نماذج المحاكاة ـ محاكاة مونتي كارلو-
كأسلوب كمي من أساليب النمذجة واتخاذ القرارات: مقاربة نظرية وتطبيقية

د. محمد الشريف الأمين
المركز الجامعي ايليزي
(الجزائر)
infoamin05@yahoo.fr

د. بن حامد عبد الغني
المركز الجامعي ايليزي
(الجزائر)
benhamed.abdelghani@cuillizi.dz

أ. فراس محمد
جامعة سعيدة
(الجزائر)
Merras_med@hotmail.fr

ISSN 2709-6475 Doi:https://doi.org/10.37940/BEJAR.2021.1.1.9

تأريخ استلام البحث ٢٠٢١/٢/٢٢ **تأريخ قبول النشر ٢٠٢١/٣/١٦**

المستخلص

يهدف بحثنا لمحاولة عرض آليات النموذجة في مجال المحاكاة والطرق الكمية كما أن البحث عبارة عن عرض لدور الطرق الكمية في اتخاذ قرارات تقييم المشاريع الاستثمارية، أكثر من ذلك وهو استخدام نموذج أسلوب مونت كارلو للمحاكاة في التقييم والتحليل متعدد الفترة للمشروعات الاستثمارية في ظل ظروف المخاطرة وعدم التأكد. وإبراز الأهمية النظرية والعلمية والعملية لأسلوب مونت كارلو للمحاكاة خاصة وأهمية استخدام الطرق الكمية في المساعدة على اتخاذ القرارات بصفة عامة.

الكلمات المفتاحية: الطرق الكمية، اتخاذ القرا، المحاكاة، التحليل المتعدد الفترات.

Simulation models - Monte Carlo simulation - as a quantitative method of modeling and decision-making: A theoretical and practical approach

Abstract

Our research aims to try to present the modeling mechanisms in the field of simulation and quantitative methods. The research is a presentation of the role of quantitative methods in making investment project evaluation decisions, more than that and is the use of the Monte Carlo simulation model in evaluation and multi-period analysis of investment projects under conditions Risk and uncertainty. And highlighting the theoretical, scientific and practical importance of the Monte Carlo simulation method in particular, and the importance of using quantitative methods in helping to make decisions in general.

Key words: quantitative methods, decision making, simulation, multi-period analysis.

المقدمة:

تعدّ عملية اتخاد القرارات من بين أهم وأصعب المراحل التي يتوصل إليها متخذ القرار وصانعه في ميدان الإدارة والأعمال، فقد يضن الكثير من الباحثين أن هذه العملية أي عملية اتخاد القرار سهلة وبسيطة وهي مجرد قرارات وإجراءات، لكن هو العكس بل المدير الناجح والقائد المحنك هو الذي يولي لهذه العملية الأهمية الكافية. ولا تكون تلك العناية إلا إذا اعتمد المدير أو المسير في ذلك الوسائل المساعدة في اتخاد قراراته، وبتطور العلوم والتقنيات أصبحت التقنيات الكمية من أهم الوسائل المساعدة في اتخاد القرارات في شتى الميادين والعلوم . وخاصة في ميدان العلوم المالية واختيار الاستثمارات.

وفي ظل ظروف عدم التأكد لا يمكن اتخاذ قرار الاستثمار بناءً على العوائد المتوقعة فقط، إذ أنَّ القيمة المتوقعة لا تعبر عن منفعة المشروع وذلك لأنه ليس من المؤكد تحقيقها، كما أن تلك القيمة ليس إلا متوسط مرجح لما يمكن أن ينتظر تحقيقه مستقبلاً، فليس هناك ما يضمن تحقق تلك القيمة مستقبلاً بالذات، إذ قد يحقق المشروع الاستثماري عائداً أكبر أو أقل من تلك القيمة، ومن ثم لابد من أخذ المخاطر المحيطة بالمشروع الاستثماري بعين الاعتبار، وتلك المخاطر هي عبارة عن الانحرافات الممكن حدوثها بشأن متوسط العائد، وعلى هذا الأساس يحتاج متخذ القرار، فضلاً عن العائد المتوقع إلى معلومات كمية عن مقدار التشتت المحيط بالمشروع الاستثماري والاحتمالات الخاصة بتحقيق العوائد واحتمالات تحقيق الخسارة، واحتمالات تخطي قيمة معينة للعائد. وقد ترتب على ضخامة حجم المشروعات الاستثمارية والتطورات الفنية السريعة تعدد المشاكل وتعدد تشابكها، الأمر الذي يؤدي الى زيادة المتغيرات التي ينبغي أن تؤخذ في الحسبان عند اتخاذ قرار الاستثمار وأصبح من الضروري استخدام النماذج الكمية للتعبير عن العلاقة بين تلك المتغيرات وعلاقات الارتباطات بينها وأثرها على قرارات الاستثمار، ونظراً للانتقادات المرتبطة باستخدام النماذج المختلفة في ظل ظروف المخاطر وعدم التأكد، فقد تم التوصل الى استخدام أسلوب مونت كارلو للمحاكاة في تقييم المشروعات الاستثمارية للتغلب على عنصري عدم التأكد والتعقيد الموجود بين المتغيرات الاحتمالية المؤثرة على قيمة الاستثمار. لذلك نطرح الإشكالية الجوهرية التالية: كيف تساهم الطرق والتقنيات الكمية في اتخاذ القرارات؟ أو بصيغة أدق للإشكالية: كيف يمكن استخدام أسلوب مونت كارلو للمحاكاة في التقييم والتحليل متعدد الفترة للمشروعات الاستثمارية في ظل ظروف المخاطرة وعدم التأكد؟ إذ للإجابة على هذه الإشكالية والتطرق لهذا الموضوع تم صياغة الأسئلة الفرعية الآتية:

١. ما مدى مساهمة الطرق الكمية في اتخاذ القرارات؟
٢. ما هي مزايا و قدرات استخدام أسلوب مونت كارلو للمحاكاة في تقييم المشاريع الاستثمارية؟
٣. كيف يمكن بناء نموذج مونت كارلو للمحاكاة في تقييم المشاريع الاستثمارية؟
٤. ماهي خطوات تشغيل نموذج مونت كارلو للمحاكاة في تقييم المشاريع الاستثمارية؟

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى إجراء دراسة نظرية حول تطبيق أحد الأساليب الكمية في بحوث العمليات، وتهدف الدراسة أو البحث إلى تبيان مختلف الخطوات الإجرائية لتطبيق المحاكاة كأسلوب كمي لاتخاد القرارات، إذ تهدف الى كيفية استخدام أسلوب مونت كارلو للمحاكاة في مجال اختيار المشاريع الاستثمارية.

أهمية الدراسة:

أما أهمية الدراسة فتكمن في استعراض مزايا وقدرات استخدام مونت كارلو للمحاكاة في تقييم المشروعات الاستثمارية، إذ سوف يتم إيضاح كيفية بناء نموذج مونت كارلو للمحاكاة، ثم تنفيذ ومحاولة تشغيل نموذج تجريبي وإجراء التجارب عليه من أجل تبسيط العملية للقارئ. كما أن للدراسة أهمية في كونها أنها إضافة علمية متواضعة لمثل هذه المواضيع في المكتبة العربية.

أولاً: الطرق الكمية واتخاذ القرار:

١. **عملية اتخاذ القرارات:** هي المرحلة المهمة والأساسية في التنظيم، وتنشأ الحاجة إلى اتخاذ القرار في الكثير من المواقف المختلفة التنظيمية والعملية والتشغيلية وحتى الإستراتيجية.

٢. **القرار:** هو اختيار من بين بدائل وفق معايير محدده استجابة لموقف معين، وهو مطلوب للأجل الطويل والقصير وكلما تعددت المتغيرات وتزايدت سرعتها زادت خطورة صنع القرار.

٣. **صنع القرار:** عملية تتمثل في الفكر المنظم الذي يهدف إلى التشخيص المناسب للمشكلة والتوقع السليم للنتائج المترتبة علي حل المشكلة والقيود المؤثرة علي تحديد درجه ملائمة القرار مثل القيود المالية وقيد المعرفة ثم اختيار بدائل الحل وتقييمها بغرض اختيار البديل القادر علي تنظيم العائد، والممكن اقتصادياً بمعني متوفر الموارد اللازمة والممكن تنظيمها عملياً. ويتكون القرار من مجموعة من العناصر ينبغي توفر حلول بديلة وتوفير معيار للاختيار والموازنة والمفاضلة بين البدائل وتحديد الظروف التي بتم في ضوئها اختيار النتيجة وتحديد طريقة التعلم وتغير السلوك القراري وطريقة تطبيق القرار علمياً وطريقة مراقبة الظروف المحيطة بالقرار الأمثل.

٤. **عملية اتخاذ القرارات:** هي بطبيعتها عمليه مستمرة ومتغلغلة في الوظائف الأساسية للإدارة ويقوم بها كل مدير وهي عمليه الاختيار القائم علي أساس بعض المعايير لبديل واحد من بين ثلثه بدائل محتملة والقرار قد يجلب معه حسم لبعض وجهات النظر والآراء المتعارضة حتى يمكن المحافظة علي فاعلية الجماعة، وحل لهذا التنازع والتعارض عن طريق تحديد الذي سيتبع. والبدائل تقيم علي أساس نتائجها المحتملة ولكن تحديد القيم النسبية لكل قرار ينطوي علي صعوبات حقيقية فقدره على اتخاذ قرار ما تتوقف علي نطاق إدراكه وفهمه للمنطقة التي يتخذ فيها القرار. وكثير ما يجد المدير أن القرار ينبغي أنْ يتخذ داخل حدود أو قيود معينة، كما أن كل القرارات تتقيد بقدرة العاملين علي تنفيذها، أما بالنسبة للتركيز فيقصد به التركيز علي المظاهر الحقيقية الهامة للمشكلة - إنَّ هذه المقدرة تساعد علي استبعاد البدائل الأقل جاذبية أو التي لا يمكن تنفيذها في ظل الموارد المتاحة. وعملية اتخاذ القرارات دائماً تتصل بمشكلة أو صعوبة أو منازعة لتحديد الأهداف وتحقيقها ولاستخدام الموارد المتاحة.

٥. **موضوع الأساليب الكمية في الإدارة:** هو موضوع واسع وبسيط يتضمن الإحصاء بأنواعه المختلفة ويتضمن الرياضيات والتطبيقات لبعض النماذج الرياضية والإحصائية، وأما فيما يتعلق بطلبة الإدارة والمشكلات الإدارية التي يواجهها متخذي القرار والعاملين في مجال الإدارة فممكن أن يستخدم العديد من هذه النماذج الكمية، وعندما نقول نماذج كمية فهي أوسع من النماذج الرياضية على اعتبار أن النماذج الرياضية هي جزء من النماذج الكمية، وبالتالي كلمة النماذج الكمية تتضمن النماذج الإحصائية والرياضية وتطبيقاتها، وممكن أيضاً أن تستخدم النماذج غير الكمية. فعندما تواجهنا ظاهرة تمتاز بالغموض ونريد معالجتها نلجأ لاستخدام النماذج، والنماذج قد تتضمن نماذج كمية وقد تتضمن نماذج غير كمية (أي كيفية) كرأي الخبراء أو المدراء، فالنماذج غير الكمية تخضع لحكم الأشخاص الذين يتعاملون مع الموضوع فمقدار التحيز يكون

واضحاً لحد ما، بينما في النماذج الكمية نلجأ إلى الاعتماد على الأرقام وهي أقرب إلى الحقيقة منها إلى الحكم الشخصي، ومقدار التدخل أو التحيز من قبل القائم على عملية التحليل يكون محدوداً، وعندما نواجه ظاهرة أو مشكلة فهذا لا يمنع أن نلجأ إلى الأسلوبين معاً، ولكن ما يميز النماذج الكمية أن درجة صدقتيها عالية وبالتالي مقدار الاعتماد عليها يكون أكثر. والأساليب الكمية قد تسمى (بحوث عمليات) وهي جزء منها وتتضمن بعض الموضوعات الخاصة في الإدارة.

٦. **تعريف الأساليب الكمية:** هي أساليب كمية تستخدم من أجل إلقاء المزيد من الضوء والفهم الأكثر لظاهرة معينة أو مشكلة معينة تواجه المدراء والإداريين من أجل مساعدتهم في اتخاذ القرار بناء على نتائج تحليل النماذج الرياضية وغير الرياضية التي تتضمنها الأساليب الكمية.

٧. أسباب انتشار استخدام الأساليب الكمية في النشاطات اليومية خلال العقود الماضية:

أ. زيادة الإنتاج العالمي الناتج عن الثورة الصناعية.

ب. التقدم التكنولوجي في جميع الميادين.

ت. الطلب المتزايد على السلع والخدمات نتيجة لتزايد أعداد السكان من جهة أو زيادة دخول الأفراد وارتفاع مستوى المعيشة.

ث. ندرة الموارد والاستغلال الجائر لها بمعدل متزايد مثل الطاقة.

ج. ارتفاع الطلب على المزيد من المعيارية والمواصفات المتعارف عليها من السلع والخدمات.

ح. التوجه نحو العولمة والخصخصة واقتصاديات السوق والتكتلات الاقتصادية.

ثانياً: طبيعة وأهمية ومجالات استخدام أسلوب مونت كارلو للمحاكاة:

سوف نتناول في هذا الجزء دراسة مفهوم وطبيعة أسلوب مونت كارلو للمحاكاة، إذ سوف نحدد مفهوم طريقة مونت كارلو للمحاكاة ومجالات استخدامها، بعد ذلك سوف نحدد طبيعة أسلوب المحاكاة والمقومات والجوانب الأساسية لدراسة المحاكاة، وأنواع نماذج المحاكاة، ومراحل تطبيق دراسات المحاكاة، وكذا أهمية و مزايا استخدام مونت كارلو للمحاكاة.

١. مفهوم وطبيعة طريقة مونت كارلو للمحاكاة:

يقصد بأسلوب مونت كارلو بمعناه الواسع بأنه الأسلوب الرقمي الذي يستخدم في حل النموذج الرياضي عن طريق استخدام الأرقام العشوائية. ويشير مصطلح مونت كارلو بوجه عام الى عملية اختيار القيم من جدول التوزيعات الاحتمالية بطريقة عشوائية. وارتبط هذا الاسم بالطرق الإحصائية التي ارتبطت بصفة أساسية باحتمالات الفرصة لعجلة "الروليت" في مدينة مونت كارلو، إذ يمكن لأي فرد أن يكسب أو يخسر نقود في ما يسمى بلعبة الحظ أو ما يسمى بمباراة الصدفة، إذ تؤدي احتمالات الكسب والخسارة دوراً في غاية الأهمية وأي مباراة للصدفة شبيهة ومتصلة بمباراة مونت كارلو. وترجع فكرة طريقة مونت كارلو بشكل رئيس الى نظرية الاحتمالات والتي تم اشتقاقها وتطويرها من الدراسات التي تمت على مباريات الألعاب القمار ثم أخذت أسلوب جديد بعد ذلك. ففي حين أن العلماء الرياضيين ابتكروا نظرية الاحتمالات قد اشتقوا معادلاتهم من مشاكل نظرية تأسست بناءاً على ظاهرة الصدفة.

وبوجه عام فإن طريقة مونت كارلو تستخدم لحل المشاكل التي تعتمد بشكل كبير على المشاكل الاحتمالية - إذ يكون من الصعب أو من غير الممكن عملياً إجراء التجارب بصفة حقيقية – إذ يكون من الصعب والمستحيل استخدام المعادلات الرياضية، فطريقة مونت كارلو إذن ترجع فكرتها الى عجلة "الروليت"، إذ تبرز احتمالات الأحداث المنفصلة وتعطي تلك الطريقة نتائج

معقولة وتقريبية للمشكلة محل البحث والدراسة، ويعد كل من "فون نيومان وإيلام" Ulam and Von Neuman أول من استخدم طريقة مونت كارلو من أجل التغلب على مشاكل انتشار أثناء الحرب العالمية الثانية، وقد تم إعطائها الاسم الكودي مونت كارلو لهذه الطريقة.

٢. مجالات تطبيق طريقة مونت كارلو للمحاكاة:

يمكن تطبيق طريقة مونت كارلو للمحاكاة في ميادين ومجالات عدة ومتعددة، لكن كما هو معروف لدى الأكاديميين فهناك ثلاث مجالات تطبيقية لطريقة مونت كارلو عموما نذكرها كما يأتي:

أ. المشاكل المحددة غير الاحتمالية.

ب. معاينة النماذج الرياضية والقياسية.

ت. المحاكاة.

٣. مفهوم وطبيعة أسلوب المحاكاة:

يرى بعضهم أن المحاكاة بمعناها الواسع هو القيام بإجراء التجارب لعدد كبير من المرات لاختبار أحد النماذج، ويرى Shanon بأن دراسة المحاكاة عبارة عن عملية تصميم نموذج ليمثل نظام حقيقي معين والقيام بإجراء تجارب عن طريق استخدام هذا النموذج وذلك بهدف فهم سلوك النظام الحقيقي أو بغرض تقييم الاستراتيجيات المختلفة لتشغيل هذا النظام وذلك في ضوء وحدود القيود الموضوعة والمعلمات الموجودة. في حين يرى Mao بأن أسلوب المحاكاة عبارة عن أسلوب يهدف إلى تقييم مدى أحقية وأفضلية مسارات العمل البديلة عن طريق إجراء تجارب على نموذج رياضي يمثل ويصور الموقف الحقيقي الفعلي لاتخاذ القرار.

٤. المقومات والسمات الأساسية لدراسة المحاكاة:

لدراسة المحاكاة هناك عدة مقومات وخصائص ترتكز عليها نذكر منها على النحو الآتي:

أ. بناء نموذج رياضي يمثل ويصور السمات والملامح العامة للموقف الحقيقي، الذي يكشف عن العلاقات الوظيفية والدالية بين المتغيرات التي يتكون منها النظام.

ب. إجراء التجارب على النموذج الرياضي عدة مرات.

ت. المحاكاة تسمح بتحليل الحساسية بشكل سهل ومرن، ومن تم يمكن معرفة الآثار الناجمة المخرجات اذا ما حدث تغيير في بعض أو أحد المتغيرات.

٥. عناصر نماذج المحاكاة الرياضية:

تعتمد بحوث العمليات بصفة أساسية على النماذج الرياضية الرقمية، وتتكون نماذج المحاكاة الرياضية بصفة عامة من العناصر الأساسية الآتية:

أ. مكونات النموذج وهي ببساطة عبارة عن النظم الفرعية المختلفة للنظام ككل.

ب. متغيرات النموذج وهي تستخدم في القيام بالربط مابين مكونات النظام، وتنقسم المتغيرات إلى المتغيرات الداخلية والمتغيرات الخارجية، إذ توجد متغيرات القرار.

ت. الثوابت والمعلمات وهي الفروض أو الثوابت التي تؤثر على المتغيرات الداخلية ولكنها تختلف عن المتغيرات الداخلية في كونها ثوابت وليست متغيرات.

ث. العلاقات الدالية وهي التي تقوم عادة بوصف تفاعل متغيرات ومكونات النموذج.

٦. مراحل تنفيذ دراسات المحاكاة:

يعدّ أسلوب المحاكاة أداة في غاية الأهمية لاتخاذ القرار، وهناك ثلاثة مراحل أساسية لازمة لتخطيط وتنفيذ دراسة المحاكاة وهي:

المرحلة الأولى: مرحلة بناء النموذج: يتم التمهيد لبناء النموذج في المرحلة الأولى، إذ يتم صياغة وتحديد المشكلة محل الدراسة والأهداف المرجوة من تطبيق أسلوب المحاكاة، ويتم أيضاً دراسة وتحليل آلية النظام والنظم الفرعية والمتغيرات المتعلقة بالنظام، إذ لابد من تجميع وتقييم البيانات المتعلقة بصورة مباشرة أو غير مباشرة للنظام محل الدراسة، وينبغي أنْ تكون هذه البيانات في الصورة الملائمة لاستخدامه في النموذج، وبعد ذلك يتم بناء النموذج بحيث يتم تحديد مكونات النموذج بمعنى تحديد المتغيرات الداخلية (التابعة) والمتغيرات الخارجية والثوابت (المستقلة)، ثم يتم تصميم خريطة تدفق لمكونات النموذج والتي توضح العلاقة بين مكونات النموذج. وتعد مرحلة بناء النموذج من أهم مراحل دراسة المحاكاة لذلك ينبغي مراعاة الدقة والتبسيط والواقعية بقدر الإمكان عند بناء النموذج.

المرحلة الثانية: مرحلة إجراء التجارب: تتناول هذه المرحلة تقدير العلاقات الدالية للنموذج و اختبارها وإعداد خريطة تدفق توضح التتابع المنطقي للعمليات الحسابية للمحاكاة وتوليد المسارات الزمنية للمتغيرات الداخلية، إذ أن نموذج مونت كارلو للمحاكاة يشمل على متغيرات عشوائية، ومن ثم فعند التطبيق يستلزم الأمر توليد مشاهدات عشوائية من التوزيعات الاحتمالية والتي تتميز بأنها متغيرات تصادفية. و إذا ما افترض أن التوزيع الاجمالي للشيء محل الدراسة معروفاً فإن الإجراء الخاص بتوليد مشاهدة عشوائية يتكون من خطوتين الأولى توليد تتابع عن الأرقام العشوائية من مدى يتراوح ما بين الصفر والواحد، ثم يتم استخدام الأرقام العشوائية لاستنتاج تتابع مناظر للمخرجات العشوائية، وبتشغيل نموذج مونت كارلو للمحاكاة تتم التجارب، إذ كلما زادت عدد التجارب زادت الدقة التي يمكن الوصول إليها.

المرحلة الثالثة: مرحلة تقييم النتائج التجريبية: في هده المرحلة يتم مناقشة وتحليل وتسجيل النتائج المختلفة، ولاشك أن أسلوب المحاكاة يعد أداة تحليلية في غاية الأهمية بالنسبة للإدارة، إذ أن يمدها بالمعلومات المطلوبة والملائمة لتقييم أفضلية قرارات الاعمال البديلة.

ثالثاً: مزايا وقدرات استخدام أسلوب مونت كارلو للمحاكاة في تقييم المشاريع الاستثمارية:

يعد أسلوب مونت كارلو للمحاكاة من أفضل الأساليب الكمية التي يمكن استخدامها في تقييم المشروعات الاستثمارية، ويرجع السبب في ذلك إلى قدرات هذا الأسلوب ومزاياه العديدة التي يتمتع بها في التعامل مع مشاكل عدم التأكد والتعقيد والتشابك بين المتغيرات والعناصر الخاصة المؤثرة في قيمة المشروع الاستثماري، إذ يمكن تحليل مزايا وقدرات أسلوب مونت كارلو للمحاكاة في تقييم المشاريع الاستثمارية كما يأتي:

١. يتميز أسلوب مونت كارلو للمحاكاة بقدرته الكبيرة على التعامل مع المشاكل المعقدة، إذ يتميز بعدد من الخصائص مثل كثرة متغيراته الخارجية، ومن ثم لا يمكن تحديد قيمة هذه المتغيرات في صورة رقم وحيد وإنما يتم تقديرها في صورة توزيعات احتمالية، وكنتيجة لضخامة حجم المشروعات الاستثمارية والتطورات الفنية السريعة، وتعدد المشاكل وتعقدها وتشابكها، الأمر الذي يؤدي الى زيادة عدد المتغيرات التي ينبغي أن تؤخذ في الحسبان عند اتخاذ القرار الاستثماري وعلى هذا الأساس يستخدم أسلوب المحاكاة للتعبير عن العلاقة بين هده المتغيرات.

٢. يرتكز أسلوب مونت كارلو للمحاكاة على استخدام التحليل الاحتمالي في تقييم المشاريع الاستثمارية في ظل ظروف عدم التأكد، ومن تم فهو يمتاز بعديد من المزايا مثل:

أ. الاستفادة من المعلومات الخاصة كافة بالظروف الممكنة والمحتملة الحدوث في المستقبل والمؤثرة في قيمة المشروع في ظل ظرف واحتمال تحقق هده القيمة.

ب. إنَّ هذا الأسلوب يسمح بالاستفادة من جميع الخبرات المختصة عند تقييم المشروع الاستثماري، إذ يتطلب هذا الأسلوب إشراك جميع الخبرات في إعداد التقديرات اللازمة للوصول الى التوزيع الاحتمالي لكل عنصر من عناصر قيمة المشروع.

ت. إنَّ هذا الأسلوب يؤدي الى زيادة الثقة في التقديرات، إذ لاشك أن تخطيط المشروع في صورة توزيع احتمالي يشمل مختلف القيم التي يمكن أن يحققها.

٣. أحد الجوانب القوية لهذا الأسلوب هو الطريقة التي يتعامل بها النموذج مع مظاهر الارتباط الزمني بين المتغيرات، إذ يمكن أخذ الارتباط الأوتوماتيكي في الحسبان عند تقييم المشروعات الاستثمارية، بمعنى أن قيمة التقديرات لعنصر ما في أحد الفترات تعتمد على قيمة هذا العنصر في الفترات السابقة.

٤. يعد نموذج مونت كارلو للمحاكاة بمثابة نموذج تحليلي للمشروع، فهو عبارة عن معمل الإدارة الذي يمكن أن تجري فيه التجارب وتدرس فيه إمكانية إجراء التجارب في حالة عدم التأكد.

٥. يوفر استخدام أسلوب مونت كارلو للمحاكاة في تقييم المشاريع الاستثمارية معلومات ذات قيمة كبيرة جداً لإدارة الاستثمار، إذ ترتكز هذه المعلومات على المفاضلة بين العائد المتوقع والمخاطر، إذ يعد أسلوب المحاكاة بمثابة أسلوب موازنة بين العائد والخطر المحيط بالمشروع الاستثماري.

٦. يمكن عن طريق استخدام مونت كارلو للمحاكاة في تقييم المشاريع الاستثمارية الحصول على عينة فقط من الصور التي يمكن أن تتخذها قيمة المشروع الاستثماري موضع الدراسة، وعن طريق هذه العينة يمكن تكوين صورة كاملة تتماثل مع عدد كبير من الصور الحقيقية للتوزيع الاحتمالي الحقيقي لقيمة المشروع الاستثماري.

٧. يؤدي استخدام أسلوب مونت كارلو للمحاكاة في تقييم المشاريع الاستثمارية إلى تجنب المشاكل الخاصة بتحديد معدل العائد المطلوب، وكذا معدل العائد الخالي من المخاطرة.

٨. تطبيق أسلوب مونت كارلو للمحاكاة غير مكلف بالنسبة للأساليب والطرق المستعملة الأخرى.

رابعاً: بناء نموذج مونت كارلو للمحاكاة في تقييم المشاريع الاستثمارية:

تعد مرحلة بناء نموذج المحاكاة بغرض تقييم المشاريع الاستثمارية من أهم المراحل في دراسة المحاكاة وهنا سوف نبين ذلك.

١. طبيعة المتغيرات والعوامل الداخلة في النموذج: يمكن تقسيم المتغيرات والعوامل الهامة التي تؤثر في قيمة المشروع الاستثماري الى ثلاثة مجموعات أساسية هي:

أ. مجموعة المتغيرات الخاصة بتحليل السوق: وهي عبارة عن المتغيرات التي يمكن بتوليفها مع بعضها إعداد تقديرات المتغيرات الخاصة والمؤثرة في قيمة إيرادات المشروع الاستثماري خلال العمر الاقتصادي له، وتتمثل أهم هذه المتغيرات في حجم السوق، ومعدل نمو السوق، نصيب الشركة في السوق، أسعار البيع.

ب. مجموعة المتغيرات المتعلقة بتكاليف تشغيل المشروع الاستثماري: إذ تضم كل من تكاليف التشغيل المتغيرة لوحدة واحدة، وتكاليف التشغيل الثابتة السنوية.

ت. مجموعة المتغيرات الخاصة بتحليل التكاليف الاستثمارية: وتشمل التكاليف الاستثمارية الأصلية والمبدئية والقيمة الاستهلاكية للأموال الثابتة، والعمر الاقتصادي للمشروع الاستثماري، إذ تتعلق المجموعة الأولى بتقدير التدفقات النقدية الداخلية (الإيرادات) في حين

تتعلق المجموعة الثانية والثالثة بحساب التدفقات النقدية الخارجية (التكاليف الاستثمارية وتكاليف التشغيل).

٢. نموذج المحاكاة العام لتقييم الاستثمارات: يتكون نموذج المحاكاةعند تقييم المشاريع الاستثمارية من مكونات وعناصر أساسية يمكن التفصيل فيها كما يأتي:

أ. الثوابت ومعلمات النموذج: وهي عبارة عن مقاييس المدخلات التي يمكن أن يقوم متخذ القرار بتحديدها، ويتحكم في تقديرها وعلى هذا الأساس تأخذ تلك العناصر صورة تقديرات ذات قيمة واحدة، أو ما يطلق عليها بالتقديرات في نقطة، وتظل تلك العناصر ثابتة من طريق دورات وتجارب المحاكاة. ويمكن إبراز أهم معلمات النموذج والثوابت عند تقييم مشروع استثماري في العناصر الآتية: (معدل الاستهلاك، سعر بيع الوحدة، المعدل الخالي من الخطر، عدد دورات المحاكاة).

ب. المتغيرات الخارجية: هي عبارة عن المتغيرات العشوائية التي لا يستطيع متخذ القرار أن يتحكم فيها من ثم لا يستطيع أن يحددها في صورة توزيعات احتمالية، إذ يتم تحديد الظروف المحتملة مصحوبة باحتمالات حدوثها. ومن بين المتغيرات العشوائية بغرض تقييم المشاريع الاستثمارية نذكر ما يأتي: (معدل نمو السوق، حجم السوق المبدئي، نصيب الشركة في السوق، الاستثمار المبدئي المطلوب، العمر الاقتصادي للمشروع، تكاليف التشغيل الثابتة،...).

ت. المتغيرات الداخلية: هي عبارة عن المخرجات أو متغيرات الأداء، وتعرف أيضاً بالمتغيرات التابعة وهي المتغيرات التي تقوم بوصف وتحديد عمليات النظام وكيف يمكن للنظام أن يحقق الأهداف المختلفة بفعالية عند مواجهة الأحداث والظروف العشوائية. فإذا كانت المتغيرات الخارجية تعد متغيرات مستقلة فإن المتغيرات الداخلية متغيرات تابعة، إذ يمكن ذكر بعض المتغيرات الداخلية لنموذج المحاكاة العام عند تقييم المشاريع الاستثمارية كما يأتي: (وحدات المبيعات الناتجة عن المشروع، إجمالي الإيرادات المتولدة من المشروع، الاستهلاكات، إجمالي التكاليف المتغيرة الخاصة بالمشروع، صافي الدخل بعد الضرائب، صافي التدفق النقدي الناتج من المشروع، معدل العائد الداخلي على المشروع خلال دورات المشروع، فترة الاسترداد للمشروع خلال دورات المحاكاة...).

خامساً: خطوات تشغيل نموذج مونت كارلو للمحاكاة في تقييم المشاريع الاستثمارية:

يتم تشغيل نموذج المحاكاة بغرض تقييم المشاريع الاستثمارية على النحو الآتي:

١. يتم قراءة ثوابت وفروض نموذج المحاكاة والتوزيعات الاحتمالية الخاصة بكل متغير خارجي.

٢. يتكون أسلوب مونت كارلو للمحاكاة من عدد الدورات أو التجارب التي يتم إجراءها، ويحدد المستخدم أو المصمم عدد الدورات ويعد عدد الدورات أحد ثوابت النموذج والتي يتم تحديدها بغرض معرفة عدد التجارب التي سيتم إجراءها حتى يتسنى دراسة سلوك النظام.

٣. في كل دورة أو تجربة يتم فيه عمل محاكاة تتولد قيمة لكل متغير خارجي بالاختيار العشوائي من واقع توزيعها الاحتمالي.

٤. على أساس تلك القيم العشوائية المتولدة الناتجة وقيم الثوابت والفروض تحسب قيمة كل متغير داخلي عن طريق استخدام المعادلة الملائمة.

٥. توفر كل دورة من دورات المحاكاة عينة بالملاحظات والمشاهدات الخاصة بكل متغير داخلي، عندما يتم تجميع هذه المشاهدات لكل دورات المحاكاة، فسوف يمكن الحصول على توزيع تجريبي وعلى أساس هذا التوزيع التجريبي يمكن للمحلل حساب الإحصائيات العادية والقيام

بعمل القوائم الاحتمالية الخاصة باحتمالات المتغيرات الداخلية مع الأخذ في الحسبان قيمته داخل مدى محتمل.

٦. ومن واقع التوزيعات التجريبية للمتغيرات الداخلية وإحصائياتها التي تم جمعها بعد الانتهاء من دورات المحاكاة كافة يمكن اتخاذ القرارات المطلوبة.

سادساً: حالة تشغيلية لتبسيط تطبيق محاكاة مونتي كارلو للمحاكاة لاختيار المشاريع:

يعد أسلوب مونت كارلو للمحاكاة أفضل الأساليب التي يمكن استخدامها في التقييم والمفاضلة بين المقترحات الاستثمارية، وذلك لأنه يأخذ في اعتباره جميع المتغيرات التي تؤثر في تقييم بدائل قرار الاستثمار والتي تتعرض لعدم التأكد، ولتوضيح دلك أردنا تقديم حالة مقتبسة وعملية نحاكي من طريقها استعمال هذه الطريقة. ومن أجل توضيح الخطوات أردنا اقتباس هذه المحاولة من طريق مؤسسة الآفاق، التي هي معروضة باختصار في هذا المقال.

إذ أمام مؤسسة الآفاق ثلاثة بدائل استثمارية، ونظراً لظروف عدم التأكد التي تحيط بمتغيرات هذه البدائل الاستثمارية، وقد تمكن المحاسب من الحصول على المعلومات الخاصة بكل بديل استثماري واحتمالاتها من الدراسات الاقتصادية التي قامت بها المؤسسة، وكانت أهم متغيرات كل بديل استثماري تتمثل في التدفق النقدي الداخل للشركة والتدفق النقدي الخارج سنوياً والعمر الاقتصادي والتكلفة المبدئية للاستثمار بتوزيعاتها الاحتمالية، والمعطيات هي كما يأتي:

الجدول (1) متغيرات البديل الاستثماري الأول وتوزيعاتها الاحتمالية

التدفق الداخل	الاحتمال	التدفق الخارج	الاحتمال	العمر الاقتصادي	الاحتمال	التكلفة المبدئية	الاحتمال
150000	0.2	75000	0.3	25	0.2	700000	0.3
170000	0.5	80000	0.4	27	0.6	800000	0.5
190000	0.3	85000	0.3	29	0.2	900000	0.2

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين تبعاً لإحصائيات مؤسسة الآفاق.

الجدول (2) متغيرات البديل الاستثماري الثاني وتوزيعاتها الاحتمالية

التدفق الداخل	الاحتمال	التدفق الخارج	الاحتمال	العمر الاقتصادي	الاحتمال	التكلفة المبدئية	الاحتمال
75000	0.1	38000	0.1	21	0.3	30000	0.1
85000	0.6	42000	0.5	23	0.4	36000	0.7
95000	0.3	48000	0.4	25	0.3	40000	0.2

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين تبعاً لإحصائيات مؤسسة الآفاق.

الجدول (3) متغيرات البديل الاستثماري الثالث وتوزيعاتها الاحتمالية

التدفق الداخل	الاحتمال	التدفق الخارج	الاحتمال	العمر الاقتصادي	الاحتمال	التكلفة المبدئية	الاحتمال
42000	0.3	16000	0.2	9	0.3	14000	0.1
46000	0.4	18000	0.6	21	0.6	200000	0.6
50000	0.3	22000	0.2	23	0.1	250000	0.3

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين تبعاً لإحصائيات مؤسسة الآفاق.

ولقد طلبت المؤسسة من المحاسب أن يقوم بتقييم وتحديد أفضل بديل استثماري من بين البدائل الاستثمارية المعروضة أمامه، وحتى يستخدم المحلل أو المحاسب منهجية مونت كارلو

للمحاكاة في التقييم والمفاضلة بين البدائل الاستثمارية لاختيار أفضلها بالنسبة للمؤسسة يتعين عليه اتباع الخطوات الآتية:

١. قراءة معلمات وثوابت وفروض نموذج مونت كارلو للمحاكاة، وكذلك قراءة التوزيعات الاحتمالية الخاصة بكل متغير خارجي (بصفة عامة لابد من قراءة معطيات وبيانات المشكلة الاستثمارية).

٢. يتكون أسلوب مونت كارلو للمحاكاة من عدد الدورات التي يتم أداءها، وفي هده المشكلة تقرر من طرف المحاسب نظراً لخبرته إجراء (50) خمسون دورة محاكاة.

٣. في كل دورة أو تجربة يتم فيها عمل محاكاة تتولد قيمة لكل متغير خارجي وذلك بالاختيار العشوائي من واقع توزيعاتها الاحتمالية. وعلى أساس تلك القيم العشوائية المتولدة وقيم الثوابت تحسب قيمة لكل متغير داخلي عن طريق استخدام المعادلة الملائمة. وتوفر كل دورة من دورات المحاكاة عينة بالمشاهدات المتعلقة بكل متغير داخلي، وعندما يتم تجميع تلك المشاهدات لدورات المحاكاة كافة. فإن المحلل سوف يحصل على التوزيع التجريبي، وعلى أساس ذلك يمكن حساب الإحصائيات العادية، ويتم عمل القوائم الاحتمالية الخاصة باحتمال المتغير الداخلي مع الأخد في الاعتبار قيمته داخل أي مدى، ويتم تحقيق الخطوة الثالثة بالتفصيل على النحو الآتي:

أ. تخصيص أرقام عشوائية لكل قيمة من قيم المتغيرات الهامة التي تؤثر في البديل الاستثماري، ويلاحظ أنه يتم تخصيص أرقام عشوائية لكل قيمة على أساس مثلاً بالنسبة للتدفق النقدي 15000 (0-1)، 17000 (2-3-4-5-6)، 19000 (7-8-9) على أساس أن احتمالاتهم هي 0.2 . 0.5 . 0.3 على التوالي، ومن تم فإن القيمة 15000 تأخذ رقمية والقيمة 17000 تأخذ 5 أرقام والقيمة 19000 تأخذ 3 أرقام ويتم عمل ذلك بالنسبة للمتغيرات كافة.

ويمكن تخصيص رقم عشوائي لكل متغير بإتباع منهجية أخرى وتتمثل في إيجاد التوزيع الاحتمالي المتجمع لكل متغير كما تم استخدامها في هذه الدراسة، فمثلاً بالنسبة للقيمة 150000 احتمالها المتجمع 0.2 وهذا معناه أن الرقم العشوائي المستخرج يكون ما بين الصفر وأقل من الرقم 20. وسوف يتم تطبيق هده المنهجية في دراستنا هده بالنسبة للمتغيرات كافة على النحو الآتي:

الجدول (4) تخصيص الأرقام العشوائية للقيم الممكنة للمتغيرات التي تؤثر في البديل الاستثماري الأول

التدفق الداخل	الاحتمال	التدفق الخارج	الاحتمال	العمر الاقتصادي	الاحتمال	التكلفة المبدئية	الاحتمال
150000	(1-0)	75000	(2-0)	25	(1-0)	700000	(2-0)
170000	(6-2)	80000	(6-3)	27	(7-2)	800000	(7-3)
190000	(9-7)	85000	(9-7)	29	(9-8)	900000	(9-8)

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين تبعاً لإحصائيات مؤسسة الآفاق.

الجدول (5) تخصيص الأرقام العشوائية للقيم الممكنة للمتغيرات التي تؤثر في البديل الاستثماري الثاني

التدفق الداخل	الاحتمال	التدفق الخارج	الاحتمال	العمر الاقتصادي	الاحتمال	التكلفة المبدئية	الاحتمال
75000	(0)	38000	(0)	21	(1-0)	30000	(0)
85000	(6-1)	42000	(5-1)	23	(6-2)	36000	(7-1)
95000	(9-7)	48000	(9-6)	25	(9-7)	40000	(9-8)

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين تبعاً لإحصائيات مؤسسة الآفاق.

الجدول (6) تخصيص الأرقام العشوائية للقيم الممكنة للمتغيرات التي تؤثر في البديل الاستثماري الثالث

التدفق الداخل	الاحتمال	التدفق الخارج	الاحتمال	العمر الاقتصادي	الاحتمال	التكلفة المبدئية	الاحتمال
42000	(2-0)	16000	(1-0)	9	(2-0)	14000	(0)
46000	(6-3)	18000	(7-2)	21	(8-3)	200000	(6-1)
50000	(9-7)	22000	(9-8)	23	(9)	250000	(9-7)

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين تبعاً لإحصائيات مؤسسة الآفاق.

ب. بعد ذلك قام المحلل الاقتصادي بالتوصل إلى أرقام عشرية فردية وهناك طريقتان لذلك: إما من طريق جدول الأرقام العشوائية أو بواسطة أرقام بوسيدو العشوائية. وتعد الأرقام العشوائية متغيرات عشوائية وهي تتميز بخاصيتين الأولى أنها موزعة توزيعاً منتظماً، والثانية بأنها تتميز بالاستقلال العشوائي، ومنه المتغيرات العشوائية هي المتغيرات العشوائية المنتظمة المستقلة.

ت. بعد توليد الأرقام العشوائية يمكن حساب صافي القيمة الحالية للتدفقات النقدية طبقاً للمعادلة الآتية: (التدفق النقدي الداخل سنوياً - التدفق النقدي الخارج سنويا) × معامل القيمة الحالية لتدفق نقدي قدره وحدة نقدية لعدد من السنوات بمعدل خالي من الخطر – التكلفة المبدئية للاستثمار.

ث. يتم بعد ذلك تكرار تلك العملية عدد كبيراً من المرات حتى يتم التوصل إلى عدد كبير من صافي القيمة الحالية، إذ في مثالنا هذا يتم تكرار العملية 50 مرة، وبالتالي سوف يمكن الحصول على 50 مرة لصافي القيمة الحالية.

ج. بناءً على الخطوات التالية يقوم المحلل الاقتصادي بجمع نواتج صافي القيمة الحالية التي أمكن الحصول عليها، ويقوم بإيجاد متوسط صافي القيمة الحالية لكل بديل استثماري.

٤. ومن واقع التوزيعات التجريبية للمتغيرات الداخلية وإحصائياتها التي تم طبعها بعد الانتهاء من كل دورات أسلوب المحاكاة يمكن اتخاذ القرارات المطلوبة، إذ أن القرار الاستثماري يعتمد بطبيعة الحال على الموازنة بين الخطر والعائد. ويتضح من النتائج التي تم الحصول عليها أن المحلل الاقتصادي يستطيع ترتيب أولوية بدائل القرار الاستثماري طبقاً لأسلوب مونت كارلو للمحاكاة على أساس أن أفضل مشروع هو الذي يحقق أكبر قيمة حالية كما هو مبين في الجدول الآتي:

الجدول (7) البدائل الاستثمارية لكل مشروع

البدائل الاستثمارية	متوسط صافي القيمة الحالية	الترتيب
البديل الأول	38979	2
البديل الثاني	22465	3
البديل الثالث	51951	1

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين.

أي إن البديل الثالث هو أفضل بديل استثماري لأنه يحقق أكبر صافي قيمة حالية (51951) والبديل الاول هو أفضل بديل ثان يلي البديل الثالث ويبقى البديل الثاني في المرتبة الثالثة، والنتائج التفصيلية لاستخدام أسلوب مونت كارلو للمحاكاة لتقييم المشاريع الاستثمارية الثلاث هو على النحو الثالث كما يأتي:

الجدول (8) استخدام أسلوب محاكاة مونت كارلو
لإيجاد متوسط صافي القيمة الحالية للبديل الاستثماري الثاني

المحاولات	الرقم العشوائي	ت خ	الرقم العشوائي	ت د	الرقم العشوائي	العمر الاقتصاد	معامل ق ح	الرقم العشوائي	ت م استثمار
1	6	85000	1	42000	3	23	88832	3	360
2	5	85000	5	42000	4	23	88832	5	360
3	4	85000	3	42000	5	23	88832	7	360
4	3	85000	7	48000	6	23	88832	9	400
5	2	85000	9	48000	7	25	90770	6	360
6	1	85000	6	48000	8	25	90770	4	360
7	8	75000	4	42000	9	25	90770	2	360
8	9	95000	2	42000	9	25	90770	1	360
9	8	95000	8	38000	8	25	90770	0	300
10	7	95000	9	48000	8	25	90770	9	400
11	7	95000	6	48000	7	25	90770	7	360
12	3	85000	8	48000	7	25	7770	5	360
13	5	85000	7	48000	0	21	487	4	360
14	2	85000	9	48000	1	21	86487	4	360
15	2	85000	1	42000	2	21	86487	6	360
16	4	85000	1	42000	0	21	86487	6	360
17	6	85000	3	42000	2	21	86487	7	360
18	9	95000	4	42000	2	21	86487	7	360
19	8	95000	4	42000	1	21	86487	8	360
20	0	75000	8	38000	9	25	90770	3	300
21	5	85000	9	48000	8	25	90770	3	360
22	6	85000	7	48000	7	25	90770	8	360
23	4	85000	6	48000	5	23	88832	9	400
24	3	85000	5	42000	4	23	88832	0	400
25	3	85000	8	48000	6	23	88832	5	400
26	8	95000	3	42000	6	23	88832	4	400
27	8	95000	9	48000	7	25	90700	5	300
28	9	95000	8	48000	0	21	86487	0	360
29	7	95000	9	48000	1	21	86487	4	360
30	5	85000	7	48000	1	21	86487	4	360
31	3	85000	6	42000	2	21	86487	3	360
32	1	85000	5	42000	2	21	86487	2	300
33	0	75000	4	42000	3	23	88832	1	360
34	8	95000	3	42000	3	23	88832	0	360
35	6	85000	2	42000	4	23	88832	5	360
36	4	85000	1	42000	9	25	90770	0	300
37	2	85000	0	38000	8	25	90770	9	360
38	4	95000	2	42000	7	25	90770	7	360
39	7	95000	4	42000	5	23	88832	7	360
40	8	95000	4	42000	7	25	90770	8	360
41	8	95000	7	48000	9	25	90770	8	300
42	3	85000	7	48000	4	23	90770	0	400
43	2	85000	8	48000	4	23	88832	6	360
44	1	85000	9	48000	7	25	90770	6	360
45	1	85000	8	48000	0	21	86487	7	400
46	0	75000	8	48000	1	21	86487	7	400
47	4	85000	6	48000	2	21	86487	3	300
48	5	85000	6	48000	1	21	86487	0	360
49	5	85000	3	42000	2	21	86487	0	360
50	9	95000	7	48000	3	23	88832	0	360

إجمالي متوسطات القيم الحالية = 1123249.
متوسط صافي القيمة الحالية = 2246498.
المصدر: الجدول من إعداد الباحثين.

وعلى منوال ذلك يمكن إجراء جداول نتائج إجراء محاكاة مونت كارلو للمشاريع الاستثمارية المتبقية.

التعليق على النتائج:

اعتمد التطبيق المحاكي على عدة افتراضات على سبيل المثال وجود الاستقلال بين المتغيرات التي تكون قيمة المقترح الاستثماري، وبالتالي يعد أسلوب مونت كارلو للمحاكاة أفضل أسلوب يمكن استخدامه في المفاضلة بين العائد والمخاطرة للمشروعات الاستثمارية وعلى أساس تلك المفاضلة يتم اتخاذ القرار الاستثماري الرشيد.

ويلاحظ كذلك أنه تم إجراء (50) دورة بواسطة البرمجة، إذ هذا العدد قليل نسبياً لذلك فإن نتيجة إجراء (50) دورة مثلاً ليست دقيقة بالمقارنة مع لو تم إجراء (500) دورة أو (1000) دورة.

ويمكن توضيح النتيجة التي أفضى إليها المحلل الاقتصادي في الجداول التجريبية السابقة، والتي يستنتج منها أنه كلما زادت دورات المحاكاة كلما اتضح أن احتمال تحقق كل قيم المتغيرات ستتعادل مع نسبة تكرارها ودورات المحاكاة، ويوضح الجدول التالي المقارنة بين احتمالات كل قيمة من قيم المتغيرات التي تكون قيمة المشروع الاستثماري (معطيات المشكلة الاستثمارية) واحتمالات تكرار كل قيمة من تلك القيم نتيجة إجراء دورات المحاكاة (50) دورة.

الجدول (9) متغيرات البديل الاستثماري الأول واحتمالاته

التدفق النقدي الداخل	الاحتمال المحدد	احتمال التكرار بعد 50 دورة	التدفق النقدي الخارج	الاحتمال المحدد	نسبة التكرارات	العمر الاقتصادي	الاحتمال المحدد	نسبة التكرارات	التكلفة المبدئية للاستثمار	الاحتمال المحدد	نسبة التكرارات
150000	0.2	0.13	75000	0.3		25	0.2		700000	0.3	
170000	0.5	0.66	80000	0.4		27	0.6		800000	0.5	
190000	0.3	0.22	85000	0.3		29	0.2		900000	0.2	

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين.

ويمكن على المنوال نفسه عمل لباقي البدائل الاستثمارية الأخرى، ومنه يمكن الحصول على توزيع تجريبي لصافي القيمة الحالية لكل البدائل الاستثمارية الثلاثة. هذا ويمكن الحصول على توزيع تجريبي أيضاً لدليل الربحية ومعدل العائد الداخلي لتلك البدائل الاستثمارية الثلاثة، وأيضاً من الممكن الحصول على توزيع تجريبي لفترة الاسترداد لكل من المقترحات الاستثمارية الثلاث.

هذا ويمكن الحصول على مقاييس إحصائية عامة لتلك المخرجات مثل مقاييس الميل المركزي أو التشتت. ويوضح الجدول التالي مدى تشتت أرقام صافي القيمة الحالية لكل بديل من البدائل الاستثمارية الثلاثة كما يأتي:

الجدول (10) مدى تشتت أرقام صافي القيمة الحالية لكل بديل من البدائل الاستثمارية الثلاثة

	البديل الأول	البديل الثاني	البديل الثالث
متوسط صافي القيمة الحالية	38979	22465	51951
احتمال التغير في صافي القيمة الحالية			
احتمال أكثر من 96% في الحصول على القيمة	299582	126485	22702
احتمال 60% في الحصول على القيمة وأكبر	3720	18022	44217
احتمال 50% في الحصول على القيمة وأكبر	77534	21978	54262
احتمال 20% في الحصول على القيمة وأكبر	343885	217389	154056

المصدر: الجدول من إعداد الباحثين.

فمن طريق هذا الجدول يبين أن أفضل البدائل الاستثمارية هو البديل الاستثماري الثالث، إذ أنه يحقق أكبر متوسط صافي للقيمة الحالية، كما صاحب أقل درجة مخاطر.

الخلاصة:

في الأخير وكخلاصة للدراسة ما علينا إلا أنْ نقول وبدون إطالة أنَّ الأساليب الكمية أصبحت العمود الفقري في عمليات اختيار القرارات الإدارية في مجال الاستثمار لأنها تعطي نتائج بعيدة عن الذاتية والتحيز وخاصة في ظروف جدة صعبة ومتغيرات كثيرة وعوامل مجهولة، إذ في ظل ظروف عدم التأكد لا يمكن اتخاذ قرار الاستثمار بناءً على العوائد المتوقعة فقط، إذ أن القيمة المتوقعة لا تعبر عن منفعة المشروع وذلك لأنه ليس من المؤكد تحقيقها، كما أن تلك القيمة ليس إلا متوسط مرجح لما يمكن أن ينتظر تحقيقه مستقبلاً، فليس هناك ما يضمن تحقق تلك القيمة مستقبلاً بالذات، إذ قد يحقق المشروع الاستثماري عائداً أكبر أو أقل من تلك القيمة، ومن تم لابد من أخذ المخاطر المحيطة بالمشروع الاستثماري بعين الاعتبار، وتلك المخاطر هي عبارة عن الانحرافات الممكن حدوثها حول متوسط العائد، وعلى هذا الأساس يحتاج متخذ القرار فضلاً عن العائد المتوقع الى معلومات كمية عن مقدار التشتت المحيط بالمشروع الاستثماري والاحتمالات الخاصة بتحقيق العوائد واحتمالات تحقيق الخسارة، واحتمالات تخطي قيمة معينة للعائد. وقد ترتب على ضخامة حجم المشروعات الاستثمارية والتطورات الفنية السريعة تعدد المشاكل وتعدد تشابكها، الأمر الذي يؤدي الى زيادة المتغيرات التي ينبغي أن تؤخذ في الحسبان عند اتخاذ قرار الاستثمار وأصبح من الضروري استخدام النماذج الكمية للتعبير عن العلاقة بين تلك المتغيرات وعلاقات الارتباطات بينها وأثرها على قرارات الاستثمار، ونظراً للانتقادات المرتبطة باستخدام النماذج المختلفة في ظل ظروف المخاطر وعدم التأكد، فقد تم التوصل إلى استخدام أسلوب مونت كارلو للمحاكاة في تقييم المشروعات الاستثمارية للتغلب على عنصري عدم التأكد والتعقيد الموجود بين المتغيرات الاحتمالية المؤثرة على قيمة الاستثمار.

وعليه في هذا المقام ومن ما تم تجريبه ودراسته وليس في هذا المقال إلا تلميحاً لجزء قليل من جزئيات الطرق الكمية ونموذج المحاكاة وبالتالي لابد على الباحثين في ميدان الطرق الكمية أن يكثفوا من أعمالهم في مثل هذه النماذج والطرق في مقالاتهم وتدخلاتهم وكتاباتهم ودروسهم وأخص بالذكر الدراسات باللغة العربية من أجل إثراء المكتبة العربية وجعل مثل هذه المواضيع مجالات بحث في جامعاتنا ومخابرنا، إذ ما لاحظته وأنا أدرس هذا التخصص وأحاول اقتباس وعرض جانب من جزئيات هذا التخصص في مقالاتي وجدت النقص الفادح في مكتباتنا العربية لمثل هذه المواضيع، وبالتالي أقدم التوصيات والنتائج الآتية في خاتمة هذا المقال:

١. على متخذي القرارات والمسيرين أن يلتفتوا إلى مثل هذه الوسائل الكمية من أجل الاسترشاد بها في اتخاذ قراراتهم في جميع المستويات سواء التكتيكية أو التشغيلية أو الاستراتيجية.
٢. لابد من ربط العلاقة بين مراكز البحث المهتمة بمثل هذه التقنيات الكمية والجامعات ومراكز اتخاذ القرار من أجل تسهيل عملية رسم السياسات على أسس علمية كمية محضة.
٣. على الباحثين في ميدان الطرق الكمية من تكثيف أعمالهم في هذا الميدان من طريق عرض مقالات ومداخلات وكتب ومحاضرات باللغة العربية من أجل إثراء البحث الكمي العربي بمثل هذه التقنيات.
٤. لابد من المزيد من استعمال الطرق الكمية من أجل إضفاء المزيد من الموضوعية في القرارات خاصة القرارات التي تعتمد على المعطيات والبيانات الكمية.

٥. على الجهات والسلطات المعنية الاهتمام بالإحصاء بصفة عامة والتقنيات والطرق الكمية بصفة خاصة من أجل توفير قاعدة علمية مرجعية للباحثين وصناع القرار.

المصادر:

أولاً: المصادر العربية:

١. الأبجي، كوثر، (١٩٨٥). دراسات جدوى الاستثمار في ضوء أحكام الفقه الإسلامي، مجلة أبحاث الاقتصاد الإسلامي، العدد (٢)، جامعة الملك عبدالعزيز.

٢. ابن عابدين، محمد امين بن عمر، (١٩٨٤). حاشية رد المحتار على الدر المختار، مطبعة مصطفى الحلبي، مصر.

٣. الاشقر، محمد وآخرون، (١٩٨٢). الموسوعة العلمية والعملية للبنوك الاسلامية، مطابع الاتحاد الدولي للبنوك الإسلامية، لم يذكر مكان النشر.

ثانياً: المصادر الأجنبية:

1. Brigham & Houston, (2000). Financial Manangement, Harcour College Puplisher, U.S.A.
2. Gitman, J., Lawrence, (2000). Principles of Managerial Finance, Addison Wesley, U.S.A.
3. Jones, Charles, (1992). Introduction to Financial Management, Irwin-Inc., U.S.A
4. Khan M .Y. & Jain P K., (2004). Financial Management, Tata McGraw-Hill Puplishing Company Lim, New Delhi.
5. Myers, Stewart C. & Brealy, Richard, (2003). Principles of Corporate Finance, Tata McGraw-Hill Puplishing Company Lim, New Delhi.
6. Ross, Stephen, (2000). Fundamentals of Corporate Finance, McGraw-Hill Higher Education, U.S.A.