرية كلما زادت دقة النموذج، فعند الاعتماد على تصنيف خماسي لمعامل الخطر (قيمة المركبة) تزيد درجات الحرية مما يسهم في خفض مقدار التباين المتحقق في قسط الخطر لكل من النموذجين، بينما عند الاعتماد على تصنيف ثلاثي لفئات معامل المخاطر (مخاطر المهنة)، انخفضت عدد درجات الحرية، وهو ما ساهم في خفض مستوى دقة التقدير، بما أدى

إلى وجود إختلافات بين نتائج كل من الفئات (B3 – B1)، وعلى العكس لم يتحقق إختلافات معنوية بين فئات التصنيف الخماسي للمخاطر (Jeong&Dey,2021).

كما يوضح الجدول (12) نتائج اختبار معنوية الفروق الإحصائية بين كل من نتائج النموذجين، حيث تم الاعتماد على اختبار كا^2، وتشير النتائج إلى عدم وجود فروق معنوية بين نتائج قسط الخطر لكل من المدخلين (معدل الخسائر – صافي الأقساط)، حيث بلغت قيمة مربع كاي (8.224)، كما بلغت قيمة (Sig=0.877)، وهي أكبر من مستوى المعنوية المستخدم 1%. كما بلغت قيمة t (2.048)، كما بلغت قيمة (Sig=0.824)، وهو ما يدعم النتائج السابق التوصل لها بعدم وجود فروق معنوية بين نتائج كل من مدخل معدل الخسائر ومدخل القسط الصافي في تقدير المعدلات النسبية لتصنيف عوامل الخطر. وتؤكد النتائج الإحصائية السابقة على عدم إمكانية رفض الفرض العدمي الرابع، والقائل بوجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية لمعاملات التمييز التصنيفية لعوامل الخطر المسواة باستخدام كل من مدخل معدلات الخسائر ومدخل صافي الأقساط، عند مستوى معنوية 5%.

الخلاصة

تناول المبحث الثاني محاولة توفيق البيانات الخام للنموذج المقترح، حيث تم قياس جودة توفيق التوزيع الاحتمالي لمتغيرات النموذج المقترح. وقد توصلت النتائج إلى تقديرات للمعدلات النسبية المبدئية المناسبة لكل فئة من فئات عامل الخطر، والتي اعتمدت على نتائج الخبرة السابقة، كما تم تعديل معدلات التصنيف بالاعتماد على معلمات المتغيرات المقترحة من واقع البيانات المتاحة، والتي تتمثل في قيمة الأقساط المكتسبة، والخسائر المتكبدة، مقسمة تبعاً لتصنيف عوامل الخطر (قيمة المركبة – مهنة قائد المركبة). وقد تم تقدير نسب التمييز التصنيفية، وكذلك تسوية نتائج التعديلات الأولية للمعدلات النسبية من خلال الاعتماد على معامل المصداقية، بهدف زيادة درجة توفيق البيانات. وأخيراً تم إجراء التعديلات الإكتوارية اللازمة لمعدلات التصنيف لتتفق مع التسويات المستنتجة من تعديلات المصداقية. وقد تم تطبيق الإجراءات الإكتوارية للنموذج المقترح على البيانات المتاحة لفرع تأمين المركبات للشركة محل الدراسة، وتم استخدام معاملين للخطر الأول الذي يعكس أحد خصائص المركبة (موضوع التأمين)، وهي قيمة المركبة، أما المتغير الثاني فهو يعكس أحد خصائص المؤمن عليهم الشخصية، أي خصائص قائد المركبة، وقد تم اختيار متغير المهنة نظراً لأهميته في تصنيف درجة المخاطر وتحديد أسعار التأمين. وتوصلت النتائج إلى أن القيم المقدرة للأقساط المعدلة باستخدام النموذج المقترح تعكس القيم المرجحة لأسس معدل التصنيف، وهو ما يشير إلى أنها أخذت في الاعتبار درجات الخطر المختلفة

التي تعكس خصائص موضوع التأمين. كما أن هناك علاقة طردية بين كل من معاملات المصداقية لفئات معامل الخطر ومعدلات الخسائر، وهو ما يشير إلى أن الفئات ذات معدلات الخسائر المرتفعة قد ساهمت في زيادة قيم معاملات المصداقية للنموذج المقترح. وقد تمكن النموذج المقترح من تقدير معدل سعر الخطر المسوى باستخدام معاملات التصنيف المشتركة بدرجة عالية من الدقة والمصداقية، بما يعكس تأثير كل من المعدلات النسبية لمعاملي الخطر (قيمة المركبة والمهنة). ولقياس مدى كفاءة نظام تصنيف المخاطر المقترح يقدم الباحث المبحث التالي والذي يتناول اقتراح مجموعة من الآليات التي تعمل على تقدير مستوى كفاءة نظام التصنيف المقترح. مما يسمح بتقديم أداة تمكن شركات التأمين والهيئات الرقابية من الوقوف على مدى كفاءة نظام التصنيف المطبق بقطاعات التأمين المختلفة، كما يسمح بإتخاذ القرارات اللازمة للمقارنة بين النظم الفعلية المطبقة والنظم المقترحة.

المبحث الثالث

قياس كفاءة نظام تصنيف المخاطر المقترح بقطاع تأمين المركبات

مقدمة

يُشير مصطلح "كفاءة نظام التصنيف للمخاطر" إلى قدرة نظام الإكتتاب والتسعير على تصنيف المخاطر وفقًا للخصائص الفريدة لموضوع الخطر المؤمن منه. وكذلك قدرته على وضع حدود فاصلة بين فئات المخاطر، وتعريف كل منها بما لا يدع مجال للخلط بين الفئات. وبذلك يقدم نظام التصنيف الكفء أدوات لتسعير الخطر تعكس قدرته على تمييز المستويات المختلفة لدرجة المخاطر. ولقياس كفاءة نظام التصنيف يمكن الاعتماد على معامل التغاير أو التباين بين فئات التصنيف، وهو ما يمكن تقديره من خلال متغيرين الأول يمثل نسب التمييز بين فئات التصنيف، وهي تعكس القيم المتوقعة للفرق بين التكلفة المقدرة (قسط الخطر) والتكلفة الفعلية (المطالبات). بينما المتغير الثاني يمثل المقادير المعرضة للخطر لكل فئة من فئات التصنيف (Störmer,2015;Zahi,2021).

تقدير التباين المجتمع

يعتبر تباين مجتمع المؤمن عليهم أحد أهم المتغيرات لتقدير كفاءة نظام التصنيف، والذي يعكس إختلاف خصائص المؤمن عليهم. ويعتمد تقدير تباين خصائص مجتمع المؤمن عليهم على معلمات التوزيع الاحتمالي لكل من تكرار وقيم المطالبات لعينة الدراسة. فإذا كانت (N) تمثل عدد المطالبات خلال فترة الوثيقة، (S) مبلغ التأمين، أما (T) تعكس تكلفة المطالبات الإجمالية للوثيقة

خلال فترة الوثيقة. وحيث أنه تم الاعتماد على توزيع بواسون لنمذجة تكرار المطالبات للوثائق الفردية. فإننا نفترض أن N تتبع توزيع بواسون بمتوسط λ. وأن متوسط T هو E(T)، والذي يعكس القيم المرجحة لكل من عدد المطالبات المتوقع λ ، ومتوسط حجم المطالبات E(S). وإذا كان عدد المطالبات وقيمة كل مطالبة مستقلة، فإن قيمة التباين للتكلفة الكلية يمكن تحديدها من خلال العلاقة التالية (Chen.et.al,2019;Tseung.et.al,2022): –

$$Var(T) = E(N)Var(S) + Var(N)E^2(S) \dashrightarrow (23)$$

$$For\ Poisson\ distribution \longmapsto E(N) = Var(N) = \lambda$$

$$Then \rightarrow Var(S) = E(S^2) - E^2(S) \dashrightarrow (24)$$

$$CV^2 = \frac{E(S^2)}{E^2(S) - 1} \dashrightarrow (25)$$

$$CV^2(T) = \frac{Var(T)}{E^2(T)} = \frac{E(S^2)}{\lambda E^2(S)} = \frac{1 + CV^2(S)}{\lambda} \dashrightarrow (26)$$

حيث تمثل CV^2 القيمة النسبية للإنحراف المعياري إلى متوسط التكلفة، بينما تشير $CV^2(T)$ إلى التباين الناتج عن التكلفة الإجمالية للمطالبات. ومما سبق يتضح أن معامل الإختلاف CV لتكلفة المطالبات سوف تكون منخفضة للمخاطر ذات معدل التكرار المرتفع، والعكس بالنسبة لتوزيع حجم المطالبات ذو معامل التغير المرتفع. وتعكس العلاقات السابقة قيم التباين المفسر لخصائص الوثائق الفردية. وهي الحالة التي تختلف فيها التكاليف بناءاً على تصنيف عوامل الخطر لوثائق التأمين حسب خصائص المؤمن عليهم. حيث يمكن الإشارة إلى التباين في إجمالي تكاليف المطالبات لفرع تأميني معين على أنه "Process variance" أو التباين التشغيلي، بينما يطلق على تباين مجتمع المؤمن عليهم مصطلح "Structure variance" أو التباين الهيكلي. ويمثل التباين الهيكلي (لمجموع المؤمن عليهم) الفرق بين كل من إجمالي التباين للنموذج والتباين التشغيلي لتصنيف المخاطر (Xiang.et.Al,2023).

وتعتمد مصداقية النتائج على مجموعة من العوامل لعل أهمها طبيعة بيانات العينة، والتي يجب أن تكون ممثلة لهيكل مجموع المؤمن عليهم، الذي يتم قياس التباين له. حيث يجب أن تكون البيانات كافية ومتسقة ومتجانسة وموثوقة، مع أخذ الظروف المستقبلية المتوقع تحققها في الاعتبار. كما يجب أن تكون بيانات مجموعات التصنيف للتباين التشغيلي كافية إكتوارياً، مع وجود استقلالية بين كل من بيانات حجم المطالبات وقيمها (Frees&ShiP,2017).

يفترض النموذج أن معدل التكرار يتغير بالنسبة للمجتمع المؤمن عليهم طبقاً للمتغير χ، مع الأخذ في الاعتبار عدم خسارة التعميم. حيث يفترض التوزيع أن متوسط المتغير χ يساوي واحد، وبتباين يساوي β. وهو يعكس التباين الهيكلي، وسوف يفترض أيضاً أن متوسط التكرارات للمجتمع λ، ومن خلال الاعتماد على نظرية بايز للاحتمالات الشرطية نجد أن تباين إجمالي

مجموع المؤمن عليهم لعدد المطالبات يمكن تقديره من خلال الدالة التالية (Birjandi&Sana,2021): –

$$Var(N) = E_\chi\left[Var\left(\frac{N}{\chi}\right)\right] + Var_\chi(E(N/\chi)) \dashrightarrow (27)$$

وبالتالي فإن كل مؤمن عليه سيكون له تكرار يساوي λ_χ . وحيث أنه تم افتراض أن تكرار المطالبات يتبع توزيع بواسون، فإن قيمة التباين سوف تتساوى مع قيمة المتوسط λ_χ (Prince,2017).

$$Where \rightarrow Var(N|\chi) = \lambda_\chi$$
$$Var(N) = E_\chi[\lambda_\chi] + Var_\chi(E[\lambda_\chi]) \dashrightarrow (28)$$
$$where \rightarrow E(\chi) = 1 \quad , Var(\chi) = \beta$$
$$then \rightarrow Var(N) = \lambda + \beta\lambda^2 \dashrightarrow (29)$$
$$Var_\chi(E[\lambda_\chi]) = Var(N) - E_\chi[\lambda_\chi] \dashrightarrow (30)$$

وتعكس العلاقة السابقة (الدالة30) قيمة التباين الزائد "Excess variance"، والذي يوضح علاقة التغيير في معدل تكرار المطالبات بناءاً على إختلاف خصائص المؤمن عليهم. ولذلك فإن إجمالي التباين لعدد المطالبات سوف يكون مرتفع وأعلى من قيمة متوسط تكرار المطالبات للمجتمع λ، وسوف يتبع توزيع بواسون. ولنمذجة التباين الإجمالي لتكاليف المطالبات ($Var(N)$)(الدالة28)، فيجب الأخذ في الاعتبار أنه يعكس نوعين من التباين، النوع الأول التباين التشغيلي ($Var(N|\chi)$) بمعلمة λ، والتباين الهيكلي بالمعلمة $\beta\lambda^2$ (الدالة29). ومن ثم فإن التوزيع الناتج لعدد المطالبات سوف يأخذ شكل التوزيع ذو الحدين السالب بمعلمات (λ، β) (Chen. et.al, 2019). ومن خلال العلاقات السابقة (الدوال 23 – 30)، ولتقدير معامل كفاءة نظام التصنيف يعرض الباحث الجدول (13)، والذي يعكس آلية تقدير قيمة التباين لمعدلات التمييز النسبية، لبيانات قطاع تأمين المركبات، بالاعتماد على معاملي المخاطر (قيمة المركبة، المهنة) (Denuit&Legrand,2018): –

جدول رقم (13): التباين لتكرار المطالبات لقطاع تأمين المركبات للشركة محل الدراسة خلال الفترة (2019 – 2023)م*

Claims Per Insured	Insureds	Claims Frequency	Deviation From Mean	Deviation Squared	Variance
0	3984	0	-0.375	0.141	561.338
1	1017	1017	0.625	0.390	396.803
2	439	878	1.625	2.639	1158.715
3	56	168	2.625	6.889	385.768
Total	**5496**	**2063**			**2502.624**

* الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات البرنامج الإحصائي R-Studio.

يوضح الجدول (13) قيم متوسط تكرار المطالبات، وكذلك متوسط التباين لمجموع خصائص الخطر المؤمن منه. ومن ثم يمكن تقدير قيمة التباين الزائد، والناتج عن خصائص المؤمن عليهم، والذي يمثل الفرق بين كل من تباين المؤمن عليهم ومتوسط تكرار المطالبات، ومن خلال تطبيق الدالة (30) يمكن تقدير قيمة التباين الزائد كما يتضح مما يلي:-

$$Var_{\chi}E[\lambda_{\chi}] = 0.4554 - 0.3754 = 0.08$$

وحتى يمكن تقدير معامل الكفاءة النسبية للمعدلات النسبية التمييزية لفئات المخاطر، لابد من تقدير قيمة معامل الإختلاف لخصائص مجتمع المؤمن عليهم كما يتضح من العلاقة التالية:-

$$cv_p = \frac{\sqrt{Var_{\chi}E[\lambda_{\chi}]}}{E_{\chi}[\lambda_{\chi}]} \dashrightarrow (31)$$

$$cv_p = \frac{\sqrt{0.8}}{0.3754} = 0.7535$$

جدول رقم (14): تقدير قيمة التباين للمعدلات النسبية للنسب باستخدام مدخل معدلات الخسائر*

FRIST CLASS	Second CLASS	Relativity	Exposure	Mean	Deviation from Mean	Deviation Squared	Variance
1	A	1.062	7%	0.08	-0.77	0.60	0.0441
1	B	1.046	10%	0.10	-0.79	0.62	0.0597
1	C	1.094	12%	0.13	-0.74	0.55	0.0648
2	A	0.923	11%	0.10	-0.91	0.83	0.0891
2	B	0.909	20%	0.18	-0.92	0.85	0.1678
2	C	0.951	29%	0.27	-0.88	0.78	0.2221
3	A	0.834	10%	0.08	-1.00	1.00	0.0962
3	B	0.821	16%	0.13	-1.01	1.03	0.1671
3	C	0.86	23%	0.20	-0.97	0.95	0.2176
4	A	0.997	8%	0.08	-0.84	0.70	0.0538
4	B	0.981	10%	0.10	-0.85	0.73	0.0761
4	C	1.027	13%	0.14	-0.81	0.65	0.0861
5	A	0.934	7%	0.07	-0.90	0.81	0.0577
5	B	0.92	9%	0.08	-0.91	0.83	0.0734
5	C	0.963	10%	0.10	-0.87	0.76	0.0793
Total				**1.83**			**1.5551**

* الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات البرنامج الإحصائي R-Studio.

يوضح جدول (14) قيم التباين المفسر للمعدلات النسبية والتي تم تقديرها باستخدام مدخل معدلات الخسائر، حيث يتضح أن قيمة إجمالي قيمة التباين للتوزيع بلغت (1.5551)، كما بلغت القيمة المتوقعة للتوزيع (1.83). ويمكن تقدير قيمة معامل الكفاءة لنظام التصنيف من خلال الدالة (32).

$$cv_r = \frac{\sigma_r}{E(r)} = \dashrightarrow (31)$$

$$cv_r = \frac{\sqrt{1.5551}}{1.83} = 0.6801$$

$$EF_r = \frac{cv_r^2}{cv_p^2} \dashrightarrow (32)$$

$$EF_r = \frac{cv_r^2}{cv_p^2} = \frac{(0.68)^2}{(0.75)^2} = 81.48\%$$

توضح الدوال السابقة الإجراءات المقترحة لتقدير قيمة معامل الكفاءة لنظام التصنيف، حيث توضح الدالة (31) تقدير معامل الإختلاف لفئات التصنيف (cv_r)، والذي يعتمد على القيمة النسبية لكل من الإنحراف المعياري للتوزيع الاحتمالي لنسب التمييز σ_r، والقيمة المتوقعة للتوزيع الاحتمالي $E(r)$. كما تعكس الدالة (32) معامل الكفاءة لنظام التصنيف (EF_r)، وهي تساوي القيمة النسبية لمعامل الإختلاف لنظام التصنيف (cv_r^2)، إلى القيمة التقديرية لمعامل الإختلاف للمجتمع. ومن خلال الجدول (14) يتضح أن عوامل التصنيف قد نجحت في إظهار التباين بين تكاليف المؤمن عليهم ذوي الخصائص المختلفة. وقد بلغت قيمة معامل الكفاءة لنظام التصنيف بالاعتماد على الإجراءات الإحصائية لمدخل معدل الخسائر 81.48% (Birjandi&Sana,2021).

جدول رقم (15): تقدير قيمة التباين للمعدلات النسبية للنسب باستخدام مدخل صافي الأقساط*

FRIST CLASS	Second CLASS	Relativity	Exposure	Mean	Deviation from Mean	Deviation Squared	Variance
1	A	1.115	7%	0.08	-0.69	0.48	0.0354
1	B	1.001	10%	0.10	-0.81	0.65	0.0625
1	C	0.949	12%	0.11	-0.86	0.74	0.0872
2	A	0.955	11%	0.10	-0.85	0.72	0.0779
2	B	0.858	20%	0.17	-0.95	0.90	0.1766
2	C	0.813	29%	0.23	-0.99	0.99	0.2815
3	A	1.018	10%	0.10	-0.79	0.62	0.0599
3	B	0.914	16%	0.15	-0.89	0.80	0.1298
3	C	0.866	23%	0.20	-0.94	0.88	0.2031
4	A	1.104	8%	0.08	-0.70	0.49	0.0379
4	B	0.991	10%	0.10	-0.82	0.66	0.0696
4	C	0.94	13%	0.12	-0.87	0.75	0.0994
5	A	1.056	7%	0.08	-0.75	0.56	0.0402
5	B	0.948	9%	0.08	-0.86	0.74	0.0648
5	C	0.899	10%	0.09	-0.91	0.82	0.0862
Total				1.81			1.5120

* الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات البرنامج الإحصائي R-Studio.

جدول (15) يوضح قيم التباين المفسر للمعدلات النسبية والتي تم تقديرها باستخدام مدخل صافي الأقساط، حيث يتضح أن قيمة إجمالي قيمة التباين للتوزيع بلغت (1.512)، كما بلغت

القيمة المتوقعة للتوزيع (1.81). ومن خلال الدالة (32) يمكن تقدير قيمة معامل الكفاءة لنظام التصنيف.

$$cv_r = \frac{\sqrt{1.512}}{1.81} = 0.6807$$

$$EF_r = \frac{cv_r^2}{cv_p^2} = \frac{(0.6807)^2}{(0.7535)^2} = 81.61\%$$

من خلال الجدول (15) يتضح أن قيمة معامل الكفاءة لنظام التصنيف بالاعتماد على مدخل صافي الأقساط قد بلغ 81.61%. ومن خلال مقارنة هذا المعامل مع نظيره الذي تم تقديرة باستخدام مدخل معدلات الخسائر، نجد أن كل منهم قد قدم معاملات كفاءة متقاربة لنظام التصنيف. وبالتالي يمكن رفض الفرض الخامس من فروض البحث، والقائل بعدم وجود أثر معنوي لإختلاف قيم تباين المجتمع محل الدراسة على معاملات الكفاءة لنظام تصنيف المخاطر لكل من مدخل معدلات الخسائر ومدخل القسط الصافي، عند مستوى معنوية 5%.

تقدير معامل مصداقية التباين لنظام التصنيف المقترح

تعتمد درجة مصداقية قيم المعدلات النسبية لنظام التصنيف المقترح على إمكانية تفسير التباينات التي قدمها هذا النظام، والتي ساهمت في وضع حدود سعرية مختلفة لكل فئة من فئات المخاطر، والمترتبة على إختلاف خصائص الخطر. حيث يمثل كل من التباين التشغيلي، والتباين الهيكلي أحد أهم المتغيرات التي يتم الاعتماد عليها في تقدير درجة المصداقية لنظام التصنيف. فإذا تم الإشارة إلى معامل المصداقية بالرمز "Z"، فإن معامل المصداقية للتباين المقدر للنموذج يمثل النسبة بين كل من التباين الهيكلي، وإجمالي التباين (الهيكلي، التشغيلي)، كما يتضح من العلاقة التالية (Frees&ShiP,2017;Tseung.et.al,2022): –

$$Z = \frac{Var_\chi}{Var_\chi + Var_\chi(E(N/\chi))} \dashrightarrow (33)$$

وبفرض توافر خبرة المطالبات للوثائق الفردية خلال فترتين زمنيتين متتاليتين، مع الأخذ في الاعتبار عدم خسارة درجات حرية كمقابل التعميم، الناتج من الاعتماد على النماذج الخطية، فيمكن إخضاع خبرة الخسائر للتوزيع الطبيعي من خلال نسبته إلى متوسط التكلفة. فإذا كانت X_i تمثل التكلفة النسبية خلال الفترة الزمنية الأولى (2023م)، y_i تشير إلى التكلفة النسبية للفترة الزمنية التالية (2024م)، للوثيقة الفردية i، ونرغب في تحديد مستوى المصداقية Z، والذي يعكس تطبيق خبرة الخسائر خلال الفترة الزمنية الأولى، بهدف محاولة التنبؤ بشكل أكثر دقة خلال الفترة الزمنية التالية، فإن معادلة التنبؤ المرجحة بمعامل المصداقية سوف تأخذ شكل العلاقة التالية (Jeong&Dey,2021): –

$$\hat{y}_i = Z.X_i + (1 - Z) \dashrightarrow (34)$$

تمثل $\widehat{y}_i$ القسط النسبي المقدر للفترة التالية بمعامل مصداقية Z، وهي تشير إلى نسبة الأقساط للفترة التالية إلى الأقساط خلال الفترة الأولى، فعند زيادة قيمته عن الواحد الصحيح، فإن ذلك يشير إلى أن أقساط الفترة الثانية أعلى من الفترة الأولى وبنفس نسبة الزيادة، والعكس. ويمكن الوصول إلى مستوى المصداقية الكاملة باستخدام نموذج الإنحدار والذي يهدف إلى تخفيض قيمة مربع الإنحرافات $(\widehat{y}_i - y_i)$. وهو ما يمكن توضيحه من خلال العلاقة التالية (Xiang.et.al,2023): –

$$Z = \frac{Var_\chi}{Var_\chi + Var_\chi(E(N/\chi))} = \frac{[\sum(X_i - 1)(y_i - 1)] \,/\, N}{[\sum(X_i - 1)^2] \,/\, N} \dashrightarrow (35)$$

ومن خلال العلاقة السابقة فإن قيمة معامل المصداقية يمثل نسبة قيمة التباين الهيكلي إلى إجمالي قيمة التباين. ويعتمد النموذج المقترح على تعميم التوزيع الطبيعي لخبرة الخسائر، بمتوسط يساوي واحد. وتباين هيكلي يساوي CV^2.

جدول رقم (16): تقدير قيمة التباين الهيكلي للنموذج المقترح*

Part 1. Data for 2023				
Claims	Insureds	Claims	Raw Frequency	Relative Frequency x_i
0	3984	0	0.000	0.000
1	1017	1017	1.000	2.664
2	439	878	2.000	5.328
3	56	168	3.000	7.992
Total	5496	2063	0.375	
Part 2. Data for 2024				
Claims	Insureds	Claims	Raw Frequency	Relative Frequency y_i
0	3984	267	0.067	0.905
1	1017	92	0.090	1.222
2	439	34	0.077	1.046
3	56	14	0.250	3.376
Total	5496	407	0.074	
Part 3. Structure Variance Calculation				
First Period Claims	x_i-1	y_i-1	$(x_i-1)(y_i-1)$	$(x_i-1)(y_i-1)n$
0	-1.000	-0.095	0.095	378.516
1	1.664	0.222	0.369	374.983
2	4.328	0.046	0.198	87.106
3	6.992	2.376	16.613	930.329
Total				1770.933

* الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات البرنامج الإحصائي R-Studio.

يتضح من خلال الجدول (16) أن متوسط قيمة التباين الهيكلي لكل مؤمن عليه قد بلغت (5496/1770.933) 0.322، بينما يمكن تقدير قيمة معامل الإختلاف الهيكلي، مع الأخذ في

الاعتبار أن تعميم النموذج للتوزيع الطبيعي قد ساهم في تقدير القيمة المتوقعة للتوزيع والتي تساوي واحد.

$$cv_{sf} = \frac{[\sum[(X_i - 1)(y_i - 1)n]]}{\mu(x_i y_i)} \dashrightarrow (36)$$

$$cv_{sf} = \frac{\sqrt{0.322}}{1} = 0.568$$

جدول رقم (17): تقدير قيمة التباين الكلي (تشغيلي، هيكلي) للنموذج المقترح*

First Period Claims	(x_i-1)	$(x_i-1)^2$	$(xi-1)^2.n$
0	-1.000	1	3984
1	1.664	2.769167	2816.243
2	4.328	18.73299	8223.784
3	6.992	48.89148	2737.923
Total			**17761.95**

* الجدول من إعداد الباحث اعتماداً على مخرجات البرنامج الإحصائي R-Studio.

تم تقدير قيمة معامل الإختلاف الهيكلي بالاعتماد على قيمة "خصم عدم المطالبة"، والذي يتم قياسه باستخدام التكلفة النسبية في الفترة التالية للمؤمن عليهم ممن لم يكن لديهم مطالبات خلال الفترة الزمنية الأولى (2023م)، أو ذوي المطالبات الصفرية في الفترة الأولى، ومن خلال الجدول السابق يتضح أن التكلفة النسبية في الفترة الثانية تساوي (1−0.905=0.095). ومن ثم فإن التكلفة النسبية للفترة سوف تكون أفضل بمقدار 9.5% عنها بالفترة الأولى. ومن خلال النتائج الواردة بالجدول (17) يمكن تقدير قيمة إجمالي التباين، كما يتضح من العلاقة التالية: −

$$E(Var(total)) = \frac{\sum(x_i - 1)^2}{N} \dashrightarrow (37)$$

$$E(Var(total)) = \frac{17761.95}{5496} = 3.232$$

تعكس الدالة (37) القيمة المتوقع للتباين الإجمالي لكل عميل، والذي بلغ 3.232. وبالاعتماد على قيمة خصم عدم المطالبة، ومتوسط إجمالي التباين يمكن تقدير قيمة معامل الإختلاف الهيكلي، كما يتضح من العلاقة التالية: −

$$cv_{sf} = \frac{\sqrt{\sum(x_i - 1)^2/N \times (1 - RF_0)}}{E(\chi)} \dashrightarrow (38)$$

$$cv_{sf} = \frac{\sqrt{\frac{17761.95}{5496} \times (1 - 0.905)}}{1} = \frac{\sqrt{3.232 \times 0.095}}{1} = 0.554$$

من خلال الدالة (38) يتضح أن قيمة معامل الإختلاف الهيكلي قد بلغ 0.554. ويمكن من خلال الاعتماد على قيمة معامل المصداقية والتباين الهيكلي تقدير قيمة التباين التشغيلي كما يتضح من العلاقة التالية: −

$$Z = \frac{[\sum(X_i - 1)(y_i - 1)] / N}{[\sum(X_i - 1)^2] / N} = \frac{17.275}{71.394} = 0.242$$

$$Z = \frac{Var_\chi}{Var_\chi + Var_\chi\left(E\left(\frac{N}{\chi}\right)\right)} = 0.242$$

$$\frac{(0.554)^2}{(0.554)^2 + Var_\chi\left(E\left(\frac{N}{\chi}\right)\right)} = 0.242$$

$$Var_\chi\left(E\left(\frac{N}{\chi}\right)\right) = \frac{(0.554)^2}{0.242} - (0.554)^2 = 0.962$$

من خلال العلاقة السابقة يتضح أن قيمة التباين التشغيلي قد بلغت 0.962، وهو ما يعكس تباين تصنيفات المخاطر الناتج عن تكرار المطالبات، بينما بلغت قيمة التباين الهيكلي ($(0.554)^2$) 0.307، كما أن قيمة معامل المصداقية للنموذج قد بلغت 24.2%. وهو ما يمكن تفسيره على أن التغاير في قسط الخطر الراجع لعوامل التصنيف اعتمد بنسبة 24.2% على خبرة مجتمع المؤمن عليهم، بينما اعتمد بنسبة 75.8% على خبرة المطالبات السابقة. وبذلك يمكن القول أن تصنيف معاملات الخطر المقترح طبقاً لمتغيري التصنيف قد ساهم في زيادة نسبة الاعتمادية على معلومات وخصائص حملة الوثائق بما يحقق التوازن ونتائج الخبرة الماضية، وهو ما ترتب عليه زيادة درجة مصداقية وعدالة التسعير. ومن خلال نتائج التحليل الإحصائي الواردة بالمبحث السابق يمكن رفض الفرض السادس من فروض البحث والقائل بعدم وجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية بين المعدلات النسبية لتصنيف المخاطر التي تعكس خصائص الخطر محل الدراسة والمعدلات الفعلية المستخدمة في فرع تأمين المركبات للشركة محل الدراسة، عند مستوى معنوية 5%.

الخلاصة

تناول المبحث تطبيق للإجراءات المقترحة لتقدير قيمة معامل الكفاءة لنظام التصنيف، حيث تم تقدير معامل الإختلاف لفئات التصنيف، والذي يعتمد على القيمة النسبية لكل من الإنحراف المعياري للتوزيع الاحتمالي لنسب التمييز، والقيمة المتوقعة للتوزيع الاحتمالي. واتضح أن عوامل التصنيف قد نجحت في إظهار التباين بين تكاليف المؤمن عليهم ذوي الخصائص المختلفة. كما توصلت النتائج إلى أن درجة مصداقية قيم المعدلات النسبية لنظام التصنيف المقترح تعتمد على إمكانية تفسير التباينات التي قدمها هذا النظام، والتي ساهمت في وضع حدود سعرية مختلفة لكل فئة من فئات المخاطر، والمترتبة على إختلاف خصائص الخطر. وقد توصلت النتائج أيضاً إلى أن تصنيف معاملات الخطر المقترح طبقاً لمتغيري التصنيف قد ساهم في زيادة نسبة الاعتمادية

على معلومات وخصائص حملة الوثائق بما يحقق التوازن ونتائج الخبرة الماضية، وهو ما ترتب عليه زيادة درجة مصداقية وعدالة التسعير.

النتائج

أولاً: نتائج اختبار فرضيات البحث

1. تم قبول الفرض العدمي الأول من فروض البحث وقبول الفرض البديل القائل بعدم وجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية بين القيم الفعلية والمقدرة بالاعتماد على توزيع بواسون لنمذجة بيانات متغير "تكرار المطالبات" وتوزيع جاوس العكسي لنمذجة بيانات متغير "قيم المطالبات" لقطاع تأمين المركبات بالشركة محل الدراسة.
2. تم رفض الفرض العدمي الثاني من فروض البحث وقبول الفرض البديل القائل بوجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية بين القيم الفعلية لمعاملات المصداقية والقيم المقدرة باستخدام النموذج المقترح والتي ساهمت في تحقيق حالة من التوازن بين كل من نتائج الخبرة المطالبات وخصائص الخطر.
3. تم رفض الفرض العدمي الثالث من فروض البحث وقبول الفرض البديل القائل بوجود أثر معنوي ذو دلالة إحصائية للقيم المقدرة للمعدلات النسبية لتصنيف المخاطر على أسعار منتجات فرع تأمين المركبات للشركة محل الدراسة.
4. تم قبول الفرض العدمي الرابع والقائل بوجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية لمعاملات التمييز التصنيفية لعوامل الخطر المسواة باستخدام كل من مدخل معدلات الخسائر ومدخل صافي الأقساط.
5. تم رفض الفرض الخامس من فروض البحث وقبول الفرض البديل القائل بوجود أثر معنوي لإختلاف قيم تباين المجتمع محل الدراسة على معاملات الكفاءة لنظام تصنيف المخاطر.
6. تم رفض الفرض السادس من فروض البحث وقبول الفرض البديل القائل بوجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية بين المعدلات النسبية لتصنيف المخاطر التي تعكس خصائص الخطر محل الدراسة والمعدلات الفعلية المستخدمة في فرع تأمين المركبات للشركة محل الدراسة.

ثانياً: النتائج التطبيقية

1. إن القيم المقدرة للأقساط المعدلة باستخدام النموذج المقترح تعكس القيم المرجحة لأسس معدل التصنيف وهو ما يشير إلى أنها أخذت في الاعتبار درجات الخطر المختلفة التي تعكس خصائص موضوع التأمين.

2. تمثل الأقساط المعدلة باستخدام النموذج المقترح لكل فئة تصنيفية الأسس الذي يتم الاعتماد علية لتقدير قيم كل من وطأة ومعدلات الخسائر بالنسبة لتصنيفات المخاطر لكل من عامل الخطر (قمة المركبة – المهنة).
3. أن هناك علاقة طردية بين كل من معاملات المصداقية لفئات معامل الخطر ومعدلات الخسائر وهو ما يشير إلى أن الفئات ذات معدلات الخسائر المرتفعة قد ساهمت في زيادة قيم معاملات المصداقية للنموذج المقترح.
4. نجحت القيم المعدلة لمعاملات المصداقية باستخدام النموذج المقترح في التخلص من الارتباط المرتفع بنتائج الخبرة أكثر منه بخصائص الخطر موضوع التأمين.
5. ساهمت معاملات التصنيف النسبية المستنتجة من النموذج المقترح من تقديم تقديرات على درجة عالية من الدقة والمصداقية لكل من قسط وعلاوة الخطر لموضوع التأمين بقطاع تأمينات المركبات.
6. إن النموذج المقترح قد نجح في تحقيق وضع التوازن بين مستويات الخطر لفئات التصنيف ومستوى الخطر لفرع التأمين ككل، وهو ما يعكس كون التسويات للمعدلات النسبية للتمييز لفئات المخاطر لم يترتب عليها تأثير غير متكافئ لمعدلات الخطر العامة لقطاع تأمين المركبات.
7. تمكن النموذج المقترح من تقدير معدل سعر الخطر المسوى باستخدام معاملات التصنيف المشتركة بدرجة عالية من الدقة والمصداقية، بما يعكس تأثير كل من المعدلات النسبية لمعاملي الخطر (قيمة المركبة والمهنة).
8. تمكنت التسويات المقترحة لمعاملات المصداقية إلى تقديم نتائج تأخذ في الاعتبار تحقيق التوازن بين كل من نتائج الخبرة لفئات تصنيف الخطر ودرجة مخاطر محفظة التأمين للفرع تأمين المركبات.
9. إن مجموع المقادير المعرضة للخطر المستخدمة في ترجيح معاملات المصداقية بخصائص الخطر المؤمن منه تتساوي مع مجموع الأقساط المعدلة، وبذلك تم التأكد أنه لم يترتب عليها تأثير غير متكافئ لمعدلات الخطر العامة لقطاع تأمين المركبات.
10. إن كل من القيم المقدرة باستخدام مدخل معدل الخسائر ومدخل صافي الأقساط قد نجحت في تقديم معاملات تمييز لها نفس الإتجاه وذات فروق إحصائية غير معنوية وعملت على ترتيب فئات التصنيف بما يتفق ودرجة الخطر.

11. إن تباين النتائج بين مدخل معدل الخسائر ومدخل صافي الأقساط يرجع إلى إختلاف اسس تقدير المصداقية المسواة، وكذلك اعتبارات تحقيق التوازن لكل من المدخلين.
12. من خلال تطبيق النموذج المقترح اتضح أن زيادة عدد درجات الحرية عمل على زيادة دقة النموذج، حيث إن زيادة درجات الحرية يسهم في خفض مقدار التباين المتحقق في قسط الخطر.
13. تُشير نتائج تطبيق النموذج المقترح إلى أن معامل الإختلاف لتكلفة المطالبات كان لها قيمة منخفضة للمخاطر ذات معدل التكرار المرتفع، والعكس بالنسبة لتوزيع حجم المطالبات ذو معامل التغير المرتفع.
14. إن عوامل التصنيف قد نجحت في إظهار التباين بين تكاليف المؤمن عليهم ذوي الخصائص المختلفة، وقد بلغت قيمة معامل الكفاءة لنظام التصنيف بالاعتماد على الإجراءات الإحصائية لمدخل معدل الخسائر 81.48%، بينما بلغ 81.61% بالاعتماد على مدخل صافي الأقساط.
15. نجح النموذج المقترح في إظهار نوعين من التباين لتكاليف المطالبات، النوع الأول التباين التشغيلي والتباين الهيكلي، وهو ما يترتب عليه زيادة درجة مصداقية النتائج بما يعكس خصائص الخطر المؤمن منه.
16. أوضحت نتائج النموذج المقترح أن القيمة المقدرة لمعامل الكفاءة لنظام التصنيف تعكس قيم التباين المفسر للمعدلات النسبية والتي تم تقديرها باستخدام مدخل صافي الأقساط.
17. إن كل من مدخل معدل الخسائر ومدخل صافي الأقساط قد قدما معاملات كفاءة متقاربة لنظام التصنيف، وهو ما لا يقدم دليل إحصائي كافي على إمكانية رفض الفرض الخامس من فروض البحث، والقائل بعدم وجود فروق معنوية ذات دلالة إحصائية لمعامل كفاءة نظام التصنيف المقترح.
18. إن التغاير في قسط الخطر الراجع لعوامل التصنيف اعتمد بنسبة 24.2% على خبرة مجتمع المؤمن عليهم بينما اعتمد بنسبة 75.8% على خبرة المطالبات السابقة.
19. أن تصنيف معاملات الخطر المقترح طبقاً لمتغيري التصنيف قد ساهم في زيادة نسبة الاعتمادية على معلومات وخصائص حملة الوثائق بما يحقق التوازن ونتائج الخبرة الماضية، وهو ما ترتب عليه زيادة درجة مصداقية وعدالة التسعير.

توصيات

1- ضرورة تبني النموذج المقترح من جانب كل من الهيئات الرقابية وشركات التأمين، كونه يساهم في زيادة درجة العدالة التسعيرية، بما يحقق ميزة تنافسية لشركات التأمين تمكنها من جذب المزيد من العملاء، وهو ما ينعكس إيجاباً على أرباح الاكتتاب للشركة.

2- ضرورة تحقيق التوازن بين الاعتماد على خصائص موضوع التأمين ونتائج خبرة المطالبات عند تسعير مخاطر التأمينات العامة.

3- ضرورة عدم انسياق الشركات للمنافسة السعرية والتي تعمل على إهمال مستوى الخطر للشيء موضوع التأمين بما يترتب عليه مواجه الشركات مخاطر الاختيار العكسي.

4- ضرورة الأخذ في الاعتبار من جانب القائمين على التسعير بشركات التأمين كفاية البيانات الخام بالإضافة إلى كونها متسقة ومتجانسة وموثوقة مع أخذ الظروف المستقبلية المتوقع تحققها في الاعتبار.

5- يجب على القائمين على التسعير بشركات التأمين التأكد من كون بيانات مجموعات التصنيف للتباين التشغيلي كافية إكتوارياً مع وجود استقلالية بين كل من بيانات حجم المطالبات وقيمها.

المراجع

أولاً – المراجع العربية

أ) الدوريات

ريمي، عقبة. (2010). نمذجة قياسية لتسعيرة تأمين السيارات (نموذج بواسون، نموذج ثنائي الحدين السالب): دراسة حالة الشركة الوطنية للتأمين SAA.

ب) التقارير والمقالات والإحصاءات الرسمية

التقرير السنوي لقطاع التأمين، البنك المركزي السعودي، أعداد مختلفة.

التقارير السنوية لتداول السعودية، قطاع التأمين السعودي، أعداد مختلفة.

ثانياً – المراجع الأجنبية

Akinyemi, K., & Leiser, B. (2020). The Use of Advanced Predictive Analytics for Rate Making in Insurance. Actuarial Technology Today, 1-4.

Antonio, K., & Valdez, E. A. (2012). Statistical concepts of a priori and a posteriori risk classification in insurance. AStA Advances in Statistical Analysis, 96, 187-224.

Birjandi, A. K., Dehmolaee, S., Sheikh, R., & Sana, S. S. (2021). Analysis and classification of companies on tehran stock exchange with incomplete information. RAIRO-Operations Research, 55, S2709-S2726.

Chen, K., Huang, R., Chan, N. H., & Yau, C. Y. (2019). Subgroup analysis of zero-inflated Poisson regression model with applications to insurance data. Insurance: Mathematics and Economics, 86, 8-18.

Conrad, E. (2008). Risk Classification and Ratemaking in Insurance.

Denuit, M., & Legrand, C. (2018). Risk classification in life and health insurance: extension to continuous covariates. European Actuarial Journal, 8, 245-255.

Dionne, G., & Rothschild, C. (2014). Economic effects of risk classification bans. The Geneva Risk and Insurance Review, 39, 184-221.

Finger, R. J. (2014). Risk classification, practical aspects. Wiley StatsRef: Statistics Reference Online.

Frees, E. W. & Shi, P. (2017). Credibility prediction using collateral information. Variance, 11(1), 45–59.

Frees, E. W., Lee, G., & Yang, L. (2016). Multivariate frequency-severity regression models in insurance. Risks, 4(1), 4.

Jeong, H. (2020). Testing for random effects in compound risk models via Bregman divergence. ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA, 50(3), 777-798.

Jeong, H., & Dey, D. (2021). Multi-peril frequency credibility premium via shared random effects. Available at SSRN 3825435.

Joly, Y., Burton, H., Knoppers, B. M., Feze, I. N., Dent, T., Pashayan, N., ... & Van Hoyweghen, I. (2014). Life insurance: genomic stratification and risk classification. European Journal of Human Genetics, 22(5), 575-579.

Lee, G. Y., & Jeong, H. (2024). Nonparametric intercept regularization for insurance claim frequency regression models. Annals of Actuarial Science, 1-26.

Omerašević, A., & Selimović, J. (2020). Classification Ratemaking Using Decision Tree in the Insurance Market of Bosnia and Herzegovina. South East European Journal of Economics and Business, 15(2), 124-139.

Pechon, F., Trufin, J., & Denuit, M. (2019). Preliminary selection of risk factors in P&C ratemaking. Variance, 13(1), 124-140.

Porrini, D. (2016). Risk classification in natural catastrophe insurance: The case of Italy. International Journal of Financial Research, 7(1), 39-49.

Prince, A. E. (2017). Insurance risk classification in an era of genomics: is a rational discrimination policy rational?. Nebraska law review, 96(3), 624.

Störmer, T. (2015). Optimizing insurance pricing by incorporating consumers' perceptions of risk classification. Zeitschrift für die gesamte Versicherungswissenschaft, 104, 11-37.

Tseung, S. C., Chan, I. W., Fung, T. C., Badescu, A. L., & Lin, X. S. (2022). A posteriori risk classification and ratemaking with random effects in the mixture-of-experts model. arXiv preprint arXiv:2209.15212.

Tseung, S. C., Chan, I. W., Fung, T. C., Badescu, A. L., & Lin, X. S. (2023). Improving risk classification and ratemaking using mixture-of-experts models with random effects. Journal of Risk and Insurance, 90(3), 789-820.

Tzougas, G., & Makariou, D. (2022). The multivariate Poisson-Generalized Inverse Gaussian claim count regression model with varying dispersion and shape parameters. Risk Management and Insurance Review, 25(4), 401-417.

Verschuren, R. M. (2021). Predictive claim scores for dynamic multi-product risk classification in insurance. ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA, 51(1), 1-25.

Werner, G., & Modlin, C. (2016). Basic ratemaking. In Casualty Actuarial Society (Vol. 4, pp. 1-320).

Xiang, Z., Li, C., Chen, L., Pan, B., Chen, D., & Zhang, L. (2023). Efficiency of Risk Classification and Insurance Market Regulation through the Integration of Advanced Technology. World Engineering and Applied Sciences Journal, 14(2023), 3986-3992.

Zahi, J. (2021). Non-life insurance ratemaking techniques. International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics, 2(1), 344-361.