ترتيب البدائل القرارية لسياسات ضمان منتجات الدرجة الثانية من منظور تكاليفي دراسة اختبارية

م. مثنى فالح بدر الزيدي
كلية الادارة والاقتصاد –جامعة الموصل

Ranking Decision Alternatives for the Warranty Policies of Second-Class products from cost's Perspective: An Experimental Study

Lec. Muthana F. bader Alzaidy
Economic and administration - University of Mosul

تاريخ استلام 2021/1/26 تاريخ قبول النشر 2021/7/18

المستخلص:

يناقش البحث مشكلة تعدد سياسات الضمان الممنوحة على منتجات الدرجة الثانية وانعكاس ذلك في خصوصية بناء نموذج تكاليف لكل سياسة يتلائم مع شروطها، ووجود علاقة متبادلة بين تكاليف الضمان المقدرة وسياسة الضمان في ضوئها يمكن استخدام التكاليف كأساس في اختيار سياسة الضمان الملائمة لمنتجات الدرجة الثانية.

يهدف البحث الى تقديم نماذج لتقدير التكاليف للسياسات البديلة للضمان وبيان تأثير مخرجات نماذج التكلفة على ترشيد البدائل القرارية لسياسة الضمان في الاجل القصير. وتم عرض مجموعة من الاستنتاجات اهمها عدم وجود نموذج واحد لتقدير تكاليف ضمان منتجات الدرجة الثانية يصلح للتطبيق في مختلف الكيانات الاقتصادية نظرا لاختلاف سياسات الضمان من جهة وخصوصية استخدام المنتجات وعوامل عدم التأكد من جهة اخرى وفي ضوء ذلك يوصي البحث بضرورة المام المحاسبين بالمهارات اللازمة لبناء النماذج الرياضية لتقدير تكاليف الضمان وامتلاك القدرة على تحليل نتائج تلك النماذج وتوجيه الادارة للبديل الملائم الذي يحقق اهدافها المنشودة.

الكلمات المفتاحية: منتجات الدرجة الثانية، سياسات الضمان، تكاليف الضمان، نماذج تكاليف الضمان.

Abstract

The current research discusses the problem of the multiplicity of warranty policies given on second-class products and their reflection in the specificity of building a cost model for each policy that meets its requirements. In addition, there is a relationship between the estimated warranty costs and the warranty policy in according to it so costs can used as a basis for choosing the appropriate policy to ensure second-class products.

The aim of this paper is to provide models for estimating warranty costs for alternative policies and to demonstrate the impact of cost model outputs on the rationalization of short-term warranty policy alternatives.

A number of conclusions presented, the most important of which is the absence of a one model for estimating the costs of warranty second-class products suitable for application in different entities due to the different warranty policies on the one hand and the specificity of using products and

uncertainty factors on the other. Therefore, the research recommends that accountants should be familiar with the skills necessary to build mathematical models to estimate the costs of guarantee and have the ability to analyze the results of those models and guide management to the appropriate alternative that achieves desired objectives.

Keywords: Second class products, warranty policies, warranty costs, warranty cost models.

المقدمة وطبيعة المشكلة:

ان تصنيف المنتجات الى (فئات) سياسة تتبعها الكيانات الاقتصادية لتسويق منتجاتها وتحقيق منافع اقتصادية تتثمل في الحصول على حصة سوقية اوسع لمنتجاتها، وبغض النظر عن الاسباب المرتبطة بتصنيف المنتجات الى درجة ثانية، تواجه العديد من الشركات خيارات متعددة في تقديم الضمان عن هذه المنتجات عن طريق التعويض او الاصلاح وفي بعض الحالات القيام بتحديث المنتجات قبل تصنيفها مما يضع الادارة امام مشكلة تحديد السياسة الافضل في ضمان هذه المنتجات.

ان اتباع سياسة ضمان منتجات الدرجة الثانية يحمل الكيان تكاليف اضافية ناتجة عن تغطية الضمان عند المطالبة به وهذه التكاليف لا يمكن تحديدها بصورة دقيقة الا بعد حدوثها، الا ان عملية ادارة الضمان تتطلب تقدير هذه الكلف مقدما بناءً على نماذج كلف معدة لهذا الغرض تقع مسؤولية اعدادها على عاتق محاسب التكاليف لغرض توفير تحليلات الكلف لسياسات الضمان البديلة وترتيب السياسات بناءً على وفورات التكاليف او الخسائر المترتبة على تفضيل سياسة دون اخرى.

وقد اخذت هذه النماذج حيزًا كبيرًا من اهتمام الكتاب والباحثين في العلوم الهندسية والرياضية والاحصائية وقدمت العديد من النماذج الرياضية (البسيطة والمعقدة) لتقدير هذه التكاليف وتناولت العديد منها متغيرات كثيرة تأثر في تكاليف الضمان وتتأثر بسياسة الضمان وهذا التعدد والتباين في النماذج الرياضية متأتٍ من جوانب مختلفة منها خصوصية سياسة الضمان لكل كيان وعدم التأكد المرتبط باحتمال وقوع الضمان والذي يحتسب باستخدام نماذج احتمالية مختلفة ويعتمد على انماط مختلفة من البيانات فضلا عن مدى التفصيل في البيانات التي تحتاجها الادارة من نموذج تقدير

تكاليف الضمان وطبيعة الاستخدامات لهذه البيانات في ضوء ما تقدم يمكن صياغة مشكلة البحث من خلال الاتي:

تنشأ تكاليف ضمان منتجات الدرجة الثانية عن مجموعة من الخيارات المتاحة لمنح الضمان على منتجات الدرجة الثانية وهناك علاقة تبادلية بين سياسات الضمان وتكاليف الضمان تنعكس على تحديد متغيرات نموذج التكلفة الملائم لكل سياسة ضمان.

اهمية البحث:

تبرز **الأهمية العلمية** للبحث من التقائه مع الاهتمامات العلمية للباحثين في مجالات العلوم الاخرى في تناول موضوع تكاليف ضمان منتجات الدرجة الثانية وعرضه للموضوع من وجهة نظر محاسبية. كما تتجسد اهمية البحث ايضا في التركيز على الجانب التكاليفي في بناء النموذج الخاص بتقدير تكاليف ضمان منتجات الدرجة الثانية فضلا عن استخدام مخرجات نماذج التكلفة في ترتيب البدائل القرارية الخاصة باختيار سياسة الضمان الملائمة. اما **الاهمية العملية** فان البحث يقدم نماذج متعددة لتقدير تكاليف ضمان منتجات الدرجة الثانية في ضوء سياسات ضمان محددة مع المفاضلة بين السياسات والتحقق من صحة هذه النماذج من خلال دراسة اختبارية تم اعداد بياناتها بما يتناسب مع نطاق البحث.

هدف البحث:

يسعى البحث الى تحقيق هدف أساس هو تطوير نماذج تقدير تكاليف الضمان لمنتجات الدرجة الثانية واستخدام مخرجاتها في ترتيب سياسات الضمان والمفاضلة بينها، في ضوء ذلك يهدف البحث الى:

1. بيان تأثير العلاقة التبادلية بين سياسات ضمان منتجات الدرجة الثانية وتقدير تكاليف الضمان، من خلال استعراض مجموعة من المفاهيم ذات الصلة.
2. اعداد نماذج متعددة لتقدير تكاليف الضمان لحالات تنسجم مع السياسات البديلة لتكاليف الضمان لمنتجات الدرجة الثانية.

3. بيان تأثير مخرجات نماذج التكلفة على ترشيد البدائل القرارية لسياسة الضمان في الاجل القصير.

فرضية البحث:

يقوم البحث على فرضية رئيسة مفادها:

طالما كانت تكاليف الضمان لمنتجات الدرجة الثانية هي تكاليف لاحقة (نتائج) لسياسة ضمان منتجات الدرجة الثانية عليه يوجد تأثير لتكاليف الضمان في اختيار السياسة الملائمة لضمان منتجات الدرجة الثانية.

منهج البحث واسلوبه:

تحقيقا لأهداف البحث واختبارًا لفرضيته اعتمد الباحث على المنهجين الاستقرائي والاستنباطي وذلك من خلال اعتماد الاسلوب الوصفي في مناقشة ابعاد مشكلة البحث في اطارها النظري بالاستناد الى ما متاح من كتب ورسائل ومجلات علمية ذات صلة بالموضوع والأسلوب التجريبي في اختبار نماذج تكلفة الضمان لمنتجات الدرجة الثانية التي تم اعدادها.

مناقشة الدارسات السابقة

1. دارسة (Mahmood & Stefanka,2012) بعنوان:

"Optimal upgrade strategy, warranty policy and sale price for second-hand products"

ناقشت الدراسة العلاقة بين متغيرات السعر وسياسة الضمان لمنتجات الدرجة الثانية والمواصفات الهندسية لتلك المنتجات وهدفت الى الربط بين قرارات التسعير وسياسات الضمان من جهة والقرارات الهندسية للتحديث وضمان خدمة الصيانة من جهة اخرى، مفترضة ان قرار التحديث سيؤدي الى تقليل الارباح الا أنه في الوقت نفسه سيؤدي الى تخفيض تكاليف الصيانة خلال مدة الضمان واستخدمت الدراسة نموذج ثلاثي المقاييس لتحديد استراتيجية الضمان.

2. دراسة (Sarada & Mubashirunnissa,2011) بعنوان:

" Warranty cost analysis for second-hand products using bivariate approach "

قدمت الدراسة نموذجين لدراسة العلاقة بين تكاليف ضمان منتجات الدرجة الثانية وخصائص فشل النظام من خلال بناء نموذج تكاليف ثنائي البعد يعتمد خاصيتين رئيستين هما (العمر والاستخدام) لمنح الضمان، افترضت الدراسة ان صعوبة النموذج هي مقياس ترتيبي لمدى قبوله، كما قدمت الدراسة تحليل رياضي يستند الى استخدام الاساليب الرياضية المتقدمة والتطبيقات وخلصت الدراسة الى ان صعوبة النماذج الرياضية تمثل قيدا مهما على اجراء التحليلات الاضافية لتكاليف الضمان واعتماد هذه النماذج من قبل ادارة الكيان الاقتصادي.

3. **دراسة (Seyed,et.al,2011)** بعنوان:

" Joint determination of price and upgrade level for a warranted second-hand product"

قدمت الدراسة نموذج قرار يمكن ان تستند اليه ادارة الكيان في تحقيق الموازنة بين التكاليف المرتفعة لتحديث المنتجات الدرجة الثانية والاسعار من خلال دراسة اثر تحديث المنتج على تخفيض تكاليف الصيانة وزيادة معولية المنتجات وافترضت الدراسة ان هناك علاقة بين تكاليف الضمان وتكاليف التحديث تنعكس على توازن دالتي الطلب والتكلفة وقد خلصت الدراسة الى ان سياسات الضمان تعتبر موجهات حقيقة للأرباح المتوقعة للكيانات.

4. دراسة (Chattopadhyay & Murthy ,2000) بعنوان:

“Warranty Cost Analysis for Second-Hand Products”

تعد هذه الدراسة من اقدم الدراسات التي تناولت ضمان منتجات الدرجة الثانية هدفت الدراسة الى تقدير تكاليف الضمان بالاستناد الى سياستي ضمان الاحلال المطلق وضمان الاحلال الجزئي و استخدمت الدراسة لتحقيق اهدافها نماذج التحليل الاساسية لتكاليف الضمان مفترضة ان كلاً من الخصائص الفنية للمنتج (العمر، الاستخدام، السجل التاريخي للصيانة) وعناصر سياسة الضمان تعد عوامل متحكمة في تحديد التكاليف المقدرة للضمان، وخلصت الدراسة الى ضرورة توظيف نماذج تحليل تكاليف الضمان الاساسية في حالات كثيرة تمثل مجالا لاتخاذ القرارات المختلفة للإدارة.

اما اهم ما تتميز به هذه الدراسة مقارنة بالدراسات السابقة

تشترك الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة في استخدام النماذج الرياضية لتحليل تكاليف ضمان منتجات الدرجة الا انها تختلف عنها في جانبين:

الاول، حاولت الدراسات السابقة بناء نماذج تتوافق مع الخلفيات الاكاديمية والتخصصات العلمية للباحثين في ابراز جوانب تبدوا لغير المشاركين في تخصص الباحث صعبة الفهم ومعقدة ولا تلائم الاستخدام المتوقع لتلك النماذج من قبل متخذي القرارات في الكيانات الاقتصادية، فضلا عن اهتمام الدراسات السابقة بالعلاقة بين مدخلات نماذج تقدير تكاليف ضمان منتجات الدرجة الثانية و اعطاء هذه المدخلات اهمية متساوية من حيث الدقة والتأثير على نماذج التقدير الا ان المنظور التكاليفي يعتبر مدخلات التكاليف هي المتغير الأكثر تأثيراً في نماذج تقدير التكاليف وبقية المتغيرات اما تكون تابعة للتغير في التكاليف كالتغير في السعر استجابة للتغير في التكلفة او ترتبط بتقنيات التقدير المستخدمة في التنبؤ مثل العلاقة بين مواصفات المنتج واحتمالات الفشل.

الثاني، لم تقدم الدراسات السابقة مدخلا للمفاضلة بين **نماذج متعددة** لتقدير تكاليف الضمان لمنتجات الدرجة الثانية واقتصرت على المفاضلة بين **سياسات محددة** بذاتها، اما البحث الحالي فيسعى الى ترتيب البدائل القرارية لسياسات ضمان متعددة في إطار اختيار نموذج ملائم لتكاليف ضمان منتجات الدرجة الثانية.

هيكلية البحث:

انطلاقا من اهداف الدراسة واهميتها وفرضيتها سيتم مناقشة الفقرات الاتية:

- الخلفية النظرية وتتضمن: (مفهوم ضمان منتجات الدرجة الثانية، سياسة الضمان – مفهومها واهميتها وانواعها، نماذج تقدير تكاليف الضمان).
- تطوير نموذج التكلفة والدراسة الاختبارية ويتضمن: (تطوير نموذج التكلفة، اختبار النموذج).
- الاستنتاجات والتوصيات.

1- خلفية نظرية

1-1 مفهوم ضمان منتجات الدرجة الثانية

غالبا ما يواجه الزبائن مشكلة تعدد البدائل عند اتخاذ قرار الشراء والمفاضلة بين المنتجات على اساس رتبها (منتجات درجة اولى، منتجات درجة ثانية) خصوصا عند شراء المنتجات المعمرة مثل السيارات والمكائن والاجهزة الكهربائية الاجهزة الالكترونية والحاسوب.. الخ، قسم من هؤلاء الزبائن يفضل شراء المنتجات الجديدة ويتردد في شراء منتجات ذات رتبة أدني "لأنها درجة ثانية"، في حين يرى اخرون أن الدرجة الثانية هي مجرد تمايز بين المنتجات في المواصفات. (Higashida & Nguyen, 2015, 135).

في الآونة الاخيرة شهدت تجارة منتجات الدرجة الثانية انتشارا عالميا واسعا ودفع رواج هذه المنتجات الباحثين للتساؤل عن اسباب شراء منتجات الدرجة الثانية من قبل الزبائن (Alam, 2014, 2) حيث شكلت هذه التجارة مبلغا مهما فبلغت تجارة الاجهزة الكهربائية لوحدها اكثر من ثلاثة مليارات دولار في بعض البلدان النامية (Chanthy & Nitivattananon, 2011, 197) ويبدو ان الدوافع الاقتصادية هي المحرك الاول لمثل هذه التجارة فضلا عن العوامل البيئية فقد اشار (Amanda, 2011, 4) الى ان الجوانب البيئية كانت عاملا هاما في زيادة سوق منتجات الدرجة الثانية حيث ان الصيانة وإعادة الاستخدام هي طرق صديقة للبيئة لاستخدام منتجات الدرجة الثانية والاستفادة من مدة حياتها المتبقية والتي لا تحتاج الى كلف مرتفعة لتهيأتها ولو تركت على حالها لأصبحت نفايات تحتاج كلفا لمعالجتها. وعلى الرغم من انتشار اسواق منتجات الدرجة الثانية بقي الزبائن غير متأكدين من قدرة هذه المنتجات على اداء وظائفها بشكل مستمر وعدم التأكد منشأه نقص المعلومات حول جودة المنتجات (Darghouth,et.al, 2015, 2158) كما ادى نقص المعلومات حول جودة المنتجات في اسواق منتجات الدرجة الثانية إلى انخفاض اسعار هذه المنتجات (Valerie, 2003, 66) وهذا ما دفع الكيانات الاقتصادية الى منح الضمان عن هذه المنتجات لزيادة الثقة بالمنتجات وتعزيز جودتها وبيعها بأسعار جيدة.

ويعرف الضمان بأنه استراتيجية تسويقية مقدمة من قبل الكيانات الاقتصادية تهدف الى منح الزبون الثقة في المنتج المصنف درجة ثانية بانه سيؤدي وظائفه المحددة خلال حياته او مدة

الاستخدام (Seyed,et.al, 2011, 1189) و هو التزام مرتبط بالمنتج الذي تقدمه الشركة لزبائنها يتطلب من الكيان الاقتصادي تعويض الزبون خلال مدة الضمان عندما يفشل المنتج في أداء وظائفه في ظروف الاستخدام العادي للمنتج (Shaomin & Huiqing, 2007, 1256) والضمان بهذا المعنى التزام قانوني يحدد مسؤولية الكيان الاقتصادي في حال فشل المنتج خلال مدة الضمان (Gopinath & Anisur, 2008, 522) وبموجب شروط الضمان يلتزم الكيان سواء كان شركة مصنعة او بائع تجزئة او موزع بتعويض الزبون عن فشل المنتج في أداء وظائفه المحددة مسبقًا خلال مدة الضمان على ان لا يكون الفشل ناتجا عن سوء استخدام المنتج او اهمال الزبون .(Jun & Hoang, 2006, 492)

2-1 سياسة الضمان – مفهومها واهميتها وانواعها

لتقديم الضمان على منتجاتها تتبع الكيانات الاقتصادية سياسات ضمان مختلفة تراعي فيها التكاليف والمنافع المتأتية من تلك السياسة، وسياسة الضمان هي بيان بشأن نوع ومدى التعويض المقدم من الكيان عن منتجاته. (Mahmood & Stefanka ,2012, 2) **وبشكل** عام لهذه السياسة اركان ثلاثة:

- **نوع الضمان،** وهو غالبا ما يكون عينيا (استبدال /صيانة)، وفي بعض الحالات نقديا بإعادة ثمن المنتج للزبون او تقديم خصم من سعر البيع.
- **نطاق الضمان،** وهو يتراوح بين استبدال المنتج بالكامل او تقديم خدمة الصيانة فقط.
- **مدة الضمان،** المدة التي يغطيها الضمان، وعدد مرات التعويض خلال مدة الضمان.

ان اعتماد الكيان الاقتصادي سياسة الضمان يحقق العديد من المزايا ولجميع الاطراف ذات العلاقة من حيث توفير الحماية للأطراف المختلفة والتي تشمل الحماية المالية للزبائن عن فشل المنتج في اداء وظائفه المحددة، والحماية من المسائلة القانونية للكيانات الاقتصادية عند طلب التعويضات عن المنتجات التالفة او عدم دفع التعويضات عند إساءة استخدام المنتج او المطالبات غير القانونية. (Mahmood, et.al, 2011, 685) كما يتيح الضمان للزبائن نقل مخاطر فشل المنتج مرة أخرى الى الكيان الاقتصادي (Ammar & Surendra, 2019, 364) وكذلك يتيح للكيان الاقتصادي نقل او مشاركة تلك المخاطر مع شركات التامين. ويسهم الضمان ايضا في تعزيز جودة المنتجات

(Jun & Hoang, 2006, 492) فهو يوفر معلومات غير مباشرة حول جودة المنتج ويعد أداة مهمة للتأثير على السوق(Dimitrov,et.al, 2004, 959) ، اذ ان وجود الضمان على المنتجات يسهم في زيادة مبيعات المنتجات مقارنة بتلك التي لا يقدم معها الضمان وفي حال فشل المنتج فان صياغة سياسة الضمان من شانها حماية حقوق جميع الاطراف من خلال اللجوء الى بنود الضمان مما يتطلب ان تصاغ هذه البنود بعناية.

إن اختيار سياسة الضمان الملائمة ليس بالعملية السهلة فهي تتضمن دراسة العلاقة بين العديد من المتغيرات والتي تنعكس في جانبين (Mahmood & Stefanka , 2012, 2):

الأول: يتعلق بارتفاع تكاليف الضمان إذا ما تم اتباع سياسة ضمان طويلة الاجل وهذه التكاليف غير ضرورية من وجهة نظر الكيان الاقتصادي ولا تسهم في إضافة القيمة،

الثاني: ان مدة الضمان قصيرة الاجل تعطي مؤشرا سلبيا عن جودة المنتج وتؤثر في الارباح على المدى الطويل.

وخلال العقود الماضية قدم الباحثون ومن مختلف الاختصاصات نماذج سياسات للضمان درست العلاقات المتبادلة بين متغيرات مختلفة وربطت بينها في سبيل الوصول الى تحقيق الموازنة بين تكاليف الضمان التي تتحملها الكيانات الاقتصادية والمنافع المتأتية من هذه السياسات وفيما يلي تصنيف لاهم تلك النماذج:

- **سياسات الضمان من حيث تكرار تقديم الضمان خلال فترة الضمان تنقسم الى: (Stefanka& yu, 2004, 60) بتصرف**
  - **سياسة تجديد (تكرار) الضمان،** بموجب هذه السياسة يتم استبدال المنتج خلال فترة الضمان بمنتج جديد او صيانته إذا وجد فيه اي عيب في التصميم او عيوب صناعية، ويتم التجديد مجانا للزبون او مقابل نسبة من الكلف على ان يتم تعويض الزبون مجددا إذا فشل المنتج خلال المدة المتبقية من الضمان.
  - **سياسة عدم تجديد الضمان،** بموجب هذه السياسة يتم استبدال المنتج خلال مدة الضمان بمنتج جديد إذا وجد فيه اي عيوب في التصميم او عيوب صناعية او صيانته ولمرة واحدة فقط، ويتحمل الكيان كل تكاليف الضمان او قد يحمل الزبون بنسبة معينة من التكاليف.

- **سياسة التجديد المشروط للضمان،** هذه السياسة تعد مزيجا من السياستين السابقتين بحيث يكون التعويض الاول فقط بشكل مجاني بينما يكون التعويض اللاحق خلال مدة الضمان بتحمل الزبون جزء من تكاليف الصيانة او الاستبدال (Shaomin&Huiqing, 2007, 1286).

- **سياسة منح الضمان طبقا لمواصفات المنتج** وتنقسم هذه السياسة على قسمين (Yeu,et.al, 2015, 52) بتصرف:

- **سياسة منح الضمان احادية البعد،** وبموجبها يتم اعتماد بعدا واحداً – مواصفة – يتم منح الضمان بموجبه وفي الغالب يستخدم (عمر للمنتج او فترة الاستخدام) كأساس لمنح الضمان.
- **سياسة منح الضمان ثنائية البعد،** وبموجبها يتم منح الضمان على المنتج باعتماد بعدين – مواصفتين– من مواصفات المنتج كما هو الحال عند تقديم خدمات الصيانة للسيارات حيثيتم ربط الفترة الزمنية ووحدات الاستخدام (المسافة المقطوعة) كأساس لمنح خدمات الصيانة.

ويلاحظ ان سياسة ضمان منتجات الدرجة الثانية لا تخرج عن هاتين السياستين الا ان درجة التفصيل في تنفيذ سياسة دون اخرى هو الذي يختلف بين الكيانات الاقتصادية المختلفة وتبعا لهذا الاختلاف تختلف نماذج تقدير تكاليف الضمان.

1-3 نماذج تقدير تكاليف الضمان

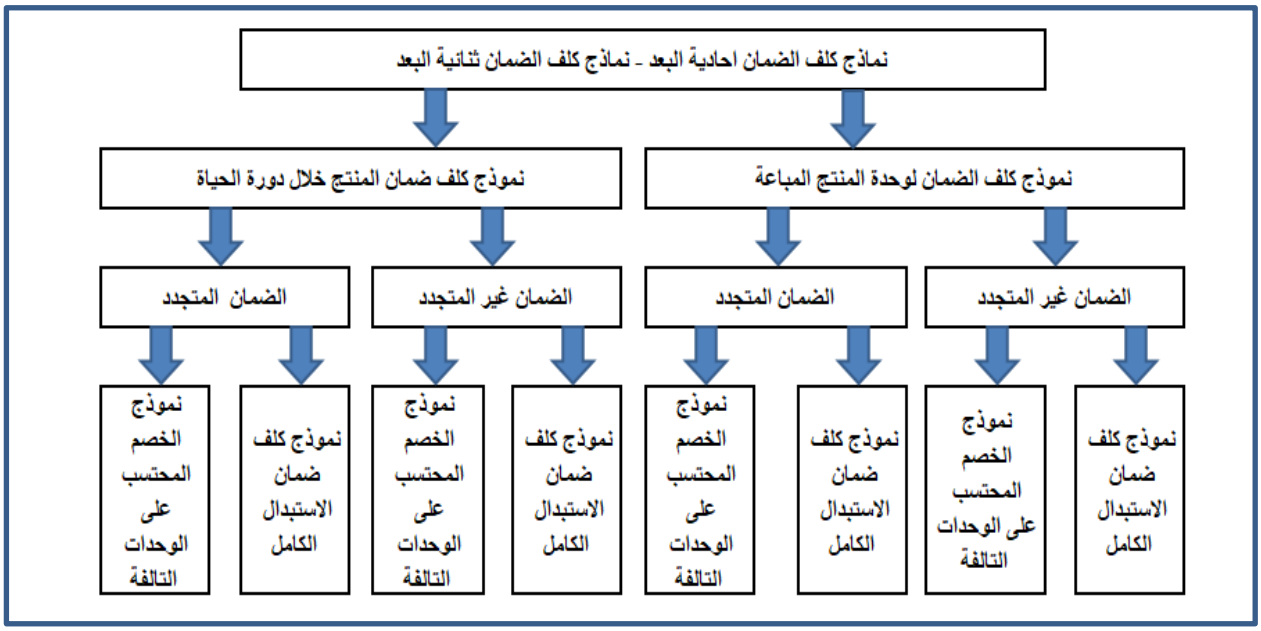
ان التكاليف الكلية للضمان لا يمكن تقديرها بصورة دقيقة مطلقاً، لأنها ترتبط باستخدام الزبون للمنتج من ناحية وعشوائية تحقق الفشل من ناحية أخرى (Murthy & Wallace, 1996, 55)، وهذا يدفعنا للقول ان نماذج تقدير تكاليف الضمان ستظل تتطور باستمرار مع تطور ادوات التنبؤ وطرق تقدير الاحتمالات فضلا عن تطور سياسات الضمان.

فنموذج تكلفة الضمان ما هو الا نموذج رياضي يعتمد الاحتمالات لاستخراج عدد وحدات المنتج التي يتوقع تقديم الضمان عنها يتم اعداده في ضوء دراسة العلاقة بين مجموعة من المتغيرات المحددة في وثيقة الضمان والمعلومات المتوفرة عن اداء المنتج وتكاليف الانتاج.

وقد قدم (Murthy & Wallace, 2006, 139-140)، (Wallace,et.al, 2011, 30) نموذجين لتكلفة الضمان تنسجم اغراضهم مع التوجهات الادارية في تقدير التكاليف هما:

أ. **تكلفة الضمان لكل وحدة مباعة:** وتتمثل بمجموع التكاليف التي يتحملها الكيان عندما يقوم الزبون بإعادة الوحدة المباعة لعدم مطابقتها للمواصفات خلال مدة الضمان وتختلف هذه التكلفة حسب نوع المنتج إذا كان قابلا للإصلاح من عدمه وبشكل عام فان هذه التكلفة تشمل (تكاليف المنتج الجديد، تكاليف قطع الغيار، الأجور لعمال الصيانة ورواتب موظفي الاتصال مع الزبون، التكاليف الاضافية الاخرى، الخ)

ب. **تكلفة الضمان لدورة حياة المنتج:** ينظر الى تكلفة الضمان بوصفها احدى المكونات الرئيسة لتكاليف دورة الحياة المنتج والتي تنشأ في مراحل مختلفة بدءاً من تصميمه مرورا بالبحث والتطوير والانتاج ثم البيع والتوزيع وخدمات ما بعد البيع لحين التخلص منه ويلاحظ ان تطابق وجهات نظر الكيان الاقتصادي والزبون حول مفهوم واحد لدورة الحياة تعد مسالة غير واردة على الاقل في ظل سياسات الضمان مما ينعكس على اختلاف نماذج تكاليف الضمان وتنوعها، ويلخص الشكل التالي الانواع المختلفة لنماذج كلف الضمان.



المصدر: من اعداد الباحث

شكل رقم (2)

تحليل مستويات نماذج تكاليف الضمان

يوضح الشكل (2) نموذج رباعي المستويات للعلاقة بين سياسات الضمان ونماذج تقدير تكاليف الضمان، ويبين العلاقات المتداخلة بين نماذج التكلفة التي تناولها الباحثون وقد تم التطرق الى مفاهيم المستويات الثلاث الاولى، اما المستوى الرابع فيشير الى سياسة الضمان التي تعتمدها الشركة فقد يكون الاستبدال الكامل للمنتج وقد يتم منح الزبون خصما على الوحدات التالفة او تعويضه نقدا. كما ان هنالك امكانية لإضافة مستوى خامس من التحليل يتعلق بالمنتج المضمون نفسه فبعض المنتجات لا يمكن اصلاحها مما يعني ان الضمان سيكون على الوحدة المنتجة بالكامل ومنتجات اخرى يمكن اصلاحها سيكون الضمان عليها جزئيا وهكذا فان التعدد في المستويات والتنوع في المتغيرات يؤدي الى عدد لا حصر له من نماذج تقدير تكاليف الضمان.

2. تطوير نموذج التكلفة والدراسة الاختبارية

2-1 تطوير نموذج التكلفة

بفرض ان كمية قدرها (n) من المنتج (y) صنفت **درجة ثانية** ، وان المنتج (y) سوف يؤدي وظائفه بشكل كامل لدى الزبون مع احتمال فشل يرمز له بالرمز ($\acute{\alpha}$) ويقدم الكيان الاقتصادي ضمانا مقابل هذه الاحتمال باستبدال المنتج او اصلاحه وهذا الاحتمال يتراوح بين ($0 \leq \acute{\alpha} \leq 1$)، عليه فان احتمال عدم الاستبدال يساوي ($1-\acute{\alpha}$) وهو مرتبطة بالكمية (n) والتي ستباع الوحدة منها بالسعر (s) وهذا السعر يمثل اقصى ما يمكن ان يدفعه الزبون مقابل المنتج بمعنى ان ($s>0$) دائما، كما يغطي (s) تكلفة انتاج الوحدة (c) المصنفة درجة ثانية ، اي ان ($s>c$) ، ولا يمكن بيع المنتج بسعر اقل من او يساوي (c) ، بالتالي فان دالة الربح الاجمالي (z) ستكون:

$$z = (s-c).\ n$$

وفي ظل احتمال فشل المنتج فان كل من (s,c) ستتأثر بالضمان الممنوح على المنتج (y) عليه فان دالة الربح في ظل وجود الضمان مشروطة بـ ($s > c\ \acute{\alpha}$) كشرط لقبول سياسة الضمان[1] والا فان الكيان سيحقق خسائر.

[1] يفترض البحث ان العامل المؤثر في تفضيل السياسة الملائمة لضمان منتجات الدرجة الثانية هو التكلفة فقط، وان السعر تابع للتكلفة.

3-2-1 البديل الاول: استبدال المنتج

- **استبدال المنتج التالف لمرة واحدة**، بموجب هذه السياسة يقدم الكيان ضمانا للزبون باستبدال المنتج (y) التالف باخر يحتمل ان يؤدي وظائفه بشكل كامل فاذا كان احتمال فشل المنتج لدى الزبون هو ($\acute{\alpha}$) كما تقدم، فان احتمال فشل المنتج الذي تم احلاله هو $(1-\acute{\alpha})\,\acute{\alpha}$ عليه فان:

$$\acute{\alpha} + (1-\acute{\alpha})\,\acute{\alpha} = 2\acute{\alpha} - \acute{\alpha}^2$$

وتنعكس هذه السياسة على تكلفة المنتج بعد الضمان والتي تشمل كلفة المنتج الاصلية (c)، كلفة فشل المنتج الاول ($c\acute{\alpha}$)، مضافا اليها الكلفة المحتملة لفشل المنتج الثاني $(2-\acute{\alpha})\,c\acute{\alpha}$ عليه فان:

$$c_1 = c + c\acute{\alpha} + (1-\acute{\alpha})\,c\acute{\alpha} = c + 2\acute{\alpha}c - \acute{\alpha}^2 c$$

ولقد تم التعويض بالرمز (c) مرتين لان تكلفة الانتاج هي ذاتها للمنتجين التالف والمستبدل، على اعتبار ان سياسة الضمان تقتضي الابدال وليس الاصلاح عليه تتحمل الشركة كلفة المنتج التالف بالكامل ($c\acute{\alpha}$) والكلفة المحتملة لفشل المنتج المقدم بدلا عن التالف $(1-\acute{\alpha})\,\acute{\alpha}c$)، كما يتأثر قرار التسعير بارتفاع التكلفة حيث يجب ان يغطي سعر المنتج كل التكاليف المرتبطة بالمنتج التالف والمنتج الجديد مع احتمال تلف المنتج الجديد ايضا على فرض استجابة السوق للسعر الجديد عليه فان:

$$s_1 = s + (2-\acute{\alpha})\,s\acute{\alpha} = s + 2\acute{\alpha}s - \acute{\alpha}^2 s$$

عليه فان دالة الربح ستتغير هي الاخرى لتصبح:

$$z_1 = (s_1 - c_1).\ n$$

3-2-2 البديل الثاني: تقديم الصيانة لمنتج الدرجة الثانية

تفترض هذه الحالة ان منتج الدرجة الثانية التالف سيتم صيانته (بافتراض ان كلفة المواد المستبدلة يتحملها الزبون) خلال مدة الضمان مقابل كلفة مقدارها(c_m) تضاف الى كلفته الاصلية (c) ، بموجب هذه السياسة يتم صيانة المنتج التالف لمرة واحدة في ظل احتمال فشل هذا المنتج بيد الزبون مرة واحدة ($\acute{\alpha}$) وتنعكس هذه السياسة على تكلفة المنتج والتي تشمل كلفة الصيانة ($c_m\,\acute{\alpha}$) مضافا اليها كلفة المنتج (c)عليه فان:

$$c_2 = c_+ c_m\acute{\alpha}$$

على اعتبار ان سياسة الضمان تقتضي الاصلاح يتأثر قرار التسعير بارتفاع التكلفة بحدود تكلفة الصيانة المحتملة، ويجب ان يغطي سعر المنتج تكاليف المنتج مضافا اليها تكاليف الصيانة المحتملة على فرض استجابة السوق للسعر فان

$$s_2 = s_+ (c_m\acute{\alpha})$$

عليه فان دالة الربح ستتغير هي الاخرى لتصبح:

$$z_2 = (s_2 - c_2).\ n$$

واذا كان ضمان الصيانة يقدم لمرتين او اكثر فان الاحتمال سيتضاعف في كل مرة تقدم بها الصيانة $(\acute{\alpha}, \acute{\alpha}^2, \acute{\alpha}^3, \ldots, \acute{\alpha}^x)$ حيث (x) اقصى عدد من المرات لفشل المنتج ، بالتالي فان احتمال تأثير الضمان المفتوح على التكاليف والسعر ستكون:

$$c_x = c_+ (c_m\acute{\alpha}^x)$$

$$s_x = s_+ (c_m\acute{\alpha}^x)$$

وتكون دالة الربح:

$$z_x = (s_x - c_x).\ n$$

3-2-3 البديل الثالث: تحديث منتجات الدرجة الثانية الى الجيل الجديد وتقليل احتمالات طلب الضمان

هذه السياسة ليست سياسة ضمان بحد ذاتها لكنها تأثر في تكاليف الضمان وهي متعددة الوجوه في بعض الاحيان تمتد حقب الضمان الى سنوات تكون الشركة قد قدمت فيها اجيالا جديدة من المنتج، وقد تتضمن سياسة الضمان تحديث المنتجات الى احدث الاجيال الموجودة او استعمال قطع غيار احدث تقلل فرص فشل المنتج، او يتم تحديث المنتجات الى جيل احدث قبل تصنيفها وبيعها درجة ثانية، هذا القرار يتطلب الموازنة بين احتمال فشل المنتج قبل التحديث والتكاليف المترتبة عليه واحتمال فشل المنتج بعد التحديث والتكاليف المترتبة عليه وكالاتي:

ان عملية التحديث تتطلب تحمل تكاليف اضافية فضلا عن كلفة المنتج الاصلية (c) ليصبح مجموع التكلفة (c_u) وسيترتب على عملية التحديث تخفيض احتمالية فشل المنتج الى مستوى جديد هو($\acute{\alpha}_1$) عليه ستكون تكاليف المنتج ($c_u\acute{\alpha}_1$) وان سعر البيع دائما ($s > c_u a_1$) ولا يمكن ان يكون اقل من ذلك.

- **فاذا كانت تكاليف الضمان لسياسة استبدال المنتج مرة واحدة قبل اجراء التحديث كما (تقدم ذكره) هي:**

$$c_1 = c + 2\acute{\alpha}c - \acute{\alpha}^2 c$$

وعليه فان تكاليف الضمان بعد اجراء التحديث لنفس السياسة ستكون:

$$c_3 = c_u + 2(c_u\acute{\alpha}_1) - \acute{\alpha}_1^2(c_u)$$

ولو تم احتساب الفرق في الاحتمال بين البديلين من خلال المعادلة ($\acute{\alpha}_U = \acute{\alpha} - \acute{\alpha}_1$)، عليه فان افضلية قرار التحديث على قرار منح الضمان تحتسب بالشكل الاتي:

يكون قرار منح ضمان الاستبدال بعد التحديث افضل اذا كانت ($c_1 > c_3$) حيث ستحقق الشركة وفورات في التكلفة قدرها ($\acute{\alpha}_U \times (2 - \acute{\alpha}_U) \times (c - c_u)$) ، يكون قرار منح ضمان الاستبدال قبل التحديث افضل اذا كانت ($c_3 > c_1$) حيث ستحقق الشركة صافي خسارة قدرها ($\acute{\alpha}_U \times (2 - \acute{\alpha}_U) \times (c_u - c)$).

- **اما إذا كانت تكاليف الضمان لسياسة صيانة المنتج مرة واحدة(كما تقدم ذكره) هي:**

$$c_2 = c + c_m\acute{\alpha}$$

وعليه فان تكاليف الضمان بعد اجراء التحديث ستكون:

$$c_4 = c_u + c_m\acute{\alpha}_1$$

وبنفس الافتراض السابق، بان سعر البيع تابع لتغير التكاليف وان التخفيض الذي يحصل في احتمالات فشل المنتج نتيجة التحديث هو ($\acute{\alpha}_U = \acute{\alpha} - \acute{\alpha}_1$) عليه فان:

قرار منح ضمان الصيانة بعد التحديث افضل اذا كانت ($c_2 > c_4$) حيث ستحقق الشركة وفورات في التكلفة قدرها ($(c - c_u)\acute{\alpha}_U$) ، ويكون قرار منح ضمان الصيانة قبل التحديث افضل اذا كانت ($c_4 > c_2$) حيث ستحقق الشركة صافي خسارة قدرها ($(c_u - c)\acute{\alpha}_U$).

2-2 اختبار النموذج

لغرض اختبار النموذج تم الاعتماد على بيانات حالة دراسة لشركة متخصصة بتجارة الحاسبات والأجهزة التقنية المستعملة في مدينة الموصل يتضمن نشاط الشركة شراء الحواسيب المستعملة من مناشئ مختلفة وبكميات كبيرة للاستفادة من اقتصاديات الحجم وإعادة بيعها بعد اجراء بعض التحسينات عليها، وتقوم الشركة بالاعتماد على مجموعة من ذوي الاختصاص بأجراء الفحوصات الشاملة وعمليات الصيانة وبعض التعديلات على الحاسبات المستعملة بما يضمن إمكانية تسويقها في السوق المحلية، بعض هذه الاجراءات مخصص للحفاظ على الحالة الأساسية للحاسوب والقيام بوظائفه الرئيسة والبعض الاخر يؤدي تنفيذه الى تحديث للأجهزة واطالة عمرها وزيادة رضا المستخدم عنها وتقليل احتمالات فشلها بيد المستخدم.

لغرض زيادة مبيعاتها تتبع الشركة سياسة منح ضمان لمرة واحدة على مبيعاتها من الحاسوب تختلف باختلاف نوع الأجهزة ونوع العمليات التي أجريت لتحديثها تتراوح مدة الضمان من (1-12) شهر وتتوافر للشركة مجموعة من البدائل:

- **البديل الأول:** استبدال المنتج لمرة واحدة خلال مدة الضمان سواء للمنتجات التي تم تحديثها او التي لم يتم تحديثها.

  تتحمل الشركة في هذا البديل تكلفة المنتج الأصلي البالغة (200000) دينار وكلفة المنتج البديل (200000) دينار، فضلا عن تكاليف التطوير البالغة (120000) دينار في حالة ترقية المنتج وتحديثه.

- **البديل الثاني:** صيانة المنتج لمرة واحدة خلال مدة الضمان سواء للمنتجات التي تم تحديثها او التي لم يتم تحديثها.

  تتحمل الشركة في هذا البديل تكلفة المنتج الأصلي البالغة (200000) دينار ومتوسط كلفة الصيانة المقدرة بـ (100000) دينار، فضلا عن تكاليف التطوير البالغة (120000) دينار في حالة ترقية المنتج وتحديثه.

ووفقا لتوقعات المهندسين فان احتمالات الفشل ستنخفض بنسبة 60% عند اجراء تحديث للمنتج وتطويره بافتراض ان احتمال فشل المنتج يبدأ من (10%) فان احتمال فشل المنتج بعد اجراء

التحديثات والتطوير ستكون (4%) وفي ظل وجود علاقة طردية بين عامل الزمن (T) واحتمالية الفشل ($\acute{\alpha}$) يزداد فشل المنتج كلما كانت مدة الضمان أطول مما يؤدي الى زيادة تكاليف الضمان، وبإدخال معلومات البدائل الى برنامج (Excel) وتشغيلها وفقا لمستويات متعددة من الضمان عند نسب مختلفة من فشل المنتج قبل وبعد الترقية وباستخدام نماذج الكلفة المقترحة وتم استخراج النتائج على وفق الجدول ادناه.

جدول رقم (2)

تكاليف سياسات الضمان المختلفة

جدول (2) تكاليف سياسات الضمان المختلفة

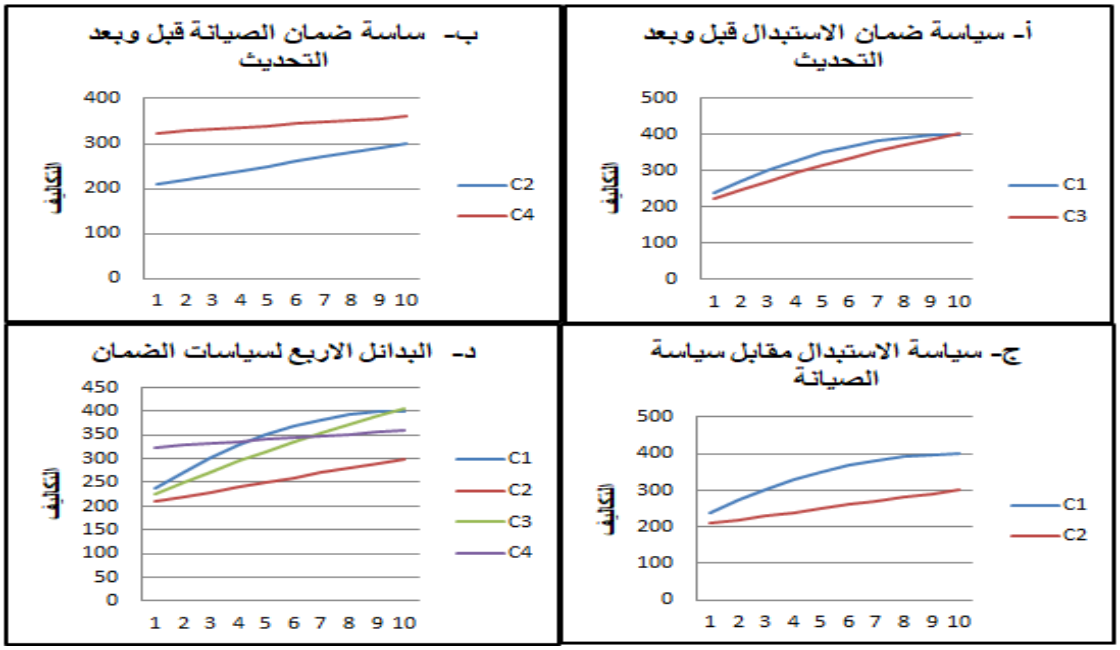
احتمال فشل المنتج قبل الترقية	احتمال فشل المنتج بعد الترقية	كلفة المنتج	تكلفة الاستبدال	تكلفة الصيانة	تكلفة الترقية	نموذج كلفة الاستبدال لمرة واحدة	نموذج كلفة الصيانة لمرة واحدة	نموذج كلفة الترقية مع ضمان الاستبدال	نموذج كلفة الترقية مع ضمان الصيانة
$\acute{\alpha}$	$\acute{\alpha}_1$	c	c	cm	cu	C1	C2	C3	C4
0.10	0.04	200	200	100	120	238	210	225.09	324
0.20	0.08	200	200	100	120	272	220	249.15	328
0.30	0.12	200	200	100	120	302	230	272.19	332
0.40	0.16	200	200	100	120	328	240	294.21	336
0.50	0.20	200	200	100	120	350	250	315.20	340
0.60	0.24	200	200	100	120	368	260	335.17	344
0.70	0.28	200	200	100	120	382	270	354.11	348
0.80	0.32	200	200	100	120	392	280	372.03	352
0.90	0.36	200	200	100	120	398	290	388.93	356
1.00	0.40	200	200	100	120	400	300	404.80	360

المصدر: من اعداد الباحث

- $c_1 = c + 2\acute{\alpha}c - \acute{\alpha}^2 c$
- $c_2 = c + c_m\acute{\alpha}$
- $c_3 = c_u + 2(c_u\acute{\alpha}_1) - \acute{\alpha}_1^2(c_u)$
- $c_4 = c_u + c_m\acute{\alpha}_1$

كانت النتائج على النحو المبين في الجدول (2) والذي يظهر بدائل مختلفة لسياسة الضمان يمكن ان تتبعها الشركة اذ اظهرت النتائج ان تكاليف سياسة ضمان الصيانة(C_2) هي الافضل مقارنة بالسياسات

المتبقية (c_1, c_3, c_4) التي تتقاطع فيما بينها عند مستويات معينة لينتقل اعتبار المفاضلة بينها الى عوامل اخرى **مثل سعر البيع** وكما هو موضح في الشكل (3).



المصدر: من اعداد الباحث

شكل رقم (3)

المقارنة بين البدائل المختلفة لسياسات الضمان

هذا النوع من التحليل لا يفترض استخدام التحليل النمطي للتكاليف التفاضلية للمفاضلة بين البدائل المتعددة على اعتبار ان احتمالات فشل المنتج **(وهي معلومات توفرها الجهة المسؤولة عن هندسة التصميم والجودة في الشركة)** تغير تركيبة التحليل وتزيد من مستوياته، ويمكن لمحاسب التكاليف القيام بالمزيد من التحليلات لتحديد الافضلية للمقارنات المستقبلية في حال تغير التكاليف.

- **المقارنة بين سياسة ضمان الصيانة قبل التحديث وبعده:** عند الاحتمال الأول لفشل المنتج (10%) وباستخدام طرقة المربعات الصغرى يحتسب الفرق بين كلفتي الضمان للبديلين (300-210) ويقسم على الفرق بين احتمال الفشل قبل التحديث وبعدها (0.1-0.04)، النتيجة هي (285) اي تتساوى تكلفة البديلين عندما تكون الكلفة الكلية للمنتج بعد الضمان للسياستين (285)، حيث تفضل

سياسة الصيانة بدون تحديث إذا كانت (c_4>285) وتفضل سياسة ضمان الصيانة بعد التحديث إذا كانت (c_2>285) وهكذا لبقية المستويات.

- **المقارنة بين سياسة ضمان استبدال المنتج قبل التحديث وبعده:** بالطريقة نفسها نحسب الفرق بين كلفتي الضمان للسياستين عند احتمال محدد وليكن **الاحتمال الرابع** النتيجة هي ((328–294) / (0.4–0.16) = 141.6) اي تتساوى تكلفة البديلين عندما تكون الكلفة الكلية للمنتج بعد الضمان للسياستين (141.6) اي تكلفة تزيد عن هذه النقطة لأي سياسة ستكون مرفوضة.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

1. لا يوجد نموذج واحد لتقدير تكاليف ضمان منتجات الدرجة الثانية يصلح للتطبيق في مختلف الكيانات الاقتصادية نظرا لاختلاف سياسات الضمان من جهة وخصوصية استخدام المنتجات وعوامل عدم التأكد المرتبطة بفشل المنتج من جهة اخرى.
2. تتسم نماذج تقدير تكاليف الضمان بالتعقيد وتحتاج من المحاسبين الكثير من المعرفة بالرياضيات والاحتمالات، وان صعوبة الفهم ربما تبعدها عن دائرة اهتمامات المحاسبين وتدفعهم للجوء الى الطرق الاسهل في التقدير.
3. أظهرت نتائج البحث أن مخرجات نماذج تقدير تكاليف الضمان لمنتجات الدرجة الثانية تعد عاملا حاسما في المقارنة بين البدائل القرارية لسياسات ضمان منتجات الدرجة الثانية يمكن الاسترشاد بها في تفضيل سياسة على اخرى (وهو ما يثبت فرضية البحث).
4. تبقى المقارنة بين بدائل سياسات الضمان مقارنة موقفيه حسب طبيعة الظروف التي تواجه الكيان الاقتصادي وتتأثر بمجموعة من العوامل التي يجب اخذ العلاقات بينها بنظر الاعتبار عند اختيار البديل الافضل لسياسة الضمان.

التوصيات

1. يتطلب بناء نماذج تكاليف الضمان ضرورة إدراك المحاسبين لأبعاد سياسة الضمان المتبعة من قبل الكيان والمتغيرات المؤثرة في التكاليف وان اغفال اي منها سيجعل نموذج التكلفة عديم الفائدة.

2. ضرورة المام المحاسبين بمهارات اللازمة لبناء النماذج الرياضية لتقدير تكاليف الضمان وامتلاك القدرة على تحليل نتائج تلك النماذج وتوجيه الادارة للبديل الملائم الذي يحقق اهدافها المنشودة.
3. نظراً لأهمية الموضوع من الناحيتين العلمية والعملية يوصي الباحث بإضافة نماذج تقدير تكاليف الضمان الى المقررات الدراسية في مادة المحاسبة الادارية في اقسام المحاسبة والادارة في الجامعات العراقية لما فيه من فائدة علمية.
4. يوصي الباحث بالقيام بالمزيد من الجهود البحثية المحاسبية في بناء النماذج المحاسبية وخصوصا تلك التي تربط تحليلات دورة حياة المنتج بتقدير تكاليف الضمان وربطها بإدارة تكاليف الضمان استراتيجيا.

المصادر

أولا: الاجنبية

1. Valerie M. Thomas,2003," Demand and Dematerialization Impacts of Second-Hand Markets Reuse or More Use", Journal of Industrial Ecology,(http://web.mit.edu/2.813/www/readings/Thomas2003.pdf)
2. Higashida Keisaku , Nguyen Ngoc Mai ,2015," Demand for Secondhand Goods and Consumers' Preference in Developing Countries: An analysis using the field experimental data of Vietnamese consumers", IETI Discussion Paper Series,(https://www.rieti.go.jp/jp/publications/dp/15e135.pdf)
3. Alam Didarul, 2014," Factors that Influence the decision when buying second-hand products", Master's Thesis, Department of Marketing, Umeå School of Business and Economics (USBE).
4. Amanda Johansson,2011," Second Hand - The MeWe Generation as a driving force", Degree of Master in Fashion Management, The Swedish School of Textiles.
5. Hanthy Lay, Nitivattananon Vilas, 2011," Is importing second-hand products a good thing? The cases of computers and tires in Cambodia ", Environmental Impact Assessment Review, no 31.

6. Darghouth N., Chelbi A., Ait-kadi D., 2015," On Reliability Improvement of Second-hand Products ",IFAC-Papers Online 48-3 , www.sciencedirect.com.
7. Seyed Gholamreza , Jalali Naini , Mahmood Shafiee,2011," Joint determination of price and upgrade level for a warranted second-hand product", international journal Advanced Manufacturing Technology no. 54.
8. Shaomin Wu , Huiqing Li,2007," Warranty cost analysis for products with a dormant state", European Journal of Operational Research no 182.
9. Gopinath Chattopadhyay, Anisur Rahman,2008," Development of lifetime warranty policies and models for estimating costs", Reliability Engineering and System Safety no 93.
10. Mahmood Shafiee, and Stefanka Chukova, 2012," Optimal upgrade strategy, warranty policy and sale price for second-hand products", Applied Stochastic Models in business and industry. (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/asmb.1908.
11. Mahmood Shafieeh, Stefanka Chukova , Mohammed Saidi Mehrabad, Seyed Taghi A khavan Niaki ,2011, "Two-Dimensional Warranty Cost Analysis for Second-Hand Products", Communications in Statistics—Theory and Methods, 40.
12. Ammar Y. Alqahtani, Surendra M. Gupta,2019," Warranty cost sharing policies with preventive maintenance strategy for sensor embedded remanufactured products", International journal Industrial and Systems Engineering, Vol. 31, No. 3.
13. Jun Bai, Hoang Pham, 2006," Cost analysis on renewable full-service warranties for multi-component systems", European Journal of Operational Research no 168.
14. Dimitrov Boyan, Stefanka Chukova, Zohel Khalil, 2004, "Warranty Costs: An Age-Dependent Failure/Repair Model", Naval Research Logistics, Vol. 51.
15. Stefanka Chukova, Yu Hayakawa, 2004, "Warranty cost analysis: non-renewing warranty with repair time", APPLIED STOCHASTIC MODELS IN BUSINESS AND INDUSTRY, (DOI: 10.1002/asmb.515).

16. Yeu Shiang Huang, Wei-YoGau, Jyh-Wen Ho, 2015," Cost analysis of two dimensional warranty for products with periodic preventive maintenance", Reliability Engineering and System Safety no 134.
17. Murthy D.N. Prabhakar, Wallace R. Blischke, 1996," Product Warranty Handbook", Marcel Dekker Inc.
18. Murthy D.N. Prabhakar , Wallace R. Blischke,2006," Warranty management and product manufacture', Springer-Verlag London Limited.
19. Wallace R. Blischke, M. Rezaul Karim, D. N. Prabhakar Murthy, 2011," Warranty Data Collection and Analysis", Springer-Verlag London Limited.
20. Gopinath Chattopadhyay & Anisur Rahman, 2007," Development of lifetime warranty policies and models for estimating costs", Reliability Engineering and System Safety no 93.
21. Dimitrov Boyan, Stefanka Chukova, Zohel Khalil, 2004," Warranty Costs: An Age-Dependent Failure/Repair Model", Naval Research Logistics, Vol. 51.