النمذجة الاكتوارية لقيم مطالبات التأمين الطبى باستخدام أسلوب الكتل الزمنية

Actuarial Modeling for Medical Insurance Claims Using Block Maxima

منى البشير الشربينى[١] ، أمانى محمد عجوة[٢]

ملخص البحث

يهدف هذا البحث إلى تقديم نموذج فعال فى تقدير قيم مطالبات التأمين الطبى من خلال تطبيق أسلوب الكتل الزمنية وهو أحد الأساليب الرئيسة فى نظرية القيم المتطرفة، ويعتمد هذا الأسلوب على تقسيم البيانات إلى كتل زمنية متساوية ثم استخراج القيم القصوى من كل كتلة، وفى هذا السياق تم تقسيم النموذج إلى مطالبات عادية وهى المطالبات الموجودة فى التأمين الطبى، ومطالبات متطرفة، وتم استخدام بعض التوزيعات الاحتمالية المتصلة لتوفيق بيانات المطالبات العادية، وقد أكد معيارى AIC & BIC أن أفضل توزيعيين لتمثيل البيانات هما توزيع ويبل، وتوزيع باريتو، أما بالنسبة لقيم المطالبات المتطرفة فقد اثبت اختبار كولومجروف سميرنوف صلاحية توزيع القيم المتطرفة المعمم لتمثيلها. وتوصل البحث إلى أن الدمج بين توزيعى المطالبات العادية والمطالبات المتطرفة يعطى نتائج أفضل حيث يتم الدمج من خلال وزن نسبى يتم تحديده على ضوء ظروف كل شركة، وذلك للوصول لتقدير قيمة المطالبة فى التأمين الطبى مع الأخذ فى الاعتبار احتمال حدوث المطالبة.

الكلمات المفتاحية: التأمين الطبى، أسلوب الكتل الزمنية، توزيع القيم المتطرفة المعمم، توزيع ويبل، توزيع باريتو

[١] مدرس بقسم الاحصاء التطبيقى والتأمين ، كلية التجارة – جامعة المنصورة (mona_1973@mans.edu.eg)

[٢] أستاذ مساعد بقسم العلوم الكمية ، كلية التجارة – جامعة السويس ،(amanyagwa@gmail.com)

Abstract

This study aims to present an effective model for estimating the claim size of medical insurance claims by applying the Block Maxima approach, which is one of the main methods in Extreme Value Theory (EVT). This approach involves dividing the data into equal time blocks and extracting the maximum value from each block. In this context, the model distinguishes between regular claims, which are common in medical insurance, and extreme claims. Several continuous probability distributions were used to fit the data for regular claims. Based on the Akaike Information Criterion (AIC) and the Bayesian Information Criterion (BIC), the best-fitting distributions were found to be the Weibull distribution and the Pareto distribution. As for the extreme claims, the Kolmogorov–Smirnov test confirmed the suitability of the Generalized Extreme Value (GEV) distribution to represent them. The study concluded that combining the models for regular and extreme claims leads to improved results. This combination is performed using a weighted proportion, which is determined based on the specific conditions of each insurance company, in order to accurately estimate the claim value in medical insurance while considering the probability of claim occurrence.

Key words: Medical Insurance, Block Maxima Approach, Generalized Extreme Value (GEV) Distribution, Weibull Distribution, Pareto Distribution

١. مقدمة:

تعتبر الرعاية الصحية هي الركيزة الاساسية لتحقيق التنمية المستدامة ورفع جودة المواطنين وذلك من خلال جودة وشمولية خدمات الرعاية الصحية المقدمة وهذا ما تتبناه رؤية 2030 وخاصة مع زيادة وطأة المخاطر الصحية التي يتعرض لها الانسان في ظل الظواهر والتغيرات الحديثة وما نتج عنها من تغيرفي أنماط الحياة وبالتالي التغير في طبيعة وحجم المخاطر التي يتعرض لها الانسان ،وكان هذا من أهم دوافع الحكومة لإنشاء منظومة التأمين الصحي الشامل والتي انطلقت في ديسمبر2017 حتي تم تغطية 6 محافظات تسجيل 5 ملايين مستفيد عام 2023 (الهيئة العامة للرعاية الصحية 30 يونيو 2024).

ولقد أثبتت تجارب الكثير من الدول في هذا المجال أهمية مشاركة قطاع التأمين التجاري ودوره الفعال في النهوض بمنظومة التأمين الصحي الشامل ،وإيمانا من الدولة بأهمية مشاركة القطاع الخاص في تغطية خدمات الرعاية الطبية للمواطنين تم توقيع برتوكول تعاون بين الهيئة العامة للتأمين الصحي الشامل والاتحاد المصري التامين حيث

تم عمل نموذج تشغيلي مستهدف يتناسب مع سياسة التطبيق التدريجي لبرنامج التأمين الصحي الشامل وأهمية التطوير التدريجي ايضا للكوادر الفنية في الهيئة وشركات القطاع الخاص المشاركة والاتفاق ايضا علي قيام شركات التأين بتوفير شبكة قوية من مقدمي الخدمة الصحية من القطاع الخاص(الهيئة العامة للتأمين الصحي الشامل، سبتمبر ٢٠٢٣).

ولقد أكد رئيس الهيئة العامة للتأمين الصحي علي أهمية مشاركة القطاع الخاص في تقديم الرعاية الصحية وأنه سوف يتم تعديل القانون ليشمل ألية منضبطة لتلك المشاركة حيث أكد أن تلك المشاركة سوف يضمن جودة الخدمة المقدمة وضمان التسعير الجيد للخدمة نظرا للخبرة الكبيرة وتطور البنية التكنولوجية والبيانات الكافية والكوادر الفنية اللازمة لاتخاذ القرارات التسعيرية الجيدة وسوف تساعد مشاركة قطاع التأمين التجاري في تقديم تغطيات تأمينية متنوعة تساعد في دعم الرعاية الطبية للمواطنين ولذلك بات من الضروري علي الشركات التأمين التي تقدم تغطيات رعاية طبية ضرورة تطوير خدماتها وتالتقييم المستمر لسياساتها وهو ما يجعل من الأهمية بما كان توجه الباحثين بشكل أكثر لدراسة هذا النشاط . (فاروق ، 2024).

١,١ أهمية البحث:

من الملاحظ ارتفاع إجمالي المصروفات لفرع التأمين الطبي كما هو موضح في جدول (١-١) مما نتج عنه الانخفاض الملحوظ في الفائض التأميني لهذا النشاط ويعتبر العامل الأهم في ذلك ارتفاع تكلفة الخدمات الطبية والادوية والراجع لارتفاع اسعار صرف العملات مقابل الجنية المصري وربما يكون السبب الاهم عدم كفاءة سياسة التسعير والاكتتاب في شركات التأمين مما يتطلب اعادة النظر في تلك السياسات حتي يتثني لهذا القطاع تحقيق الغرض الأهم وهو رفع كفاءة الرعاية الطبية المقدمة للمواطنين وبأقل تكلفة

وتقديم تلك الخدمات جنبا بجنب مع برنامج التأمين الصحي الشامل لاستكمال خطة التنمية الشاملة والمستدامة المنشودة.

جدول (1-١): بيان فائض (عجز) نشاط التأمين الطبي في مصر لعام 2024

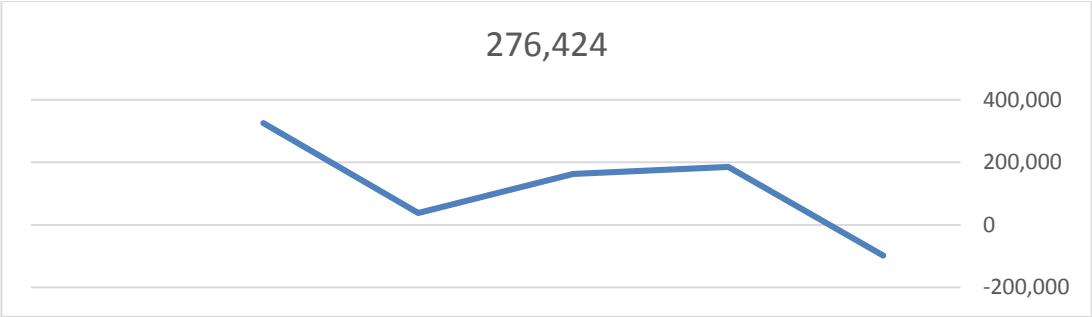
بيان	فرع الطبي	اجالي تأمين الممتلكات	الاهمية النسبية
اجمالي الايرادات	9,450,607	39,415,709	% 23.9
اجمالي المصروفات	9,124,824	30,738,016	% 29.7
فائض (عجز) النشاط	325,784	7,456,302	% 4.4

المصدر: التقرير السنوية عن نشاط التأمين هيئة الرقابة المالية 2023/2024

١,٢مشكلة البحث:

نظرا للارتفاع الملحوظ والمتلاحق في تكلفة خدمات الرعاية الطبية والأدوية في الفترة الأخيرة والذي بدوره سوف يؤدي إلي ارتفاع تكلفة الخدمة التأمينية المقدمة للمؤمن لهم وهذا ما يخلق فجوة سعرية بسبب الاختلاف بين تكلفة الخدمات الطبية التي تم التسعير علي اساسها وبين الاسعار الفعلية الحالية وقت استحقاق المطالبة ، ويتضح من الشكل (1) التذبذ في حجم فائض (عجز) النشاط التأميني لفرع التأمين الطبي في السوق المصري مما يعكس أهمية مراجعة اداء شركات التأمين والسياسات المتبعة في إدارة هذا الفرع والتي من أهمها سياسة التسعير والتي تعتبر هي الاستراتيجية الاصعب بالنسبة لشركات التأمين التجاري لهذا الفرع نظرا للتنوع الكبير للتغطيات والخدمات المقدمة وتفاوت تكلفتها ، وهذا ما يتطلب بالضرورة النمذجة المناسبة والجيدة لبيانات قيم مطالبات التأمين الطبي ، وذلك من أجل تقديم منتجات تأمين طبي ذات اسعار كافية وعادلة في نفس الوقت لتخفيف عبء تكلفة تلك الخدمات من علي كاهل المواطنين وضمان استمرار شركات التأمين في تقديم تغطيات التأمين الطبي علي الوجه الامثل (محمد ، واخرون ٢٠٢١).

شكل من اعداد الباحث من واقع بيانات التقرير السنوي لهيئة الرقابة المالية لنشاط التأمين



شكل(١-١): بيان فائض (عجز) نشاط التأمين الطبي في شركات التأمين التجاري في الفترة (2019/2024)

١,٣ الدراسات السابقة:

تناولت العديد من الدراسات التأمين الطبي التجاري من جوانب مختلفة نعرض منها:

دراسة (فاروق & أحمد 2022) استخدمت الدراسة أسلوب التحكم الامثل لتعظيم دالة المنفعة بالاعتماد علي مجموعة من المتغيرات المستقلة وتشمل (معامل التحمل – الاقساط الحصلة – معدلات الخسائر – قيم المطالبات – معامل الخصم – معدل التحمل) ومن أهم نتائج الدراسة قدرة النموذج المستخدم علي تعظيم منفعة شركة التأمين في نشاط التأمين الصحي في المملكة العربية السعودية حيث تم التوصل إلي القيم المثلي للسعر ومقدار التحمل وأن القيم المقرحة أكبر من المستخدمة بالفعل.

كما تناولت دراسة (Le, D. H, 2024) استتخدام نماذج تعلم الالة (ML) التي تقوم علي نماذج الانحدار للتنبأ بتكلفة التأمين الطبي كما استخدمت الدراسة اساليب الذكاء الصناعي (XAL) ونماذج (SHAP) لتحديد العوامل المؤثرة في تسعير التأمين الطبي حيث يهدف الباحث إلي مساعدة متخذي قرار التسعير بتقديم تغطية تأمينية بأفضل سعر ممكن.

دراسة (محسن ، وأخرون 2024) استخدمت نموذج الانحدار الخطي المعمم (GLM) لتسعير التأمين الطبي في مصر ولقد توصلت الدراسة إلي أن أهم المتغيرات التي تؤثر في التسعير هي التعويضات ومعدل العمولات وتكاليف الانتاج وأن أفضل طرق التسعير في ظل نموذج الانحدار الخطي المعمم هي (Log Normal).

دراسة (فاروق ، ٢٠٢٤) هي دراسة نظرية تناولت وضع وؤية مستقبلية لكيفية مشاركة قطاع التأمين التجاري في منظومة التأمين الصحي الشامل ووضحت الدراسة التحديات وأهم نقاط القوة والضعف التي يمكن أن تظهر من التعاون المشترك بين التأمين الصحي الشامل من قبل الحكومة والتأمين الطبي التجاري ووضع الحلول الممكنة لرفع كفاءة التغطية الصحية الشاملة.

دراسة (Kabiri, et al 2021): اقترحت الدراسة وثيقة تجمع بين تغطية تأمين علي الحياة وتغطية التأمين الطبي واشتقاق نموذج للتسعير باستخدام نموذج ميكهام لمطالبات التأمين علي الحياة وتوزيع بواسون وتوزيع جاما لمطالبات التأمين الطبي.

دراسة (محمد ، وأخرون 2021): تهدف الدراسة إلي تسعير التأمين الطبي التجاري باستخدام نظرية المصداقية من خلال نموذج (BSCM) بطريقة تتناسب مع ما يقدمه من تغطيات تأمينية ودرجات الخطورة المتفاوتة بالاعتماد علي قاعدة البيانات من مستشفي عين شمس التخصصي وشركات التأمين المتعاقدة معها.

دراسة ((Billa & Nagpal, (2024): استخدمت الدراسة تقنيات تعلم الالة لتحسين التنبؤ بقسط التأمين الطبي حيث تستخدم الدراسة تأثير مجموعة من العوامل علي السعر منها العوامل الديموجرافية والتاريخ الطبي ونمط الحياة حيث تم استخدام جموعة من الخوارزميات لتعلم الالة منها الانحدار وشجرة القرارات والتوصل لتحسين دقة اداء نماذج التعلم الالي للتنبؤ باسعار التأمين لاتخاذ قرارات تسعرية فعالة.

دراسة (Pendzialek & stock 2016): استخدمت الدراسة نموذج التحكم الامثل لترشيد تكاليف الرعاية الصحية وجودتها حيث تعتمد علي المرونة السعرية حيث تم دراسة المرونة السعرية في ٤٥ دولة وجد أنها بلغت المرونة السعرية لللتأمين الصحي الاختياري في الولايات المتحدة (2−1) بينما كانت أعلي في دول مثل المانيا وهولندا كانت أعلي وحيث وجد أن العمر ومستوي الحالة الصحية هما العاملان الاكثر تأثيرا علي المرونة السعرية.

دراسة (Zhang & Wu 2020): تناولت الدراسة أهمية التأمين الطبي التجاري في تخفيف وطأة المرض وتكاليف الرعاية الطبية حيث استخدمت طريقة مضاعف لاجرانش وتقنية الحد الامثل وذلك لتقدير قيمة التعويض الأمثل .

دراسة (Zhang & Wu 2021): تقوم الدراسة بحساب حد الاحتفظ الامثل لاتفاقيات إعادة التأمين الطبي وذلك باستخدام طريقة مضاعف لاجرانش وتقنية الحد الامثل وتحديد العوامل الاساسية المؤثرة في تحديد قيمة التعويض الامثل وحد الاحتفاظ.

دراسة (Ismael & Amin 2024): استخدمت الدراسة تحليل التباين المتعدد الاتجاهات (MANOVA) والانحدار اللوجستي وذلك لدراسة العوامل المؤثرة علي تكلفة التغطية التأمينية في التأمين الطبي التجاري.

دراسة (فياض ، واخرون 2024): تهدف الدراسة إلي عرض بعض اساليب التسعير المتبعة لتسعير منتجات التأمين الطبي وتحليل العوامل المؤثرة علي تسعير منتجات التأمين الطبي المحدود التغطية وذلك باستخدام الانحدار المتعدد التدريجي وتوصلت الدراسة إلي أن أكثر العوامل تأثيرا هي العمر والتدخين عدد الاطفال المعولة.

دراسة (حافظ ، 2018): تناولت الدراسة التحليل الكمي للعدلات الفنية (معدل الخسارة – عدل الاحتفاظ – معدل المصروفات العمومية والادارية – تكاليف الانتاج –

المعدل الركب– فائض أو عجز النشاط التأميني) والتنبؤ بها في فرع التأمين الطبي في شركات التأمين المصرية خلال ثلاث سنوات وتحديد أفضل الدوال لكل معدل ، حيث توصلت الدراسة إلي ضرورة تعديل سياسات التسعير والاكتتاب وكذلك المراجعة المستمرة لتلك السياسات وذلك لتحسين تلك المعدلات الفنية.

الدراسات السابقة التي تناولت توزيعات القيم المتطرفة:

ركزت دراسة (**Yaqiong, 2018**) على قياس الحد الأقصى لمطالبات التأمين الصحى عن طريق استخدام القيمة عند الخطر VaR وكذلك استخدام الكتل الزمنية Block Maxima عند استخدام توزيع القيم المتطرفة.

واهتمت دراسة (**Uwingabire, 2018**) بدراسة مطالبات التأمين الصحى المتطرفة حيث استخدام الباحث توزيع باريتو المعمم Generalized Pareto Distribution لنمذجة القيم المتطرفة التى تتجاوز حدا معينا.

أما دراسة (**Rohrbect et al., 2018**) فقد اهتمت بالمطالبات النادرة حيث اهتمت بعدد المطالبات للممتلكات المرتبطة بالمياه وذلك لتحسين النماذج التى تدرس الأعداد الكبيرة من المطالبات حيث اعتمدت الدراسة على توزيع باريتو المعمم المتقطع ليمثل البيانات المتطرفة.

وقدمت دراسة (**Ekermann & Swartling, 2022**) نموذج لتقدير المطالبات السنوية المتوقعة لتأمين عيوب البناء Construction defect insurance ، وكذلك استخدام هذا التقدير كمؤشر لحساب الاحتياطيات التى تحتاج شركة التأمين لتكوينها وذلك لضمان توفير تغطيات للمطالبات الكبيرة المحتملة فى المستقبل.

وتهدف درراسة (**Dzupire, 2024**) إلى استخدام نظرية القيم المتطرفة للتنبؤ بالمطالبات كبيرة الحجم فى تأمين الحريق، واستخدمت هذه الدراسة توزيع باريتو المعمم ذى الثلاث معلمات وذلك لنمذجة ذيل التوزيع والذى يعبر عن الخسائر الكبيرة.

ومن الدراسات السابقة يتضح الآتى:

١- استخدام اساليب نذمجة وتسعير لا تناسب بيانات التأمين الطبي الذي يتصف بصعوبة التسعير لاختلاف طبيعة البيانات وتغيرها وتنوع التغطيات

٢- معظم الدراسات تطرقت للدراسة النظرية للتأمين الطبي التجاري ومقارنته بالتأمين الصحي الشامل.

٣- معظم الدراسات التى اهتمت باستخدام توزيعات القيم المتطرفة سواء باستخدام الكتل الزمنية أو باستخدام توزيع باريتو المعمم كانت تخص التأمين الصحى أو أنواع التأمينات الأخرى، ويوجد فروق بين التأمين الصحى الذى توفره الدولة للمواطنين عن التأمين الطبى الذى يقوم الشخص بتحمل تكلفة الوثيقة الخاصة به، لم تتطرق أى دراسة من الدراسات السابقة بدراسة نمذجة التأمين الطبى باستخدام توزيع القيم المتطرفة،وهذه النمذجة هى حجر الأساس لبداية تسعير جيد قائم على أسس علمية سليمة.

١,٤ الهدف من البحث:

يهدف هذا البحث إلى تقديم أسلوب علمى لنمذجة قيم مطالبات التأمين الطبى من خلال الفصل بين قيم المطالبات العادية وقيم المطالبات المتطرفة، ويمكن تحقيق ذلك من خلال القيام بالخطوات التالية:

١. توفيق بيانات التأمين الطبى (جميع المطالبات سواء كانت عادية أو متطرفة) باستخدام بعض التوزيعات الاحتمالية المتصلة.

٢. اختبار جودة توفيق هذه التوزيعات باستخدام اختبار كولومجروف سميرنوف

٣. استخدام معيارى AIC، BIC للاختيار بين التوزيعات التى أثبتت اختبارات جودة التوفيق صلاحيتها لتمثيل البيانات

٤. تقسيم عدد المطالبات الكلية إلى عينات زمنية (كل ١٠ مطالبات متتالية) واختيار أعلى قيمة للمطالبة من بينهم وبذلك تم بناء الكتل الزمنية Block Maxima
٥. استخدام الصيغة العامة لتوزيع القيم المتطرفة والبيانات التى تم تجميعها باستخدام الكتل الزمنية وتقدير معلمات توزيع القيم المتطرفة.
٦. اختبار جودة توفيق القيم المتطرفة باستخدام اختبار كولومجروف سمرنوف
٧. الدمج بين توزيع المطالبات العادية وتوزيع المطالبات المتطرفة بوضع نسب محددة للمطالبات العادية من اجمالى المطالبات وبالتالى تكون النسبة المكملة هى نسبة المطالبات المتطرفة
٨. حساب متوسط التوزيع بعد الدمج ليكون هو المتوسط العام للخسارة، مع ملاحظة أن هذا المتوسط يجب أن يرتبط باحتمال حدوث المطالبة.

١,٥ حدود الدراسة:

الحدود المكانية: تتناول هذه الدراسة بالبحث وثائق التأمين الطبى فى مصر بالتطبيق على شركة المهندس للتأمين

الحدود الزمنية: نظرا لعدم اتاحة بيانات التأمين الطبى التفصيلية فقد تم الاعتماد على وثائق التأمين الطبى بشركة المهندس للتأمين فى ٢٠١٦، ٢٠١٧.

٢. نظرة عامة علي نشاط التأمين الطبي التجاري

بدأت شركات التأمين التجاري في مصر بممارسة نشاط التأمين الطبي عام 1964 وذلك بصدور القرار الجمهوري بقانون 1964/75 حيث يندرج التأمين الطبي كأحد فروع تأمين الممتلكات والمسئولية قصيرة الاجل حيث بدأت تغطية الخدمات الطبية من قبل القطاع الخاص قبل ظهور التأمين الصحي الاجتماعي حيث تم اصدار أول وثيقة لتغطية

خدمات طبية في مصر حتي قبل ظهور القانون المنظم للنشاط وذلك باصدار شركات التأمين المصرية أول وثيقة عام ١٩٥٧ (سالمان ، 2010) .

ونجد أن مشاركة قطاع التأمين التجاري في تغطية الخدمات الطبية لا شك أمر بالغ الاهمية حيث انضمت الشركات المصرية العاملة في السوق الي ركب مسيرة التغطية الواحدة تلو الاخري (باستثناء الجمعية المصرية للتأمين التعاوني و تشب ومصر للتأمين التكافلي)، ويوضح الجدول التالي تطور الاقساط المحصلة والتعويضات المدفوعة في شركات التأمين التجاري المصرية فرع التأمين الطبي في الفترة (2024 – 2019) ونلاحظ من الجدول نمو حجم نشاط التأمين الطبي وذلك بمعدلات مزايدة وكذلك نمو حصته من إجمالي سوق التأمين التجاري في مصر وهذا ما يؤكد المساهمة الفعالة لقطاع التامين التجاري في رفع كفاءة الرعاية الصحية في مصر (هيئة الرقابة المالية 2023/2024).

جدول (٢-١): الاقساط المحصلة التعويضات المسددة فرع التأمين الطبي (2019-2024)

السنة	2019	2021	2022	2023	2024
الاقساط المحصلة	4298048	4689626	5901878	9273711	13352618
معدل التطور	%17.6	% 9.1	%25.8	% 57.1	% 44
اجمالي السوق	20244778	21919654	25658163	34869510	51334331
المساهمة في السوق	% 21.2	% 21.4	% 23	% 26.6	% 26
التعويضات المسددة	2684373	3568867	3911133	5677563	8582619
معدل التطور	%23.6	%32.9	%9.6	%45.2	%51.2
اجمالي السوق	8129180	9067439	10141410	12279933	18934705
المساهمة في السوق	% 33	% 39.4	% 38.6	% 46.2	% 45.3

المصدر: التقرير السنوية عن نشاط التأمين هيئة الرقابة المالية 2023/2024

٢,١ تغطيات التأمين الطبي التجاري:

تتنوع تغطيات وثائق التأمين الطبي وتختلف في الخدمات وحدود الغطية من شركة إلي أخري في السوق المصري ويمكن بلورتها فيما يلي (محسن ، رسالة دكتوراه، ٢٠٢٤):

١- التأمين الطبي الفردي: ويمكن أن تشمل التغطية الافراد أو الاسرة بالكامل وينقسم إلي:

- خطة التأمين الطبي الاساسي: وتغطي الكشف الطبي في العيادات الخارجية واستقبال حالات الطوارئ بالمستشفيات.
- خطة التأمين الطبي الشامل: تغطي العلاج في العيادات الخارجية والداخلية في المستشفيات وتغطية التحاليل الطبية والاشعات والادوية وكذلك حالات الولادة وعلاج الاسنان وكشف النظر (يكن عمل تغطية اضافية ويدرج في الخطط المميزة).

٢- التأمين الطبي الجماعي: يغطي الشركات والمؤسسات حيث تقوم تلك الجهات بشراء تغطية تأمينية تشمل جميع العاملين بها ومن يعولوا ويتميز هذا النوع من التأمين الطبي بانخفاض تكلفة الخدمة مقارنة بالتأمين الفردي ،وتختلف الخدمات المقدمة حسب مستوي التغطية التي تعاقدت عليها الجهة حيث تختلف الخدمات المقدمة وحد التغطية السنوي من فئة إلي اخري .

٣- التأمين الطبي اثناء السفر: يغطي تكاليف الخدمات الطبية الطارئة خارج مصر اثناء السفر ويمكن أن يمتد ليغطي ضياع وتلف الامتعة والغاء الرحلات وغالبا ما يكون متطلب أساسي للحصول علي تأشيرة للسفر لبعض الدول (مثل تأشيرة شنجن).

٤- التأمين الطبي علي الطلبة: الفئة المستهدفة فيه هي طلبة المدارس والجامعات وخاصة الطلبة الوافدين حيث يقوم الطالب أو ولي أمره بشراء التغطية التأمينية للطالب ويمكن أن تكون اختيارية واحيانا تكون اجبارية من قبل المؤسسة التعليمية

التي ينتمي لها الطالب وهناك عدد من التغطيات المتفاوتة في السعر والمختلفة في الخدمات المقدمة

٥- برامج التأمين الطبي المميزة: حيث تشمل تغطية الخدمات الطبية باهظة التكلفة وخدمات المستشفيات الاستثمارية الكبري والخدمات الاستشارية الشخصة والزيارات المنزلية والعلاج خارج البلاد .

٢,٢ نظرة عامة علي منظومة التأمين الصحي الشامل:

يعتبر التأمين الصحي الشامل أهم مصدر للرعاية الطبية لجميع المواطنين المقييمين داخل جمهورية مصر العربية وبشكل الزامي_ولقد بدأ بممارسة نشاطه منذ اصدار رئيس مجلس الوزراء قرار بشأن اللائحة التنفيذية لقانون التأمين الصحي الشامل رقم 2018/2 حيث يتم تطبيقه علي مراحل تدريجيا خلال فترة من 15-10 سنوات ليشمل جميع محافظات مصر حيث بدأ القانون بست محافظات فقط وحتي يحل القانون محل جميع قوانين الرعاية الصحية الحكومية المعمول بها ويأتي ذلك تفعيلا لخطة التنمية المستدامة التي وضعتها الدولة الخاصة بمحور الصحة (هيئة الرقابة المالية).

ويتم تمويل نظام التأمين الصحي الشامل من خلال ثلاث مصادر رئيسة هي الافراد والجهة التي يعمل بها سواء كانت قطاع خاص أو الحكومة والخزانة العامة ومصادر أخري متعددة كما يتم تقديم خدمات الرعاية الصحية لهذا النظام علي ستويات ثلاث وهي خدمات الرعاية الطبية الاولية والثاني خدمات الرعاية الطبية داخل المستشفيات والثالث تقديم الخدماتت الصحية للحالات الحرجة ، ومن أهم مزايا هذا النظام وجود ثلاث جهات منفصلة لتقديم الخدمة بشكل أكثر كفائة وهم (الصياد & حلمي , ٢٠٢٤):

- الهيئة العامة لتأمين الصحي الشامل : وهي الهيئة المنوطة بشراء الخدمات الطبية بالنيابة عن المشتركين في النظام.

- الهيئة العامة للاعتماد والرقابة الصحية: مهمتها ادارة تقديم الخدمات الطبية الاشراف والرقابة علي مقدمي الخدمة
- الهيئة العامة للرعاية الصحية: وتقوم هذه الجهة بتقديم خدمات الرعاية الصحية والعلاجية للمشتركين في النظام.

٣ التوزيعات الاحتمالية المستخدمة فى الدراسة:

٣,١ التوزيعات الاحتمالية المستخدمة لتوفيق قيم المطالبات العادية:

يتم عرض التوزيعات الاحتمالية المستخدمة لتوفيق بيانات المطالبات العادية، وهى التوزيع الأسى ، التوزيع الأسى العام، وتوزيع باريتو، وتوزيع لوماكس، وتوزيع ويبل.

٣,١,١ التوزيع الأسى Exponential Distribution

التوزيع الأسى من التوزيعات ذات الالتواء الموجب وله معلمة واحدة وهى التى تتحكم فى تشتت التوزيع scale parameter، ويمكن عرض دالة كثافة الاحتمال ودالة التوزيع التراكمى والمتوسط والتباين للمتغير العشوائى الذى يتبع التوزيع الأسى كالتالى (Mac Clave, 2009):

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x} \quad x > 0 \qquad (3-1)$$

$$F(x) = 1 - e^{-\lambda x} \quad x > 0 \qquad (3-2)$$

$$E(X) = \frac{1}{\lambda} \qquad (3-3)$$

$$Var(X) = \frac{1}{\lambda^2} \qquad (3-4)$$

٣,١,٢ التوزيع الأسى العام Generalized Exponential Distribution

فى بعض الأحيان يسمى هذا التوزيع باسم التوزيع الأسى المرفوع لأس *Exponentiated Exponential Distribution* وهذا التوزيع يحتوى على معلمتين المعلمة α وهى التى تتحكم فى مرونة التوزيع *Shape Parameter* ، والمعلمة الثانية λ

وهى التى تتحكم فى تشتت التوزيع *Scale Parameter* ، مع ملاحظة أنه لا توجد صيغة مغلقة للمتوسط والتباين لهذا التوزيع ، ويمكن عرض دالة كثافة الاحتمال، ودالة التوزيع التراكمى كالتالى *(Gupta, 2001)*:

$$f(x) = \alpha\lambda\left(1 - e^{-\lambda x}\right)^{(\alpha-1)} e^{-\lambda x} \qquad x > 0 \qquad (3-5)$$

$$F(x) = \left(1 - e^{-\lambda x}\right)^{\alpha} \qquad x > 0 \qquad (3-6)$$

٣,١,٣ توزيع باريتو Pareto Distribution

توزيع باريتو هو أيضا من التوزيعات ذات الالتواء الموجب، ويحتوى على معلمتين α وهى المعلمة التى تتحكم فى شكل التوزيع Shape parameter ، λ وهى التى تتحكم فى تشتت التوزيع Scale Parameter ، ويمكن عرض دالة كثافة الاحتمال، ودالة التوزيع التراكمى والمتوسط والتباين كالتالى (CT6, 2013) :

$$f(x) = \frac{\alpha\lambda^{\alpha}}{(\lambda + x)^{\alpha+1}} \qquad x > 0 \qquad (3-7)$$

$$F(x) = 1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda + x}\right)^{\alpha} \qquad x > 0 \qquad (3-8)$$

$$E(X) = \frac{\lambda}{\alpha - 1} \qquad \alpha > 0 \qquad (3-9)$$

$$Var(x) = \frac{\alpha\lambda^2}{(\alpha-1)^2(\alpha-2)} \qquad \alpha > 0 \qquad (3-10)$$

3.1.4 توزيع لوماكس Lomax Distribution

يسمى هذا التوزيع أيضا توزيع باريتو ٢ نظرا لأنه قريب الشبه بتوزيع باريتو ، وهذا التوزيع له معلمتان، المعلمة α وهى التى تتحكم فى شكل التوزيع *Shape Parameter* ، والمعلمة β وهى تتحكم فى تشتت التوزيع *Scale Parameter* ، ويمكن عرض دالة كثافة الاحتمال، ودالة التوزيع التراكمى والمتوسط والتباين كالتالى (*Giles et al., 2013*):

$$f(x) = \frac{\alpha\beta}{(1+\beta x)^{(\alpha+1)}} \quad x > 0 \qquad (3-11)$$

$$F(x) = 1 - (1+\beta x)^{-\alpha} \quad x > 0 \qquad (3-12)$$

$$E(X) = \frac{1}{\beta(\alpha-1)} \quad \alpha > 1 \qquad (3-13)$$

$$Var(X) = \frac{\alpha}{\beta^2(\alpha-1)^2(\alpha-2)} \quad \alpha > 2 \qquad (3-14)$$

٣,١,٥ توزيع ويبل Weibull Distribution

توزيع ويبل من التوزيعات المرنة بشكل كبير ويستطيع أن يلائم العديد من أشكال البيانات الملتوية ناحية اليمين، ويوجد لى التوزيع معلمتان هما المعلمة γ وهى التى تتحكم فى شكل التوزيع *Shape Parameter* ، والمعلمة c وهى المعلمة التى تتحكم فى تشتت التوزيع، ويمكن عرض دالة كثافة الاحتمال، ودالة التوزيع التراكمى، والمتوسط، والتباين كالتالى *(CS2, 2019)* :

$$f(x) = c\gamma x^{\gamma-1} e^{-cx^{\gamma}} \quad x > 0 \qquad (3-15)$$

$$F(x) = 1 - e^{-cx^{\gamma}} \quad x > 0 \qquad (3-16)$$

$$E(X) = \Gamma\left(1+\frac{1}{\gamma}\right)\frac{1}{c^{1/\gamma}} \qquad (3-17)$$

$$Var(x) = \frac{1}{c^{2/\gamma}}\left\{\Gamma\left(1+\frac{2}{\gamma}\right) - \left[\Gamma\left(1+\frac{1}{\gamma}\right)\right]^2\right\} \qquad (3-18)$$

٣,٢ طريقة القيم القصوى للكتل Block Maxima Method

تتمثل الفكرة الأساسية لهذه الطريقة فى تقسيم البيانات المتتابعة للمطالبات إلى عدة فترات زمنية (كتل) Blocks ثم اختيار القيمة العظمى فى كل فترة Maximum Value، وهذه القيم العظمى تمثل مجموعة جديدة من المطالبات تمثل القيم المتطرفة للتوزيع الأساسى للمطالبات، بعد ذلك يستخدم توزيع القيم المتطرفة المعمم Generalized Extreme

Value Distribution لتوفيق هذه البيانات المتطرفة ودراسة سلوكها (Yaqiong, 2018).

٣,٣ توزيع القيم المتطرفة المعمم Generalized Extreme Value Distribution

يمكن توضيح كيفية الوصول إلى توزيع القيم المتطرفة كالتالى (CS2, 2019):

(١) وجود مجموعة من القيم القصوى تم اختيارها من مجموعة من الكتل حيث:

$$X_M = max\{X_1, X_2, X_3, \dots, X_n\}$$

وجعل هذه القيم معيارية باستخدام العلاقة التالية:

$$\frac{X_M - \alpha_n}{\beta_n}$$

حيث α_n ، β_n ثوابت يتم تحديدها على ضوء طبيعة البيانات (المجتمع المسحوب منه العينة).

(٢) حساب الاحتمال التراكمى لهذه القيم كالتالى:

$$P(X_M \le x) = P(X_1 \le x, X_2 \le x, \dots, X_n \le x)$$
$$P(X_M \le x) = P(X_1 \le x).P(X_2 \le x) \dots P(X_n \le x)$$
$$P(X_M \le x) = (P(X \le x))^n$$
$$P(X_M \le x) = (F(x))^n$$

(٣) حساب نهاية الاحتمال التراكمى بعد جعله معيارى عندما تؤول n إلى اللانهاية كالتالى:

$$\lim_{n\to\infty} P\left(\frac{X_M - \alpha_n}{\beta_n} \le x\right) = \lim_{n\to\infty} [F(\beta_n x + \alpha_n)]^n$$

(٤) وبتقريب المقدار السابق عندما تؤول n إلى اللانهاية نحصل على دالة التوزيع التراكمى لتوزيع القيم المتطرفة المعمم $G(x)$ حيث:

$$G(x) = \lim_{n\to\infty} [F(\beta_n x + \alpha_n)]^n$$

$$G(x) = \begin{cases} exp\left(-\left(1+\frac{\gamma(x-\alpha)}{\beta}\right)^{-\frac{1}{\gamma}}\right) & \gamma \neq 0 \\ exp\left(-exp\left(-\frac{(x-\alpha)}{\beta}\right)\right) & \gamma = 0 \end{cases} \quad (3-19)$$

ويجب ملاحظة أن:

$\alpha \in \mathbb{R}$ ، هى معلمة الموضع *Location Parameter*

$\beta > 0$ ، هى المعلمة المسئولة عن تشتت التوزيع *Scale Parameter*

$\gamma \in \mathbb{R}$ ، هى معلمة الشكل *Shape Parameter*

(٥)وباجراء التفاضل الأول لدالة التوزيع التراكمى بالنسبة للمتغير x ، نحصل على دالة كثافة الاحتمال لتوزيع القيم المتطرفة المعمم كالتالى:

$$when\ \gamma \neq 0$$

$$g(x) = \frac{1}{\beta}\left(1+\frac{\gamma(x-\alpha)}{\beta}\right)^{-\left(1+\frac{1}{\gamma}\right)} exp\left(-\left(1+\frac{\gamma(x-\alpha)}{\beta}\right)^{-\frac{1}{\gamma}}\right) \quad (3-20)$$

$$condition\ to \quad 1+\frac{\gamma(x-\alpha)}{\beta} > 0 \qquad when\ \gamma = 0$$

$$g(x) = \frac{1}{\beta} exp\left(-\left[\frac{(x-\alpha)}{\beta} + exp\left(-\frac{(x-\alpha)}{\beta}\right)\right]\right)\ x > \mathbf{0} \quad (\mathbf{3-21})$$

ويكون متوسط وتباين توزيع القيم المتطرفة المعمم عندما $\gamma \neq 0$

$$E(X) = \alpha + \frac{\beta}{\gamma}(\Gamma(1-\gamma)-1) \qquad (3-22)$$

$$Var(X) = \frac{\beta^2}{\gamma^2}\{(\Gamma(1-2\gamma) - [\Gamma(1-\gamma)]^2\} \qquad (3-23)$$

٣,٤ طريقة التقدير المستخدمة والاختبارات

تستخدم طريقة المئنيات Percentile Method لتقدير معلمات التوزيعات المستخدمة فى الدراسة لأن هذه الطريقة تلائم التوزيعات الملتوية ناحية اليمين وذات الذيل الثقيل (Pekasiewicz, 2014) ،ويستخدم اختبار كولومجروف سميرنوف لاختبار جودة التوفيق للتوزيعات المستخدمة فى الدراسة.

ومن أجل الاختياربين التوزيعات المختلفة التى أثبتت اختبارات جودة التوفيق صلاحيتها لتعبر عن البيانات يمكن استخدام معيارى AIC ، BIC ويمكن حساب المعيارين باستخدام المعادلات التالية (Maydeu-Olivares et al., 2010) :

$$AIC = -2\ln(L) + 2K \qquad (3-24)$$

$$BIC = -2\ln(L) + 2.\ln(n) \qquad (3-25)$$

حيث:

$\ln(L)$: يمثل لوغاريتم دالة الامكان الأعظم بعد التعويض عن المعلمات المجهولة وقيم المتغيرات الأخرى

K : هى عدد المعلمات المقدرة

Ln(n) : هو لوغاريتم عدد المشاهدات

ويكون التوزيع الذى له أقل قيمة للمعيارين هو الأفضل لتمثيل البيانات.

٤. الدراسة التطبيقية

لاجراء الدراسة التطبيقية تم الاعتماد على بيانات التأمين الطبى فى شركة المهندس للتأمين، والجدول التالى جدول (٤-١) يوضح الخصائص الأساسية للبيانات الكلية.

جدول (٤-١) الخصائص الاحصائية لمطالبات التأمين الطبى

المقياس الاحصائى	القيمة (المبالغ بالألف جنيه)
عدد مطالبات التأمين الطبى الكلية	٤٥٠ مطالبة
متوسط قيم المطالبات الكلية	2186.327
تباين قيم المطالبات الكلية	6733017.025
الانحراف المعيارى لقيم المطالبات الكلية	2594.81
الربيع الأول لقيم المطالبات الكلية	459.5
الوسيط لقيم المطالبات الكلية	1278.625
الربيع الثالث لقيم المطالبات الكلية	2807.25
أقل قيمة مطالبة	٢٠
أعلى قيمة مطالبة	14343
مجموع قيم المطالبات	983847.3

وكما هو موضح بجدول (٤-١) أن عدد المطالبات التى تم الاعتماد عليها فى هذه الدراسة هو ٤٥٠ مطالبة، ومتوسط قيمة المطالبة الواحدة هو ٢ مليون جنيه و١٨٦ ألف جنيه وهذا مبلغ كبير يشير إلى وجود قيم متطرفة للمطالبات داخل البيانات ويتضح هذا من قيمة التباين الكبيرة لقيم المطالبات، وتبلغ قيمة الربيع الأدنى لقيم المطالبات 459.5 ألف جنيه، وقيمة الوسيط مليون و٢٧٨ ألف جنيه، أما قيمة الربيع الثالث تصل إلى ٢ مليون و٨٠٧ ألف جنيه.

جدول (٤-٢) خصائص مطالبات التأمين الطبى المتطرفة

المقياس الاحصائى	القيمة (المبالغ بالألف جنيه)
عدد مطالبات التأمين الطبى المتطرفة	٤٥ مطالبة
متوسط قيم المطالبات المتطرفة	6667.152
تباين قيم المطالبات المتطرفة	12011496.63
الانحراف المعيارى لقيم المطالبات المتطرفة	3452.15
الربيع الأول لقيم المطالبات المتطرفة	3902.5
الوسيط لقيم المطالبات المتطرفة	٦٠٠٤
الربيع الثالث لقيم المطالبات المتطرفة	8627.25
أقل قيمة مطالبة	٦٦٥
أعلى قيمة مطالبة	١٤٣٤٣

ويوضح جدول (٤-٢) المقاييس الاحصائية لقيم المطالبات المتطرفة، حيث يتضح من الجدول أن متوسط قيم المطالبات المتطرفة يصل إلى ثلاث أضعاف متوسط المطالبات العادية، أما الربيع الأول للبيانات المتطرفة يصل إلى أكثر من سبعة أضعاف للربيع الأول للبيانات العادية ، وفيما يتعلق بالوسيط، يصل وسيط قيم المطالبات المتطرفة إلى أكثر من خمسة أضعاف وسيط قيم المطالبات العادية، والربيع الثالث لقيم المطالبات المتطرفة يصل إلى أكثر من ثلاث أضعاف الربيع الثالث للمطالبات العادية.

٤,١ توفيق قيم المطالبات العادية باستخدام التوزيع الأسى Exponential Distribution

باستخدام المعادلة رقم (٣-٢) والبيانات الموجودة فى جدول (٤-١) يمكن تقدير معلمة التوزيع الأسى باستخدام طريقة المئنيات Percentile Method ، نظرا لأن التوزيع له معلمة واحدة يتم مساواة وسيط التوزيع النظرى مع وسيط البيانات التجريبى كالتالى:

$$F(1278.625) = 1 - e^{-\lambda * 1278.625} = 0.5$$

وبحل هذه المعادلة نحصل على قيمة المعلمة المجهولة

$$\hat{\lambda} = 0.000542 \qquad (4-1)$$

وباختبار الفرض العدمى الذى يقضى بتبعية البيانات للتوزيع الأسى مقابل الفرض البديل الذى ينص على أنه على الأقل توجد مفردة واحدة لا تتبع التوزيع الأسى باستخدام اختبار كولومجروف سميرنوف عند مستوى معنوية ٥% ، نلاحظ أن أعلى فرق مطلق بين التوزيع التراكمى المشاهد، والتوزيع التراكمى باستخدام التوزيع الأسى هو 0.05922 فى حين أن القيمة الجدولية عند مستوى معنوية ٥% ، وعدد المشاهدات ٤٥٠ مطالبة هو 0.064111

ونظرا لأن القيمة المحسوبة أقل من القيمة الجدولية، لذلك لا نسطيع رفض الفرض العدمى الذى يقضى بتبعية البيانات للتوزيع الأسى .

وباستخدام المعادلة (٣-٣) ، والمعادلة (٣-٤) يمكن حساب المتوسط والتباين والانحراف المعيارى للتوزيع الأسى كالتالى:

$$E(X) = 1845 \qquad Var(x) = 3404093 \qquad (4-2)$$

٤,٢ توفيق قيم المطالبات العادية باستخدام التوزيع الأسى العام Generalized Exponential Distribution

باستخدام المعادلة (٣-٦) وجدول (٤-١) يمكن حساب قيم المعلمات المجهولة من خلال استخدام لغة البايثون فى حل المعادلتين الآتيتين:

$$F(459.5) = \left(1 - e^{-458.5*\lambda}\right)^{\alpha} = 0.25$$
$$F(2807) = \left(1 - e^{-2807*\lambda}\right)^{\alpha} = 0.75$$

وبذلك فإن قيمة المعلمتين كالتالى:

$$\hat{\alpha} = 0.80357 \qquad \hat{\lambda} = 0.0004279 \qquad (4-3)$$

وباختبار الفرض العدمى الذى يقضى بتبعية البيانات للتوزيع الأسى العام مقابل الفرض البديل الذى ينص على أنه على الأقل توجد مفردة واحدة لا تتبع التوزيع الأسى

العام باستخدام اختبار كولومجروف سميرنوف عند مستوى معنوية ٥% ، نلاحظ أن أعلى فرق مطلق بين التوزيع التراكمى المشاهد، والتوزيع التراكمى باستخدام التوزيع الأسى العام هو 0.17483 فى حين أن القيمة الجدولية عند مستوى معنوية ٥% ، وعدد المشاهدات ٤٥٠ مطالبة هو 0.064111

ونظرا لأن القيمة المحسوبة أكبر من القيمة الجدولية، لذلك لا نسطيع قبول الفرض العدمى الذى يقضى بتبعية البيانات للتوزيع الأسى العام .

٤,٣ توفيق قيم المطالبات العادية باستخدام توزيع باريتو Pareto Distribution

باستخدام المعادلة (٣−٨) والبيانات الموجودة فى جدول (٤−١) يمكن تقدير معلمات توزيع باريتو المجهولة بطريقة المئنيات كالتالى:

$$F(459.5) = 1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda + 459.5}\right)^{\alpha} = 0.25$$

$$F(2807) = 1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda + 2807}\right)^{\alpha} = 0.75$$

وباستخدام لغة البايثون لحل هاتين المعادلتين يمكن الحصول على قيم المعلمات المجهولة كالتالى:

$$\hat{\alpha} = 2.4474 \qquad \hat{\lambda} = 3683.91 \quad (4-4)$$

وباختبار الفرض العدمى الذى يقضى بتبعية البيانات لتوزيع باريتو مقابل الفرض البديل الذى ينص على أنه على الأقل توجد مفردة واحدة لا تتبع توزيع باريتو باستخدام اختبار كولومجروف سميرنوف عند مستوى معنوية ٥% ، نلاحظ أن أعلى فرق مطلق بين التوزيع التراكمى المشاهد، والتوزيع التراكمى باستخدام توزيع باريتو هو 0.031893 فى حين أن القيمة الجدولية عند مستوى معنوية ٥% ، وعدد المشاهدات ٤٥٠ مطالبة هو 0.064111

ونظرا لأن القيمة المحسوبة أقل من القيمة الجدولية، لذلك لا نسطيع رفض الفرض العدمى الذى يقضى بتبعية البيانات لتوزيع باريتو .

وباستخدام المعادلة رقم (٣−٩) والمعادلة (٣−١٠) يمكن حساب المتوسط والتباين لتوزيع باريتو كالتالى:

$$E(X) = 2545.19 \qquad Var(X) = 35436421.81 \quad (4-5)$$

٤,٤ توفيق قيم المطالبات العادية باستخدام توزيع لوماكس Lomax Distribution

باستخدام المعادلة رقم (٣−١٢) والبيانات الموجودة فى جدول (٤−١) يمكن تقدير المعلمات المجهولة باستخدام طريقة المئنيات كالتالى:

$$F(459.5) = 1 - (1 + \beta * 459.5)^{-\alpha} = 0.25$$
$$F(2807) = 1 - (1 + \beta * 2807)^{-\alpha} = 0.75$$

وباستخدام لغة البايثون يمكن حل هاتين المعادلتين والحصول على قيم المعلمات كالتالى:

$$\hat{\alpha} = 2.4474 \qquad \hat{\beta} = 0.000271 \qquad (4-6)$$

وباختبار الفرض العدمى الذى يقضى بتبعية البيانات لتوزيع لوماكس مقابل الفرض البديل الذى ينص على أنه على الأقل توجد مفردة واحدة لا تتبع توزيع لوماكس باستخدام اختبار كولومجروف سميرنوف عند مستوى معنوية ٥% ، نلاحظ أن أعلى فرق مطلق بين التوزيع التراكمى المشاهد، والتوزيع التراكمى باستخدام توزيع لوماكس هو 0.031415 فى حين أن القيمة الجدولية عند مستوى معنوية ٥% ، وعدد المشاهدات ٤٥٠ مطالبة هو 0.064111

ونظرا لأن القيمة المحسوبة أقل من القيمة الجدولية، لذلك لا نسطيع رفض الفرض العدمى الذى يقضى بتبعية البيانات لتوزيع لوماكس.

وباستخدام المعادلتين رقم (٣-١٣) & (٣-١٤) يمكن حساب المتوسط والتباين لتوزيع لوماكس كالتالى:

$$E(X) = 2549.42 \qquad Var(x) = 35554392.1 \qquad (4-7)$$

٤,٥ توفيق قيم المطالبات العادية باستخدام توزيع ويبل

باستخدام المعادلة رقم (٣-١٦) والبيانات الموجودة فى جدول (٤-١) يمكن حساب المعلمات المجهولة باستخدام طريقة المئنيات كالتالى:

$$F(459.5) = 1 - \exp(-c * (459.5)^{\gamma}) = 0.25$$

$$F(2807) = 1 - \exp(-c * (2807)^{\gamma}) = 0.75$$

$$\exp(-c * (459.5)^{\gamma}) = 0.75$$

$$\exp(-c * (2807)^{\gamma}) = 0.25$$

وبحل هاتين المعادلتين باستخدام لغة البايثون يمكن الحصول على تقدير للمعلمات المجهولة:

$$\hat{c} = 0.001398 \qquad \hat{\gamma} = 0.8697559608 \qquad (4-8)$$

وباختبار الفرض العدمى الذى يقضى بتبعية البيانات لتوزيع ويبل مقابل الفرض البديل الذى ينص على أنه على الأقل توجد مفردة واحدة لا تتبع توزيع ويبل باستخدام اختبار كولومجروف سميرنوف عند مستوى معنوية ٥% ، نلاحظ أن أعلى فرق مطلق بين التوزيع التراكمى المشاهد، والتوزيع التراكمى باستخدام توزيع ويبل هو 0.039448 فى حين أن القيمة الجدولية عند مستوى معنوية ٥% ، وعدد المشاهدات ٤٥٠ مطالبة هو 0.064111

ونظرا لأن القيمة المحسوبة أقل من القيمة الجدولية، لذلك لا نسطيع رفض الفرض العدمى الذى يقضى بتبعية البيانات لتوزيع ويبل.

وباستخدام المعادلة رقم (٣-١٧)، والمعادلة رقم (٣-١٨) يمكن حساب المتوسط والتباين كالتالى:

$$E(X) = 2053.47 \qquad Var(X) = 5608832.622 \qquad (4-9)$$

٤,٦ الاختيار بين التوزيعات التى تمثل قيم المطالبات العادية

يمكن الاختيار بين التوزيعات التى أثبتتت اختبارات جودة التوفيق صلاحيتها لتمثيل مطالبات التأمين الطبى باستخدام معيارى AIC & BIC كما هو موضح فى المعادلات (٣-٢٤)، (٣-٢٥).

٤,٦,١ حساب المعيارين للتوزيع الأسى

باستخدام المعادلة (٣-١) يمكن ايجاد دالة الامكان الأعظم لدالة كثافة الاحتمال للتوزيع الأسى كالتالى:

$$L(\lambda) = \prod_{i=1}^{n} \lambda e^{-\lambda x_i} = \lambda^n e^{-\lambda \sum_{i=1}^{n} x_i}$$

وبأخذ لوغاريتم الطرفين للحصول على لوغاريتم دالة الامكان الأعظم

$$\ln\big(L(\lambda)\big) = n.\ln(\lambda) - \lambda \sum_{i=1}^{n} x_i$$

ومن المعادلة (٤-١)، وجدول (٤-١) يمكن الحصول على قيمة لوغاريتم دالة الامكان الأعظم كالتالى:

$$\ln\big(L(\lambda)\big) = -3917.355$$

وباستخدام المعادلتين (٣-٢٤) & (٣-٢٥) يمكن حساب قيمة معيارى AIC & BIC كالتالى:

$$AIC = 7836.71 \qquad BIC = 7846.93 \qquad (4-10)$$

٤,٦,٢ حساب قيمة المعيارين لتوزيع باريتو

باستخدام المعادلة (٣-٧) يمكن ايجاد دالة الامكان الأعظم لتوزيع باريتو كالتالى:

$$L(\alpha,\lambda) = \prod_{i=1}^{n} \frac{\alpha\lambda^{\alpha}}{(\lambda + x_i)^{\alpha+1}} = \alpha^n \lambda^{\alpha n} \prod_{i=1}^{n} \frac{1}{(\lambda + x_i)^{\alpha+1}}$$

وبأخذ لوغاريتم الطرفين للحصول على لوغاريتم دالة الامكان الأعظم

$$\ln(L) = n.\ln(\alpha) + n.\alpha.\ln(\lambda) - (\alpha+1)\sum_{i=1}^{n} \ln(\lambda + x_i)$$

وباستخدام المعادلة رقم (٤-٤) ، $\sum_{i=i}^{n}(\lambda + x_i) = 3873.32$، وبيانات جدول (٤-١) يمكن حساب قيمة لوغاريتم دالة الامكان الأعظم كالتالى:

$$\ln(L) = -3906.3$$

وباستخدام المعادلتين (٣-٢٤) & (٣-٢٥) يمكن حساب قيمة معيارى AIC & BIC كالتالى:

$$AIC = 7816.6 \qquad BIC = 7824.82 \qquad (4-11)$$

٤,٦,٣ حساب قيمة المعيارين لتوزيع لوماكس

يمكن استخدام المعادلة (٣-١١) لايجاد دالة الامكان الأعظم لتوزيع لوماكس كالتالى:

$$L(\alpha,\beta) = \prod_{i=1}^{n} \frac{\alpha\beta}{(1+\beta x_i)^{\alpha+1}} = \alpha^n \beta^n \prod_{i=1}^{n} \frac{1}{(1+\beta x_i)^{\alpha+1}}$$

وبأخذ لوغاريتم الطرفين

$$\ln(L) = n.\ln(\alpha) + n.\ln(\beta) - (\alpha + 1)\sum_{i=1}^{n} \ln(1 + \beta x_i)$$

وباستخدام المعادلة (٤-٦)، والبيانات الموجودة فى جدول (٤-١)، يمكن الحصول على قيمة لوغاريتم دالة الامكان الأعظم مع ملاحظة أن:

$$\sum_{i=1}^{n}(1 + \beta x_i) = 3155.64$$

$$\ln(L) = -14172$$

وباستخدام المعادلتين (٣-٢٤) & (٣-٢٥) يمكن حساب قيمة معيارى AIC & BIC كالتالى:

$$AIC = 28348 \qquad BIC = 28356.2 \qquad (4 - 12)$$

٤,٦,٣ حساب قيمة المعيارين لتوزيع ويبل

باستخدام المعادلة (٣-١٥) يمكن إيجاد دالة الامكان الأعظم لتوزيع ويبل كالتالى:

$$L(c, \lambda) = \prod_{i=1}^{n} c\gamma x_i^{\gamma-1} e^{-cx_i^{\gamma}} = c^n \gamma^n \prod_{i=1}^{n} x_i^{\gamma-1}\, e^{-c\sum_{i=1}^{n} x_i^{\gamma}}$$

وبأخذ لوغاريتم الطرفين يمكن الحصول على لوغاريتم دالة الامكان الأعظم

$$\ln(L) = n.\ln(c) + n.\ln(\gamma) + (\gamma - 1)\sum_{i=1}^{n} \ln(x_i) - c\sum_{i=1}^{n} x_i^{\gamma}$$

وباستخدام المعادلة رقم (٤-٨)، والبيانات الموجودة فى جدول (٤-١) يمكن حساب قيمة لوغاريتم دالة الامكان الأعظم مع ملاحظة أن:

$$\sum_{i=1}^{n} \ln(x_i) = 3154.536 \qquad \sum_{i=1}^{n} x_i^{\gamma} = 339289.8$$

$$\ln(L) = -3905.7$$

وباستخدام المعادلتين (٣-٢٤) & (٣-٢٥) يمكن حساب قيمة معيارى AIC & BIC كالتالى:

$$AIC = 7815.4 \qquad BIC = 7823.62 \qquad (4-13)$$

يوضح جدول (٤-٣) قيم معيارى AIC & BIC للتوزيعات المختارة

جدول (٤-٣) نتائج الاختيار بين التوزيعات باستخدام معيارى AIC & BIC موزعة من الأفضل للأسوء

التوزيع	معيار AIC	معيار BIC
توزيع ويبل	7815.4	7823.62
توزيع باريتو	7816.6	7824.82
التوزيع الأسى	7836.71	7846.93
توزيع لوماكس	28348	28356.2

وكما يتضح من جدول (٤-٣) أنه وفقا لمعيارى AIC & BIC فإن أفضل توزيع لتمثيل البيانات هو توزيع ويبل، يليه توزيع باريتو بفارق بسيط، ويظهر توزيع لوماكس أقل توزيع من وجهة نظر هذين المعيارين.

٤,٧ توفيق بيانات قيم المطالبات المتطرفة باستخدام توزيع القيم المتطرفة المعمم Generalized Extreme Value Distribution

باستخدام المعادلة رقم (٣-١٩)، وباستخدام بيانات قيم المطالبات المتطرفة الموجودة فى جدول (٤-٢)، يمكن تقدير المعلمات المجهولة لتوزيع القيم المتطرفة المعمم بطريقة المئنيات كالتالى:

نظرا لأن توزيع القيم المتطرفة له ثلاث معلمات ، يتم استخدام ثلاث معادلات هى معادلة الربيع الأدنى ، معادلة الوسيط، ومعادلة الربيع الأعلى

$$G(3902.5) = \exp\left(-\left[1+\gamma*\frac{(3902.5-\alpha)}{\beta}\right]^{-\frac{1}{\gamma}}\right) = 0.25$$

$$G(6004) = \exp\left(-\left[1+\gamma*\frac{(6004-\alpha)}{\beta}\right]^{-\frac{1}{\gamma}}\right) = 0.5$$

$$G(8627.25) = \exp\left(-\left[1+\gamma*\frac{(8627.25-\alpha)}{\beta}\right]^{-\frac{1}{\gamma}}\right) = 0.75$$

وباستخدام لغة البايثون يمكن حل هذه المعادلات والحصول على قيم المعلمات المجهولة كالتالى:

$$\hat{\alpha} = 4896.5428 \quad \hat{\beta} = 3033.0455 \quad \hat{\gamma} = -0.0206 \qquad (4-14)$$

وباختبار الفرض العدمى الذى يقضى بتبعية قيم المطالبات المتطرفة لتوزيع القيم المتطرفة المعمم مقابل الفرض البديل الذى ينص على أنه على الأقل توجد مفردة واحدة لا تتبع توزيع القيم المتطرفة المعمم باستخدام اختبار كولومجروف سميرنوف عند مستوى معنوية ٥% ، نلاحظ أن أعلى فرق مطلق بين التوزيع التراكمى المشاهد، والتوزيع التراكمى باستخدام توزيع توزيع القيم المتطرفة المعمم هو 0.168990678 فى حين أن القيمة الجدولية عند مستوى معنوية ٥% ، وعدد المشاهدات ٤٥ مطالبة متطرفة هو 0.242986

ونظرا لأن القيمة المحسوبة أقل من القيمة الجدولية، لذلك لا نسطيع رفض الفرض العدمى الذى يقضى بتبعية قيم المطالبات المتطرفة لتوزيع القيم المتطرفة المعمم.

وباستخدام المعادلات (٣-٢٢)، (٣-٢٣) ، (٤-١٤) يمكن حساب قيمة متوسط وتباين توزيع القيم المتطرفة المعمم كالتالى:

$$E(X) = 21799.15 \qquad Var(X) = 4931 \quad (4-15)$$

ونلاحظ أن قيمة تباين التوزيع منخفضة وذلك لتجانس قيم المطالبات المتطرفة.

٤,٨ الاستفادة من توزيع المطالبات العادية وتوزيع المطالبات المتطرفة فى نمذجة المطالبات الكلية

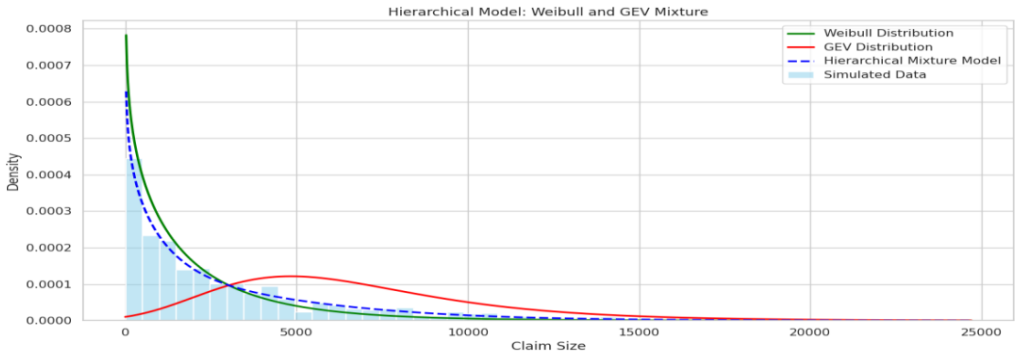
يمكن الدمج بين توزيع المطالبات الأساسية وتوزيع المطالبات المتطرفة عن طريق اعطاء وزن نسبى لعدد المطالبات العادية، على أن يكون مكمل هذا الوزن هو المطالبات المتطرفة، وبذلك تكون دالة كثافة الاحتمال للمطالبات كالتالى:

$$f(x) = p.f_{claim}(x) + (1-p).f_{extreme}(x) \qquad (4-16)$$

ويتم اختيار قيمة p على ضوء البيانات الخاصة بالشركة، فعلى سبيل المثال، إذا كانت المطالبات العادية (غير المتطرفة) تمثل ٨٠% من المطالبات، بذلك فإن المطالبات المتطرفة تمثل ٢٠% من المطالبات.

٤,٨,١ الدمج بين توزيع ويبل وتوزيع القيم المتطرفة المعمم

نظرا لأن أفضل توزيع لتمثيل المطالبات العادية هو توزيع ويبل، وتوزيع القيم المتطرفة المعمم لتمثيل قيم المطالبات المتطرفة لذلك يتم الدمج بينهم وكما يتضح من شكل (٤-١) وأن النموذج الناتج بعد الدمج بين توزيع ويبل وتوزيع القيم المتطرفة المعمم يمثل البيانات أفضل من استخدام كل توزيع على حدة،



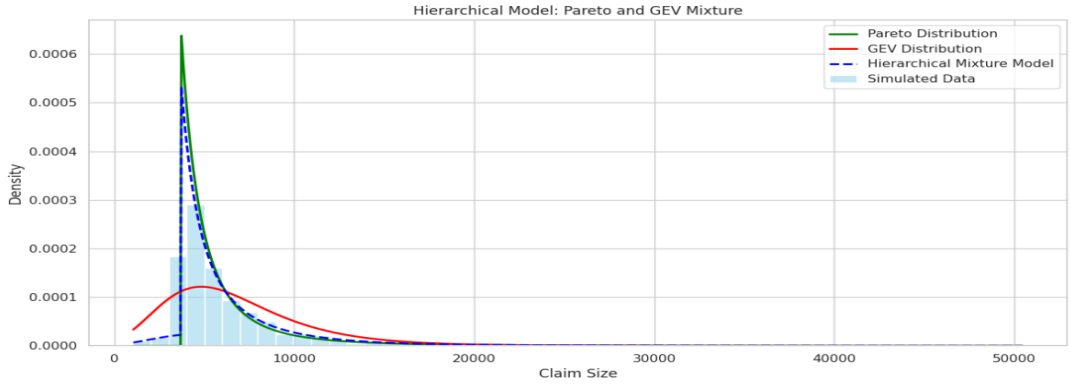
شكل (٤-١) الدمج بين توزيع ويبل وتوزيع القيم المتطرفة المعمم

وبذلك يمكن حساب متوسط المطالبة فى حالة الدمج بين توزيع ويبل وتوزيع القيم المتطرفة المعمم كالتالى وبالاعتماد على المعادلات (٤-٩)، (٤-١٥) ، (٤-١٦) مع الأخذ فى الاعتبار أن $p = 0.8$ كالتالى:

$$E(X) = .8 * 2053.47 + 0.2 * 21799.15 = 6002.6 \quad (4-17)$$

٤,٨,٢ الدمج بين توزيع ويبل وتوزيع القيم المتطرفة المعمم

ونظرا لتقارب توزيع ويبل مع توزيع باريتو لتمثيل البيانات لذلك يمكن عمل دمج لتوزيع باريتو مع توزيع القيم المتطرفة المعمم كما هو موضح فى شكل (٤-٢)



شكل(٤-٢) الدمج بين توزيع باريتو وتوزيع القيم المتطرفة المعمم

وكما يتضح من شكل (٤-٢) وهو الشكل الناتج من الدمج بين توزيع باريتو وتوزيع القيم المتطرفة المعمم أن النموذج الناتج من الدمج يمثل البيانات بشكل أفضل،

ويمكن حساب متوسط التوزيع بعد الدمج باستخدام المعادلات (٤-٥) ، (٤-١٥)، (٤-١٦) كالتالى:

$$E(X) = 0.8 * 2545.19 + 0.2 * 21799.15 = 6395.98 \quad (4-18)$$

ويجب ملاحظة أن قيم المتوسط المحسوبة فى المعادلات (٤-١٧) ، (٤-١٨) قبل الأخذ فى الاعتبار احتمال وقوع الحادث.

٥. النتائج والتوصيات

٥,١ النتائج

من النتائج التى توصل لها هذا البحث:

١. يمكن استخدام توزيعين لتمثيل قيم مطالبات التأمين الطبى، الأول لتمثيل قيم المطالبات العادية والثانى لتمثيل قيم المطالبات المتطرفة.
٢. استخدام طريقة الكتل الزمنية Block Maxima يساعد على تكوين عينة من المطالبات المتطرفة يمكن معالجتها احصائيا بشكل مستقل عن باقى المطالبات.
٣. أفضل توزيع لتمثيل قيم مطالبات التأمين الطبى العادية هو توزيع ويبل، يليه توزيع باريتو وذلك وفقا لمعيارى AIC & BIC
٤. توزيع القيم المتطرفة المعمم يمثل قيم المطالبات المتطرفة، فهو توزيع مرن حيث يحتوى على ثلاث معلمات.
٥. عند الدمج بين توزيع المطالبات العادية وتوزيع المطالبات المتطرفة يجب مراعاة استخدام الوزن النسبى الملائم لكل شركة حتى يمكن تحسين التنبؤ بقيمة المطالبات

٥,٢ التوصيات

١. يجب الاهتمام باتاحة بيانات التأمين بصفة عامة، وبيانات معدل تكرار الحوادث بصفة خاصة حتى يمكن الوصول لحسابات دقيقة.
٢. يجب الاهتمام بالنمذجة الاكتوارية بصفة عامة، ونمذجة المطالبات بصفة خاصة مع توفر بيانات معدل تكرار الحوادث حتى يمكن ربط كل مطالبة باحتمال حدوثها.

المراجع:

أولا: المراجع العربية:

١. الصياد & ,حلمي فتحي. (٢٠٢٤). رؤية تحليلية لتطوير منظومة التأمين الصحي الشامل والارتقاء بخصائص البشر من منظور الممارسة العامة في الخدمة الاجتماعية في إطار أهداف التنمية المستدامة ٢٠٣٠ .*المجلة العلمية المصرية للخدمة الاجتماعية*.129-67 ,

٢. حافظ، محمد محمد السيد .(2018) .التحليل الكمي للمعدلات الفنية في شركات التأمين في السوق المصري بالتطبيق على فرع التأمين الطبي.مجلة الدراسات المالية والتجارية، ع3 ،.218 - 72

٣. سالمان، عثمان سالمان عثمان .(2010) .تفعيل الطلب على وثائق التأمين الطبي التجاري في السوق المصري دراسة تطبيقية :ملخص وأهم النتائج.المؤتمر العلمي الثاني لشباب الباحثين، أسيوط :كلية التجارة – جامعة أسيوط،.421 - 409

٤. فاروق مراد & ,أنجى. (٢٠٢٤). دور قطاع التأمين التجاري في منظومة التأمين الصحي الشامل الحكومي .المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية33-1 .

٥. فاروق مراد، أنجى & ,أحمد محمد فرحان. (٢٠٢٢). نموذج اكتوارى مقترح لتقدير معامل التحمل للتأمين الصحى باستخدام أسلوب التحكم الأمثل بالتطبيق على قطاع التأمين الصحى بالمملكة العربية السعودية .*مجلة البحوث المالية والتجارية*.443-395

٦. محسن أحمد زكى، نيفين، البلقيني، محمد توفيق، واصف & ,جمال عبد الباقي. (٢٠٢٤). استخدام نموذج الانحدار الخطي المعمم (GLM) لتسعير التأمين الطبي .*المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية*.209-179 ,

٧. محسن أحمد، زكي . (٢٠٢٤) . اسلوب رياضي مقترح لتسعير التأمين الطبي في ظل منظومة التأمين الصحي الشامل . رسالة دكتوراة ، كلية التجارة جامعة المنصورة.
٨. محمد عبد الله، رنا، أحمد علي إبراهيم، رأفت، سليمان & ,عمرو. (٢٠٢١). تسعير التأمين الطبي التجاري باستخدام نموذج Bühlmann–Straub (BSCM) Credibility Model. *المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية*.298–179 ,
٩. فياض، أمنية الدسوقى، واصف، جمال عبد الباقي، توفيق ,أماني مصطفى كمال. (٢٠٢٤). دراسة تحليلية لتسعير وثائق التأمين الطبي المحدودة التغطية. مجلة التجارة والتمويل.1177–1142 ,
١٠. هيئة الرقابة المالية ، التقرير السنوي لنشاط التأمين،الاعوام ٢٠٢٣/٢٠٢٤، ٢٠٢٢/٢٠٢٣، ٢٠٢١/٢٠٢٢، ٢٠٢٠/٢٠٢١، ٢٠١٩/٢٠٢٠.
١١. هيئة الرقابة المالية قانون رقم ٢ لسنة ٢٠١٨

ثانيا: المراجع الاجنبية:

1. Abbas, Y. M., Abul-Magd, E., Elmekkawy, A., & Abaza, S. (2016). The evolution of private health insurance in Egypt within the implementation of universal health coverage. Value in Health, 19(3), A291.
2. Billa, M. M., & Nagpal, T. (2024). Medical insurance price prediction using machine learning. J. Electrical Systems, 2270-2279.
3. CS2, Actuarial Material (2019), Risk Modeling and Survival analysis, the Actuarial Education Company, Combined Material Pack for Exams in 2019, Chapter 15, Loss Distribution.
4. CT6 Acted Study Material (2013). 2013 Examination, the Actuarial Education Company, Chapter 3.

5. Dzupire, N. (2024). Modelling of Large Fire Insurance Claims: An Extreme Value Theory Approach. *London Journal of Research In Science: Natural and Formal*, *24*(8), 47-67.
6. Ekermann, M., & Swartling, I. (2022). An Extreme Value Approach to Modelling Construction Defect Insurance Claims. *Bachelor's Theses in Mathematical Sciences*. Lund University, Faculty of Science.
7. Gatti, S., & Wüthrich, M. V. (2024). Modeling lower-truncated and right-censored insurance claims with an extension of the MBBEFD class. European Actuarial Journal, 1-42
8. Giles, D. E., Feng, H., & Godwin, R. T. (2013). On the bias of the maximum likelihood estimator for the two-parameter Lomax distribution. *Communications in Statistics-Theory and Methods*, *42*(11), 1934-1950.
9. Gupta, R. D., & Kundu, D. (2001). Exponentiated exponential family: an alternative to gamma and Weibull distributions. *Biometrical Journal: Journal of Mathematical Methods in Biosciences*, *43*(1), 117-130.
10. Ismael, W. A., Elkady, P., & Amin, D. A. (2024). Analysing the Factors Affecting the Cost of Health Insurance in Egyptian Market. المجلة العلمية للبحوث التجارية (جامعة المنوفية)، ٥٥(٤)، ٢٠٩-٢٣٦.
11. Kabiri, A. M. B., Cuaresma, D. C. N., & Mamplata, J. B. (2021). Pricing a Combined Life and Health Insurance with Level Premiums and Varying Benefits. *Philippine Journal of Science*, *150*(4).
12. Le, D. H. (2024, May). Enhancing Medical Insurance Pricing Prediction with SHAP-XGBoost for Informed Decision-Making. In *International conference on From Smart City to Smart Factory for Sustainable Future* (pp. 317-328) Cham: Springer Nature Switzerland.

13. MacClave, J.T., & Sincich, T., (2009), Statistics, Pearson Education, Inc., 11th Edition.
14. Maydeu-Olivares, A., & Garcia-Forero, C. (2010). Goodness-of-fit testing. *International encyclopedia of education*, 190-196.
15. Pekasiewicz, D. (2014). Application of quantile methods to estimation of Cauchy distribution parameters. *Statistics in Transition. New Series*, 133-144.
16. Pendzialek, J. B., Simic, D., & Stock, S. (2016). Differences in price elasticities of demand for health insurance: a systematic review. The European Journal of Health Economics, 17, 5-21.
17. Rafeh, N. (1997). Private health insurance in Egypt. WORLD BANK DISCUSSION PAPERS, 115-126
18. Rohrbeck, C., Eastoe, E. F., Frigessi, A., & Tawn, J. A. (2018). Extreme value modelling of water-related insurance claims. *The Annals of Applied Statistics*, *12*(1), 246-282.
19. Uwingabire, J. (2018). Modelling extreme health insurance claims using generalized Pareto distribution. Project submitted in partial fulfillment of the academic requirements for the degree of Master of Science.
20. Yaqiong, T. (2018). Extreme Risk Analysis of Personal Insurance Claim Based on Block Maxima Method, International Journal of Economics, Finance and Management Sciences, 6(4): 192-199
21. Zhang, Y., & Wu, Y. (2020). Optimal Health Insurance and Trade-Off between Health and Wealth. Journal of Applied Mathematics, 2020(1), 2658213.
22. Zhang, Y., Wu, Y., & Yao, H. (2021). Optimal insurance indemnity and reinsurance strategy for health insurance. *Mathematical Problems in Engineering*, *2021*(1), 3931230.