مجلة البحوث المالية والتجارية
المجلد (22) – العدد الثاني – إبريل 2021

نموذج اكتواري مقترح لتسعير تأمين الحماية والادخار

بالتطبيق على قطاع التأمين بالمملكة العربية السعودية

Proposed Actuarial Model for Pricing Protection and Savings Insurance
Application to the Insurance Sector In The Kingdom Of Saudi Arabia

د / أحمد محمد فرحان محمد
مدرس – بقسم الرياضة والتأمين –
كلية التجارة – جامعة القاهرة

د / محمد أحمد محمود أبو زيد
مدرس -بقسم الرياضة والتأمين -بالمعهد العالي للحاسب الآلي –أبوقير -إسكندرية

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

ملخص

يعاني قطاع تأمينات الحماية والادخار بالمملكة العربية السعودية من العديد من المعوقات التي تحد من انتشاره ونموه، وترجع أهم الأسباب وراء هذه الظاهرة إلى عدم تحقيق العدالة في تسعير منتجات هذا القطاع، كون شركات التأمين بالمملكة تعتمد في تسعير منتجاتها على جداول معيارية لا تعكس خبرة المؤمن عليهم. ومن هذا المنطلق هدف البحث إلى إقتراح نموذج اكتواري لتسعير منتجات تأمين الحماية والادخار بالاعتماد على مزيج من خبرة الوفيات بالمجتمع السعودي وكذلك الجداول المعيارية. ولتحقيق هدف البحث تم توفيق منحنى وفيات باستخدام كل من نموذج التحويل اللوغاريتمي المتوسط ونموذج هيلجمان وبولارد. واثبتت نتائج اختبارات جودة التوفيق أن النموذج اللوغاريتمي قد قدم نتائج أفضل من نموذج هيلجمان بولارد. كما توصل البحث إلى وجود اختلافات معنوية بين نتائج التسعير تبعاً للجداول المعيارية المستخدمة بقطاع الحماية والادخار بالمملكة العربية السعودية وخبرة المجتمع السكانية. وأوصى الباحثان بضرورة الاعتماد على نظام التسعير المقترح نظراً لكونه يعكس خبرة المجتمع، وهو ما يترتب عليه تحقيق المزيد من المصداقية والعدالة في التسعير، الأمر الذي يسهم في زيادة الطلب علي منتجات تأمين الحماية والادخار بشركات التأمين السعودية.

الكلمات المفتاحية

نموذج اكتواري، تسعير تأمين الحماية والادخار، معدلات الوفاة، نموذج هيلجمان وبولارد، نموذج التحويل اللوغاريتمي المتوسط، الجداول المعيارية، الجداول السكانية.

Abstract

The protection and savings insurance sector in the Kingdom of Saudi Arabia suffers from many obstacles that limit its spread and growth, and the most important reasons behind this phenomenon are the lack of justice in pricing the products of this sector, because insurance companies in the Kingdom depend in pricing their products on standard tables that do not reflect the experience of the insured. . From this standpoint, the research aimed to propose an actuarial model for pricing protection and savings insurance products based on a mixture of mortality experience in the Saudi society as well as standard tables. To achieve the goal of the research, a mortality curve was matched by using the mean logarithmic conversion and Heligman-Pollard models. The results of the goodness of fit tests proved that the logarithmic model gave better results than the Heligman-Pollard model. The research also found that there are significant differences between the pricing results according to the standard tables used in the protection and savings sector in the Kingdom of Saudi Arabia and the community's experience. The two researchers recommended the necessity of relying on the proposed pricing system given that it reflects the experience of society, which leads to achieving more credibility and fairness in pricing, which contributes to increasing the demand for protection and savings insurance products in Saudi insurance companies

Key Words

Actuarial Model, Protection And Savings Insurance Pricing, Death Rates, Heligman-Pollard Model, Mean Logarithmic Transfer Model, Standard Tables, Population Tables..

مقدمة

يمثل تأمين الحماية والادخار أحد أهم أنواع التأمين التي تقدم الحماية التأمينية لواحد من أهم عناصر الإنتاج، ألا وهو العنصر البشري. فالتأمين على الحياة عامل مهم في محاربة الفقر الذي ينتج عن الخسارة المادية التي تلحق بالشخص بسبب بلوغ سن التقاعد أو الوفاة، أو حدوث عجزاً كاملاً أو مؤقتاً نتيجة المرض أو بسبب حادث. ومن هنا تنشأ الأهمية الاجتماعية للتأمين، كذلك يعمل التأمين على الحياة على نشر التعليم وتيسيره، إذ نجد عقوداً غايتها منح الأبناء ضماناً كافياً للإنفاق على أنفسهم إذا توفى عائلهم وهم في سن الدراسة، كما أن التأمين يزيل القلق من النفوس، إذ يكفل الأمن للمستأمنين أو المستفيدين من التأمين فيبعث الطمأنينة إلى نفسه (الأكاديمية المالية،2019) (لعور، 2005) (صليحة،2015).

وعلى الرغم من الأهمية المتزايدة لهذا النوع من التأمين نجد أن التأمين على الحياة لا يزال يعاني معوقات تحد من توسع الشركات المحلية بالمملكة العربية السعودية فيه تتمثل في إشكالية الفهم لمثل هذا النوع من التأمينات لدى الكثير من عملاء شركات التأمين التي تقدم الخدمة، وهو ما دفع الكثير منها إلى الاتفاق مع العديد من البنوك لضمان تقديم التأمين على الحياة للمقترضين منها. بالإضافة إلى النظرة التقليدية لمثل هذا النوع من التأمينات باعتبارها مخالفة للشريعة الإسلامية، والناتجة عن قلة الوعي بأهمية هذا النوع من التأمين. وأخيراً ارتفاع تكلفة مثل هذا النوع من التأمين مقارنةً بالأنواع الاخرى من التأمين. حيث تتوقف تكلفة التأمين على الحياة في أي مجتمع على ثلاثة عناصر أساسية، تتمثل في معدلات الوفاة السائدة في هذا المجتمع و معدلات الفائدة الفنية المستخدمة و معدلات المصروفات والتحميلات بالإضافة إلى الظروف والاقتصادية والاجتماعية السائدة في هذا المجتمع، ونظراً لصعوبة تقدير معدلات الوفاة السائدة في المجتمع بصورة دقيقة، وذلك بسبب ارتفاع التكلفة الخاصة ببناء جداول وفيات تعتمد على خبرة المجتمع، و كذلك الحاجة إلى فريق من الخبراء و الفنيين لتكوين هذه الجداول، و هو ما قد لا يتوافر لدى معظم المجتمعات النامية، لذا تلجأ معظم شركات تأمينات الحياة إلى الاستعانة بجداول وفيات معيارية معدة مسبقاً ومعتمدة على خبرة مجتمعات أخرى أكثر تقدماً، ومن ثم فإن تكلفة تأمينات الحياة قد تختلف باختلاف الجداول المعيارية المستخدمة ، ويترتب على ذلك أن أي انحراف بين معدلات الوفاة المستمدة من هذه الجداول المعيارية ومعدلات الوفاة الفعلية قد يؤثر تأثيراً مباشراً على تكلفة منتجات تأمينات الحياة، ومن هنا يتطلب الأمر تقدير تكلفة تأمينات الحياة من خلال معدلات وفاة مستمدة من نفس مجتمع المؤمن عليهم بشركات تأمينات الحياة، كما يجب

ألا تكون جداول الوفيات المعيارية المستخدمة قد أُعدت منذ فترة طويلة، حيث أن معدلات الوفاة تتحسن بمرور الوقت، ويرجع ذلك إلى التقدم الطبي وارتفاع مستوى المعيشة (FATF,2018) (يمينة،2013) (أبوبكر،2009).

هذا ونظراً لصعوبة إنشاء جدول وفيات خاص بالمجتمع السعودي فإن شركات تأمينات الحياة العاملة في سوق التأمين السعودي تعتمد على جداول وفيات معيارية مستمدة من خبرة مجتمعات أجنبية، متمثلة في جداول الوفيات المعيارية المستخدمة في سوق التأمين الخاص بالمملكة المتحدة، وذلك عند تقدير تكلفة منتجاتها. وهذا ما يترتب علية أن هذه المعدلات لا تعكس واقع خبرة المؤمن عليهم محل التسعير، وتزيد وطأة المشكلة عندما تضيف هذه الشركات معدل هامش أمان على معدلات الوفاة المستمدة من جداول الخبرة، حتى تكون هذه الشركات بمأمن عن حدوث أي انحرافات بالنتائج، وينعكس ذلك على ارتفاع أسعار منتجات قطاع تأمينات الحماية والادخار، مما يترتب عليه انخفاض الطلب على منتجات هذا القطاع التأميني.

الدراسات السابقة

تناولت العديد من الدراسات سواء على الصعيد العالمي أو الاقليمي منهجية بناء جداول خبرة اكتوارية، ولكل من هذه الدراسات وجهة بحثية انطلقت منها، فهناك من الباحثين من اعتمد على محاولة موائمة جداول خبرة أجنبية للمجتمع المحلي من خلال محاولة مزج المعدلات الخاصة بجداول الخبرة المعدة مسبقاً وخبرة المؤمن عليهم بشركات التأمين، أو على الأقل الحصول على بعض المعلمات من مجتمع المؤمن عليهم وتهذيب جداول الخبرة اعتماداً عليها. كما اتجهت مجموعة أخرى من الدراسات إلى محاولة تقديم نموذج يعتمد على خبرة المؤمن عليهم بشركات التأمين بالمجتمع المحلي، وهو ما يجب التعامل معه بشكل حذر نظراً لوجود الكثير من المحددات للنماذج الاكتوارية في هذه الحالة، كونها لابد وأن تتعامل مع عينة كبيرة نسبياً تعكس امكانية تطبيق قانون الاعداد الكبيرة، بالاضافة إلى شروط توافر حد ادنى من الحالات بكل من الفئات العمرية المختلفة، وتوافر شروط التجانس والعشوائية والعديد من الشروط الأخرى، والتي قد يصعب توافرها في العديد من المجتمعات. ومن خلال مراجعة الأدبيات السابقة نستعرض أهم هذه المحاولات على سبيل المثال لا الحصر.

دراسة (Zoltan,2004): اختبرت هذه الدراسة إمكانية استخدام نوعين من النماذج في تسوية معدلات الوفاة (جومبيرتز ماكيهام، معكوس جاوس) ، وذلك للتوصل إلى أنسب النماذج

التي تؤدي إلى أعلى درجات الدقة، وتخفيض مقدار الانحرافات بين القيم المتوقعة والفعلية، بالإضافة إلى تخفيض مقدار الارتباط الخطي الذاتي للبواقي الخاصة بالنموذج المقترح. وقد توصلت الدراسة إلى أن نماذج جومبيرتز وماكيهام تقدم نتائج أكثر توفيقاً للبيانات الخام.

دراسة (Abid,2005): تناولت الدراسة الطرق الإكتوارية المستخدمة في تسوية معدلات الوفاة الخام، وقد اعتمدت الدراسة على الجداول السكانية للمملكة العربية السعودية، وهدفت إلى تطوير معادلة خاصة تعكس خبرة المجتمع السعودي لتسوية جداول الوفيات. وتوصلت الدراسة إلى أن معادلة (Heligman & Pollard) تمثل أنسب المعادلات المستخدمة في التسوية، كما توصلت الدراسة أيضاً إلى تقدير جداول الاستعاضة المالية اعتمادا على معدلات الوفاة المستنتجة.

دراسة(David,2006): واعتمدت هذه الدراسة على تقدير معدلات الوفاة في مجتمع معين، اعتماداً على مؤشرات ترتكز على خبرة المجتمع بالتطبيق على جمهورية تنزانيا المتحدة، وذلك عن طريق مقارنة تقديرات معدلات الوفاة المعتمدة على المجتمع، ومعدلات الوفاة المستمدة من خبرة الهيئات الصحية، مع قياس مستويات الوفاة المختلفة، وقد استخدم فريق البحث البيانات المتاحة في السجلات المدنية لعدد الحياء، وكذلك أعداد الوفيات مع التركيز على سبب الوفاة، واعتمد فريق البحث على عينة مكونة من مدينتين كبيرتين نسبياً من مدن جمهورية تنزانيا المتحدة، وقد استخدمت المعدلات النسبية للوفاة التي استمدت من السجلات المدنية لتقدير معدلات الوفاة المعيارية،واعتمد البحث على التصنيف الدولي للأمراض والمشاكل الصحية المتعلقة بها، وكذلك تقسيم المجتمع إلى فئات عمرية خمسية. وتوصل فريق البحث إلى جداول وفيات معتمدة على الحالة الصحية، مع تقسيمها وفقاً لطبيعة الحالة الصحية لكل فرد على حدة، وذلك اعتماداً على معادلات جومبيرتز وماكيهام في تسوية منحنى الوفيات الخام، باستخدام البيانات الفعلية لمجتمع الدراسة، الممثل في مجتمع المؤمن عليهم صحياً التابعين لهيئة التأمين الصحي التنزانية.

دراسة (Elizabeth,2006): وقد اشتملت الدراسة على تحليل لأهم المؤشرات الكمية التي تتضمنها جداول الحياة بالولايات المتحدة الأمريكية لعام 2003، وقد تناولت الدراسة الأسس الاكتوارية التي تم الاعتماد عليها لبناء هذا الجدول، وكذلك التقسيمات الديموغرافية التي تناولها. وقد توصلت الدراسة أن توقع الحياة يزداد سنوياً بمقدار 0.2 للجنس الأبيض و 0.3 سنوياً للجنس الأسود وذلك فيما يتعلق بالاناث، أما الذكور فقد بلغت معدل الزيادة 0.2 للجنس الأبيض و0.1 للجنس الأسود، وقد ارجع الباحثون ذلك كنتيجة للتحسن في المستوى الصحي، وقد ساهمت الدراسة في تكوين جداول حياة ذات الفئات المدمجة لتكون أكثر واقعية وأبسط في

الاستخدام بالنسبة لشركات تأمينات الحياة بما يعكس التحسن في نتائج توقعات الحياة. واعتمدت الدراسة على استخدام معادلة هيلجمان وبولارد لتمثيل منحنى الوفيات.

دراسة (Rose,2008) والتي هدفت إلى الاعتماد على انشاء جداول وفيات تعكس خبرة المجتمع الماليزي، وقد اعتمدت الباحثة في توفيق منحنى الوفيات على معادلة هيلجمان وبولارد، وتناول الجدول معدلات الوفاة للأعمر أكبر من عشر سنوات لكلا الجنسين. واقترحت الباحثة التعامل مع الاعمار الفردية كسبيل لتوسعة جدول الوفيات بدلاً من الاعتماد على الفئات العمرية. ومن خلال مقارنة توفيق أكثر من نموذج مقترح، تم التوصل إلى ان معادلة هيلجمان بولارد هي أنسب الصيغ لتمثيل معدلات الوفاة بالمجتمع الماليزي، بالاضافة إلى أن النتائج الاحصائية أشارت إلى عدم وجود فروق معنوية بين معدلات الوفاة الفردية المقترحة ونظائرها المجمعة بشكل فئوي.

دراسة (Jorge,2010): تناولت هذه الدراسة نموذج مقترح لبناء جداول الوفيات تعكس خبرة المجتمعات الصغيرة، وقد اعتمدت الدراسة على البيانات الإحصائية للبرتغال. واستخدمت الدراسة أساليب تسوية معدلات الوفاة المعلمية عن طريق الاعتماد على معادلات جومبيرتز وماكيهام (GM)، وقد تم اختبار مدى دقة توفيق النتائج، وتوصلت الدراسة إلى أن الدالة ((GM(3,6) تمثل أنسب الدوال المستخدمة في تسوية معدلات الوفاة الخام بما يعكس خبرة المجتمعات الصغيرة محل الدراسة.

وفي نفس الاتجاه البحثي لدراسة (Rose,2008) قدمت دراسة (Claudio,2012) والتي هدفت إلى بناء جدول حياة يختص بخبرة المؤمن عليهم بشركات التأمين بالبرازيل، وقد شمل مجتمع الدراسة جميع سجلات المؤمن عليهم بعدد 23 شركة تأمين بالبرازيل، وهي تعتبر كافية إحصائياً لبناء جدول حياة يمكن الاعتماد عليه في تسعير منتجات تأمينات الحياة. وقد اعتمدت الدراسة على معادلة (Heligman & Pollard) في تسوية معدلات الوفاة الخام التي تم التوصل إليها، ومن مزايا الاعتماد على هذه الصيغة تفسير الاتجاه العام لمنحنى الوفيات خلال المراحل العمرية المختلفة، والتي تم تقسيمها إلى ثلاث مراحل، وقد توصلت الدراسة إلى جداول استعاضة لكل من الذكور والاناث تعكس خبرة المؤمن عليهم بالبرازيل.

وهناك العديد من الدراسات التي اتجهت إلى الاعتماد على معادلة هليجمان وبولارد، وذلك نظراً لما تقدمة هذه المعادلة من معدلات وفاة على درجة عالية من المصداقية والدقة، كما انها تقدم تفسيرات اكتوارية لاتجاهات هذه المعدلات خلال كل من الفترات العمرية المختلفة. ولعل من اهم الدراسات التي تناولت هذه المنهجية البحثية دراسة (R I Ibrahim,2017)، حيث هدفت إلى تقديم نموذج اكتواري يعتمد على معادلة هيلجمان وبولارد و نموذج Lee–Carter لتوفيق

معدلات الوفاة بالمجتمع، والتي لوحظ أنها تتسم بالأنخفاض المستمر، وهو ما يؤثر وبشكل معنوي على حجم السكان، وينعكس على أنظمة الضمان الاجتماعي والمعاشات. ومن خلال الاعتماد على البيانات الماليزية وتطبيق نماذج ARIMA تم تقدير معلمات الدالة. وتوصلت الدراسة إلى أن كل من النموذجين قد قدم نتائج متقاربة بالنسبة للذكور، وبشكل عام فإن نموذج Lee–Carter قد قدم معدلات وفاة أعلى من نظائرها المستنتجة من معادلة هليجمان وبولارد.

واعتمد (Yahaya,2019) نفس التوجه البحثي بالتطبيق على المجتمع النيجيري، حيث أعتمد في توفيق منحنى الوفيات على معادلة هليجمان وبولارد بالاضافة إلى نموذج Lee–Carter، لتوفيق معادلة تعكس الوفيات من واقع خبرة المجتمع النيجيري، وقامت الدراسة على أسس تحليل اتجاهات الوفيات لكل مرحلة عمرية على حدة، وهو ما أيد استخدام معادلة هيلجمان وبولارد والتي توفر هذه الخاصية الاكتوارية الهامة. واعتمدت منهجية البحث على استخدام متوسط نسبة الخطأ المطلق (MAPE) في المقارنة بين معدلات الوفاة المستنتجة من النموذجين. وقد توصلت الدراسة إلى أن كل من النموذجين قد قدم نتائج أفضل للأناث عنها بالذكور، وهو ما يخالف نتائج دراسة (R I Ibrahim,2017)، بينما اتفقت مع نتائج الدراسة السابقة كونها قدمت دليلاً على أن نموذج هيلجمان وبولارد قد قدم معدلات وفاة مرتفعة للاناث المسنات. وبشكل عام توصل الباحث إلى أن نموذج هيلجمان قد قدم نتائج على درجة عالية من التوفيق مقابل نموذج Lee–Carter. وفي النهاية أوصت الدراسة بضرورة الاعتماد على معلمات معادلة هيلجمان وبولارد في تفسير نمط الوفيات، نظراً لأنه يقدم تنبؤات على درجة عالية من الدقة، مما أن له متوسط أخطاء أقل مقارنة مع النماذج الاخرى.

التعليق على الدراسات السابقة

من خلال استعراض أهم الدراسات التي تناولت موضوع البحث، نجد أنها اتجهت لمحاولة بناء جداول وفيات تعكس خبرة المؤمن عليهم بهذه المجتمعات، وقد تمثل وجه الاختلاف بين هذه الدراسات في المعادلة المستخدمة لتهذيب منحنى الوفيات، فهناك من اعتمد على معادلة جومبيرتز وماكيهام، أو معادلة هيلجمان وبولارد. كما قدمت الدراسات السابقة الأدلة على قدرت معادلة هليجمان وبولارد على توفيق منحنى وفيات يعكس خبرة المجتمع، كما أن قدرة معلماته على تفسير الاتجاهات المختلفة لمنحنى الوفيات لكل فئة عمرية، قد قدم المزيد من مؤشرات التفضيل نحو الاعتماد عليها في توفيق منحنى الوفيات. وقد ندرت الدراسات التي تناولت المنطقة العربية على وجه العموم والمملكة العربية السعوية على وجه الخصوص، ولا يزال هذا المجتمع التأميني يحتاج إلى المزيد من الدراسات التي تقدم الأسس العلمية لشركات التأمين، بما يمكنها من تقديم منتجات

تأمينية تتسم بعدالة التسعير، وهو ما ينعكس على زيادة الطلب على منتجات هذا القطاع التأمني الهام.

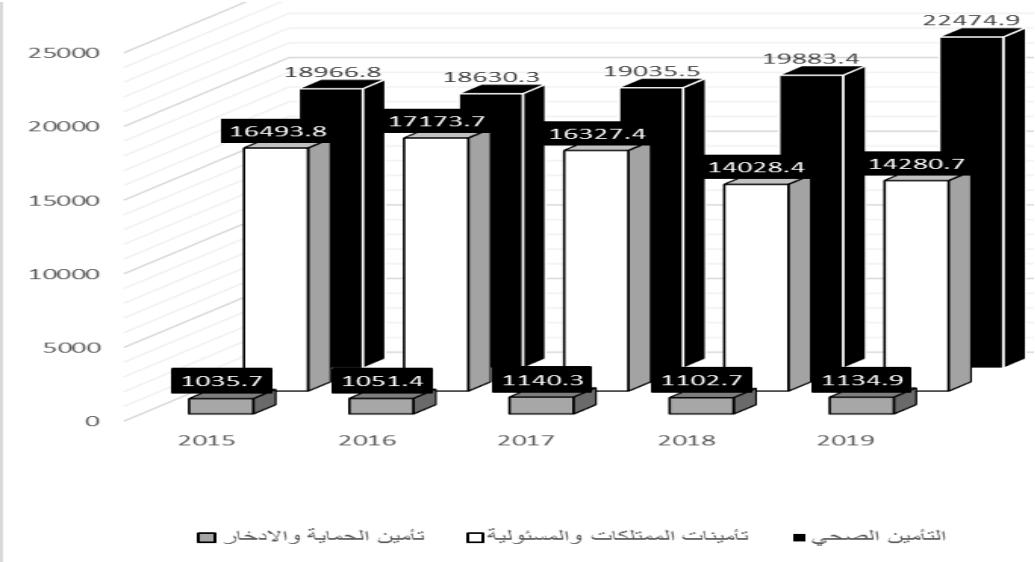
مشكلة البحث

يعتمد تسعير وثائق تأمين منتجات قطاع الحماية والادخار بالمملكة العربية السعودية على جداول معيارية غير مستمدة من واقع خبرة المؤمن عليهم، وهو الأمر الذي يؤدي إلى عدم عدالة تسعير منتجات هذا القطاع. حيث أن الاعتماد على مثل هذا النوع من الجداول يقدم معدلات قد تكون أعلى أو أقل من نظائرها بالمجتمع، وكلا الأمرين يضر بمصلحة كل من المؤمن والمؤمن لهم. حيث يؤدي ارتفاع أسعار وثائق تأمين الحماية والادخار إلى انخفاض الطلب على وثائق تأمينات الحياة، كما أن انخفاض أسعار وثائق التأمين عما يجب أن تكون عليه يؤدي إلى تكبد المؤمن خسائر قد تؤدي إلى توقفه عن ممارسة النشاط. حيث يمثل استخدام جداول وفيات معيارية غير مستمدة من واقع خبرة المؤمن عليهم أحد أهم الأسباب وراء ظاهرة انخفاض الطلب على منتجات قطاع الحماية والادخار بالمملكة، بما يؤدى إلى نتائج مباشرة على كل من المؤمن والمؤمن عليهم، فالمتمعن في نتائج سوق التأمين بالمملكة خلال عام 2019م يجد أن إجمالي أقساط التأمين المكتتب فيها قد بلغ نحو 37890.5 مليون ريال، فيما يبلغ نصيب تأمين الحماية والادخار 1134.9 مليون ريال، وهو ما يعادل 3% من إجمالي أقساط التأمين المكتتب فيها، في مقابل 14280.7 مليون ريال للتأمينات العامة، 22474.9 مليون ريال للتأمين الصحي. (تقرير سوق التأمين السعودي،2019) (الجزيرة كابيتال،2019).

جدول رقم (1): تطور إجمالي أقساط التأمين المكتتب فيها بسوق التأمين السعودي (مليون ريال)*

العام	القطاع	تأمين الحماية والادخار	تأمينات الممتلكات والمسئولية	التأمين الصحي	اجمالي الأقساط
2015	المبلغ	1035.7	16493.8	18966.8	36496.3
	النسبة%	2.84%	45.19%	51.97%	100.00%
2016	المبلغ	1051.4	17173.7	18630.3	36855.4
	النسبة%	2.85%	46.60%	50.55%	100.00%
2017	المبلغ	1140.3	16327.4	19035.5	36503.2
	النسبة%	3.12%	44.73%	52.15%	100.00%
2018	المبلغ	1102.7	14028.4	19883.4	35014.5
	النسبة%	3.15%	40.06%	56.79%	100.00%
2019	المبلغ	1134.9	14280.7	22474.9	37890.5
	النسبة%	3.00%	37.69%	59.32%	100.00%

شكل رقم (1): تطور أقساط التأمين المكتتبة لقطاعات التأمين بالمملكة (مليون ريال)*



*** من إعداد الباحثين اعتماداً على تقرير مؤسسة النقد السعودي "ساما" السنوي الثالث عشر عن قطاع التأمين في المملكة.**

يتضح من الجدول (1) انخفاض النصيب النسبي لإجمالي الاقساط المكتتب فيها لقطاع تأمينات الحماية والادخار بالمملكة مقارنة بإجمالي الأقساط المكتتب فيها لكل من التأمين الصحي وتأمينات الممتلكات والمسئولية. ومن خلال الشكل (1) يتضح وجود ثبات نسبي لمعدل النمو في حجم الأقساط لقطاع تأمينات الحماية والادخار مقارنة بقطاع التأمين الصحي، والذي شهد ارتفاع ملحوظ في حجم الأقساط المكتتب فيها خلال نفس الفترة. كما يتضح من خلال البيانات الوارده بالجدول (1) انخفاض نصيب الفرد من تأمين الحماية والادخار بالمملكة، حيث بلغ 0.0332 ريال عام 2019م، بينما بلغ 0.479 درهم خلال نفس الفترة بدولة الأمارات العربية المتحدة (الدرهم الاماراتي يساوي 1.02 ريال سعودي). ولعل من أهم العوامل وراء هذه الظاهرة هي أن الشركات التي تمارس نشاط تأمينات الحماية والادخار تعتمد على جداول وفيات متحفظة، مما أدى إلى أن معدلات الوفيات المستمدة من هذه الجداول لا تعكس واقع معدلات الوفيات الفعلية المستمدة من خبرة المؤمن عليهم بشركات تأمينات الحياة، وهو ما يعني وجود انحرافات بين التقدير المتوقع للمطالبات الناتجة عن الوفاة بشركات التأمين العاملة بالسوق التأميني السعودي، والتي تم حسابها على أساس معدلات وفيات معيارية، والقيم الفعلية للمطالبات والمستمدة من خبرة المؤمن عليهم بهذه الشركات، ويعتبر هذا الانحراف سبب هام من أسباب انخفاض الطلب على منتجات قطاع تأمينات الحياة بالسوق السعودي. وتزداد هذه المشكلة خطورة عندما يتم فصل النشاط الاستثماري لقطاع التأمين عن النشاط التأميني بقرار سيادي، بما يتماشى مع السياسة العامة للاستثمار

بالمملكة، وهو الاتجاه السائد في الآونة الأخيرة، حيث يصبح نشاط شركات تأمينات الحياة في المقام الأول متمثلاً في العمليات الفنية للتأمين فقط وليس في النشاط الاستثماري. ومما سبق يتضح أن مشكلة البحث تتمثل في الإجابة عن التساؤلات التالية: -

1- ما هو أثر استخدام جداول معيارية في تسعير منتجات تأمين الحماية والادخار على الطلب على هذه المنتجات بالمملكة العربية السعودية؟
2- ما هو أثر استخدام الجداول السكانية الخاصة بخبرة المجتمع السعودي على تسعير منتجات تأمين الحماية والادخار بالمملكة؟
3- ما هو تأثير استخدام معادلة هيلجمان وبولارد في توفيق معدلات الوفاة الخام المستمدة من واقع جداول التسعير المعيارية لشركات التأمين، وجداول الخبرة السكانية بالمجتمع السعودي؟
4- هل تتمكن النماذج المقترحة لتوفيق معدلات الوفاة للمجتمع السعودي باستخدام كل من [دالة متوسط اللوغاريتم الطبيعي و معلمات دالة هليجمان وبولارد] من تحقيق مبدأ العدالة في تسعير منتجات قطاع الحماية والادخار؟

هدف البحث

تهدف هذه الدراسة إلى تقديم نموذج مقترح لآلية بناء جداول استعاضة تعتمد على خبرة المجتمع السعودي، كمحاولة لمعالجة جوانب القصور التي صاحبت استخدام جداول معيارية لا تتناسب وخبرة المؤمن عليهم بسوق التأمين بالمملكة العربية السعودية. وذلك بهدف الوصول إلى طريقة مثلى لبناء جداول الوفيات والتي تمثل الدعامة الأساسية للتسعير في مجال تأمينات الحياة، وبذلك يمكن وضع نظام تسعير أقرب إلى العدالة حتى يتناسب السعر مع درجة الخطورة الخاص بالمؤمن عليهم. وكذلك المقارنة بين جداول الاستعاضة المعيارية والجداول المستنتجة من النموذج المقترح، وتحديد معنوية واتجاه الانحرافات أن وجدت.

فروض البحث

يعتمد البحث على فرضية أساسية وهي أن جداول الوفاة المعيارية المستخدمة في السوق السعودي لا تتفق وخبرة المؤمن عليهم، وهو ما يشير إلى وجود انحرافات مؤثرة بين معدلات الوفاة المعيارية المستخدمة في حساب تكلفة خدمة الحماية التأمينية ومعدلات الوفاة الفعلية المستمدة من واقع خبرة المؤمن عليهم بشركات تأمينات الحياة، وهو ما يعكس عدم توافر مبدأ العدالة في تسعير منتجات قطاع تأمينات الحماية والادخار، وهو ما دفع الباحثان لتقديم نموذج مقترح لمعالجة

هذه الانحرافات، والفرضيات التالية تعكس المراحل المختلفة للنموذج المقترح، والتي سيخضعها الباحثان للاختبار والتحليل.

الفرض الاول: انعدام وجود تأثير معنوي لاستخدام معادلة هيلجمان وبولارد في توفيق معدلات الوفاة الخام المستمدة من واقع جداول التسعير المعيارية لشركات التأمين، وجداول الخبرة السكانية بالمجتمع السعودي.

الفرض الثاني: انعدام وجود فروق إحصائية ذات تأثير معنوي بين كل من معلمات معادلة هيلجمان وبولارد لكل من الجداول المعيارية لشركات التأمين والسكانية للمجتمع السعودى. خلال الفترات العمرية المختلفة (حديثي الولادة والطفولة– الاعمار المتوسطة والسشباب – الاعمار المتقدمة والشيخوخة) عند مستوى معنوية 5%.

الفرض الثالث: انعدام وجود فروق إحصائية ذات تأثير معنوي بين أسعار التأمين المعتمدة على الجداول المعيارية معدلات الوفاة المستمدة من جداول التسعير المعيارية المستخدمة بشركات التأمين بالمملكة العربية السعودية ومعدلات الوفاة المستمدة من الجداول السكانية.

الفرض الرابع: انعدام وجود فروق إحصائية ذات تأثير معنوي بين معدلات الوفاة المقترحة باستخدام كل من [دالة متوسط اللوغاريتم الطبيعي و معلمات دالة هليجمان وبولارد]، وكل من معدلات الوفاة المستمدة من جداول الخبرة المعيارية والجداول السكانية للمجتمع السعودي عند مستوى معنوية 5%.

الفرض الخامس: انعدام وجود فروق إحصائية ذات تأثير معنوي بين كل معدلات الوفاة المقترحة باستخدام النموذج المقترح الأول (اللوغاريتمي المتوسط) والنموذج المقترح الثاني (معادلة هيلجمان بولارد) عند مستوى معنوية 5%.

منهجية البحث

تجمع الدراسة بين عدة مناهج بحثية تشمل، المنهج الاستقرائي حيث يتم استقراء ومراجعة البحوث والدراسات المتعلقة بالنظريات ونماذج التسعير لمنتجات التأمين على الحياة. كما سيتم استخدام منهج تحليل المحتوى، والذي يشمل تحليل الأفكار والعلاقات والمداخل والجوانب العملية والعلمية التي تتضمنها البحوث والدراسات التي سيتم استقرائها بما يخدم أهداف البحث. أما فيما يتعلق بالمنهج التطبيقي فسيتم الاعتماد على نماذج هليجمان وبولارد وكذلك النماذج اللوغاريتمية، في توفيق منحنى وفيات يعكس مزيج من خبرة المجتمع السكانية، وجداول التسعير المعيارية،

وتستخدم اختبارات جودة التوفيق لأختيار المنحنى الأكثر توفيقاً، وهو ما سيتم تطبيقه للتوصل إلى أنسب معدلات الوفاة تتناسب وخبرة المجتمع السعودي.

محددات البحث

يقتصر البحث على تسعير وثائق التأمين على الحياة الفردية السارية ، و على ذلك يمكن استبعاد كل مما يلى من مجتمع البحث:

1- لن يتعرض البحث إلى تسعير التأمين على الحياة الجماعي، وكذلك صناديق التأمين لأن لكل منهما سمات وخصائص تميزه عن التأمين على الحياة الفردي.
2- لن يتعرض البحث إلى تسعير وثائق التأمين ذات مبالغ التأمين المخفضة، والتي توقف العميل فيها عن سداد الأقساط، وذلك حيث تبُين خبرة السوق عدم الإعتداد ببياناتها بسبب انقطاع الصلة في أغلب الأحيان بشركة التأمين.

حدود البحث

سوف تعتمد الدراسة على البيانات المنشورة وغير المنشورة لمعدلات الوفاة المعيارية المستمدة من جداول التسعير المعيارية بشركات التأمين، ومعدلات الوفاة المستمدة من الجداول السكانية بالنسبة للأعمار المختلفة والمستمدة من واقع خبرة السكان بالمملكة العربية السعودية، خلال الفترة 2010 – 2019م، والمتوافرة بالمسح الديموجرافي الصادر عن الهيئة العامة للإحصاء.

خطة البحث

المبحث الأول: النموذج الاكتواري المقترح لتسوية معدلات الوفيات الخام

المبحث الثاني: تقدير معلمات معادلة هيلجمان وبولارد من واقع خبرة المؤمن عليهم والجداول السكانية

المبحث الثالث: النموذج المقترح لتسعير منتجات قطاع تأمينات الحماية والادخار

النتائج والتوصيات

المراجع

المبحث الأول

النموذج الاكتواري المقترح لتسوية معدلات الوفيات الخام

مقدمة

يعتمد البحث على استخدام النماذج المعلمية لتسعير تأمين الحماية والادخار بالمملكة العربية السعودية، اعتماداً على مزيج من جداول التسعير المعيارية والجداول السكانية، وذلك لبيان أثر الاعتماد على خبرة المجتمع المستمدة من الجداول السكانية في تسعير مثل هذا النوع من المنتجات، بما يعكس خبرة المؤمن عليهم. وهذه الطرق ترتكز على فرضية أساسية تعكس كون النماذج المستخدمة في توفيق منحنى الوفيات محل الدراسة تمثل دالة في متغير العمر (x). ولتقدير معدلات الوفاة اعتماداً على مثل هذا النوع من النماذج لابد من تقدير معلمات الدالة الممثله لها بما يعكس خبرة المجتمع. ومعيار الاختيار بين النماذج المتاحه يتوقف على العدد الأقل من المعلمات، فكلما انخفض عدد المعلمات التي تتضمنها الدالة الممثلة للنموذج كلما قل الجهد والوقت المبذول في حساب القيم المقدرة ,(Felicitie, 2005) (CFI,2015).

وبالتالي فلابد من الوصول إلى نوع من التوازن بين جودة توفيق البيانات الخام للمنحنى الممثل للوفيات، ودرجة التسوية المطلوبة، والتي تعتمد على عدد المعلمات بالنموذج، فكلما زاد عدد المعلمات كلما كان النموذج أكثر تعقيداً. حيث أن زيادة عدد المعلمات بالنموذج المقترح تؤدي إلى الكثير من الصعوبات عند تطبيق النموذج، لعل أهمها صعوبة تطبيقه من الناحية العملية بشركات التأمين، بالإضافة إلى زيادة قيمة الخطأ المعياري، والناتج من زيادة عدد المعلمات بالنموذج، كما قد يرتفع أيضاً قيمة معامل الارتباط بين المعلمات المقدرة، وهو ما قد يقدم نتائج على درجة منخفضة من المصداقية. (Debon,2005).

ومن خلال هذا المبحث يعرض الباحثان الأسس العلمية والنظرية للنماذج الاكتوارية المختلفة التي سيتم الاعتماد عليها في توفيق بيانات الوفيات للعينة محل الدراسة، ثم محاولة الوصول إلى أكثر النماذج توفيقاً للبيانات محل الدراسة والتي تعتمد على أقل عدد من المعلمات، كما سيوضح الباحثان العلاقة التوازنية بين كل من درجة التوفيق للدالة الممثلة للوفيات وعدد المعلمات الداخلة بالنموذج.

النموذج المقترح لتسوية البيانات الخام

تمثل دالة جومبرتز القالب الأساسي والأول الذى اشتقت منه باقي القوانين والصور التي يتم الاعتماد عليها في تسوية معدلات الوفاة الخام ويعتمد الإكتواريون في اختيار قانون التسوية على إمكانية استنتاج ثوابت القانون المستخدم ، حيث يشتمل قانون جومبيرتز على نوعين من الثوابت والتي أرجعها جومبيرتز إلى سببين رئيسيين أولهما الوفاة بسبب الصدفة بدون أي مقدمات، والثاني الوفاة بسبب التدهور الطبيعي الناتج عن التقدم في العمر و هناك أربعة مداخل تقليديه لاستنتاج ثوابت قانون جومبيرتز (Henk,2000)(Ting Li,2014) .

- معادلة الخط المستقيم : يتم الاعتماد على هذا المدخل في حالة ما إذا كانت المعادلة (1) تأخذ شكل الخط المستقيم ($y = ax + b$) حيث أن a تمثل ميل الخط المستقيم و b تمثل الجزء المقطوع من محور الصادات، ومن ثم فيمكن تحديد ثوابت المعادلة من خلال الشكل الانتشاري للنقاط، ثم تحديد معلمات النموذج. وتعكس المعادلة (1) الصيغة العامة للنموذج (Cox,1984).

$$y = -\log(-\log Px) \qquad (1)$$

ومن ثم يمكن تقدير قيم الثوابت المختلفة للمعادلة (1) كما يلى:-

Where: $a = -\ell_0$ then : $c = \exp(-a)$

Where: $b=\log\frac{logc}{B(c-1)}$, then: $B=\frac{logc*exp(-b)}{(c-1)}$, $g=\exp(-\frac{exp(-b)}{(c-1)})$

- الاعتماد على ثلاثة قيم متباعدة : تعتمد هذه الطريقة على ثلاثة قيم لأعداد الاحياء المشاهدة على أبعاد متساوية وذلك لأن المعادلة المعبر عن عدد الأحياء تحتوى على ثلاثة مجاهيل، و من ثم يمكن حل هذه المعادلات معاً للوصول لتقدير لهذه الثوابت كما يلي (أحمد،2000):-

$$l_x = k * g^{c\hat{}x} \qquad (2)$$

ومن ثم يمكن تقدير قيم الثوابت المختلفة للمعادلة (2) كما يلى:-

$$c = \left(\frac{\Delta loglx+t}{\Delta loglx}\right)^{1/t}$$

$$g = \exp\left(\Delta \log l_x * \left(\frac{\Delta loglx}{\Delta loglx+t}\right)^{x/t} * \left(\frac{\Delta loglx}{\Delta^2 loglx}\right)\right)$$

$$k = \exp\left(\log l_x - \frac{(\Delta loglx)^2}{\Delta^2 loglx}\right)$$

- الاعتماد على ثلاثة قيم متجاورة لعدد الأحياء المشاهد : تتشابه هذه الطريقة مع الطريقة السابقة في اعتمادها على ثلاثة قيم لعدد الأحياء المشاهد، ولكن يكمن الاختلاف في كيفية معالجة تغير قيمة الفرق الثابت، وذلك عن طريق اختيار فرق يساوى واحد، أى أن

القيم متجاورة، ومن ثم يمكن تقدير قيم ثوابت المعادلة (3) والتي تعكس النموذج من خلال العلاقات التالية:-

$$c = \exp(\Delta \log[-\Delta \log l_x]) \quad (3)$$

$$g=\exp(\Delta \log l_x \exp(-x\,\Delta \log[-\Delta \log l_x]) * (\exp(\Delta \log[-\Delta \log l_x]-1)^{-1})$$

$$k=l_0/g$$

- الاعتماد على ثلاثة مجاميع لقيم أعداد الاحياء الخام: ظهرت هذه الطريقة كمحاولة لمعالجة العيوب التي صاحبت كل من الطريقتين السابقتين، وهى اعتماد كل منها على ثلاثة مفردات فقط ، أما هذه الطريقة فتعتمد على تقسيم البيانات الخام إلى ثلاث مجموعات جزئية ومن ثم الاعتماد على مجاميع الثلاث مجموعات، ومن ثم يمكن تقدير ثوابت معادلة جومبيرتز (4) من خلال العلاقات التالية(Olshansky ,1997) :-

$$l_x = k \times g^{c^x} \quad (4)$$

Where :-

$$\sum 1 = \sum_{r=0}^{t-1} logl_{x+r} \,,\ \sum 2 = \sum_{r=0}^{t-1} logl_{x+t+r},\ \sum 3 = \sum_{r=0}^{t-1} logl_{x+2t+r}$$

Then :

$$c = \left(\frac{\Delta \sum 2}{\Delta \sum 1}\right)^{1/t}$$

$$g = \exp\left(\Delta \sum 1 \times \left(\frac{\Delta \sum 1}{\Delta \sum 2}\right)^{x/t} \times \left(\frac{\Delta \sum 1}{\Delta^2 \sum 1}\right)^2 \times \left(\frac{\Delta(\Delta \sum 1)\hat{}1/t}{(\Delta \sum 1)^{1/t}}\right)\right)$$

$$k = \exp\left(\frac{1}{t}\left[\sum 1 - \frac{(\Delta \sum 1)\hat{}2}{\Delta^2 \sum 1}\right]\right)$$

كما قام ماكيهام عام 1960 بتطوير دوال جومبيرتز لتشمل على صيغة أسية كما يتضح من المعادلة(5).

$$Gom, Mak_{\alpha}^{m}(x) = \exp\left(\sum_{j=1}^{m} \alpha_i x^{j-1}\right) \quad (5)$$

تعكس الدالة (5) الصيغة الأسية لجومبرتز وماكيهام المستخدمة لتسوية بيانات الوفيات الخام، حيث أن m تمثل عدد المعلمات المستخدمة بالنموذج، وهي دالة في المتغير x والذي يمثل العمر، وقد تم تطوير الدالة (5) لتعكس أيضاً دالة مركبة تشتمل على جزء يمثل الدالة الأسية والجزء الأخر يمثل دالة كثيرات الحدود، وهو ما يتضح من الدالة (6) (Missov,2013) .

$$\mathrm{Gom, Mak}_{\alpha}^{n,m}(x) = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i x^{i-1} + \exp\left(\sum_{j=n+1}^{n+m} \alpha_i x^{j-n-1}\right) \quad (6)$$

توضح الدالة (6) معادلة جومبيرتز وماكيهام لتسوية بيانات الوفيات الخام، وهي تتكون من شقين، يظهر الشق الأول منفرداً عندما تكون قيمة n والتي تعكس عدد المعلمات المستخدمة بدالة كثيرات الحدود تساوي صفر، وهي تمثل دالة أسية، بينما تأخذ المعادلة شكل دالة كثيرات الحدود عندما تكون قيمة m تساوي صفر. فإذا افترضنا أن (E_x) تمثل عدد الاشخاص تحت الملاحظة عند السن x وحتى السن x+1، كذلك فإن احتمال وفاة لأي من الاشخاص تحت

الملاحظة قبل بلوغ السن x+1 يمكن أن نرمز لها بالرمز q_x، ومن ثم فإن توزيع الوفيات للمفردات تحت الملاحظة يمثل توزيع احتمالي ثنائي الحدين، كما أن كل من المقادير المعرضة للخطر، واحتمال الوفيات يمثلا معلمات هذا التوزيع ($D_x \sim B(E_x, q_x)$)، وبالتالي يمكن تقدير قيمة احتمال الوفاة q من خلال الاعتماد على الصيغة اللوغاريتمية لنموذج جومبيرتز ماكيهام كدالة ربط، كما تتضح من الدالة (7) (Trifon,2015).

$$q_x = Logit\left(Gom, Mak_{\alpha}^{n,m}(x)\right) = \frac{Gom,Mak_{\alpha}^{n,m}(x)}{1+Gom,Mak_{\alpha}^{n,m}(x)} \qquad (7)$$

ولتقدير معلمات الدالة السابقة يمكن الاعتماد على أحد الأسلوبين، أما دالة الإمكان الأعظم أو أقل قيمة لمربع كاي (كا^2)، كما يمكن استخدام احتمال الوفاة q_x كدالة ربط لوغاريتمية (transformation logit link function)، وهو ما تعكسه المعادلة (8) M (Riyana,2019).

$$\mathrm{Gom, Mak}_{\alpha}^{\mathrm{n,m}}(\mathrm{x}) = \frac{\mathrm{q_x}}{1-\mathrm{q_x}} \quad (8)$$

وقد بذلت العديد من المحاولات لتقدير قيمة معدلات الوفاة باستخدام الصيغة السابقة، ولعل أهم هذه المحاولات ما قام به كل من هيلجمان وبولارد عام 1980، حيث توصلا إلى مجموعة من الصيغ، والتي تعتمد على عدة معلمات يتم من خلالها تقدير معدلات الوفاة، والتي سميت فيما بعد (Heligman and Pollard's laws)، وهناك الكثير من جداول الوفيات بالول المختلفة والتي أعتمدت على هذه المعادلات الاكتوارية مثل كل من (أستراليا، الولايات المتحدة الامريكية، إسبانيا، ألمانيا، السويد، انجلترا)، ويمكن استنتاج قيمة معدل الوفاة باستخدام قانون هيلجمان وبولارد، وهو ما يتضح من المعادلة (9) (Heligman and Pollard, 1980) (Wella,2017).

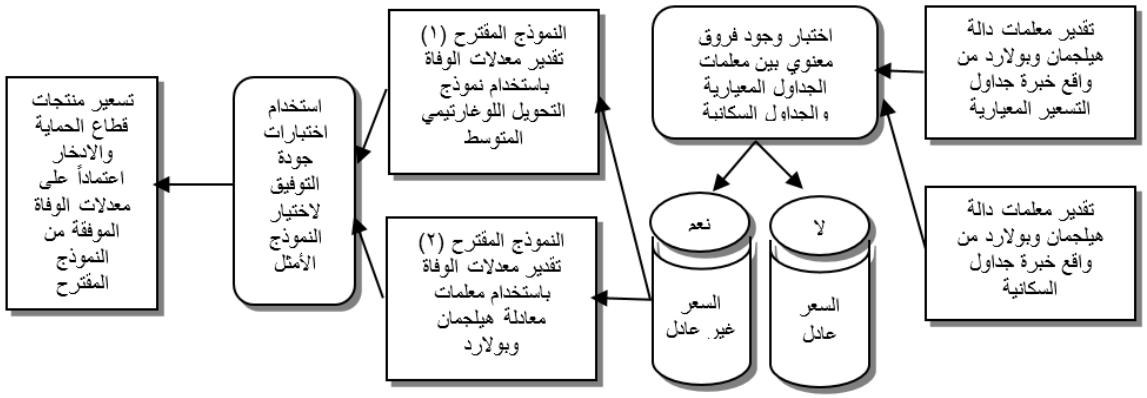
$$\frac{q_x}{1-q_x} = \sum_{i=1}^{n} A_i \exp\left(-B_i(f_i(x) - C_i)^{D_i}\right) \quad (9)$$

وتعتمد الدالة السابقة على أربع معلمات وهي (A,B,C,D)، ومن خلال تقدير المعلمات السابقة يمكن التوصل للقيمة المقدرة لمعدلات الوفاة المسواة. وقد قسم كل من هيلجمان وبولارد الوفاة إلى ثلاث عناصر أساسية، تساهم كل منها بشكل مباشر في تمهيد المنحنى المعبر عن معدلات الوفاة، وهو ما يعني أن منحنى الوفاة يتأثر بثلاث متغيرات تشكل كل منها المعدل العام للوفاة، وهي الوفاة خلال فترة الطفولة، والوفاة الناتجة عن حادث، والوفاة الطبيعية الناتجة عن الشيخوخة. وبالتالي تم إعادة صياغة الدالة السابقة بما يعكس المتغيرات الثلاثة، ويقدم صيغة مباشرة تعكس القيمة المقدرة لمعدل الوفاة الخام كما يتضح من المعادلة (10)(Rose,2017) .

$$q_x = A^{(x+B)^C} + D\exp(-E(\ln x - \ln F)^2) + \frac{GH^x}{1+GH^x} \quad (10)$$

تمثل المعادلة (10) دالة في المتغير x والذي يمثل السن، ويتضح أن المعادلة تتكون من ثلاثة أجزاء، وهي على الترتيب، الجزء الأول ($A^{(x+B)^C}$) والذي يعكس معدل الوفيات الأطفال صغار السن، بينما يمثل الجزء الثاني ($D\exp(-E(\ln x-\ln F)^2)$) مؤشر الوفيات الناتجة عن الحوادث الفجائية، بينما الجزء الثالث ($\frac{GH^{x^k}}{1+GH^{x^k}}$) فهو يعكس الوفاة الناتجة عن الشيخوخة. وتعتمد هذه الصيغة لقانون الوفيات على تسع معلمات (A,B,C,D,E,F,G,H,K)، ولكل من هذه المعلمات المدلول الخاص بها، حيث أن A تمثل معدل وفيات الأطفال الرضع، بينما B تمثل معدل الوفيات للأطفال ممن يبلغون عام واحد، بينما المعلمة C فهي تعكس مدى تجانس مفردات العينة مع البيئة المحيطة بها. وتعكس قيمة المعلمة D والتي تأخذ المدى [0,1] وطأة الحادث، بينما تأخذ المعلمة E قيمة كبيرة خلال المدى [0,∞] وهي تشير إلى مدى تركز وطأة الحادث، بينما تشير قيمة المعلمة F إلى الحد الأقصى لوطأة الحادث، كما تشير قيمة المعلمة G والتي تأخذ المدى [0,1] إلى معدل الوفيات الناتج عن الشيخوخة، أما المعلمة H فهي تعكس معدل الزيادة في الوفيات للأعمار المتأخرة، والتي تأخذ المدى (Marius,2018))[0,∞].

شكل رقم (2): النموذج المقترح لتسعير منتجات قطاع تأمين الحماية والادخار



المبحث الثاني

تقدير معلمات معادلة هيلجمان وبولارد من واقع خبرة المؤمن عليهم والجداول السكانية

مقدمة

يعرض الباحثان من خلال هذا المبحث نتائج اختبار الفرضية الأولى للدراسة ، والتي تعكس وجود فروق معنوية بين كل من معدلات الوفاة المستنتجة من الجداول الخبرة التي تعتمد عليها شركات التأمين العاملة بالمملكة العربية السعودية في تسعير منتجات الحماية والادخار، ومعدلات الوفاة المستنتجة من خبرة المجتمع، وذلك للوقوف على مدى معنوية الفروق بينهما، الأمر الذي يستتبعه تقديم النموذج المقترح لمعالجة هذه الانحرافات، والذي يعكس خبرة مجتمع المؤمن عليهم في تسعير منتجات قطاع الحماية والادخار. واعتمدت الدراسة على معدلات الوفاة المستنتجة من احصاءات السكان للمملكة خلال الفترة [2010-2019]، وقد تم تصنيف البيانات حسب الفئات العمرية والنوع، كما قام الباحثان بتقدير قيمة المقادير المعرضة للخطر وعدد الوفيات لكل عمر على حدى. وسيتم التعامل بشكل منفصل مع كل من جدولي الذكور والاناث.

لتحقيق هدف البحث فقد تم الاعتماد على كل من النماذج الخطية وغير الخطية المعممة، للتوصل إلى قيمة معلمات النموذج المقترح لتمثيل منحنى الوفاة الذي يعكس كل من جداول التسعير المعيارية وخبرة المجتمع السكانية، كما قام الباحثان بنمذجة معدلات الوفاة باستخدام كل من توزيع بواسون وتوزيع جاما، وللوصول إلى أفضل طريقة لتسوية البيانات محل الدراسة فقد تم افتراض مستويات مختلفة لمعلمات النموذج المقترح، ولكل مستوى درجة من التوفيق والتنعيم للمنحنى الممثل للوفيات، وبالتالي فإن الهدف من العرض التالي هو الوصول إلى أفضل منحنى ممثل لمعدلات الوفيات الخام وبأقل عدد من المعلمات. ثم مقارنة أسعار التأمين المعتمد على معدلات الوفاة المستخدمة بجداول التسعير المعيارية مقابل خبرة المجتمع السكانية، للوقوف على مدى معنوية هذه الفروق، ومحاولة اقتراح النموذج المناسب لمعالجة هذه الانحرافات.

وسيعتمد الباحثان في مقارنة نتائج التسعير لمنتجات قطاع الحماية والادخار والمعتمدة على الجداول المعيارية مقابل المعتمدة على خبرة المجتمع السكانية، على معلمات معادلة هيلجمان وبولارد، وبالتالي فسوف يتناول هذا المبحث محاولة توفيق معادلة هيلجمان وبولارد لكل من معدلات الوفاة المستمدة من الجداول المعيارية والتي تعتمد عليها شركات التأمين في تسعير منتجات الحماية والادخار لديها، ومعدلات الوفاة المستمدة من خبرة مجتمع السكاني بالمملكة.

وتقدير معلمات المعادلة لكل منهما، والتوصل للصيغة المقترحة للمعادلة، والتي تتضمن مجموعة من المعلمات لكل منها مدلوله الاكتواري الخاص.

تقدير معلمات معادلة هيلجمان وبولارد من واقع خبرة جداول التسعير المعيارية

يوضح الجدول (2) معدلات الوفاة المستمدة من الجداول المعيارية التي تعتمد عليها شركات التأمين بالمملكة العربية السعودية في تسعير منتجات الحماية والادخار، وقد تم تصنيف المعدلات وتجميعها تبعاً للفئات العمرية، وكذلك النوع.

جدول رقم (2): معدلات الوفاة المستخدمة في تسعير منتجات تأمينات الحماية والادخار من قبل شركات التأمين بالمملكة العربية السعودية*

Age Group	Male Observed q(x,n)	Female Observed q(x,n)	Age Group	Male Observed q(x,n)	Female Observed q(x,n)
0 - 1	0.00459	0.00412	40 – 45	0.00289	0.00214
1 - 5	0.00024	0.00028	45 – 50	0.00411	0.00314
5 – 10	0.00018	0.00018	50 – 55	0.00644	0.00417
10 – 15	0.00021	0.00019	55 – 60	0.00981	0.00869
15 – 20	0.00090	0.00046	60 – 65	0.02487	0.02308
20 – 25	0.00089	0.00047	65 – 70	0.03386	0.03155
25 – 30	0.00109	0.00085	70 – 75	0.04942	0.04415
30 – 35	0.00149	0.00116	75 – 80	0.07629	0.07140
35 – 40	0.00198	0.00176	80 – 85	0.11201	0.10909

*معدلات الوفاة اعتماداً على جداول التسعير المعيارية المستخدمة بالشركة محل الدراسة.

اعتمد الباحثان على البرنامج الاحصائي (RSudio) في التوصل إلى معلمات معادلة هيلجمان وبولارد، والتي تعكس المنحنى الممثل لمعدلات الوفيات الخام (معادلة (10))، والجدول (3) يوضح معلمات المعادلة، وذلك لكل من المنحنى الممثل للذكور والاناث خلال فترة الدراسة.

جدول رقم (3): معلمات معادلة هيلجمان وبولارد لمعدلات الوفيات من واقع خبرة جداول التسعير المعيارية للشركة محل الدراسة*

Parameters of Heligman and Pollard equation (10)								
	A=	B=	C=	D=	E=	F=	G=	H=
Men	0.00009	0.00276	0.09302	0.00012	7.07556	22.4275	0.00002	1.10155
Women	0.00011	0.0008	0.0715	0.00011	1.91298	36.9593	0.00001	1.11709

***الجدول من اعداد الباحثين اعتماداً على نتائج البرنامج الاحصائي (RSudio).**

ومن خلال القيم الواردة بالجدول (3) والتي تعكس معلمات معادلة هيلجمان وبولارد يمكن صياغة الدالة التي تعبر عن منحنى الوفيات لكل من الذكور والاناث اعتماداً على معدلات الوفاة المعيارية المستخدمة في تسعير منتجات الحماية والادخار بالمملكة العربية السعودية، كما يتضح من المعادلات التالية (Marius,2018).

Heligman and Pollard male equation

$$q_x = 0.00009^{(x+0.00276)^{0.09302}} + 0.00012\exp(-7.07556 * (\ln x - \ln 22.42746)^2) + \frac{0.00002*1.10155^x}{1+0.00002*1.10155^x} \qquad (11)$$

Heligman and Pollard female equation

$$q_x = 0.00011^{(x+0.00080)^{0.07150}} + 0.00011\exp(-1.91298(\ln x - \ln 36.95927)^2) + \frac{0.00001*1.11709^x}{1+0.00001*1.11709^x} \qquad (12)$$

واعتماداً على المعادلات السابقة [(11) (12)] تم التوصل للقيم المقدرة لمعدلات الوفاة باستخدام صيغة هيلجمان وبولارد، وهو ما يوضحه الجدول (4)، وللوقوف على مدى معنوية المعادلة المستنتجة [(11) و (12)] كونها تعكس المنحنى الممثل لمعدلات الوفيات، تم تقدير قيم الانحرافات بين كل من القيم المقدرة باستخدام المعادلة ومعدلات الوفاة الخام.

جدول (4): القيم المقدرة لمعدلات الوفاة باستخدام صيغة هيلجمان وبولارد*

Age Group	Male			Female		
	Fitted q(x,n)	Difference	Ratio	Fitted q(x,n)	Difference	Ratio
0 - 1	0.00459	0.00000	0.99999	0.00412	0.00000	1.00002
1 - 5	0.00024	0.00000	1.01212	0.00028	0.00000	1.00272
5 – 10	0.00017	-0.00001	0.92259	0.00018	0.00000	0.98378
10 -15	0.00024	0.00003	1.15624	0.00020	0.00001	1.06140
15 - 20	0.00063	-0.00027	0.69543	0.00035	-0.00011	0.75511
20 - 25	0.00101	0.00012	1.13760	0.00056	0.00009	1.20116
25 - 30	0.00113	0.00004	1.04061	0.00081	-0.00004	0.95623
30 - 35	0.00130	-0.00019	0.87352	0.00110	-0.00006	0.95171
35 - 40	0.00179	-0.00019	0.90470	0.00151	-0.00025	0.85700
40 - 45	0.00276	-0.00013	0.95475	0.00216	0.00002	1.00924
45 - 50	0.00441	0.00030	1.07362	0.00328	0.00014	1.04560
50 - 55	0.00712	0.00068	1.10582	0.00525	0.00108	1.26008
55 - 60	0.01151	0.00170	1.17314	0.00871	0.00002	1.00230
60 - 65	0.01858	-0.00629	0.74703	0.01473	-0.00835	0.63827
65 - 70	0.02992	-0.00394	0.88359	0.02515	-0.00640	0.79703
70 - 75	0.04798	-0.00144	0.97081	0.04299	-0.00116	0.97379
75 - 80	0.07641	0.00012	1.00163	0.07314	0.00174	1.02442
80 - 85	0.12039	0.00838	1.07485	0.12294	0.01385	1.12699

***الجدول من اعداد الباحثين اعتماداً على نتائج البرنامج الاحصائي (RSudio)**

يتضح من خلال القيم الواردة بالجدول (4)، انخفاض الانحرافات بين كل من القيم الفعلية والمقدرة لمعدلات الوفاة اعتماداً على معادلة هيلجمان وبولارد، وبالتالي يمكن القول أن هذه المعادلة قد ساهمت في توفيق المنحنى الممثل لمعدلات الوفاة الخام بدرجة عالية من الدقة، والجدول التالي يوضح نتائج اختبارات الاحصائية التي تم الاعتماد عليها لفحص معنوية الانحرافات بين كل من القيم الفعلية والمقدرة، من واقع خبرة الجداول المعيارية.

جدول رقم (5): اختبار معنوية الانحرافات بين معدلات الوفاة الخام والمقدرة باستخدام صيغة هيلجمان وبولارد*

Tests used to assess the significance differences	Male	Female
Pearson Chi-Square (Asymp. Sig. (2-sided))	.242	.235
T.test (Sig. (2-tailed))	.927	.975
Paired Samples Correlations	.997	.995

***الجدول من اعداد الباحثين اعتماداً على نتائج البرنامج الاحصائي (RSudio).**

يوضح جدول (5) الاختبارات المستخدمة لفحص معنوية الفروق بين كل من القيم المقدرة والخام لمعدلات الوفاة، والتي تم تقديرها باستخدام معادلة هيلجمان وبولارد. حيث يتضح أن قيمة

احصائي الاختبار (Sig>0.05) لاختبار (Pearson Chi-Square)، وبالتالي يمكن قبول الفرض العدمي للاختبار بعدم وجود فروق معنوية بين كل من القيم الفعلية والمقدرة باستخدام معادلة هيلجمان وبولارد. وهو ما يؤكدة أيضا نتائج اختبار (T.test) والذي تم استخدامه لفحص معنوية الانحرافات، حيث جاءت قيمة احصائي الاختبار أكبر من مستوى المعنوية المستخدم 5%. كما بلغت قيمة معامل الارتباط بين كل من القيم الفعلية والمقدرة 0.997 للذكور، 0.995 للاناث، وهي قيمة مرتفعة جداً تؤكد على النتيجة التي تم التوصل لها بقدرة معادلة هيلجمان وبولارد على توفيق معدلات الوفاة لمجتمع المؤمن عليهم (Lenart,2015). وبالتالي يمكن رفض الفرض العدمي الأول للدراسة وقبول الفرض البديل القائل بوجود تأثير معنوي لمعادلة هيلجمان وبولارد في توفيق معدلات الوفاة الخام المستمدة من واقع خبرة المؤمن عليهم.

تقدير معلمات معادلة هيلجمان وبولارد لمعدلات الوفاة المستمدة من خبرة المجتمع السكانية

تعتمد هذه المرحلة من مراحل النموذج المقترح على محاولة تقدير معلمات معادلة هيلجمان وبولارد لمعدلات الوفاة اعتماداً على خبرة مجتمع السكانية بالمجتمع السعودي، حيث يعرض الجدول (6) معدلات الوفاة الخام لكل من الذكور والاناث، والمستنتجة من خبرة مجتمع السكان بالمملكة العربية السعودية.

جدول (6): معدلات الوفاة الخام لمجتمع السكان السعودي خلال الفترة (2010 – 2019)*

Age Group	Male Observed q(x,n)	Female Observed q(x,n)	Age Group	Male Observed q(x,n)	Female Observed q(x,n)
0 - 1	0.00579	0.00492	40 – 45	0.02151	0.01255
1 - 5	0.00381	0.00218	45 – 50	0.02998	0.01744
5 – 10	0.00209	0.00126	50 – 55	0.04183	0.02423
10 – 15	0.00292	0.00175	55 – 60	0.05834	0.03365
15 – 20	0.00408	0.00243	60 – 65	0.08136	0.04675
20 – 25	0.00569	0.00337	65 – 70	0.11463	0.06494
25 – 30	0.00794	0.00468	70 – 75	0.15825	0.09021
30 – 35	0.01106	0.00651	75 – 80	0.22068	0.12531
35 – 40	0.01541	0.00904	80 – 85	0.30778	0.17407

*الجدول من اعداد الباحثين اعتماداً على تقارير احصاءات السكان بالمملكة العربية السعودية أعداد مختلفة.

جدول (7) يوضح معلمات معادلة هيلجمان وبولارد، والتي تعكس المنحنى الممثل لمعدلات الوفيات الخام (معادلة (10))، المعتمدة على خبرة مجتمع السكان بالمملكة العربية السعودية خلال فترة الدراسة.

جدول رقم (7): معلمات معادلة هيلجمان وبولارد لمعدلات الوفيات من واقع مجتمع السكان بالمملكة العربية السعودية خلال الفترة (2010 – 2019) *

Parameters of Heligman and Pollard equation (10)								
	A=	B=	C=	D=	E=	F=	G=	H=
Men	0.00606	0.69015	0.23243	0.00001	-0.03501	0.00001	0.00014	1.07918
Women	0.00239	0.45289	0.20458	0.00001	-0.03317	0.00002	0.00011	1.07336

***الجدول من اعداد الباحثين اعتماداً على نتائج البرنامج الاحصائي (RSudio).**

يمكن صياغة الدالة التي تعبر عن منحنى الوفيات لكل من الذكور والاناث اعتماداً على معلمات معادلة هيلجمان وبولارد للجداول السكانية بالمملكة العربية السعودية، اعتماداً على القيم الواردة بالجدول (7)، وهو ما يظهر من خلال العلاقات التالية.

Heligman and Pollard male equation

$$q_x = 0.00606^{(x+0.69015)^{0.23243}} + 0.00001\exp(-(-0.03501)(\ln x - \ln 0.00001)^2) + \frac{0.00014*1.07918^x}{1+0.00014*1.07918^x} \qquad (13)$$

Heligman and Pollard female equation

$$q_x = 0.00239^{(x+0.45289)^{0.20458}} + 0.00001\exp(-(-0.03317)(\ln x - \ln 0.00002)^2) + \frac{0.00011*1.07336^x}{1+0.00011*1.07336^x} \qquad (14)$$

الجدول (8) يتضمن القيم المقدرة لمعدلات الوفاة اعتماداً على المعادلات السابقة [(13) (14)]، لخبرة المجتمع السكانية، وباستخدام صيغة هيلجمان وبولارد، كما تم تقدير قيم الانحرافات بين القيم المقدرة والخام لمعدلات الوفاة، وكذلك معدلات هذه الانحرافات، بهدف اختبار معنوية صيغة هيلجمان وبولارد.

جدول (8): القيم المقدرة لمعدلات الوفاة لخبرة مجتمع السكان باستخدام صيغة هيلجمان وبولارد*

Age Group	Male			Female		
	Fitted q(x,n)	Difference	Ratio	Fitted q(x,n)	Difference	Ratio
0 - 1	0.0094	0.00361	1.62281	0.00604	0.00112	1.22787
1 - 5	0.00725	0.00344	1.90278	0.00351	0.00133	1.61062
5 – 10	0.00334	0.00125	1.59751	0.00181	0.00055	1.43354
10 -15	0.00341	0.00049	1.16791	0.00198	0.00023	1.1297
15 - 20	0.00447	0.00039	1.09572	0.00261	0.00018	1.07339
20 - 25	0.00609	0.0004	1.07088	0.00355	0.00018	1.05322
25 - 30	0.00834	0.0004	1.05026	0.00486	0.00018	1.03808
30 - 35	0.01142	0.00036	1.03265	0.00667	0.00016	1.02392
35 - 40	0.01568	0.00027	1.01782	0.00917	0.00013	1.01439
40 - 45	0.02164	0.00013	1.00603	0.01266	0.00011	1.00845
45 - 50	0.03002	0.00004	1.00139	0.01753	0.00009	1.00489
50 - 55	0.04187	0.00004	1.001	0.02434	0.00011	1.00451
55 - 60	0.05864	0.0003	1.00514	0.03388	0.00023	1.00669
60 - 65	0.08229	0.00093	1.01142	0.04719	0.00044	1.00951
65 - 70	0.11538	0.00075	1.00651	0.06572	0.00078	1.01199
70 - 75	0.16102	0.00277	1.01751	0.0913	0.00109	1.01205
75 - 80	0.22262	0.00194	1.00879	0.12623	0.00092	1.00738
80 - 85	0.3031	-0.00468	0.98478	0.1732	-0.00087	0.99502

***الجدول من اعداد الباحثين اعتماداً على نتائج البرنامج الاحصائي (RSudio).**

تمكنت معادلة هيلجمان وبولارد من توفيق المنحنى الممثل لمعدلات الوفاة الخام بدرجة عالية من الدقة، حيث عكست القيم الواردة بالجدول (8)، انخفاض الانحرافات بين كل من القيم الفعلية والمقدرة لمعدلات الوفاة. جدول (9) يوضح نتائج الاختبارات الاحصائية التي تم الاعتماد عليها لفحص معنوية الانحرافات بين كل من القيم الفعلية والمقدرة، من واقع خبرة المجتمع السكاني بالمملكة العربية السعودية.

جدول رقم (9): اختبار معنوية الانحرافات بين معدلات الوفاة الخام والمقدرة باستخدام صيغة هيلجمان وبولارد*

Tests used to assess the significance differences	Male	Female
Pearson Chi-Square (Asymp. Sig. (2-sided))	.328	.359
T.test (Sig. (2-tailed))	.209	.165
Paired Samples Correlations	.946	.906

*الجدول من اعداد الباحثين اعتماداً على نتائج البرنامج الاحصائي (RSudio).

من خلال النتائج الواردة بالجدول (9) يمكن قبول الفرض العدمي للاختبار بعدم وجود فروق معنوية بين كل من القيم الفعلية والمقدرة لمعدلات الوفاة المستمدة من واقع خبرة المجتمع السكانية باستخدام معادلة هيلجمان وبولارد. حيث يتضح أن قيمة احصائي الاختبار (Sig>0.05) لاختبار (Pearson Chi-Square). كما أن قيمة المقدرة لاحصائي اختبار (T.test) جاءت أكبر من مستوى المعنوية المستخدم 5%. وبلغت قيمة معامل الارتباط بين كل من القيم الفعلية والمقدرة 0.946 للذكور، 0.906 للاناث، وهي قيمة مرتفعة جداً تشير إلى جودة توفيق معادلة هيلجمان وبولارد لمعدلات الوفاة المستمدة من المجتمع السكاني بالمملكة العربية السعودية. ومن خلال النتائج السابقة يمكن أيضاً رفض الفرض العدمي الأول، وقبول الفرض البديل القائل بوجود تأثير معنوي لمعادلة هيلجمان وبولارد في توفيق معدلات الوفاة الخام المستمدة من واقع خبرة مجتمع السكان بالمملكة العربية السعودية.

مقارنة معلمات معادلة هيلجمان وبولارد للنماذج المقترحة

تتمثل أهم مراحل النموذج المقترح في مقارنة نتائج معلمات معادلة هيلجمان وبولارد، والتي تم توفيقها اعتماداً على الجداول المعيارية لشركات التأمين، مع مثيلتها من الجداول السكانية. وهو ما يعكسه الفرض الثاني من فروض الدراسة والتي تختبر معنوية الفروق بين كل من معلمات معادلة هيلجمان وبولارد لكل من الجداول المعيارية والسكانية. تكمن أهمية هذه المرحلة في محاولة تفسير الاختلافات المعنوية لكل من منحنى الوفاة بالجدولين، والتعرف على أسباب اختلاف كل منهم.

جدول (10): القيم المقارنة لمعلمات معادلة هيلجمان وبولارد (معدلات التسعير المعيارية – المعدلات السكانية)*

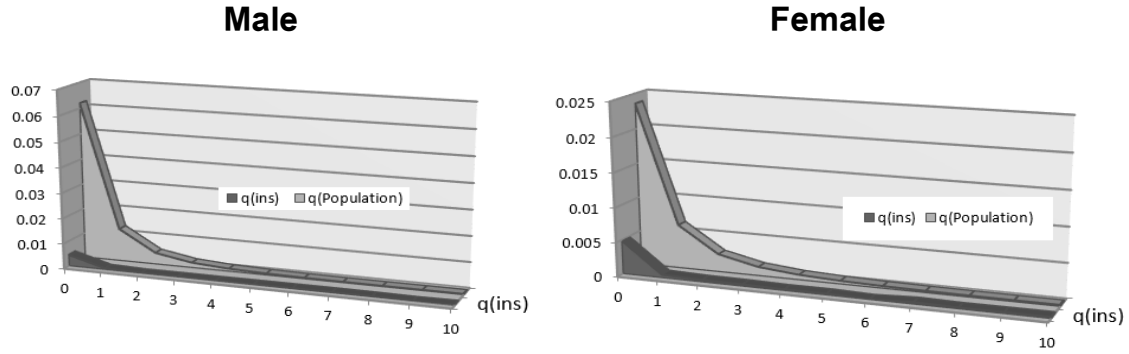
Standard Mortality Rates			Population Mortality Rates	
Parameters	Male	female	Male	female
A	0.00009	0.00011	0.00606	0.00239
B	0.00276	0.00080	0.69015	0.45289
C	0.09302	0.07150	0.23243	0.20458
D	0.00012	0.00011	0.00001	0.00001
E	7.07556	1.91298	-0.03501	-0.03317
F	22.42746	36.95927	0.00001	0.00002
G	0.00002	0.00001	0.00014	0.00011
H	1.10155	1.11709	1.07918	1.07336

***الجدول من اعداد الباحثين اعتماداً على قيم معلمات معادلة هيلجمان وبولارد.**

تتميز معادلة هيلجمان وبولارد بأنها تقدم مدلولات أكتوارية لكل من المعاملات الخاصة بها، وتتكون المعادلة من ثلاثة أجزاء، يعكس الجزء الأول معدلات الوفاة خلال الفترة الأولى من العمر، وهي معدلات الوفاة خلال فترة الطفولة ومعدلات الوفاة لحديثي الولادة، وهي تتضمن ثلاث معلمات [A,B,C]، تمثل المعلمة "A" القيمة القريبة من المعدل المتوسط للوفيات بالعينة محل الدراسة، بينما تعكس قيمة المعلمة "B" معدلات التناقص للوفيات حديثي الولادة، أما قيمة المعلمة "C" فهي تشير إلى معدلات التناقص في الوفيات خلال فترة الطفولة، والقيمة المرتفعة لهذه المعلمة تعكس ارتفاع معدل الوفيات كلما زاد السن خلال فترة الطفولة M) (Yahaya,2019)(Riyana,2019. ومن الملاحظ أن قيمة هذه المعلمات غير معنوية للأعمار أكبر من 70 سنة.

بالرجوع للنتائج الواردة بالجدول (10) نجد أن معدلات الوفاة خلال فترة الطفولة، ومعدلات الوفاة لحديثي الولادة بجداول الوفيات المعيارية أقل من مثيلتها بالجداول السكانية، وهو ما يقدم مؤشر على انخفاض أسعار التأمين خلال هذه الفترة العمرية لدى شركات التأمين عن ما يقابلها من نتائج خبرة المجتمع، وهو ما يتضح من خلال الشكل رقم (3).

شكل رقم (3): معدلات الوفاة المقارنة خلال الفترة العمرية [10-0]*



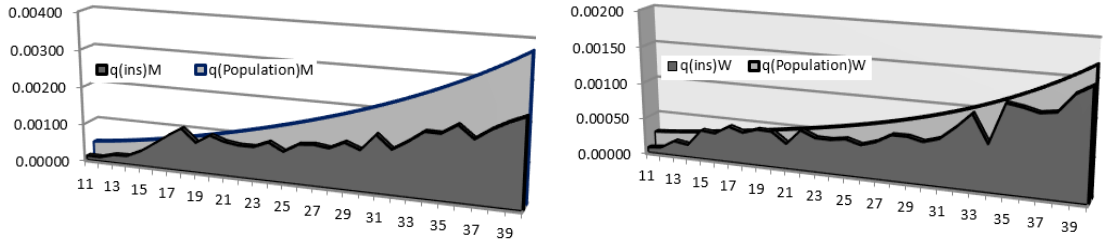
***الشكل من اعداد الباحثين اعتماداً على نتائج البرنامج الاحصائي (RSudio).**

يوضح الشكل (3) معدلات الوفاة المقارنة لكل من جداول التسعير المعيارية لشركات التأمين والجداول السكانية للذكور والإناث. ويتضح من خلال الشكل أن معدلات الوفاة خلال فترة الطفولة وللأطفال حديثي الولادة الناتجة عن جداول التسعير المعيارية لشركات التأمين أقل من مثيلتها بالجداول السكانية، الأمر الذي يتطلب إحداث توازن بين كل من القيمتين حتى تعكس أسعار التأمين واقع خبرة المجتمع. وهو ما ينعكس بشكل مباشر على معلمات الدالة المستخدمة في توفيق البيانات، حيث نجد أن قيمة كل من المعلمات A ، B ، C بالجداول السكانية أقل من مثيلتها بالجداول التي تعتمد عليها شركات التأمين في تسعير منتجات قطاع الحماية والادخار.

يعكس الجزء الثاني من معادلة هيلجمان وبولارد الوفيات الناتجة عن الحوادث، وهو يتضمن ثلاث معلمات [D,E,F]، وتشير هذه القيم إلى التحدب الناتج بمنحنى الوفيات خلال فترة الشباب والناتج عن الوفاة نتيجة حادث، حيث أن قيمة المعلمة D تقيس وطأة الوفيات، وهي تمثل مستوى التحدب بمنحنى الوفيات، وهو ما يعكس ارتفاع هذا التحدب، بينما المعلمة E فهي تشير إلى مقدار التشتت الذي يتضمنه هذا التحدب، وبمعنى أخر مقدار اتساع التحدب بيانيا عند تمثيل المنحنى الخاص بالوفيات، أما المعلمة F فهي تشير إلى موقع ذلك التحدب بالنسبة للعمر(Rose, 2017)(Marius,2018). وبالرجوع للنتائج الواردة بالجدول (9)، نجد أن معدلات الوفيات بالجداول المستخدمة في تسعير منتجات تأمينات الحماية والادخار بشركات التأمين أقل من مثيلتها بالجداول السكانية، وهو ما يشير إلى عدم تحقق مبدأ العدالة في تسعير منتجات التأمين لهذه الفئة العمرية والتي تمثل المرحلة العمرية المتوسطة وهي مرحلة الشباب، وهو ما يمكن توضيحه من خلال الشكل البياني رقم(4).

شكل رقم (4): معدلات الوفاة المقارنة خلال الفترة العمرية [11-40]*

Male **Female**



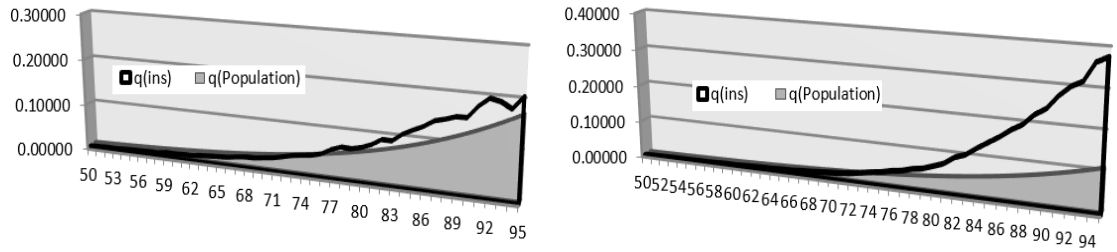
***الشكل من اعداد الباحثين اعتماداً على نتائج البرنامج الاحصائي (RSudio).**

يوضح شكل رقم (4) معدلات الوفاة المقارنة لكل من جداول التسعير المعيارية بشركات التأمين والجداول السكانية. ومن خلال الشكل نجد أن معدلات الوفاة خلال فترة الشباب والأعمار المتوسطة الناتجة من جداول التسعير المعيارية بشركات التأمين أقل من مثيلتها بالجداول السكانية. حيث أن قيمة كل من المعلمات D ، E ، F بالجداول السكانية أقل من مثيلتها بالجداول التي تعتمد عليها شركات التأمين بالتسعير. وبالتالي فإن الجداول التي تعتمد عليها شركات التأمين في تسعير هذه الفترة العمرية تقدم معدلات أقل من مثيلتها المستمدة من واقع خبرة المجتمع، ومن ثم فإن السعر سوف يكون أقل مما يجب.

الجزء الثالث من معادلة هيلجمان وبولارد يعكس الوفاة الناتجة عن الشيخوخة، وهي ما تعكسها قيمة المعلمة "G"، بينما تمثل المعلمة "H" قيمة معدل الزيادة في الوفيات خلال هذه الفترة (Rose,2008). وهو ما يمكن توضيحه من خلال الشكل البياني (5).

شكل رقم (5): معدلات الوفاة المقارنة خلال الفترة العمرية [50-95]*

Male **Female**



***الشكل من اعداد الباحثين اعتماداً على نتائج البرنامج الاحصائي (RSudio).**

يوضح شكل رقم (5) معدلات الوفاة المقارنة لكل من جداول خبرة شركات التأمين والجداول السكانية خلال الأعمار المتقدمة وفترة الشيخوخة. ومن خلال الرسم البياني يتضح أن معدلات

الوفاة خلال فترة الشيخوخة والاعمار المتقدمة الناتجة من جداول التسعير المعيارية بشركات التأمين أعلى من مثيلتها بالجداول السكانية، وهو ما يشير إلى أن أسعار التأمين خلال هذه الفترة العمرية لا تعكس البيانات المستمدة من المجتمع، ومن ثم فهي أعلى من معدلاتها الطبيعية. حيث نجد أن قيمة كل من المعلمات G ، H بالجداول السكانية أقل من مثيلتها بالجداول التي تعتمد عليها شركات التأمين بالتسعير.

الخلاصة

توصل الباحثان إلى أن أسعار التأمين لا تتفق وواقع الخبرة بالمجتمع السعودي، حيث جاءت أقل من مما يجب خلال فترة الطفولة وحديث الولادة، وكذلك فترة الشباب، بينما نجدها أعلى من خلال فترة الشيخوخة. ومما سبق يمكن رفض الفرض العدمي للدراسة وقبول الفرض البديل القائل بوجود اختلافات معنوية بين معدلات الوفاة المستمدة من جداول التسعير المعيارية المستخدمة بشركات التأمين بالمملكة العربية السعودية ومعدلات الوفاة المستمدة من الجداول السكانية.

المبحث الثالث

النموذج المقترح لتسعير منتجات قطاع تأمينات الحماية والادخار

مقدمة

يهدف النموذج المقترح إلى تسعير منتجات قطاع الحماية والادخار بشركات التأمين اعتماداً على كل من جداول التسعير المعيارية المستخدمة بشركات التأمين وجداول الوفيات السكانية. ويقترح الباحثان الاعتماد على معدلات الوفاة المستمدة من خبرة المجتمع مع ترجيحها باستخدام معدلات الوفاة بالجداول المعيارية. ويرجع السبب وارء استخدام هذا المدخل، كون كل من معدلات الوفاة المستخدمة لها حجية اكتوارية للاعتماد عليها، فيجب أن يتم تسعير المنتجات التأمينية وخاصة تأمين الحماية والادخار اعتماداً على بيانات تعكس طبيعة الوحدات المعرضة للخطر، ومستمدة من واقع المجتمع، وتعكس المستوى الصحي للمؤمن عليهم. بينما يهدف الاعتماد على معدلات الوفاة المعيارية إلى أن مجتمع المؤمن عليهم يمثلون فئة منتقاه من المجتمع، يتم اختيارهم بعد خضوعهم للكشف الطبي، وبالتالي فلهم مستوى صحي أفضل من نظائرهم بالمجتمع، كما أن الاعتماد على الجداول المعيارية المعدة مسبقاً يوفر على شركات التأمين المزيد من التكلفة والجهد الذي يترتب على محاولة بناء جدول خاص بمجتمع المؤمن عليهم. والعرض التالي يتضمن استخدام مدخلين لمحاولة التوصل لمثل هذا النوع من احتمالات الوفاة المرجحة.

المدخل الأول _ الاعتماد على الوغاريتم المرجح لمعدلات الوفاة

يعتمد المدخل الأول على تقدير قيمة معدلات الوفاة من خلال ايجاد قيمة لوغاريتم المتوسط لكل من لوغاريتم معدلات الوفاة المستمدة من جداول التسعير المعيارية بشركات التأمين، ولوغاريتم معدلات الوفاة بالجداول السكانية(Felicitie,2005)(Wella,2017). كما يتضح من المعادلة التالية:-

$$\log \mu_x = Average[(\log q_x(fitted_Ins), \log q_x(fitted_Population)] \quad (15)$$

تعكس المعادلة السابقة كون لوغاريتم معدل الوفاة المقدر يمثل القيمة المتوسطة لكل من لوغاريتم معدلات الوفاة المستمدة من الجداول الاكتوارية التي تعتمد عليها شركات التأمين بالمملكة العربية السعودية لتسعير منتجات تأمينات الحماية والادخار لديها، و لوغاريتم معدلات الوفاة المستمدة من الجداول السكانية. والجدول (11) والشكل رقم (6) يوضحان معدلات الوفاة

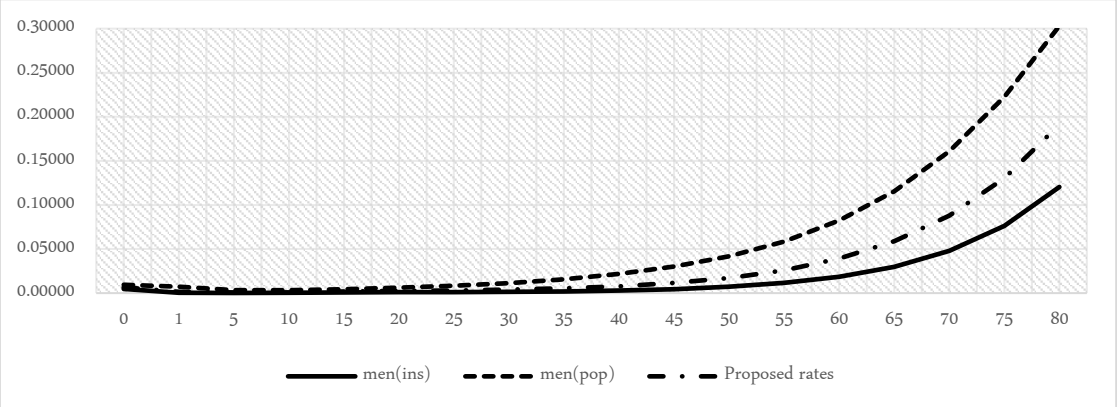
المستنتجة من النموذج المقترح مقارنتاً مع نظائرهم من معدلات الوفاة للجداول المعيارية والسكانية.

جدول (11): معدلات الوفاة المستمدة من نموذج التحويل الوغاريتمي*

Age Group	Male			Female		
	Fitted(ins) q(x,n)	Fitted(pop) q(x,n)	Proposed rates	Fitted(ins) q(x,n)	Fitted(pop) q(x,n)	Proposed rates
0 - 1	0.00459	0.00940	0.00657	0.00412	0.00604	0.004988
1 - 5	0.00024	0.00725	0.00132	0.00028	0.00351	0.000991
5 – 10	0.00017	0.00334	0.00075	0.00018	0.00181	0.000571
10 – 15	0.00024	0.00341	0.00090	0.00020	0.00198	0.000629
15 – 20	0.00063	0.00447	0.00168	0.00035	0.00261	0.000956
20 – 25	0.00101	0.00609	0.00248	0.00056	0.00355	0.001410
25 – 30	0.00113	0.00834	0.00307	0.00081	0.00486	0.001984
30 – 35	0.00130	0.01142	0.00385	0.00110	0.00667	0.002709
35 – 40	0.00179	0.01568	0.00530	0.00151	0.00917	0.003721
40 – 45	0.00276	0.02164	0.00773	0.00216	0.01266	0.005229
45 – 50	0.00441	0.03002	0.01151	0.00328	0.01753	0.007583
50 – 55	0.00712	0.04187	0.01727	0.00525	0.02434	0.011304
55 – 60	0.01151	0.05864	0.02598	0.00871	0.03388	0.017178
60 – 65	0.01858	0.08229	0.03910	0.01473	0.04719	0.026365
65 – 70	0.02992	0.11538	0.05876	0.02515	0.06572	0.040655
70 – 75	0.04798	0.16102	0.08790	0.04299	0.09130	0.06265
75 – 80	0.07641	0.22262	0.13042	0.07314	0.12623	0.096086
80 – 85	0.12039	0.30310	0.19102	0.12294	0.17320	0.145922

*الجدول من اعداد الباحثين اعماداً على البيانات محل الدراسة ومخرجات البرنامج الاحصائي (RSudio).

شكل رقم (6): المنحنى الموفق لمعدلات الوفاة المقترحة للنموذج اللوغاريتمي مقارنة مع نظائرها من المعدلات المعيارية والسكانية (ذكور)



*الشكل من اعداد الباحثين اعماداً على مخرجات النموذج اللوغاريتمي المقترح.

يعكس شكل رقم (6) القيم المقدرة لمعدلات الوفاة المقترحة، والتي تمثل معدلات لوغاريتمية متوسطة بين كل من معدلات الوفاة المستمدة من الجداول المعيارية والمعدلات السكانية (ذكور)،

وهو ما يُمكن شركات التأمين من الاعتماد على نتائج خبرة المجتمع، وعدم الاعتماد بشكل مطلق على جداول معيارية لا تمثل خبرة المجتمع. والجدول (12) يوضح نتائج اختبار تحليل التباين لمعدلات الوفاة المختلفة المستمدة من النموذج اللوغاريتمي المقترح.

جدول (12): نتائج اختبار ANOVA لفحص معنوية الفروق بين معدلات الوفاة اللوغاريتمية المقترحة والمعيارية والسكانية (ذكور)*

Anova: Single Factor						
SUMMARY						
Groups	**Count**	**Sum**	**Average**	**Variance**		
Log Fitted(ins)	18	-43.7351	-2.42973	0.765706		
Log Fitted(pop)	18	-29.2847	-1.62693	0.407481		
Log Proposed rates	18	-36.5131	-2.0285	0.564222		
ANOVA						
Source of Variation	**SS**	**df**	**MS**	**F**	**P-value**	**F crit**
Between Groups	5.800399	2	2.9002	5.007802	0.010335	3.178799
Within Groups	29.53595	51	0.579136			
Total	35.33635	53				

*الجدول من اعداد الباحثين اعماداً على البيانات محل الدراسة ومخرجات البرنامج الاحصائي (RSudio).

يتضح من خلال استعراض نتائج اختبار ANOVA (جدول (12)) أن قيمة إحصائي الاختبار P–value أقل من مستوى المعنوية المستخدم 5%، حيث بلغ 0.01، وبالتالي يمكن رفض الفرض العدمي القائل بعدم وجود اختلافات معنوية بين معدلات الوفاة المقترحة من النموذج، وكل من معدلات الوفاة المستمدة من جداول الخبرة المعيارية والجداول السكانية للذكور. وبالرجوع لجدول الملخص الإحصائي نجد أن قيمة معدلات الوفاة المقترحة من النموذج تتوسط كل منهما. والجدول (13) يوضح نتائج نموذج الانحدار المتعدد، الذي يعكس علاقة معدل الوفاة اللوغاريتمية المقترح، ومعدلات الوفاة المستمدة من جداول الخبرة المعيارية والجداول السكانية (ذكور).

جدول (13): نتائج نموذج الانحدار المتعدد لمعدلات الوفاة اللوغاريتمية المقترحة (ذكور)

```
Call:
lm(formula = Proposed rates ~ Fitted(ins) + Fitted(pop))
Residuals:
      Min        1Q    Median        3Q       Max
-4.503e-04 -3.406e-04  5.713e-05  3.251e-04  4.758e-04
Coefficients:
             Estimate   Std. Error  t value  Pr(>|t|)
(Intercept) -0.0005049  0.0001299   -3.888   0.00146 **
Fitted(ins)  0.8775899  0.0165382   53.064   < 2e-16 ***
Fitted(pop)  0.2847563  0.0062431   45.611   < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Residual standard error: 0.0003626 on 15 degrees of freedom
Multiple R-squared:      1,    Adjusted R-squared:      1
F-statistic: 1.816e+05 on 2 and 15 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

***الجدول من اعداد الباحثين اعماداً على البيانات محل الدراسة ومخرجات البرنامج الاحصائي (RSudio).**

من خلال النتائج الواردة بالجدول (13) يتضح معنوية النموذج، كما أن قيمة إحصائي الاختبار لمعاملات معادلة الانحدار جميعها أقل من مستوى المعنوية 5%، وبالتالي يتضح معنوية جميع معاملات العلاقة المقترحة. وتأخذ العلاقة الشكل التالي.

$$\text{Proposed rates } q_x = -0.0005049 + 0.8775899\ \text{Fitted(ins)}q_x + 0.2847563\ \text{Fitted(pop)}q_x \qquad (16)$$

يتضح من خلال التحليل السابق معنوية النموذج المقترح في تقدير معدلات الوفاة لجداول الذكور، وبالتالي يمكننا تقدير معلمات معادلة (Heligman and Pollard)، تم تقدير معلمات الدالة باستخدام البرنامج الاحصائي R والتي تأخذ الشكل التالي.

$$q_x = 0.00055^{(x+0.04567)^{0.12916}} + 0.00021\exp(-5.60881\ (\ln x - \ln 22.75909)^2) + \frac{0.00004*1.08727^x}{1+0.00004*1.08727^x} \qquad (17)$$

اعتمادا على المعادلة السابقة يمكن بناء جدول الوفيات للذكور، والذي يمثل مزيج من معدلات الوفاة المستمدة من جداول التسعير المعيارية، ومعدلات الوفاة التي تعكس خبرة الجداول السكانية بالمجتمع، ومن خلال الاعتماد على البرنامج الاحصائي R تم التوصل لتلك المعدلات والتي يعكسها الجدول (14).

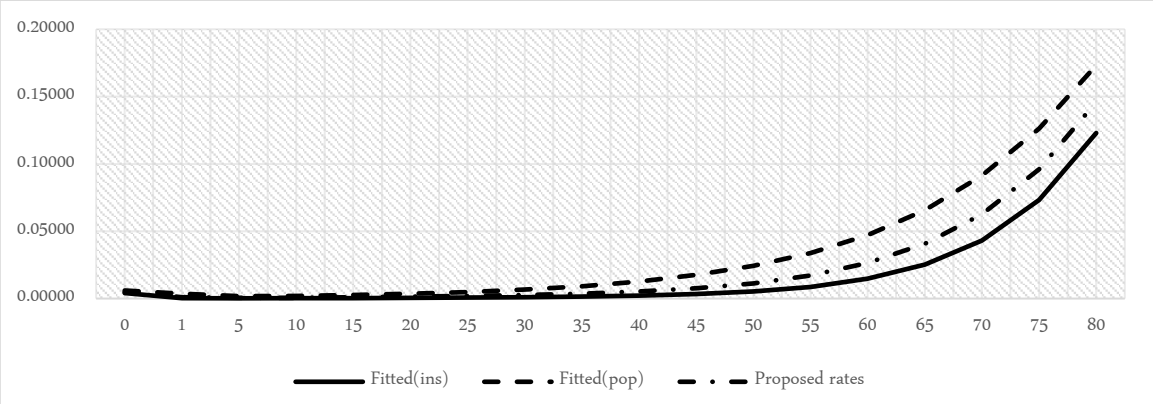
جدول (14): جدول الوفيات للذكور الموفق باستخدام النموذج اللوغاريتمي المقترح*

Age	q(x,n)	Age	q(x,n)	Age	q(x,n)	Age	q(x,n)	Age	q(x,n)	Age	q(x,n)
0	0.00657	17	0.00033	34	0.00086	51	0.00319	68	0.01305	85	0.05197
1	0.00058	18	0.00037	35	0.00092	52	0.00346	69	0.01417	86	0.05625
2	0.00032	19	0.00041	36	0.00098	53	0.00376	70	0.01539	87	0.06086
3	0.00023	20	0.00044	37	0.00105	54	0.00409	71	0.01671	88	0.06582
4	0.00019	21	0.00047	38	0.00113	55	0.00444	72	0.01814	89	0.07115
5	0.00017	22	0.00050	39	0.00121	56	0.00483	73	0.01969	90	0.07688
6	0.00015	23	0.00053	40	0.00131	57	0.00524	74	0.02137	91	0.08304
7	0.00015	24	0.00055	41	0.00141	58	0.00570	75	0.02319	92	0.08963
8	0.00014	25	0.00057	42	0.00153	59	0.00619	76	0.02517	93	0.09670
9	0.00014	26	0.00059	43	0.00166	60	0.00673	77	0.02730	94	0.10426
10	0.00015	27	0.00061	44	0.00179	61	0.00731	78	0.02962	95	0.11233
11	0.00016	28	0.00064	45	0.00195	62	0.00794	79	0.03212	96	0.12095
12	0.00018	29	0.00066	46	0.00211	63	0.00863	80	0.03482	97	0.13013
13	0.00020	30	0.00069	47	0.00229	64	0.00937	81	0.03774	98	0.13990
14	0.00023	31	0.00073	48	0.00249	65	0.01018	82	0.04090	99	0.15027
15	0.00026	32	0.00077	49	0.00270	66	0.01106	83	0.04431		
16	0.00030	33	0.00081	50	0.00293	67	0.01201	84	0.04800		

***الجدول من اعداد الباحثين اعماداً على مخرجات النموذج اللوغاريتمي المقترح باستخدام البرنامج الاحصائي (RSudio).**

سوف يتم إعادة تطبيق النموذج اللوغاريتمي المقترح ليتناول معدلات الوفاة للإناث، وباستخدام نفس المحددات السابق تطبيقها على النموذج، وهو ما يعكسه الشكل رقم (7).

شكل رقم (7): المنحنى الموفق لمعدلات الوفاة المقترحة للنموذج اللوغاريتمي مقارنة مع نظائرها من المعدلات المعيارية والسكانية (إناث)



***الشكل من اعداد الباحثين اعماداً على مخرجات النموذج اللوغاريتمي المقترح.**

الشكل رقم (7) يعرض القيم المقدرة لمعدلات الوفاة المقترحة من النموذج اللوغاريتمي المقترح (إناث)، الجدول (15) يوضح نتائج اختبار تحليل التباين لمعدلات الوفاة المختلفة المستمدة من النموذج اللوغاريتمي المقترح للإناث.

جدول (15): نتائج اختبار ANOVA لفحص معنوية الفروق بين معدلات الوفاة اللوغاريتمية المقترحة والمعيارية والسكانية (إناث)*

Anova: Single Factor

SUMMARY

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
Fitted(ins)	18	-45.2941	-2.51634	0.79093
Fitted(pop)	18	-33.6251	-1.86806	0.408941
Proposed rates	18	-39.4597	-2.19221	0.578944

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	3.782355	2	1.891178	3.189501	0.049527	3.178799
Within Groups	30.23985	51	0.592938			
Total	34.02221	53				

***الجدول من اعداد الباحثين اعماداً على البيانات محل الدراسة ومخرجات البرنامج الاحصائي (RSudio).**

يعكس الجدول (15) نتائج اختبار تحليل التباين ANOVA، ومن خلال فحص قيمة إحصائي الاختبار P–value، نجد أنها جاءت أقل من مستوى المعنوية المستخدم 5%، حيث بلغ 0.0495، وبالتالي يمكن رفض الفرض العدمي، القائل بعدم وجود اختلافات معنوية بين معدلات الوفاة المقترحة من النموذج، وكل من معدلات الوفاة المستمدة من جداول الخبرة المعيارية والجداول السكانية للإناث. وبالرجوع لجدول الملخص الإحصائي نجد أن قيمة معدلات الوفاة المقترحة من النموذج تتوسط كل منهما. والجدول (16) يوضح نتائج نموذج الانحدار المتعدد، للعلاقة بين معدلات الوفاة اللوغاريتمية المقترح، ومعدلات الوفاة المستمدة من جداول الخبرة المعيارية والجداول السكانية (إناث).

جدول (16): نتائج نموذج الانحدار المتعدد لمعدلات الوفاة اللوغاريتمية المقترحة (إناث)

```
Call:
lm(formula = asd$`Proposed rates...7` ~ asd$`Fitted(ins)...5` +
    asd$`Fitted(pop)...6`)
Residuals:
      Min        1Q    Median        3Q       Max
-6.196e-04 -3.447e-04  6.884e-05  2.541e-04  7.417e-04
Coefficients:
                Estimate   Std. Error  t value  Pr(>|t|)
(Intercept)   -0.0004791  0.0001567   -3.059   0.00796 **
Fitted(ins)`   0.6861122  0.0152464   45.002   < 2e-16 ***
Fitted(pop)    0.3615714  0.0101110   35.760   6.17e-16 ***
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.0004471 on 15 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9999,    Adjusted R-squared:  0.9999
F-statistic: 6.763e+04 on 2 and 15 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

***الجدول من اعداد الباحثين اعماداً على البيانات محل الدراسة ومخرجات البرنامج الاحصائي (RSudio).**

من خلال النتائج الواردة بالجدول (16) يتضح معنوية النموذج، كما أن قيمة إحصائي الاختبار لمعاملات معادلة الانحدار جميعها أقل من مستوى المعنوية 5%، وبالتالي يتضح معنوية جميع معاملات العلاقة المقترحة. وتأخذ العلاقة الشكل التالي.

$$\text{Proposed rates } q_x = -0.0004791 + 0.6861122\,\text{Fitted(ins)}q_x + 0.3615714\,\text{Fitted(pop)}q_x \quad (18)$$

ومن خلال التحليل السابق يتضح معنوية النموذج المقترح في تقدير معدلات الوفاة لجداول للإناث، وبالتالي يمكننا تقدير معلمات معادلة (Heligman and Pollard)، ومن خلال استخدام البرنامج الاحصائي R تم تقدير معلمات الدالة والتي تأخذ الشكل التالي:-

$$q_x = 0.0004^{(x+0.02155)^{0.1013}} + 0.00019\exp(-1.49045(\ln x - \ln 38.22265)^2) + \frac{0.00002*1.09503^x}{1+0.00002*1.09503^x} \quad (19)$$

واعتمادا على المعادلة السابقة يمكن بناء جدول الوفيات للإناث، والذي يمثل مزيج من معدلات الوفاة المستمدة من خبرة شركات التأمين، ومعدلات الوفاة التي تعكس خبرة الجداول السكانية بالمجتمع، ومن خلال الاعتماد على البرنامج الاحصائي R تم التوصل لتلك المعدلات والتي يعكسها جدول (17).

جدول رقم (17): جدول الوفيات للإناث الموفق باستخدام النموذج اللوغاريتمي المقترح*

Age	q(x,n)	Age	q(x,n)	Age	q(x,n)	Age	q(x,n)	Age	q(x,n)	Age	q(x,n)
0	0.00499	17	0.00019	34	0.00061	51	0.00208	68	0.00895	85	0.04008
1	0.00041	18	0.00021	35	0.00065	52	0.00226	69	0.00978	86	0.04371
2	0.00025	19	0.00022	36	0.00069	53	0.00245	70	0.01068	87	0.04765
3	0.00018	20	0.00024	37	0.00074	54	0.00266	71	0.01167	88	0.05194
4	0.00015	21	0.00026	38	0.00079	55	0.0029	72	0.01275	89	0.05659
5	0.00013	22	0.00028	39	0.00085	56	0.00315	73	0.01393	90	0.06163
6	0.00012	23	0.0003	40	0.00091	57	0.00343	74	0.01522	91	0.06708
7	0.00011	24	0.00033	41	0.00097	58	0.00374	75	0.01663	92	0.07298
8	0.00011	25	0.00035	42	0.00104	59	0.00407	76	0.01817	93	0.07936
9	0.00011	26	0.00037	43	0.00112	60	0.00444	77	0.01985	94	0.08624
10	0.00011	27	0.0004	44	0.00121	61	0.00484	78	0.02169	95	0.09367
11	0.00012	28	0.00042	45	0.0013	62	0.00528	79	0.02369	96	0.10165
12	0.00012	29	0.00045	46	0.0014	63	0.00576	80	0.02587	97	0.11024
13	0.00013	30	0.00048	47	0.00151	64	0.00629	81	0.02825	98	0.11946
14	0.00015	31	0.00051	48	0.00164	65	0.00687	82	0.03084	99	0.12934
15	0.00016	32	0.00054	49	0.00177	66	0.0075	83	0.03366		
16	0.00017	33	0.00057	50	0.00192	67	0.00819	84	0.03673		

*الجدول من اعداد الباحثين اعماداً على مخرجات النموذج اللوغاريتمي المقترح باستخدام البرنامج الاحصائي (RSudio).

ومن خلال العرض السابق يمكن رفض الفرض العدمي الرابع من فروض الدراسة وقبول البديل القائل بوجود اختلافات معنوية بين معدلات التسعير التي تعتمد عليها شركات التأمين العاملة بالمملكة العربية السعودية لتسعير منتجات الحماية والادخار، وكل من المعدلات المقترحة باستخدام نموذج التحويل اللوغاريتمي، ومعدلات الوفاة المستمدة من واقع خبرة المجتمع، حيث أن معدلات الوفاة المقترحة تمثل معدلات متوسطة بين كل من المعدلات المعيارية والسكانية، وهو ما يرجح امكانية الاعتماد عليها بالتسعير، بهدف الاستفادة من مزايا كل من واقعية معدلات الوفاة السكانية، ودرجة التحفظ والامان الذي تعتمد عليه معدلات الوفاة المعيارية.

المدخل الثاني _ تقدير معدلات الوفاة بالاعتماد على قيم معلمات دالة هيلجمان بولارد

يعتمد النموذج المقترح الثاني على تقدير معدلات الوفاة لكل من الذكور والإناث من خلال الاعتماد على معلمات دالة (Heligman and Pollard) لكل من جداول الخبرة المعيارية بشركات التأمين، وكذلك معلمات الدالة المقدرة من الجداول السكانية، والتي تعتمد على خبرة المجتمع بالمملكة العربية السعودية. وقد تم التوصل لمعلمات الدالة لكل منهما، وهو ما تضمنته نتائج الجدول رقم (10)، وترتكز المرحلة الأولى من مراحل النموذج المقترح على محاولة التوصل للقيم المقدرة لمعلمات الدالة، وقد تم الاعتماد على أسلوب المزج اللوغاريتمي المتوسط لتقدير قيم المعلمات الخاصة بدالة هيلجمان بولارد، والجدول (18) يوضح القيم المقارنة لكل من المعلمات المختلفة (M Riyana,2019)(Marius,2018)(Yahaya,2019).

جدول رقم (18): المعلمات المقدرة لدالة هيلجمان بولارد*

		A	B	C	D	E	F	G	H
Standard Tables	Male	0.00009	0.00276	0.09302	0.00012	7.07556	22.42746	0.00002	1.10155
	Female	0.00011	0.00080	0.07150	0.00011	1.91298	36.95927	0.00001	1.11709
Population Tables	Male	0.00606	0.69015	0.23243	0.00001	-0.03501	0.00001	0.00014	1.07918
	Female	0.00239	0.45289	0.20458	0.00001	-0.03317	0.00002	0.00011	1.07336
Proposed Parameters	Male	0.00308	0.34646	0.16273	0.00007	3.52028	11.21374	0.00008	1.09037
	Female	0.00125	0.22685	0.13804	0.00006	0.93991	18.47965	0.00006	1.09523

*الجدول من اعداد الباحثين اعتماداً على بيانات الجدول (9) ومخرجات البرنامج الاحصائي (RSudio).

ومن خلال القيم المقترحة بجدول (18) يمكن اعادة بناء معادلة هيلجمان بولارد المقترحة لكل من الذكور والإناث على الترتيب، كما يتضح من العلاقات التالية.

$$q_{x(male)} = 0.00308^{(x+0.34646)^{0.16273}} + 0.00007\exp(-3.52028(\ln x - \ln 11.21374)^2) + \frac{0.00008*1.09037^x}{1+0.00008*1.09037^x} \quad (20)$$

$$q_{x(female)} = 0.00125^{(x+0.22685)^{0.13804}} + 0.00006\exp(-0.93991(\ln x - \ln 18.47965)^2) + \frac{0.00006*1.09523^x}{1+0.00006*1.09523^x} \quad (21)$$

واعتمادا على الدوال السابقة، والمعلمات المقترحة، يمكن بناء جداول الوفيات لكل من الذكور والإناث، كما يتضح من الجدول (19).

جدول رقم (19): جداول الوفيات لكل من الذكور والإناث اعتمادا على المعلمات المقترحة لمعادلة هيلجمان بولارد*

Age Group	Male	female	Age Group	Male	female
	Proposed rates	Proposed rates		Proposed rates	Proposed rates
0 - 1	0.00778	0.00437	50 - 55	0.00786	0.00748
1 - 5	0.00123	0.00058	55 - 60	0.01204	0.01172
5 - 10	0.00050	0.00029	60 - 65	0.01843	0.01832
10 - 15	0.00046	0.00032	65 - 70	0.02812	0.02855
15 - 20	0.00051	0.00042	70 - 75	0.04267	0.04424
20 - 25	0.00067	0.00058	75 - 80	0.06425	0.06795
25 - 30	0.00096	0.00085	80 - 85	0.09566	0.10299
30 - 35	0.00144	0.00128	85 - 90	0.14009	0.15310
35 - 40	0.00218	0.00197	90 - 95	0.20055	0.22152
40 - 45	0.00334	0.00306	95+	0.27859	0.30928
45 - 50	0.00512	0.00478			

*الجدول من اعداد الباحثين اعتماداً على مخرجات البرنامج الاحصائي (RSudio).

يتضح من النتائج السابقة قدرة النموذج المقترح اعتماداً على معادلة هيلجمان وبولارد على تقدير معدلات وفاة تمثل مزيج من المعدلات السكانية والمعيارية، ومن خلال العرض السابق يمكن رفض الفرض العدمي الرابع من فروض الدراسة وقبول البديل القائل بوجود اختلافات معنوية بين معدلات التسعير التي تعتمد عليها شركات التأمين العاملة بالمملكة العربية السعودية لتسعير منتجات الحماية والادخار، وكل من المعدلات المقترحة بالاعتماد على النموذج اللوغاريتمي المتوسط لمعلمات هيلجمان وبولارد ، ومعدلات الوفاة المستمدة من واقع خبرة المجتمع، وأن معدلات الوفاة المقترحة تمثل معدلات متوسطة بين كل من المعدلات المعيارية والسكانية.

اختبارات جودة التوفيق للنماذج المقترحة

تضمن هذا المبحث عرضاً لنموذجين تم اقتراحهما من خلال الباحثين وهما الاعتماد على نموذج اللوغاريتمي ومعلمات دالة هيلجمان وبولارد، ولاختيار النموذج المناسب قام الباحثان بالاعتماد على مجموعة من الاختبارات الاحصائية، ومن أهم هذه الاختبارات اختبار الإشارة واختبار الدورات، بالإضافة إلى اختبار كلمنجروف سميرنوف لجودة التوفيق، كما تم الاعتماد على قيمة معامل التحديد للنموذج. والجدول (20) يوضح النتائج التي تم التوصل إليها من خلال استخدام البرنامج الإحصائي R (sharrow,2013) (Dowd,2010)(Lenart,2015).

جدول (20): اختبارات جودة توفيق النوذج المقترح*

Signs test	Frist Model		Second Model	
	Male	female	Male	female
Pos.(neg)	42(46)	47(41)	51(42)	48(49)
p-value	0.3124	0.7625	0.8654	0.5467
Runs test	**Frist Model**		**Second Model**	
	Men	Woman	Men	Woman
Runs	46	48	42	41
p-value	0.2457	0.5647	0.60124	0.7614
K-S test	**Frist Model**		**Second Model**	
	Male	female	Male	female
K-S	0.02305	0.01966	0.06587	0.096574
p-value	0.9836	0.99658	0.8971	0.9214
R^2	0.9388	0.9453	0.9271	0.9290

***الجدول من اعداد الباحثين اعتماداً على مخرجات البرنامج الاحصائي (RSudio).**

يتضمن الجدول (20) مجوعة من الاختبارات اللامعلمية التي استعان بها الباحثان لاختيار النموذج المناسب اعتمادا على جودة توفيق النموذج. ويمثل أول هذه الاختبارات (Signs test)، حيث يتضح من خلال استعراض قيم احصائي الاختبار P–value معنوية الاختبار والنتائج التي تم التوصل إليها. ومن خلال النتائج يتضح أن النموذج المقترح الأول يظهر تقلبات أقل للإشارة عنه بالنموذج الثاني، سواء فيما يتعلق بالذكور أو الإناث، وبالتالي فإن النموذج الأول يظهر توفيقاً أفضل للبيانات لمعدلات الوفاة الخاصة بمجتمع البحث أفضل من النموذج الثاني. كما يتضح أن المعادلة المستخدمة لتوفيق معدلات الوفاة، والتي تعكس توفيق معدلات الوفاة للإناث بكل من النموذجين الأول والثاني يظهرا نتائج أفضل من الذكور.

كما يظهر الجدول (20) نتائج اختبار الدورات، حيث يتضح من النتائج أعلاه أن النموذج الأول يظهر عدد أقل من الدورات مقارنة بالنموذج الثاني. كما استخدم الباحثان أيضاً اختبار

(Kolmogorov–Smirnov)، ومن خلال قيمة احصائي الاختبار P–value يتضح معنوية الاختبار حيث جاءت جميعها أكبر من مستوى المعنوية المستخدم بالاختبار. أما فيما يتعلق بقيمة احصائي الاختبار (K–S) فهي تعكس جودة توفيق النموذج الأول مقارنة بالنموذج الثاني، حيث جاءت قيمتها للنموذج الأول سواء للذكور أو للإناث أقل من القيم المقدرة للنموذج الثاني، كما جاءت قيم معاملات التوفيق للإناث أفضل من نظائرها للذكور، حيث بلغت قيمة احصائي الاختبار كلموجروف سميرونوف للنموذج الأول الخاص بجدول الذكور 0.02305 في حين بلغت في جدول الإناث 0.01966، ويتضح أن جدول الإناث له جودة توفيق أفضل من جدول الذكور. بينما بلغت قيمة احصائي الاختبار لجدول الذكور بالنموذج الثاني 0.06587 بينما بلغت 0.096574 لجدول الإناث، وهي تعكس جودة توفيق نموذج الذكور عنها بجدول الإناث.

من خلال مقارنة هذه القيم لكل من النموذجين الأول والثاني، يتضح أن النموذج الأول له جودة توفيق أفضل من النموذج الثاني. ومن خلال أستعراض قيمة معامل التحديد لكل من النموذجين نجد أن جميعها قد جاءت أعلى من 89%، حيث بلغت قيمة معامل التحديد للمعادلة التي تعكس جدول الذكور بالنموذج الأول 93.88% بينما بلغت للمعادلة التي تعكس معدلات الوفاة المقدرة للإناث 94.53%. كما بلغ معامل التحديد للمعادلة المستخدمة في توفيق جدول الذكور للنموذج الأول 89.71%، بينما بلغت 92.90% للإناث. وبالتالي يمكن رفض الفرض الخامس من فروض الدراسة وقبول الفرض البديل القائل بأن النموذج المقترح الأول (اللوغاريتمي المتوسط) قد قدم نتائج أفضل من حيث جودة التوفيق عنه بالنموذج المقترح الثاني (معادلة هيلجمان وبولارد)، كما أن جداول الإناث أفضل توفيقاً من جداول الذكور.

الخلاصة

من خلال العرض السابق توصل الباحثان إلى امكانية الاعتماد على كل من الدوال اللوغاريتيمة المتوسطة وكذلك معلمات دالة هيلجمان وبولارد لتوفيق معدلات الوفاة المستمدة من الجداول المعيارية المستخدمة في تسعير منتجات قطاع تأمينات الحماية والادخار بشركات التأمين بالمجتمع السعودي، والجداول السكانية. وقد تم استخدام اختبارات جودة التوفيق للتوصل إلى النموذج الأمثل، وتم التوصل إلى أن النموذج المقترح الأول يقدم نتائج ذات جودة توفيق أفضل من النموذج الثاني. وقد تم تقدير معدلات الوفاة الموفقة لكل من النموذجين، والتي يمكن الاعتماد عليها في بناء جداول استعاضة تستخدم في تسعير وثائق قطاع الحماية والادخار بشركات التأمين. ويتميز النموذج المقترح أنه يقدم معدلات وفاة تتسم بالعدالة والمصداقية كونها تجمع بين واقع خبرة المجتمع السعودي، ودرجة الدقة والمصدقية المتوافرة بالجداول المعيارية.

النتائج والتوصيات

أولاً: النتائج

1- أن الدالة التي تعبر عن منحنى الوفيات لكل من الذكور والاناث اعتماداً على معدلات الوفاة المعيارية المستخدمة في تسعير منتجات الحماية والادخار بالمملكة العربية السعودية، تأخذ الشكل التالي:

Heligman and Pollard male equation

$$q_x = 0.00009^{(x+0.00276)^{0.09302}} + 0.00012\exp(-7.07556 * (\ln x - \ln 22.42746)^2) + \frac{0.00002*1.10155^x}{1+0.00002*1.10155^x}$$

Heligman and Pollard female equation

$$q_x = 0.00011^{(x+0.00080)^{0.07150}} + 0.00011\,exp(-1.91298(ln\,x - ln\,36.95927)^2) + \frac{0.00001*1.11709^x}{1+0.00001*1.11709^x}$$

2- ساهمت معادلة هيلجمان وبولارد المقترحة في توفيق منحنى ممثل لمعدلات الوفاة الخام بدرجة عالية من الدقة، حيث انخفضت الانحرافات بين كل من القيم الفعلية والمقدرة لمعدلات الوفاة اعتماداً على المعادلة المقترحة.

3- الدالة التي تعبر عن منحنى الوفيات لكل من الذكور والاناث اعتماداً على معلمات معادلة هيلجمان وبولارد للجداول السكانية بالمملكة العربية السعودية، تأخذ الشكل:

Heligman and Pollard male equation

$$q_x = 0.00606^{(x+0.69015)^{0.23243}} + 0.00001\,exp(-(-0.03501)(ln\,x - ln\,0.00001)^2) + \frac{0.00014*1.07918^x}{1+0.00014*1.07918^x}$$

Heligman and Pollard female equation

$$q_x = 0.00239^{(x+0.45289)^{0.20458}} + 0.00001\,exp(-(-0.03317)(ln\,x - ln\,0.00002)^2) + \frac{0.00011*1.07336^x}{1+0.00011*1.07336^x}$$

4- قبول الفرض القائل بعدم وجود فروق معنوية بين كل من القيم الفعلية والمقدرة لمعدلات الوفاة المستمدة من جداول التسعير المعيارية وواقع خبرة المجتمع السكانية باستخدام معادلة هيلجمان وبولارد المقترحة.

5- تشير معلمات معادلة هيلجمان وبولارد المقترحة إلى أن معدلات الوفاة خلال فترة الطفولة، ومعدلات الوفاة لحديثي الولادة بجداول الوفيات المعيارية أقل من مثيلتها بالجداول السكانية، وهو ما يقدم مؤشر على انخفاض أسعار التأمين خلال هذه الفترة العمرية لدى شركات التأمين عن ما يقابلها من نتائج خبرة المجتمع.

6- تشير معلمات معادلة هيلجمان وبولارد المقترحة إلى أن معدلات الوفاة خلال فترة الشباب والأعمار المتوسطة الناتجة من جداول التسعير المعيارية بشركات التأمين أقل من مثيلتها بالجداول السكانية. وهو ما يقدم مؤشر على انخفاض أسعار التأمين خلال هذه الفترة العمرية.

7- تشير معلمات معادلة هيلجمان وبولارد المقترحة إلى أن معدلات الوفاة خلال فترة الشيخوخة والاعمار المتقدمة الناتجة من جداول التسعير المعيارية بشركات التأمين أعلى من مثيلتها بالجداول السكانية، وهو ما يشير إلى أن أسعار التأمين خلال هذه الفترة العمرية لا تعكس البيانات المستمدة من المجتمع، ومن ثم فهي أعلى من معدلاتها الطبيعية.

8- قبول الفرض القائل بوجود اختلافات معنوية بين معدلات الوفاة المستمدة من جداول التسعير المعيارية المستخدمة بشركات التأمين بالمملكة العربية السعودية ومعدلات الوفاة المستمدة من الجداول السكانية.

9- تم رفض الفرض العدمي القائل بعدم وجود اختلافات معنوية بين معدلات الوفاة المقترحة من النموذج اللوغاريتم الطبيعي للذكور والاناث ، ونظائرها من معدلات الوفاة المستمدة من جداول الخبرة المعيارية والجداول السكانية

10- تأخذ معادلة الانحدار المتعدد للعلاقة بين معدلات الوفاة المقترحة باستخدام نموذج اللوغاريتم المتوسط وكل من معدلات الوفاة المعيارية والسكانية للذكور والاناث على الترتيب العلاقة التالية.

$$Proposed\ rates\ q_x = -0.0005049 + 0.8775899\ Fitted(ins)q_x + 0.2847563\ Fitted(pop)q_x$$

$$Proposed\ rates\ q_x = -0.0004791 + 0.6861122 Fitted(ins)q_x + 0.3615714 Fitted(pop)q_x$$

11- تأخذ معادلة (Heligman and Pollard) الموفقة لنموذج اللوغاريتم الطبيعي المتوسط للذكور والاناث على الترتيب الشكل التالي.

$$q_x = 0.00055^{(x+0.04567)^{0.12916}} + 0.00021\ exp(-5.60881\ (ln\ x - ln\ 22.75909)^2) + \frac{0.00004 * 1.08727^x}{1+0.00004 * 1.08727^x}$$

$$q_x = 0.0004^{(x+0.02155)^{0.1013}} + 0.00019\ exp(-1.49045(ln\ x - ln\ 38.22265)^2) + \frac{0.00002 * 1.09503^x}{1+0.00002 * 1.09503^x}$$

12- تمثل معدلات الوفاة المقترحة من خلال النموذج قيم متوسطة بين كل من المعدلات المعيارية والسكانية، وهو ما يرجح امكانية الاعتماد عليها بالتسعير، بهدف الاستفادة من مزايا كل من واقعية معدلات الوفاة السكانية، ودرجة التحفظ والامان الذي تعتمد عليه معدلات الوفاة المعيارية.

13- قبول الفرض القائل بأن النموذج المقترح الأول (اللوغاريتمي المتوسط) قد قدم نتائج أفضل من حيث جودة التوفيق عنه بالنموذج المقترح الثاني (معادلة هيلجمان بولارد).

ثانياً: التوصيات

1- إن استقرار شركات التأمين والاستمرار في عملها يتطلب ضرورة وضع آليات للتأكد من زيادة الطلب علي منتجات التأمين بشركات التأمين السعودية من حيث عدد الوثائق وقيمة مبلغ التأمين للوثيقة الواحدة

2- ضرورة اعتماد شركات التأمين النموذج المقترح في تسعير تأمين الحماية والادخار مما يترتب عليه تحقيق مبدأ لعدالة في تسعير منتجات التأمين وهو ما يسهم في زيادة الطلب علي منتجات تأمين الحماية والادخاربشركات التأمين السعودية .

3- يوصي الباحثان بضرورة تبني النموذج المقترح من قبل أجهزة ومؤسسات الدولة الرقابية بهدف زيادة الطلب علي منتجات تأمين الحماية والادخاربشركات التأمين السعودية .

المراجع

المراجع العربية

1- أبوبكر، عيد أحمد، السيفو، وليد إسماعيل، (2009)، إدارة أخطار شركات التأمين، دار صفاء للطباعة والنشر والتوزيع، عمان، ط1.

2- أحمد، سحر صدقي أحمد، (2000)، استخدام النماذج الرياضية الخاصة بتحويل المتغيرات والفروق المحدودة في تحديد ثوابت جومبرتز وماكيهام عند تسوية جداول الحياة، رساة دكتوراه غير منشورة، كلية التجارة، جامعة المنصورة.

3- الأكاديمية المالية، (2019)، أساسيات التأمين، منهج تعليمي صادر عن الأكاديمية المالية، دار الملك فهد الوطنية للنشر، الرياض، ط2.

4- تقرير سوق التأمين السعودي ، (2019)، مؤسسة النقد العربي السعودي، المملكة العربية السعودية.

5- الجزيرة كابيتال،(2019)، قطاع التأمين السعودي – التقرير السنوي، الجزيرة للأسواق المالية، المملكة العربية السعودية.

6- صليحة، فلاق، (2015)، متطلبات تنمية نظام التأمين التكافلي – تجارب عربية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة حسيبة بن بو علي، الشلف، الجزائر.

7- لعور، صندرة، (2005)، التأمين على أخطار المؤسسة – دراسة حالة تأمين خسائر الاستغلال، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة الاخوة منتوري – قسنطينة، الجزائرة.

8- المسح الديموجرافي، الهيئة العامة للإحصاء، تقارير مختلفة.

9- يمينة، حوحو، (2013)، عقد التأمين على الحياة، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الحقوق، جامعة الجزائر.

المراجع الأجنبية

10- Abid, Ahmed D. & Kamhawey, Ahmed A. & Alsalloum, Othman I. (2005). Graduating theSaudi Crude Mortality Rates and Constricting their Monetary Tables, ASTIN Colloquium,Zurich, Switzerland, 5-7 September.

11- CFI,(2015), Mortality Table, Global Corporate Finance Society, https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/other/mortality-table/

12- Claudio Contador,(2012), " Life tables- insurance market experience-2010", Brazilian Mortality and Survivorship, Ricardo Frischtak.
13- Cox, D. R. & Oakes, D. (1984). Analysis of sur×i×al data. Chapman and Hall, Cambridge.
14- Dowd, K., Cairns, A.J.G., Blake, D., Coughlan, G.D., Epstein, D., and Khalaf-Allah, M.(2010). Evaluating the Goodness of Fit of Stochastic Mortality Models. Insurance:Mathematics and Economics 47(3): 255–265
15- Elizabeth Arias,(2006)"United States Life Tables, 2003" National Vital Statistics Reports, .
16- FATF,(2018), GUIDANCE FOR A RISK-BASED APPROACH-LIFE INSURANCE SECTOR, The Financial Action Task Force, http://www.fatf-gafi.org/media/fatf/documents/recommendations/pdfs/RBA-Life-Insurance.pdf .
17- *Felicitie C. Bel, Michael L. Miller, (2005),* LIFE TABLES FOR THE UNITED STATES SOCIAL SECURITY AREA 1900-2100, ACTUARIAL STUDY NO. 120
18- Henk Koppelaar,(2000), Knowledge Elicitation of Gompertz' Law of Mortality, Scandinavian Actuarial Journal, https://www.researchgate.net/publication/242077566_Knowledge_Elicitation_of_Gompertz'_Law_of_Mortality
19- Jorge Miguel Bravo, (2010),"Estimating life expectancy in small population areas", CONFERENCE OF EUROPEAN STATISTICIANS, UNITED NATIONS STATISTICAL commissionand ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE
20- Lenart, A. and Missov, T.I. (2015). Goodness-of-Fit Tests for the Gompertz Distribution.Communications in Statistics: Theory and Methods 44.
21- M Riyana,(2019), Heligman-pollard modification by using the makeham death rate to predict the life table of the elderly, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
22- M. A. Heligman and J. H. Pollard.(1980), "The age pattern of mortality". Journal of the Institute of Actuaries ,107.
23- Marius D. Pascariu, (2018), Modelling and forecasting mortality, Ph.D. Thesis, Faculty of Health Sciences University of Southern Denmark
24- Missov, T.I. and Lenart, A. (2013). Gompertz-Makeham Life Expectancies: Expressionsand Applications. Theoretical Population Biology 90: 29–35.

25- Olshansky, S. J. & Carnes, B. A. (1997). Ever since Gompertz. Demography, National library of Medicine, Demography,34 (1).

26- Rose Ibrahim,(2008), Expanding an Abridged Life Table Using the Heligman-Pollard Model, MATEMATIKA, , Volume 24, Number 1, 1–10, Department of Mathematics, UTM.

27- Rose Ibrahim,(2017), Forecasting the mortality rates of Malaysian population using Heligman-Pollard model, AIP Conference Proceedings 1870(1):040019

28- Sharrow D J, Clark S J, Collinson M A, Kahn K and Tollman S M, (2013), The age pattern of increases in mortality affected by HIV: Bayesian fit of the Heligman-Pollard model to data from the Agincourt HDSS field site in rural northeast South Africa Demogr. Res. 29 1039

29- Ting Li, Yang Claire Yang, and James J. Anderson, (2014), Mortality Increase in Late-Middle and Early-Old Age: Heterogeneity in Death Processes as a New Explanation, PMC, US National Library of Medicine, National of Health. PMC4028711.

30- Trifon I. Missov, (2015), The Gompertz Force of Mortality in Terms of the Modal Age at Death, Demographic Research 32(36):1031-1048.

31- Wella Pasca Emilidha, (2017), Modelling Hospital Mortality Data using The Heligman-Pollard Model with R HPBayes, AIP Conference Proceedings 1827, 020025

32- Yahaya Haruna Umar, (2019), Modeling Mortality Rates Using Heligman-Pollard and Lee-Carter in Nigeria, American Journal of Theoretical and Applied Statistics,8(6): 221-239

33- Zoltan Butt & Steven Haberman,(2004),"Application of frailty based mortality models using generalized linear models", Astin Bulletin , Vol. 34 No.1 .