التحليل الكمي للمخاطر باستخدام طريقة محاكاة Monte Carlo

دراسة حالة المديرية الجهوية لشركة التأمين SAA بالبليدة

Quantitative risk analysis using Monte Carlo simulation method A case study of the regional directorate of the insurance company SAA in Blida

د. خليد بوداود

جامعة الجزائر3، الجزائر

khelid09@yahoo.fr

تاريخ الاستلام: 2023/10/04 ؛ تاريخ القبول : 2023/11/23

مستخلص:

هدفت هذه الدراسة لبناء نموذج احتمالي والذي يمكن الاستناد عليه لقياس ومواجهة المخاطر المحتملة الوقوع للمؤسسة وإدارتها. ومن أجل تحليل هاته المخاطر تم استخدام طريقة محاكاة Monte Carlo، بإنشاء توزيع احتمالي لكل المتغيرات المحركة لهاته المخاطر التي تنشأ والقيام بعملية محاكاة للنظام ككل. أفضت النتائج المتوصل عليها أن التوزيع الاحتمالي المنشأ لمحاكاة Monte Carlo أعطى صورة طبق الأصل عن النظام المحاكى، وبنفس خصائص التوزيع الاحتمالي للمجتمع الحقيقي، من خلال توليد أعداد عشوائية، وأثبتت الدراسة أن محاكاة Monte Carlo لها القدرة على قياس احتمالات وقوع المخاطر، كما وجدنا علاقة بين المتغيرات المحركة للمخاطر المحتملة واستراتيجية الاستجابة المتبعة من طرف المؤسسة، اضافة لوجود حجم تأثير كبير من طرف تلك المتغيرات.

الكلمات المفتاحية: المخاطر، التحليل الكمي للمخاطر، طريقة محاكاة Monte Carlo.

تصنيف JEL: G32؛ C61؛ C63.

Abstract:

This study aimed to build a probabilistic model that can be relied upon to measure and confront potential risks that may occur to the organization and manage them. In order to analyze these risks, the Monte Carlo simulation method was used, by creating a probability distribution for all the variables driving these risks that arise and performing a simulation of the system as a whole. The results obtained revealed that the probability distribution created for the Monte Carlo simulation gave an exact image of the simulated system, with the same characteristics as the probability distribution for the real population, by generating random numbers. The study proved that the Monte Carlo simulation has the ability to measure the probability of risks occurring. We also found a relationship between The variables driving potential risks and the response strategy followed by the institution, in addition to the presence of a large influence on the part of these variables.

Keywords: risk, quantitative risk analysis, Monte Carlo simulation method.

Jel Classification Codes : G32 ; C61 ; C63.

مقدمة:

يتعرض الأفراد والمؤسسات لمخاطر عديدة يترتب على تحققها خسائر قد تطال الايراد المستقبلية والسيولة النقدية والأصول المملوكة حاليا، وفي ظل بيئة عدم التأكد ومع استمرار التطور التكنولوجي تنوعت المخاطر وتعددت معها الحاجة الى البحث عن وسائل جديدة للتعامل مع هذه المخاطر، لذا أصبح التحليل الكمي للمخاطر ضرورة ملحة لمتخذي القرار للحد من وقوع تلك المخاطر أو الحد من معدلات تكرارها أو من الخسائر التي تترتب على حدوثها. وتوجد مشاكل عديدة يكون من الصعب وضعها في قالب رياضي يسهل حله، نظرا لأن عدد المتغيرات كبير والقيود التي تحكمها كثيرة، وفي هذه الحالات نلجأ الى استخدام النمذجة بطريقة محاكاة Monte Carlo imulation، وهي من النماذج الرياضية التي تنجح في خلق الوسيلة التي تمكن الباحث من متابعة تحليل المشكلة بالرغم من وجود الصعوبات وتعدد المخاطر.

انطلاقا مما سبق يمكن طرح **الإشكالية** التالية:

كيف يمكن استخدام نموذج محاكاة Monte Carlo في تقدير احتمالات المخاطر المحتملة التي تواجهها المؤسسة للتحكم فيها والتقليل من حدتها؟

وللإلمام أكثر بموضوع البحث فإنه يمكن طرح الأسئلة الفرعية التالية:

1- ماهي أبرز المخاطر المؤثرة والمحتملة التي تواجهها المؤسسة الاقتصادية؟

2- ماذا يعني التحليل الكمي للمخاطر؟

3- ماذا يقصد بطريقة محاكاة **Monte Carlo**؟

للإجابة على الأسئلة الفرعية ومعالجة متغيرات البحث، قمنا بصياغة **فرضيات الدراسة** كالآتي:

1- يتيح التحليل الكمي للمخاطر بتقدير احتمالات تحقق المخاطر المحتملة الوقوع.

2- توفر محاكاة **Monte Carlo** توليفة من التوزيعات الاحتمالية للنظام المحاكى للحصول على توقعات كمية للمخاطر المحتملة الوقوع في شركة **SAA**.

تكمن **أهمية الدراسة** من خلال إثراء الجانب المعرفي لدى الباحثين في مجال إدارة المخاطر والأزمات في المؤسسات الاقتصادية، من خلال استخدام طريقة محاكاة **Monte Carlo**، وهي احدى طرق التحليل الكمي للمخاطر.

تهدف هذه الدراسة لإبراز المفهوم العلمي للمخاطر وأهمية قياسها وإدارتها وتبيان حجم تأثيرها. كما تسعى لمحاولة بناء نموذج احتمالي لقياس المخاطر، يمكن الاستناد عليه في اعتماد استراتيجيات لمواجهة المخاطر وإدارتها.

منهج وأداة الدراسة:

من أجل تحقيق أهداف الدراسة تم استخدام منهج التحليل الكمي للبيانات **Quantitative Analysis** نظرا لتعدد المتغيرات، من خلال جمع بيانات وبأعداد كبيرة من المبحوثين والمتمثلة في عينة الدراسة (اطارت عليا، واطارات وسطى على مستوى الشركة)، ولقد قصد الباحث اختيارها من مجتمع الدراسة لأنها الأقدر على تقديم المعلومات اضافة لأنها تدخل في عملية صناعة القرار بالشركة، ومن أجل ذلك تم بناء استبيان، بهدف الحصول على أكبر حجم من البيانات والمعلومات على المؤسسة محل الدراسة، بالإضافة لاستخدام طريقة المحاكاة **Monte Carlo**، التي تعتبر من أهم التقنيات والأساليب الممكن استعمالها في التحليل الكمي للمخاطر، والتي تساعد بدورها في بناء استراتيجية المؤسسة.

1- الإطار النظري للدراسة:

1-1 تحليل المخاطر Risk Analysis

يشمل تحليل الخطر خطوات تحديد الخطر، ثم وصف الخطر وأخيرا تقدير الخطر، ويكون ذلك بأسلوب كمي أو شبه كمي أو نوعي، من حيث احتمال تحقق الخطر والنتائج المحتملة. فمن الممكن أن النتائج من حيث التهديدات أو فرص النجاح قد تكون مرتفعة أو متوسطة أو منخفضة، وقد تكون الاحتمالات مرتفعة أو متوسطة أو منخفضة (AIRMIC, 2002, p. 6). ويتضمن القيام بتحليل المخاطر المعايير والتقنيات التالية:

الجدول رقم (1): المعايير والتقنيات المستعملة في تحليل المخاطر

معايير تحليل المخاطر			
تقنيات التي توفر مقياسا للمخاطر	تقنيات تحليل التبعيات	تقنيات لفهم النتيجة والاحتمال	تقنيات تحليل التحكم في المخاطر
• Toxicological risk assessment • Data protection impact analysis • Value at risk (VaR) • Conditional (CVaR)	• Causal mapping • Cross impact analysis	• Markov analysis • **Monte Carlo simulation** • Bayesian analysis • Bayesian network • Business impact analysis • Event tree analysis • Fault tree analysis • Cause-consequence analysis	• Bow tie analysis • HACCP •LOPA

Source: (IEC , 2019, p. 8).

2-1 التحليل الكمي للمخاطر Quantitative Risk Analysis

يستخدم التحليل الكمي للمخاطر Quantitative Risk Analysis لتحديد المخاطر الكلية للأهداف، عندما تعمل جميعا في وقت واحد والتقنيات المستخدمة بشكل مناسب للتحليل الكمي للمخاطر لها العديد من الخصائص مثل: التمثيل الشامل للمخاطر، وحساب تأثير المخاطر الكلية، ونماذج الاحتمالات، وقدرات جمع البيانات، والعرض الفعال لنتائج التحليل الكمي، وقدرات التكرار، فتتيح تقنيات التحليل الكمي تمثيل كل من الفرص والتهديدات التي لها تأثير للأهداف (PMIP, 2022, p. 120)

3-1 محاكاة Monte Carlo

تستخدم طريقة محاكاة **Monte Carlo** في حل المشكلات التي تعتمد على الاحتمالات والتي يصعب فيها عمل تجارب طبيعية (مادية)، وكذلك يصعب وضع صيغة (**Formula**) مضبوطة لكل متغيراتها (أموري ، 2013، صفحة 228). وأساسا تدرس المشكلات بتحديد أحداثا أو خطوات طويلة متتالية تتضمن كل منها احتمالا، وبالرغم من إمكانية كتابة صيغة رياضية لاحتمال كل حدث أو خطوة معطاة، لا نستطيع في الغالب كتابة معادلة مفيدة لجميع احتمالات الخطوات أو الأحداث.

1-3-1 تعاريف مختلفة لمحاكاة Monte Carlo

تعرف طريقة محاكاة Monte Carlo بأنها "عملية محاكاة باستخدام العينة إذ بدلا من أن يتم أخذ عينات من المجتمع الحقيقي، تؤخذ العينات من مجتمع نظري مماثل للمجتمع الحقيقي لتمثيل الظاهرة". ومن المفيد الإشارة هنا الى أن طريقة مونت كارلو تتضمن تحديد التوزيع الاحتمالي للمتغير محل الدراسة ثم تؤخذ عينة من هذا التوزيع بواسطة الأعداد العشوائية للحصول على بيانات. وبالنتيجة فإن مجموعة الأعداد العشوائية تؤدي الى توليد مجموعة من القيم لها نفس خصائص التوزيع للمجتمع الحقيقي. (الصيرفي، 2014، صفحة 319)

والنمذجة بأسلوب المحاكاة هي محاولة يتم من خلالها ايجاد صورة انعكاسية مصغرة طبق الاصل لنظام ما دون محاولة الحصول على النظام الحقيقي نفسه، وذلك ببناء نموذج (Model) يمثل النظام موضوع الدراسة، حيث يظهر جميع التغيرات الممكنة لحالات النظام ثم وضع المقاييس التي تستخدم في تقدير أداء النظام بإجراء تجارب على عينات النظام.

وإذا أردنا أن نحاكي أي نظام (To Simulate a System) يلزم أن يكون لدينا معلومات كافية عن أجزاء وخصائص هذا النظام (Characteristics)، والغاية هي أن نفهم ونشرح ونتنبأ بالطريقة التي يعمل بها هذا النظام، نقصد مجموع أجزاء النظام، ولكن المعلومات المناسبة عن أجزاء النظام لا

تتضمن بالضرورة معلومات مناسبة عن طريقة عمل النظام، قد يستطيع النموذج الرياضي الذي يمكن حله أن يمدنا بهذه المعلومات.

1-3-2خطوات عمل نموذج Monte Carlo Simulation

تكمن خطوات محاكاة مونت كارلو في المراحل التالية: (www.oreilly.com)

- تحديد التوزيع الاحتمالي للمتغير قيد الدراسة.
- ايجاد دالة الكثافة الاحتمالية .
- انشاء فترات الاعداد العشوائية لكل متغير.
- توليد الأعداد العشوائية.
- اجراء سلسلة من محاولات المحاكاة.

1-4 توليد الأعداد العشوائية Generation of Random Numbers

إن أهم أساسيات دراسة المحاكاة وتطبيقاتها هو توليد الأعداد العشوائية التي تستخدم في تحديد قيم المتغيرات العشوائية، بما يساعد على وصف النظام ومحاكاته للفترة الحالية أو القادمة. ويعرف العدد العشوائي R_i بأنه العدد الذي يكون احتمال وقوعه مساوي لاحتمال وقوع أي عدد عشوائي آخر من مجموعة أعداد عشوائية، بحيث تتبع الأعداد العشوائية التوزيع المنتظم القياسي $(0; 1)$ (اسماعيل موسى و محمد الامين، 2019).

يمكن توليد الأعداد العشوائية بأية وسيلة ذات طابع تكراري على أساس طبيعي كالطرق الرياضية أو العددية باستخدام معادلات ووفق شروط معينة، ولتقليص الجهد والوقت يمكن توليدها بواسطة الحاسوب.

ولتوليد الأعداد العشوائية باستخدام برنامج Excel نستعمل الصيغ التالية: (RAND Function, "corporatefinanceinstitue.com").

- **صيغة الدالة $\mathbf{RANDBETWEEN(min\ ;\ max)}$:** حيث يتم استخدام هذه الدالة بدلا من الدالة **RAND** لتوليد أعداد عشوائية بين عددين غير $(0\ ;\ 1)$، والتي تسمح بتوليد أعداد عشوائية بين عددين يمكن تحديدهم، أي بين رقم صغير ورقم كبير يختارهما المستخدم، ونستعمل الصيغة:

$$\mathbf{f(x) = RANDBETWEEN(min\ ;\ max)}$$

2- الجانب التطبيقي للدراسة:

2-1 تقديم المديرية الجهوية لشركة التأمين SAA بالبليدة

نشأت المديرية الجهوية للتأمينات بموزاية سنة 1978، تقع الشركة بدائرة موزاية غرب ولاية البليدة، احتلت الصدارة عامين متتاليين في تصنيف أحسن مديرية جهوية على مستوى الوطن، ويقوم دورها على التأمين على مختلف الأخطار، اضافة لمراقبة أعمال الوكالات لتحصيل النتائج

منها، ولهذا فهي تلعب دور الوسيط بين الوكالات والمديرية العامة، حيث أن عدد الوكالات التابعة لها هو 31 وكالة مباشرة و 08 وكالات معتمدة موزعة عبر 07 ولايات وهي البليدة، المدية، عين الدفلى، تيسمسيلت، تيبازة، الجلفة، الأغواط.

2-2 **متغيرات الدراسة:** تتضمن الدراسة المتغيرات الرئيسية والفرعية، والمتمثلة في المخاطر التي تواجهها الشركة اضافة للاستراتيجية الاستجابة المتبعة من طرف الشركة. ولابد من تعريف لكل متغير كما يلي:

❖ **المتغير المستقل الرئيسي:** ويتمثل في **المخاطر**، والذي يشمل المتغيرات المحركة للمخاطر المحتملة للمؤسسة، ويتضمن:

- المتغير المستقل الفرعي الأول: ويتمثل في المخاطر المالية.
- المتغير المستقل الفرعي الثاني: ويتمثل في المخاطر الاستراتيجية.
- المتغير المستقل الفرعي الثالث: ويتمثل في المخاطر التشغيلية.
- المتغير المستقل الفرعي الرابع: ويتمثل في المخاطر البيئية.

❖ **المتغير التابع الرئيسي:** وتتمثل في **استراتيجية الاستجابة** للمخاطر.

2-2 اختيار مقياس الاستبيان:

من أجل ذلك قام الباحث بتوزيع 61 استبانة على عينة الدراسة، وقد تم استرداد 55 استبانة وتم الغاء 5 استبانات لعدم صلاحيتها، وبلغت نسبة الاستبانات الصالحة للدراسة بـ 81.96% ، كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول رقم (2): عدد الاستبيانات المستردة والصالحة للتحليل الاحصائي

عدد الاستبانات الموزعة	عدد الاستبانات المستردة	عدد الاستبانات الملغاة	نسبة الاستبانات الصالحة للتحليل
61	55	5	%81.96

المصدر: من إعداد الباحث.

تم اعتماد مقياس سلم ليكارت الخماسي Likert Scale كأدات لتحليل الاستبيان. ويمكن إعطاء درجة الموافقة (درجة الاستجابة) للدرجة التي تقابلها، لتكون سلم درجات المقياس حسب الجدول التالي:

الجدول رقم (3): درجات مقياس ليكرت الخماسي

اتجاه العينة	مو افق جدا	مو افق	مو افق نوعا ما	غير مو افق	غير مو افق تماما
الدرجة	5	4	3	2	1

المصدر: من إعداد الباحث.

❖ **اتجاه العينة:** بما أن المتغير الذي يعبر عن الخيارات أو الاتجاه (موافق جدا، موافق، موافق نوعا ما، غير موافق، غير موافق تماما) مقياس ترتيبي، والأرقام التي تدخل في البرنامج (الدرجة) تعبر عن الأوزان Weights، فيمكننا حساب الفئات (المتوسطات المرجحة) الخاصة بسلم ليكرت بتحديد اتجاه العينة.

لتحديد الاتجاه العام للعينة لابد من تحديد طول الفئة كالآتي:

$$\text{طول الفئة} = \frac{\text{أكبر درجة} - \text{أصغر درجة}}{\text{أعلى درجة}} = \frac{\mathbf{1-5}}{\mathbf{5}} = 0,8$$

والجدول التالي يوضح طول كل فئة كما يلي:

جدول رقم (4): قيم الفئات الخاصة بمقياس ليكرت الخماسي

اتجاه العينة	مو افق جدا	مو افق	مو افق نوعا ما	غير مو افق	غير مو افق تماما
الفئة	5 - 4.2	4.2 – 3.4	3.4 – 2.6	2.6 – 1.8	1.8 -1

المصدر: اعتمادا على بيانات الاستبيان ومخرجات برنامج Excel.

ثم نقوم بمقارنتها بمتوسط الموافقة لاحقا (في أي مجال يقع).

2-2 تطبيق طريقة Monte Carlo Simulation في قياس وإدارة المخاطر

من أجل قياس وتوقع المخاطر وتحليلها وكيفية إدارتها سيتم استعمال طريقة محاكاة **Monte Carlo** ، أي نقوم بعملية محاكاة للمشكلة أو للخطر لمعرفة المتغيرات المكونة لهذا الخطر المحتمل، والتي تسبب مشكلة ونحاول معالجة هذه المتغيرات وفقا لنظام المحاكاة، والتي تعطي امكانيات عالية جدا للتعرف على الخطر ومسبباته ودرجة الخطورة لكل متغير، ثم نقوم بعملية كيفية علاجه عن طريق الاستراتيجية المناسبة لكل نوع من المخاطر.

وباستخدام طريقة **Monte Carlo** يمكننا محاكاة القرار لمتوسط الموافقة المتوقعة متتبعين الخطوات التالية:

- **تحديد الهدف:** معرفة متوسط الموافقة المتوقعة لأبعاد النموذج.

- **تصميم النموذج:** تحديد التوزيع الاحتمالي للمتغير قيد الدراسة، ايجاد دالة الكثافة الاحتمالية.

- **تصميم التجربة:** بما أن اتخاذ القرار يعتمد على المتغير العشوائي وهو درجة الموافقة المتوقعة، نقوم بتوليد مدخلات النظام من خلال توليد الأعداد العشوائية للحصول على درجة الموافقة المتوقعة، من أجل لذلك نقوم بإنشاء مجال الأعداد العشوائية له باتباع الخطوات التالية :

ولتوليد الأعداد العشوائية لهذا التوزيع نوجد الدالة التراكمية i ، وبإجراء بعض العمليات نتحصل على الأعداد العشوائية (R_i) وفق الخطوات التالية:

أ- ايجاد الدالة الاحتمالية : $P_i = \mathrm{f}_i / \sum \mathrm{f}_i$ للدرجات، حيث:

f_i : التكرار المقابل (حجم العينة). P_i : دالة التوزيع الاحتمالي للمتغير رقم i.

ولدينا: $0 \leq P_i \leq 1$ ، $\sum_{i=1}^{n} P_i = 1$

ب- ايجاد الدالة التراكمية F_i (من الخطوة أ).

حيث: $F_i = \sum_{i=1}^{n} \quad i$

ج- إنشاء مجال i للأعداد العشوائية (من الخطوة ب)

حيث: $I_i = F_{n-1} - F_n$

4-2 محاكاة النظام على "المتغيرات المحركة للمخاطر المحتملة":

سوف نقوم بإنشاء التوزيع الاحتمالي وبناء التوزيع الاحتمالي التجميعي للمتغيرات، مع تحديد مجال الأعداد العشوائية "للمتغيرات المحركة للمخاطر"، وذلك تمهيدا لاستخدام الأعداد العشوائية للمحاكاة والنتائج موضحة في الجدول كالتالي:

2-4-1 متغير المخاطر المالية:

الجدول (5): التوزيع الاحتمالي والتجميعي مع تحديد مجال الأعداد العشوائية للمخاطر المالية

D_i	رقم العبارات (التكرار f_i)								Σ	P_i	F_i	I_i
	q1	q2	q3	4q	5q	6q	7q	8q				
5	2	1	7	3	4	6	10	8	41	0,10	0,10	00 – 10
4	12	10	18	19	25	12	19	22	137	0,34	0,44	11 – 44
3	6	15	10	6	9	7	8	6	67	0,17	0,61	45 – 61

2	17	21	8	13	6	16	10	12	103	0,26	0,87	62 – 87
1	13	3	7	9	6	9	3	2	52	0,13	1,00	88 – 00
∑	50	50	50	50	50	50	50	50	400	1.00		

المصدر: اعتمادا على مخرجات برنامج

تعتبر نتائج نظام قبل المحاكاة بالنسبة للمتغير الخاص بالمخاطر المالية، والتي تعتبر القيم الحقيقية الخاصة بهذا التوزيع الاحتمالي، ويمكن حساب متوسط الموافقة بالنسبة للمخاطر المالية من الجدول (5) كما يلي:

حيث: $\boldsymbol{D_i}$ درجة الموافقة. متوسط الموافقة $= \sum_{i=1}^{5}(\boldsymbol{P_i}) \times (\boldsymbol{D_i})$

$$= (0{,}10)(5) + (0{,}34)(4) + (0{,}17)(3) + (0{,}26)(2) + (0{,}13)(1)$$
$$= 3{,}02$$

تشير هذه النتيجة الى أن متوسط الموافقة للمخاطر المالية **قبل المحاكاة** لجميع العبارات تساوي 3,02 وهي تقع في الفئة التي تقابل اتجاه العينة الى درجة "موافق نوعا ما"، والتي سيتم مقارنتها لاحقا بالمتوسط المتوقع Expected بعد المحاكاة أي بعد عملية توليد الأرقام العشوائية.

2-4-2 متغير المخاطر الاستراتيجية:

الجدول (6): التوزيع الاحتمالي والتجميعي مع تحديد مجال الأعداد العشوائية للمخاطر الاستراتيجية

$\boldsymbol{D_i}$	رقم العبارات (التكرار $\boldsymbol{f_i}$)						∑	$\boldsymbol{P_i}$	$\boldsymbol{F_i}$	$\boldsymbol{I_i}$
	q9	q10	q11	q12	q13	q14				
5	16	5	20	21	12	2	76	0,25	0,25	00 – 25
4	21	17	19	18	18	16	109	0,36	0,61	26 – 61
3	8	8	4	5	11	8	44	0,15	0,76	62 – 76
2	5	15	7	2	9	19	57	0,19	0,95	77 – 95
1	0	5	0	4	0	5	14	0,05	1,00	96 – 00
∑	50	50	50	50	50	50	300	1.00		

المصدر: اعتمادا على مخرجات برنامج Excel.

يمكن تحليل نتائج نظام قبل المحاكاة بالنسبة للمتغير الخاص بالمخاطر الاستراتيجية، والتي تعتبر القيم الحقيقية الخاصة بهذا التوزيع الاحتمالي، ويمكن حساب متوسط الموافقة بالنسبة للمخاطر الاستراتيجية من الجدول(6) كما يلي: متوسط الموافقة $= \sum_{i=1}^{5}(\boldsymbol{P_i}) \times (\boldsymbol{D_i})$

$$= (0{,}25)(5) + (0{,}36)(4) + (0{,}15)(3) + (0{,}19)(2) + (0{,}05)(1)$$

$= 3,57$

تشير هذه النتيجة الى أن متوسط الموافقة قبل المحاكاة لجميع عبارات المخاطر الاستراتيجية تساوي 3,57 وهي تقع في الفئة التي تقابل اتجاه العينة الى درجة "موافق"، والتي سيتم مقارنتها بالمتوسط المتوقع Expected بعد المحاكاة أي بعد عملية توليد الأرقام العشوائية.

2-4-3 متغير المخاطر التشغيلية (العملياتية):

الجدول (7): التوزيع الاحتمالي والتجميعي مع تحديد مجال الأعداد العشوائية للمخاطر التشغيلية

D_i	رقم العبارات (التكرار f_i)				$\sum$	P_i	F_i	I_i
	q15	q16	q17	q18				
5	3	12	7	11	33	0,16	0,16	00 – 16
4	18	13	17	19	67	0,34	0,50	17 – 50
3	9	18	17	9	53	0,26	0,76	51 – 76
2	13	4	4	6	27	0,14	0,90	77 – 90
1	7	3	5	5	20	0,10	1,00	91 – 00
$\sum$	50	50	50	50	200	1.00		

المصدر: اعتمادا على مخرجات برنامج Excel.

كما يمكن تحليل نتائج هذا الجدول لنظام قبل المحاكاة بالنسبة للمتغير الخاص بالمخاطر التشغيلية، والتي تعتبر القيم الحقيقية الخاصة بهذا التوزيع الاحتمالي، ويمكن حساب متوسط الموافقة بالنسبة للمخاطر التشغيلية من الجدول (7) كما يلي: متوسط الموافقة $= \sum_{i=1}^{5}(P_i) \times (D_i)$

$$= (0,16)(5) + (0,34)(4) + (0,26)(3) + (0,14)(2) + (0,1)(1)$$
$$= 3,32$$

تشير هذه النتيجة الى أن متوسط الموافقة قبل المحاكاة لجميع عبارات المخاطر الاستراتيجية تساوي 3,32 وهي تقع في الفئة التي تقابل اتجاه العينة الى درجة "موافق نوعا ما"، والتي سيتم مقارنتها بالمتوسط المتوقع Expected بعد المحاكاة أي بعد عملية توليد الأرقام العشوائية.

2-4-4 متغير المخاطر البيئية:

الجدول (8): التوزيع الاحتمالي والتجميعي مع تحديد مجال الأعداد العشوائية للمخاطر البيئية

D_i	رقم العبارات (التكرار f_i)			$\sum$	P_i	F_i	I_i
	q19	q20	12q				
5	22	22	8	52	0,35	0,35	00 – 35
4	12	20	12	44	0,29	0,64	36 – 64

3	7	3	6	16	0,11	0,75	65 – 75
2	6	3	15	24	0,16	0,91	76 – 91
1	3	2	9	14	0,09	1,00	92 – 00
∑	50	50	50	150	1.00		

المصدر: اعتمادا على مخرجات برنامج Excel.

كما يمكن تحليل نتائج نظام قبل المحاكاة بالنسبة للمتغير الخاص بالمخاطر البيئية، والتي تعتبر القيم الحقيقية الخاصة بهذا التوزيع الاحتمالي، ويمكن حساب متوسط الموافقة بالنسبة للمخاطر البيئية من الجدول (8) كما يلي: متوسط الموافقة $= \sum_{i=}^{5}(P_i) \times (D_i)$

$$= (0,35)(5) + (0,29)(4) + (0,11)(3) + (0,16)(2) + (0,09)(1)$$
$$= 3,65$$

تشير هذه النتيجة الى أن متوسط الموافقة قبل المحاكاة لجميع عبارات المخاطر البيئية تساوي 3,65، وهي تقع في الفئة التي تقابل اتجاه العينة الى درجة "موافق"، والتي سيتم مقارنتها بالمتوسط المتوقع Expected بعد المحاكاة أي بعد عملية توليد الأرقام العشوائية.

2-4-5 متغير استراتيجيات الاستجابة المتبعة من طرف المؤسسة لإدارة المخاطر

الجدول (9): التوزيع الاحتمالي والتجميعي مع تحديد مجال الأعداد العشوائية للمحور الرابع

D_i	رقم العبارات (التكرار f_i)					∑	P_i	F_i	I_i
	q22	q23	q24	q25	q26				
5	11	7	10	3	4	35	0,14	0,14	00 – 14
4	25	18	25	28	19	115	0,46	0,60	15 – 60
3	9	20	11	14	9	63	0,25	0,85	61 – 85
2	5	4	3	5	15	32	0,13	0,98	86 – 98
1	0	1	1	0	3	5	0,02	1,00	99 – 00
∑	50	50	50	50	50	250	1.00		

المصدر: اعتمادا على مخرجات برنامج Excel.

ويمكن تحليل نتائج نظام قبل المحاكاة بالنسبة لاستراتيجيات الاستجابة المتبعة من طرف المؤسسة لإدارة المخاطر، والتي تعتبر القيم الحقيقية الخاصة بهذا التوزيع الاحتمالي، ويمكن حساب متوسط الموافقة لاستراتيجيات الاستجابة من الجدول (9) كما يلي:

متوسط الموافقة $= \sum_{i=1}^{5}(P_i) \times (D_i)$

$$= (0,14)(5) + (0,46)(4) + (0,25)(3) + (0,13)(2) + (0,02)(1)$$
$$= 3,57$$

تشير هذه النتيجة الى أن متوسط الموافقة قبل المحاكاة لجميع عبارات المحور الخاص باستراتيجيات الاستجابة من طرف المؤسسة لإدارة المخاطر بأنها تساوي 3,57 ، وهي تقع في الفئة التي تقابل اتجاه العينة الى درجة "موافق"، والتي سيتم مقارنتها بالمتوسط المتوقع Expected بعد المحاكاة، أي بعد توليد الاعداد العشوائية.

5-2 توليد الأعداد العشوائية للمحاكاة: نولد أعداد عشوائية لهذا التوزيع عن طريق الدالة RandBetween في برنامج Excel، لنحصل على جدول الأعداد العشوائية (50 × 50)، أي مكون من 50 عمود و50 سطر. نأخذ (نختار) عمود من جدول الأعداد العشوائية بصورة متتابعة، وننظر في أي مجال يقع فيها كل عدد عشوائي لكي نحدد الاستجابة المتوقعة، وهكذا يتم الحصول على الأعداد العشوائية (تم اختيار عمود عشوائيا) حسب الجدول الآتي:

الجدول (10): توليد الاعداد العشوائية للمحاكاة

الاستجابة	العدد العشوائي i	المفردة n	الاستجابة	العدد العشوائي i	المفردة n
موافق	39	26	موافق جدا	20	1
موافق جدا	12	27	موافق جدا	2	2
موافق	21	28	موافق	58	3
موافق جدا	15	29	موافق نوعا ما	78	4
غير موافق تماما	90	30	موافق	41	5
موافق	36	31	موافق نوعا ما	66	6
موافق	34	32	موافق	36	7
موافق نوعا ما	76	33	موافق نوعا ما	82	8
موافق	28	34	موافق	43	9
موافق جدا	18	35	غير موافق تماما	98	10
موافق	28	36	موافق	49	11
موافق جدا	1	37	موافق	58	12
موافق	49	38	غير موافق	95	13
موافق نوعا ما	65	39	موافق	47	14
موافق	35	40	غير موافق	91	15
غير موافق	95	41	موافق	32	16
موافق جدا	14	42	موافق	60	17
موافق	49	43	غير موافق	90	18
موافق جدا	10	44	غير موافق	91	19
غير موافق تماما	98	45	موافق نوعا ما	61	20
موافق	46	46	غير موافق تماما	96	21
موافق نوعا ما	68	47	غير موافق تماما	99	22
موافق جدا	15	48	موافق جدا	5	23

1-5-2 عمل محاكاة لعدة تجارب Simulation the Experiment :

من خلال اجراء التجربة فإن القيم العشوائية للتوزيع الاحتمالي للمتغيرات تكون بالشكل التالي:

الجدول (11): التوزيع الاحتمالي لمحاكاة المتغيرات

درجة الموافقة	المخاطر المالية		المخاطر الاستراتيجية		المخاطر التشغيلية		المخاطر البيئية		استراتيجيات الاستجابة	
	f_i	P_i	f_i	P_i	f_i	P_i	f_i	P_i	f_i	P_i
5	4	0,08	12	0.24	9	0,18	18	0,36	7	0,14
4	19	0,38	21	0.42	20	0,40	14	0,28	18	0,36
3	9	0,18	5	0.10	9	0,18	6	0,12	15	0,30
2	8	0,16	8	0.16	4	0,08	6	0,12	9	0,18
1	10	0,20	4	0.08	8	0,16	6	0,12	1	0,02
$\sum$	50	1,00	50	1.00	50	1.00	50	1,00	50	1,00

المصدر: اعتمادا على مخرجات برنامج Excel.

من الجدول (11) يمكن تحليل نتائج **نظام المحاكاة** بالنسبة للمتغيرات المحركة للمخاطر المحتملة، من خلال العلاقة بين احتمال توقع الحدث (اتجاه درجة الموافقة المتوقعة)، كما يلي:

- المخاطر المالية:

يمكن حساب متوسط الموافقة **المتوقعة (Expected)** للمخاطر المالية الناتجة عن المحاكاة كما يلي:

$$\text{متوسط الموافقة المتوقعة} = \sum_{i=1}^{5}(P_i) \times (D_i)$$

$$= (0,08)(5) + (0,38)(4) + (0,18)(3) + (0,16)(2) + (0,2)(1)$$

$$= 2,98$$

نلاحظ أن المحاكاة كانت 2,98 ، أي أن متوسط الموافقة المتوقعة للمحاكاة للمخاطر المالية تقع في نفس الفئة التي تقابل اتجاه العينة الى درجة "موافق نوعا ما" قبل المحاكاة بمتوسط الموافقة 2,82 .

- المخاطر الاستراتيجية:

يمكن حساب متوسط الموافقة **المتوقعة** للمخاطر الاستراتيجية الناتجة عن المحاكاة كما يلي:

$$\text{متوسط الموافقة المتوقعة} = \sum_{i=1}^{5}(P_i) \times (D_i)$$

$$= (0,24)(5) + (0,42)(4) + (0,1)(3) + (0,16)(2) + (0,08)(1)$$
$$= 3,58$$

نلاحظ أن نتيجة المحاكاة كانت 3,58، أي أن متوسط الموافقة المتوقعة للمحاكاة للمخاطر الاستراتيجية تقع في نفس الفئة التي تقابل اتجاه العينة الى درجة "موافق" قبل المحاكاة بمتوسط الموافقة 3,57.

- المخاطر التشغيلية:

يمكن حساب متوسط الموافقة **المتوقعة** للمخاطر التشغيلية الناتجة عن المحاكاة كما يلي:

متوسط الموافقة المتوقعة $= \sum_{i=1}^{5}(P_i) \times (D_i)$

$$= (0,18)(5) + (0,4)(4) + (0,18)(3) + (0,08)(2) + (0,16)(1)$$
$$= 3,36$$

نلاحظ أن نتيجة المحاكاة كانت 3,36 ، أي أن متوسط الموافقة المتوقعة للمحاكاة للمخاطر التشغيلية تقع في نفس الفئة التي تقابل اتجاه العينة الى درجة "موافق نوعا ما" قبل المحاكاة بمتوسط الموافقة3,32.

- المخاطر البيئية:

يمكن حساب متوسط الموافقة **المتوقعة** للمخاطر البيئية الناتجة عن المحاكاة كما يلي:

متوسط الموافقة المتوقعة $= \sum_{i=}^{5}(P_i) \times (D_i)$

$$= (0,36)(5) + (0,28)(4) + (0,12)(3) + (0,12)(2) + (0,12)(1)$$
$$= 3,64$$

نلاحظ أن نتيجة المحاكاة كانت 3,64 ، أي أن متوسط الموافقة المتوقعة للمحاكاة للمخاطر البيئية تقع في نفس الفئة التي تقابل اتجاه العينة الى درجة "موافق" قبل المحاكاة بمتوسط الموافقة 3,32.

- استراتيجية الاستجابة:

يمكن حساب متوسط الموافقة المتوقعة الناتجة عن استراتيجيات الاستجابة المحاكاة كما يلي:

متوسط الموافقة المتوقعة $= \sum_{i=1}^{5}(P_i) \times (D_i)$

$$= (0,14)(5) + (0,36)(4) + (0,30)(3) + (0,18)(2) + (0,02)(1)$$
$$= 3,42$$

نلاحظ أن نتيجة المحاكاة كانت 3,42، أي أن متوسط الموافقة المتوقعة للمحاكاة لاستراتيجيات الاستجابة لإدارة المخاطر تقع في نفس الفئة التي تقابل اتجاه العينة الى درجة "موافق" قبل المحاكاة بمتوسط الموافقة 3,57.

والجدول الموالي يلخص نتائج **متوسط الموافقة للنظام** (عينة الدراسة) **ومتوسط الموافقة المتوقعة للمحاكاة** أي بعد **توليد الأعداد العشوائية** كالآتي:

الجدول (12): مخرجات نتائج متوسط الموافقة للنظام(قبل المحاكاة) ومتوسط الموافقة المتوقعة (بعد المحاكاة)

	المتغيرات المستقلة								المتغير التابع	
	المخاطر المالية		المخاطر الاستراتيجية		المخاطر التشغيلية		المخاطر البيئية		استراتيجيات الاستجابة	
متوسط الموافقة للنظام (قبل المحاكاة)	2,82	موافق نوعا ما	3,57	موافق	3,32	موافق نوعا ما	3,65	موافق	3,57	موافق
متوسط الموافقة المتوقعة للمحاكاة	2,98		3,58		3,36		3,64		3,42	

المصدر: اعتمادا على مخرجات برنامج Excel.

وإذا قمنا بتكرار المحاكاة لمئات المرات فإن نتيجة **متوسط الموافقة المتوقعة للمحاكاة** ستكون قريبة من **متوسط الموافقة قبل المحاكاة**. أي أن التوزيع الاحتمالي المنشأ للمحاكاة هو تقريبي للمتغيرات المحركة للمخاطر المحتملة واستراتيجيات الاستجابة المطبقة في المؤسسة من خلال توليد أرقم عشوائية.

6-2 ايجاد الفروق بين الاختبار القبلي (قبل المحاكاة) والاختبار البعدي (بعد المحاكاة)

يمكن اختبار الفرق بين القياسين قبل المحاكاة وبعد المحاكاة عن طريق اختبار **McNemar Test** للاختبار القلبي والبعدي، وهو أحد الاختبارات الاحصائية غير المعلمية، ويستخدم لإثبات الدلالة الاحصائية للتغيير كما يلي:

الجدول (13): اتجاه تغيير العينة قبل وبعد محاكاة Monte Carlo

اتجاه التغيير i	بعد المحاكاة (After) P_i	قبل المحاكاة (Before) P_i
+	0,22	0,20
+	0,42	0,40
-	0,16	0,22
-	0,10	0,13
+	0,10	0,05
+	0,08	0,06
+	0,38	0,34
+	0,18	0,17
-	0,16	0,26
+	0,20	0,13
-	0,24	0,25
+	0,42	0,36
-	0,10	0,15
-	0,16	0,19
+	0,08	0,05
+	0,18	0,16
+	0,40	0,34
-	0,18	0,26
-	0,08	0,14
+	0,16	0,10
+	0,36	0,35
-	0,28	0,29
+	0,12	0,11
-	0,12	0,16
+	0,12	0,09
صفر	0,14	0,14
-	0,36	0,46
+	0,30	0,25
+	0,18	0,13
صفر	0,02	0,02

المصدر: اعتمادا على مخرجات برنامج Excel.

ولمعرفة ما إذا كان هناك فروق بين القياسين القبلي والبعدي، نقوم باستخدام اختبار **McNemar Test** نتبع الخطوات التالية:

الفرضية الصفرية H_0: لا يوجد فروق بين القياسين القبلي والبعدي.

الفرضية البديلة H_1: يوجد فروق بين القياسين القبلي والبعدي.

مستوى المعنوية: $\alpha = 0,05$

إجراء الاختبار: يمكن الحصول على قيمة الاختبار باستخدام الصيغة التالية (statistics Solutions.com, 2020):

$$\chi^2 = \frac{[|B - C| - 1]^2}{B + C}$$

حيث يتم وضع البيانات في جدول صغير يتكون من أربع خلايا كما يلي:

الجدول رقم (14): اتجاه التغيير القبلي والبعدي

قبل \ بعد	(+)	(−)
(+)	A بدون تغيير	B تغيير
(−)	C تغيير	D بدون تغيير

Source: (statistics Solutions.com, 2020)

وبعد ذلك علينا أن نتبع ما يلي:

- نجمع اتجاه التغيير بين قبل المحاكاة وبعد المحاكاة، وذلك من أجل الحصول على قيمة B و C لأن ما يهم في هذه الحالة هو تكرار الخلية B وتكرار الخلية C.

هناك 17 إشارة موجبة وتمثل قيمة C، وهناك 11 إشارة سالبة وتمثل B، وهناك صفرين والتي تمثل لا تغيير، ويمكن أن تمثل إما A أو D ولا تهمنا هاتين الخليتين نظرا لعدم تغيير آراء العينة.

ويمكن ترجمة ذلك كما يلي:

الجدول(14): نتائج الفرق بين القياس قبل وبعد محاكاة Monte Carlo

قبل \ بعد	(+)	(−)
(+)	**A**	**B** 11
(−)	**C** 17	**D** 2

المصدر: اعتمادا على مخرجات برنامج Excel.

- يمكن الحصول على القيمة المحسوبة لاختبار **McNemar** كما يلي:

$$\mathcal{X}^2_{Cal} = \frac{[|11-17|-1]^2}{11+17} = 0{,}89$$

- تحديد قيمة $\mathcal{X}^2_{Tab}$ الجدولية:

وبالكشف في جدول $\mathcal{X}^2$ ، وبدرجات حرية $dF = 1$ وعند مستوى معنوية $\alpha = 0{,}05$ ، فإن القيمة الجدولية هي $3{,}84$.

القرار: $\mathcal{X}^2_{Cal} = 0{,}89 < \mathcal{X}^2_{Tab} = 3{,}84$

نلاحظ أن القيمة المحسوبة أقل من القيمة الجدولية ، وفي هذه الحالة يتم اتخاذ القرار بقبول الفرضية الصفرية، التي تنص على أنه لا يوجد فروق بين القياسين القبلي والبعدي، وبالمقابل نرفض الفرضية البديلة، هذا من الناحية الاحصائية.

أما من الناحية الموضوعية عدم وجود فروق يدل على أن اتجاه العينة قبل المحاكاة لا يختلف عن اتجاهها بعد المحاكاة، ما يفسر أن نظام المحاكاة وعن طريق توليد الأعداد العشوائية أعطى صورة طبق الأصل عن السلوك والسلوك المعاكس لقرارات عينة الدراسة، وسوف نتحصل على نتائج تقريبية حتى لو تم اختيار أي عمود من جدول الاعداد العشوائية، فيما لو قمنا بتكرار المحاكاة لمئات المرات، وهنا تكمن قوة محاكاة **Monte Carlo**.

7-2 تفسير مدى تأثير المتغيرات المؤثر المحتملة للمخاطر على استراتيجية الاستجابة من نتائج معامل Cramer′s V

معامل كرامر أحد الاختبارات الاحصائية غير المعلمية الذي يستخدم في إختبار العلاقة أو التلازم بين مجموعتين من الخصائص أو المتغيرات، إذ يعتبر المقياس الاحصائي المناسب لحساب حجم التأثير لإختبار مربع كاي، ويمكن استخدام معامل V عندما يكون لدينا مصفوفة من الشكل 3×3 فأكثر.

يمكن الحصول على قيمة معامل Cramer′s **V** باستخدام الصيغة التالية :(GIANNELLONI & VERNETTE, 1995, p. 294)

$$V = \sqrt{\frac{\chi^2}{n.min[(\mathrm{L}-1)(\mathrm{K}-1)]}}$$

وقيمة معامل V نستفيد منها من خلال مرجع Cohen، وهم من أهم المراجع في تفسير حجم التأثير والعلاقة عموما، ولتفسير القيمة المتحصل عليها لابد من مقارنتها بمرجع Cohenكما هو مبين في الجدول الآتي:

الجدول (15): مرجع Cohen لحجم التأثير بين المتغيرات.

حجم التأثير / درجات الحرية dF	ضعيفة	متوسط	كبير
1	0,10	0,30	0,50
2	0,07	0,21	0,35
3	0,06	0,17	0,29
4	0,05	0,15	0,25
5	0,04	0,13	0,22

Source : (Cohen J. , 1988, p. 80)

أولا- حساب قيم ^{2} للمتغيرات:

ويمكن حساب إحصاءة الاختبار χ^2 وفقا للصيغة الآتية: (Jorge Luis, 2022, p. 2)

$$\boldsymbol{\chi^2} = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

حيث: O_i : تمثل التكرار المشاهد(عينة الدراسة)، E_i : تمثل التكرار المتوقع(للمحاكاة).

ولدينا: $E_i = \frac{\text{مجموع العمود} \times \text{مجموع الصف}}{\text{المجموع الكلي}}$

ونتحصل على قيم ^{2} الموضحة في الجدول التالي:

الجدول (16): قيم ^{2} لكل من المتغيرات المحركة للمخاطر المحتملة

المتغيرات	قيمة ^{2} عند $dF = 4$
المخاطر المالية	42.21
المخاطر الاستراتيجية	25,76
المخاطر التشغيلية	17,63
المخاطر البيئية	45,3

المصدر: اعتمادا على مخرجات برنامج Excel.

ثانيا- حساب قيم قيمة Cramer′s V:

يمكن حساب حجم تأثير المتغيرات المحركة للمخاطر على استراتيجية الاستجابة بتطبيق معامل V ، وذلك عند أقل رقم للصفوف أو للأعمدة، نتحصل على النتائج الموضحة في الجدول أدناه:

الجدول (17): قيم Cramer′s V لكل من المتغيرات المحركة للمخاطر المحتملة

حجم التأثير / المتغيرات	قيمة Cramer′s V عند $dF = 1$
المخاطر المالية	0,91
المخاطر الاستراتيجية	0,71
المخاطر التشغيلية	0,59
المخاطر البيئية	0,95

المصدر: اعتمادا على مخرجات برنامج Excel.

من خلال الجدول السابق لدينا متوسط قيمة V للمتغيرات الأربعة ككل هي:

$$V = \frac{\sum V_i}{4} = 0,79$$

يتضح من النتائج الواردة في الجدول (17) أن متوسط جميع قيم معامل V للمتغيرات الأربعة ككل بلغ 0,79 وهي قيمة كبيرة، أي أن حجم تأثير المتغيرات المحركة للمخاطر على استراتيجية الاستجابة كان كبير، وهي مرتبة تنازليا حسب معامل V كالآتي:

احتل متغير المخاطر البيئية المرتبة الأولى بحجم تأثير بلغ 0,95 ، ويرجع حجم التأثير هذا لمكونات المخاطر البيئية والمتمثلة في(مخاطر: أحداث البيئة الطبيعية، المخاطر السياسية، الموردون، السمعة، الفساد الاداري، الممتلكات، تركز المنتج)، وجاء متغير المخاطر المالية في المرتبة الثانية بحجم تأثير بلغ 0,91 ، ويرجع ذلك لمكونات هذا النوع من المخاطر والمتمثلة في (مخاطر: معدلات الفائدة، التضخم، الائتمان، أسعار الصرف، السيولة والتدفق النقدي)، في حين احتل متغير المخاطر الاستراتيجية المرتبة الثالثة بحجم تأثير بلغ 0,71 ، ويرجع ذلك لاحتواء المخاطر الاستراتيجية على (مخاطر: السوق، المنافسة، تحول المستهلكين، طلب العملاء)، وجاء متغير المخاطر التشغيلية بالمرتبة الرابعة والأخيرة بحجم تأثير بلغ 0,59 ، ويرج ذلك لمكونات هذا النوع من المخاطر والمتمثلة في (مخاطر: الموارد البشرية، القوانين، التكنولوجيا، الفنية، المسؤولية المستقبلية).

الخلاصة:

لقد حاولنا من خلال الدراسة التطبيقية بناء نموذج احتمالي بطريقة محاكاة **Monte Carlo**، التي تعتبر من أهم التقنيات والأساليب الممكن استعمالها في التحليل الكمي للمخاطر، حيث تستخدم التوزيع الاحتمالي للنظام المتمثل في عينة الدراسة، ومبدئها تنفيذ سيناريوهات معينة بتكرارها عدة مرات حسب ما يطلب منه التكرار عن طريق توليد أعداد عشوائية، حتى نتمكن من حساب احتمال تحقق أي حدث معين (تحقق الخطر)، وبالحصول على قيم احتمالات تحقق الخطر لتساعد الشركة في عمل تقديرات معينة للمخاطر المحتملة، وقياس درجة الخطورة قبل الدخول في التجارب، لتتمكن من تحديد الميزات للوصول الى الأهداف المسطرة، وخلصت الدراسة الى **النتائج** التالية:

- تعتبر المخاطر المالية، والمخاطر الاستراتيجية، والمخاطر التشغيلية، والمخاطر البيئية من المتغيرات الأساسية المحركة والمنشأة للمخاطر المحتملة في شركة التأمين SAA.

- لا يوجد فروق بين القياس قبل المحاكاة والقياس بعد المحاكاة، أي أن التوزيع الاحتمالي المنشأ لمحاكاة **Monte Carlo** أعطي صورة طبق الأصل عن النظام المحاكى لتتبع السلوك والسلوك المعاكس له، ويحمل نفس خصائص التوزيع للمجتمع الحقيق، من خلال توليد الأعداد العشوائية.

- نستفيد من تحليل محاكاة **Monte Carlo** في تقدير احتمالات المخاطر، اضافة لقياس درجات الخطورة لكل نوع من المخاطر المحتملة الوقوع، ومنه القدرة على تحديد حتى الخسائر المحتملة، وبالتالي القدرة على اتخاذ القرار الأمثل.

- هناك حجم تأثير كبير من طرف المتغيرات المحركة للمخاطر وبنسب مرتفعة على استراتيجية الاستجابة المطبقة من طرف شركة SAA.

المصادر والمراجع:

1. GIANNELLONI, J. L., & VERNETTE, E. (1995). Etudes de Marché. Paris: Librairie Vuibert.
2. اسماعيل موسى ,ف & ., محمد الامين ,ح .(2019, 09) .مقارنة طرق تعديل معلمات Weibullباستخدام محاكاة مونت كارلو .المجلة العربية للنشر العلمي.388 ,(11)
3. statistics Solutions. op.cit. (2020). Consulté le 11 5, 2022
4. statistics Solutions.com. (2020). Consulté le 07 27, 2023
5. AIRMIC. (2002). A Risk Management Standard. Published by AIRMIC. ALARM. IRM. .
6. Cohen , J. (1988). Statistical power and analysis for the behavioral sciences,. Hisdal,NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
7. IEC . (2019). International Electrotechnical Commission. IEC 31010. Risk Management-Risk Assessment Techniques. International Standard. 2nd Edition.. Switzerland, jun. Geneva.
8. JEAN-LUC , G., & VERNETTE, E. (1995). Etudes de Marché. Paris: Librairie Vuibert.
9. Jorge Luis, R. (2022). rac.alionscience.com. Consulté le 08 28, 2022, sur The Chi-Square: a large-Sample goodness of Fit Test, RAC,: http://web.cortland.edu/matresearch/ChSqSTART
10. PMIP. (2022). The Standard for Risk Management in Portfolios, Programs, and Projects (éd. 5). Publisher : Project Management Institute Paperback: Project Management Institute Paperback.
11. RAND Function, "corporatefinanceinstitue.com. (s.d.). Consulté le 05 14, 2022
12. www.oreilly.com. (s.d.). Consulté le 03 15, 2022, sur Monte Carlo Simulation, Operations Management.: O'Reilly. www.oreilly.com
13. الصيرفي ,م .(2014) .*مراقبة الجودة* .القاهرة :دار الفجر للنشر والتوزيع.
14. أموري ,هـ .(2013) .مقدمة في القياس الاقتصادي، ، .دار زهران النشر والتوزيع.