تطبيق نظام Bonus-Malus System (BMS) في تسعير التأمين التكميلي على السيارات : دراسة تطبيقية على شركات التأمين المصرية

إعداد

د. محمد محمود هاشم

مدرس الرياضة والتأمين والإحصاء، أكاديمية السادات للعلوم الإدارية

mhashem68@yahoo.com

المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية

كلية التجارة – جامعة دمياط

المجلد الرابع - العدد الأول – الجزء الرابع - يناير ٢٠٢٣

التوثيق المقترح وفقاً لنظام APA:

هاشم، محمد محمد محمود (٢٠٢٣). تطبيق نظام Bonus-Malus System (BMS) في تسعير التأمين التكميلي على السيارات: دراسة تطبيقية على شركات التأمين المصرية. **المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية**، كلية التجارة، جامعة دمياط، ٤(١)، ٦١١-٦٤٢.

رابط المجلة: https://cfdj.journals.ekb.eg/

تطبيق نظام Bonus-Malus System (BMS) في تسعير التأمين التكميلي على السيارات: دراسة تطبيقية على شركات التأمين المصرية

د. محمد محمود هاشم

ملخص البحث

يهدف هذا البحث للوصول إلى تقييم تسعير التأمين التكميلي على السيارات من خلال التطبيق على بيانات إحدى شركات تأمينات الممتلكات والمسئولية العاملة بالسوق المصري باستخدام نظام تحفيز – عقوبة (BMS) Bonus-Malus system , وذلك من أجل الحصول على قسط التأمين على السيارات التكميلي الذي يدفعه المؤمن لهم، للوصول إلى قسط التأمين المقدر, والذي يختلف من شخص لآخر نتيجة اختلاف الخصائص الفردية للمؤمن لهم، حيث أن قسط التأمين يرتفع قيمته بزيادة الحوادث المرتكبة من طرف المؤمن لهم، وبالتالي فإن كل مؤمن له سوف يدفع قسط يتناسب مع درجة واحتمال تعرضه لخطر الحوادث, وذلك من خلال أخذ العوامل المؤثرة في درجة الخطر في الإعتبار عند تطبيق نموذج (BMS) المقترح, وتحليل محفظة بيانات التأمين التكميلي على السيارات الخاصة باستخدام النموذج الخطي المعمم The generalized linear model (GLM) من خلال عينة بيانات إحدى شركات التأمين العاملة في السوق المصري, وتقدير تكرار المطالبات السنوية بتطبيق نظام (BMS) في التأمين التكميلي على السيارات الخاصة في سوق التأمين المصري, ومقارنة النماذج ذات المتغيرات التنبؤية المختلفة من خلال تحليل الانحراف, واختيار النموذج الأفضل بناءً على هذه المقارنة لتقدير حجم المطالبات السنوية, ومن ثم استخدام نظام (BMS) لكل فئة وحساب قسط التأمين الذي يضمن تحقيق الكفاية والعدالة للتغطية التأمينية.

وقد توصل البحث إلى أن نموذج (BMS) المقترح يستند على عدد الحوادث الماضية ووطأتها في عملية تقدير تسعير التأمين، وأن استخدام هذا النموذج في تسعير تأمين السيارات التكميلي يساعد على وضع أساس واضح ومحدد لتحديد الأخطار الجيدة والأخطار الرديئة مما يؤدي إلى المساعدة في اتخاذ قرارات الاكتتاب المناسبة، وكذلك يساعد في تكوين محفظة اكتتاب متوازنة، وأخيراً فهو يحقق التوازن المالي لشركة التأمين ويضمن للمؤمن له دفع القسط الذي يتناسب مع درجة احتمال تعرضه للخطر.

الكلمات الافتتاحية: تأمين السيارات التكميلي، التسعير، نظام تحفيز- عقوبة، النموذج الخطي المعمم.

١ـ الإطار النظري للبحث

١/١ المقدمة وطبيعة المشكلة

لقد أدت التطورات الإقتصادية المعاصرة إلى ظهور شركات التأمين وإعادة التأمين التي تعد من بين أهم المؤسسات المالية باعتبارها تقوم بتجميع الفائض من الأرصدة النقدية في صورة أسهم، وتوظف هذه الأرصدة الفائضة بصورة قروض إلى مشروعات استثمارية، فشركات التأمين بذلك تمارس دوراً مزدوجا فهي مؤسسة للتأمين تقدم الخدمة لمن يطلبها, وكذلك تقوم باستثمار الأموال المجمعة لديها لأن التأمين في شكله الحالي لم يعد يهدف إلى حماية الأفراد والمنظمات من المخاطر التي يتعرضون لها فحسب, بل أصبح له دوراً كبيراً في الحياة الإقتصادية.

وحتى يتم تسعير الأخطار في التأمين فلابد من تصنيفها وقياسها, وعملية تصنيف الأخطار تعد الخطوة الأولى نحو وضع سعر كافٍ وعادل للتغطية التأمينية وتحقيق العدالة بين حملة الوثائق؛ لذا يجب تجميع حملة الوثائق ذوي الخصائص المشتركة ودرجات الخطر المتقاربة في فئة واحدة, وذلك حتى يكون هناك تناسباً بين القسط الخاص بكل فئة من الفئات،والقيمة المتوقعة لتكلفة المطالبات المتعلقة بتلك الفئة مضافاً إليها المصروفات الإدارية (عبدالله , مروه سعيد ٢٠١٣), وبالنسبة لقياس درجة الخطر فإن ذلك يتم بالإعتماد على بعض الأساليب الرياضية والتي تُكسب التسعير صفتي العدالة والكفاية, ويرتبط التسعير بدرجة الخطر إرتباطا طردياً أي أنه كلما زادت درجة الخطر زاد معها السعر والعكس صحيح (الحصري , محمد حسن سيد ٢٠١٧).

وتشير الدراسات إلى أن شركات تأمينات الممتلكات والمسئوليات تواجه العديد من المشكلات ومنها تسعير وثائق التأمين في الفروع المختلفة لا سيما فرع تأمين السيارات التكميلي, والذي يعتبر من أهمها, حيث يمثل في المتوسط حوالي ٢٧٪ من إجمالي أقساط التأمينات العامة في السوق المصري, ٢٥٪ من حجم التعويضات المسددة عن العمليات المباشرة وذلك عن الفترة من ٢٠١٠/٢٠٠٩ إلى ٢٠١٩/٢٠١٨ ويبلغ متوسط الحصة السوقية لهذا الفرع في سوق التأمين المصري حوالي ٣٧,٥٪ من حصة السوق وذلك خلال الفترة من ٢٠١٠/٢٠٠٩ إلى ٢٠١٩/٢٠١٨م , والجدول التالي يوضح متوسط الحصة لسوقية لفرع تأمين السيارات التكميلي في السوق المصري (الكتاب الإحصائي السنوي أعداد مختلفة).

جدول (١/١)

متوسط الحصة السوقية لفرع تأمين السيارات التكميلي في سوق التأمين المصري خلال الفترة من ٢٠١٠/٢٠٠٩ م إلى ٢٠١٩/٢٠١٨م (%)

السنة	١٠/٠٩	١١/١٠	١٢/١١	١٣/١٢	١٤/١٣	١٥/١٤	١٦/١٥	١٧/١٦	١٨/١٧	١٩/١٨
الحصة السوقية %	٤١	٤٢	٣٩	٣٨	٣٥	٣٤	٣٣	٣٦	٣٧	٤٠

المصدر: الكتاب الإحصائي السنوي عن نشاط سوق التأمين في مصر، أعداد مختلفة.

كما تشير الدراسات أنه من خلال تتبع تطور الأقساط والتعويضات ومعدلات الخسائر لفرع تأمين السيارات التكميلي بالسوق المصري أثناء فترة الدراسة يتبين تزايد معدلات الخسارة لهذا الفرع كما يتضح من الجدول التالي:

جدول (٢/١)
معدل تطور الأقساط والتعويضات المباشرة ومعدل الخسائر لفرع تأمين السيارات التكميلي في السوق المصري
خلال الفترة من ٢٠٠٩/٢٠١٠م إلى ٢٠١٨/٢٠١٩م

القيم بآلاف الجنيهات

السنة	الاقساط		التعويضات		معدل الخسائر%
	قيمة الأقساط	معدل التطور%	قيمة التعويضات	معدل التطور%	
٢٠١٠	١٣١٧١١٨	٤٩,٩١	٧١٦٥٥٥	١٧,٩٤	٧٢,٢
٢٠١١	١٤٤٢٣٩٤	٦٤,١٢	٧٩٥٩٧٧	٣١,٠١	٦١,٤
٢٠١٢	١٣٦٢٨٤٥	٥٥,١٤	٨٧٤٢٢١	٤٣,٩٨	٦٨,٧
٢٠١٣	١٣٢٥١٥٧	٦٢,٢٢	٩٣٠٤٤٦	٥٣,١٥	٦٧,٦
٢٠١٤	١٥٧١٩٧٦	٧٨,٩١	٩١٩٩١١	٥١,٤١	٥٥,٦
٢٠١٥	١٧٩٦١٦٧	١٠٤,٤٣	١٠٩٧٨٠١	٨٠,٧٠	٦٧,٦
٢٠١٦	٢٠٤٢٢٩٨	١٣٢,٤٥	١١٦٥٧٤٢	٩١,٨٨	٥٧,٦
٢٠١٧	٢٧٩٦٠٢٤	٢٠٦,٨٦	١٣٥٩٦٩٦	١٢٣,٨١	٥٦,٦
٢٠١٨	٣٢٢٥٣٨٤	١٩,٦	١٧٢٧٠٠٠	٢٧,٠	٥٨,٤
٢٠١٩	٣٧٧١٤٩٩	١٦,٩	١٩٩٥٤٨٣	١٥,٥	٥٤,٧

المصدر: الكتاب الإحصائي السنوي عن نشاط سوق التأمين في مصر، أعداد مختلفة.

ويلاحظ من الجدول السابق أن قيمة التعويضات في تزايد مستمر حيث كانت (٧١٦٥٥٥ ألف جنيه) عام ٢٠١٠ بينما أصبحت (١٩٩٥٤٨٣ ألف جنيه) عام ٢٠١٩ , وقد ترتب على كل هذا احتياج شركات التأمين لوجود نماذج تساعدها في التنبؤ بتسعير وثائق التأمين لهذا الفرع الهام.

وتتمثل مشكلة البحث في أنه مع تعدد الأساليب المستخدمة عند تسعير تأمين السيارات التكميلي, ومع ارتفاع الحصة السوقية لهذا الفرع إلا أنه يحتاج إلى تطوير وتحديث تلك الأساليب المستخدمة في التسعير , لذا فان القسط المحدد لا يمثل الخبرة السابقة لشركة التأمين مع التاريخ السابق للعميل ولا تعكس درجات الخطر المختلفة, **وتتلخص مشكلة البحث في الإجابة على تساؤل هام وهو**: ما هو القسط الأمثل لتأمين السيارات التكميلي, والذي يجب أن يدفعه كل مؤمن له لشركة التأمين بحيث يتناسب هذا القسط مع سلوك المؤمن له بحيث تكون الأقساط مرتفعة أو منخفضة حسب عدد الحوادث التي يتسبب فيها المؤمن له أو قائد المركبة؟

أي أنه كلما ارتكب المؤمن له حوادث أكثر، كلما ارتفع القسط الذي يدفعه والعكس، بمعنى تطبيق **نظام تحفيز** وهو عبارة عن تخفيض يقدم لصالح المؤمن عند عدم ارتكابه لأي حادث, **ونظام عقوبة** وهو عبارة عن علاوة يدفعها المؤمن له عند ارتكابه لأي حادث خلال فترات التعاقد السابقة.

٢/١ أهداف البحث

يهدف هذا البحث إلى الوصول إلى تسعير التأمين التكميلي على السيارات من خلال التطبيق على بيانات إحدى شركات الممتلكات والمسئولية العاملة بالسوق المصري، وذلك باستخدام نظام (BMS) من خلال:

- أخذ العوامل المؤثرة في درجة الخطر في الإعتبار عند تطبيق نموذج (BMS) المقترح.
- تحليل محفظة بيانات التأمين التكميلي على السيارات الخاصة باستخدام النموذج الخطي المعمم The generalized linear model (GLM) من خلال عينة بيانات إحدى شركات التأمين العاملة في السوق المصري.

- تقدير تكرار المطالبات السنوية بتطبيق نظام (BMS) في التأمين التكميلي على السيارات الخاصة في سوق التأمين المصري.
- مقارنة النماذج ذات المتغيرات التنبؤية المختلفة من خلال تحليل الانحراف واختيار النموذج الأفضل بناءً على هذه المقارنة لتقدير حجم المطالبات السنوية ومن ثم استخدام نظام (BMS) لكل فئة وحساب قسط التأمين الذي يضمن تحقيق الكفاية والعدالة للتغطية التأمينية.

٣/١ أهمية البحث

يستمد هذا البحث أهميته من خلال تناوله قضية أساسية وهي المعالجة العلمية لتحديد محددات تسعير تأمين السيارات التكميلي لأخذها في الحسبان عند تحديد أقساط التأمين الواجب دفعها من خلال تحديد الطريقة العلمية للمتغيرات التي تؤثر على خطر حوادث السيارات ,وذلك من خلال حساب الإحتمالات في ضوء الإحصاءات المتوفرة، وتطبيق نظام تحفيز وهو عبارة عن تخفيض يقدم لصالح المؤمن عند عدم ارتكابه لأي حادث ونظام عقوبة وهو عبارة عن علاوة يدفعها المؤمن له عند ارتكابه لأي حادث خلال فترات التعاقد السابقة , وذلك حتى تتمكن شركات التأمين من تسعير المنتجات التأمينية وحساب الأقساط التأمينية التي يلزم المؤمنين لهم بدفعها هذا من جهة، ومن جهة أخرى الإلتزام بتسديد التزاماتها في الآجال المحددة، مما يجعل إمكانية التحكم في هذه الأخيرة أمراً يسيراً خاصة في ظل إرتفاع معدلات التضخم.

٤/١ حدود البحث

تتلخص حدود البحث فيما يلي:

- حدود زمنية: حيث اقتصر البحث على فترة زمنية محددة من ٢٠١١ حتى ٢٠٢٠م.
- حدود مكانية: اقتصر البحث على البيانات المنشورة والمتاحة لإحدى شركات التأمين المصرية التي تعمل في فرع التأمين التكميلي على السيارات وهي شركة المهندس للتأمين وذلك نظراً لتوافر البيانات الخاصة بها وبإعتبارها إحدى الشركات المسجلة ببورصة الأوراق المالية.

٥/١ أسلوب البحث

- **اسلوب الدراسة النظرية (المكتبية):** من خلال المنهج الاستقرائي تم الاعتماد على المراجعة النظرية والفكرية لما تناولته الدارسات والبحوث سواء العربية أو الأجنبية، وذلك من خلال استعراض الدراسات السابقة سواء المرتبطة بتسعير التأمين التكميلي على السيارات أو تلك المرتبطة باستخدام نظام (BMS) في تسعير التأمين التكميلي على السيارات.
- **اسلوب الدراسة العملية (التطبيقية)**: وتم ذلك من خلال استخدام (BMS) في تسعير التأمين التكميلي للسيارات في شركات التأمين المصرية,وقد اعتمد الباحث في هذا الجزء على تحليل البيانات المستخرجة من التقارير المنشورة خلال الفترة من ٢٠١١م حتى ٢٠٢٠م لشركة المهندس للتأمين باعتبرها إحدى الشركات العاملة في مجال التأمين التكميلي على السيارات والتي تتوافر بياناتها الربع سنوية لكونها إحدى الشركات المسجلة ببورصة الأوراق المالية.

٢- الدراسات السابقة

قام الباحث بعرض أهم الدراسات السابقة سواء الدراسات العربية أو الأجنبية التي تناولت موضوعات تتعلق بالبحث ثم التعليق عليها وتحليلها، وذلك بغرض الاستفادة مما توصلت إليه تلك الدراسات من نتائج وتوصيات في موضوع البحث الحالي، وأخيراً الوصول إلى الفجوة البحثية والتي يبنى عليها هذا البحث.

١/٢ الدراسات العربية

١/١/٢ دراسة، (الديب، على السيد عبده,١٩٩٢)

وقد هدفت الدراسة إلى الوصول لنموذج لتسعير وثيقة التأمين التكميلى للسيارات الخاصة (ملاكى) من خلال تحليل تعويضات العملاء من محاور متعددة مثل الجنس، السن، سنة صنع السيارة، بلد المنشأ للسيارة، وقد توصل الباحث إلى أن الأسعار المطبقة غير كافية لعدم أهتمامها بتفاصيل العوامل المسببة للخطر.

٢/١/٢ دراسة (المعداوي، محمد مسعد ٢٠١٠)

تهدف الدراسة إلي إستخدام النموذج اللوغاريتمي الخطي فى محاولة لتوفيق تكرار بيانات المطالبات، وكذلك تطبيق نظرية المصداقية وإستخدام أنسب التوزيعات الاحتمالية لحساب معامل المصداقية الملائم وذلك فى محاولة التوصل إلى إطار سعري عادل لتأمين السيارات التكميلي ,وقد توصلت الدراسة إلى أنه قد تم توفيق بيانات المطالبات بإستخدام التوزيعات الإحصائية، بالإعتماد على أن مقدار المطالبة الفردية يتبع التوزيع البواسوني وعدد المطالبات يتبع توزيع جاما، وقد تحسنت معنوية النموذج بالنسبة لكل من المتغير التابع حيث يجب ألا يقل سعر التأمين التكميلي للسيارات الملاكي عن ٣,٣ % وكذلك الغير ملاكي عن ٣,٢ % وذلك من أجل زيادة كفاءة العمل التأميني وتوزيع الأعباء على المشتركين بصورة أكثر عدالة كما يجب أن يتم تطوير أنظمة الإشراف والرقابة على التأمين في السوق المصري، حيث إن تحرير أنشطة التأمين قد يؤدي إلي وجود تضارب وتصارع بين الشركات العاملة في السوق , وقد أوصت الدراسة بأنه يفضل إستخدام أكثر من طريقة معاً للتسعير مع إيجاد أوزان للمصداقية حسب مناطق القوة والضعف لكل طريقة، الإعتماد على بيانات سوق التأمين عن فترة زمنية كافية يعطي وزن للمصداقية مرتفع عند حساب سعر التأمين وعدم قبول التأمين على السيارة بأقل من قيمتها السوقية نظرًا لأن شركات التأمين تقوم بسداد التعويضات عن الإصلاح وقطع الغيار بالأسعار السوقية السائدة وقت الإصلاح.

٣/١/٢ دراسة (إبراهيم، أحمد عبد الرحمن سيد أحمد, ٢٠١٤)

يوفر التأمين حماية رأس المال القومي ولأفراد المجتمع، و يساهم بدور فعال في دفع عجلة التنمية الاقتصادية؛ لذلك فهو يعتبر واحداً من أهم القطاعات الاقتصادية, ولعل تحديد السعر المناسب والدقيق هو جوهر عملية التسعير لتأمين الممتلكات والمسئوليات حيث أنه يحقق العدالة لكل من شركات التأمين وجمهور المؤمن لهم، ومع ارتفاع حجم المطالبات في تأمين السيارات سنة بعد أخرى مع ثبات السعر، يؤكد على أن شركات التأمين السعودية لا تستند إلى الطريقة الصحيحة في التسعير، وحيث أن الطرق المستخدمة في التسعير تعتمد على نماذج التسعير الاكتواري التي تهمل الجانب الاستثماري وتعتمد على دوال الخسائر ونماذج الخطر الفردية وكذلك نماذج الخطر التجميعية، أو نماذج التسعير المالي وأفضلها بالنسبة للتأمين (نماذج تسعير عقود الخيارات)، وتتميز عن النماذج الاكتوارية في أنها تعكس التغيرات في الأسواق العالمية وكذلك تحليل الخطر والعائد واهتمامها بالجانب الاكتتابي والجانب الاستثماري ، إلا أنه من عيوبها أنها تعتمد على توزيع احتمالي مفترض وهو التوزيع الطبيعي أو الطبيعي اللوغاريتمي،

وعلى ذلك يهدف البحث إلى بناء نموذج يجمع بين مزايا التسعير الاكتواري ومزايا التسعير المالي واستخدامه في تسعير التأمين الشامل للسيارات الخصوصية بالسوق السعودي.

٤/١/٢ دراسة (نوار، عبد الله رمضان عبد الله, ٢٠١٦)

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد المتغيرات المستقلة الأكثر تأثيراً على المتغير التابع (قيمة صافى الأقساط المصدرة للسيارات الملاكى) ومن ثم تقدير النموذج الإحصائى للتنبؤ بقيمة صافى الأقساط للسيارات الملاكي، وكذلك تحديد المتغيرات المستقلة الأكثر تاثيراً على المتغير التابع (صافى الأقساط المصدرة للسيارات التجارى وهى سيارات النقل، الأتوبيس، أتوبيس السياحة،.....) ومن ثم تقدير النموذج الإحصائى للتنبؤ بقيمة صافي الأقساط المصدره للسيارات التجارية وإلقاء الضوء على أهمية قيم المعاملات للمتغيرات المستقلة بنموذج الانحدار وأثر التغير فى قيم المتغيرات المستقلة على المتغير التابع أمام صانع القرار.

كما قدمت الدراسة مقارنة بين النماذج الإحصائية المختلفة؛ والناتجة من تطبيق الانحدار التدريجى والشبكات العصبية الإصطناعية وإختيار أفضلها؛ والذي يعطى أقل قيمة لخطأ التنبؤ والمقارنة بين الأهمية النسبية للمتغيرات المستقلة؛ والناتجة من تطبيق الشبكات العصبية على كل من البيانات الخام والفرق الأول والفرق الثانى. وقد ركزت الدراسة على التنبؤ بقيمة أقساط تأمينات السيارات التكميلي لشركة قناة السويس للتأمين نظراً لتوافر البيانات اللازمة للدراسة.

٥/١/٢ دراسة (على، إيمان عماد عبد العليم، ٢٠١٦)

تناولت الدراسة المشاكل والتحديات التي تواجه فرع السيارات التكميلي في السوق المصري، ومحاولة الوصول إلى حلول مناسبة للارتقاء بأداء الخدمة، وذلك بتحليل مؤشرات فرع السيارات التكميلي في السوق المصري، وذلك من خلال دراسة بيانات الشركات العاملة في السوق المصري. وقد أوصت الدراسة شركات التأمين باتباع الأساليب العلمية والطرق الإكتوارية في تسعير التأمين والتنبؤ بالمطالبات في هذا الفرع الهام من فروع التأمين.

٦/١/٢ دراسة (الحصري، محمد حسن سيد، ٢٠١٧)

على الرغم من أن تأمين السيارات التكميلي يعد أحد أهم فروع تأمينات الممتلكات في سوق التأمين المصري؛ إلا أن معظم شركات التأمين محل الدراسة تحقق خسائر من نشاط الاكتتاب في هذا الفرع, ولعل ذلك يرجع أساساً لعدم وجود أسلوب محدد ودقيق لتسعير التغطية التأمينية؛ والاعتماد على قوائم أسعار لا تمثل الخبرة السابقة وينتج عنها تقديرات جزافية لا تعكس درجات الخطر المختلفة, ومن ثم كان الهدف من البحث هو استخدام النماذج الخطية المعممة في تقديم نموذج مقترح لتسعير تأمين السيارات التكميلي وفقاً لعوامل الخطر المختلفة بما يضمن تحديد سعر كافٍ وعادل للتغطية التأمينية, ولتحقيق هذا الهدف تم تقديم عرض مختصر للنماذج الخطية المعممة، ثم استخدامها في توفيق نموذج مقترح لعدد المطالبات ونموذج مقترح لقيمة المطالبات وذلك بعد تحديد واختبار معنوية عوامل الخطر المؤثرة في كلا منهما, وتوصل البحث إلى أن النموذج المقترح لعدد المطالبات باستخدام النماذج الخطية المعممة الذي تم توفيقه باستخدام توزيع بواسون أفضل من النموذج الذي تم توفيقه باستخدام توزيع ثنائي الحدين السالب، كما توصل البحث إلى معنوية النموذج المقترح لقيمة المطالبات باستخدام النماذج الخطية المعممة الذي تم توفيقه باستخدام توزيع جاما وصلاحيته للتنبؤ.

٧/١/٢ دراسة (عثمان، شريف محمد محسن، ٢٠١٧)

هدفت الدراسة إلى التوصل لنموذج كمي يمكن أن يستخدم في تسعير تأمين الفنادق والمطاعم النيلية العائمة في مصر، بناء على بيانات فعلية للخسائر في هذا النوع من التأمين مما يجعل السعر عادلًا،

وكذلك تسعير اتفاقيات إعادة التأمين اللانسبية، وبما يساعد شركات التأمين على الاستمرار في تقديم التغطيات التأمينية لهذه الوحدات، وقد تم استخدام التوزيعات الاحتمالية للوصول إلى هذا النموذج الكمي. وقد توصل الباحث إلى أن توزيع مجموع الخسائر السنوية لتأمين الفنادق والمطاعم العائمة المتحركة في مصر يتبع توزيع بيرسون من النوع الأول، كما أنه عند تقدير قسط التأمين الصافي يمكن استخدام نظرية النهاية المركزية مع القاعدة التجريبية كبديل لتقريب بومان شنتون لتوزيعات بيرسون في حالة وجود عدد كبير من وحدات الخطر.

٨/١/٢ دراسة (عفيفي، أحمد زكريا محمد, ٢٠١٨)

لقد زاد الاهتمام بتقديم أو اقتراح توزيعات احتمالية جديدة أو معدلة وكذلك تقديم عائلات جديدة من هذه التوزيعات وذلك بإضافة معلمة أو أكثر من معالم الشكل shape parameters إلي التوزيعات الكلاسيكيه المعروفة, وتتميز هذه التوزيعات الجديدة بمرونتها الكبيرة والمتمثله في قدرتها علي تمثيل البيانات بصوره أفضل من التوزيعات الكلاسيكية الموجودة، وكذلك قدرتها علي التعامل مع الأشكال المختلفة والهامة لدالة معدل الفشل (Hazard rate function) ، والتي تظهر في كثير من العلوم التطبيقية، ويمكن ذكر هذه الأشكال (monotone (increasing or decreasing failure rates and non-monotone (bathtub-shaped, unimodal, constant, J-shape, reversed J-shape, constant-increasing-decreasing and decreasing-increasing-decreasing)، كما تتميز التوزيعات الجديدة بمرونة أشكال دالة كثافة الاحتمال الخاصة بها لتلائم الأشكال المختلفة من البيانات سواء كانت ملتويه أو متماثله أو .or J-shaped reversed-J shaped ، وعلي الرغم من وجود العديد من التوزيعات الاحتمالية فقد يكون تمثيلها أو ملائمتها للبيانات غير مناسب، وبالتالي نحتاج إلي تقديم توزيعات أو عائلات جديدة من التوزيعات الاحتمالية التي قد تكون اكثر ملائمة للتعبير والتعامل مع هذه البيانات. وقد هدفت الدراسة إلى تقديم عائلات جديدة من التوزيعات الإحتمالية المستمرة، والتي يمكن من خلالها تعريف عشرات التوزيعات الاحتمالية ذات المتغير الواحد، وتم تقديم ثلاث عائلات جديدة تسمي The Generalized Kumaraswamy-G Family The Generalized Odd Lindley-G Family, The Odd Lomax Generator of Distributions and.، ودراسة مجموعة من الخصائص الرياضية لكل عائلة، كما تم تقديم أربع توزيعات كحالات خاصة، من كل عائلة. تم تقدير معالم كل عائلة باستخدام طريقة الإمكان الأكبر، وتم إجراء محاكاة على أحد الحالات الخاصة من هذه العائلات للتأكد من ملائمة واتساق طريقة الإمكان الأكبر لتقدير معالم هذه التوزيعات. وقامت الدراسة باستخدام بيانات فعلية مرتبطة بظواهر حقيقيه للتأكد من مرونة هذه التوزيعات بالمقارنة مع التوزيعات الأخرى الموجودة من دراسات سابقة، وذلك باستخدام الاختبارات الاحصائية المختلفة والتي تعرف باسم Goodness-of-fit criteria .

٩/١/٢ دراسة (الخواجة، مصطفى عبد المنعم وآخرون، ٢٠١٨)

تهدف الدراسة إلى قياس كفاءة نماذج الإنحدار الذاتي المعممة المشروطة بعدم ثبات التباين GARCHوامتداداتها المختلفة في ظل تبعية حدود الخطأ لتوزيع يختلف عن التوزيع الطبيعي, حيث أنه من الملاحظ أن معظم الدراسات السابقة قد تجاهلت التوزيعات التي تختلف عن التوزيع الطبيعي أثناء نمذجة تقلبات السلاسل الزمنية، مما قد يؤدي إلى خطأ في التوصيف، وانخفاض كفاءة المقدراتوفي هذا البحث تم استخدام بيانات بعض الشركات المسجلة في سوق الأوراق المالية المصري, وتقوم الدراسة بتقدير معالم بعض نماذج GARCH وهي (ARCH, GARCH, EGARCH, TGARCH, APARCH)مع افتراض تبعية الأخطاء لثلاث توزيعات مختلفة لحدود الخطأ وهي التوزيع الطبيعي Normal distribution ، وتوزيع t ، وتوزيع الأخطاء المعمم(Generalized Error distribution (GED ، لاختيار أفضل نموذج وفقاً لمعايير المعلومات المختلفة Information Criteria ، مع تحديد أفضل توزيع

للبواقي يمكن الاعتماد عليه في توفيق النموذج، وذلك لمجموعتين من الشـركات، الأولى تضـم عدة شركات مدرجة في مؤشر البورصة المصرية EGX30 ، والثانية تضم بعض الشركات غير المدرجة في ذلك المؤشر. وقد توصلت النتائج إلى بيانات أسعار الأسهم في أغلب شركات الاقتصـاد المصـري تتبع توزيعات احتمالية تختلف عن التوزيع الطبيعي، وقد لاقى نموذج GARCH برتبه المختلفة قبولاً لنمذجة بيانات الكثير من الشـركات ثم جاء في المرتبة الثانية نموذج EGARCH الذي لاقى قبولاً في بعض الشـركات، مما يعني وجود أثر الرافعة في بيانات تلك الشركات.

١٠/١/٢ دراسة (عجوة، أماني محمد، ٢٠١٨)

قامت الدراسة بإلقاء الضوء على استخدام توزيع بواسون ذي الأصفار الزائدة، وتوزيع هاردل بواسـون لتحسـين جودة توفيق البيانات التي تحتوي على أصـفار زائدة. وقد تم اسـتخدام بيانات تكرار المطالبات لقاعدة بيانات تأمين السـيارات بسـنغافورة والمتاحة على الشـبكة الدولية للمعلومات. وتم اختبار البيانات لاكتشـاف الأصـفار الزائدة، وتقدير معلمات توزيع بواسـون ذي الأصـفار الزائدة بطريقة العزوم وطريقة الإمكان الأعظم، وتم اشـتقاق صـيغ الوسـط الحسـابي والتباين لتوزيع هاردل بواسـون، واشـتقاق مقدرات طريقة العزوم وطريقة الإمكان الأعظم للمعلمات المجهولة، وتقدير المعلمات المجهولة لتوزيع هاردل بواسـون بطريقة العزوم وطريقة الامكان الأعظم. وتم نمذجة البيانات باسـتخدام توزيع بواسـون، وتوزيع بواسـون ذي الأصـفار الزائدة وتوزيع هاردل بواسـون، واختبار جودة التوفيق باسـتخدام اختبار كاي تربيع، وتم الاختيار بين التوزيعات المختلفة المسـتخدمة في الدراسـة باسـتخدام معياري(AIC) ، (BIC)، وقد وجد أن توزيع هاردل بواسون هو الأفضل لتمثيل البيانات.

١١/١/٢ دراسة (هاشم، محمد محمود , ٢٠١٩)

تناولت الدراسة مشكلة التنبؤ بالمطالبات في تأمينات الممتلكات في مصر, وبينت أن شركات تأمين الممتلكات والمسـئولية في مصـر تعاني الكثير من المشـاكل خاصـة فيما يتعلق بالتنبؤ بالمطالبات في فروع التأمين المختلفة, خصوصاً إذا كان هذا الفرع من الفروع الهامة مثل تأمين السيارات التكميلي, وقد هدفت الدراسة إلى الوصول إلى التوزيع الإحتمالي المناسب للمطالبات في تأمين السـيارات التكميلي ومحاولة اسـتخدام هذا التوزيع في التنبؤ بالمطالبات, ولتحقيق هذا الهدف فقد تم توفيق توزيع إحتمالي لعدد المطالبات بعد إجراء جودة التوفيق للبيانات الفعلية لتوزيع بواسون, وتم توفيق توزيع إحتمالي لقيم المطالبات وتوزيع احتمالي يتكون من التوزيعين السـابقين وهو التوزيع الإحتمالي لمجموع قيم المطالبات، وذلك بعد الحصـول على العزوم الخاصة لتوزيع كلاً من عدد المطالبات وقيم المطالبات, وقد تم التوصل إلى توفيق منحنى النوع الأول من عائلة منحنيات بيرسـون، وهو النوع الذي يتلائم مع التنبؤ بالمطالبات في فرع تأمين السيارات التكميلي, وقد أمكن الوصول إلى دالة كثافة الإحتمال؛ وذلك بالتعويض بقيم (y_0, the mode, m_1,m_2,α_2, $\alpha_{1,,}$) كما يلي:

$$y = 0.923\left[1+\frac{x-56.9}{654.3}\right]^{1.34}\left[1-\frac{x-56.9}{43.78}\right]^{32.82}$$

وهذه هي المعادلة الخاصـة بدالة الكثافة الإحتمالية لتوزيع قيم (تراكم) مجموع المطالبات لمنحنى النوع الأول الرئيسي لتوزيع بيرسون، وهي المعادلة التي يمكن استخدامها في التنبؤ بقيم المطالبات في فرع تأمين السيارات التكميلي.

١٢/١/٢ دراسة (الزيات، ماهى محسن محمد يونس, ٢٠١٩)

فى السنوات الماضية تم التوصل إلى فئة النماذج الخطية المعممة (GLMs) التى قدمت العديد من النماذج الهامة التى يمكن أن تستخدم لتحليل المتغيرات ذات الفئات مثل نموذج اللوجت, ونموذج اللوغاريتمى الخطى, وحيث أن نموذج الاقتران- الهامشى يتكون من نموذجين: نموذج الاقتران(A) لوصف التفاعل و العلاقة بين المتغيرات و له رابطة لوغاريتمية يعتمد النموذج الخطى فى التقدير على التوزيع الطبيعى لمتغيرات الاستجابة, ولكن فى كثير من الاحيان قد لا يحدث ذلك كما فى حالة المتغيرات ذات الفئات, و يحتوى نموذج الاقتران- الهامشى (AM) على رابطة مركبة تحتوى على الرابطة اللوغاريتمية و رابطة اللوجت, وتم التوصل إلى أن نموذج الاقتران- الهامشى يعتبر مناسباً فى حالة جدول اقتران به العديد من الخلايا الصفرية, و تعتبر البيانات المفقودة مشكلة كبرى للكثير من الباحثين ومحللى البيانات خصوصاً أن البيانات المفقودة تؤدى إلى نقص فى حجم العينة، وبالتالى نقص فى الكفاءة الاحصائية للنموذج. وتوصلت الدراسة لوضع نموذج لوصف التفاعلات بين المتغيرات التابعة والتوزيعات الهامشية آنيا باستخدام نموذج الإقتران- الهامشى وذلك فى ظل وجود بيانات مفقودة AM- MS

١٣/١/٢ دراسة (عجوة، أماني محمد، ٢٠٢٠)

تناولت الدراسة تسعير وثائق تأمين السيارات التكميلي, وهدفت إلى تقديم منهجية لتسعير وثائق تأمين السيارات التكميلى باستخدام نموذج مقلوب جاوس ونموذج بواسون ذى التشتت الزائد, وقد تم استخدام بيانات إحدى شركات التأمين العاملة فى سوق التأمين المصرى لحساب أسعار تأمين السيارات التكميلى فى مصر, وقد تم استخدام نموذج انحدار بواسون ذى التشتت الزائد للتنبؤ بمتوسط عدد الحوادث لوثائق التأمين التكميلى للسيارات باستخدام العوامل المؤثرة فى متوسط عدد الحوادث وهى؛ نوع المؤمن له من حيث كونه ذكر أو أنثى، وعمر السيارة، ونسبة خصم التحمل وخبرة المطالبات (نسبة خصم عدم المطالبة), وتم استخدام نموذج مقلوب جاوس للتنبؤ بمتوسط حجم المطالبة الواحدة بالوثيقة باستخدام العوامل المؤثرة فى متوسط حجم المطالبة الواحدة وهى؛ نوع المؤمن له من حيث كونه ذكر أو أنثى، وعمر السيارة، ومبلغ التأمين. وقد توصلت الدراسة إلى أن متوسط عدد الحوادث، ومتوسط قيمة المطالبة للإناث أعلى من متوسط عدد الحوادث، ومتوسط قيمة المطالبة الخاصة بالذكور، كما بينت الدراسة وجود علاقة طردية بين عمر السيارة، ومتوسط عدد الحوادث للوثيقة، ووجود علاقة عكسية بين عمر السيارة، ومتوسط قيمة المطالبة، كذلك وجود علاقة عكسية بين نسبة خصم التحمل ونسبة خصم عدم المطالبة، ومتوسط عدد الحوادث بالوثيقة، ووجود علاقة طردية بين قيمة مبلغ التأمين، ومتوسط قيمة المطالبة الواحدة.

٢/٢ الدراسات الأجنبية

١/٢/٢ دراسة (Pacakova, 2016)

هدفت الدراسة إلى استخدام بعض التوزيعات الاحتمالية في توفيق بيانات الخسائر، وقد اهتمت الدراسة بتوفيق بيانات الخسائر باستخدام توزيع باريتو، وذلك من خلال نموذج الخطر التجميعي Collective risk model, وتوصلت الدراسة إلى أن استخدام التوزيعات الاحتمالية يؤدي إلى نتائج ايجابية في توفيق الخسائر في معظم الشركات محل الدراسة. وأوصت الدراسة بضرورة استخدام توزيع باريتو لتوفيق بيانات الخسائر.

٢/٢/٢ دراسة (Mazviona, 2013)

تناولت الدراسة التوزيعات الاحتمالية، وركزت على مدى ملائمة بعض التوزيعات الاحتمالية لطبيعة البيانات المتعلقة بالمطالبات في فرع تأمين السيارات، وهدفت الدراسة لبيان مدى ملائمة بعض التوزيعات الاحتمالية مثل: توزيع باريتو، وتوزيع جاما، والتوزيع الأسي، والتوزيع اللوغاريتم الطبيعي لطبيعة البيانات الخاصة بمطالبات تأمين السيارات. وتوصلت الدراسة إلى أن طبيعة تلك البيانات تحتاج إلى أحد هذه التوزيعات السابقة، أو توزيع مركب من أكثر من توزيع من تلك التوزيعات.

٣/٢/٢ دراسة (Pizzutilo, 2012)

قامت الدراسة بتناول توزيعات بيرسون من النوع الثالث، وقد هدفت الدراسة إلى استخدام توزيعات بيرسون الاحتمالية في تحليل توزيعات عائد الأسهم لكل الشركات المدرجة في سوق تبادل الأسهم في إيطاليا. وتوصلت الدراسة إلى أن توزيع بيرسون من النوع الثالث يصف سلوك عوائد الأسهم في فترات محدودة، وأن وقوع أحداث غير عادية في حياة الشركة يؤدي إلى استثناء هذا التوزيع.

٤/٢/٢ دراسة (Shakil,M. ,Kibria,B., 2010)

في هذه الدراسة تم تناول التوزيعات الاحتمالية، حيث تم اشتقاق مجموعة من التوزيعات المعتمدة على المعادلات التفاضلية المعممة لبيرسون، وتلك التوزيعات تمثل التعميم الطبيعي لمعكوس توزيع جاوس المعمم. وتوصلت الدراسة إلى توزيع جديد يتميز ببعض الخصائص، وتم عرض دالة التوزيع التراكمية بيانياً ودالة المخاطر ودالة الكثافة الاحتمالية للتوزيع، وتبين أن التوزيع الذي تم التوصل إليه ذو التواء ناحية اليمين ويتميز بغالبية خصائص التوزيعات الملتوية.

٥/٢/٢ دراسة (Madi, Raqab and Kundu, 2009)

تناولت هذه الدراسة نموذج الإجهاد - القوة للتوزيع الأسي المعمم ذي الثلاث معالم باستخدام طرق بييز، والإمكان الأكبر اعتماداً على البيانات المرتبة. وقد توصلت الدراسة إلى نموذج يمكن تعميمه في حالة تطبيق التوزيع المعمم ذي الثلاثة معالم.

٦/٢/٢ دراسة (Jaheen ,2004)

تناولت الدراسة أسلوب بييز العددي في التقدير والتنبؤ على أساس التوزيع الأسي المعمم (GLM's) وذلك باستخدام الإحصاءات المسجلة، ودالتي خسارة مربع الخطأ والخسارة الخطية الأسية.

٧/٢/٢ دراسة (Kannan and Balakrishnan ,2001)

وفي هذه الدراسة تم استخدام العينات المراقبة تتابعياً من توزيع لوجيستك Logistic distributionللحصول على مقدرات الإمكان الإمكان الأكبر Maximum likelihood estimation (MLE) لمعلمتي التوزيع، وتمت مناقشة بعض خواص هذه المقدرات. وتوصلت الدراسة لامكانية استخدام النماذج الخطية المعممة في التوصل لمعلمات التوزيع.

٣/٢ التعليق على الدراسات السابقة

بعد أن قام الباحث باستعراض الدراسات السابقة سواء العربية أو الأجنبية للوصول للفجوة البحثية التي يقوم عليها البحث تبين أن هناك بعض الدراسات التي استخدمت التوزيعات الإحتمالية، والنماذج الخطية التقليدية، والنماذج الخطية المعممة،ونموذج (BMS) في تسعير تأمين السيارات التكميلي أو تقدير عدد المطالبات في التأمينات العامة أو تحديد حدود الاحتفاظ المثلى, وهناك مجموعة أخرى من

الدراســـات اهتمت أكثر بالنماذج المعممة في مجالات كثيرة منها تســـعير التأمينات العامة، وبعض الدراسـات التي اسـتخدمت توزيعات مثل التوزيع اللوغاريتمي الطبيعي في التنبؤ بالمطالبات, ويركز البحث الحالي على تطبيق نظام (BMS) في تقييم تسعير تأمين السيارات التكميلي في سوق التأمين المصري؛ وهو ما لم يتوافر في الدراسات السابقة.

٣- تسعير التأمين التكميلي على السيارات:

١/٣ مفهوم التأمين التكميلي على السيارات:

تغطي وثائق التأمين الشامل جميع الأخطار التي تتعرض لها السيارة نفسها، بالإضافة إلى أخطار المسئولية المدنية قبل الغيرعن أشخاصهم أو ممتلكاتهم، وهذه التغطيات تكون اختيارية، أي أن من حق الشخص أن يقوم بعمل وثيقة التأمين الشامل، أو أن يقرر أن يتحمل هو المسئولية الناشئة عن تلك الأخطار، وهذا على عكس وثيقة التأمين الإجباري من المسئولية المدنية الناشئة من حوادث مركبات النقل السريع، ويطلق على التأمين الشامل أحياناً التأمين التكميلي؛ وذلك لكونه يكمل نطاق التغطية التي يفرضها قانون التأمين الإجباري. تحديد تكلفة الخدمة التأمينية يعد من أهم وأعقد القرارات التي يتم اتخاذها من قبل شركات التأمين، ويرجع ذلك إلى تعدد وتداخل وتعارض المتغيرات المؤثرة في هذا القرار، فأهمية هذا الأخير ترجع إلى أن إستمرار شركات التأمين في بيئة الأعمال يتوقف على التحديد الدقيق لأسعار الخدمات التأمينية المقدمة (المعداوي، جيهان مسعد,٢٠١٠).

والسعر في التأمين هو التكلفة التي يدفعها المؤمن له إلى شركة التأمين نظير تغطيتها لوحدة واحدة من الخطر، ويمثل نسبة مئوية من مبلغ التأمين، ويختلف من تأمين إلى آخر ويجب أن يكون سعر التأمين منافساً من جهة، وكافياً لتغطية الخطر المؤمن ضده من جهة أخرى، وفي الوقت نفسه يجب أن يدر بعض الربح.

ويمكن تعريف تسعير تأمين السيارات على أنه "معرفة القسط الواجب إستيفاءه من المؤمن له نظير خطر معين ينوي التأمين ضده، وبالتالي فإن عملية التسعير تضع سعر معين لكل نوع من أنواع التأمينات المختلفة يتناسب مع درجة واحتمال تحقق الخطر، كما يتناسب مع مبلغ التأمين ومع الظروف المحيطة بالشيء أو الخطر المؤمن ضده، ويتناسب بصورة عكسية مع معدل الفائدة الفني، ويتميز نشاط التأمين بحلقة إنتاج معكوسة ففي مقابل قسط تكون قيمته معروفة مقدماً عند إبرام العقد نجد أن شركة التأمين تتكفل بتغطية خطر تجهل تاريخ تحققه وقيمته, وبشكل عام تسعير التأمين يتمثل في تقييم القسط الضروري لشركة التأمين لتغطية مجموع التزاماتها، وكذا مختلف المصاريف اللازمة.

٢/٣ العوامل المؤثرة في تسعير التأمين على السيارات:

تتداخل عوامل كثيرة ومختلفة في تقدير تسعير التأمين (قسط التأمين) على السيارات، وذلك لأن الخطر المؤمن عليه قد يتحقق نتيجة خلل في واحدة أو أكثر من تلك العوامل؛ لذا يجب أن يؤخذ بعين الإعتبار عند تقدير الأقساط العوامل التالية:

١/٢/٣ **العوامل الفنية:** وتتمثل العوامل الفنية في العوامل التي تتعلق بالسيارة ومن أمثلتها:

- قوة السيارة: وهي تعطي إمكانية تحقيق سرعة أكبر مما قد يؤدي إلى زيادة ضخامة الحادث إن حدث.
- مقاومة هيكل السيارة للصدمات: وتساعد مقاومة هيكل السيارة للصدمات في التخفيف من قوة الحادث وخاصة بالنسبة للركاب.
- ماركة السيارة: حيث تتميز بعض الماركات من السيارات بأنها أقل قابلية للإنقلاب خاصة ذات السطح التوازني الواسع ومنها من سريع الإنقلاب وفقدان التوازن.

- عمر السيارة (موديل السيارة): إن السيارة تكون ذات قيمة أقل كلما قدمت، ولكن حوادثها وعلى الأخص المادية تكون أكثر تكراراً.

٢/٢/٣ **العوامل البشرية**: وتتمثل العوامل البشرية في العوامل التي تتعلق بالسائق ومن أمثلتها:

- جنس السائق: ذكر أو أنثى؛ حيث يظهر أن الرجال يتسببون في حدوث حوادث أكثر مما تسببه النساء، ولكن الحوادث التي تتسبب النساء في حدوثها تكون أكثر جسامة في الأضرار.
- الفئة العمرية للسائق: يلاحظ أن زيادة العمر تقلل من الحوادث المرتكبة لأن الإنسان بطبعه يصبح أكثر حذراً، ولكن ذلك يستمر حتى سن معين، حيث أثبتت الدراسات أن نسبة الحوادث تزداد بعد بلوغ سن الستين.
- عادات السائق: حيث تؤثر عادات السائق في تسبب حدوث الحوادث، لذا يجب تجنب المشروبات الكحولية قبل وأثناء القيادة.
- صحة السائق: يجب أن يكون السائق غير معرض لأزمات قلبية وأن يكون نظره وسمعه بحالة جيدة، لذا نجد أن استخراج رخصة قيادة تستلزم اجتياز بعض الفحوصات الطبية.
- تاريخ السائق في القيادة: يجب أخذ تاريخ السائق في قيادة السيارات بعين الإعتبار.

٣/٢/٣ **عوامل أخرى**: هناك بعض العوامل الأخرى التي يجب أخذها في الإعتبار عند تسعير التأمين التكميلي على السيارات ومن أمثلتها ما يلي:

- المنطقة الجغرافية الموجودة بها السيارة: حيث تكثر الحوادث في الطرق الجبلية والطرق الوعرة، مقارنة بالمناطق السهلة.
- حالة الطريق: حيث أثبتت الدراسات أن الطرق الجيدة والواسعة تقل فيها الحوادث مقارنة بالطرق الضيقة.
- الكثافة السكانية في المنطقة: تؤثر الكثافة السكانية على معدل الحوادث، وخاصة إذا كان هناك تزايد في عدد المشاة في عرض الطريق، وقرب المواقف، وتواجد الأطفال الصغار في عرض الشارع.
- الغرض من استخدام السيارة: حيث يؤثر الغرض من استخدام السيارة في معدل الحوادث وهل السيارة مخصصة لنزهة، أم هي مخصصة للتجارة، أو الزراعة، أو السياحة، أو مخصصة للنقل الجماعي...حيث لوحظ أن درجة إهتمام السائق بقوانين السير ترتبط بنوعية استخدام السيارة، فسائق الشاحنة أو السائق الذي يعمل على السيارة أو يكون مستأجرها يقل إهتمامه بمصير السيارة بعكس مالكها.
- حالة الطقس السائد: تؤثر إلى حد بعيد على تكرار الحوادث ففي الشتاء وأوقات الصقيع والثلوج تكثر حوادث التصادم والإنزلاق.
- نظام المرور: إن حسن تطبيق نظام المرور وتوزيع الإشارات الضوئية والممرات للمشاة والمواقف، والصرامة في تنفيذ التعليمات تؤدي إلى إنخفاض معدلات الحوادث.

وبالإضافة إلى العوامل السابقة فإن هناك عامل آخر لا يقل أهمية عنها يمكن لشركات التأمين الإستفادة منه، وهو: الحوافز المادية (المقصود بها نظام تحفيز -عقوبة BMS) , وسيتم التركيز في هذا البحث على تطبيق هذا النظام في تقييم تسعير التأمين التكميلي على السيارات.

٣/٣ تقدير تسعير التأمين (قسط التأمين) على السيارات:

تتبع شركات التأمين خطوتين أساسيتين لحساب قسط التأمين الذي يلتزم المؤمن له بدفعه لتغطية الخطر موضوع التأمين وهما:

١/٣/٣ تحديد القسط الصافي: وهو عبارة عن المبلغ الذي يكفي لتغطية الأضرار الناتجة عن تحقق الخطر دون أن يتعرض المؤمن لخسارة ودون تحقيق ربح، بحيث يكون معادلاً لقيمة الخطر من حيث إحتمال وقوعه ومدى جسامته وحسب درجات تفاقمه، والذي يتم تحديده على أساس التعريفة، وهذا من خلال الإحصائيات المتحصل عليها من عمليات المعاينة، وتكون المعادلة كما يلي:

الأقساط الصافية المحصلة = التعويضات المدفوعة

التزامات المؤمن (شركة التأمين) = التزامات المؤمن له

مع ملاحظة أن الأقساط المحصلة تؤخذ في بداية السنة، في حين أن التزامات شركة التأمين بدفع التعويض تكون في أثناء السنة أو في نهايتها، وبالتحديد عند حدوث الحادث وإستحقاق التعويض، وبالتالي فإنه يتجمع لدى شركة التأمين مبالغ نقدية تقوم باستثمارها محققة بذلك عائد، وعلى ذلك فعند تحديد القسط الصافي يجب أخذ معدل الفائدة الفني (العائد على الإستثمار للمبالغ النقدية) في الحسبان، أما العلاقة التي يحسب على أساسها القسط الصافي:

معدل حدوث الخطر = القيمة الحالية للجنيه بمعدل فائدة معين × مبلغ التأمين × القسط الصافي

ويتم حساب القسط الصافي من خلال العلاقة الرياضية التالية:

$$P_{pure} = c \times \frac{n}{N} = c \times f = \frac{S}{N}$$

حيث P_{pure} القسط الصافي

n عدد الأضرار عن حادث معين

N عدد الأخطار التي يتحملها المؤمن

S التكلفة الإجمالية للخطر

c التكلفة المتوسطة للخطر

٢/٣/٣ تحديد القسط التجاري أو الإجمالي: وهو القسط الصافي مضافاً إليه المصاريف والأعباء العامة التي تتحملها شركة التأمين ويتم تحصيلها من كل قسط، وتنقسم إلى مصاريف مباشرة ومصاريف غير مباشرة، ويتم حساب القسط التجاري وفقاً للمعادلة التالية:

القسط التجاري= القسط الصافي+ المصاريف المباشرة وغير المباشرة.

٤- استخدام النماذج الخطية المعممة في تسعير تأمين السيارات التكميلي:

١/٤ مقدمة

يعتبر Nelder and Wedderburn أول من قاموا بتقديم النماذج الخطية المعممة (GLM's) Generalized Linear Models وكان ذلك عام ١٩٧٢ , وذلك للتغلب على بعض المشاكل المتعلقة بالنماذج الخطية التقليدية عن طريق جعل الفروض التقليدية أكثر واقعية حتى تتلائم مع الواقع التطبيقي(A.J.Dobson and A.G. Barnett, 2008), ويعرف النموذج الخطي المعمم بأنه

نموذج انحدار يتبع المتغير التابع فيه أحد التوزيعات الأسية, ويتميز النموذج الخطي المعمم بأنه أقل قيوداً من النماذج الخطية التقليدية، ويمكن توضيح أهم مميزات النموذج الخطي المعمم فيما يلي:

- في النماذج الخطية التقليدية يشترط أن تكون العلاقة خطية بين المتغير التابع، والمتغير أو المتغيرات المستقلة، بينما في النماذج المعممة فلا يشترط أن تكون العلاقة خطية بين المتغير التابع، والمتغير أو المتغيرات المستقلة، ولكنها تشترط وجود علاقة خطية بين دالة الربط، ومجموعة المتغيرات المستقلة. ومن هنا يمكن توفيق بعض النماذج غير الخطية باستخدام النماذج الخطية المعممة.
- في النماذج الخطية التقليدية يشترط ثبات التباين، بينما في النماذج المعممة لا يشترط أن يكون التباين ثابتاً، أي من الممكن وجود اختلاف في التباين.
- في النماذج المعممة تكون الأخطاء العشوائية مستقلة، ولا يشترط أن تتبع التوزيع الطبيعي.
- يتم تقدير المعلمات في النماذج الخطية المعممة باستخدام طريقة الإمكان الأكبر Maximum Likelihood Estimation (MLE) بجانب امكانية استخدام طريقة المربعات الصغرى Ordinary Least Squares (OLS)أيضاً.
- في النماذج المعممة يتم استبدال القيمة المتوقعة لمتغير الاستجابة بما يسمى بدالة الربط Link functionأي استبدال g(U) بـ (η) حيث يكون $\eta\mathcal{G}$ = (μ) وذلك لجعل تباين الخطأ أكثر استقراراً, وتكون دالة الربط عبارة عن تركيبة خطية من المتغيرات التفسيرية (Evelien Brisard, 2014).

٢/٤ مركبات (مكونات) النموذج الخطي المعمم:

هناك ثلاثة مركبات أساسية للنموذج الخطي المعمم وهي:

- توزيع متغير الاستجابة Response distribution وهو التوزيع الذي يتبعه المتغير التابع (Y) , وكما سبق القول أن المتغير التابع في النماذج المعممة لابد أن يتبع أحد التوزيعات المنتمية لعائلة التوزيعات الأسية, ويمثل هذا المركب العنصر العشوائي Random Component. ويمكن عرض التوزيعات الأسية Exponential Familyعلى النحو التالي:

إذا افترضنا وجود متغير عشوائي (y) وأن هذا المتغير له معلمة واحدة وهي (θ) يطلق عليها المعلمة الطبيعية للتوزيع Natural Parameter، فإن هذا التوزيع في هذه الحالة يتبع أحد التوزيعات الأسية، إذا كان من الممكن كتابة الدالة الاحتمالية الخاصة به على النحو الآتي:

$$]F(y_i\theta_i] = \exp[y_i(\theta)_i - b_i(\theta_i)[$$

حيث: θ_i: المعلمة الطبيعية للتوزيع

وهناك العديد من التوزيعات الأسية المشهورة والمستخدمة في مجال تسعير التأمينات العامة ومنها:

توزيع بواسون Poisson distribution, توزيع ثنائي الحدين Binomial distribution، كما أن هناك بعض التوزيعات المستخدمة في مجال تسعير التأمينات العامة، والتي يطلق عليها عائلة التشتت الأسية Exponential Dispersion Family ، وهي تلك التوزيعات التي تحتوي بالإضافة إلى المعلمة الطبيعية(θ) Natural Parameter معلمة أخرى ذات قيمة ثابتة (ϕ) وتسمى معلمة التشتت Scale Parameter (constant)

or Dispersion Parameter , وعلى هذا الأساس فإن التوزيع يكون تابعاً لأحد توزيعات التشتت الأسية، إذاكان من الممكن كتابة دالته الاحتمالية على الصورة التالية:

$$f(y_i, \theta_i, \phi) = \exp\left[\frac{y_i\theta_i - b(\theta_i)}{a_i(\phi)} + C(y_i, \phi)\right]$$

ومن أهم أنواع هذه التوزيعات ما يلي:
التوزيع الطبيعي Normal distribution, توزيع جاما Gamma distribution, توزيع معكوس جاوس Inverse Gaussian distribution, توزيع ذي الحدين السالب Negative Binomial distribution, توزيع تويدي Tweedie distribution

- المتنبئ الخطي Linear Predictor(η) , وهو عبارة عن مجموعة المعالم (β) ومجموعة المتغيرات المفسرة ($x_1, x_2, x_3, \dots\dots\dots, x_n$) ويمثل هذا المركب العنصر المنتظم ويكون :

$$\eta_i = \boldsymbol{x_i^T \beta}$$

- دالة الربط link function وهي عبارة عن الدالة التي تربط المركب العشوائي Random Component بالمركب المنتظم, وتتميز بأنها دالة رتيبة Monotonic function أي أنها دالة تحافظ على الترتيب سواء تصاعدياً فتسمى دالة رتيبة تصاعدية أو تنازلياً فتسمى دالة رتيبة تنازلية, كما تتميز دالة الربط بأنها دالة قابلة للتفاضل Differentiable function ، وتستخدم دالة الربط لتوضيح العلاقة بين القيمة المتوقعة للمتغير المستقل والمتنبئ الخطي, ودالة الربط تستخدم لربط القيمة المتوقعة للمتغير التابع $E(y_i)$ بالمتنبئ الخطي η_i , وتختلف دالة الربط باختلاف التوزيع الاحتمالي لخطأ التقدير, وجدير بالذكر أنه يوجد صور عديدة لدالة الربط تستخدم كل صورة على حسب التوزيع الاحتمالي المستخدم, فهناك دالة المتطابقة (Identity Link Function) وهي تستخدم في حالة التوزيع الطبيعي, ودالة اللوغاريتم (Log Link Function) وتستخدم في حالة توزيع بواسون, ودالة اللوجت (Logit Link Function) و تستخدم في حالة توزيع ثنائي الحدين, ودالة المقلوب (Link Function Reciprocal) وتستخدم في حالة توزيع جاما, وسوف يتم تناول هذه الدوال بشكل مبسط كما يلي:
  - ✓ دالة المتطابقة (Identity Link Function) $g(\mu_i)\eta_i$, وتستخدم دائماً للربط بين القيمة المتوقعة للمتغير التابع ($\mathrm{E}(Y_i) = \mu_i$) بالمتنبئ الخطي(η_i) في حالة أن المتغير التابع يخضع للتوزيع الطبيعي وتأخذ دالة المتطابقة الشكل التالي:

$$g(\mu_i)\eta_i = x_i^T \beta \eta_i$$

$$g(\mu_i)x_i^T \beta_i = g^{-1}(X_i^T \beta_i)\mu_i$$

  - ✓ دالة اللوغاريتم ((Log Link Function, وتستخدم لربط القيمة المتوقعة للمتغير التابع ($\mathrm{E}(Y_i) = \mu_i$) بالمتنبئ الخطي(η_i) في حالة أن المتغير التابع يخضع لتوزيع بواسون، وتأخذ دالة الربط الشكل التالي $Log(\mu_i)\eta_i$.
  - ✓ دالة اللوجت (Logit Link Function)، وتستخدم لربط القيمة المتوقعة للمتغير التابع ($\mathrm{E}(Y_i) = \mu_i$) بالمتنبئ الخطي(η_i) في حالة أن المتغير التابع يخضع

لتوزيع ثنائي الحدين، وتأخذ دالة الربط الشكل التالي $Logit(\mu_i)\eta_i$ ويمكن صياغة دالة اللوجت على الشكل التالي $Logit(\mu_i)\eta_i = \log(\frac{\mu_i}{1-\mu_i})\eta_i$.

- ✓ دالة المقلوب (Link Function Reciprocal)، وتستخدم دالة المقلوب دائماً لربط القيمة المتوقعة للمتغير التابع ($E(Y_i) = \mu_i$) بالمتنبئ الخطي(η_i) في حالة أن المتغير التابع يخضع لتوزيع جاما، وتكون دالة الربط على الشكل التالي $\frac{1}{\mu_i}\eta_i$.

٥- الدراسة التطبيقية:

١/٥ مقدمة

اعتمد الباحث على بيانات تأمين السيارات التكميلي الموجودة في الكتاب الاحصائي السنوي، والبيانات المستخرجة من دفاتر شركة المهندس للتأمين، والتي اتضح من خلالها أن ١٠,٣٪ من إجمالي الوثائق المصدرة خلال فترة الدراسة كانت لها مطالبة واحدة على الأقل, وقد تم تقسيم الوثائق إلى مجموعات على أساس عوامل الخطر إلى:

- الجنس وسوف يتم التقسيم إلى فئتين (ذكر، أنثى).
- الفئة العمرية لقائد السيارة Age Category وسيتم تقسيمها إلى ٣ فئات عمرية , AC_1 AC_2 , AC_3 (من ٢١ سنة إلى ٣٥, من ٣٦ إلى ٥٠، والفئة الثالثة أكبر من ٥٠ سنة).
- منطقة الإقامة (مدينة , قرية).
- نوع جسم السيارة Car- Body ، وسيتم تقسيمها إلى نوعين CB_1, CB_2.
- قيمة السيارة Car Value وسوف يتم تقسيمها إلى ثلاثة مستويات CV_1, CV_2, CV_3.
- متوسط عدد المطالبات لكل وثيقة (number claims / expo).

وقد قام الباحث باستخدام النماذج الخطية المعممة Generalized Linear Models (GLM's) حيث إن تلك النماذج تحاول جعل فروض نماذج الانحدار التقليدية أكثر واقعية لكي تتلائم مع الواقع الفعلي, ويلاحظ أن النماذج المعممة هي نماذج انحدار المتغير التابع فيها يتبع أحد التوزيعات الأسية, وتتميز بكونها أقل قيوداً من نماذج الانحدار التقليدية حيث لا يشترط أن يكون التباين ثابت أو متجانس، وأن الأخطاء العشوائية مستقلة ولا يشترط أن تتبع التوزيع الطبيعي، كما لا يشترط أن تكون العلاقة خطية بين المتغير التابع والمتغير أو المتغيرات المستقلة, كما تتميز النماذج المعممة في أن القيمة المتوقعة لمتغير الإستجابة يتم استبدالها بدالة الربط(Link Function)، والهدف الرئيسي من استخدام دالة الربط يتمثل في جعل تباين الخطر أكثر استقراراً.

وذلك بفرض أن(y) متغير عشوائي بمتوسط (μ)، ودالة كثافة الاحتمال Probability Density Function(p.d.f) من عائلة التوزيع الأسي Exponential family ومن أمثلتها: توزيع بواسون، والتوزيع الطبيعي، وتوزيع جاما، وتوزيع معكوس جاوس، وتوزيع ثنائي الحدين، وتوزيع ثنائئي الحدين السالب، وتوزيع تويدي, وحيث إن تحديد النموذج المناسب هو أساس نمذجة الانحدار, فيمكن صياغة النموذج الخطي المعمم (GLM) عن طريق المعادلة التالية:

$$\gamma_{i=}\, g(x_i\beta_i) + \varepsilon$$

$$G(\mu) = (\eta)$$

حيث (η) هي تركيبة خطية من المتغيرات التفسيرية.

$$\mathcal{G}(\mu) = x\beta$$

حيث $\mathcal{G}(\mu)$ هي دالة الارتباط، والتي تفسر كيفية ارتباط المتوسط (μ) بالمتغيرات.

وسوف يتم مقارنة GLMs من خلال تحليل الانحراف من خلال المعادلة التالية.

$$\mathcal{dev} = 2(\mathcal{L}_{max} - \mathcal{L})$$

حيث:

$\mathcal{dev}$ الانحراف (deviance)

$\mathcal{L}_{max}$ لوغاريتم دالة الاحتمال للنموذج الكامل.

$\mathcal{L}$ لوغاريتم دالة الاحتمال للنموذج الفرعي المقترح.

وسيتم استخدام انحرافات النماذج لمقارنتها كما هو موضح فيما يلي:

بفرض أن GLM هو النموذج الأساسي، ومتجه المعلمات الخاصة به β_m ، والنموذج الفرعي GLM_{sub} ، ومعلماته β_q

حيث q < m.

وتكون فروق الانحرافات

$$\Delta\, dev = dev_{sub} - dev$$

وهذا التوزيع يقترب من توزيع χ^2 بدرجات حرية $(m-q)$.

فاذا كانت $\Delta\, dev > \chi^2_{1-\alpha}\,(m-q)$ فإننا نرفض الفرض القائل بأن النموذج الفرعي مناسب.

٢/٥ بناء نموذج لتكرار المطالبات السنوية

١/٢/٥ إجراء إختبار جودة التوفيق للبيانات الفعلية وفقاً لتوزيع ثنائي الحدين السالب:

إذا كانت كثافة الإحتمال الخاصة بأي متغير تأخذ الصيغة التالية:

$$P(x) = \begin{bmatrix} x+r-1 \\ r \end{bmatrix} p^r (1-p)^x$$

(x=0,1,2,3,……..)

p,r معلمتا التوزيع

p احتمال وقوع الحادث

فإنه يقال أن ذلك المتغير العشوائي يتبع توزيع ثنائي الحدين السالب.

ويكون متوسط وتباين التوزيع كما يلي:

$$E(x) = \mu = \frac{r(1-p)}{p} = 0.075$$

$$\text{var(x)} = \ \sigma^2 = \mu_2 = \frac{\text{r}(1-\text{p})}{\text{p}^2} = 0.023$$

P = 1.48

وحيث أن قيمة (p) والتي تم احتسابها من واقع البيانات (١,٤٨) وهو أكبر من الواحد الصحيح وبالتالي البيانات الخاصة بعدد المطالبات لا تخضع لتوزيع ثنائي الحدين السالب.

جدول (١/٥)
الإحصاءات الوصفية لتوزيع ثنائي الحدين السالب

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
NOC	89824	0.41457	0.214	0	32

يتناول الجدول (١/٥) بعض الإحصـــاءات الوصـــفية لتوزيع ثنائي الحدين الســـالب من حيث عدد الوثائق، متوسط التوزيع (0.41457)، وتباين قدره (0.0457)، وانحراف معياري قدره (0.214).

المصدر: من واقع التحليل الإحصائي للبيانات باستخدام برنامج الحزم الإحصائيةSPSS..

جدول (٢/٥)
حساب قيمة معامل كلمجروف سيمرنوف لتوزيع ثنائي الحدين السالب

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		NOC
N		89824
Poisson Parameter[a,b]	Mean	0.41457
Most Extreme Differences	Absolute	.000
	Positive	.000
	Negative	.000
Kolmogorov-Smirnov Z		0.012
Asymp. Sig. (2-tailed)		1.000

a. Test distribution is Poisson.
b. Calculated from data.

المصدر: من واقع التحليل الإحصائي للبيانات باستخدام برنامج الحزم الإحصائيةSPSS.

يتضح من الجدول السابق ما يلي:

يوضح الجدول (٢/٥) أن مستوى المعنوية المحسوب هو(Asymp. Sig. (2-tailed)=1 و حيث إن الاختبار من طرفين، فإننا نحسب القيمة عند مستوى معنوية 5 % للاختبار من طرفين (two-tailedtest)، ونقارنها بالقيمة 0.025% ، و ونجد أن قيمة معامل كلمجروف سيمرنوف هو 0.012, وهذا يدل على أن هذه البيانات لا تتبع توزيع ثنائي الحدين السالب.

٢/٢/٥ إجراء إختبار جودة التوفيق للبيانات الفعلية لتكرار المطالبات وفقاً لتوزيع بواسون:

إذا كان متوسط وقوع الحدث في وحدة الزمن هو(λ)، فإن المتغير العشوائي (x) الذي يصف تغيرات هذا الحادث، تكون دالة كثافته الاحتمالية هي:

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} . \lambda^{x}}{x!}$$

(x= 0,1,2,3,…..)

وبإجراء جودة التوفيق للبيانات الفعلية لتوزيع بواسون، أمكن الحصول على النتائج التالية، وذلك باستخدام البرنامج الإحصائي(SPSS).

جدول (٣/٥)
الإحصاءات الوصفية لتوزيع بواسون

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
NOC	89824	0.06987	0.233	0	32

يتناول الجدول (٣/٥) بعض الإحصاءات الوصفية للتوزيع من حيث عدد الوثائق، متوسط التوزيع (0.06987)، وتباين قدره (0.054239)، وانحراف معياري قدره (0.233).

المصدر: من واقع التحليل الإحصائي للبيانات باستخدام برنامج الحزم الإحصائية SPSS.

.

جدول (٤/٥)
حساب قيمة معامل كلمجروف سيمرنوف لتوزيع بواسون

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		NOC
N		89824
Poisson Parameter[a,b]	Mean	0.06987
Most Extreme Differences	Absolute	.000
	Positive	.000
	Negative	.000
Kolmogorov-Smirnov Z		0.22
Asymp. Sig. (2-tailed)		1.000

a. Test distribution is Poisson.
b. Calculated from data.
المصدر: من واقع التحليل الإحصائي للبيانات باستخدام برنامج الحزم الإحصائية SPSS.

يتضح من الجدول السابق ما يلي:

يوضح الجدول (٤/٥) أن مستوى المعنوية المحسوب هو(Asymp. Sig. (2-tailed=1 و حيث إن الاختبار من طرفين، فإننا نحسب القيمة عند مستوى معنوية 5 % للاختبار من طرفين (two-tailedtest) ، ونقارنها بالقيمة 0.025%، ونجد أن قيمة معامل كلمجروف سيمرنوف هو 0.22, وهذا يدل على أن هذه البيانات تتبع توزيع بواسون بمتوسط قدره (0.06987)، وانحرافًا معياريًا قدره (0.233)، وبعد الحصول على المتوسط و التباين لتوزيع بواسون يتم اختبار أفضل نموذج لتكرار المطالبات.

٣/٢/٥ اختيار أفضل نموذج لتكرار المطالبات

في الجزء التالي من البحث سيقوم الباحث بمحاولة بناء نموذج GLM مناسب لتكرار المطالبات السنوية من حيث عوامل الخطر السابق ذكرها وهي (الجنس، الفئة العمرية، منطقة الإقامة، نوع السيارة، وقيمة السيارة).وبفرض أن عدد المطالبات لكل وثيقة يتبع توزيع Poisson, لذلك نستخدم GLM من family Poisson (عائلة توزيعات بواسون).

ومن خلال بيانات الإصدار والتعويضات وتقسيم البيانات إلى مجموعات وفقاً لعوامل الخطر المتوفرة لاختبار أفضل نموذج، سيتم مقارنة النماذج ذات عوامل الخطر المختلفة، والتي تتضح من خلال الجدول التالي، والذي سيتم من خلاله اختبار الفرض القائل بأن إضافة عامل خطر إلى النموذج ليس له أي تأثير في الانحراف (.dev) وسوف يتم استخدام ملاءمة النموذج الفرعي المقترح، وبفرض أن الفرق بين النموذج السابق والنموذج الحالي .dev بدرجات الحرية df.

جدول (٥/٥)

$\mathbb{M}odel\ spec\mathcal{i}fication$	df	dev_{sub}	dev	$\Delta\, dev$	$\Delta\, df$
1	218		534.53		
1+car_value	216	574.785	566.982	7.803	2
1+area	216	547.023	541.615	5.408	2
1+gender	217	601.552	598.031	3.521	1
1+age_category	216	457.565	432.844	24.721	2
1+car_body	215	501.824	429.527	72.297	3
1+age_category+car_value	214	381.080	371.663	9.417	2
1+age_category+car_body	213	369.977	302.832	67.145	3
1+age_category+car_value+car_body	210	427.589	357.764	70.279	3

مقارنة تحليل الانحراف لنماذج تكرار المطالبات

ووفقًا لتحليل الانحراف في الجدول السابق يتضح أن أفضل نموذج هو:

1+age_category+car_value+car_body

٣/٥ بناء نموذج لوطأة المطالبات (قيمة المطالبات)

بالنسبة لتوفيق نموذج قيم المطالبات فقد تم تقدير المعلمات باستخدام النماذج الخطية المعممة، وذلك عن طريق استخدام توزيع جاما وتكون دالة الربط هي دالة المقلوب (Link Function Reciprocal)، والتي تستخدم لربط القيمة المتوقعة للمتغير التابع ($E(Y_i) = \mu_i$) بالمتنبئ الخطي(η_i) في حالة أن المتغير التابع يخضع لتوزيع جاما.

وتأخذ دالة الربط الشكل التالي $\frac{1}{\mu_i}\eta_i$

جدول (٦/٥)
الإحصاءات الوصفية لتوزيع جاما

	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Intercept	10.365	0.2665	0	32

المصدر: من واقع التحليل الإحصائي للبيانات باستخدام برنامج الحزم الإحصائية SPSS..

يتناول الجدول (٦/٥) بعض الإحصـــاءات الوصـــفية لتوزيع جاما من حيث تقدير قيمة المطالبات، متوسط التوزيع (10.365)، وتباين قدره (0.533)، وانحراف معياري قدره (0.2665). ولتوضيح مدى معنوية نموذج تكرار المطالبات باســتخدام النماذج الخطية المعممة ومعنوية المتغيرات التفسيرية، فإن ذلك يتضح من الجدول التالي:

جدول (٧/٥)

معنوية المتغيرات التفسيرية لنموذج تكرار المطالبات باستخدام النماذج الخطية المعممة باستخدام توزيع جاما

Goodness of fit

Goodness of fit	value	df	value/df
Deviance	364212	89823	4.05
Seald deviance	364753	89823	
Pearson Chi-squae	762815	89823	8.49
Scaled Pearson Chi-squae	651857	89823	
Log Likehood	650591		
Akaike's information Criterion (AIC)	651677		
Finite Sample corrected AIC(AICC)	938903		
Bayesian information criterion (BIC)	976284		
Consistent AIC (CAIC)	961425		

ويتضح من الجدول (٧/٥) معنوية المتغيرات التفسيرية في علاقتها بمتغير الاستجابة (قيمة المطالبات)، وذلك يؤكد على صلاحية النموذج للتنبؤ.

٤/٥ حساب المعلمات المقدرة للنموذج المقترح

يمكن من خلال الجدول التالي حساب المعلمات المقدرة للنموذج المقترح، وذلك كما يلي:

جدول (٨/٥)

تقدير معلمات النموذج المقترح

coefficients

Intercept	car_body1(CCB1)	Car_ body	age_category2(AC2)
-1.8410235	-0.0222619	-0.3291436	0.0268496
Car_value2(CV2)2	car_body29CCB2)	age_category1 (AC1)	age_category3(AC3)
-0.0031854	-0.1095134	0.2145110	0.2157923

٥/٥ تصنيف المخاطر الناتجة للمحفظة التأمينية:

يوضح الجدول رقم (٨/٥) تقدير تكرار المطالبات السنوية المتوقعة، والأهمية النسبية لكل فئة من فئات المخاطر من خلال قائمة الأسعار الناتجة، والتي تم الحصول عليها بناءً على النموذج الذي تم إختياره وتطبيقه، وسوف يتم استخدام الحرف (t) عند وجود الخاصية المقابلة للعمود، بينما يشير الحرف (f) إلى عدم وجود الخاصية، وسوف يتم تقسيم التقييم النهائي إلى ٢٤ فئة.

جدول (٩/٥)

تقدير تكرار المطالبات السنوية المتوقعة والأهمية النسبية لكل فئة من فئات المخاطر

Risk class	Age category			Car Value			Car body type		Exp.annual claim freq.%	Weights(%)
	AC_1	AC_2	AC_3	CV_1	CV_2	CV_3	CB_1	CB_2		
1	t	f	f	t	f	f	t	f	15.61	0.52
2	t	f	f	t	f	f	f	t	12.07	5.49
3	t	f	f	t	f	f	f	f	16.78	0.05
4	t	f	f	t	f	f	f	t	13.44	5.52
5	t	f	f	f	t	f	t	t	16.73	7.93
6	t	f	f	f	t	t	t	f	17.08	3.54
7	t	f	f	f	t	t	f	f	12.94	2.57
8	t	t	f	f	f	f	f	f	20.32	1.88
9	t	t	f	f	f	f	f	f	20.33	7.94
10	f	t	f	f	f	f	f	t	16.54	1.62
11	f	t	f	f	f	f	t	t	16.78	2.72
12	f	t	f	t	f	f	t	t	13.44	3.81
13	f	t	f	t	f	t	t	t	16.73	2.34
14	f	f	f	t	f	t	t	t	17.08	3.22
15	f	f	f	t	t	t	t	t	19.24	7.93
16	f	f	f	f	t	f	t	t	13.44	2.84
17	f	f	f	f	t	f	t	t	18.57	7.54
18	f	f	f	f	t	f	t	t	18.66	4.82
19	f	f	f	f	t	f	t	t	16.68	2.24
20	f	f	t	f	t	t	t	t	14.77	1.84
21	f	f	t	f	f	t	f	t	13.97	11.60
22	f	f	t	f	f	t	f	f	20.24	1.88
23	f	f	t	f	f	t	f	f	19.28	0.96
24	f	f	t	f	f	f	t	t	21.21	1.69

يلاحظ أن عدد المستويات في نظام BMS هو (S) وقد تم ترقيم المستويات داخل كل مجموعة (L) من ١ إلى S من المطالبات على أن تكون العقوبة عبارة عن نقاط في هذا النظام (يرتفع السائق عددًا معينًا من المستويات في كل مرة يقدم فيها مطالبة)، وكل مطالبة خالية تأخذ نقطة من المكافأة (ينخفض مستوى السائق بمقدار مستوى واحد).

وحيث إن المتغير التابع يخضع لتوزيع بواسون فإن دالة الربط تأخذ شكل دالة اللوغاريتم (Log Link Function) وهي على الشكل التالي $Log(\mu_i)\eta_i$ ، وذلك لربط القيمة المتوقعة للمتغير التابع ($E(Y_i) = \mu_i$) بالمتنبئ الخطي(η_i) .

وبفرض أن عدد المطالبات معروفة، وأن بيانات الشركة كافية لتحديد المستوى التالي، وأن أرقام المطالبات السنوية مستقلة؛ ففي هذه الحالة يمكن تحديد المسار وتمثيل المستويات من خلال تحليل سلاسل ماركوف Markov chain analysis.

وقد تم اختبار مدى تأثير عوامل الخطر المختلفة على عدد وقيمة المطالبات خلال فترة الدراسة، وأمكن إعداد الجدول الآتي باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS وكانت النتائج كما يلي:

جدول (١٠/٥)
تحديد درجة المعنوية لإختبار قيمة المطالبات(الوطأة)، وعدد المطالبات (التكرار)
وفقاً لعوامل الخطر المختلفة

Test / Risk factors	نتيجة اختبارات قيمة المطالبات		نتيجة اختبار عدد المطالبات
	ANOVA One -Way	T- test Independent Sample	Chi-squre test χ^2
car_value	-	0.584	0.003
area	0.000	0.239	0.309
gender	0.000	0.126	0.050
age_category	0.000	0.000	0.295
car_body	-	0.706	0.344

ويتضح من الجدول السابق (١٠/٥) أن قيمة المطالبات (الوطأة) تتأثر بالمنطقة الجغرافية، والنوع (الجنس)، وعمر قائد السيارة؛ بينما تتأثر عدد المطالبات (التكرار) بقيمة السيارة، والمنطقة الجغرافية، والنوع (الجنس)، وعمر قائد السيارة.

٦/٥ نظام تحفيز- عقوبة المقترح Bonus-Malus System (BMS)

على الرغم من تقسيم المخاطر كما سبق، فإن بعض المتغيرات تظل ضمن فئات المخاطر المحتملة، وهذا هو ما يعبر عنه بالمتبقي مع عدم التجانس ووجود تأثير عشوائي مقداره Θ_i وقد يرجح أن يكون سببه متغيرات غير ملحوظة، مثل القدرة على القيادة، والمخدرات وما إلى ذلك، لهذه الأسباب تحاول شركات التأمين اضفاء الطابع الفردي على ارتفاع معدلات الحوادث.

وبفرض أن $\{ l_1(\vartheta), l_2(\vartheta), l_3(\vartheta), \dots \}$ تشير إلى المسار الذي يعتمد على تكرار المطالبة السنوي المتوقعϑ

وبفرض أن $P_{\ell 1 \ell 2}(\vartheta)$ تشير إلى احتمال الإنتقال من المستوى ℓ_1 إلى المستوى ℓ_2 لحامل الوثيقة، وأن متوسط تكرار المطالبات(ϑ)

ومن خلال مصفوفة الانتقال من المستوى ℓ_1 إلى المستوى ℓ_2 يمكن الوصول إلى المعادلة التالية:

$$P_\vartheta = P_{\ell 1 \ell 2}(\vartheta) \ell_1 \ell_2 = 1,2,3, \dots . S.$$

وتتمتع جميع أنظمة BMS بأفضل مستوى من نتائج التطبيق حيث تظل الوثائق المكتتب فيها في هذا المستوى على نفس المستوى من المطالبات حتى بعد فترة تطبيق المكافأة لعدم المطالبة، ويمكن تحديد التوزيع الذي يمكن تطبيقه من خلال العلاقة التالية:

$$\pi_\vartheta = [\pi_0(\vartheta), (\pi_0(\vartheta), (\pi_0(\vartheta), \dots (\pi_0(\vartheta)]^{'}$$

حيث $\pi_\ell(\vartheta)$ هي الاحتمال الثابت لحامل الوثيقة ذو التكرار المتوسط، ويكون متوسط عدد المطالبات(ϑ)

ويمكن الوصول إلى حساب احتمال المطالبة الثانية كما يلي:

$$\pi_{\ell_2} = \lim_{n \to \infty} P^{\,n}_{\ell_1 \ell_2}(\vartheta)$$

ويجب ملاحظة أن الاحتمال الثابت π_ϑ لا يعتمد على مستوى البداية، ويمكن حساب π_ϑ كحل لنظام BMSالمقترح كما يلي:

$$\begin{cases} \pi^{'}(\vartheta) = \pi^{'}(\vartheta) P(\vartheta) \\ \pi^{'}(\vartheta) e = 1 \dots \dots \dots . \end{cases}$$

حيث $e = (1,1, \dots \dots . . 1)$

ولمعالجة مشكلة البواقي وعدم التجانس حيث إنه قد تم افتراض وجود بواقي عدم التجانس، وأن ذلك له تأثير عشوائي θ_i ، وبفرض أن عدد المطالبات N_i ، وأنه يتبع توزيع بواسون، ويمكن التعبير عن المعلمة العشوائية لعدم التجانس المتبقي كما يلي:

$$\mathrm{P}[N_i = k | \Theta_i = \theta] = \exp(-\lambda_i \theta) \frac{(\lambda_i \theta)^k}{k!} \, , k = 0,1,2,3, \dots .$$

وبفرض أن θ_i متغير مستقل، تكون دالة كثافة جاما المشتركة كما يلي:

$$\mu(\theta) = \frac{1}{\Gamma(a)} a^a \theta^{a-1} \exp(-a\theta) \, , \theta > 0$$

وقد نجد أن المتغير العشوائي θ_i يتبع توزيع ذي الحدين السالب، وذلك بمتوسط $E[\Theta_i] = 1$ و $var[\theta_i] = \frac{1}{a}$

وبذلك يمكن تقدير قيمة a من خلال العلاقة التالية:

$$\frac{1}{\hat{a}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \{(n_i - \hat{\lambda}_i)^2 - n_i\}}{\sum_{i=1}^{n} \widehat{\lambda_i^2}}$$

وبتطبيق المعادلات السابقة على البيانات المستخرجة من بيانات شركة المهندس للتأمين أمكن تقدير المعلمة a

$$\hat{a} = 1.0032$$

وإذا رمزنا للقسط النسبي عند المستوى(ℓ) بالرمز (r_ℓ)، فإننا نجد أن المؤمن عليه الذي يقع في المستوى(ℓ) سوف يقوم بدفع مبلغًا من القسط يساوي ($r_\ell\%$) من قسط التأمين المحدد مسبقاً على أساس الخصائص التي تم وضعها مثل الجنس، ومنطقة الإقامة (مدينة , قرية)، ونوع جسم السيارة، وقيمة السيارة، والفئة العمرية لقائد السيارة، ومتوسط عدد المطالبات لكل وثيقة؛ وذلك بهدف تحديد نسبة القسط($r_\ell\%$) التي يجب دفعه في السنة التالية بحيث يكون أقرب ما يمكن إلى عوامل الخطر(Θ) لحامل الوثيقة، والذي تم اختياره عشوائياً , وتخفيض

$E[(\Theta_i - r_L)^2]$ إلى أقل حد ممكن.

وإذا افترضنا أن (ß) ترمز إلى تكرار المطالبات المتوقعة، وأن (Θ) هو التأثير المتبقي لعوامل الخطر غير الظاهرة، والتي لم يتم أخذها في الحسبان عند حساب قيمة القسط عندئذ يكون تكرار المطالبات الفعلية المتوقعة هو(Θß).

وقد يكون كلاً من المتغير العشوائي (ß)، والمتغير العشوائي (Θ) مستقلان عن بعضهما البعض، وبفرض أن (w_k) تشير إلى وزن فئة الخطر أي الفئة التي يكون تكرار مطالبتها السنوية المتوقعة (λ_k). وعلى ذلك يكون

$$P[ß = \lambda_k] = w_k$$

وإذا كانت (L) ترمز إلى المستوى الفئة التي يشغلها حامل الوثيقة الذي تم اختياره عشوائياً، والذي يكونه موقعه الثابت في المستوى (ℓ) ويمكن حساب احتمال وقوع حامل الوثيقة $P[L = \ell]$ في الفئة المتوقعة من خلال العلاقة التالية:

$$P[L = \ell] = \sum_{k\ell} w_k \int_0^\infty \pi_\ell(\lambda_k\theta)\mu(\theta)d\theta \quad \ell = 0,1,2,3,\dots.,s.$$

حيث:

$$\pi_\ell(\lambda_k\theta) = P\big[L = \ell | ß = \lambda_{k,}\big], \Theta = \theta$$

ويمكن الحصول على قيمة القسط النسبي (r_ℓ) كحد أدنى من$E[(\Theta_i - r_L)^2]$ من خلال العلاقة التالية:

$$r_\ell = \frac{\sum_k w_k \int_0^\infty \theta\pi_\ell(\lambda_k\theta)\mu(\theta)d\theta}{\sum_k w_k \int_0^\infty \pi_\ell(\lambda_k\theta)\mu(\theta)d\theta}$$

والعلاقة السابقة هي التي سيتم استخدامها للحصول على قيمة القسط النسبى المتوقع باستخدام النموذج المقترح BMS.

٧/٥ تطبيق نظام تحفيز- عقوبة المقترح Bonus-Malus System (BMS) لحساب القسط النسبي:

سوف يستخدم الباحث ٥ مستويات في نظام BMS المقترح:

$$(\ell)=5$$

وأنه يتم مكافأة حملة الوثائق (اصحاب السيارات) عن كل سنة خالية من المطالبات بمكافأة عدم مطالبة واحدة بمعنى أن أفضل مستوى هو المستوى (1)، وأنه عند المطالبة في أي سنة يتم تحويلهم إلى المستوى (5) والجدول ١٠/٥ يعرض نتائج BMS المقترح لحساب القسط النسبي وذلك بمعلومية

$$\hat{a} = 1.0032$$

وباستنتاج قيم ($\hat{\lambda}_k s$) من **جدول ٩/٥ السابق**.

جدول (١١/٥)
حساب القسط النسبي باستخدام نظام تحفيز- عقوبة المقترح

level ℓ	P(L= ℓ)%	r_ℓ%
1	61.81	65.80
2	4.52	125.33
3	8.85	139.22
4	10.54	155.61
5	14.08	177.30

نستنتج من الجدول السابق(١١/٥) أن ٦١,٨١٪ من الوثائق تقع في المستوى (١)، وأن حملة الوثائق في هذا المستوى يحصلون على أقصى خصم, وأنهم سيقومون بدفع ٦٥,٨٪ فقط من قيمة القسط الذى تحسبه الشركة لحصولهم على خصم عدم المطالبة كاملة, بينما ٤,٥٢٪ من الوثائق تقع في المستوى (٢)، وأن حملة الوثائق في هذا المستوى لا يحصلون على خصم، وأنهم سيقومون بدفع ١٢٥,٣٣٪ من قيمة القسط المسبق لتقدمهم بمطالبة واحدة خلال فترة التعاقد, ونجد أن ٨,٨٥٪ من الوثائق تقع في المستوى (٣)، وأن حملة الوثائق في هذا المستوى على المستوى سيقومون بدفع ١٣٩,٢٢٪ من قيمة القسط المسبق لتقدمهم بمطالبتين خلال فترة التعاقد, ونجد أن ١٠,٤٥٪ من الوثائق تقع في المستوى (٤)، وأن حملة الوثائق في هذا المستوى سيقومون بدفع ١٥٥,٦١٪ من قيمة القسط المسبق لتقدمهم بثلاثة مطالبات خلال فترة التعاقد, وأخيراً نجد أن ١٤,٠٨ من حملة الوثائق سيقعون عند أعلى مستوى من الزيادة في قيمة القسط حيث إنهم سيقومون بدفع ٣٠,١٧٧ من قيمة القسط نظراً لتقدمهم بأربعة مطالبات, وفيما يزيد عن ذلك من مطالبات يكون للشركة الحق في تقييم العميل مرة أخرى، وتحديد مدى قبول الخطر من عدمه, وعند قبول الشركة للخطر يكون من حقها إعادة التقييم بما يتناسب مع تقديرها للخطر.

٦- النتائج والتوصيات

١/٦ النتائج

- يستند نموذج (BMS) المقترح على عدد الحوادث الماضية، ووطأتها في عملية تقدير تسعير تأمين السيارات التكميلي.
- إن استخدام نموذج (BMS) في تسعير تأمين السيارات التكميلي يساعد على وضع أساس واضح ومحدد لتحديد الأخطار الجيدة، والأخطار الرديئة مما يؤدي إلى المساعدة في اتخاذ قرارات الاكتتاب المناسبة.
- إن استخدام نموذج (BMS) في تسعير تأمين السيارات التكميلي يساعد في تكوين محفظة اكتتاب متوازنة.
- إن استخدام نموذج (BMS) في تسعير تأمين السيارات التكميلي يحقق التوازن المالي لشركة التأمين، ويضمن للمؤمن له دفع القسط الذي يتناسب مع درجة احتمال تعرضه للخطر.

٢/٦التوصيات

من خلال الدراسة التي قام بها الباحث سواء النظرية أو التطبيقية، وبناء على النتائج التي تم التوصل إليها فإن الباحث يقدم التوصيات التالية:

- ضرورة استخدام الأساليب العلمية والتوزيعات الاحتمالية عند تسعير التأمين التكميلى على السيارات في شركات التأمين المصرية.
- استخدام نموذج تحفيز ـــــــ عقوبة (BMS) في تسعير التأمين التكميلى على السيارات في شركات التأمين المصرية.
- ضرورة توافر أدوات علمية ونماذج مختلفة لدى متخذي القرار في شركات التأمين تساعدهم في اتخاذ القرارات.
- ضرورة إجراء المزيد من الأبحاث التي يمكن استخدامها في مجال تسعير فروع التأمينات العامة المختلفة، وخصوصاً استخدام النماذج الخطية المعممة (GLM's).
- ضرورة تسعير تأمين السيارات التكميلي في ضوء عوامل الخطر التي تؤثر في كل من تكرار المطالبات أو قيمتها أو الاثنين معاً، وذلك بما يحقق شرطي الكفاية والعدالة في قسط التأمين.

٧- المراجع

١/٧ المراجع العربية:

- إبراهيم، أحمد عبد الرحمن سيد أحمد، **استخدام الدمج بين النماذج المالية، والنماذج الاكتوارية فى تسعير التأمين الشامل على السيارات الخصوصية بالسوق السعودى**، مجلة البحوث المالية والتجارية، كلية التجارة، جامعة بورسعيد, ٢٠١٤.
- الحصري، محمد حسن سيد، **استخدام النماذج الخطية المعممة في تسعير تأمين السيارات التكميلي**، مجلة البحوث الإدارية، مركز الإستشارات والبحوث والتطوير، أكاديمية السادات للعلوم الإدارية, ٢٠١٧.
- الديب، على السيد عبده، **تسعير التأمين التكميلى للسيارات الخاصة فى جمهورية مصر العربية وفقا للعوامل المؤثرة فى درجة الخطر**، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة القاهرة, ١٩٩٢.
- المعداوي، محمد مسعد، **استخدام التحليل متعدد المتغيرات في تسعير تأمين السيارات التكميلي**، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التجارة، جامعة المنصورة, ٢٠١٠.
- البلقيني، محمد توفيق إسماعيل وآخرون، **نموذج متعدد المتغيرات لتوفيق بيانات مطالبات تأمين السيارات التكميلي (دراسة تطبيقية)** , المجلة المصرية للدراسات التجارية, كلية التجارة, جامعة المنصورة, ٢٠١٠.
- الزيات، ماهى محسن محمد يونس، تقدير **نموذج الارتباط الهامشي للبيانات الطولية مع التقصير**، مجلة جامعة الاسكندرية للعلوم الإدارية، كلية التجارة، جامعة الاسكندرية، العدد الرابع, ٢٠١٩.
- الخواجة، مصطفى عبد المنعم وآخرون، تقييم **لبعض نماذج الإنحدار الذاتي المعممة المشروطة بعدم ثبات التباين "دراسة قياسية"**، مجلة كلية التجارة للبحوث العلمية، كلية التجارة، جامعة الإسكندرية, ٢٠١٨.
- عجوة، أماني محمد، نمو**ذج مقترح لتسعير وثائق تأمين السيارات التكميلى**، مجلة الدراسات التجارية المعاصرة، كلية التجارة، جامعة كفر الشيخ, ٢٠٢٠.
- عجوة، أماني محمد، **استخدام توزيع بواسون ذي الأصفار الزائدة، وتوزيع هاردل بواسون في نمذجة تكرار المطالبات في تأمين السيارات**، المجلة المصرية للدراسات التجارية، كلية التجارة، جامعة المنصورة,**٢٠١٩**.
- عفيفي، أحمد زكريا محمد, **رسالة دكتوراه غير منشورة** , كلية التجارة, جامعة بنها, ٢٠١٨.
- نوار، عبد الله رمضان عبد الله، **نموذج إحصائى للتنبؤ بأقساط تأمينات السيارات**- دراسة مقارنة: دراسة تطبيقية على شركة قناة السويس للتأمين، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة عين شمس, ٢٠١٦.
- عبد الله، مروه سعيد، **استخدام الشيكات العصبية الفازية في ترشيد قرارات الاكتتاب في تأمينات الممتلكات والمسئوليات في السوق المصرية: بالتطبيق على فرع تأمين السيارات التكميلي**، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التجارة، جامعة القاهرة, ٢٠١٣.
- هاشم، محمد محمود، **استخدام التوزيعات الإحتمالية في التنبؤ بالمطالبات بالتطبيق على تأمين السيارات التكميلي بشركات التأمين المصرية**، مجلة الدراسات المالية والتجارية، كلية التجارة، جامعة بني سويف, ٢٠١٩.

٢/٧ المراجع الأجنبية:

- A.J. Dobson and A.G. Barnett," **An Introduction to Generalized Linear Models**", CRC, 2008.
- Arslan, G., "**On a Characterization of the Uniform Distribution by Generalized Order Statistics**". Journal of Computational and Applied Mathematics, 2011.
- Evelien Brisard,**"Pricing of Car Insurance With Generalized Linear Models"**, MSc. thesis, Brussel University, 2014.
- Guillén, M., Nielsen, J. P., Ayuso, M., & Pérez Marín, A. M. (2018), **Exposure to Risk Increases the Excess of Zero Accident Claims Frequency In Automobile Insurance**, UB Economics–Working Papers, 2018, IR18/10.
- Tierney, L. and Kadane, J.B., "**Accurate Approximations For Posterior Moments and Marginal Densities**", Journal of the American Statistical Association, Vol. 81,1986.
- Arslan, G., **"On a characterization of the uniform distribution by generalized order statistics"**. Journal of Computational and Applied Mathematics. 2011.
- Balakrishnan, N., Kannan, N., Lin, C. and Wa, S., "**Inference for the Extreme Value Distribution Under Progressive Type-II Censoring**, Journal of Statistical Computational and Simulation, Vol. 74,2004.
- Jaheen, Z.F., **Empirical Bayes Inference for Generalized Exponential Distribution Based on Records**. Communications in Statistics: Theory and Methods, Vol. 33,2004.
- Raqab, M.Z., Madi, M.T. and Kundu, D, **Estimation of P(Y<X) for the Three Parameter Generalized Exponential Distribution**. Communications in Statistics-Theory and Methods, Vol. 37: ,2008.
- Tam Ha, "**Modeling The Premium in Non-Life Insurance ",** MSc. thesis, Oslo university, 2017.
- Shakil, M., Kibria, B, . M, . G, . and Singh, . J, . N, . **" A New Family of Distribution Based on the Generalized Pearson Differential Equation with Some Applications** " , Austrin Journal of statistics , Vol 39, 2010.
- Silvie Kafkova," **Bonus – Malus Systems in Vehicle Insurance"**,2nd Goble Conference on Business, Economics, Management and Tourims, Pgue, Czech Republic,2014.

Applying the Bonus-Malus System on the Pricing of Supplementary Car Insurance: An Applied Study on the Egyptian Insurance Companies

Dr. Mohamed Mahmoud Hashim

Abstract

This research aims to evaluate the pricing of supplementary car insurance by referring to the data of one of the property and liability insurance companies in the Egyptian market using the Bonus-Malus System (BMS), in order to obtain the supplementary car insurance premium paid by the insured, to determine the estimated insurance premium which varies according to the individual characteristics of the insured, as the value of the premium increases with the increase of accidents done by the insured. Thus, each insured person will pay a premium according to the degree and probability of exposure to accidents, by taking the factors affecting the degree of risk into consideration when applying the proposed (BMS) model, and analyzing the supplementary insurance data portfolio on private cars using the generalized linear model (GLM), estimating the frequency of annual claims by implementing the (BMS) in supplementary insurance on private cars in the Egyptian insurance market, also comparing models with different predictive variables through deviation analysis, and choosing the best model based on this comparison to estimate the volume of annual claims, then using the (BMS) for each category to calculate the insurance premium that ensures the adequacy and fairness of the insurance coverage.

It has been concluded that the proposed (BMS) model is based on the number of past accidents and its impact on estimating insurance pricing, and emphasized that using this model in the pricing of supplementary car insurance helps in establishing a clear and specific basis for identifying good and bad risks, which helps in taking better decisions and forming a balanced portfolio, also it ensures the financial balance of the insurance company and guarantees that the insured will pay a premium that is proportional to the degree of his exposure to risk.

Key words: Supplementary Car Insurance, Pricing, Bonus-Malus System, Generalized Linear Model.