جامعة قاصدي مرباح، ورقلة – الجزائر
كلية العلوم الاقتصاديّة و العلوم التّجارية و علوم التّسيير
قسم العلوم الاقتصاديّة

أطروحة مقدّمة لاستكمال متطلّبات شهادة دكتوراه، الطور الثّالث
في ميدان : علوم اقتصاديّة و التّسيير و علوم تجارية
فرع علوم إقتصادية، تخصص إدارة الشركات البترولية

بعنوان :

تحليل الخيارات الحقيقيّة و أمثليّة المحفظة من أجل قرارات مُثلى للاستثمارات الاستراتيجيّة.

إعداد المترشح : جدع نور الإسلام

نوقشت وأجيزت علنا بتاريخ :20 مـــــاي 2021

أمام اللّجنة المكوّنة من السّادة :

أ.د/دبون عبد القادر.....(أستاذ–جامعة ورقلة) رئيسا
أ.د/مولاي لخضر عبد الرزاق.....(أستاذ–جامعة ورقلة) مشرفا ومقررا
أ.د/شيخي محمد.....(أستاذ–جامعة ورقلة) مناقشا
أ.د/محسن زبيدة.....(أستاذ–جامعةورقلة) مناقشا
أ.د/بوعبدلي أحلام.....(أستاذ، جامعةغرداية) مناقشا
د/رواني بوحفص.....(أستاذ محاضر "أ" ،جامعة غرداية) مناقشا

2021/2020

الملخص:

تهدف هذه الأطروحة أساسا الى تقديم أداة لدعم القرار تدمج في طياتها كل من من تحليل الخيارات الحقيقية و تحسين المحفظة اعتمادا على مبادئ المحاكاة والنمذجة، لتحليل تقييم مشاريع استكشاف وإنتاج البترول ،حيث أن الطريقة المقترحة لا تأخذ بعين الاعتبار مفاهيم المخاطرة، عدم اليقين والمرونة دارية فحسب، بل يمكنها أيضا تحديد المحفظة المثلى للمشاريع المدروسة، وقد تم تطبيق هذه الطريقة في تقييم خمسة مشاريع استكشاف وإنتاج حقيقية، آخذين في الحسبان كل من خيار التبديل/المرونة،خيار الاستمرار/التخلي ،خيار مركب كخيارات أساسية، كما عاينت الدراسة مدى تأثير الجباية البترولية المستحدثة مؤخرا على قيمة المشاريع مقارنة بالجباية القديمة، كما تم أيضا معاينة النموذج التصادفي في تحسين المحفظة ومدى تأثر كل من قيمة المشاريع والمحفظة بالنسبة للنماذج المستخدمة في نمذجة أسعار البترول. تظهر النتائج أن استخدام الخيارات الحقيقية قد يزيد من قيمة المشروع ويرجع ذلك إلى المرونة التي يمكن دمجها في عملية صنع القرار كما يساعد استخدام تقنيات تحسين المحفظة صناع القرار على تحديد أفضل مجموعة من المشاريع ، كما أن الجمع بين الخيارات الحقيقية وتحسين المحفظة قد يقلل من مخاطر المشروع، أيضا توضح النتائج أن الجباية البترولية الجديدة تزيد من قيمة المشاريع ما يزيد من استقطاب المستثمرين الأجانب من جهة واتاحة الفرصة أمام الشركة الوطنية في استغلال بعض الأحواض التي كانت غير قابلة للاستغلال اقتصاديا بتطبيق الجباية القديمة.

الكلمات المفتاحية :الخيارات الحقيقية، مشاريع استكشاف وإنتاج البترول، تحسين المحفظة، الجباية البترولية، المخاطرة وعدم اليقين.

Abstract:

The main aim behind this thesis is to provide a decision support tool using a combination of real options theory and portfolio optimization based on simulation and modelling principles to analyse and assess petroleum upstream projects. The present method does not only take in to account the risk concept, uncertainty, managerial flexibility, but also can be used to select the optimal portfolio. Accordingly, we have evaluated switch on/off option, continue/abandon option and compound option as the main options , the study also examined the impact of the new introduced fiscal regime on the value of projects compared to the old one, besides the examination the stochastic model for selecting the optimal portfolio and the vulnerability of both project's and portfolio's value are effected by the oil prices models. Our results show that the use of real options analysis increases the value of the project, due to the flexibility that can be integrated into the decision process, and the use of portfolio optimization techniques helps the decision makers to select the best set of projects and the combination of the real options and portfolio optimization may reduce the project risks, additionally, the results show that the new fiscal regime increases the project's value which increases the attraction of foreign investors on one hand, and provides the opportunity for the national oil company to exploit some projects that were not economically exploitable under the old fiscal regime

Keywords: Real Options; Petroleum Exploration and Production Projects; Portfolio Optimization; Petroleum Fiscality; Risk and Uncertainty.

JEL Classification Codes : C61 ; D81 ; D92 ; G11 ; L71.

الإهداء

إلى سندي وقوّتي وملاذي بعد الله عز وجل،

إلى من آثروني على أنفسهم،

إلى مصدر القيم والأخلاق الكريمة،

إلى ينبوع الصبر والتّفاؤل والأمل،

إلى روح والدي الطاهرة، إلى والدتي الكريمة حفظها الله ورعاها.

الشكر

اللهم لك الحمد كله ولك الشكر كله وإليك يرجع الأمر كله علانيته وسرّه

فأهل أنت أن تُحمد وأهل أنت أن تُعبد وأنت على كل شيء قدير.

وقبل أن نمضي أتقدم بأسمى آيات الشكر والامتنان والتقدير والمحبة إلى

الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة

أساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثير باذلين بذلك جهودا كبيرة في بناء

جيل الغد لتبعث الأمة من جديد

... إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة

.....إلى جميع أساتذتنا الأفاضل.

قائمة الإختصارات

الاختصار	اللغة الإنجليزية	اللغة العربية
PV	Present Value	القيمة الحالية
NPV	Net Present Value	صافي القيمة الحالية
DCF	Discounted Cash Flow	التدفقات النقدية المخصومة
ROV/A	Real Options Valuation /Analysis	تقييم/تحليل الخيارات الحقيقية
CAPEX	Capital Expenditures	النفقات الرأسمالية
OPEC	Operational Expenditure	النفقات التشغيلية
Boe	Barrel Oil Equivalent	برميل مكافئ نفط
Bbl	Barrel	برميل
Mcf	Million Cubic feet	مليون قدم مكعب
Btu	British thermal unit	الوحدة الحرارية البريطانية
OOIP	Original Oil In Place	كمية المحروقات المستكشفة الموجودة في الخزان
Rf	Recovery factor	معامل الاسترداد
EUR	Estimated Ultimate Recovery	كمية المحروقات المتوقع استردادها
SDE	Stochastic Differential Equation	معادلة تفاضلية تصادفية
GBM	Geometric Brownian Motion	حركية براون الهندسية
MRP	Mean Reverting Process	عملية العودة للمتوسط
MVP	Mean-Variance Portfolio	محفظة المتوسط- التباين
TTax	Total tax	مجموع الرسوم
SF	Surface Fee	الرسم المساحي
RT	Royalty Tax	الإتاوة
GP	Gross Profit	الدخل الخام
PRT	Petroleum Revenue Tax	الضريبة على دخل المحروقات
APT	Additional Profits Tax	الضريبة على الناتج

قائمة الجداول

الرقم	عنوان الجدول	الصفحة
01	التغير في قيمة كل من خياري الشّراء والبيع بدلالة العوامل المؤثرة على قيمة الخيار	04
02	عيوب طرائق خصم التدفقات النقدية: الفرضيات مقابل الواقع	08
03	أوجه التشابه والاختلاف بين الخيارات الحقيقية و الخيارات المالية	10
04	إسقاط الخيارات الحقيقية على خيار الشراء	12
05	أمثلة عن الخيارات الحقيقية	21
06	امتدادات وتعقيدات الخيارات الحقيقية	23
07	الخيارات الحقيقية في مشاريع استكشاف وإنتاج البترول (الصناعات الاستخراجية عموما)	42
08	إسقاط فرصة تطوير حقل للبترول على خيار الشراء	43
09	مفاهيم المخاطرة واللاتأكد	62
10	التناغم والتباين بين محفظة الأوراق المالية ومحفظة مشاريع استكشاف وإنتاج البترول	82
11	المصادر الأساسية لمخاطر مشاريع الاستكشاف والإنتاج البترولي	88
12	مخرجات تقييم المشروع الأول إنتاج مستقل	116
13	مخرجات تقييم المشروع الأول إنتاج بالتآزر	117
14	مخرجات تقييم المشروع المشروع الثاني بخيار معدل الكفاءة القصوى5% MER .	123
15	خيارات تطوير المشروع الثالث	125
16	مخرجات تقييم المشروع المشروع الثالث بخيار معدل الكفاءة القصوى بالتكسير MMUS$ 5% MER.	127
17	خيارات تطوير المشروع الرابع	129
18	مخرجات تقييم المشروع المشروع الرابع بخيار معدل الكفاءة MMUS$ القصوى بالتكسير 7.5% MER	131
19	مخرجات تقييم المشروع المشروع الخامس بخيار معدل الكفاءة القصوى 10% MER، MMUS$	134
20	قيمة المشاريع المدروسة بالخيارات (ذات أعلى قيمة)	136
21	مخرجات تحسين المحفظة	137

قائمة الأشكال

الرقم	عنوان الشكل	الصفحة
01	تطور الخيارات الحقيقية	23
02	العلاقة بين المرونة وعدم اليقين	27
03	تصنيف طرائق تقييم الخيارات الحقيقية.	28
04	الإطار المنهجي لنمذجة الخيارات الحقيقية	39
05	الاستكشاف والإنتاج كعملية خيارات حقيقية متسلسلة	40
06	رسم توضيحي لتصنيف الخيارات الحقيقية المطبقة في مشاريع الاستكشاف والإنتاج	41
07	بنية تكاليف حقل يحتوي على المحروقات	53
08	الفرق بين الموارد والاحتياطات والعلاقة بينهما	54
09	الاحتمال التراكمي لكميات المحروقات في الخزان	55
10	أشكال انحدار دالة الإنتاج	57
11	نظرية المحفظة الحديثة	72
12	الحد الكفؤ في تحليل المحفظة	73
13	المقارنة بين النماذج الأساسية لتحسين المحفظة	80
14	الترابط الإحصائي بين التدفقات النقدية لمشاريع المنبع	86
15	التكاليف التاريخية للمشروع الأول	113
16	تكاليف تطوير المشروع الأول حسب الخيارات المدرسة – توزيعات مثلثية–	114
17	إنتاج المشروع الأول للغاز الطبيعي و معدل الإتاوة المطبق –قانون القديم 05-07-	115
18	مسارات محتملة لأسعار الغاز الطبيعي معتمدة على عملية براون الهندسية	116
19	مدى تأثير النظام الجبائي على قيمة المشروع	118
20	التوزيع الاحتمالي لحصة الدولة وذلك لكل من القانونين القديم والجديد.	119
21	إنتاج التراكيب المشروع الأول	120
22	متوسط قيمة المشاريع بدلالة المسار والتبديل بين التراكيب	120
23	التكاليف الاستكشافية للمشروع الثاني	121
24	خيارات معدل الكفاءة القصوى لإنتاج البترول والغاز الطبيعي للمشروع الثاني	122

25	القيمة الحالية للمشروع الثاني خيار	**122**
26	الحد الاقتصادي للمشروع الثاني	**124**
27	كميات البترول المتواجد في الخزان المشروع الثالث	**125**
28	الفرق بين دالة إنتاج بالتكسير وبدون تكسير لنفس معدل الكفاءة القصوى 5%	**126**
29	مخطط بياني مبعثر توضيحي لاتخاد قرارات الاستثمار	**127**
30	التراكم الاحتمالي لقيمة المشروع الثالث بالتكسير القانون الجديد المضي قدما	**128**
31	تكاليف التطوير للمشروع الرابع بدلالة خياري الحفر ومعدل الكفاءة القصوى	**130**
32	التوزيع الاحتمالي لمدة الاسترداد للمشروع الرابع	**131**
33	الاحتمال التراكمي لصافي القيمة الحالية للمشروع الرابع	**132**
34	توزيع تكاليف تطوير المشروع الخامس MER 7.5%	**133**
35	دالة إنتاج البترول للمشروع الخامس MER 10% ومعدل الإتاوة القانون الجديد	**133**
36	التوزيع الاحتمالي لكل من مؤشر الربحية (أ) ومعدل العائد الداخلي (ب) للمشروع الخامس MER 10% القانون الجديد المضي فدما	**135**
37	الحد الكفؤ(ب) والتجزئي الخاص به (أ) للمشاريع المصحوبة بالخيارات الحقيقية	**136**
38	مقارنة الحد الكفء لمحفظة المشاريع المصحوبة بخيار، مع الحد الكفء لمحفظة المشاريع القانون الجديد الدورة الكاملة والحد الكفء لمحفظة المشاريع القانون القديم الدورة الكاملة .	**137**
39	حساسية المحفظة بدلالة التغير في كل من التذبذب والأسعار الابتدائية	**138**
40	نماذج أسعار البترول	**139**
41	حساسية المحفظة بدلالة نماذج الأسعار والحد الكفء لمحفظة المشاريع بعملية العودة للمتوسط	**140**
42	التوزيع الاحتمالي والاحتمال التراكمي لمحفظة المشاريع المصحوبة بالخيارات	**141**
43	التوزيعات الاحتمالية للأوزان الخمسة التوزيع الاحتمالي للمحفظة المثلى	**142**

قائمة المحتويات

الملخص: I

Abstract: II

الإهداء III

الشكر IV

قائمة المختصرات V

قائمة الجداول VI

قائمة الأشكال VIII

قائمة المحتويات IX

المقدمة العامة ..... أ

الفصل الأول:الخيارات الحقيقية وتحسين المحفظة لنشاط المنبع 1

المبحث الأول:أساسيات نظرية الخيارات الحقيقية 2

الخيارات المالية 3

الخيارات الحقيقية المفهوم والأساسيات 5

الخيارات الحقيقيّة، المرونة وعدم اليقين 26

طرق تقييم الخيارات الحقيقيّة 27

الإطار المنهجي لنمذجة الخيارات الحقيقيّة 36

الخيارات الحقيقيّة في مشاريع الاستكشاف والإنتاج البترولي 40

المبحث الثاني:مراحل و خصائص نشاط استكشاف وإنتاج البترول 47

مراحل استكشاف وإنتاج البترول 48

تكاليف مختلف مراحل الاستكشاف والإنتاج 52

مفهوم الإحتياكات والموارد 54

أسعار النّفط 58

المخاطرة واللاّتأكّد 61

المبحث الثالث:تحسين المحفظة الاستثمارية لمشاريع استكشاف إنتاج 65

أساسيات تحسين المحفظة الاستثمارية 61

المحفظة الاستثمارية لنشاطات استكشاف إنتاج 61

الفصل الثاني:الدراسات السابقة ومنهجية البحث.....89
المبحث الأول:الدراسات السابقة 90
الدّراسات السّابقة لنظريّة الخيارات الحقيقيّة 91
الدّراسات السّابقة لتحسين المحفظة 95
موقع الدّراسة من الدّراسات السّابقة 96
المبحث الثاني:منهجية البحث 98
تقدير الاحتياطي البترولي الاوّلي 99
تقدير الإنتاج البترولي 96
النّمذجة التّصادفيّة لأسعار البترول 100
النّمذجة التّصادفية التّكاليف التّشغيليّة: 100
نمذجة صافي القيمة الحاليّة 100
نمذجة النّظام الجبائي 101
التحسين التصادفي للمحفظة 107
الفصل الثالث: الدراسة التطبيقية 110
المبحث الأول: تحليل المشاريع الاستثمارية المبحوثة 111
الخاتمة 143
قائمة المراجع..... 151
الملاحق..... 158

المقدّمة العامّة

المقدّمة العامّة

تُعتبر القيمة الاقتصاديّة لمشاريع الاستكشاف والإنتاج حسّاسة للعديد من المتغيّرات العشوائيّة مثل أسعار النفط والنّفقات الرأسماليّة ، دالة الإنتاج، الجباية الاقتصاديّة... إلخ. تُعتبر أسعار النّفط المصدر الرّئيسي لعدم اليقين فيما يتعلّقُ بالعوامل المختلفة الّتي يمكن أن تؤثر عليها، سواء على المدى القصير مثل التّطاير، التّحكم في الإنتاج ،الموارد غير التقليديّة أو على المدى الطّويل مثل الجغرافيا السياسيّة والنّمو الاقتصادي العالمي. تُعتبر صناعة الاستكشاف والإنتاج استثمارًا لا رجعة فيه ونشاط محفوف بالمخاطر مخاطر اقتصادية، مخاطر جيولوجيّة، مخاطر البلد ، ويتميّز بأنّه نشاط دولي ، وكثافة رأسماليّة ، وربحيّة طويلة الأجل، ويتطلّب تكنولوجيا عاليّة، حساسّة للعوامل الاقتصاديّة الرّئيسيّة والأحداث السياسيّة. يواجه صنّاع القرار في شركات البترول في بعض الأحيان مجموعة كاملة من المشاريع المربحة ، وعلما بحدوديّة الموارد الماليّة للشركة، فإنّ صُنّاع القرار يواجهون صعوبات في اختيار أفضل مجموعة من المشاريع. الأساليب التّقليديّة المستخدمة في تقييم مشاريع الاستكشاف والإنتاج مثل صافي القيمة الحاليّة والتدفّقات النقديّة المخصومة وغيرها ، عادةً لا تأخذ في الاعتبار مفهومي المخاطر وعدم اليقين و لا مفهوم المرونة الإداريّة ما يجعل المعايير التّقليدية للتقييم الاقتصادي مثيرة للجدل، بجانب قصور استخدامها للتّحقق ممّا إذا كانت الحافظة الّتي تمّ الحصول عليها هي الأحسن. الهدف الرّئيسي وراء هذه الدّراسة هو توفير أداة لدعم اتّخاذ القرار باستخدام مزيج من نظريّة الخيارات الحقيقيّة وتحسين المحفظة الاستثماريّة استنادا على مبادئ المحاكاة والنمذجة لتحليل وتقييم مشاريع استكشاف وإنتاج البترول حقيقية. لا تأخُذ الطريقة الحاليّة في حساب مفهوم المخاطرة ، وعدم اليقين ، والمرونة الإدارية فقط ، ولكن يمكن أيضًا استخدامها لاختيار المحفظة المثلى. تُظهر نتائجنا الأوليّة أن استخدام تحليل الخيارات الحقيقيّة يزيد من قيمة المشروع ، نظرًا للمرونة الّتي يمكن دمجها في عمليّة اتّخاذ القرارات ، ويساعد استخدام أساليب تحسين المحفظة صنّاع القرار على اختيار أفضل مجموعة من المشاريع و مزيج من الخيارات الحقيقيّة وتحسين محفظة قد يقلّل من مخاطر المشروع.

أولا– مشكلة البحث

تعتبر مرحلة استكشاف وإنتاج المحروقات من أهمّ مراحل الصّناعة البترولية إذ تُعدّ حلقة مفتاحيّة تسمح للشّركات البترولية بتجديد مواردها من المحروقات والّتي تضمّن استمراريّة مزاولة الشّركات لنشاطاتها على المدى الطّويل، كما يُعتبر الاستكشاف والإنتاج البترولي من أكثر الصّناعات عرضة للمخاطر وحالات عدم اليقين (خطر جيولوجي، خطر اقتصادي، خطر سياسي، خطر مالي) بحيث أنّ

القيمة الاقتصاديّة لمشاريع الاستكشاف والإنتاج تتأثّر بعدّة عوامل مثل : أسعار البترول، النفقات التّشغيلية، الإنفاق الرّأسمالي، معدّل الإنتاج ، كميّة و نوعيّة البترول، و في سياق متّصل، يصبح اتّخاذ قرار الاستثمار من عدمه تحدٍّ أمام الشّركات البترولية بخاصّة في بيئة مليئة بالمخاطر تسودها حالات عدم اليقين، و بالتّالي تبقى المعايير الاقتصاديّة التّقليدية لاختيار المشاريع محلَّ جدلٍ واسعٍ بَيْدَ أنّها لا تأخذ بعين الاعتبار مفهوم الخطر، التّأثير المتبادل بين المشاريع وكذا المرونة الإداريّة، ونظرا لحقيقة محدوديّة الموارد المالية يواجه صانعو القرار في شركات البترول مجموعة كاملة من المشاكل مشاريع مُربحة، فإنّها تُواجه صعوبات في اختيار أفضل مجموعة من المشاريع، وبما أنّ المناهج التقليديّة المستخدمة في تقييم مشاريع الاستكشاف والإنتاج مثل صافي القيمة الحاليّة (NPV) أدوات دعم القرار المستندة على تقييم التدفّقات النقديّة للاستثمارات البترولية (DCF) وغيرها ، لا تأخذ عادةً في الحسبان مفهوم عدم اليقين، ولا المرونة الإدارية ما يجعل من معايير التقييم الاقتصادي التقليديّة مثيرة للجدل وإلى جانب محدوديّتها تحديد الحقيبة المثلى للمشاريع الاستثمارية.

بناء على ما سبق يمكننا طرح التّساؤل الآتي:

ما هي الإسهامات الّتي من الممكن أن تقدّمها كل من مقاربة الخيارات الحقيقيّة والتّحسين العشوائي للمحفظة لدعم قرارات الاستثمار في الشّركات البترولية ؟

ثانيا-الأسئلة الفرعيّة

- هل تختلف القيمة الاقتصاديّة لمشاريع الاستكشاف والإنتاج البترولي باختلاف عدد ونوعيّة الخيارات المُلحقة بكلّ مشروع؟
- هل قيمة المشروع الناتجة عن استخدام مقاربة صافي القيمة الحالية تختلف عن قيمة نفس المشروع وفقا لمقاربة الخيارات الحقيقية؟
- هل تتأثر القيمة الاقتصادية لمشاريع الاستكشاف والانتاج البترولي بحسب الجباية البترولية المطبقة؟
- هل تطبيق الجباية البترولية الصادرة في قانون المحروقات 13-19 يؤثّر على احتمالية قبول المشروع مقارنة بالقانون 07-05؟
- هل توجد فروقات معنويّة بين درجة المخاطرة للمشروع الاستثماري المقيّم وفقا لمقاربة صافي القيمة الحالية ودرجة المخاطرة لنفس المشروع وفقا لمقاربة صافي القيمة الحالية؟

- هل يمكن للمنهج الاحتمالي لتحسين المحفظة دراسة وتحديد التّوزيع الاحتمالي لبعض المسارات الممكنة في نظر صنّاع القرار ما يساهم في توضيح حالة عدم اليقين المحيطة بالمشاريع مقارنة بالمنهج الحتمي؟

ثالثا- الفرضيّات :

- توجد فروقات في قيمة مشاريع الاستكشاف والإنتاج البترولي الاقتصاديّة في حالة انتهاج مقاربة الخيارات الحقيقيّة مقارنة قيمة نفس المشروع عند استخدام مقاربة صافي القيمة الحاليّة.
- توجد فروقات في درجة مخاطرة مشاريع استكشاف وإنتاج في حالة استخدام مقاربة الخيارات الحقيقيّة مقارنة بمقاربة صافي القيمة الحاليّة.
- توجد فروقات بين قيمة ومخاطرة محافظ مشاريع استكشاف وإنتاج البترول في حالة استخدام الخيارات الحقيقيّة في تقييم المشاريع وقيمة ومخاطرة محافظ مشاريع استكشاف وإنتاج البترول مقارنة باستخدام مقاربة صافي القيمة الحاليّة.

رابعا- مبرّرات اختيار الموضوع:

توجد عدّة أسباب دفعت بنا لاختيار هذا الموضوع تحديدا دون غيره من المواضيع الممكن اختيارها حينها:

- قلة الدراسات المتعلّقة بالخيارات الحقيقيّة محليا وعربيّا وشبه انعدام دراسات تدمج كل من الخيارات الحقيقيّة والتّحسين التّصادفي للمحفظة خصوصا في مجال الطاقة وتحديدا في مرحلة استكشاف وإنتاج البترول.
- عدم انتهاج الشّركات النّاشطة في المجال لكل من مقاربة الخيارات الحقيقيّة والتّحسين التّصادفي للمحفظة وخاصّة الشّركات الوطنيّة والّتي مازالت تنتهج المقاربات التّقليديّة.
- محاولة تقديم نموذج خاص ومتكامل مخصّص للشّركات النّاشطة في الصّناعة البترولية والنّشاطات المماثلة لها وذلك بهدف تعزيز أدوات صنع القرار المتاحة من جهة وتقليل اعتماد استشارات أجنبيّة من جهة أخرى.

خامسا- أهميّة البحث:

تكمن أهميّة البحث في تسليط الضّوء على مقاربة الخيارات الحقيقيّة وتطبيقها في مجال استكشاف وإنتاج المحروقات، ومدى فاعليّة هذه المقاربة في تقييم المشاريع الاستثماريّة مقارنة بالطرائق التّقليدية لتقييم المشاريع الاستثماريّة والّتي تبقى محلّ جدل لعدم أخدها مفهومي الخطر والمرونة الإداريّة.

سادسا- أهداف البحث:

بهدف تقييم المشاريع الاستثماريّة مع مراعاة كلّ من المرونة الإداريّة، المخاطر وحالات عدم اليقين وكذلك مواجهة ديناميكية الأسواق والبيئة الّتي تعمل في أطرها الشركات البترولية قمنا باستخدام مقاربة الخيارات الحقيقيّة لغرض تقييم مشاريع الاستكشاف والإنتاج البترولي وإلحاق تحسين المحفظة الاستثماريّة بها لتحديد المحفظة المثلى مع مراعات العوائق والقيود التي تواجهها الشّركة وتحقيق أكبر عائد مع تقليل المخاطر النّاجمة عن عدم اليقين من جهة وترويض عدم اليقين باستغلال الجانب الإيجابي منه بفضل تطبيق الخيارات الحقيقيّة من جهة أخرى.

سابعا- حدود الدّراسة :

تمحورت الدّراسة النّظريّة حول كلّ من مقاربة الخيارات الحقيقيّة والتّحسين التّصادفي للمحفظة في مجال استكشاف ولإنتاج المحروقات، متسعرضين الخيارات الحقيقية القاعديّة وأهمّ المجالات الّتي من الممكن تطبيق المقاربة، بالإضافة إلى أهمّ الطّرائق والنّماذج المستخدمة في تقييم الخيارات الحقيقيّة، كمااستعرضنا أهمّ النّماذج الحتميّة لتحسين المحفظة الاستثماريّة، وتطرّقنا أيضا إلى أحد النّماذج التّصادفية لتحسين المحفظة الاستثماريّة لمشاريع استكشاف وإنتاج المحروقات.

أمّا بالنسبة للجوانب التّطبيقية فقد تمحور أساسا على تطبيق المنهجيّة المقدّمة في الأطروحة لتقييم مشاريع حقيقية لاستكشاف وإنتاج المحروقات تابعة للشّركة الوطنية سوناطراك (SONATRACH).

ثامنا- أساليب جمع البيانات ومنهج الدّراسة:

اعتمد الباحث المنهج التّحليلي كمنهج دراسة، أما بالنّسبة لأساليب جمع البيانات فكان هناك شقّين أساسيين، جانب نظري والذي اعتمدنا فيه المصادر الأجنبية والتي ساهمت أساسا في انجاز الشقّ النظري، أمّا بالنّسبة للبيانات المخصّصة للجانب التّطبيقي فكانت بيانات خاصة بالشّركة الوطنيّة SONATRACH نتيجة تربّص دام ستّة أشهر وهي بيانات خاصّة بعقود استكشاف واستغلال لبعض المشاريع التي يتمّ دراستها حاليا من قبل المجمع وقد تعذّر علينا ذكر المشاريع لسريّة المعطيات.

تاسعا - هيكل البحث:

لأجل الوصول إلى مبتغى الدّراسة المتمثّل في تحديد الإسهامات الّتي يمكن أن تقدّمها كل مقاربة الخيارات الحقيقة والتّحسين العشوائي للمحفظة في تقييم مشاريع استكشاف وإنتاج البترول الاستثمارية ، قمنا بهيكلة البحث إلى ثلاثة فصول أساسيّة، حيث جاء الفصل الأول كإطار نظري لعرض المفاهيم

الأساسيّة حيثُ تمّ تقسيمه إلى ثلاثة مباحث أساسيّة، كان المبحث الأوّل مخصّصا لدراسة أساسيّات الخيرات الحقيقيّة، أهمّ أنواعها و كذا تبيان أهمّ الطرائق المتّبعة في تقييم هذه الخيارات، كما جاء في المبحث الثاني لتوضيح لأهمّ مراحل وخصائص نشاط الاستكشاف و الإنتاج البترولي ، أمّا بالنّسبة للمبحث الثّالث والأخير في الفصل الأوّل فقد تناولنا فيه تحسين المحفظة الاستثماريّة لمشاريع استكشاف وإنتاج المحروقات، يلي الفصل الأول فصلا مخصّصا للدّراسات السّابقة ومنهجية البحث والذي تناولنا فيه أهمّ الدّراسات السّابقة وموقعُ الدّراسة الحاليّة من الدّراسات السّابقة كما بيّنا المخطّط الأساسي لمنهجيّة البحث المتّبعة بغرض تطبيق النّموذج المقدّم لتقييم مشاريع استكشاف وإنتاج البترول، و جاء الفصل الثّالث للدّراسة التّطبيقة والّذي يحتوي على مبحث لتحليل المشاريع الاستثماريّة المبحوثة ولمناقشة النّتائج، أمّا بالنسبة للمبحث الثاني فقد خصصناه للاستنتاجات والتّوصيات مع إتمام العمل بخاتمة تحوصل أعمدة الأطروحة.

عاشرا- صعوبات الدّراسة:

في طريقنا لإنجاز هذه الأطروحة واجه الباحث صعوبات كان أهمّها:

- صعوبة الحصول على تربّص للحصول على المعلومات الخاصّة بالجانب التّطبيقي والتي تعتبرها أغلب الشركات، المعطيات المراد تحصيلها، سريّة واستراتيجيّة.
- نُدرة الدّراسات العربيّة في الموضوع أو شبه انعدامها على المستوى المحلّي ما أسفر عن هذه الأطروحة والتي تعتبر الوحيدة (محليا) وهي أيضا قيمة مضافة للّغة العربية والقارئ العربي حيث كانت نتيجة جهد ومحاولات ترجمة من عدّة لغات تطرّقت لهذا الموضوع.
- صعوبة الحصول على البرامج المخصّصة لتقييم الخيارات الحقيقيّة والتّحسين العشوائي للمحفظة كون هذه البرامج مكلّفة جدا من ناحية ومن النّاحية الثانية فإنّ مدّة النّسخة التّجريبية تعادل أسبوعين فقط، بالإضافة إلى كونها برامج عامة لا تتيح للباحث مرونة النّمذجة ما أدّى بنا إلى اعتماد لغة الماتلاب (MATLAB 2018) لتحرير برامج خوارزميّة لنمذجة خاصّة بطبيعة الدّراسة والميدان (مشاريع استكشاف وإنتاج المحروقات).
- ندرة الملتقيات الوطنيّة الّتي تتطرّق لهكذا مواضيع، وتسعيرات باهظة بالنسبة للملتقيات الدّولية المتخصّصة في الموضوع، ما كان سببا في عدم مناقشة فعّالة للنّموذج من قبل مختصّين.

الفصل الأوّل:

الخيارات الحقيقية و تحسين المحفظة لنشاط المنبع

المبحث الأوّل:

أساسيّات نظريّة الخيارات الحقيقيّة

قدّمت أبحاث الخيارات الحقيقيّة مساهمات كبيرة في كلّ من الاقتصاد المالي والإدارة الاستراتيجيّة من خلال تطوير منهج جديد لإدارة الاستثمارات يشتمل على مرونة اتخاذ القرار في ظل ظروف تعج بحالات عدم اليقين وديناميكية الأسواق العالمية (Ragozzino, Reuer, & Trigeorgis, 2016)، و قد ساعدت أعمال كل من (McDonald & Siegel, 1986; Pindyck, 1988; Trigeorgis, 1986); في إنشاء و التأسيس لنظريّة الخيارات الحقيقيّة كمنهج جديد في صناعة القرار و تقييم الأصول الحقيقية (Real Asset)، والخيارات الحقيقيّة كما يدلّ اسمها تستخدم لتقييم الموجودات المادية أو الحقيقية (Physical or Real Assets) على عكس الخيارات الماليّة التي تتعامل مع الموجودات الماليّة أو الأسهم و السّندات، كما يمكن تفسير كلّ من المرونة الإداريّة و التشغيلية الكامنة في الأصول الحقيقيّة على أنّها خيارات حقيقيّة (Augier & Teece, 2018)، و هي تعدّ أحد البدائل الممكنة للطرائق الشائعة في تقييم المشروعات الاستثماريّة في الموجودات الحقيقيّة المعتمدة على خصم التدفّقات النقدية (Discounted Cash flows) وقد كان مايرز (S. C. Myers, 1977) أول من صاغ مصطلح "الخيارات الحقيقة" (Real Options) لوصف فرص نمو الشركة الّتي يمكن رؤيتها كخيارات، حيث توفر نظريّة الخيارات الحقيقيّة مجموعة من الأدوات التّحليلية و الاستدلاليّة لتقييم و التّعامل مع عدم اليقين الذي تعرفه القرارات الاستراتيجية (Tong & Reuer, 2007).

1-الخيارات المالية :

تعتبر عقود الخيارات من أهم التطبيقات في نظرية المشتقات المالية، حيث تعدّ أحد أهم الوسائل الفعّالة في الأسواق المالية، إذ أنّها لا تمثّل فقط وسيلة استثماريّة يمكن الاستفادة منها اعتمادا على بيع وشراء عقد الخيار والاستفادة من الفارق بسعر التنفيذ وسعر السوق ولكنّها تعد وسيلة فعّالة في التحوّط وتحديد المخاطرة الناتجة عن التقلبات التي قد تشهدها السوق (Hillier, Grinblatt, & Titman, 2011)

عرّف المنظّرون عقود الخيارات الماليّة على أنّه عقد يمنح حامله الحق (وليس الإلزام) في شراء (Call Option)أو البيع (Put Option) الأصل الأساسي (Underlying Asset) بسعر محدّد سلفا يسمى بسعر التّنفيذ (Exercise or Strike Price) في وقت محدّد يسمى بتاريخ الانقضاء أو مدة الاستحقاق (Time to Maturity or Time to Expiration of the Option) حيث أنّه إذا كان بإمكان مالك الخيار ممارسة حقّه في شراء أو بيع الأصل الأساسي فقط عند الاستحقاق فإن الخيار يسمّى الخيار الأوروبي (European option) أمّا إذا كان بإمكان المالك ممارسة حقّه في شراء أو بيع

الأصل الأساسي أثناء أو قبل تاريخ الانقضاء فحينها يسمّى الخيار بالخيار الأمريكي (American option) (Zhang, 1997) حيث حدّد (Kariya & Liu, 2003) ستّة عوامل أساسيّة تؤثّر على سعر الخيار وهي كالآتي:

1-السعر الحالي للسهم S0 (Current Stock price) ;

2-سعر التّنفيذ K (The Strike Price);

3- تاريخ الانقضاء T (The Time of Expiration);

4-التقلّب في سعر السهم σ (The Volatility);

5-سعر الفائدة الخالي من المخاطرة r (The Risk-free Interest Rate);

6-الأرباح الموزعة خلال فترة حياة الخيار D (Dividents) .

الجدول(01): التغيّر في قيمة كل من خياري الشراء والبيع بدلالة العوامل المؤثرة على قيمة الخيار			
العوامل المؤثرّة على قيمة الخيار	التغيّر	قيمة خيار شراء	قيمة خيار بيع
سعر الأصل الأساسي	(+)	(+)	(-)
سعر التّنفيذ	(+)	(-)	(+)
تاريخ أو مدّة الإستحقاق	(+)	(+)	(+)
التقلّب (الإنحراف المعياري)	(+)	(+)	(+)
سعر الفائدة الخالي من المخاطرة	(+)	(+)	(-)
المصدر: من اعداد الباحث اعتمادا على معادلة Black and Scholes.			

وقد تمّ تصنيف الخيارات على حسب العملية (من بيع وشراء) أو إلى تاريخ تنفيذها (أمريكي أو أوروبي) أو بالنسبة لمعهوديتها (الخيارات المعهودة و الّتي تعرف بخيارات فانيلا Pain Vanilla Options، و كذا الخيارات العجيبة أو غير العاديّة Exotic Options) حيث تختلف خيارات فانيلا عن الخيارات العجيبة على الأقّل في أحد العوامل الستّ المذكورة أعلاه.

تتواجد الخيارات منذ حوالي نصف قرن من الزّمن حيث كان افتتاح بورصة شيكاغو للخيارات الماليّة (Chicago Board Options Exchange) في أكتوبر 1973 دفعة قويّة للانتشار الواسع لمعاملات الخيارات الماليّة و خاصّة الجيل الأوّل و الذي يعرف بالخيارات العاديّة (Plain Vanilla, First-generation, Standared Options) وتشمل كل من الخيار الامريكي و الخيار الأوروبي، ومع زيادة التّعاملات و محدوديّة مرونة خيارات الجيل الأوّل ظهر جيل ثان يعرف عادة بالخيارات غير

العاديّة (Second-generation, Tailored or Exotic Oprions) حيث أنّ كل نوع من أنواع خيارات هذا الجيل يلبّي غرضا خاصّا به، حيث يمكن تصنيفها كما يلي :القسم الاوّل هو قسم الخيارات المعتمدة على مسار أسعار الأصل(Path-dependent Options) و التي تتفرّع منها من الخيارات الآسيويّة (Asian Options) حيث يعتمد مردود الخيار على متوسّط قيمة الأصل الأساسي خلال فترة زمنيّة ماقبل انتهاء الصلاحيّة وهنالك عدّة طرق لحساب متوسّط قيمة الاصل أما الفرع الثاني من هذا النّوع من الخيارات فهو خيار العتبة (Barrier Option) وقد ينجم عن هذا الخيار ما يمكن أن يفوق 192 مجموعة حيث يتفرع بين الدّخول و الخروج (Knock -in-out) والعتبة عليا أو دنيا (Up– Down) وكذا كون الخيار أمريكي، أوروبي أو برمودي[1]، و نوع الخيار شراء أم بيع إلخ ، حيث أن هذا النوّع من الخيارات يشابه الخيارات من الجيل الأوّل و لكنّه يبدأ الخيار (Knock–in) أو ينتهي (Knock-out) حينما تجتاز قيمة الأصل العتبة المحددّة سالفا سواء كانت دنيا أو عليا أو كلاهما و هو ما يعرف بالخيارات مزدوجة العتبة (Double Barrier Option) أما الفرع الأخير من خيارات المعتمدة على مسار الأسعار هي خيار الرّجوع للوراء (Lookback Option) لها مردود يعتمد على الحدّ الأدنى أو الحدّ الأقصى المحقّق للأصل الأساسي خلال فترة محدّدة ، أما النّوع الثاني من الخيارات الغريبة فهي خيارات الإرتباط (Correlation or Multi- Asset Options) و الّتي تتفرّع في حد ذاتها إلى أربعة فروع هي خيار التّبادل (Exchange Option) ، خيار الأسهم الأجنبيّة (Foreign-equity Option)، خيارا سعر الصرف المضمون (Quanto option) وخيار الهامش (Spread Option) بينما تتضمّن المجموعة الأخيرة مجموعة من الخيارات الغريبة الّتي لا يمكن تصنيفها ضمن الفئات السّابقة و على وجه التّحديد تضمّ هذه المجموعة الخيارات الرّقمية(Digital Option)الخيارات المركّبة (Compound Option)، الخيارات الهجينة (Hybrid Option) ...إلخ0 .

2-الخيارات الحقيقية المفهوم و الأساسيات :

يوفّر الإقتصاد الجديد تحدّيا حقيقيّا لصنّاع القرار في الشّركات حيث شهدت بيئة الأعمال في العقود الأخيرة تحوّلا كبيرا نجم عنه ديناميكيّة الأسواق، حالات عدم اليقين و مخاطرة عاليّة، ما جعل من المرونة الإداريّة شيئا أساسيّا للمنظّمات للاستجابة بشكل فعّال للتغيّرات التكنولوجيّة ، تحرّكات المنافس ، القدرة على تمييز أفضل فرص الإستثمارات المستقبليّة و الحدّ من الخسائر التي قد تنجم عن التطوّرات غير المتوقّعة للسوق ، مما ترتّب عنه اعتماد الشركات على التوقّعات المستقبليّة بدلا من الطرائق التقليديّة في تقييم الموجودات، ما أدى إلى ظهور الخيارات الحقيقيّة كمقاربة جديدة لتقييم الأصول

[1]-اخيار برمودا هو خيار هجين بين الخيار الأمريكي و الخيار الأوروبي حيث يكمن الفرق في أن هذا العقد لايمكن ممارسته إلا في تواريخ محددة مسبقا، غالبا ماتكون في يوم معين من كل شهر وقد سمي برمودا نسبة لموقع برمودا بين القارتين الأمريكية والأوروبية.

الحقيقيّة نابعة من الخيارات الماليّة، كما تعتبر الخيارات الحقيقيّة طريقة بديلة و مكمّلة في آن واحد للطرائق التقليديّة في تقييم الاستثمارات الإستراتيجية ذات المخاطر العاليّة و عدم اليقين و كذا القرارات التي لايمكن عكس مسارها (Irreversible) وتأخذ المرونة الإداريّة بعين الإعتبار ، ونتيجة لما تتميّز به صناعة الطاقة كان هذا المجال خصبا بتطبيق الخيارات الحقيقيّة فيه، حيث أن بداية استخدام هذه المقاربة كانت لتقييم مشاريع الموارد الطبيعية و بالخصوص مشاريع استكشاف و إنتاج البترول(He, 2007; Mun, 2002; Rózsa, 2016; Trigeorgis, 2001).

من غير الواضح من كان الباحث الأوّل الذي قام بترويج صافي القيمة الحاليّة (Net Present Value) بشكل فعاّل كقاعدة لقرارات الاستثمار. أحد الاحتمالات التي تمّت مناقشتها (Poitras, 2006) هو كتاب إرفنج فيشر (Fisher, 1930) والّذي تمّ نشره لأوّل مرّة في عام 1907 وتمّ إصداره مرّة أخرى بعد تنقيحه وتمديده بشكل كبير عام 1930 باسم The Theory of Interest. بعد مرور أكثر من مائة عام من مساهمة فيشر في طرح صافي القيمة الحاليّة لتحليل فائدة الاستثمارات , والّتي تعدّ منهجيّة نمطيّة تستخدمها الشركات لتقييم استثمار المشروع والّتي لم تعدّ ملائمة لبيئة الأعمال الحاليّة و قد أشار كل من (M. J. Brennan & E. S. Schwartz, 1985; M. J. Brennan & E. S. J. J. o. b. Schwartz, 1985; Kester, 1984, 1986; McDonald & Siegel, 1986; S. C. J. I. Myers, 1984; Trigeorgis, 1993a) . إلى أن نمذجة NPV تتجاهل قيمة مرونة الاستثمار في الأصول الحقيقية، حيث يحدّد الجدول التّالي محدوديّة و محاسن الطرائق التقليدية المعتمدة على خصم التدفقّات النقديّة، تنبع أهم عيوب الطّرائق المبنيّة على خصم التدفّقات النقديّة عن الفرق الكامن بين واقع بيئة الأعمال والفرضيات التي تعتمدها الطرائق التّقليدية، حيث ينبغي لصانع القرار الذي يستخدم الطرائق المعتمدة على خصم التدفّقات النقدّية أن يكون على دراية بأهم مشكلات و عيوب هذه الطرائق، و كما لهذه الطرائق عيوب فإنها تتميّز ببعض المحاسن.

يبين الجدول (02) أهم عيوب و الفروقات بين الواقع والفرضيآت الّتي تقوم عليها طرائق خصم التّدفّقات النقديّة، في مثل هذا العالم المتقلّب ، قد يؤدي استخدام نماذج حتميّة (Deterministic Models)مثل خصم التدفقّات النقديّة إلى التّقليل بشكل كبير من قيمة مشروع معيّن. يفترض نموذج خصم التدفّقات النقديّة الحتميّة في البداية أن جميع النّتائج المستقبليّة ثابتة. إذا كان هذا هو الحال ، فسيتمّ تحديد نموذج خصم التدفّقات النقدّية بشكل صحيح لأنّه لن يكون هناك أي تقلّبات في ظروف العمل من شأنها أن تغيّر قيمة مشروع معيّن. في جوهرها ، لن يكون هناك أي قيمة في المرونة. ومع ذلك ، فإن بيئة العمل الفعليّة تتّسم بدرجة عاليّة من التقلّب، وإذا كانت الإدارة تتمتّع بالمرونة لإجراء

تغييرات مناسبة عندما تختلف الظروف ، فهناك بالفعل قيمة في المرونة ، وهي قيمة سيتم الاستهانة بها بشكل كبير باستخدام نموذج خصم التدفقات النقديّة.

الجدول(02): عيوب طرائق خصم التدفّقات النقديّة: الفرضيات مقابل الواقع

عيوب طرائق خصم التدفّقات النقديّة		مزايا خصم التدفقّات النقديّة
فرضيات طرائق خصم التدفّقات النقديّة	الواقع	
○ يتمّ اتّخاذ القرار في الحين، كما تفترض ثبوت التدفّقات النّقدية المستقبلية. ○ تفرض أن المشاريع هي شركات صغيرة ○ بمجرد انطلاق المشروع تتمّ ادارة المشروعات بشكل تلقائي (passively). ○ التدفّقات النقديّة المستقبليّة حتمية وقابلة للتنبؤ. ○ معدّل الخصم المستخدم في المشروع هو تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال، والّتي تتناسب مع المخاطر غير القابلة للتنويع. ○ يعبر معدل الخصم عن مجمل المخاطر. ○ تنعكس جميع العوامل الّتي يمكن أن تؤثّر على نتائج المشروع والقيمة في نموذج DCF من خلال كل من صافي القيمة الحاليّة و NPV أو معدل العائد الدّاخلي	○ عدم اليقين والتبايّن في النتّائج المستقبليّة. لا يتمّ اتّخاذ جميع القرارات الاستثمارين في الحين حيث قد يتمّ تأجيل بعضها إلى المستقبل بعدما يتمّ تجميع المعلومات الكافيّة لتجاوز حالة عدم اليقين. ○ مع إدراج كلّ من آثار الرّبط الشبكي، التنويع، التأثير المتبادل بين المشاريع والتعاوّن (Synergy)، تعدّ الشّركات مجموعة من المشاريع (محفظة مشاريع)، حيث لا يمكن تقييم المشروعات على أنّها تدفّقات نقديّة قائمة ذاتها (منعزلة عن باقي المشاريع) ○ عادةً ما تتمّ إدارة المشروعات بشكل نشط(actively) من خلال دورة حياة المشروع ، بما في ذلك نقاط المراجعة و الرقابة وقرارات الخيارات وقيود الميزانيةّ ، وما إلى ذلك. ○ قد يكون من الصعب تقدير التدفّقات النقديّة المستقبليّة لأنّها عادة ما تكون عشوائيّة ومحفوفة بالمخاطر. ○ هناك العديد من مصادر مخاطر ذات الخصائص المختلفة، وبعضها يمكن تقليله من خلال تنويع محفظة المشاريع. ○ يمكن أن تتغيّر مخاطر الشّركات والمشروعات أثناء المشروع.	○ معايير قرار واضحة تتّسق مع جميع المشروعات. ○ نفس النّتائج لجميع المستثمرين دون الأخذ بعين الاعتبار تفضيلات المخاطرة (Risk Preferences). ○ طرائق كميّة، ذات مستوى لائق من الدّقة و تأخذ مفهوم العقلانيّة بعين الإعتبار. ○ ليست عرضة للاتفاقيات المحاسبية (الاهتلاك ، وتقييم المخزون). ○ تعتمد على كل من القيمة الزمنية للنقود و هياكل المخاطرة الاساسيّة. ○ بسيطة ومقبولة نسبيّا في تطبيقها كما أنّها تدرس على نطاق واسع. ○ قرار يعتمد على الفرق بين التدفّقات النقديّة الموجبة و التكاليف.

IRR. ○ يتمّ عادة إهمال العوامل غير القابلة للقياس ،غير الملموسة و غير المعروفة	○ بسبب تعقيد المشروع وما يعرف بالعوامل الخارجيّة ، قد يكون من الصّعب أو المستحيل تحديد جميع العوامل المتحكمة في تدرّج التدفّقات النقديّة. ○ تحتوي كلّ من الأصول غير الملموسة و نوعيّة الموقع الاستراتيجي على منافع هامّة أيضا.	

من اعداد الباحث اعتمادا على المصدر: Mun, J. (2006). Real options and Monte Carlo simulation versus traditional DCF valuation in layman's terms. In Managing Enterprise Risk (pp. 75-106). Elsevier Science Ltd. صفحة:78-79.

ابتكر الاقتصاديون الماليون (Black & Scholes, 1973; Cox, Ross, & Rubinstein, 1979; Merton, 1973) صيغة لتقييم الخيار المالي وقد فتحت منهجيتهم للبحوث اللاّحقة آفاق واسعة لتسعير الأصول الماليّة ومهّدت الطريق لتطوير نظريّة الخيارات الحقيقيةّ (Tong & Reuer, 2007) بمعنى ضيّق ، نهج الخيارات الحقيقيّة هو امتداد نظريةّ الخيار المالي لتشمل خيارات الأصول الحقيقيّة (غير الماليّة). بينما يتمّ تفصيل الخيارات الماليّة في العقد ، يجب تحديد الخيارات الحقيقيّة المضمّنة في الاستثمارات الاستراتيجيّة، بدأ الاهتمام المبدئي بالخيارات الحقيقيّة في مجال الإدارة الاستراتيجية في الظهور في أوائل الثمانينيات من القرن الماضي عندما عبّر باحثو الإدارة لأول مرّة عن عدم رضاهم عن التقنيات الماليّة التقليديّة مثل نهج القيمة الحاليةّ الصافية (Net Present Value) في تخصيص الموارد وصنع القرار الاستراتيجي (Garvin & Hayes, 1982) يتطلّب الانتقال من الخيارات المالية إلى الخيارات الحقيقية طريقة تفكير، رؤية وفلسفة خاصّة ، طريقة تجلّب خصائص الأسواق الماليّة إلى قرارات الاستثمار الاستراتيجية الدّاخلية (Amram & Kulatilaka, 1998).

2-1 مفهوم الخيارات الحقيقية :

أشار (Savolainen, 2016) أن هنالك تعريف كلاسيكي للخيارات الحقيقيّة و هو الحقّ وليس الإلتزام باتخاد مبادرات أو قرارات متعلّقة و مرتبطة بالأصول الحقيقيّة او ضمنية فيها أما التّعريف الأشمل هو أن الخيارات الحقيقيّة تشير إلى تطبيق فكرة " نظرة للعالم قائمة في فلسفتها على الخيارات"

كما تشير أيضا إلى أنّ التّقييم بالخيارات الحقيقيّة يعني تطبيق تقنيّات الخيارات لتقييم الاستثمارات الحقيقيّة أو الملموسة، و عادة ما يستعمل الأكاديميين مصطلحي "تحليل الخيارات الحقيقيّة" (Real Options Analysis –ROA-) و"تقييم الخيارات الحقيقيّة" (Real Options Valuation-ROV) كمترادفين في الأدبيات الأكاديمية، و وفقا لـ (Kogut & Kulatilaka, 2001) فإن الخيار الحقيقي هو الاستثمار في الأصول الماديّة أو البشريةّ التي توفّر الفرصة للاستجابة للأحداث الطارئة في المستقبل، يمكن تفسير جميع مواطن المرونة الإدارية والتشغيلية المضمنة في الأصول والخصوم غير المالية (الحقيقيّة) على أنّها خيارات حقيقيةّ، كما توفّر نظرية الخيارات الحقيقيّة مجموعة من الأدوات التحليليّة والاستدلال لتقييم ومعالجة عدم اليقين الّذي يسود القرارات الاستراتيجيّة (Tong & Reuer, 2007).

وقد أشار (Trigeorgis, 1996) فإنّ قيمة الأصل هي القيمة الحاليّة الصافيّة للتدفّقات النذقدية المتوقعة بالإضافة إلى القيمة (الإيجابية أو السّلبية) لجميع الخيارات الحقيقيّة (الاستراتيجية) المتعلّقة بها والّتي يمكن التّعبير عنها بالمعادلة الرياضيّة الموالية:

$$Extended(or\ Strategic)NPV = Passive\ NPV + Option\ Premium(ROV)(Flexibilty\ Value + Strategic\ Value) \quad (01)$$

توضّح المعادلة (01) أنّ القيمة الحقيقيّة للمشروع هي مجموع القيمة الصّافية الحاليّة التّقليدية و قيمة الخيارات الكامنة في المشروع و الّتي قد تكون قيمة استراتيجيّة أو قيمة نابعة من المرونة الّتي يمكن التّحلي بها قبل أوخلال فترة حياة المشروع.

2-2 الخيارات الحقيقية والخيارات الماليّة : التّباين والتناغم.

قد اشترك المنظّرون والباحثون في تعريفهم للخيارات الحقيقيّة على أنّها مقاربة نابعة في فلسفتها من الخيارات الماليّة موجهة لتقييم الأصول غير الماليّة و تعتمد في ذلك على مجموعة من الأدوات التحليلية لتقدير قيمة المرونة الإداريّة من خلال معالجة حالات عدم اليقين و توضيح مدى تأثّر المشروع بالعوامل سواء كانت داخليّة أم خارجيّة و كذا محاولة تقدير قيمة المشروع بعد إلحاق المرونة الإداريّة بعملية صنع القرار، و لكن تبقى نمذجة الخيارات الحقيقيّة رهينة طبيعة و نوع نشاطات الشركة أي أنّ طبيعة المشروع و بيئة الأعمال هي من تحدّد نوعا ما الخيارات المتاحة الممكن دراستها و لذلك تتعدّد النماذج بتعدد الحالات ومجالات التّطبيق، حيث أنّ تطبيق الخيارات الحقيقيّة في مجال الطّاقة يشترك في تطبيقها مع المجالات الأخرى من حيث الفلسفة ويختلف معها في النمّوذج. وفي ظلّ الإمكانات المتاحة أمام صنّاع القرار لا يمكن تقدير قيمة المشروع بدقّة و خاصّة المشروعات طويلة الأمد و نخص منها مشاريع الطّاقة حيث لا يمكن التّنبؤ بكلّ المتغيّرات المؤثرّة على المشروع سواء كانت داخل الشّركة (Endogenous) أو خارجها (Exogenous) ممّا يجعل من عمليةّ التّنبؤ الدّقيق بقيمة المشروع تبقى

مستحيلة في ظلّ الإمكانات الحاليّة و هذا ما يجعل الفلسفة القائمة عليها نظريّة الخيارات الحقيقيّة و التي تقوم على فكرة أنّ حالات عدم اليقين قد تضيف قيمة إيجابيّة للمشروع مادامت المرونة الاستثماريّة ملحقة بعمليّة صنع القرار أي التعّامل مع حالات اليقين بجانبيها السّلبي و هو ماقد يعرف بالخطر أو المخاطرة و الّتي يمكن الحدّ منها بأحد الخيارات المتاحة و اغتنام الجانب الإيجابي لحالات عدم اليقين لتعظيم قيمة المشروع أو الأصل.

غالبًا ما يتمّ تصنيف الخيارات الحقيقيّة وفقًا للمرونة الّتي توفرها للمستخدمين. تشمل البدائل الأكثر شيوعًا خيار الانتظار ، خيار التخلي ، خيار تغيير مقياس الّتشغيل (على سبيل المثال ، التوسّع ، التّعاقد ، إيقاف التّشغيل وإعادة التّشغيل) ، خيار التّبديل وخيارات النمو القائمة على التعلّم. تتكوّن المشروعات الاستثمارية الاستراتيجية غالبًا من خيارات متعددّة تسمّى الخيارات المركّبة. في خيارات متعدّدة ، و في حالة دمج الخيارات يعمل كل خيار إما على تعزيز قيمة المشروع بإضافة قيمة موجبة للمشروع أو للتحوّط من المخاطر الممكن ظهورها خلال فترة حياة الأصل (Augier & Teece, 2018).

و في سياق مكمّل و بما أنّ الخيارات الحقيقية كانت وليدة الخيارات الماليّة فإنّ من البديهي جدا وجود تشابه بينهما كما توجد فروقات ذات أهميّة بمكان حيث هي ما ستحدّد البنية الرياضيّة للنّموذج ،نظرا لاختلاف طبيعة الأصل،حيث يوضح الجدول الموالي أهمّ الفروقات و التّشابه بين الخيارات الحقيقيّة و الخيارات الماليّة:

الجدول (03): أوجه التّشابه والاختلاف بين الخيارات الحقيقيّة و الخيارا ت الماليّة

الخيارات الحقيقيّة	الخيارات الماليّة
○ مدّة انقضاء أو استحقاق أطول غالبا ماتحسب بالسّنوات. ○ المتغيّرات الأساسيّة هي التدّفقات النقديّة الحرة (Free Cash Flow)، والّتي تدار بواسطة كلّ من المنافسة، الطلب والإدارة. ○ بالإمكان زيادة قيمة الخيار الاستراتيجي من خلال القرارات و مرونة الإدارة. ○ القراراتّ ر كلّ من المنافسة و السوق على القيمة الاستراتيجيّة للخيار. ○ تطوّر حديث شهدته الاستراتيجيّة الماليّة للشّركات خلال العقد اللأخير.	○ مدة انقضاء أو استحقاق قصيرة تحسب عادة بالأشهر. ○ المتغّيرات الأساسيّة تتمثّل بالقيمة و الّتي تتغيّر بدلالة سعر الملكيّة أو سعر الموجود المالي. ○ لا يمكن ضبط قيمة الخيار من خلال التّلاعب بالأسعار. ○ لا علاقة تربط بين التأثيرات التنافسيةّ أو السوقيّة و قيمة الخيارات أو عملية تسعيرها. ○ تم ظهورها والتعامل بها منذ أكثر من أربعة عقود. ○ تحل عادة باستخدام الشّكل المغلق للمعادلات التفاضليّة الجزئيّة و أساليب المحاكاة و تقليل تباين الخيارات

○ تحل غالبا باستخدام الشّكل المغلق للمعادلات و الشبه ثنائية الحد مع محاكاة المتغيّرات الأساسيّة، وليس بتحليل الخيارات. ○ غير خاضعة بطبيعتها لعمليّات التّبادل، مفهوم الملكيّة وكذا غياب المقارنة السوقيّة. ○ افتراضات وأعمال الإدارة هي الّتي تعطي للخيارات قيمتها.	الغريبّة. ○ أوراق ماليّة قابلة للبيع و الشراء متأثرة أسعارها بالمعلومات في السوق. ○ ليس لافتراضات الإدارة وأعمالها تأثيرا على على تقييم الخيارات.
من اعداد الباحث اعتمادا على المصدر: Mun, J. (2002). Real options analysis: Tools and techniques for valuing strategic investments and decisions (Vol. 137). John Wiley & Sons, p100.	

كما هو موضّح في الجدول السّابق، الخيارات الماليّة لها آجال استحقاق قصيرة ، وعادة ما تنتهي صلاحيتها في عدة أشهر،كما أن قيمة الخيار تناسب طردا مع مدة الاستحقاق، الخيارات الحقيقيّة لها تواريخ استحقاق أطول ، وعادة ما تنتهي صلاحيّتها في عدّة سنوات ، مع وجود بعض خيارات (مالية) الغريبة لها تاريخ انتهاء صلاحيةّ غير محدود. الأصل الأساسي في الخيارات الماليّة هو سعر السّهم ، مقارنة بالعديد من العوامل والمتغيّرات الأخرى في الخيارات الحقيقيّة، قد تتضمّن هذه المتغيّرات التدفقّات النقديةّ الحرّة والطّلب في السوق وأسعار السلع وما إلى ذلك كما أن قيمة الخيار الحقيقي تتناسب طردا مع قيمة خيار وعكسا مع خيار البيع و في العموم تتميّز الخيارات الخقيقيّة عن الخيارات الماليّة في كون انّ مالك الخيار الحقيقي يملك القدرة على التّأثير في قيمة الأصل الأساسي بينما لا يمكن ذلك في حالة الخيار مالي، و وبالتّالي عند تطبيق تحليل الخيارات الحقيقيّة في تقييم الأصول الماديّة ، يجب أن نكون حذرين في تمييز ما هو المتغيّر الأساسي. وذلك لأنّ مقاييس التقلب المستخدمة في نمذجة الخيارات تتعلّق بالمتغيّر الأساسي.

أوضح (Luehrman, 1998) أنّ فرصة الاستثمار (الخيار الحقيقي) في الشّركات تشبه لحدّ كبير خيار الشّراء (Call Option) أي أنّ للشركة حق في ارجاء ، توسيع التّعاقد التخلّي عن الأصل وليست ملزمة بذلك، وبما أن الفرص الاستثماريّة في معظم الاحيان فريدة من نوعها ممّا يخل من التّطبيق المباشر لتسعير خيار الشراء على الفرصة الاستثماريّة صعبا نوعا ما ولكن يمكن تكييف خصائص الفرصة الاستثماريّة و مقارنتها بخيار الشراء في الخيارات الماليّة كالتدفّقات النقديّة المتوقّعة وطول الفترة الزّمنية الّتي يمكن أن يؤجل خلالها الخيار والكلفة المحتملة لتنفيذه، وقد وضع إطار عملي لمطابقة الخيار المالي مع الفرصة الاستثماريّة وبعد هذه المطابقة الأوليّة فإنّ ماتمتلكه فرصة الاستثمار سيتمّ اسقاطها (Mapping) إلى المتغيرات الخمسة المؤثرّة في قيمة الخيار الاوروبي، الخيار الحقيقي هو نوع معيّن من المرونة المضمّن في مشروع موجود أو استثمار حقيقي. يشبه الخيار الحقيقي الخيار

المالي بعدة طرق. وبالتّالي، يوجد تشابه وثيق بين الخيارات الماليّة والخيارات الحقيقيّة. على سبيل المثال ، يمكن في كثير من الأحيان النّظر إلى فرصة الاستثمار في المشروع كخيار استدعاء على القيمة الحاليّة للتدفّقات النقديّة المتوقّعة من الاستثمار(He, 2007).

الجدول(04): اسقاط الخيارات الحقيقيّة على خيار الشراء		
الخيار الحقيقي (فرصة الاستثمار)	المتغّير	خيار الشّراء
القيمة الحاليّة للموجودات التشغيلية للمشروع المطلوبة اقتناؤها.	S	سعر السّهم
النفقات المطلوبة لاقتناء الموجودات.	X	سعر التّنفيذ
طول المدّة الّتي من الممكن فيها تأجيل القرار.	T	سعر الكلفة
القيمة الزمنية للنقود.	Rf	معدل الفائدة الخالي من المخاطرة
عدم اليقين المصاحب لموجودات المشروع.	σ^2	تباين العائد على السعر
المصدر: Luehrman, T. A. (1998). Investment opportunities as real options: Getting started on the numbers, Boston: Harvard Business Review, p04.		

يتطلب اقتناء أو انشاء مشاريع إإتاجية إلى تكاليف استثمارية، و عليه فإن إإفاق الأموال على هذه الفرصة الاستثمارية يشبه لحد كبير تنفيذ خيار مالي على حصّة من الأسهم، حيث تتوافق النّفقات الاستثمارية مع سعر التّنفيذ (X)، بينما القيمة الحاليّة للمشروع تتوافق مع سعر السّهم (S) إذ يمكن تمثيل كّل من المتغيرين السابقين بالقيمة المحسوبة وفقا لنموذج خصم التدفّقات النّقدية (DCF) وهو مايجعل هذه المقاربة الخطوة الأولى لتقييم الخيار، اما المدّة الزّمنيةّ الّتي يمكن لصانع القرار فيها تأجيل تنفيذ الاستثمار يمكن اسقاطها على مدة استحقاق في الخيار المالي (T)، أمّا بالنّسبة للقيمة الزّمنية للنّقود ففي كلتا الحالتين سواء كان الأصل مالي أم مادّي (Physical or Financial Asset) فيشتركان في معدّل الفائدة الخالي من المخاطرة (Rf) ولكن يمكن أيضا اتسعمال المتوسّط المرجّح لتكلفة رأس المال (Weighted Average Cost of Capital) لتحسين التدفقّات الماليّة الخاصّة بالمشاريع الاستثماريّة الحقيقيّة، وأخيرا عدم اليقين المصاحب للمشروع المتعلّق بالقيمة المستقبليّة للتدفّقات النّقدية للمشروع و باسقاطه على الخيار المالي فإنّه يوازي الانحراف المعياري للعائد على السّهم (σ) والّذي يعتبر عامل مهم في تقييم المشاريع المتطايرة والّتي تتميّز في مضمونها بحالات عدم اليقين سواء كانت

داخل المشروع (Endogenous Uncertainty) أو خارجة عن إطار المشروع والشّركة (Exogeneous Uncertainty) ولكن عكس حالة الخيار المالي فإنّ التّطاير أو التّقلب للأصل الحقيقي (The Volatility of the Project's Value) صعب التّقدير و يرجع ذلك لغياب السّلاسل الزّمنية التاريخيّة لقيمة المشاريع (Costa Lima, 2006, P01)، فعلى سبيل المثال فإنّ النّظم الهندسيّة (Engineering Systems) لا تتوفّر على بيانات تاريخيّة بشكل نموذجي يسمح بتقدير التطاير الخاص بقيمة هذه النّظم (De Neufville, 2002) كما يعتبر هذا المتغير أهم متغير في عمليّة تقييم المرونة الإداريّة (تقييم مشروع استثماري وفقا لمقاربة الخيارات الحقيقيّة) كونه مقياسا لحالات عدم اليقين والّتي تعتبر مصدر القيمة التّي يمكن أن تضاف للمشروع ومكمن المرونة الإدارية.

2-3 أنواع الخيارات الحقيقيّة :

غالبا ما يتمّ تصنيف الخيارات الحقيقيّة وفقا لنوعيّة المرونة التّي تقدّمها للمستخدمين، إذ تتضمّن البدائل الأكثر شيوعا مثل: خيار التّأجيل (Option to Wait or Delay) ، خيار التّخلي (Option to Abandon)، خيار التّبديل/المرونة (Option to Switch)، خيار التوسّع (Option to Expand)، خيار النّمو(Growth Option)، خيار التعلّم (Learning Option)، أما بالنسبة لمشاريع الاستثمار الاستراتيجي فغالبا ما تتكوّن على خيارات متنوعّة تسمّى الخيارات المركّبة (Compound Options) والّتي من الممكن أن تشمل على الاقل خيارين من الخيارات السّابق ذكرها (Augier & Teece, 2018) كما يمكن تصنيف الخيارات الحقيقّية على أنّها خيارات تخصّ جزئيات المشروع أي داخل المشروع بكل تفاصيله التقنية و الهندسية (In Project) أو تخصّ الصورة الكلية للمشروع (On Project)، حيث]نّ الخيارات في مجمل المشروع (On Project) تتعامل مع عنصري التقنيّة والهندسة على أنّ ّها علبة سوداء (Black Box) بينما الخيارات التي تخصّ الجزئيات التقنيّة للمشروع هي خيارات تنتج عن تغيير التّصميم الحالي أو المعهود للمشروع للنّظم التقنيةّ (Wang & De Neufville, 2005).

2-3-1 خيار التّأجيل (Option to Wait, Delay, Timing, or Learning) :

يواجه في بعض الأحيان صنّاع القرار فرصا استثماريّة غير قابلة للإلغاء "Irreversible Investment" ، و بوجود حالات عدم اليقين الّتي تزخر بها بيئة الأعمال و باعتبار التقلّب المتعلّق بالتدفّقات النقديّة المستقبليّة و الذي يعتبر مصدر للقيمة ،ممّا يتيح أمام صانع القرار خيار تأجيل الاستثمار أو إنتظار (Wait and See) لفترة معيّنة لتحصيل معلومات جديدة والّتي قد تقلّل من عدم اللاتأكّد و الّتي من الممكن أن تمهّد لصانع القرار وتوضّح له معالم مدى تأثير كل عامل من عوامل

صنع القرار بهدف قبول أو رفض الفرصة الاستثماريّة أو انتظار تحسّن في العوامل المفتاحّية المؤثّرة في قيمة المشروع لتصبح مواتية لقبول الفرصة الاستثماريّة. أغلب المشاريع الاستثماريّة تحتوي على هذا النّوع من الخيارات (خيار التّأجيل، الإنتظار،التّوقيت أو خيار التعّلم) والّذي يعتبر خيارا يشبه خيار الشّراء الأمريكي، حيث أنّ هذا الخيار ينفذ على قيمة المشروع بدلا من قيمة السّهم و على النّفقات الاستثماريّة بدلا من سعر التّنفيذ، و يعتبر عقد البحث و/أو تطوير حقل محروقات غير مطوّر (Undevoted Oil field) نموذجا مثاليّا والّذي يكون فيه خيار التّاجيل ذو قيمة كبيرة (He, 2007)، كما يستند هذا الخيار على فكرة أنّ قيمة المشروع قد تزيد على ماهي عليه إذ ما تمّ تأجيل تنفيذ المشروع، طالما تتوفّر الإدارة على المرونة لتأجيل الاستثمار حتّى تصبح الظروف أكثر ملائمة أو الغاؤها إذا أصبحت الظّروف غير مرضيةّ، وقد تكون الفرصة الاستثماريّة مربحة بالرّغم من توليدها لقيمة صافيةّ حاليّة سالبة (Generate Negative NPV)(Rogers, 2009) ويمكن أن يحتوي هذا التّأجيل على صورة من خيار التعلّم (Learning Option) والذّي يظهر جليّا من خلال الحلقات الاستثماريّة في سلسلة الاستكشاف والتّنقيب عن المحروقات حيث أنّ من خلال العمليآت الاستكشافيّة المتتاليةّ والّتي تتطلّب نفقات ماليّة بهدف التمرّس والتعرّف الجيد على طبيعة الحقل المستكشف و من خلال المعلومات المجمعة خلال كل مرحلة والّتي تساعد صنّاع القرار على فهم أعمق للصّورة الإجماليّة للفرصة الاستثمارية (سواء كانت تقنية أو اقتصادية) مايستلزم تسهيل صنع القرار المناسب لتطوير الحقل المستكشف أو تأجيله لحين تغير العوامل المؤثرة في قيمة المشروع حتى تتناسب مع الربحيّة المتوقّعة من المشروع، وكمثال حي على ذلك خلال بدايات القرن الماضي حيث كان الغاز الطبيعي المنتج غالبا ما يتمّ حرقه على الشعلة وكانت تعتبر حقول الغاز حقول غير اقتصادية ما أدّى إلى تجميد استغلالها إلى حين وجد الغاز الطبيعي طريقه إلى مزيج الطاقة العالمي وذلك بعد الزيادة التي شهدتها أسعار البترول خلال السبعينيات ممّا أدى إلى تبديل الوقود المنزلي للتدفئة بالغاز الطّبيعي، ما خلق أسواق جديدة خاّصة بالغاز الطبيعي ويمكن اعتبار انتظار المتسثمرين الفرصة السانحة وظهور أسواق جديدة الخاّصة بهذه المادّة الطاقوية على أنّها خيار تأجيل وانتظار العوامل الملائمة التي تساهم في نقل امكانية استغلال حقول الغاز تقنيا إلى امكانية استغلالها اقتصاديا، و هي نفس الفلسفة الّتي يمكن اسقاطها على استغلال محروقات الصّخرة الأم (البترول والغاز الصخري كمثال) أو المحروقات غير التقليدية، حيث أنّ امكانية استخراج هذا النوع من المحروقات ممكن تقنيا إلا أن حالة عدم اليقين و تقلبات أسعار الطّاقة في الأسواق العالميّة ظلّت عائقا أمام تطوير هذا النوع من المحروقات، حيث أن الو.م.أ و هي أحد الدّول الرائدة في مجال الطّاقة و خاصّة الأحفورية منها فإن المستثمرين تعاملوا مع استغلال المحروقات غير

التقليديةّ على أنها خيار تأجيل الفرصة الاستثماريّة إلى أن تتجلّى معلومات تقنيّة جديدة تساهم في تحقيق استغلال أكثر كفاءة أو تساهم في تقليل التّكاليف التشغيليّة حيث يمكن اعتبار مصدر هذه القيمة هو اللاتأكد الضّمني (Endogenous Uncertainty) أو ظهور أسعار ملائمة تجعل من الفرصة الاستثماريّة قابلة للتّنفيذ اقتصاديا (Exogeneous Uncertainty)، وللتوضيح، أنّ خاصيّة إمكانيّة امتلاك الموارد الباطنيّة بمجرد امتلاك الأرض ساهمت في ظهور هذا الخيار ممّا سمح لملاك الموارد الطبيعيّة امكانية تأجيل فرصة الاستثمار،كما أنّ في هذه الحالة (عكس حالة تأجير الرّقعة الاستكشافية) فإنّ فترة تأجيل الخيار (شبه) غير منتهية الصلاحيّة ممّا يزيد من قيمة خيار التّأجيل وكذلك فإّن تكلفة الّتنفيذ تكون أقلّ على المدى البعيد لأنّ في هذه الحالة لايدفع المستثمر حقوق التّأجير على طول مدّة الخيار و لايخضع لمحدوديّة الفترة تنفيذ الخيار الزّمنّية وحيث أنّ تكلفة التّنفيذ محددّة في قيمة الماليةّ للاستحواذ على الرّقعة الّتي سيتمّ فيها الاستكشاف، حيث أنّ تأجير أرض يقدم للإدارة امكانيّة تأجيل استثماراتها لسنة أو أكثر و الاستفادة من المعلومات المحصّلة خلال هذه الفترة (والّتي قد تساعد في تبدد حالات عدم اليقين المتعلّقة بأسعار الموارد الّتي يمكن استخرجها من هذه الأرض خلال هذه الفترة)، فالادارة سوف تستثمر I_1 كقيمة لتنفيذ خيار استخراج المورد الطبيعي (معدن، محروقات، مطاط...إلخ) فقط إذا كانت أسعار المورد الطبيعي مرتفعة بشكل كاف، ولكنّها لا تشرع للبدء بالمشروع وتدخّر النفّقات المخطّطة فقط إذا كانت الأسعار في انحدار وذلك قبل انقضاء فترة التأجير، فإنّ القيمة المضافة ستكون أكبر من صافي القيمة النّاشئة $V_1 - I_1$ أو تساوي الصفر، أي أن$V = Max(\quad V_1 - I_1; 0)$ هي القيمة المتحقّقة من الخيار V_1 من خلال سعر التنفيذ وهي النف قات المطلوبة I_1 والتي تمثل قيمة تكلفة الاستثمار، وبما أن الاستثمار الاولي يمثل تضحية بخيار الانتظار فإن خسارة قيمة الخيار شبيه بفرصة التّكلفة البديلة التقليديةّ، إن خيار الانتظار أو التّأجيل يتضّح بشكل خاص في الصّناعات الاستخراجيّة (Industries Resources Extraction) ،بالإظافة للقطاع الزّراعي، المنتجات الورقيّة، التّطوير العقاري (Trigeorgis, 2002) وعلى سبيل المثال لا الحصر فإنّه يمكن تأجيل تطوير الحقول الصّغيرة والمتوّسطة حتّى تتجلّى أسعار مناسبة، ظهور تقنيّة أساسيّة لتطوير نوع معيّن من المحروقات (تستلزم تقنيات محدّدة)، كما يمكن الانتظار لحين تغيّير حدّة النّظام الجبائي الّذي يحول دون امكانية استغلال الحقول ذات الحجوم المتوسّطة و الصّغيرة.

2-3-2 خيار التّخلي (Option to Abandon):

يتأسّس هذا الخيار فكرة امكانيّة صانع القرار التّخلي نهائيا عن مشروع او مجموعة من العمليات (تصفية أي رأس مال أو أصول أخرى)، في حالة تدهور الظروف السوقية لدرجة أنّ الاستمراريّة في

المشروع غير ممكنة من النّاحية الاقتصاديّة، يشبه هذا الخيار في طبيعته خيار البيع الأمريكي في الخيارات الماليّة، حيث أنّه في حالة تدهور قيمة الأصل تحت قيمة التّصفية (القيمة الحرجة لقبول الاستثمار) يمكن لمالك الخيار تنفيذ خيار التّخلي (Rogers, 2009)، وقد بيّن (He, 2007) أنّه من الواضح وجود تشابه بين خيار التّخلي و خيار البيع الأمريكي، ما يعني أنّ للإدارة الحق في التّخلي كليّا عن المشروع في حالة تدهور الظّروف السوقية تحت ما هو متوقّع وكذا ادراك صانع القرار قيمة انقاذ النّفقات المجدولة ما يجعل هذا الخيار قيم خاصّة في الاستثمارات كثيفة رأس المال، كما أنّ أغلب المشاريع الحقيقيّة لا يتمّ الاستثمار فيها دفعة واحدة بل تجدول هذه الاستثمارات على مراحل متسلسلة ما يجعل لخيار التّخلي قيمة في أي مرحلة من مراحل الانفاق الاستثماري المجدول، ومثلا على ذلك فإنّ في حالة انهيار كبير في أسعار الاحتياطات أو المعادن بعد مرحلة الاستكشاف يجعل لخيار التّخلي قيمة ذات أهمية، ولذلك فإن كل مرحلة (كإنشاء البنى التحيتية) يمكن النّظر إليها كخيار لقيمة مراحل كتعاقبه من خلال استهداف مبلغ الكلفة المطلوبة في المرحلة الموالية، وتبرز جليّا قيمة هذا النّوع من الخيارات خصوصا في الصّناعات الّتي تعمد أساسا على نشاطات البحث والّتطوير بشكل مكثّف (R&D Intensive Industries) و كذا الصناعات الّتي تتسم بفترات تطوير (تطوير مصنع انتاج ومعالجة البترول) طويلة و تنشط في بيئة أعمال ذات مستويات عدم يقين عالية (Highly Uncertain Long-Development Capital Intensive Industries كمصانع إنتاج الطاقة (Trigeorgis, 2002).

بما أن هذا الخيار يهدف أساسا لتقديم حق وامكانية التّخلي النهائي عن الفرصة الاستثمارية مما يولّد تساؤل حول الفرق بينه وبين خيار التّأجيل، ولكن التطوّر السّريع الذّي تشهده الأسواق العالمية والديناميكيّة في التحوّل بين حالات مختلفة للظروف السوقيّة في فترات زمنيّة قصيرة ما قد يجعل من بعض المشاريع الّتي كانت مسطرة على أساس تصور محدّد لمستقبل الأسواق ولكن بعد ظهور معالم جديدة، إثر التطوّر السّريع للأسواق، لاتتلاءم مع المشهد المستقبلي للأسواق (المستقبل المتوسّط والبعيد) ممّا يجعل الإدارة تتخلّى عن المشروع بدلا من التشبث به وتأجيله، أي انّ في بعض الحالات الّتي ينتج فيها المشروع المجدول منتوجات تكون في آخر محطة من محطات دورة حياة المنتج السوقيّة ممّا يدفع بالإدارة التخلّى نهائيّا عن المشروع و البحث عن بديل يتعايش مع التطوّرات المتوقعّة للأسواق، حيث وضح (Dastgir, 2012) أنّ قيمة هذا النوّع من الخيارات تظهر خاصّة عند استحداث منتجات جديدة (New Products Introduction) في أسواق غير مؤكّدة ، صناعات كثيفة رأس المال مثل الخطوط الجويّة،خطوط الشحن البحري وخطوط السكك الحديديّة، وقد أضاف أيضا أنّ هذا النوّع من الخيارات يتجلّى عندما تتقلّب الأسعار بشكل يلبي فعندها يمكن للغدارة التخلّي عن العمليات القائمة واستعادة بعض

الاستثمارات الأولّية عن طريق بيعها و هذا ما اعتبره (Dixit & Pindyck, 1994) صعبا نوعا ما في حالة المشاريع الاستثماريّة غير قابلة للاسترداد (Irreversible Investments) بمعنى أنه إذا كانت صناعة أو نشاط ما في حالة اقتصادية غير ملائمة يجعل من استرجاع الاستثمارات الأولية عن طريق بيع الأصول الماديّة والعمليات صعب الحدوث لأنّه من الصّعب في مثل هذه الظّروف أن تجد من يبتاع هذه الأصول ونشاطها غير مجدي في الوقت الرّاهن، ماقد يؤدي الى اعتبار هذه النفقات غارقة غير قابلة للاسترداد (Sunk Costs) و كمثال على ذلك النفقات الاستكشافية بعد التخلي عن الرقعة الاستكشافية تعتبر نفقات غارقة لايمكن استردادها ولذلك تجد بعض الشركات تنتهج منهج التطلع المستقبلي (Look forward) والّذي يتغاضى في تقييمه للمشاريع عن النّفقات التاريخيّة و التّي يعتبرها غارقة غير قابلة للاسترجاع.

2-3-3 خيار التّبديل (Option to Switch) :

يمكن لصنّاع القرار إعادة تشغيل عمليآت كان قد تمّ إغلاقها سلفا،يشبه الخيار في طبيعته خيار الشّراء الأمريكي، و في المقابل يمكنه أيضا إغلاق العمليّات بصورة مؤقّته، يكافئ خيار البيع الأمريكي، كما أنّ تكلفة الإغلاق والتشغيل تكافئ سعر تنفيذ خيار البيع أو الشراء في خيارات الماليّة، أي أنّ هذا الخيار يستند على فكرة التنقّل بين حالتي الإغلاق و التشغيل (المرونة) بشرط أن يكون العائد أكبر من تكلفة الإغلاق والتّشغيل (Rogers, 2009)، كما أن خيار التبديل يحتوي على مجموعة متنوّعة من المرونة الّتي تسمح لصانع القرار بالتّبديل (بكلفة) بين وضعي الّتشغيل/ الإيقاف كما يمكن أن يكون خيار التّبديل بين خياري التّشغيل والإيقاف المؤقّت (Temporarily Switch On/Off) لعمليات الإنتاج، يمكن أيضا أن يكون الّتبديل بين المخرجات (Out-put Swiching)، و تعتبر محطّات توليد الحرارة واالكهرباء (Combined Heat &Power-CHP) والّتي تتميّز بمرونة مخرجاتها حيث يمكنها إنتاج إما طاقة حراريةّ وإما طاقة كهربائيّة ما يمكن صانع القرار من امتلاك خيار التّبديل أو الموازنة بينهما بناء على التكّفلة و عائد كل شكل من أشكال الطّاقة كمخرجات إنتاجية أما بالنسبة للنّوع الثّالث من خيارات التّبديل فهو التّبديل بين المدخلات(Input Switching) ويمكن توضيح هذا الّنوع من الخيارات كمثال مشاريع توليد الكهرباء الّتي تعتمد في إنتاجها على تقنية الدّورة المتكاملة المركّبة لتحويل الغاز (Integrated Gasification Combined Cycle) حيث أنّ هذا النوّع من محطات توليد الكهرباء مرن في استخدام أنواع الوقود كمدخلات لإنتاج وتوليد الكهرباء بغض النظر عن الغاز التوليفي (Synthesis Gas) فيمكن استعمال كل من فحم الكوك، الوقود السّائل المكرّر ، الغاز الطبيعي، الكتلة الحيويّة (Biomass) والنّفايات الحضرية الصلبة (Urban Solide Waste)، حيث أنّ قيمة الخيار (التبديل بين المخرجات) تندرج تحت فكرة اختيار أحسن وقود من حيث السّعر، الفعالية الطاقوية ومع إدراج الجانب البيئي في تحليل الخيارات يجعل من قرار تنفيذ الخيار من عدمه لا يعتمد فقط على السّعر والفعاليّة الطاقويّة بل يمكن الأخذ بعين الاعتبار مدى تأثير استخدام الوقود على الجانب البيئي (الإنبعاثات والصداقة البيئية)، كما يمكن رؤية خيار الّتبديل على أنهّ حافظة خيارات بيع وشراء أمريكيّة

(Portfolio of American Call and Put Options) (He, 2007) ، وفقا لـ(Kodukula & Papudesu, 2006) إنّ هذا النّوع من الخيارات يشير إلى مرونة التّبديل من وضع التّشغيل لحالة الإيقاف، على سبيل المثال يوفّر سخّان الوقود المزدوج خيار التبديل من البترول إلى الغاز الطّبيعي والعكس بالعكس، واعتمادا على الفرق بين أسعار و الفعاليّة الطاقويةّ لكل طاقة يتمّ التحّكيم في اتّجاه التّبديل، حيث أنّ قيمة هذه المرونة تكون في العلاوة المدفوعة لاقتناء سخّان مزدوج الوقود (Dual Fuel Heaters)مقارنة بسخّانات الوقود الفرديّة (Single Fuel Heaters)، كذا القيمة المضافة في التبّديل بين المدخلات، وقد أضاف(Dastgir, 2012) أنّه عندما تتغيّر أسعار المخرجات أو يتغيّر الطّلب عليها فيمكن للإدارة أن تغيّر من مزيج هذه المخرجات، وهذا ما يسمّى بمرونة المنتج (Product Flecibility)، أو تقدّم نفس المنتج باستخدام أنواع مختلفة من المدخلات وهذا ما يعرف بمرونة العمليّة (Process Flexibility).

2-3-4 خيار التوسّع (Option to Expand):

خيار التوسّع هو خيار يستند على نوع من المرونة الّتي تسمح لصنّاع القرار بتغيير نطاق المشروع استجابة لظروف السّوق، حيث توسيع الطاقة الإنتاجية للمشروع يستلزم نفقات استثمارية اضافية، حيث أنه يشبه خيار الشراء الامريكي،حيث أن التغير الإيجابي في أسعار المورد الطّبيعي أو غيرها من الظروف السّوقية يزيد من قيمة المشروع وذلك في حالة ما إذا مان التّغير أكبر من المتوقّع ممّا يمكن الإدارة من توسعة حجم الإنتاج بنسبة (X%) وهذه النسبة تستلزم نفقات استثماريةّ I_E بهدف التوسّع ولذلك فإن الخيار يمتلك أهميةّ استراتيجيّة وخصوصا إذا كان في امكان الشركة رسملة الفرصة التسويقيّة الجديدة، حيث أنّ قيمة الخيار $V = Max((X\%)V - I_E, 0)$ هي القيمة القصوى بين الفرق بين القيمة المضافة والنفقات الاستثمارية للتّوسعة و الصّفر، فعندما تشتري/تؤجر الشركة حقلا للمحروقات غير مطوّر أو عندما تقوم ببناء مصنع مرن في موقع جغرافي جديد لتمكّن نفسها من أخذ الفرصة لتطوير السّوق، فمن الضّروري لصنّاع القرار التّأسيس لخيار التوسّع وهذا الخيار يمكن أن ينفّذ فقط في حالة ما إذا كانت الظّروف المستقبليةّ للأسواق إجابيّة و بالمقابل يمكن تقليص نطاق المشروع (الإنكماش) و الّذي يوافق خيار البيع الأمريكي، أي يمكن للإدارة أن تعمل تحت السّعة الانتاجيّة أو بالأحرى تقليص النّطاق العمليّاتي للمشروع بـ (c%) وذلك عن طريق توفير النّفقات الاستثماريةّ المخطّط لها I_c حيث أنّ قيمة الخيار $V = Max(I_E - (c\%)V, 0)$ قد يكون خيار التّعاقد مهمًا أيضًا في الإختيار بين التّقنيات أو المصانع الّتي لها مزيج مختلف من تكلفة البناء إلى الصّيانة ، حيث قد يكون من الأفضل إنشاء مصنع بتكاليف بناء أوليّة أقلّ ونفقات صيانة أعلى من أجل الحصول على المرونة في عمليّات التّعاقد عن طريق خفض الصّيانة إذا كانت ظروف السّوق غير مواتيّة (Trigeorgis, 2002)، و قد أضاف (He, 2007) أنّه في الحالات القصوى قد يتمّ إيقاف الإنتاج و إعادة تشغيله،كما

يمكن أن يكون لصانع القرار أكثر من نقطة زمنيّة محدّدة لتنفيذ القرار (الخيار) وفي هذه الحالة يشبه القرار الخيار البرمودي أكثر منه الخيار الامريكي. تعتبر فرصة إنتاج المحروقات محدّد الكميّات المتوقّع إنتاجها يمكن للشركة أن توسّع الطّاقة الإنتاجيّة وذلك باحترام "معدّل الكفاءة القصوى" (Maximum Efficient Rat) ، معدّل الإنتاج الأقصى دون التّأثير على المستوى الأعلى النهائي للاستخلاص النّفطي من المستودع (Estimated Ultimate Recovery)، حيث أنّ نسبة MER إلى EUR تتراوح بين 3% و 11%و أن احتساب الأوّل لأعلى طاقة إنتاج يكون 5% مايضمن الاستغلال العقلاني والأمثل للموارد الطّبيعيّة وكذا ضمان حصّة الأجيال المقبلة من الموارد الطبيعيّة، كما يمكن اعتبار كلّ طرق الاستخلاص خيارات توسّع حيث أنهم يستلزمون نفقات استثمارية إضافية سواء كانت آبار حقن أو آبار إتاجبة جديدة لزيادة معدّلات الإنتاج وكل ذلك يكون تحت قيد MER الذي تحدّده عموما الدّولة المستضيفة. يوجد أيضا هذا النوّع من الخيارات في المشاريع و عمليّات التوسّع/ الانكماش، الإغلاق وإعادة التشغيل حيث يمكن للإدارة توسيع الطاقة الإنتاجية أو زيادة نشر الموارد (Optimize The utilization of resources across the organization)و يكون ذلك في حالة تغيّر الظّروف السوقيّة على وجه أحسن من المتوقع ويكافئ القرار في طبيعته خيار الشّراء وفي الجهة المقابلة يمكن تقليل العمليات الإنتاجيّة (الانكماش) في حالة ما ساءت الظّروف السوقيّة أي عكس ما هو متوقّع، في هذه الحالة يمكن اسقاط القرار على أنّه خيار بيع أمريكي (Rogers, 2009).

2-3-5 خيار النّمو (Growth Option) :

ظهر هذا النّوع من الخيارات في حالة كون الاستثمار الاولي مترابط بسلسلة من المشاريع المتلاحقة لا سيما في النّشاطات الاستراتيجية والصّناعات الّتي تستند على بنى تحتيّة من التّكنولوجيّات المتعدّدة (Hi-tech)، البحث والتّطوير(الصّناعة الدّوائية، الحواسيب...) و كذا الصّناعات ذات عمليّات متعددّة الجنسيّات وكذا الحيازات الاستراتيجيّة (Dastgir, 2012) ويمكن لمثال الصّناعة البترولية أن يكون مثالا موضّحا لهذا النوّع من الخيارات حيث أنّ الصّناعة البترولية تحتوي على سلسلة حلقات متكاملة فيما بينها (الاستكشاف والتّطوير، الإنتاج، النّقل، التّكرير التّسويق والتّوزيع...)، حيث أنّ كلّ حلقة مرتبطة بالحلقة المواليّة أو السّالفة لها أي أنّ الشّركة النّاشطة في مجال الإستكشاف والإنتاج يمكنها الاستثمار في أحد الحلقات المواليّة (التكامل) في حالة ما كانت الظّروف السوقيّة تسمح بذلك، وقد أوضح(He, 2007) المجالات والنشاطات الّتي يمكن أن تتواجد فيها خيارات النّمو مثل: البحث والتطوير، الأراضي غير المستعملة، احتياطات النّفط والغاز غير المطورّة، عمليّات الاستحواذ، شبكات المعلومات، كما أنّ لخيار نمو الشّركة أهميّة استراتيجيّة تكمن في كونه يحدّد مسار الفرص المستقبليّة، فإنّ العديد من الاستثمارات في مرحلتها الأولى يمكن أن تبدو كمتطلّبات أساسيّة في سلسلة مشاريع مترابطة (Interrelated Projcts)، فقيمة هذه المشاريع يمكن أن تشتق ليس من التدفّقات النّقدية المتوقعّة الممكنة القياس، ولكن قيمتها تشتق من فرص النّمو المستقبليّة (منتج أو عمليّة لجيل جديد من

المنتجات، احتياطات معدنيّة، الدّخول إلى سوق جديد أو سوق آخذة في الاتساع، تقوية القدرات الجوهريّة (Core Capabilities) أو التّمركز الاستراتيجي (Strategic Positioning)، إنّ الفرصة للاستثمار في جيل جديد من منتج فائق التكنولوجيا (First Generation High-Technology) يمكن أن تتّصف بكونها الخيار المبني على خيار آخر (An Option On Option)(Trigeorgis, 2002).تمنح خيارات النمّو الشركة الفرص لاحقا لقيام بتنفيذ استثمارت مربحة والتّي يمكن أن تقود إلى فرص جديدة بربحية عاليّة(Bagambe, 2003).

2-3-6 خيار مركّب (Compound Option/Interacting Options)

أغلب المشاكل الّتي تواجهها الشركات في الحياة اليوميّة تشتمل على مزيج معقّد (مجموعة معقدة) من الخيارات السّابقة ومع ذلك يمكن تبسيط قرارات الاستثمار بتفكيكها إلى لبنات قرارات أساسيّة (مثل خيارات عاديّة Standard Options-) متّصلة ببعض عمليّات صناعة القرار الأساسّية، حيث يمكن إيجاز صناعة القرار في أربع عمليّات: اختيار الأحسن بين الخيارات المتاحة، أو الجمع بين عدّة خيارات و أخذ المعدّل الإحتمالي لخيارات متتابعة إعتمادا على معايير تقنيّة ونتائج سيناريوهات مرجّحة باحتمالات، أو استثمار جزء من الميزانية في مجموعة فرعية في نطاق مجموعة من الخيارات التكنولوجية، و كذا إضافة خيار على خيار (خيار مركب) تكراري متعدد المراحل (Recursive Multi-Stage Option On an Option). يتضمن نشاط توليد الطاقة مراحل متعددة لبناء المشروع (مع خياري التّخلي والتوسّع لاحقا)، بينما اعتمدت شركة Glaxo للصّناعات الدّوائية تقييم نشاطات البحث والتّطوير من خلال مرحلة تجارب سريرسة وتحديد قيمة حقوق براءة اختراع الدواء الجديد (بما في ذلك خياري التّخلي والتوسّع في مجالات ذات صلة بالبحث)، على الرّغم من الاختلافات في السياقات وخصائص كل صناعة، فلابد للشركة أن تواجه خيارا مركبا أو متعدد المراحل لاكمال عملية التطوير (بناء مصنع أو اكمال تجربة طبية) متبوعة إما بخيار مواصلة العمليّات التجاريّة (والّتي تتضمّن خيار التوسّع في وقت لاحق) أو التّخلي عن المشروع بهدف إنقاذ المشروع والحصول على قيمة البيع (Trigeorgis, 2002) .وحسب (Rogers, 2009) فإنّ المشروعات تتضمن وفي الكثير من الأحيان على مجموعة من الخيارات متنوّعة بين خيارات تضيف قيمة للمشروع وخيارات للتحوّط من المخاطرة في حين ساءت الظروف السوقيّة، كما أنّه من الممكن أن يكون اختلاف بين قيمة المشروع عند دمج مختلف الخيارات مع بعضها البعض و قيمة المشروع في حالة تقييم كل خيار على حده و يرجع الفرق في القيمة لتفاعل الخيارات فيما بينها.

يلخص الجدول الموالي أنواع الخيارات الشّائعة و كذا أهم الصّناعات الّتي تستفيد من هذه الخيارات و قد اعتبر(Dastgir, 2012) أنّ أهم خيارين هما خيار التّأجيل أو الانتظار وخيار التّخلي.

الجدول (05): أمثلة عن الخيارات الحقيقية .

نوع الخيار	وصف الخيار	أمثلة عن أهم الصناعات
خيار التّأجيل	تمتلك الإدارة أرض أو موارد قيمة (أو خيار البيع)، حيث يمكنها الانتظار لمدةّ X من السنوات لرؤية ما إذا كانت أسعار المخرجات تسمح لإنشاء بناية أو مصنع أو تطوير حقل.	جميع الصّناعات الاستخراجيّة ، التّطوير العقاري، الزّراعة والنتجات الورقية.
خيار وقت البناء (للاستثمارات المتسلسلة)	الاستثمارات ذات المراحل كسلسلة من الترتيبات (Series of Outlays) تمثل الخيار للتخلي عن المشروع اعتمادا على المعلومات الجديدة غيرمتوقعة، يمكن اعتبارمرحلة كخيارلقيمة المراحل المتتالية، و تقييمها كخيار مركب.	جميع الصناعات التي تعتمد بشكل مكثف على البحث والتطوير، وخصوصا الصناعات الدوائية، المشاريع كثيفة رأس المال، ذات الأمد الطّويل كمصانع إنتاج الطّاقة.
خيار المرونة في حجم العمليّات	في حالة تغّير الظّروف السّوقية أفضل ممّا هو متوقّع، فيمكن للشّركة أن توسّع من طاقتها لإنتاجيّة أو تعجّل من عمليّة الانتفاع من الموارد، وعلى العكس إذا كانت الظّروف السّوقيّة أقل تفضيلا من المتوقّع، فيمكن التّقليل من حجم العمليّات، وفي الحالات القصوى يمكن أن يتمّ إيقاف الإنتاج مؤقتا والبدء بإعادة التشغيل مجددا.	صناعات الموارد الطّبيعية مثل عمليّات التعّدين، التّخطيط وهيكلة تسهيلات الإنتاج، الصّناعات الموسمية، ملابس الأزياء، السّلع الاستهلاكية، بناء العقارات التّجارية
خيار التّخلي	إما تغيّرت الظّروف السوقيّة بشكل خطير، فيمكن لإدارة التّخلي عن العمليّات الحاليّة بشكل نهائي، وتسييل قيمة المعدات الرأسمالية وغيرها من الموجودات في الاسواق السّلع المستعملة.	الصّناعات الكثيفة برأي المال كخطوط الطّيران، وخطوط السّكك الحديديةّ، الخّدمات الماليّة، تقديم المنتجات الجديدة إلى أسواق تتّصف باللاتأكّد.
خيار التّبديل	يمكن للإدارة أن تغيّر من مزيج المخرجات باستخدام التّسهيلات نفسها (مرونة المنتج)، أو يمكن إنتاج نفس المخرجات باستخدام مزيج مختلف من المدخلات (مرونة العمليّة)	-تبديل المخرجات: أي سلعة تطلب على دفعات صغيرة أو تتّصف بتقلبات في الطّلب، على سبيل المثال: صناعة الالكترونيات الاستهلاكية، ألعاب الأطفال، صناعة أنواع خاصّة من الورق،صناعة قطع غيار الآلات، صناعة السيارات. -تبديل المدخلات: كل المنشآت المعتمدة على المواد

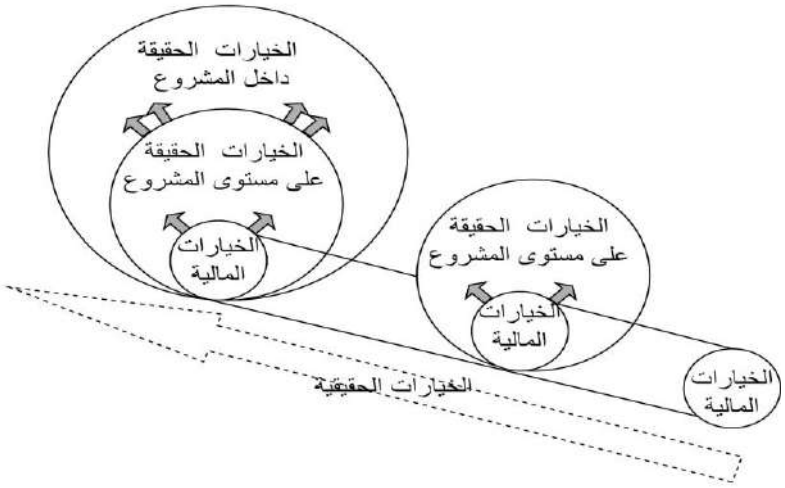
		الأوليّة، مثل البترول،إنتاج الطاقة الكهربائيّة، المواد الكيميائيّة،التّبديل بين المحاصيل الزراعيّة والإمدادات.
خيار النّمو	استثمار مبكّر (كالبحث والتّطوير، استئجار أرض غير مطورة أو احتياطات نفطية، الحيازة الإستراتيجية، شبكات المعلومات/البنى التحتية) يعد أساسا أو حلقة في سلسلة مشروعات مترابطة تتيح فرص النمو المستقبلية (احتياطات نفطية، دخول أسواق جديدة، تقوية القدرات الجوهرية) مثل الخيارات المركبة بين المشاريع.	جميع الصناعات المستندة على البناى التحتية والصناعات الاستراتيجيّة وخاصّة البحث والتّطوير والتكنولوجيّات المتقدّمة، أو الصّناعة المنتجات ذات أجيال متعدّدة كالحواسيب، الصّناعة الدّوائيةّ والحيازات الاستراتيجيّة.
الخيار المركب (خيارات متفاعلة)	غالبًا ما تتضمن مشروعات الحياة الواقعيّة "تشكيلة" من الخيارات المختلفة ، كلًا من خيارات الشرّاء لتعزيز الإمكانات لزيادة قيمة االأصل وخيارات الحماية والتحوّط من المخاطر الممكنة. قد تختلف قيمة الخيار المدمجة عن مجموع قيّم الخيارات المنفصلة ، أي أنّها تتفاعل فيما بينها . قد يتفاعلون أيضًا مع خيارات المرونة الماليةّ.	المشروعات الحقيقيّة في أغلب الصّناعات المذكورة أعلاه.
من اعداد الباحث اعتمادا على المصدر: Trigeorgis, L. (1993). Real options and interactions with financial flexibility. *Financial management*, p204.		

كما يمكن تصنيف الخيارات السابقة إلى قسمين: القسم الاول الخيارات الإستراتيجية والتي تهتم بتقييم كل من فرصة البدء أو التأجيل، التخلي، التوسع أو الإنكماش وفرصة النمو، أم القسم الثاني في خيارات تشغيلية التي تتناول الفرص التي تحدث خلال فترة حياة المشروع من خلال المرونة النتعلقة بعمليات الإنتاج.

وإلحاقا بالتصنيفين السابقين يمكن أيضا تصنيف الخيارات الحقيقية إلى خيارات على مستوى المشروع(Project Level) أي خيارات داخل المشروع (In Project) والتي تتعلق بداخل المشروع أي تصميم الطاقة الإنتاجيةو الحيارزة التقنية، أما المستوى الثاني للخيارات فهو المستوى الإداري (Management Level) والتي تتعلق بالصورة الكلية للمشروع (On Project) كما أن الخيارات في المشروع تعتبر آخر امتدادات نظرية الخيارات الحقيقية في تصميم النظم المادية (Physical System

(Design حيث تختلف الخيارات الكلية للمشروع والتي تشير إلى الخيارات الحقيقية العادية (Standard Real Options)، والتي تعالج النظم المادية كعلبة سوداء (Black Box)، بينما الخيارات الحقيقية في المشروع تم انشاؤها عن طريق تغيير التصميم القائم للنظام التقني (Wang & De Neufville, 2005) الإدارة (van Aarle, 2013)، ويبين الشكل () موقع خيارت داخل المشروع أو خيارات على مستوى المشروع (In Project) و كذا خيارات المتعلقة بالصورة الإجمالية للمشروع (On Project) ضمن مراحل تطور نظرية الخيارات الحقيقية.

الشكل (01): تطور الخيارات الحقيقية



من اعداد الباحث اعتمادا على المصدر:

Wang, T., & De Neufville, R. (2005, June). Real options "in" projects. In *real options conference, Paris, France*., P17

وقد أوضح (Trigeorgis & Reuer, 2017) إمتداد الخيارات الحقيقيّة بين الخيارات الأساسيّة و الخيارات الحقيقيّة في التّحليل الإستراتيجي حيث يوضّح الجدول الموالي امتدادات وتعقيدات خيارات الاستثمار الاستراتيجي كخيارات حقيقيّة:

الجدول (06):امتدادات وتعقيدات الخيارات الحقيقيّة	
امتدادات الخيارات	الّتعقيدات
محفظة الخيارات والّتفاعلات فيما بينها	استبدال أوتكامل الخيار
مصادر عدم اليقين عديدة	تعدّد مصادر عدم اليقين تتيح فرص استثمارية متعدّدة كما يمكنها أيضا تغيير كل من توقيت وكيفيّة وغول السّوق.
المنافسة والسّباق بهدف التفّوق مقابل الّتعاون.	التحركات التّنافسية من قبل الآخرين (المنافسين) تؤدّي إلى تآكل قيمة خيار الشّركة لتأجيل الدّخول

	إلى السّوق ؛ يمكن للتّعاون (على سبيل المثال ، من خلال مشروع البحث والتطّوير المشترك) أن يحافظ على خيار الانتظار
التعلّم	تتوقّف قيمة الإستثمار على التقليل من عدم اليقين الدّاخلي (Endogenous Uncertainty).
من إعداد الباحث اعتمادا على المصدر: Trigeorgis, L., & Reuer, J. J. (2017). Real options theory in strategic management. *Strategic Management Journal*, *38*(1), 42-63.	

يلخص الجدول السّابق بعض التّعقيدات الّتي تحيط عادة بالخيارات الحقيقيّة وقرارات الاستثمارات الإستراتيجيّة، حيث تؤدّي بعض هذه الأبعاد إلى تعقيد نمذجة الخيارات الحقيقيّة والتعبير عن الفرضيّات المتّصلة بها، ولكن العديد من هذه التّعقيدات متأصّلة في الإنتقال من الخيارات الماليةّ إلى عالم الخيارات الحقيقيّة، كما يجب أيضا مراعاة هذه التّعقيدات وبعناية في نمذجة الخيارات الحقيقيّة لأنّها تتطلّب تعديلات على النّظرية الاصليّة، وكذلك في الحالات التّي تعتمد على الاستخدام المجازي لنظريةّ الخيار لتحليل استثمارات الشّركات واتخاذ القرارات الاستراتيجيّة في ظلّ عدم اليقين (Trigeorgis & Reuer, 2017).

أغلب الشّركات تمتلك بالفعل مجموعة أو حافظة من خيارات (Portfolio of Options)، داخل وعبر الخيارات الأساسيّة الخمسة الّتي تمّ ذكرها مسبقا، و يشير ذلك إلى أنّ القرارات التّي تتخّذها الشّركات في الحياة العمليّة تتعلّق بـ: الحيازة، الصّيانة، أو تنفيذ أحد الخيارات مايمكنه التّاثير على قيمة الخيارات الاخرى الّتي تمتلكها الشّركة لذلك يجب مراعاة هذا التّفاعل الّذي قد يحدث بين الخيارات عند إتّخاذ القرارات (Anand, Oriani, & Vassolo, 2007; Trigeorgis, 1993a; Vassolo, Anand, & Folta, 2004) وهناك تعقيد آخر ملازم للخيارات المتعلّقة بالأصول الحقيقيّة ألا وهو تعدّد مصادر عدم اليقين و الّذي يمكن أن يؤثّر على قيمة الأصول وبالتالّي التّأثير على سلوك الشّركات الإستثمارية والّتي من الممكن تصنيفها (مصادر حالات عدم اليقين) حالات عدم يقين خارجيةّ (Exogeneous Uncertainty) على سبيل المثال: الطّلب في السّوق أو بعض الشّكوك التّنافسيّة، ومصادر عدم اليقين الدّاخليّة (Endogeneous Uncertainty)على سبيل المثال:عدم اليقين التّكنولوجي والّتي يمكن تجاوزها بمزيد من استثمارات الّتعلّم (Learning Investmlents) أو عدم اليقين السّلوكي الّذي قد ينشأ عن سلوك الشريك الاستثماري أو غيرها من عدم اليقين التي قد تواجهها الّشركات، ولكنّها محدودة حيث كانت بعض النّماذج القياسيةّ والتّطبيقات المبكّرة مناسبة جدّا لحالات عدم

اليقين الخارجيّة (الطّلب في السّوق) حيث يتمّ تطبيق نماذج الخيارات الكلاسيكيّة بسهولة على الرّغم من أن الأبحاث الحديثة تتناول أيضا دور عدم اليقين الدّاخلي وبالتّالي يبقى عدد مصادر تعدد مصادر حالات عدم اليقين أحد التّحديّات الرّئيسية للنمذجة الرّسمية للخيارات الحقيقية (Formal Modelling)، مقارنة بالخيارات الماليّة الأساسيّة والّتي قد تؤثّر في قيمة العديد من الخيارات الحقيقيّة (Trigeorgis & Reuer, 2017) .نطرا لكون الخيارات الحقيقيّة تتضمّن حقوق التّصرّف في الأصول حقيقيّة (ملموسة أو غير ملموسة) و الّتي غالبا ما يتعذر تحديدها بشكل واضح وقد يتمّ تقاسم تلك الحقوق مع أطراف أخرى، حيث أنّ طبيعتها (Non) Proprety الإمتلاكية وعدم الإمتلاكية[2] يجب أيضا ادراجها عند تطبيق نظريّة الخيارات الحقيقيّة في مجال الإدارة الاستراتيجية و في بعض الأحيان تكون حصريّة لشركة واحدة (مخرجات البحث والتّطوير) ولكنّها ليست الحالة الشّائعة (Trigeorgis, 1996) ، وعادة ماتكون ملكيّة الخيار خاصّة بكل شركة من الشّركات ومثالا على ذلك، الحالة الّتي تعتمد فيها الشّركة على المعرفة من التّعلّم بالممارسة، وتختفي قيمة الخيار عند انتهاء الصّلاحية في حالة قرّرت الشّركة عدم تنفيذها(S. C. Myers, 1977). أما في حالة الخيارات المشتركة والّتي تحتفظ بها العديد من الشّركات[3]، فإنّ تنفيذ الخيار من طرف شركة واحدة سواء كان استثمار أو الدّخول إلى السّوق يمكن أن يؤدّي إلى تآكل قيمة خيار الإنتظار من جانّب الشّركات المنافسة، في مثل هذه الحالات، يمكن أن يكون ادعاء توفّر الشرّكة على فرصة مستقبليّة أمرا غير مؤكّد، كما أنّ خطر التآكل التّنافّسي (Competitive Erosion) او الاستباق (Preemption) يمكن أن يدفع بالشّركات بتعجيل أو التّنفيذ على نطاق واسع بدلا من أن يكون الاستثمار مرنا عن طريق الاستثمار بشكل تدريجي أو انتظار كيف سيتطوّر السّوق.

لاتتوقّف قيمة الانتظار على تصرفات المنافسين فحسب، بل على مدى لا رجعية قرار دخول السّوق (Irreversible Entry Decision)، إذا كان من السّهل إعادة بيع التّكنولوجيا والأصول الأخرى الّتي تمّ حيازتها بهدف دخول السّوق فهناك حاجة أقل إلى الانتظار بهدف الحصول على إشارات (معلومات)

[2] عند امتلاك شركة النفط الوطنية عقدا لتطوير حقل معيّن (مجهودات خاصّة بالشّركة) فإنّها تمتلك حق الخيار أما في حالة امتلاك عقد تطوير (تمّت مرحلة الاستكشاف مع عدّة شركات فإنّ حقّ الخيار مشترك بين الشّركات المالكة لعقد الاستكشاف والإنتاج.

[3] ومثالا على ذلك ما يحدث حاليّا في مجال صناعة الهواتف الذّكيّة أين يتجلّى اشتراك الخيار بين عّدة شركات مثلا : فتقنية فتح الهاتف عن طريق البصمة أو التعّرف على وجه عن طريق الذّكاء الاصطناعي، فإنّه في أوقات مضت كان خيار ناتج عن البحث و التّطوير ولكنّه كان أيضا في متناول أغلب الشّركات حتّى تدّخل أحد الشّركات به غمار السّوق ما يجعل من خيار التّأجيل غير مجدي بالنّسبة للشّركات الأخرى.

إضافية عن حالة الطلب في السوق، أي أنّه في حالة غياب مفهوم اللاّرجعيّة (Irreversibility) فإنّ الاستثمار لا يستحقّ الانتظار وفي حالة غياب عدم اليقين لاتوجد قيمة لخيار الانتظار أيضا لذلك عندما يكون هناك قدر كبير من عدم اليقين وعدم القدرة على الرّجوع وتحصيل قيمة الأصول الّتي تمّ اقتناؤها فإنّه يدفع لإبقاء خيار التّأجيل مفتوحا في حالة امتلاكه للحقوق (Dixit & Pindyck, 1994). يمكن التّوفيق بين التّهديديات التّنافسية، (عدم) حصريّة الحقوق، وكذلك درجة عدم اليقين واللارجعيّة أو الفرص الجديدة الّتي قد يقدمها الاستثمار، إذ كان على الشّركة تنفيذ خيار دخول الصّناعة أو النّشاط أو تنفيذ المرونة المتمثّلة في خيار الانتظار(Trigeorgis & Reuer, 2017).

3- الخيارات الحقيقيّة، المرونة وعدم اليقين:

يعتبر عدم قدرت أسلوب صافي القيمة الحاليّة على الأخذ بعين الإعتبار المرونة الإداريّة المطلوبة بالرّغم من الاستخدام الواسع لهذا الأسلوب في تقييم القرارات الاستراتيجيةّ، وكما أشار الباحثون () إلى أنّ مقاربة الخيارات الحقيقيّة تأخذ في الحسبان مفهوما أساسيّا ألا وهو المرونة الإداريّة والّتي ستهمّ في صناعة القرارات الاستراتيجية وتمتلك تأثيرا استراتيجيّا بعيد الأمد، ممّا أدّى بظهور مدخل الخيارات الحقيقيّة الّتي يشير إلى وسائل التّعامل مع المرونة الإداريّة بهدف الّتعامل مع حالات عدم اليقين.تعتبر كل من المرونة وعدم اليقين المحدّدين الرئيسيّين لقيمة الأصل أو الشّركة والحاج لمعيار موسع أو أكثر تطوّرا، وبما أنّ النّموذج التّقليدي الذّي يعتمد على التدفّقات النّقدية من خطط متوّقعة تحت افتراضات ضمنيّة للإدارة أصبح غير فعّال،لأنّ اقتصاص عدم اليقين في وجود المرونة الغدارية ليس ضروريّا كما تريدنا الحكمة التقليديّة الإعتقاد، ولذلك يمكن أن يكون الّتباين الكبير في النتائج المحتملة حول النتّيجة المتوّقعة (The Expected Value) مفيدا في وجود فلسفة الخيارات في عمليّة اتخاذ القرار، وذلك بوجود المرونة الإداريّة لمراجعة القرارات في حالة الانحراف الإيجابي الخطط المتوقّعة أي ظهور نتائج من الجانب الإيجابي للتوزيع الإحتمالي لقيمة العائد للفرصة الاستثمارية ممّا يستلزم الاستغلال الأمثل للفرص بينما يتمّ تحديد الجانب السّلبي من التّوزيع الإحتمالي للعوائد (المخاطرة) عن طريق الانتقاء بين عدم المضي في الفرصة أي الاتظار أو التّخلي، حيث أنّ القيمة الإيجابيّة الّتي تضيفاها كل من قيمة المرونة و القيمة الاستراتيجيّة ينتج عنها ميلان (Skeweness) للتّوزيع الإحتمالي للنّتائج إلى الجانب الإيجابي من التّوزيع الاحتمالي (Trigeorgis, 2002)، حيث يمكن حساب القيمة المضافة لصافي القيمة الحاليّة عن طريق كل من العمليّات الإداريّة المرنة وبعض التّفاعلات الإستراتيجيّة:

القيمة الصافيّة الإستراتيجّية= القيمة الصافية الحالية+قيمة الخيار.

حيث:

قيمة الخيار= قيمة المرونة + القيمة الإستراتيجيّة

الشكل (02): العلاقة بين المرونة وعدم اليقين

من اعداد الباحث اعتمادا على المصدر:

Linde, J., Stamatogiannis, N., & Svavarsson, D. (2001). The value .of flexibility-A real option approach to capital budgeting. p43

واعتمادا على هذا المعيار الموسّع (Expended Criterion) فيمكننا إبصار وتبرير قبول المشاريع والفرص الاستثماريّة رغم توليدها قيم صافيّة حاليّة سالبة (Negative NPV) ويرجع ذلك لتخطّي قيمة الخيار القيمة السّلبة للقيمة الصافيّة الحاليّة أو تأجيل المشاريع ذات قيمة صافيّة حاليّة موجبة إلى وقت آخر حتّى نتمكّن من تعظيم القيمة الصّافيّة الحاليّة الاستراتيجيّة اعتمادا على الفرص الكامنة في عدم اليقين.

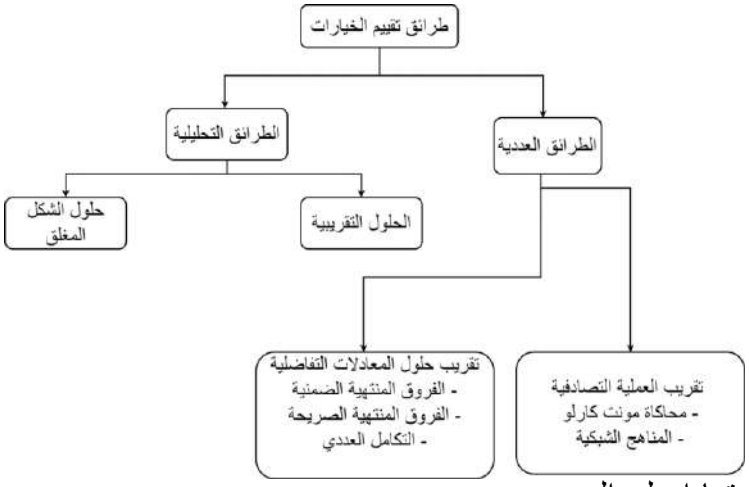
4- طرق تقييم الخيارات الحقيقيّة :

تخلص عمليّة تحليل الخيارات الحقيقيّة في النهّاية إلى تحديد قيمة الخيارات، إنّ حلّ مشاكل الخيارات يكمن في إيجاد هذه القيمة، ولذلك برزت عده طرائق لتقييم الخيارات الحقيقيّة والّتي يمكن تصنيفها إلى مجموعتين أساسيّين: الطرائق التّحليلية (Analytical Methods) والطّرائق العدديّة(Numerical Methods) (Schulmerich, 2010)، تعدّ كلّ من طرائق حلول الشّكل التّحليلي المغلق (Analytic Closed Form Solution))، البناء الشّبكي ،و المحاكاة،الفئات الرّئيسيّة الثلاثة لطّرائق تقييم الخيارات (الحقيقيّة)، حيث تعتمد طريقة حلول الشّكل التّحليلي المغلق على المعادلات التّفاضلية التّصادفيّة في عمليةّ التّحليل و تعدّ معادلة (Black & schols) النّموذج الأكثر

شيوعا لتقييم الخيارات و خاصّة منها الأوروبّية،أمّا بالنّسبة لطريقة لبناء الشبكي فهي عبارة عن نموذج لتقريب عمليّة السّعر المستمرة إعتمادا على الشّبكة المتقطّعة و تعدّ الشّبكة الّثنائية الأكثر استعمالا في تقييم الخيارات الحقيقيّة حيث أنّه تمّ اقتراح هذه الطرّيقة سنة 1979 من طرف كوكس روس و روبنستاين(Cox et al., 1979) لتقييم الخيار الامريكي،و أخيرا طرائق المحاكاة والتي تحدّد قيمة الخيار اعتمادا على محاكاة رقميّة لمجموعة كبيرة من مسارات الأسعار الممكنة و من الطّرائق المستخدمة عادة هي محاكاة مونت كارلو والّتي تستعمل في تقييم الخيارات الّتى تعتمد قيمتها على متغيرّات عشوائيّة تفوق المتغيرين كأسعار الطّاقة(Kienzle & Andersson, 2009).

يمكن دمج كلّ من طريقتي البناء الشّبكي والمحاكاة تحت سقف الطّرق العدديّة بناء على طريقة أساسيّة كونهما من الطّرائق العديديّة حيث تنتمي كلّ الطّرائق الّتي تعتمد نماذج قابلة للحلّ تحليلّيا أي أنّ لها شكل رياضي دقيق وواضح والّتي تعتمد في الغالب على المعادلات التّفاضلية الجزئيّة (Partial Differential Equations ; PDE)، وبما أن البيئة الاقتصاديّة تعجّ بمفهوم الّتصادفيّة[4]، فإنّ حلول الشّكل التّحليلي المغلق تعتمد على المعادلات التّفاضلية التّصادفيّة (Stochastic Differential Equations ; SDE) في عمليّة التّحليل، ومن خلال حلّ هذه المعادلات فيمكن أن يعّبر عن قيمة الخيار كدالّة مباشرة لمؤشّرات مدخلات عمليّة تحليل الخيارات.

الشكل(03) : تصنيف طرائق تقييم الخيارات الحقيقيّة.



من اعداد الباحث اعتمادا على المصدر:

Hommel, U., & Lehmann, H. (2001). Die Bewertung von Investitionsprojekten mit dem Realoptionsansatz—Ein Methodenüberblick. In *Realoptionen in der Unternehmenspraxis* . Springer, Berlin, Heidelberg. p124

[4] كمفهوم دال على حقيقة قصور الإنسان وعدم تمكنّه في معرفة والتحكّم في المتغيرّات المؤثرّة في الظّواهر الاقتصادية والظواهر التّي يواجهها في حياته اليوميّة عموما، فاختلق مصطلح التّصادفية ليبعد عنه هذا القصور وجعله لسيقا بالظاهرة كونها ظاهرة غير متحكّم فيها وغير قابلة للتنبؤ ما يجعل من استعمال التصادفية ليس دليل عن علم الإنسان بل يدلّ على مدى قصوره وعجزه في التوصّل لرؤية الصّورة الكليّة.

4-1- الطرائق التحليليّة:

تشمل الطّرائق الّتحليليّة كلّ من طريقة حلول الشّكل التّحليلي المغلق (Analytic Closed Form Solution) والحلول التحليليّة التقريبيّة (Analytical Approximation)، وهناك عدّة أعمال في هذا المجال (تحليل الخيارات الحقيقيّة) اتّسمت بتطبيق الطّرائق التّحليليةّ و الّتي تقدم حلول سهلة لتبسيط المشاكل والّتي نادرا ما تعكس الواقع الحقيقي (Schulmerich, 2010).

يتمّ صياغة نماذج محدّدة لمشاكل معيّنة و ذلك كجزء من العمليّة التّحليليةّ، وفي بعض الحالات يمكن تطبيق الشّكل التّحليلي المغلق في حالة ماإذا ما كان النّموذج بسيط نوعاما، ولكن مع زيادة تعقيد المشكلة أو تقريبها من السّياق الواقعي للمشكلة فإنّه من الضّروري استخدام الطّرق التّقريبية حيث يصبح ايجاد الشّكل التّحليلي المغلب صعب نوعا ما، كما أنّ العمليّة التّحليليّة تعتمد نمذجة التّغير في قيمة المؤشّر الأساسي (دالة القيمة) كعمليّة تصادفيّة مستمرّة، حيث تكون معادلة التّغير في قيمة الأصل قابلة للاشتقاق الجزئي، بعد ذلك يتمّ حلّ نظام المعادلات التّفاضلية النّاتج مع مراعاة بعض القيود وفقا لقيمة الخيار(Hommel, Scholich, & Vollrath, 2013). يتمّ صياغة النماذج الّرياضيّة لوصف سلوك تغيّر أسعار الأصول (قيمة الأصول) في إطار زمني مستمر (Continuous Time Framework) من خلال افتراض معادلة تفاضليّة تصادفيّة تصف العمليّة العشوائيّة التي تتبعها أسعار أو قيمة الأصل، حيث يعتبر نموذج (Black-Scholes 1973) النّموذج التّحليلي الأكثر شهرة في تقييم الخيار الأوروبي (European Call Option)(Rogers, 2009)

نموذج بلاك و سكولز (Black-Scholes Model-BS):

يعتبر نموذج BS الأكثر شهرة كنموذج يستخدم في تقييم خيار الشّراء الاوروبي (European Call Option) وهوأحد تطبيقات مدخل التّفاضل الجزئي، وقد عرف في الأساس كنموذج لتسعيرة (تقييم) الخيار الأوروبي في حقل الإدارة الماليّة (Ohama, 2008). لقد تمّ تطوير هذا النّموذج ليصبح ملائما للاستخدام في حقل الخيارات الحقيقيّة، وهو طريقة ليست قادرة دائما على تقديم أجوبة عن قيمة الخيارات، فعلى سبيل المثال يتطلّب مدخل BS تاريخ تنفيذ محدّد وثابت (الخيار الأوروبي)، ومن المستحيل الحصول على حلول لخيارات حقيقيّة أكثر تعقيدا مثل الخيار الّذي يسمح بتنفيذه في أيّ وقت قبل الانقضاء كالخيار الأمريكي، حيث يستند نموذج بلاك و سكولز الفرضيّات الآتية (Williamson, 2006) :

- إنّ الخيار ينفذ عند اقتضاء مدّته فقط، فهو يناسب الخيار الأوروبي.

- هنالك مصدر وحيد لعدم اليقين، مع افتراض ثبوت سعر الفئة.
- الخيار متوقّف على موجود أساسي ذي مخاطرة، ولذلك فإنّ الخيارات المركّبة لاتؤخذ في الاعتبار هنا.
- لا يوزع الموجود الأساسي أرباحا.
- إن سعر السّوق الحالي العشوائي لأسعار الموجود الأساسي يكون معروفا (Observable).
- ثبات تباين عوائد الموجود الأساسي.
- سعر التنّفيذ معلوم وثابت.

كما أن نموذج بلاك وسكولز تمّ وضعه اعتمادا على معادلات تفاضليةّ تصادفيةّ حيث أنّ معادلة هذا النّموذج ناتجة عن حركة براون الهندسية، وتعبرالمعادلة المواليّة عن الشّكل العام للمعادلات التّفاضليّة للمتغيّر S والّتي تتبع عمليّة Ito :

$$dS = \mu(S,t)dt + \sigma(S,t)dz(01)$$

حيث أنّ $\mu(S,t)$ و$\sigma(S,t)$ هما دالتا الانجراف و التّباين على التّرتيب، dS هو الّتغير في قيمة الأصل خلال مجال اللاّمتناهي من الزّمن dt (Infinitesimally)، dz يعبّر عن اللاتأكد الّتي تقود النّموذج والّتي تمثّل الزّيادة في عمليّة واينر (Weiner Process) خلال المدّة الزّمنيّة dt. (Rogers, 2009)

عن طريق استبدال التّوقّعات مع التّكامل وحلّ المعادلة تحصل على معادلة بلاك سكولز لخيار الشراء الأوروبي:

$$C = S_0N(d_1) - Ke^{-r(T-t)}N(d_2)\ (02)$$

حيث:

$$d_1 = \frac{ln\left(\frac{S_0}{K}\right)+\left(r+\frac{1}{2}\sigma^2\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}\ (03)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}\ (04)$$

معادلة البيع الاوروبي:

$$P = Ke^{-r(T-t)}N(-d_2) - S_0N(-d_1)\ (05)$$

إذ أنّ

S_0 قسمة الأصل S عند الزمن $t = 0$، K سعر تنفيذ الخير، T تاريخ استحقاق عقد الخيار، σ التّقلب في قيمة الخيار، r معدّل العائد الخالي من المخاطرة، N دالة الإحتمال التّراكمي للتّوزيع الطّبيعي العادي.

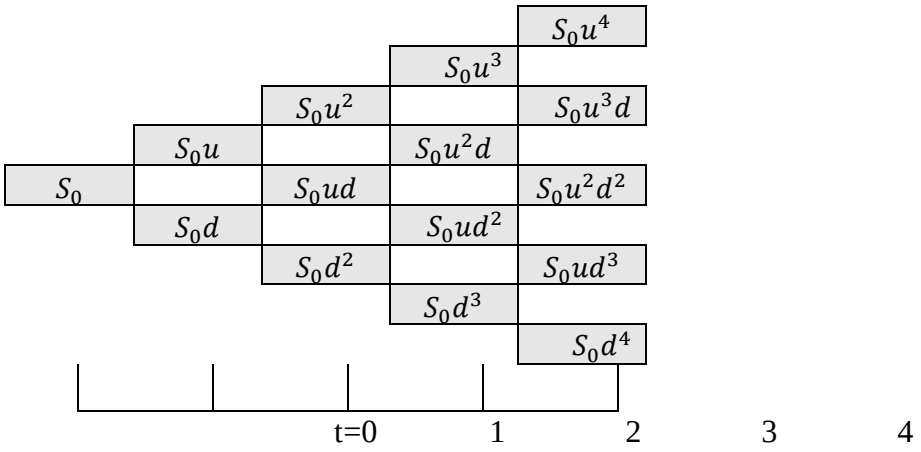
أما بالنسبة للحلول التحليلية التقريبية (Analytical Approximation) *فتعتبر كل من البرمجة الديناميكية* (Dynamic Programming)، *والمطالبات المشروطة* (Contingent Claims) *أهم طريقتين لحل مشكلة تقييم الخيار الحقيقي* (He, 2007).

4-2- الطّرائق العددّية:

نادرا ما يوجد حلّ الصّيغة المطلقة للمعادلات التّفاضليّة، مثل صيغة بلاك وسكولز، وخاصّة عند زياده درجة التّعقيد والّتي تنتج عموما عن محاولة تقريب النّموذج من الواقع، ما ينتج عنه الحاجة إلى الطّرق العدديّة مثل أساليب بناء الشّبكي أو المحاكاة، وذلك بهدف إيجاد حلّ تقريبي للمعادلة التّفاضليّة الجزئية(He, 2007).

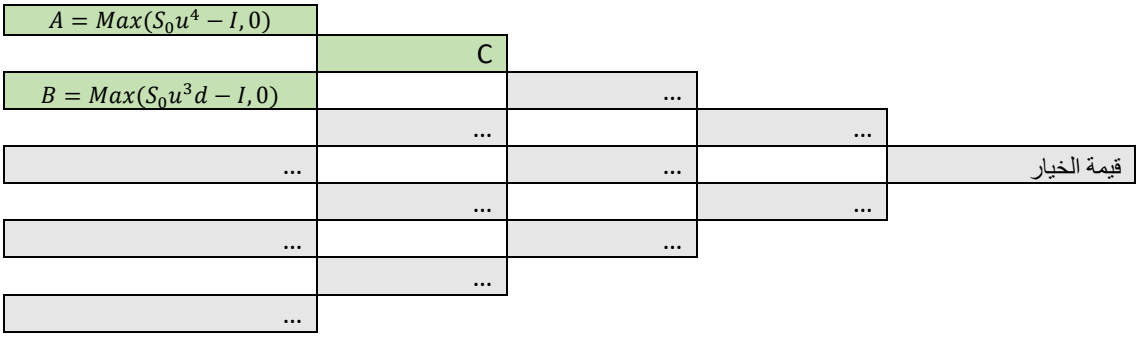
4-2-1 نموذج البناء الشبكي (Lattice/Tree Method):

يمكن اعتبار البناء الشّبكي ذي الحدّين كحالة خاصّة من البرمجة الدّيناميكيّة، والّتي فيها القرارات ثنائّية، نموذج تسعير ذو الحدّين (Binomial Pricing Model) و الذي يستخدم إطار زمني متقطع (Discret Time) لتتبّع تطور المتغيّر الأساسي للخيار عبر الشّبكة ذات الحدّين (Binomial lattice) ذات عدد معيّن من الخطوات الزّمنية بين تاريخ التّقييم وانتهاء الصّلاحيّة يمكن لمتغير الحالة أن يرتفع او ينخفض في الخطوة الموالية بمعامل مضاعف محدّد سواء للأعلى (Up) او للأسفل (Down)(He, 2007)، وقد أوضح (Aziz, Ariadji, Fitra, & Grion, 2017) أن طريقة البناء الشّبكي ذو الحدّين هي أحد الطّرق الفعالّة والبسيطة في تقييم الخيار الحقيقي. تستخدم هذه الطّريقة العمليات التصادفيّة لحلّ نموذج تقييم الّذي تمّ نمذجته من قبل، وعادة ماتستخدم هذه الطّريقة لحركة الأسهم في الخيارات الماليّة.



إذ انّ:

S_0 القيمة الحاليةّ للموجود الأساسي، u قيمة التحرّك للأعلى، d قيمة التحرّك للأسفل.



لحساب C ، نحتاج إلى حساب الاحتمال p

$$C = [pA + (1-p)B]e^{-r_f\Delta t} \quad (06)$$

تكمن قوّة نموذج البناء الشّبكي في قدرته على تقييم ومعالجة مجموعة من الخيارات المختلفة، فضلا عن ذلك فهو يحتفظ بالحدّس والبديهيّة خلال التقييّم(Olilia,2000, P33-34)، فضلا عن قدرته على تقليص تشتّت الاحتمالات الممكنة إلى حجم صغير يمكن التحكّم به، كما يمكنه تقييم الخيارات ذات تواريخ تنفيذ متعددة مثل الخيار الأمريكي والبرمودي، وقد أوضحت الأدبيات أنهّ هنالك عدّة نماذج لحساب العوامل الاساسيّة لتطبيق نموذج البناء الشّبكي منها نموذج كوكس–روس وروباين ستاين (Cox-Ross & Rubinstein-with and without drift)، نموذج جاروو–رود (Jarrow-Rudd « Equal Probability »)، نموذج تاين (Tian)، نموذج ليزن–ريمر (Leisen-Reimer).

أ-نموذج كوكس روس وروباين ستاين (Cox-Ross & Rubinstein):

قدم (Cox et al., 1979) نموذج بناء شبكي ثنائي الحدّ هو نموذج تبسيطي بديل لنّموذج BS لتقييم الخيارات، حيث يتطّلب هذا النمّوذج (لبناء الشّبكي ثنائي الحدّ) ثلاثة عوامل أساسيّة ألا وهي معاملي التحرّك للأعلى u التحرّك للأسفل d و احتمال تحرّك قيمة الأصل للأعلى p، حيث يتطلّب تحديد هذه العوامل الثّلاثة ثلاثة معادلات انتان منهما مستمدتان من فكرة التوقّع المسقبلي للأصل خلال مدّة زمنيّة قصيرة لنموذج ثنائي الحدّ والّذي يتغير بنفس طريقة تغير الأصل في عالم خال من المخاطرة(Aziz et al., 2017) ما يمكن التّعبير عنه عن طريق المعادلة () و الّتي تعرف بمعادلة مطابقة العائد

$$pu + (1-p)d = e^{r\Delta t} \quad (07)$$

(Matching Return Equation) والّتي تضمن أنّه خلال فترة زمنيةّ قصيرة Δt يتطابق العائد المتوقّع للنموذج ذي الحدّين مع العائد المتوقّع في عالم خال من المخاطرة حيث أنّ المعادلة الموالية تعبّر عن تطابق التّباين : (Matching Variance Equation)

$$pu^2 + (1-p)d^2 - (e^{r\Delta t})^2 = \sigma^2 \Delta t \quad (08)$$

أما المعادلة (08) الأخيرة فقد تمّ اقتراحها لأوّل مرّة من طرف (Cox et al., 1979) ويمكن النّظر للمعالة على النّحو التّالي:

$$u = \frac{1}{d} \quad (09)$$

و بعد ترتيب المعادلات الثلاثة السّابقة يمكن تحديد كل من معامل تحرّك قيمة الأصل للأعلى u، معامل التحرّك للأسفل d خلال الفترة الزمنيّة Δt على النّحو التّالي:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad (10)$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad (11)$$

كما أن احتمال تغّير قيمى السّهم للأعلى p و للأسفل $(1-p)$ وبالتّالي فإنّ المعادلة المواليّة تبين طريقة حساب احتمال تغير قيمة السّهم للأعلى:

$$p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d}; \quad (12)$$

حيث أنّ r معدّل الفائدة الخالي من المخاطرة كما أنّ σ تعبّر عن التّقلب في قيمة الأصل،

$$\sigma_T = \sigma_t \sqrt{N} \ (13)$$

$$\Delta t = \frac{n}{steps} \ (14)$$

حيث أنّ N هو عدد المشاهدات t في T على سبيل المثال: في السنة T تحتوي على 365 يوم، أي لدينا t 365 أيّام في السّنة T كما أنّ n هي مدّة حياة المشروع و $steps$ هي خطوّات الشّبكة ذات الحديّن.

يعتبر النّموذج السابق انعدام معامل الإنجراف $\mu = 0$، وعلية فيمكن إضافة الإنجراف (Drift) لنموذج كوكس، روس و روبينستاين (Cox-Ross & Rubinstein with drift) مايجعل معاملي تغّير قيمة الأصل إلى الأعلى أو للأسفل يحسبان كما يلي:

$$u = e^{\mu \Delta t + \sigma \sqrt{\Delta t}} \ (15)$$

$$d = e^{\mu \Delta t - \sigma \sqrt{\Delta t}} \ (16)$$

ب-نموذج جاروو-رود(« Jarrow-Rudd « Equal Probability »):

اقترح(Jarrow & Rudd, 1983) نموذج ذو الحدّين الّذي غالبًا ما يكون معروفًا بنموذج الاحتمال المتساوي. مثل طريقة CRR ، يحتاج نموذج الاحتمال المتساوي أيضًا إلى ثلاث معادلات لحلّ المعادلة الثنائية، حيث يعتمد على معادلتي العائد والتّباين وبما أنّ النّموذج يفرض تساوي الإحتمالين:

$$p = q = \frac{1}{2} \ (17)$$

باستخدام هذه المعادلة ، يمكن افتراض وجود احتمال مساوٍ لارتفاع أو انخفاض قيمة الأصل.

عن طريق إعادة ترتيب المعادلات الثلاث من قبل ، يمكن تحديد عامل الحركة الصّاعدة u، وعامل الحركة السّفلية d ، الفترة الزمنيةΔt على النّحو التّالي:

$$u = e^{r\Delta t}(1 + \sqrt{e^{\sigma^2 \Delta t} - 1})$$

$$d = e^{r\Delta t}(1 - \sqrt{e^{\sigma^2 \Delta t} - 1})$$

جـ-نموذج تاين (Tian):

اقترح (Tian, 1993) الطّريقة الثالثة التّي يمكن استخدامها لحلّ نموذج ذي الحدّين. قام ببناء نموذجه مع نفس الافتراضين الأوّلين تقريبًا والّذي اقترحته CRR. تمامًا مثل الطّريقتين السّابقتين ، حيث وضع Tian أيضًا المعادلة الثّالثة لإيجاد المعلمات الرئيسية الثّلاثة لحلّ نموذج ذات الحّدين.

فرض نموذج CRR أنّ معامل الحركة الصّاعدة لقيمة الأصل تساوي مقلوب معامل الحرّة السّفلية، أمّا JR فقد افترض تساوي احتمالي الصّعود والنّزول في قيمة الأصل، لكن تيان تطابق العزوم الثلّاث الأولى من نموذج ذو الحدّين لأوّل ثلاث عزوم للتّوزيع اللوغاريتمي. وبالتّالي المعادلات الثّلاث المستخدمة هيّ:

$$pu + (1-p) = e^{r\Delta t} \quad (18)$$

$$pu^2 + (1-p)d^2 = (e^{r\Delta t})^2 e^{\sigma^2 \Delta t} \quad (19)$$

$$pu^3 + (1-p)d^3 = (e^{r\Delta t})^3 \left(e^{\sigma^2 \Delta t}\right)^3 \quad (20)$$

واعتمادا على المعادلات الثلاثة السابقة يمكن حساب المعاملات الأساسية لنموذج ثنائي الحد:

$$p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u-d}; \quad (21)$$

$$u = \frac{1}{2} e^{r\Delta t} \nu \left(\nu + 1 + \sqrt{\nu^2 + 2\nu - 3}\right) \quad (22)$$

$$d = \frac{1}{2} e^{r\Delta t} \nu \left(\nu + 1 - \sqrt{\nu^2 + 2\nu - 3}\right) \quad (23)$$

$$\nu = e^{\sigma^2 \Delta t}$$

3-4 المحاكاة (Simulation):

أكّدت مجموعة من الدّراسات أن استخدام طريقة المحاكاة في تقييم الخيارات الحقيقيّة يعد منهجا ناجحا. إنّ محاكاة مونت كارلو (Monte Carlo Simulation) هيّ الطريقة التّحليليّة التّي تولّد توزيعا إحصائيا للمخرجات التي تطابق المدخلات المعاينة بالتّوزيع الاحتمالي، وتمكّن من حساب قيمة الخيارات لآلاف الأرقام الممكنة عشوائيا للسيناريوهات المستقبليّة لمتغيّرات حالة عدم اليقين، ولذلك فإنّ أفضل ميزة لهذا المدخل هو أن صنّاع القرار يمكنهم إدارة هذا التّحليل من دون امتلاك معرفة متقدّمة بالطّريقة الرّياضية المطلوبة باستغلال التطوّر التّكنولوجي للحاسبات الإلكترونية في استخدام ومعالجة أسلوب المحاكاة، وكذلك بإمكان المستخدمين القيام بتوضيح نتائج التّحليل باستخدام أنواع مختلفة من الرسومات والمخطّطات، كما يمكنهم نمذجة االعديد من عوامل عدم اليقين في الوقت ذاته (Ohama, 2008).

5- الإطار المنهجي لنمذجة الخيارات الحقيقيّة:

يعتبر تحليل الخيارات الحقيقيّة مدخلا مختلفا لتقييم الفرص الاستثماريّة، كما أنّ له القدرة على تحليل تأثير المتغيرّات المختلفة، مصادر عدم اليقين، على قيمة المشروع، حيث توجد عدّة مناهج متبّعة للتّطبيق النّاجح للخيارات الحقيقيّة لتقييم الفرص الاستثماريّة، ينبغي أن يكون ضمن إطار عملي وقد قدّم (Mun, 2002, 2006). إطارا عمليّا لعمليّة لتحليل الخيارات الحقيقيّة يعتمد ثمانيّة خطوات أساسيّة بهدف التقّييم الصّحيح للفرص الإستثمارية للخيارات الإستراتيجيّة لشركات الأعمال والّتي تمّ تلخيصها في الشكل(04)، وتبدأ المرحلة الأولى بتأهيل المشاريع التصفية النّوعية للإدارة ، الّذي تستبعد فيها المشاريع الّتي لا ترغب الإدارة في تقييمها، تليها مرحلة بناء نموذج تقليدي للتدفقّات النقديّة المخصومة كمرحلة أساسّية. بعد ذلك ، يتمّ تطبيق محاكاة مونت كارلو ، ويتمّ إدراج النتّائج بدورها مباشرة في تحليل الخيارات الحقيقيّة. تغطي هذه المرحلة تحديد الخيارات الاستراتيجية الموجودة لمشروع معيّن قيد المراجعة. بناءً على نوع المشكلة المؤطرة ، يتمّ اختيار وتنفيذ نماذج الخيارات الحقيقيّة الّتي يمكنها احتواء المشكلة،خطوة مواليّة ، يتمّ تحسين الحافظة وذلك بناء على عدد المشاريع والقيود الّتي تحدّدها الإدارة،حيث أنّ التّخصيص الفعّال للموارد هو نتيجة هذا التحّليل. تتضمّن المرحلة التآّلية إعداد التّقارير وشرح النّتائج التحّليليّة للإدارة حيث تعتبر هذه الخطوة حاسمة من حيث أنّ العمليّة التحليليةّ والّتي يمكن اعتبارها جيدّة فقط عندما يكون العرض التّفصيلي مبسّط، وأخيرًا ، تتضمّن المرحلة الأخيرة تحديث التحليل خلال فترات زمنيّة متعاقبة.

5-1 تصفية الإدارة النوعية للمشاريع (Qualitative Management Screening):

تعتبر التّصفية الإدارة النّوعيّة للمشاريع الخطوة الأولى في أيّ تحليل للخيارات الحقيقيّة (الشكل () الجزء أ) ، حيث هنا يجب على الإدارة أن تقرّر أي المشاريع أو الأصول أو المبادرات أو الاستراتيجيات قابلة للتّحليل الإضافي ، وفقًا لرسالة الشركة أو رؤيتها أو هدفها أو استراتيجية العمل العامة. قد تتضمّن مهمة الشّركة أو رؤيتها أو هدفها أو استراتيجيّتها التّجارية الشّاملة استراتيجيّات اختراق السّوق أو الميزة التّنافسيّة أو التقنيّة أو الاستحواذ أو النمّو أو التآزر أو قضايا العولمة. أي أنّ القائمة الأوليّة للمشاريع يجب أن تكون مؤهّلة من حيث جدول أعمال الإدارة وغالبًا ما يكون هذا هو المكان الّذي يتمّ فيه إنشاء الرّؤية الأكثر قيمة حيث تحدّد الإدارة المشكلة الكاملة الّتي يتعيّن حلّها. هذا هو المكان الّذي يتمّ فيه تحديد المخاطر المختلفة للشّركة وطردها.وكمرحلة بينية، يتمّ توقّع المستقبل باستخدام تحليل السّلاسل الزّمنيّة أو تحليل الانحدار متعدّد المتغيرّات في حالة وجود بيانات تاريخّية أو قابلة للمقارنة. خلاف ذلك ، يمكن استخدام طرق التنبؤ النوعية الأخرى (التخمينات الذاتية ، افتراضات معدل النمو ، آراء الخبراء ، طريقة دلفي ، وما إلى ذلك).

5-2 تحليل صافي القيمة الحالية كقاعدة أساسية (Base Case NPV Analysis):

يتم بناء نموذج تدفق نقدي مخصوم (الشكل (04) الجزء ب) لكل مشروع يمر من خلال تصفية الإدارة النوعية للمشاريع، حيث يتم حساب صافي القيمة الحالية لكل مشروع. ينطبق هذا أيضًا إذا كان هناك مشروع واحد قيد التّقييم. يتمّ احتساب صافي القيمة الحاليّة باستخدام النّهج التّقليدي لاستخدام الإيرادات والّتكاليف المتوقّعة ، وخصم صافي هذه الإيرادات والتّكاليف بسعر مناسب معدّل حسب المخاطر.

5-3 محاكاة مونت كارلو (Monte Carlo Simulation):

نظرًا لأنّ التدفّق النّقدي المخصوم الثّابت لا ينتج عنه سوى نتيجة تقدير نقطة واحدة ، فثمة ثقة في كثير من الأحيان في دقّته نظرًا لأنّ الأحداث المستقبليّة الّتي تؤثّر على التدفّقات النّقدية المتوقّعة غير مؤكّدة إلى حدّ كبير. لتقدير القيمة الفعليّة لمشروع معيّن بشكل أفضل ، يجب استخدام محاكاة مونت كارلو(الشكل () الجزءج) ، عادة ما يتمّ إجراء تحليل الحساسيّة أولاً على نموذج التدفّق النّقدي المخصوم. بمعنى ، من خلال تحديد صافي القيمة الحاليّة كمتغير ناتج ، يمكننا تغيير مدخلات النّموذج وملاحظة وتسجيل التّغيير في المخرجات، وتشمل المدخلات الإيرادات والتّكاليف ومعدلّات الضرّائب ومعدّلات الخصم والنّفقات الرأسماليّة والاستهلاك وما إلى ذلك ، والّتي تتدفّق في نهاية المطاف من خلال النموّذج للتّأثير على صافي القيمة الحاليّة. من خلال تتبّع جميع هذه المتغيّرات السّابقة ، يمكننا تغيير كلّ واحد بمقدار محدد مسبقًا ومعرفة التّأثير على صافي القيمة الحاليّة النّاتجة.

5-4 تأطير مشكلة الخيارات الحقيقية (Real Options Problem Framing):

تعتبر خطوة تأطير المشكلة في سياق نموذج الخيارات الحقيقيّة خطوة حاسمة(الشكل (04) الجزء د) ، و استنادًا إلى تحديد المشكلة بشكل عامّ والّذي يحدث أثناء عمليّة تصفيّة الإدارة النّوعية للمشاريع كمرحلة أوليّة ،فإنّ بعض الاختيارات الاستراتيجية ستصبح واضحة لكلّ مشروع معيّن. قد تشمل الاختيارات الاستراتيجّية ، من بين أمور أخرى ، خيار التّوسيع والتّعاقد والتّخلي والّتبديل والاختيار وما إلى ذلك. استنادًا إلى تحديد الاختيارات الاستراتيجيّة الموجودة لكلّ مشروع أو في كلّ مرحلة من مراحل

المشروع ، يمكن للمحلّل أنّ يختار بعد ذلك من قائمة خيارات لتحليلها بمزيد من التّفاصيل. يتمّ إضافة خيارات حقيقيّة إلى المشاريع للتحوّط من مخاطر والاستفادة من التّقلبات الإجابيّة.

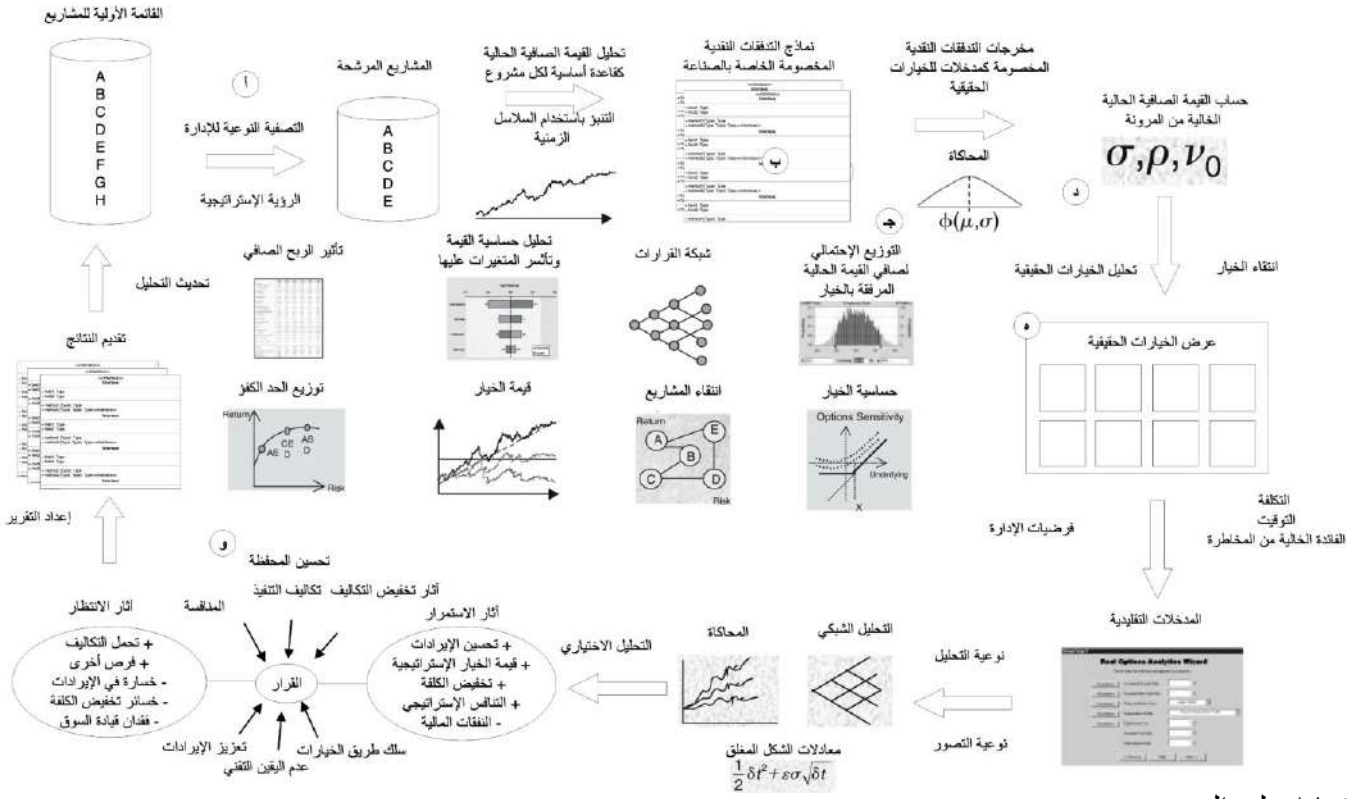
5-5 نمذجة وتحليل الخيارات الحقيقيّة (Real Options Modeling and Analysis):

من خلال استخدام محاكاة مونت كارلو ، سيكون لقيم التدفّق النّقدي المخصوم توزيعا عشوائيّا، وفي الخيارات الحقيقيّة ، نفترض أنّ المتغيّر الأساسي هو الربحّية المستقبليّة للمشروع ، وهي سلسلة التدفّقات النّقديّة المستقبليةّ. يمكن حساب التّقلبات الّضمنية للتدفّق النّقدي الحّر المستقبلي أو المتغيّر الأساسي من خلال نتائج محاكاة مونت كارلو الّتي تمّ إجراؤها سابقًا. عادة ، يتمّ قياس التّذبذب على أنّه الانحراف المعياري للعوائد اللوغاريتمية في التدفّق النّقدي الحّر. بالإضافة إلى ذلك ، يتمّ استخدام القيمة الحالّية للتدفّقات النقديّة المستقبليّة لنموذج التدفّق النقّدي المخصوم للحالة الأساسيّة كقيمة الأصول الأساسيذة الأوليّة في نمذجة الخيارات الحقيقيّة. باستخدام هذه المدخلات ، يتمّ إجراء تحليل الخيارات الحقيقيّة (الشكل () الجزء ه) للحصول على قيم الخيارات الاستراتيجيةّ للمشاريع.

5-6 تحسين المحفظة والموارد (Portfolio and Resources Optimization):

يعدّ تحسين المحفظة خطوة اختيارية في التّحليل. إذا تمّ إجراء التّحليل على مشاريع متعدّدة ، فيجب على الإدارة عرض الّنتائج كمحفظة من المشاريع المجمعة لأنّ المشاريع في معظم الحالات مرتبطة ببعضها البعض ولن يؤدي عرضها بشكل فردي إلى عرض الصّورة الحقيقيّة. نظرًا لأنّ الشّركات ليس لديها مشاريع فرديّة فقط ، فإنّ تحسين المحفظة(الشكل (04) الجزء و) أمر بالغ الأهميّة. بالنظر إلى أنّ بعض المشاريع مرتبطة بمشاريع أخرى ، هناك فرص للتحّوط وتنويع المخاطر من خلال محفظة.

الشكل (04): الإطار المنهجي لنمذجة الخيارات الحقيقيّة



من اعداد الباحث اعتمادا على المصدر:

Mun, J. (2002). *Real options analysis: Tools and techniques for valuing strategic investments and decisions* (Vol. 137). John Wiley & Sons.p97.

نظرًا لأن الشركات لديها ميزانيات محدودة ، ولديها قيود على الوقت والموارد ، بينما لديها في الوقت نفسه متطلّبات لمستويّات إجماليةّ معيّنة من العوائد ، وتحمل المخاطر ، وما إلى ذلك ، يأخذ تحسين المحفظة في الاعتبار كل هذه لإنشاء مزيج محفظة مثالي. سيوفّر التّحليل التّوزيع الأمثل للاستثمارات عبر مشاريع متعدّدة.

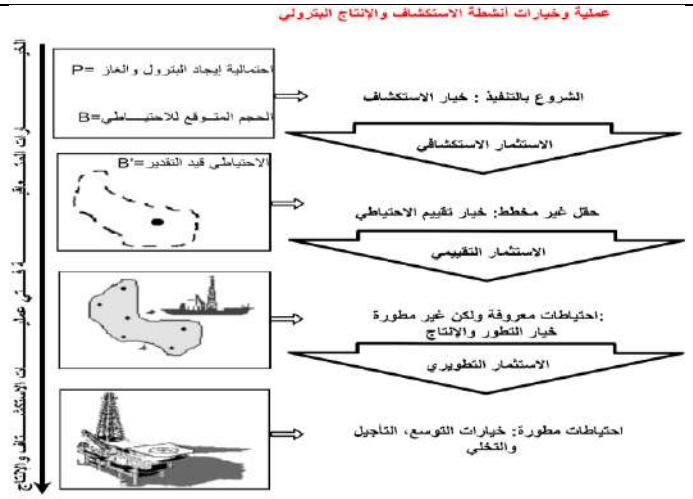
5-7-إعداد التّقرير (Reporting):

لا يكتمل الّتحليل حتى يتمّ إنشاء التّقارير ، ولا يتعلّق الأمر بعرض النّتائج فحسب ، بل يجب أيضًا عرض العمليّة.إن تفسيرات واضحة وموجزة ودقيقة تحوّل مجموعة صعبة من الصندوق الأسود للتّحليلات إلى خطوات شفّافة. لن تقبل الإدارة أبدًا النتائج الواردة من الصّناديق السّوداء إذا لم يفهموا أين تنشأ الافتراضات أو البيانات وأنواع المعالجات الريّاضّية أو الماليّة الذي تحدث.

5-8-تحيين التّحليل (Update Analysis):

يفترض تحليل الخيارات الحقيقية أنّ المستقبل غير مؤكّد وأنّ للإدارة الحق في إجراء تصحيحات منتصف الطّريق عندما يتمّ حلّ حالة عدم اليقين أو تصبح المخاطر معروفة ؛ عادة ما يتمّ التّحليل في وقت مبكر ، وبالتّالي قبل عدم اليقين والمخاطر لذلك ، عندما تصبح هذه المخاطر معروفة ، يجب إعادة النّظر في التحليل لدمج القرارات المتّخذة أو مراجعة أي افتراضات للمدخلات. في بعض الأحيان ، بالنّسبة للمشاريع طويلة المدى ، يجب إجراء عدةّ تكرارات لتحليل الخيارات الحقيقيّة، حيث يتمّ تحديث التكرارات المستقبليّة وفقا لآخر البيانات والإفتراضات.

الشكل (05): الاستكشاف والإنتاج كعملية خيارات حقيقيّة متسلسلة



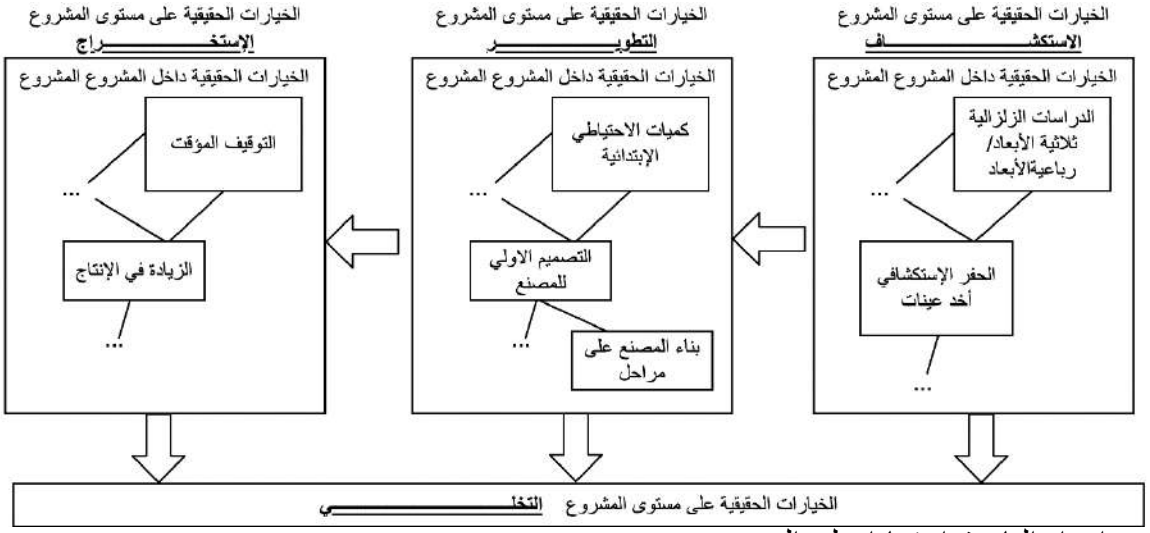
من اعداد الباحث اعتمادا على المصدر:

Dias, M. A. G. (2004). Valuation of exploration and production assets: an overview of real options models. *Journal of petroleum science and engineering*, *44*(1-2), p94.

أما بعد التطور الذي لاحظته الخيارات الحقيقة خلال فترات زمنية متعاقبة كما تم توضيحه في الشكل-(تطور الخيارات الحقيقية)، فإن الخيارات الحقيقية في مجال الاستكشاف الإنتاج (وفي الصناعات الاستخراجية بصفعة عامة)، حيث تغطي أدبيات الخيارات الحقيقية استثمارات الصناعات الاستخراجية مجموعة كاملة من المرونة الإدارية من اتخاذ القرارات الاستراتيجية وكما تمت الإشارة سابقا تنقسم الخيارات الحقيقية لاستثمارات التعدين إلى فئتين: الخيارات الحقيقية "داخل المشاريع" و "على مستوى المشاريع" -الشكل (01).

تم عرض إطار مماثل لتصنيف الخيارات الحقيقية من قبل (Botín, Del Castillo, Guzmán, & Smith, 2012) يجب أن يُفهم تصنيف RO "على مستوى المشاريع" على أنه وسيلة لاستغلال المرونة الكامنة في الاستثمارات المتسلسلة كما هو مقترح في(Adner & Levinthal, 2004). أي أن هناك عدة خيارات متسلسلة منفصلة قبل الاستخراج الفعلي للاحتياطي. في ظل عدم اليقين ، فإن وجود استراتيجيات مرنة والقدرة على تأخير القرارات يمكن أن تضيف قيمة للقيمة الإقتصادية للمشروع مقارنة باتخاذ جميع القرارات الاستراتيجية أثناء تخطيط المشروع.

الشكل (06): رسم توضيحي لتصنيف الخيارات الحقيقية المطبقة في مشاريع الاستكشاف والإنتاج



من اعداد الباحث اعتمادا على المصدر:

Savolainen, J. (2016). Real options in metal mining project valuation: Review of literature. *Resources Policy*, p*50*.

تشير الخيارات الحقيقيّة داخل المشاريع إلى المرونة الإداريّة المتاحة من "منظور الهندسة الصناعيّة / إدارة الإنتاج"(Bengtsson, 2001). يمكن اعتبار الخيارات الحقيقيّة "في المشاريع" وفقًا لـ(Groeneveld & Topal, 2011) مرونة النّظام الهندسي الأساسي لتخطّي عدم اليقين الفنّي. على سبيل المثال ، يمكن بناء بعض البنى التّحتيّة الأوليّة للاستخراج بشكل كبير بما يكفي للسماح بالتوسّع

السّريع للإنتاج في المراحل المتأخّرة من المشروع في حالة تطّور أسعار البترول المواتيّة. بمعنى واسع ، يشمل (De Neufville, 2002) كلّ المرونة ألّتي يمكن للنّظام الهندسي المتوفّرة كخيار حقيقي، ويوضّح الجدول المقابل الخيارات الخيارات الحقيقّية في المشاريع الاستخراجيّة.

1-6 الخيارات الحقيقيّة في مرحلتي الإستكشاف والتّقييم:

يتّم الحصول على البيانات الزلزاليّة، ثمّ يتمّ الكشف عن صورة تحت سطح الأرض، بالإضافة إلى المعرفة الجيولوجيّة والخبرة والملاحظات، من الممكن بعد ذلك تكوين صورة أكثر دقّة لمنطقة محتمل احتواؤها لمواد هيدوكربونيةّ. لا يمكن للبيانات الزلزاليّة معرفة السّوائل الموجودة في الصّخر ، لذا يجب حفر بئر استكشافي ، ومن ثمّ ، يمكن تحديد بشكل أفضل طبيعة وحجم ونوع حقل النّفط و/ أو الغاز(Mun, 2006)، حيث تكمن الخيارات في هذه المرحلة في الإجابة عن الأسئلة التّالية: هل ينبغي الإستثمار في الدراسات الزلزالية ثلاثية الأبعاد(3D Sismic) التي تقدم حلولا أفضل ونتائج أدقّ ولكنّها مكلّفة؟، وهل ينبغي أخذ البيانات الزلزاليّة رباعيّة الأبعاد بعين الإعتبار؟، حيث تقدّم هذه البيانات فكرة دقيقة عن طبقيّة المكمن النّفطي وأنّ الاستثمار في مابعد يعتمد بشكل كبير على هذه المعلومات، وبذلك ستقلّ حدّه عدم اليقين المتعلّق بحجم وطبيعة المكمن النّفطي بشكل كاف يوضّح للمستثمر معالم الخطوات المقبلة، أمّا فيما يتعلّق بعدم اليقين المرتبط بالاحتياطات، إلى أيّ حدّ تستطيع الشركة تقليل

الجدول(07):الخيارات الحقيقيّة في مشاريع استكشاف وإنتاج البترول (الصّناعات الاستخراجيّة عموما)

الخيارات على مستوى المشروع	**نوع الخيار**	**يبدأ الخيار بعد**	**ينتهي خلال**
الاستكشاف(التعلّم)	شراء	اقتناء عقد التّرخيص	الاستكشاف
التّطوير (التّخطيط)	شراء	الاستكشاف	التّطوير
الإستخراج (االمصنع)	شراء	التّطوير	الاستخراج
التّخلي	بيع	اقتناء عقد التّرخيص	التّخلي
الخيارات داخل المشروع	**نوع الخيار**	**يبدأ الخيار بعد**	**ينتهي خلال**
تأجيل الاستثمار	المرونة	التّطوير	الاستخراج
تصميم إنتاج مرن	مدمج	الاستخراج	التّطوير
نوع الحفروالإستخراج (أفقي، عمودي، بالتكسير، تكسير	مدمج	التّطوير	الاستخراج

ناشف /مائي، بدون تكسير ...)			
الزيادة في الإنتاج	مرونة	التطوير	الإستخراج
التقليص في الانتاج	مرونة	التطوير	الإستخراج
التوقيف المؤقت للإنتاج	مرونة	التطوير	الإستخراج
تغيير المدخلات أو المخرجات إن أمكن.	مدمج	التطوير	الإستخراج
التبديل بين الآبار واختيار أحسن مجموعة من حيث الإنتاجية والتكلفة.	مرونة	التطوير	الإستخراج

من اعداد الباحث اعتمادا على المصدر:
Savolainen, J. (2016). Real options in metal mining project valuation: Review of literature. *Resources Policy*, p55.

المخاطر المرتبطة بذلك، حيث يمكن ان تكون عقود التوسع في عقود المشاركة سبيلا لذلك، كما يمكن أن يكمن الخيار في تحديد العدد المناسب من الآبار الاستكشافية لوضع التخطيط المناسب للحقل(بئر واحدة، خمس آبار، أم أكثر؟)،

وقد قدم (Paddock, Siegel, & Smith, 1988) نموذجا رياضيا لتقييم الاحتياطي النفطي كخيار حقيقي وقد رأى أن الإحتياطي النفطي يتبع حركة براون الهندسية حيث أنه اعتبر مرحلة الاستكشاف كخيار لانفاق تكاليف للحصول على معلومات تساعد في تقدير القيمة المتوقعة للإحتياطات غير المطورة، حيث يوضح الجدول الموالي إسقاط خيار الشراء على فرصة تطوير حقل نفطي غير مطور.

الجدول (08):اسقاط فرصة تطوير حقل للبترول على خيار الشراء	
خيار الشراء	الاحتياطات غير المطورة
سعر السهم	قيمة الإحتياطي المطور
سعر التنفيذ	كلفة التطوير
مدة الإنقضاء	متطلبات التخلي
التقلب في سعر السهم	التقلب في قيمة الاحتياطي المطور
المقسوم المدفوع على السهم	صافي إيراد الإنتاج من الإحتياطي المطور مطروحا منه كمية النّضوب

من اعداد الباحث اعتمادا على المصدر:
Paddock, J. L., Siegel, D. R., & Smith, J. L. (1988). Option valuation of claims on real assets: The case of offshore petroleum leases. *The Quarterly Journal of Economics*, *103*(3), p488.

يعتبر نموذج (Paddock et al., 1988) من نماذج الخيارات الحقيقيّة الّتي تناولت تقييم الاحتياطي النّفطي وكنتيجة طبيعيّة لتطوّر النّماذج في ترويض الظّواهر الطّبيعيّة كانت التّطبيقات الأولى تطبيقات مباشرة لنماذج تقييم الخيارات الماليّة على أصول حقيقيّة ،وكانت الّصناعة الاستخراجيّة الأوفر حّظا، ما يجعل من هذه النّماذج تحدد أهم العناصر الّتي تميّز الأصول الحقيقيّة الّتي نجعل من التّطبيق المباشر للخيارات الماليّة عليها أمرا يتطلّب التّمحيص والاجتهاد لبناء نماذج تلائم طبيعة الأصول الحقيقيّة.

2-6 الخيارات الحقيقيّة في مرحلة التّطوير:

بمجرد الحصول على بيانات كافيّة (من البيانات الزلزاليّة أو الآبار الاستكشافيّة) لإصدار حكم مستنير بشأن حجم الاحتياطي النّفطي ، ندخل في مرحلة التّطوير. هنا نقرّر الطّريقة الأكثر جدوى تجاريّاً لاستغلال هذا المورد الجديد عن طريق هندسة نوع (أفقي، عمودي..) و عدد الآبار المنتجة ومرافق المعالجة والنقل. يجب علينا أيضًا تحديد ما إذا كان أي دعم للضّغط ضروريًّا على الاطلاق وكذا التّكسير(المائي أو الجاف) إن كان المكمن قليل النّفاذيّة، وفي هذه المرحلة يواجه صنّاع القرار ربّما أكبر عدد من البدائل الممكنة (Mun, 2006). تشمل خيارات التّطوير الممكنة ،كم عدد الآبار الّتي يجب حفرها؟ أين ينبغي أن تكون موجودة؟ بأي ترتيب يجب حفرها؟ هل يجب أن يكون المنتجون معقدين (منحرفين / أفقيين) موجودين في المنصّة ، أو يجب أن تكون بسيطة ولكنّها مرتبطة بالتّجميع المغمور (Subsea –Manifold)؟ كم عدد المنصّات أو الحفّارات المطلوبة؟ وإذا كانت بحريّة، هل يجب أن تكون عائمة أم دائمة؟ كم عدد آبار الحقن التي يجب حفرها؟ أين ينبغي أن تكون موجودة؟ ما قدرة معالجة المنشأة للنّفط؟ إذا كانت المنشأة تعالج كميّات محدودة من المحروقات فسيؤدّي ذلك إلى تخفيض النّفقات الاستثماريّة ما قد يحدّ في النّهاية من القدرة الإنتاجية لكميّة الهيدروكربونات المرسلة إلى السّوق وبالتّالي تحديد التدفّق النّقدي بحدود طاقة المنشأة في معالجة المحروقات. إذا كانت منشأة العمليّة كبيرة جدًّا ، فقد تكون مكلفة وغير فعّالة من النّاحية التّشغيليّة، وهل توجد حقول مجاورة تنتظر التّطوير؟ إذا كان الأمر كذلك ، هل يمكن إنشاء منشأة معالجة مشتركة؟ هل يجب إنشاء خطّ أنابيب جديد أو ربط المنشأة بخط أنابيب موجود مسبقا؟ كما يجب أخذ طرق النّقل الأخرى (على سبيل المثال ، الإنتاج العائم ،التخزين والتّفريغ Floating Production and Storage Operation). تزخر هذه المرحلة بتعدّد البدائل والخيارات وخاصّة خيارات "داخل المشروع" المتعلّقة بتصميم النّظم التّقنية.

3-6 الخيارات الحقيقيّة في مرحلة الإنتاج:

اعتمادًا على حجم الاحتياطي والكفاءة الإنتاجيّة للآبار ، يجب على المهندس إدارة هذا المورد بعناية مثل أي أصول قيّمة أخرى، حيث أصبحت إدارة المكامن (الطريقة والاستراتيجيّة الّتي تدار بها عمليّة استخلاص المحروقات من حقل) ذات أهميّة متزايدة على مدى السّنوات القليلة الماضيّة. كانت طرق الإنتاج الأقدم والأقل تقدّمًا من النّاحية الفنيّة غير فعّالة ، وغالبًا ما تترك 75 في المائة أو أكثر من النّفط في المكمن – وهو النّفط الّذي لا يمكن استخراجه بسهولة بعد ذلك. إنّ زيادة كفاءة إنتاجيّة المكمن هي جزء حاسم من أي جهد هندسي بهدف تعزيز معدّل استخلاص المحروقات ولكن ستبقى كميّات محروقات في الخزّان لا يمكن استخلاصها أي لا يمكن استخراج كل الكميّات الموجودة في المكمن (Mun, 2002). تشمل هذه المرحلة على خيارات عديدة متاحة لصنّاع القرار من أهمها، هل توجد أي مكامن غير مستغلّة في الحقل ويمكن استغلالها من خلال حفر المزيد من الآبار؟ هل يجب أن نقوم بتصفية (التخلّي) بعض أو كل الأصول لشركات أخرى؟ هل يجب أنّ نفكر في المزيد من الحصول على البيانات الزلزاليّة؟ هل يجب التّفكير في أخذ آبار الإنتاج الحاليّة وتحويلها إلى آبار حقن لتحسين الأداء الإنتاجي العام للحقل؟ ما هي الخيارات المتاحة لإطالة عمر المكامن؟ ما المعلومات الّتي يجب جمعها حتى تتمكّن من اتّخاذ هذه القرارات العمليّة؟ كيف يتمّ الحصول على هذه المعلومات بشكل أفضل؟ بأيّ تكلفة وبأيّ مخاطر تشغيليّة؟ هناك العديد من الفرص خلال مرحلة الإنتاج لاتّخاذ قرارات لا تزال خاضعة لارتياب كبير. على الرّغم من أنّ الحقل قد يكون ناضجًا وقد تراكمت الكثير من الخبرة والمعلومات حول الطّبيعة التّقنية والإقتصاديّة للحقل، وبالرّغم من كلّ ذلك يمكن أن تؤثّر بعض خيارات الإدارة على أداء الخزّان النّهائي والجدوى الاقتصاديّة.

4-6 الخيارات الحقيقيّة لمرحلة التّخلي:

بمجرد استنفاد الاحتياطيات ،يجب تفكيك البنى التحتيّة بطريقة فعّالة بيئيّاً واقتصاديّاً، كما يمكن ترك ولا تفكّك ويحدث ذلك عادة مع المنصّات البحريّة في ظلّ غياب نصوص قانونيّة تنصّ على إلزاميّة تفكيك البنى التّحتيّة، ما يستدعي نفقات إضافيّة (Mun, 2002). تتيح هذه المرحلة أمام صنّاع القرار عدّة خيارات ممكنة منها، ما هي تكلفة التّخلي النّهائي ، وما هو احتمال أن يظلّ هذا صحيحًا في نهاية عمر الحقل؟ هل يجب إدراج التّكلفة الكاملة للتّخلي في استراتيجيّة تطوير الحقل الأوليّة ، أم أنّ هناك طريقة للتحوّط من بعض أو كلّ هذه التّكلفة؟ ما هي الحالات الطّارئة الّتي يجب إدراجها لمراعاة التّغييرات في التّشريعات والقوانين؟ في أي حد تتأثّر ربحيّة المشروع بتكاليف التّخلي ، وكيف سيؤثّر ذلك على

استراتيجيتنا الأوليّة للتّطوير؟ كما يمكن في بعض الحالات استغلال منشآت الحقول النّاضبة لمعالجة المحروقات المنتجة من حقول قريبة (Jahn, Cook, & Graham, 2008)، ماقد يؤدّي إلى تفادي نفقات إنشاء منشآت جديدة ويبقى هذا الخيار رهين بعض المتغيّرات مثل: هل المنشآت في حالة جيّدة؟ هل تلائم المنشآت نوعيّة نفوط الحقول المجاورة؟ وهل تسمح التّشريعات بمزاولة كذا عمليّات؟

تتميّز هذه الصّناعة كونها صناعة استخراجيّة بكثافة رأسماليّة عاليّة، إيرادات مستقبلة متقلّبة وغير مؤكّدة، فترات طويلة لاسترداد النّفقات الاستثماريّة، عدم يقين جيولوجي في ما يتعلّق بوجود ونوعيّة المحروقات، العديد من الخيارات والبدائل في كلّ المراحل، محفوفة بالمخاطر (مخاطر جيولوجيّة، سياسيّة، اقتصاديّة...إلخ)، مايجعل من تحليل الخيارات الحقيقيّة أحد الطرائق الملائمة لتقييم هذا النوع من الأصول.

المبحث الثاني:

مراحل وخصائص نشاط استكشاف وإنتاج البترول

تعتبر مرحلة استكشاف وإنتاج المحروقات من أهمّ مراحل الصّناعة البترولية إذ تعدّ حلقة مفتاحيّة تسمح للشّركات البترولية بتجديد مواردها من المحروقات ما يضمن للشّركات استمراريّة مزاولة نشاطاتها على المدى البعيد، إذ تعتبر الصّناعة النّفطيّة من أشدّ الصّناعات الّتي تواجه تغيّرات ومخاطر وحالات لا تأكّد عديدة (خطر جيولوجي، خطر اقتصادي، خطر سياسي، خطر مالي.). إنّ القيمة الاقتصاديّة لمشاريع استكشاف إنتاج تتأثّر بعدّة عوامل مثل : أسعار النّفط ، النّفقات التّشغيليّة، الإنفاق الرّأسمالي، معدّل الإنتاج ،كميّة و نوعيّة النّفط... ممّا يجعل اتّخاذ قرار الاستثمار من عدمه في بيئة تعجّ بالمخاطر و حالات ألا تأكّد يبقى العائق الأكبر أمام الشّركات البترولية إذ تبقى المعايير الاقتصاديّة التقليديّة لاختيار المشاريع محلّ جدل بما أنّها لا تأخذ مفهوم الخطر بعين الاعتبار و التّأثير المتبادل بين المشاريع و كذا المرونة المتوجّب على الإدارة التّحلي بها، و لغرض مواجهة حالات اللاّتأكّد و الخطر و ديناميكيّة الأسواق الّتي تعمل في أطرها الشّركات البترولية، أسهم العديد من الكتاب و الباحثين جاهدين في إيجاد مدخل بديل يتعامل مع هذا النّوع من النشاطات الاقتصاديّة من خلال عمليّة تحليل و تقييم المشاريع الاستثماريّة اعتمادا على نظريّة الخيارات الحقيقيّة.

1-مراحل استكشاف وإنتاج البترول (Petroleum Exploration & production Phases) :

1-1 خصائص نشاطات الاستكشاف والإنتاج (Upstream Activity Characteristics) :

يشتمل مصطلح الصّناعة النفطيّة على جميع الفروع المتخصّصة والحلقات الإنتاجيّة للسّلسلة النّفطيّة وتلمّ بكل من مرحلة الاستكشاف،التّطوير والإنتاج و الّتي تعرف بالمنبع (Upstream) ،النّقل (بالانابيب،الناقلات البحريّة والنّهريّة، السّكك الحديديّةو الشّاحنات) تعتبر هذه المرحلة مرحلة بينية (Midstream) واصلة بين المنبع و المصبّ (Downstream) و يشمل هذا الأخير كل من نشاطات التّكرير، التّوزيع و التّسويق.

تعدّ مرحلة الاستكشاف والإنتاج الحلقة المفتاحيّة الّتي تسمح للّشركات البترولية مزاولة نشاطاتها على المدى البعيد، كما أنّها تتصّف بالخصائص التالّية (Gaci, 2004; الكعبي, 2017):

نشاط دولي (International Activity)، أي يمكن للشّركات مزاولة هذا النّشاط خارج الحيز الجغرافي لبلدها الأم .

نشاط رأسمالي، يتطلّب استثمارات ضخمة (Capital intensive) ويتميّز بطول الفترة الزمنيّة لاستردادها.

نشاط يشتمل على مفهومي المخاطرة وعدم التّأكد (Risky Activity) .

- نشاط حسّاس للأحداث السياسيّة .
- نشاط يتطلّب تقنيات عاليّة (المسوح الزلزاليّة، التّنقيب والحفر...)
- ارتباط مفهوم ريع الصّناعات الاستخراجيّة بـ إدارة استخراج المحروقات التي تتميّز بكونها موارد غير متجدّدة.

2-1 مرحلة الاستكشاف:(Exploration Phase)

يهدف النّشاط الاستكشافي إلى إيجاد حجوم ومكامن جديدة من المحروقات، بحيث تحلّ محلّ الحجوم المنتجة هذا ما يحدّد إمكانيّة الشّركة في مزاولة نشاطاتها على المدى البعيد (Jahn et al., 2008)، إذ تخضع مرحلة الاستكشاف لمخاطر وحالات لا تأكد تكون أكبر أو أقل حسب البيئة التي يجري فيها البحث (Bret-Rouzaut & Favennec, 2011) و لهذا تجرى عمليّات التّنقيب و الاستكشاف لزيادة احتمال الحصول على المزيد من المعلومات عن الجدوى التّقنية و الاقتصاديّة لاستغلال الموارد الموجودة في باطن الأرض (Bjørstad, Hefting, & Stensland, 1989) يبدأ استكشاف المحروقات بعدّة أنواع من المسموح الجيولوجيّة و الجيوفيزيائيّة و قد تبيّنت الدّراسات أن المسح الزّلزالي هو الأكثر فعاليّة (Abdel-Aal & Alsahlawi, 2013)،و تتطلب المرحلة نظم متقدّمة لتحليل البيانات و تقنيّات تشغيليّة متطوّرة.

1.2.1طرق الاستكشاف الجيولوجية:" Geological Exploration"

الدّراسات الجيولوجيّة تعدّ الخطوة الأولى في مرحلة الاستكشاف إذ تنطوي على الدرّاسات السّطحية وتشمل عدّة طرق منها:

استخدام التّصوير الجوّي، التّصوير بالأقمار الصّناعيّة، الطبوغرافيا ورسم الخرائط الجيولوجيّة، والهدف من هذه الأساليب والطرق جمع بيانات عن السّمات السّطحيّة الّتي يمكن استخدامها للاستدلال على احتماليّة وجود تشكيلات تحتيّة تحتوي على المحروقات (Wright, 2017).

1.2.1 طرق الاستكشاف الجيوفيزيائيّة :"Geophysical Exploration"

تعدّ الدّراسات الجيوفيزيائيّة خطوة مفتاحيّة في مرحلة الاستكشاف والتّنقيب عن المحروقات إذ يعتبرها البعض من أنجع الطّرق فاعليّة فبهذه المرحلة وتنقسم الطّرق الجيوفيزيائيّة إلى ثلاثة أصناف:

المسوح المغناطيسيّة :" Magnetic field survey "

تعتمد المسوح المغناطيسيّة في دراستها على خاصيّة التّغير في المجالات المغناطيسيّة للأرض، حيث غالبا ما تتواجد المحروقات في الصّخور الرسوبيّة وهي صخور غير مغناطيسيّة، علما أنّ الصّخور المغناطيسيّة لا تحتوي على المحروقات (M. P. Downey, 2009) ويستغل المهندسون هذه الخاصيّة في تحديد مكان تواجد الصّخور الرسوبيّة الّتي من الممكن أن تحتوي على المحروقات.

المسوح الجاذبيّة:" Gravimetric survey "

تختلف رجّة جاذبيّة الأرض باختلاف نوع الصّخور الباطنيّة، وتختلف الجاذبيّة الأرضيّة من بقعة إلى أخرى باختلاف الطّبقات الباطنيّة (Masseron & Chapelle, 1982)، وبناء على هذه الظّاهرة يتمّ تحديد نوعيّة الصّخور أو أيّ مائع يقبع في باطن الأرض.

المسوح الزلزاليّة :"Seismic survey"

تعتمد هذه الطّريقة على إحداث هزّات اصطناعيّة –كتفجير الدّيناميت أو اسقاط الثّقل –تنتقل بسرعة خلال طبقات الأرض المختلفة الّتي تعكس هذه الهزّات وتمتّصها بنسب مختلفة حسب كثافة ونوعيّة الصّخور الموجودة، وعند استقبال أجهزة التّسجيل لصدى الهزّات وبالاعتماد على الهزّات المسجّلة يمكن تحديد أنواع وتراكيب مختلف الطبقات الصّخرية الموجودة في المنطقة المستكشفة (زريدة, 1985).

اعمليات الحفر الاستكشافي: " Exploration Drilling "

يعدّ الحفر الاستكشافي الإجراء الأكثر تكلفة في دورة الاستكشاف (يعبر عن 65 إلى 80 %من التّكلفة الكليّة لمرحلة الاستكشاف) (Masseron & Chapelle, 1982) ، حيث يعتبره الخبراء أفضل طريقة للحصول على المعلومات اللاّزمة عن خصائص المكمن ويمثل الحفر الاستكشافي الاختبار النّهائي لفرضيّة وجود المحروقات في باطن الأرض (M. W. Downey, 2004) وهو آخر عمليّة من عمليّات الاستكشاف والتّنقيب عن المحروقات.

"Evaluation and appraisal Phase " تكون الخطوة الثّانية البحث في تقييم الخيارات المتعدّدة لتطوير الحقل والتّقدير الأولي للخزّان، والّتي يكون واحدا على الأقل من الخيارات المدروسة قابل للتّطبيق من النّاحية الاقتصاديّة.

1-3 مرحلة التّطوير والإنتاج:" Development & Production Phase "

أ-مرحلة التّطوير:" Development Phase "

بناء على نتائج المرحلة السّابقة ودراسة الخيارات المتعدّدة تصاغ خطّة تطوير الحقل، حيث تهدف هذه المرحلة لوضع خطّة تطوير الحقل ووضع مواصفات مبدئيّة للمشروع والمنشآت، تعدّ هذه المرحلة أهم مرحلة من النّاحية الاقتصاديّة بالنّسبة لمختلف مراحل مشاريع الاستكشاف، التّطوير والإنتاج حيث أنّ تكاليف تطوير الحقل تعبّر عن 40 إلى 60 %من مجموع تكاليف المشروع الكليّة (Masseron & Chapelle, 1982) .حالما تتمّ الموافقة على خطّة التّطوير تتبّع سلسلة من النّشاطات السّابقة للإنتاج (Jahn et al., 2008):

-خطّة تطوير الحقل.

-تصميم مفصّل للمنشآت.

-تدبير لمواد البناء (Procurment)

- تصنيع المنشآت (Fabrication)

-إقامة المنشآت (Instalation)

-وضع كلّ من المصنع والمعدّات في الخدمة.

ب-مرحلة الإنتاج:" Production Phase "

عادة في الحقول الجديدة، يصعد الخام للسّطح بواسطة قوّة الحفر الطّبيعيّة -طالما أنّ الضّغط في السّطح أقّل من الضّغط في الخزّان-ويكون مصدر هذه القوّة الدّافعة الذّاتيّة هو الماء أو الغاز الموجود في الخزّان أو كلاهما (Abdel-Aal & Alsahlawi, 2013) ، ولكن كلّما زاد عمر الخزّان أو زاد الإنتاج التّراكمي للخام كلّما نقصت قوّة التدفّق الطّبيعي للبئر ممّا يؤدي على استخدام أساليب استرداد أخرى غير التدفّق الطّبيعي الناتج عن فرق الضّغط، حيث تتعدّد طرق رفع الخام (Johns, 2004):

-الرّفع بالطريقة الطبيعيّة أي الاعتماد على الضّغط الطّبيعي للبئر.

- الرّفع بواسطة ضخّ الغاز (Gas Lifting)

-الرّفع بواسطة ضخّ الماء (Water Lifting)

-الرّفع بواسطة المضخّات (Crude Oil Pumping)

استخلاص البترول المعزّز (Enhanced Oil Recovery):

وينقسم إلى طريقتين أساسيّتين (Thomas, 2008):

<u>الّطرق الحرارية:</u> تنطوي على زيادة درجة الحرارة في الخزّان من أجل الحدّ من لزوجة النّفط وزيادة إنتاجيّة البئر.

<u>الطرق غير الحرارية:</u> وتصنّف إلى ثلاث طرق فرعيّة:

-طرق حقن الغاز الكيميائيّة.
-طرق حقن الغاز القابل للامتزاج.
-طرق حقن الغاز غير قابل لامتزاج.

هذه الطّرق قد تزيد من عامل الانتعاش بنسبة 30-40 %ولكنّها مقيّدة بعوائق تقنيّة واعتبارات اقتصاديّة (Bret-Rouzaut & Favennec, 2011).

معالجة الخام :(Oil treatment)

في أغلب الأحيان يكون الخام المنتج مختلطا بالغاز، الماء، الأملاح وشوائب أخرى، حيث تشترط الشّركات المشترية للخام ألّا تزيد نسبة الماء والشّوائب في الخام عن حدّ معيّن، ولذلك يلزم تصفيت الخام عن طريق فصله من الغاز والماء والشّوائب الأخرى، وتختلف الخامات المستخرجة من الحقول المختلفة من حيث نسبة المياه والشّوائب ومن حيث درجة الكثافة وتتطلّب الشّوائب العالقة مثل الأملاح والكبريت أجهزة أخرى لمعالجتها(زريدة, 1985)، عند إتمام مرحلة المعالجة يتمّ تخزين الخام ونقله عبر الأنابيب أو ناقلات البحريّة.

<u>2 - تكاليف مختلف مراحل الاستكشاف والإنتاج:</u>(Exploration & Production Costs)

يعدّ نشاط الاستكشاف/أو إنتاج نشاط رأس مالي أي يحتاج إلى رأس مال كثيف بسبب طبيعته الّتي تستلزم معدّات ضخمة وتقنيّات عاليّة إذ تقسم تكاليف مشاريع استكشاف/ أو إنتاج إلى ثلاث أقسام أساسيّة حسب مراحل النّشاط وهي (Wright & Gallun, 2005):

أ-التّكاليف الرأسمالية (Capital costs) :

وهي تشمل كلّ من مرحلتي الاستكشاف والتّطوير:

- تكاليف الاستكشاف (Exploration costs)

تكاليف تحديد المجالات الّتي تتطلّب الفحص والاستكشاف وتشمل كذلك دراسة المجالات المحدّدة الّتي قد تحتوي على احتياطيات من البترول أو الغاز وتشمل أيضا تكاليف حفر الآبار الاستكشافيّة وآبار اختبار الطّبقات الاستكشافيّة وتكاليف الدّراسات الطبوغرافيّة والجيولوجيّة ومرتبات الجيولوجيون والطّواقم الجيوفيزيائيّة وغيرها.

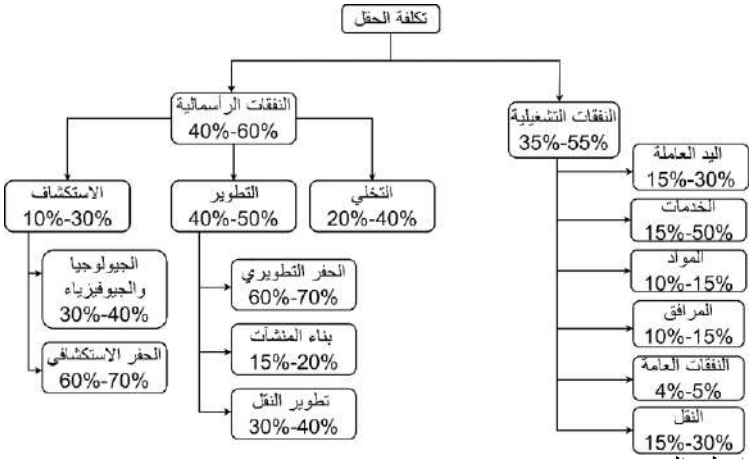
- تكاليف التّطوير (Development costs):

تكاليف التّطوير هي التّكاليف الموجّهة للحصول على الاحتياطيات المؤكّدة وتوفير معدّات الاستخراج، المعالجة والتّخزين وهي تشمل تكاليف آبار التّطوير لإنتاج المحروقات فضلا عن تكاليف مرافق الإنتاج مثل أنابيب النّقل والفواصل والسخّانات وصهاريج التّخزين ونظم الاسترداد المحسّنة ومرافق معالجة الغاز.

ب- التّكاليف التّشغيليّة (Operating costs):

تعّبر التّكاليف التشغيلية عن مجموع المدفوعات المخصّصة لتشغيل منشآت الإنتاج وتشمل كلّ من المواد الكيميائيّة، اللوجستيات، صيانة الآبار، متطّلبات القوّة البشريةّ والأمن ...الخ(Gaci, 2004) ، كما أنّها تتألّف أساسا من جزئين الجزء الأوّل يعتبر تكاليف التّشغيليّة الثّابتة وإذ تتناسب مع كلفة رأس المال للبنود و الجزء الآخر عبارة عن تكاليف متغيّرة تتغير بدلالة الإنتاج.

الشكل (07):بنية تكاليف حقل يحتوي على المحروقات



من اعداد الباحث اعتمادا على المصدر:

Shereih, K. (2016). Economics modeling for petroleum exploration and production projects considering risk and imprecise data, p20.

3-مفهوم الإحتياطات والموارد:

يعتبر مفهوم احتياطات المحروقات مفهوما معقّدا وأساسيّا في صناعة البترول والغاز، وقد يعرف بشكل عام أنه إجمالي الموارد المتاحة لتلبية الإحتياجات الحاليّة والمستقبليّة ،حيث أنّه هناك العديد من التّعريفات المختلفة لاحتياطيات المحروقات ومايجب توضيحه هو أنّ مصطلح الاحتياطيات يشير إلى مفهوم تقني اقتصادي وليس مفهومًا جيولوجيًا. يتمّ التّمييز بين الاحتياطات والموارد كما يلي (Bret-Rouzaut & Favennec, 2011):

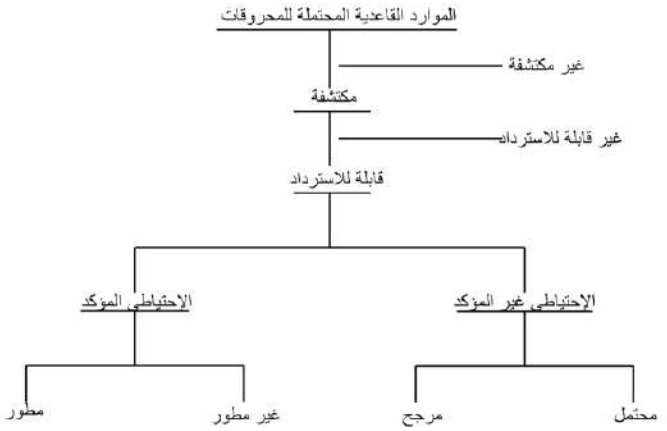
- الاحتياطيات: كميّات المحروقات الّتي يمكن أو سيتمّ استردادها تقنيّا و/أوأقتصاديّا،

- الموارد: كميّات المحروقات الموجودة في حقل نفط أو غاز ، دون الإشارة إلى القيود المتعلّقة بإمكانيّة الوصول إليها و / أو تكلفتها. هذا المفهوم مطابق لمفهوم المحروقات الموجودة (Hydrocarbons In Place)، في الاستخدام الشّائع.

ووفقا لـ (Lyons & Plisga, 2011) فإنّ مفهومي "الموارد" و "الإحتياطات" يعتبران أحد أهمّ المفاهيم والأكثر تعقيدا في تقييم مشاريع البترول والغاز وغالبا ما يكون هناك اشكال بشأن علاقة الاحتياطات والموارد وخاصة بشأن كيفيّة تصنيف أحجام المحروقات ضمن أيّ فئة من الفئتين، ما ينجم عنه التباس واختلاف في استخدام المصطلحات داخل صناعة البترول والغاز وبين المجتمعات الماليّة، الاستثماريّة والتنظيمية المرتبطة بشكل مباشر أو غير مباشر بالّصناعة.

حيث يوضّح الشّكل الموالي الفرق بين الموارد والاحتياطات والعلاقة بينهما:

الشكل(08): الفرق بين الموارد والإحتياطات والعلاقة بينهما



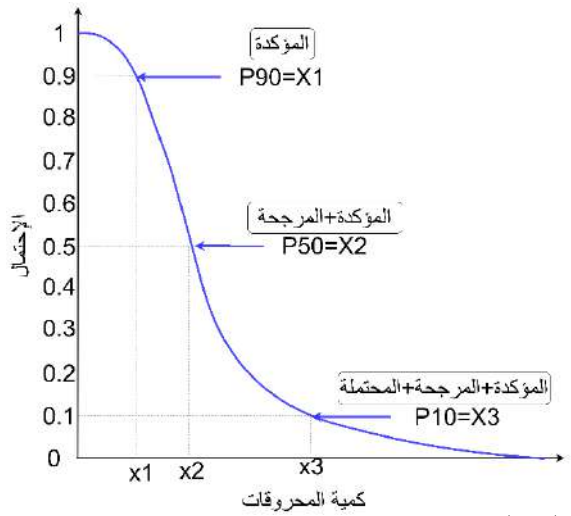
من اعداد الباحث اعتمادا على المصدر:

Lyons, W. C., & Plisga, G. J .(2011) .*Standard handbook of petroleum and natural gas engineering Chapter 07, P02.*

تصنّف الاحتياطات عموما إلى ثلاثة أقسام أساسيّة، احتياطات مؤكّدة (Proved Reserves) ويقصد بها كميّات المحروقات الموجودة في المكامن المكتشفة والّتي يمكن استخراجها بالتّقنيات المتوفّرة حاليّا في ظلّ الظّروف الإقتصاديّة الرّاهنة أيّ يمكن استخراجها تقنيّا واقتصاديّا ويمكن التّعبير عنها بـ (P1) ، احتياطات مرجّحة(Probable reserves) ويقصد بها الكميّات الّتي يمكن استخراجها تقنيّا ولكنّها تفقد للنّجاعة الاقتصاديّة(P2) ،أخيرا واحتياطات محتملة (Possible Reserves) ويقصد به أنّه هناك فرصة لإمكانية تطوير الحقل النّفطي في ظلّ إمكانيات معينة ومفضّلة مستقبلا ويرمز لها بـ(P3) .

بما أنّه يوجد التباس في التّفرقة بين التّسميات المختلفة فالجدول الموالي يلخّص الفرق بين التّرميز والتّسميّات:

الشكل(09):الاحتمال التراكمي لكميات المحروقات في الخزّان



من اعداد الباحث اعتمادا على المصدر:

Bret-Rouzaut, N., & Favennec, J. P. (2011). Oil and gas exploration and production: Reserves, costs, contracts. Editions Technip.P97

الاحتياطات المؤكّدة=$1P \equiv P1 \equiv P90$،

الاحتياطات المرجّحة=$2P - 1P \equiv P2$،

الاحتياطات المرجّحة=$3P - 2P - 1P \equiv P3$،

كما أنّ :

$1P \equiv P90 \equiv P1$، $2P \equiv P50$، $P3 \equiv P10$،

بشكل عامّ ، يتمّ تمثيل توزيع حجم حقل معيّن بشكل جّيد بشكل معقول من خلال التّوزيع اللوغاريتمي الطّبيعي كما يبيّن الشّكل الموالي:

يعرّف Px ككميّة محروقات، بحيث يكون هناك احتمال بنسبة x % أن تتجاوز الاحتياطيات الحقيقيّة Px ، على سبيل المثال أعلاه، فإنّ احتماليّة احتواء المخزون على كميات من البترول تساوي أو تفوق 265 تعادل 90%.

3-1 تقدير الاحتياطي النّفطي ودالة الإنتاج:

أ-تقدير الاحتياطي النّفطي:

لا يمكن تحديد الاحتياطيات الحقيقيّة إلاّ بعد غلق آبار الإنتاج والتّخلي عن الحقل مايجعل من التّحديد المسبق للاحتياطيات ليس أكثر من مجرد تقدير(Lyons & Plisga, 2011)، حيث توجد عدّة طرق لتقدير الاحتياطي ولكن في هذه الأطروحة سنقوم بتقديم طريقة التّقدير الحجمي-المعادلة ()-(Volumetric Estimation Method) لتقدير الاحتياطي والّتي تستلزم بعض المعطيات لتقدير قيمة الاحتياطي البترولي الأوّلي (The Value of Oil in Place)، وتعتبر هذه المرحلة (تقييم الاحتياطي من المحروقات) من أهمّ مراحل تقييم مشاريع الاستكشاف والإنتاج (Jahn et al., 2008)، حيث أنّ أهم عنصرين في هذه المرحلة هما تقدير كل من:

-كميّة المحروقات المستكشفة الموجودة في الخزّان (OOIP: Original Oil In Place)؛

-كميّة المحروقات المتوقّع استردادها (EUR: Estimated Ultimate Recovery).

$$\text{OOIP} = \frac{7758\ A.h.\varphi(1-S_W)}{B_o}$$

حيث ان 7758 هو معامل التّحويل فدان-قدم إلى برميل، A يعبر عن المساحة منطقة الإنتاج بالفدان (Acres)، h تمثّل سمك تشكيل الخزّان بالقدم (foot)،φ تمثّل مسامية الخزّان و يعبر كل من Bo وSw عامل التكوين الحجمي و نسبة تشبع الصخرة بالماء على التوالي.

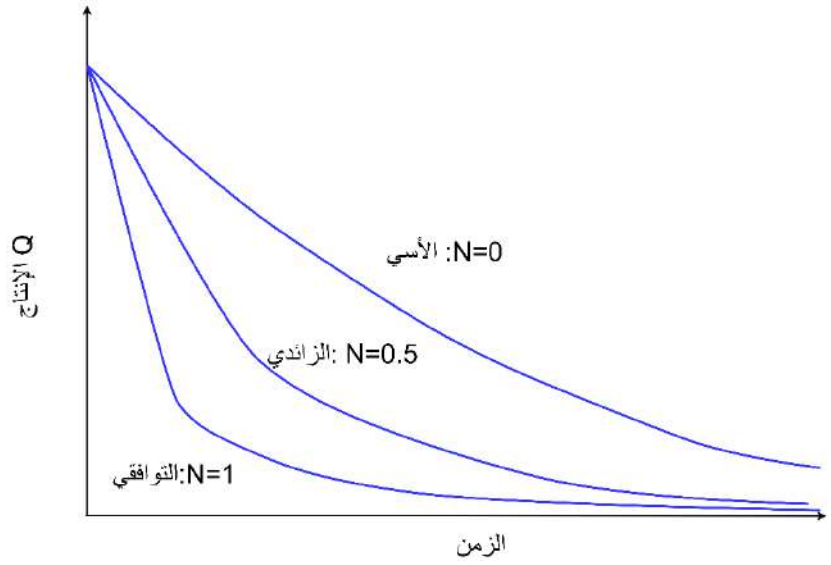
تعرّف EUR على أنهّا كميّة البترول المتوقّع استردادها من الخزّان أو بتعبير آخر الكميّة الّتي من الممكن تقنيّا انتاجها و الّتي تعبّر عنها المعادلة () إذ يمثّل Rf معامل الاسترداد.

$$EUR = OOIP \times \boldsymbol{R_f}$$

ب-تقدير دالة الإنتاج:

تعدّ دالة الإنتاج لحقل رسم بياني يتمّ فيه رسم الإنتاج (عادة سنويًا) بدلالة الزّمن، و يمكن إعداد دالّة الإنتاج بنفس الطّريقة لبئر أو حقل أو منطقة جغرافية كاملة بنفس العمليّة التّي يتم تطبيقها على نظام بترول أو حوض أو دولة، كما يمكن أن تكون دالّة الإنتاج وصفيّة (أي بيانات تاريخية) أو تنبؤيّة،و عادة ما يتمّ إنشاء الدّوال التنبؤيّة لبئر أو حقل بمجرد الانتهاء من اختبارات الإنتاج (Bret-Rouzaut & Favennec, 2011)، حيث أنّ تحديد منهجيّة تقدير دالّة الإنتاج يرتكز أساسا على المرحلة الزّمنيّة (استكشاف-تقييم- تطوير -إنتاج) الّتي يكون فيها المشروع والمعطيآت المتوفّرة، و وفقا لـ(McCray, 1975) فإنّ في أغلب الأحيان لاتنتج الآبار بطاقتها القصوى خلال بداية حياتها الإنتاجيّة، وقد يعود ذلك إلى عدّة أسباب قد تكون تقنيّة مثل محدوديّة منشآت النّقل، المعالجة والتّخزين، أو قيود إنتاجيّة تضعها جهات تنظيميّة أو وكالات حكوميّة ، مايؤثّر على دالّة الإنتاج وتوقيت إنتاج

الشكل (10): أشكال إنحدار دالّة الإنتاج



من اعداد الباحث اعتمادا على المصدر:

Lyons, W. C., & Plisga, G. J .(2011) .Standard handbook of petroleum and natural gas engineering Chapter 07, P02.

كميّات محدّدة، مايؤثّر تبعا على قيمة المشروع ككلّ، عندما يكون هناك معطيات تاريخيّة كافية لإنشاء اتّجاه إنتاج الحقل ، عادة مايتمّ تحليل انحدار دالّة الإنتاج ، والّتي يمكن بعد ذلك استقراءها لتحديد الإنتاج والاحتياطيات المستقبليّة، -لمزيد من التّفاصل أنظر كلّ من (Abdel-Aal & Alsahlawi, 2013; Fraser, Allen, & Seba, 1993; Lyons & Plisga, 2011)

حيث توجد ثلاث–الشكل(10)– منحنيّات الانحدار الشّائعة هيّ:

– أسي (Expenantial) ، وهو في الأساس خطّ مستقيم لمنحدر ثابت،

–زائدي (Hyperbolic) ، منحنى تسطيح مستمر يمكن وصفه رياضيّاً ،

–والتّوافقي (Harmonic) ، حالة خاصّة من الانخفاض الزّائدي،

ينتهي منحنى الانحدار عندما تكون كميّات المحروقات المنتجة والعوائد قد تراجعت لدرجة تساوي بيع الإنتاج (Sale of Production) و تكلفة إنتاجها (Cost of Production) وهذا مايعرف بالنّهاية الاقتصاديّة (Economic Limit)، والّتي تعبّر عنها المعادلة المواليّة:

$$Economic\ Limit = \frac{Costs\ of\ production\ /_{unit\ time}}{Product\ Price\ /_{bbl\ or\ Mcf}}$$

حينما يقارب الإنتاج النّهاية الاقتصايّة فإنّ يعرف بالانتاج الهامشي (Marginal Production).

4–أسعار النّفط:

يعتبر النّفط من أهمّ السّلع في العالم، على وجه الخصوص ، على مدار العقدين الماضيّين ، أصبح سلوك أسعار النّفط أكثر تعقيدًا بشكل تدريجي مع العديد من العوامل ، مثل أسعار الفائدة ، والطّلب ، والصّراعات في الشّرق الأوسط والأزمات الاقتصاديّة ، ممّا يؤثر على سلوكه وصعوبة التنبؤ به(Aba Oud & Goard, 2015)، كما يعتبر التنبؤ بأسعار النفط امرا مهما جدا في إتخاذ قرارات الإستثمار وخاصة كثيفة رأس المال مثل مشاريع الإستكشاف ،التطوير والإنتاج، كما أنّ التّنبؤ بأسعار البترول وخاصّة على المدى الطويل يعتبر أمرا صعبا للغاية ويرجع ذلك لعدةّ عوامل منها ماله تأثير على المدى البعيد ومنه ماله تأثير على المدى القصير(Lyons & Plisga, 2011).

4–1 لعوامل قصيرة المدى:

العوامل قصيرة الأجل هي متغيّرات قد تؤثّر على سعر النّفط في إطار زمني مدّته عام واحد أو أقل.

أ–التّطاير:

يتأثّر التّقلّب أو التّطاير بارتفاع مستويات المضاربة في الأسعار، وهو موجود دائمًا في أسعار السّلع. بصفة عامّة، حيث يعبر التّباين أو الانحراف المعياري للأسعار و / أو تغيرات الأسعار على التّطاير.

ب-المصافي والبنى التّحتيّة:

تعدّ طاقة المصافي التكريريّة ،خطوط الأنابيب ، الموانئ ، وغيرها من البنيى التّحتيّة ، وخاصّة في الولايات المتّحدة ، هي المحرّكات الرّئيسيّة للأسعار على المدى القصير.

جـ-التّحكم في الإنتاج وتطوير الموارد غير التّقليديّة:

تعتبر منظّمة أوبك أحد الفاعلين في السّاحة الطّاقويّة حيث كانت سبب الزّيادات الأخيرة في الإنتاج منذ عام 2014، ولا سيما من قبل المملكة العربيّة السعوديّة ، و من الجهة المقابلة، التّطوير المستمر للموارد الصّخريّة في الولايات المتّحدة أثر بشكل كبير المعروض العالمي من خلال إنتاج الصّخر الزّيتي.

د-تصوّرات المستهلك والمستثمر:

تؤثر تصّورات كل من المستهلك والمستثمر في مجال الطّاقة على أسعار البترول والطّاقة على المدى القصير كما تعتبر من الصّعب نمذجتها أو إدراجها في نماذج توقّع الأسعار، وكمثالا لتّصورات المستهلك والمستثمر،فإنّ الدّرجة الّتي ينظر بها المستهلكون تغيّر المناخ على أنّه مشكلة من صنع الإنسان سيكون لها آثار واضحة قصيرة وطويلة الأجل على الطّلب على كلّ من الطّاقة والسّياسات الّتي تؤثّر على استهلاك الطّاقة.

4-2 العوامل طويلة المدى:

أ-الجيوسياسة:

من المحتمل أن يكون هذا هو العامل الأصعب من حيث النّمذجة، وهو أيضًا عامل سيكون دائمًا مؤثّرًا على أسعار الطّاقة وأسعار النّفط على وجه الخصوص. موضوع معقّد للغاية ، معظم المنظّمات الّتي تحاول النّظر في الجغرافيا السياسيّة في توقّعات أسعار النّفط تفعل ذلك بطريقة غير رسميّة ، وربما قائمة على السّيناريو.

ب-المعروض الأمريكي:

مستقبل الإمدادات الأمريكيّة ، كما ذكرنا بإيجاز أعلاه ، هو المحرّك الرّئيسي لمخاطر الأسعار على المدى القصير والطّويل. في حين أنّ النّماذج التّحليليّة قد تكون مناسبة للمساهمات في تنبّؤات الأسعار قصيرة المدى.

جـ-نمو الإقتصاد العالمي:

يعتبر هذا العامل بصفة عامّة المحرّك الرّئيسي لارتفاع الأسعار في العقد الأوّل من القرن الحادي والعشرين ، ومن المرجّح أن يكون عاملاً رئيسيًّا يؤثّر على الأسعار على المدى الطّويل. كما هو الحال مع العديد من المتغيّرات الرئيسيّة ، توجد بيانات جوهريّة لهذا العامل ويمكن توقّعها واستخدامها كجزء من توقعّات طويلة المدى.

د-الطّلب العالمي:

الطّلب العالمي على البترول أو الطّاقة عامّة هو النّتيجة النّهائية للنّمو الاقتصادي وكذلك أنماط سلوك المستهلك، توجد العديد من مجموعات البيانات ومصادر البيانات للطّلب العالمي ، وادراج هذا العامل في توقّعات الأسعار الاقتصادية القياسيّة (حيث يتمّ التّنبؤ بالطّلب ثمّ يتمّ توقّع تأثيره على الأسعار أيضًا باستخدام التّقنيات الرياضيّة) أمر بسيط إلى حدّ ما، ومع ذلك ، فإنّ التّوقعات الّتي تستند إلى النّماذج التّحليليّة تخضع جميعها لزيادة عدم اليقين التّنبئي مع مرور الوقت.

هـ-كفاءة الطّاقة والطّاقات البديلة:

يحضى مفهوم كفاءة الطّاقة من خلال تقليل الاستهلاك أو استخدام الطّاقات البديلة أو طرق أخرى ، برواج ومفهوميّة بين المستهلكين في العالم، حيث تعدّ التّكنولوجيا أحد الدّوافع لزيادة كفاءة استغلال الطّاقة الموجودة أو البديلة.

يمكن الاستنتاج من العوامل السّابق ذكرها أنّ الأسعار هي حصيلة عرض وطلب، حيث أنّ العوامل السّابقة تؤثّر بطريقة مباشرة كانت أو غير مباشرة إمّا على العرض أو على الطّلب، أي أنّ العوامل الجيوساسيّة مثلا قد تكون في شكل صراعات أو أحداث تؤثر حسب موقعها الجغرافي ودرجة تأثيرها وصعوبة تجاوزها، أي لو كانت هذه الصّراعات في مناطق المنبع أو مواقع الإنتاج ستؤدّي إلى التّأثير على الإنتاج أي المعروض ما قد يسبب في زيادة في الأسعار نسبيّا بدلالة المخزون العالمي للنّفط،وفي الجهة المقابلة، إذا كانت هذه الصّراعات في تقع جغرافيا في الجانب المستهلك فإنّها تؤدّي إلى نقص الطّلب على البترول ما قد يؤثر على الأسعار، ويمكن أن تكون هذه الصّراعات اقتصاديّة كما يحدث بين إيران والولايات المتّحدة الأمريكيّة من فرض عقوبات على النّفط الإيراني أوهجومات مسلّحة على مواقع الإنتاج أو أنابيب النّقل، ويمكن أيضا أن يؤدّي انتشار وباء جامح إلى التّأثير على الأسعار لأنّه يؤدّي حتما إلى كبح الطّلب على الطّاقة وما يحدث مع فيروس كورونا المستجد الّذي يشهده العالم -COVID)

(19 والّذي أثّر على الطّلب العالمي للبترول وخاصّة الصّين كونها البؤرة الّتي انتشر منها الوباء، وأيضا زيادة الإنتاج وحرب الأسعار بين المملكة السّعوديّة وروسيا ويرجع ذلك في نظري كاستراتيجيّة للحفاظ على الحصص السّوقية وذلك من خلال عدم تقليص الإنتاج وكذلك لمحاربة النّفط غير التّقليدي، ما أدّى إلى تدهو الأسعار لأقلّ من 25 دولار أمريكي للبرميل، كما يمكن لتصّورات المستهلك والمنتج التّأثير على الطّلب العالمي للنّفط وكمثال على ذلك فإنّ الدّول الصّناعيّة وخاصّة الدّول الأوروبيّة منها ترى في التّقليل من الانبعاثات والتّحوّل للطّاقات المتجدّدة من جهة وتحقيق الاستقلالية الطّاقويّة من جهة أخرى أمورا لابدّ منها، حيث نلاحظ النّزعة الأوروبيّة في استشراف وتحسين أنظمة الطّاقة بحيث تكون في أعوام 2050 – 2070 أنظمة معدومة الانبعاثات (Zero–Co2 Energy Systems) وهذا ما سيؤثّر على الإتّجاه العام للطّلب على الطّاقة وخاصّة الطّاقة الأحفوريّة.

5–المخاطرة واللاّتأكّد :

5–1 مخاطر استكشاف وإنتاج البترول:

يعتبر نشاط الاستكشاف والإنتاج ونشاطًا محفوفًا بالمخاطر(المخاطر الاقتصاديّة ، والمخاطر الجيولوجيّة ، ومخاطر البلد...)(Ian Lerche & MacKay, 1999) وحالات عدم اليقين و يرجع ذلك إلى الطّبيعة التّصادفيّة والّتي تتمتّع بها المتغيّرات المفتاحيّة الّتي تؤثّر على مخرجات هذا النّشاط سواء كانت تقنيّة أم اقتصاديّة.

5–2 مفهوم المخاطرة واللاّتأكّد:

عادة ما يتلازم كلّ من مفهومي المخاطرة و اللاّتأكّد في عمليّة تحليل القرار، إذ يرى فيشهوف (Fischhoff, 1985) أنّ أحد العوائق الّتي تحول دون تحديد مايعرفه النّاس عن مفهوم المخاطرة يكمن أصلا في عدم الاتفاق حول تعريف موحّد لمفهوم المخاطرة (Yates & Stone, 1992)، أي لو قمنا بقراءة عشرة كتب أو مقالات مختلفة فلن نتفاجئ بوجود عشرة تعاريف مختلفة لمفهوم المخاطرة ولكن تبقى التّعاريف تتقارب في المفهوم و تختلف في التّعبير و لكنّها في آخر المطاف تصبّ في نفس المجرى. يوضح الجدول الموالي بعض مفاهيم المخاطرة و اللاّتأكد (Bailey, Couët, Lamb, Simpson, & Rose, 2000; Fanchi, 2004; Holmes, 1998; Jahn et al., 2008; Lathrop & Watson, 1982)

جدول (09) : مفاهيم المخاطرة واللاّتأكّد		
الكتاب–الباحثون	المصطلح	المفهوم
(John R.Fanchi, 2004)	المخاطرة	إمكانيّة التّأثير العكسي لحدث ما على قيمة الأصول
	اللاّتأّكد	القصور ومحدوديّة فهم و معرفة المستقبل الّذي يحول دون إمكانية التّنبؤ بنتائج قراراتنا بدقةّ 100٪
(Frank Jahn et al, 2008)	المخاطرة	بأنّه وقع النتائج على أصحاب العمل
(W. Lathrop et al, 1982)	المخاطرة	إمكانات العواقب الضّارة المرتبطة بالتّكنولوجيا[1]
(Holmes, 1998)	المخاطرة	الموقف الّذي يشير إلى الحالة الّتي يكون لصانع القرار فيها معلومات كافيّة لتحديد احتماليّة ظهور أيّة مخرجات.
	اللاّتأكّد	الموقف الّذي يمكن لصانع القرار فيه أن يحدّد أيّة مخرجات ممكنة، ولكنّه لا يمتلك المعلومات الضروريّة لتحديد احتمالات مختلفة أو ممكنة الحدوث
(W. Bailey et al, 2000)	المخاطرة	يشير إلى التّهديد بالخسارة الواردة أو الكامنة في مشروع استثماري
	اللاّتأكّد	مجموعة من القيم ممكنة الحدوث

المصدر : من إعداد الباحث اعتمادا على المصادر الواردة في الجدول .

و يتضح من خلال ماسبق أن المخاطرة هي الحالة تتسم بالاحتمالية أي تتوفر فيها المعلومات الكافية لتحديد احتمالية وقوع نتائج سلبية غير مرغوب فيها، و في المقابل فإن مفهوم اللاتأكد أشمل من مفهوم المخاطرة حيث يعّبر عن الحالة الّتي لا يتوفر فيها صانع القرار على المعلومات الكافيّة الّتي تسمح بتحديد المخرجات المحتملة، بكلمات أخرى

3-5 أنواع المخاطرة في نشاطات الاستكشاف والإنتاج:

تعتبر كل من الخطر الجيولوجي ، الخطر الاقتصادي و الخطر السّياسي من الأنواع الأساسيّة للمخاطر المتعلّقة باستكشاف و إنتاج المحروقات في العالم (I Lerche, 1996) ليس معنى ذلك أنّه لاتوجد أنواع أخرى للمخاطر (المخاطر المتعلّقة بالشّريك أو المتعلّقة بالبيئة...إلخ)، و لكن قد ركّزنا المخاطر الثّلاثة السّالف ذكرها.

[1] وقد وضح الباحث بأنّه استعمل هذا المفهوم بدلا من المفهوم المستخدم عادة في تحليل القرار

أ- الخطر الجّيولوجي والجّيوفيزيائي:

غالبا ما تأتي المعلومات الجّيويلوجيّة و الجّيوفيزيائيّة المستخدمة في استكشاف المحروقات من الآبار الاستكشافيّة و المسوحات الزلزاليّة، بالرّغم من أن المعلومات و الملاحظات النّاتجة عن الصّور الجويّة و صور الاقمار الصّناعية مفيدة لكنهّا تعتبر غير كافيّة لإزالة حالة عدم التّأكد و يرجع ذلك أساسا لعدم وجود طريقة مباشرة لمشاهدة جيولوجيّة باطن الأرض (Harbaugh, Davis, & Wendebourg, 1995).

الخطر الجّيولوجي عموما هو الخطر المتعلّق بطبيعة باطن الأرض أي ترتيب الطّبقات التّحتيّة وكذلك احتماليّة العثور على تراكم محروقات لا يمكن استغلالها اقتصاديّا نظرا لحجمها ، وهناك عامل أخر يتعلّق بنوعيّة المحروقات الموجودة حيث تختلف أسعار المحروقات في الأسواق الدّولية باختلاف أنواعها و يعتبر معدّل الاسترداد أحد المخاطر حيث يعتمد في الأساس على طبيعة و هيكلة الخزّان (Ian Lerche, 2012; Suslick, Schiozer, & Engineering, 2004)

ب- الخطر الاقتصادي :

يرتبط الخطر الاقتصادي بمجموع المتغيّرات الّتي من الممكن أن تكون لها تأثير سلبي على القيمة الاقتصادية للمشروع ،حيث تتعلّق هذه المخاطرة الاقتصاديّة الخاصّة بمشاريع الاستكشاف والإنتاج بكلّ من التّكاليف الرّأسماليّة و الّتي عادة ما تكون كثيفة وضخمة و كذلك احتماليّة إيجاد خزّانات من المحروقات الّتي تكون قابلة للاستغلال تقنيّا و اقتصاديّا (Suslick, Schiozer, & Rodriguez, 2009) ،كما تعتبر الأسعار العالميّة للبترول من أهم العوامل المؤثّرة في القيمة الاقتصاديّة للمشاريع المنبع و تعدّ أيضا أحد مصادر المخاطرة و اللاّ تأكّد في تقييم المشاريع البتروليّة و ذلك لكونها حساسّة لعّدة عوامل و متغيّرات تصادفيّة. تجسّد أيضا المتغيّرات الهندسيّة في مرحلة التّطوير و الإنتاج درجة عاليّة من عدم التّأكد (البنية التّحتيّة، جدول الإنتاج، جودة المحروقات، التّكاليف التّشغيليّة، خصائص الخزّان...إلخ)

جـ- الخطر السياسي :

يرتبط هذا النّوع من المخاطر بعدم الاستقرار السّياسي في البلدان المضيفة والتي تتمثّل في كلّ من الاضطراب المدني (Civil disorder) – الّتي قد تتمثّل في أعمال شغب أو تخريب، حرب عصابات،

حرب أهليّة– و الحروب الخارجيّة [2](External War) ،إزالة أو تجميد نظام التّعاقد (Contracting Regime) ، نزع الملكيّة المفاجئ (Sudden Expropriation) ، نزع الملكيّة التّدريجيّة (Creeping Expropriation)، تغيّرات في نظم فرض الضّرائب (Taxation Changes)، وكذلك ضبط الأسعار المحليّة بأسعار أقلّ بكثير من الأسعار العالميّة ممّا قد يهدّد الجدوى الاقتصاديّة للمشاريع ، وكذا قيود الإنتاج (Production Restriction) أو التّصدير (Oil Export Ristriction) أو التّحويلات (Restriction on Rimittances) الّتي قد تتعرّض لها الشّركات النّاشطة في استكشاف و إنتاج المحروقات (Gebelein, Pearson, & Silbergh, 1978).

5-4.تحليل المخاطرة لمشاريع الاستكشاف والإنتاج:

يمكن تعريف تحليل المخاطرة على أنّه نهج متسّق و محكم يسعى من خلاله صنّاع القرار إلى الحصول على قياس لكلّ من احتمال حدوث الخطر و الآثار غير المرغوب فيها التي قد تترتّب عن هذا الخطر (Rychlik & Rydén, 2006)، حيث أنّ الهدف الأساسي من تحليل المخاطر هو اتّخاذ قرارات موضوعيّة و عقلانيّة اعتمادا على أفضل المعلومات المتاحة و من الواضح أنّ المتغيّرات مثل أسعار البترول و الغاز، إجمالي التّكاليف الرّأس ماليّة و التّشغيليّة تكون غير معروفة و غير واضحة المعالم أمام متّخذ القرار في حين اتخاذه لقرار الاستثمار، وبناء عليه أفضل ما يمكن لصانعي القرار القيام به هو تطوير نماذج سليمة و منهجيّة مناسبة لتقييم بدائل الاستثمار المحفوف بالمخاطر استنادا على تحليل المخاطر(Lyons & Plisga, 2011) . تعدّ النمذجة الحتميّة (Deterministic Modelling) أولى خطوات تحليل المخاطرة، حيث يتمّ من خلالها تحديد قيم حتميّة لجميع القرارات و الأحداث غير المؤكّدة و يكون ذلك باستخدام مدخلات ذات أكبر احتمال (مقدّرة) لتقييم المشروع عن طريق بناء جدول التّدفق النّقدي للمشروع ،تلي خطوة النّمذجة الحتميّة النّمذجة الاحتماليّة (Probabilistic Modeling) والّتي تعتمد على تقدير توزيع احتمالي للمدخلات (أسعار البترول،ال التّكاليف الرّأسماليّة والتّشغيليّة، دالة الإنتاج ...إلخ) بغرض تقييم المشروع أخذا بعين الاعتبار التغيّرات المحتملة للمدخلات، واعتمادا على محاكاة مونت كالو (Monte Carlo Simulation) يمكن تقدير الّتوزيع الاحتمالي للمخرجات وبذلك تتاح أمامنا فرصة تحليل الحاسيّة (Sensitivity Analysis) باستخدام مدخلات و مخرجات ذات توزيع احتمالي.

[2] الاضطراب المدني و الحروب الخارجيّة الّتي قد تؤدي إلى ضياع فرصة الإنتاج لمدّة سنة على الأقل إمّا بسبب أضرار مادية لمرافق الإنتاج أو من خلال إزالة أو تجميد نظام التّعاقد (Contracting Regime).

المبحث الثالث:

تحسين المحفظة الاستثماريّة لمشاريع استكشاف إنتاج

1-أساسيّات تحسين المحفظة الاستثماريّة :(Investments Portfolio Optimization: Fundamentals)

تعتبر المحفظة الاستثماريّة أداة مركّبة من مجموعة من الأصول الاستثماريّة التي يمتلكها المستثمر سواء كانت هذه الأصول حقيقيّة أو مالية بهدف الحصول على أكبر عائد بأقلّ درجة من المخاطرة الّتي تتناسب مع رغبة المستثمر (Investor Behavoure) أي بحسب نسبة كرهه للمخاطرة(كامل, 2019) (Risk Aversion). قدّم هاري ماركوفيش (Harry Markowitz, 1952) نموذجا لتحسين المحفظة الاستثماريّة (Mean-Variance) والّذي يعتبر نقلة نوعيّة في مجال نظريّة المحفظة الحديثة (Modern Portfolio Theory)، حيث يركز النّموذج أساسا على تعظيم العائج المتوقّع تزامنا مع تقليل المخاطرة الّتي عبّر عنها بالتّباين (Variance)، ما يجعله نموذج بهدفين (Bi-objective)، كما أنّ مفهوم تقليل المخاطرة نابع من فكرة التّنويع في الأصول (Assets Diversification) أي الأخذ بعين الاعتبار التّرابط بين هذه الأصول (Inter-Project Correlation)، حيث يمكن تقسيم فكرة اختيار محفظة إلى مرحلتين: تبدأ المرحلة الأولى بالملاحظة والخبرة وتنتهي بإنشاء صورة حول الأداء المستقبلي للاصول المتاحة، تبدأ المرحلة الثانيّة بالمعتقدات ذات الصّلة بالأداء المستقبلي وتنتهي باختيار المحفظة بما يتلائم مع أهداف المستثمر حسب الأولويّات الّتي يطمح إليها المستثمر وحسب (كامل, 2019) فهنالك عدّة أنواع من المحافظ الاستثماريّة : محافظ النّمو (Growth Portfolios) والّتي تهدف إلى تحقيق نموّ مستمر في العائد ولذلك تضمّ أصول ذات مخاطر مرتفعة نسبيّا ما يستلزم إدارة محافظ نشطة وتتطلّب المتابعة والمراقبة باستمرار، محافظ الدّخل (Income Portfolios) تهدف إلى تحقيق أعلى عائد بأقّل درجة مخاطرة ولذلك فإنّها عموما تضمّ أصول لا تتعرّض لتقلّبات كثيرة، أمّا الّنوع الأخير فهي محافظ مختلطة (Mixed Portfolios) والّتي تمزج بين أصول ذات مخاطر مرتفعة مع أصول ليست معرّضة لتقلّبات كبيرة و تهدف إلى إيجاد إيرادات جاريّة ورأسماليّة في نفس الوقت وينبع عن كلّ هدف (نوع محفظة معيّن) سيّاسات لإدارة كل محفظة على حده

1-1 العائد والمخاطرة للمحفظة الاستثماريّة (Investment Portfolio: Return and Risk) :

في بيئة أين حالة عدم اليقين هي الحالة السّائدة، حيث يعتبر العّائد متغيّر عشوائي ولذلك يكمن تحديد مقياس العائد على أنّه القيمة المتوقّعة للعائد كما تبيّن المعادلة كما يمكن أيضا تحديد مقياس المخاطرة عن طريق حساب الفرق بين الاحتمالات المختلفة للأرباح والخسائر على مدى فترة زمنيّة معيّنة حول القيمة المتوقّعة للعائد.

$$\mathbb{E}(r) = \mu = \sum_{i=1}^{n} r_i p_i$$

إذا تمّ تقدير أنّ الاستثمار سيقدّم عائد r_i باحتمال p_i فإن μ هي القيمة المتوقّعة للعائد على الاستثمار، أي معدّل العائد ما يعني أنّ القيمة النّهائية للمشروع قد تكون تحت أو فوق القيمة المتوقّعة للعائد. إذا كان الحدّ الأقصى للمكاسب أو الخسائر الممكنة بعيدا عن القيمة المتوقّعة، يقال أنّ توزيع العوائد منتشرة على نطاق واسع حول القيمة المتوقّعة أي مشتّتة حيث يمكن اعتبار هذا التّشتت كمقياس كمّي للمخاطر الاستثماريّة، ويعتبر كلّ من التّباين (Variance and Semi−Variance) والانحراف المعياري (Standard Deviation) من أشهر مقاييس المخاطرة كما توجد عدّة مقاييس للمخاطرة منها معامل التّفرطح (Kusrtosis)، القيمة المعّرضة للخطر (Value at Risk)، القيمة الشّرطية المعرّضة للخطر (Conditional Value at Risk) ...إلخ .لكلّ من المقاييس السّابقة خصائص خاصّة به تميزه عن باقي المعايير وهذا ما يحدّد تناسب المقياس مع الحالة المدروسة والفرضيّات الموضوعة لها.

1−1−2 التباين والإنحراف المعياري (Variance and Standard Deviation):

يعتبر التّباين σ^2 مقياس احصائي للمخاطرة، أو جذره التّربيعي الانحراف المعياري، حيث يقدّم الانحراف المعياري قيمة مدى تشتّت النّتائج المحتملة حول النّتيجة المتوقّعة.

$$\sigma^2 = \mathbb{E}\left(\left(r - \mathbb{E}(r)\right)^2\right) = \mathbb{E}(r^2) - \mathbb{E}(r)^2$$

يعبر انحراف معياري كبير عن أن الاستثمار محفوف بالمخاطر، فكلّما زاد الانحراف المعياري، زاد تشتّت النّتائج المحتملة للاستثمار على مساحة واسعة بما في ذلك احتمالات النّتائج السّالبة أو غير المرغوب فيها، حيث توجد علاقة بين العائد والمخاطرة المصحوبة له، وبما أن كلّ مستثمر في العادة يحدّد العائد على الاستثمار ويسعى لتحقيقه. لايمكن للمستثمر أن يضمن تحقّق العائد على الاستثمار المرغوب "الهدف" (Target Return on Investment) إلاّ بتحقّق شرطين:

1−أن تكون التّدفّقات النّقدية المتوقّعة من الاستثمار مؤكّدة تماما من حيث القيمة (Value)، 2−أن تكون مؤكّدة أيضا من حيث التّوقيت.

وأي خلل في الشّرطين السّابقين، بسبب حالة عدم اليقين المرتبطة بمستقبل الاستثمار، سينعكس ضمنا على العائد الهدف. لذا سينشأ عن احتمال عدم تحقّق أي من الشّرطين السّابقين مخاطرة تحيط بالاستثمار، وتتنوّع مخاطره، كما يتفاوت مداها على وفق طبيعة أدوات ومجالات الاستثمار.ويمكن

تصنيف هذه المخاطر بوجه عام في نوعين رئيسيّين: المخاطر السّوقية (Market Risks) أو المخاطر العاديّة (Ordinary Risks)، مخاطر منتظمة مرتبطة بظروف السّوق يمكن التّنبؤ بها)، أما المخاطر غير السّوقية (Non−Market Risks أو المخاطر غير العاديّة، وهي مخاطر مرتبطة بظروف استثنائيّة غير منتظمة للنّشاط ويصعب التّنبؤ بها (الكعبي, 2017).

الحافظة الماليّة عبارة عن مجموعة من الأصول التي يتمّ تجميعها معًا بشكل خاصّ لتحقيق عائد محفظةّ مستهدف. يوجد نوعان من المخاطر في سياق المحفظة: المخاطرة النّظامية والمخاطرة غير النّظامية (Bodawala, 2017)(Systematic and Unsystematic Risk).

الخطر النّظامي (Systematic Risk) :

إنّه ذلك الخطر الخاص بالسّوق، أو هو الجزء من الخطر الّذي تتعرّض له الأصول الماليّة والّذي لا يمكن التحوّط منه بمجرّد تنويع الأصول الماليّة، حيث أنّ مصدر هذا الخطر مرتبط بعوامل السّوق أو بعوامل اقتصادية كليّة والّتي لها تأثير على الشّركات بشكل نظامي، ومصدر هذا النّوع من المخاطر هو التّغيّرات الّتي تنشئ احتمال وقوع بعض الأحداث الهامّة على المتسويين المحلّي والعالمي مثل الكوارث الطّبيعيّة، الحروب، التّقلّبات السّياسيّة وكذلك التّغيرات الاقتصاديّة مثل التّغيّرات الجوهريّة في النظم الاقتصاديّة أو الظواهر الاقتصاديّة والسوقيّة مثل انخفاض قيمة الوحدة النّقديّة، خطر سعر الفئة وخطر الكساد والدّورات الاقتصاديّة وخطر سعر الصّرف...إلخ (الجميل, 2017) حيث يمكن قياس هذا النّوع من المخاطرة لمحفظة ماليّة بعامل β:

$$\beta = \frac{Cov(R_p, R_m)}{Var(R_m)}$$

إذ أنّ:

R_pعائد المحفظة، R_m عائد السّوق، حيث يقيس المعامل β النّسبة بين درجة ارتباط عائد المحفظة وعائد السّوق ومدى تشتّت العائد الكلّي للسّوق.

الخطر غير النّظامي (Unsystematic Risk) :

يعرّف أيضا بالخطر القابل للتّنويع (Diversifiable Risk) ويقصد به الخطر الّذي يخصّ الأصل في حدّ ذاته أو الشركة فقط، ويصيب الأوراق الماليّة حيث يمكن التحوّط منه بالتّنويع (Diversification) وليس لهذا النّوع من المخاطرة علاقة بالسّوق ومصادرة متعدّدة منها:الإدارة أو خطر الإدارة، خطر السّيولة،

الرّفع المالي والمديونيّة...إلخ(الجميل, 2017)، وعلى سبيل المثال: إذا كانت شركتان تعملان في مجال البترول والغاز إحداهما تعمل في إفريقيا والأخرى تعمل في بحر الشّمال فمن المؤكّد أنّ الأولى ستكون أكثر عرضة للخطر بسبب السّياق الّذي تعمل فيه.

وفي النّهاية لابدّ أن نقول أن كلّ من المخاطر النّظاميّة وغير النّظاميّة ليستا في عزلة عن بعضهما البعض، فقد تتداخل جميع أنواعها ممّا يؤدي في الغالب إلى تعسّر فصل إحداهما عن الاخرى،ةقد تكون هذه المخاطر متعاكسة ونعني بذلك أنّه يمكن أن تلغي إحداهما الاخرى على سبيل المثال:التضخّم يؤدي إلى زيادة أسعار الفائدة وهذه الزيادة تؤدّي إلى انخفاض الأسعار مما يؤدّي إلى الخوف بسبب التّأثير النّفسي على المستثمرين وبالتّالي بيع الأصول لأنّها ستحقق خسائر ممّا يؤدي إلى انخفاض عام في الأسعار إلى دون القيمة الحقيقيّة للأصول الماليّة، ويعرّف الخطر الكلّي بأنّه التّباين الكلّي في معدّل العائد على الاستثمار في الأوراق الماليّة أي تجميع كلّ من الخطر النّظامي وغير النّظامي (الجميل, 2017; كامل, 2019).

التنويع (Diversification) :

ترتكز فكرة التّنويع على تشييد محفظة تحتوي على مجموعة متنوّعة من الأصول بهدف التحوّط من المخاطرة النّابعة من التّغيرات الّتي قد تؤثّر سلبا على أصل معيّن، أي أنّ في الشقّ المالي يمكن تلخيص الفكرة في أنّ لكلّ شركة لديها نموذج خاصّ للاستجابة للتّغيرات الّتي قد تواجهها، ولذلك فإنّ التّنويع هو ترجمة عمليّة في مجال الماليّة للمثل المأثور" لاتضع كل البيض في سلة واحدة" ، (Not Putting all your eggs into one basket)، أي أنّه من الأفضل أن تستثمر وتوزّع الاستثمارات على مجموعة من الأصول (وخاصّة الأصول التي تحتوي فيما بينها على ترابط سلبّي) بدلا من الاستثمار في أصل واحد، حيث أنّ هنالك تناسب عكسي بين الفائدة من التّنويع ودرجة ونوعيّة التّرابط بين الأصول (Qian, 2018). حدّد ماركوفيش (Markowitz) مفهوم التّنويع من خلال المفهوم الإحصائي للتّغاير بين الأصول، كما أنّه يتعلّق بمبرهنة النّهاية المركزيّة (Central Limit Theorem)، والّتي تنصّ على أنّ مجموع متغيّرات عشوائيّة مستقلّة و متشابهة التّوزيع (idd)، ذات تبايّن محدود (Bounded Variance)، يقارب التّوزيع غاوس (Asymptotically Gaussian)(Fabozzi, Kolm, Pachamanova, & Focardi, 2007) ولتبسيط الفكرة يمكن طرح المثال الموالي: إذا كانت X_1، X_2، ...، X_N ، N متغّير عشوائي مستقل حيث أنّ كل X_i يتبع توزيع معيّن ذو متوسّط محدود μ وتباين σ^2:

$$\lim_{N\to\infty} P\left(\frac{1}{\sigma\sqrt{N}}\sum_{i=1}^{N}(X_i-\mu)\le y\right)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{y} e^{\frac{-1}{2}s^2}ds$$

لنفرض أنّ لدينا محفظة مؤلّفة من أصلين، حيث أنّ كل من 1 وR_2 ونسبهما من إجمالي الاستثمارات w_1 وw_2 على التوالي ،إذن فإن عائد المحفظة R_p هو كالآتي :

$$R_p = w_1R_1 + w_2R_2$$

أي أنه متوقّع عائد المحفظة هو:

$$\mathbb{E}(R_p) = w_1\mathbb{E}(R_1) + w_2\mathbb{E}(R_2)$$

ويمكن استخلاص تبايّن المحفظة كما يلي:

$$\sigma_{R_p}^2 = \mathbb{E}({R_p}^2) - \mathbb{E}(R_p)^2$$
$$= {w_1}^2[\mathbb{E}({R_1}^2) - \mathbb{E}(R_1)^2] + {w_2}^2[\mathbb{E}({R_2}^2) - \mathbb{E}(R_2)^2] + 2w_1w_2[\mathbb{E}(R_1R_2) - \mathbb{E}(R_1)\mathbb{E}(R_2)]$$

وعليه فإن:

$$\sigma_{R_p}^2 = {w_1}^2{\sigma_1}^2 + {w_2}^2{\sigma_2}^2 + 2w_1w_2\sigma_{12}$$

تعتمد القدرة على التّنويع على التّغاير بين الأصلين 1 و 2. عندما يكون التّغاير بين الأصلين 1 و 2 سالبًا ، سنتعامل مع خطر قابل للتّنويع ، أي يمكن أن يكون أكثر تنوّعا. ومع ذلك ، إذا أصبح التّغاير بين الإجراءين 1 و 2 كبيرًا وإيجابيًا ، يصبح التّباين في الحافظة أكبر. التّغاير الإيجابي (أي قيمة الأصول تتغيّر طردا) هو علامة على وجود خطر نظامي. على سبيل المثال ، في حالة ما تتأثّر قيمة جميع الأصول سلبا (تقل قيمتها) إذا ارتفعت أسعار النّفط ماسيتلزم عدم امكانية تنويع المخاطر هذه الحالة.

لتبيان مدى أهميّة التّنويع، نفترض محفظة ذات N أصل، حيث أن w_i يمثّل وزن الاستثمار في الأصل i

إذن:

$$\sigma_{R_p}^2 = \sum_{i=1}^{N} {w_i}^2\,{\sigma_i}^2 + \sum_{\substack{i=1\\ i\neq j}}\sum_{j=1} w_iw_j\sigma_{ij}$$

إذا افترضنا أنّنا سنوزّع الأوزان على الأصول بشكل متساوي أي أنّ $_1 = \frac{1}{N}$ ستصبح المعادلة كالتّالي:

$$\sigma_{R_p}^2 = \sum_{i=1}^{N} \frac{{\sigma_i}^2}{N^2} + \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}} \sum_{j=1} \frac{\sigma_{ij}}{N^2}$$

ومع فرض أنّ كل الأصول لديها نفس التّباين ${\sigma_i}^2 = \sigma^2$ ونفس التّغاير $\sigma_{ij} = Cov$ فستصبح معادلة التّباين العام للمحفظة كمايلي:

$$\sigma_{R_p}^2 = \frac{\sigma^2}{N} + \frac{N-1}{N} Cov$$

ما يبين تغير التّباين الكلّي للمحفظة بدلالة عدد الأصول N أي أنّ التّباين الكلي للمحفظة يؤول إلى التّغاير Cov في حالة ما يؤول عدد الأصول N إلى ∞، و اعتماد على فكرة تعلّق مبرهنة النهّاية المركزيّة بالتّنويع فإنّ معادلة التّباين تبين فائدة التّنويع بهدف التّقليل من المخاطرة:

$$R_p = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} R_i$$

تشير مبرهنة النّهاية المركزيّة إلى أنّ التّباين في هذه الحالة هو:

$$\sigma_{R_p}^2 = \frac{\sigma^2}{N} \xrightarrow[N \to \infty]{} 0$$

و باعتبار عوائد الأصول الّتي تشكّل المحفظة متغيّرات عشوائيّة مستقلّة مايستلزم $Cov = 0$.

1-2 نماذج ماركوفيتش والنماذج الرياضية لاختيار المحافظ الاستثمارية (Markowitz Models and Mathematical Models for selecting investment Portfolio):

قدّمت نظريّة ماركوفيتش، والّتي غالبا ما يشار إليها وعلى نطاق واسع باسم نظرية المحفظة الحديثة والّتي تقدّم الإجابة على التّساؤل التّالي: كيف يمكن للمستثمر تحصيص رأس المال (Allocate Capital) من الخيارات الاستثماريّة المتاحة؟

كما أوضح ماركوفيتش أنّه من المستحيل استخلاص جميع الاستنتاجات الممكنة المتعلّقة بالمحافظ الاستثمارية، ويجب أن يستند تحليل المحفظة الاستثمارية إلى بعض المعايير الّتي تلعب دور الدّليل في تحديد ما هو مهمّ بالنّسبة للمستثمر وماهو غير ذلك وتوضيح مايعتدّ به ومالايعتدّ به في تحديد

المحفظة، كما يعتمد أيضا الاختيار الصّحيح للمعايير على طبيعة المستثمر، ولذلك فإنّه يجب تحديد تفاصيل تحليل المحفظة بشكل مناسب لكلّ نوع من المستثمرين، ومع ذلك فإنّ جلّ المستثمرين يشتركون في معيارين ألا وهما متوقّع العائد (The Mean) وتباين هذا العائد (The Variance)، حيث أوضح ماركوفيتش أنّ قيمة الأصول تتغيّر بنفس الطّريقة الّتي يتغيّر بها متغيّر عشوائي مايترتّب عنه:

أ-إنّ متوقّع العائد للمحفظة هو متوسّط مرجّح للعائدات المتوقّعة للأصول الفرديّة.

يعدّ التّباين في عائد المحفظة دالّة خاصّة لكلّ من تباين عائد المحفظة والتّغاير بين الأصول وأوزانها في المحفظة، وبالتّالي على المستثمرين الأخذ بعين الاعتبار كلّ من المخاطر (التّباين والتّغاير بين الأصول) ومتوقّع العائد لتحديد سيّاسة توزيع رأس المال على الأصول بهدف الوصول لسياسّة توافق أحسن عائد بأقلّ مخاطرة ممكنة، أي أنّ اختيار توزيع رأس المال بين الأصول مع مفاضلة بين المخاطرة والعائد(Gupta, Mehlawat, Inuiguchi, Chandra, & computing, 2014)

1.2.1 فرضيات نظرية المحفظة الحديثة لماركوفيتش (Markowitz Modern Portfolio Theory Hypothesis)

يعتبر النّموذج (Mean-Variance) لماركوفيتش أساس النهّج الكلاسيكي لإدارة المحفظة حيث يعتمد النّموذج على الافتراضات التّاليّة:

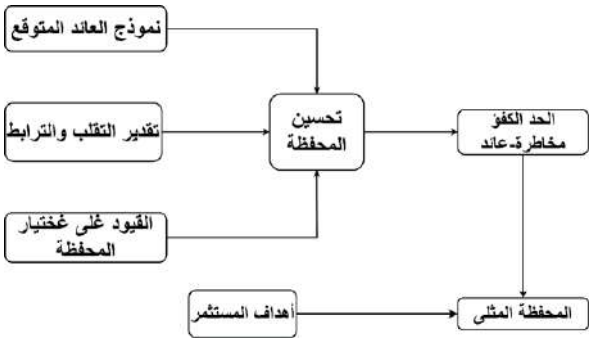
1- فترة استثمار واحدة.

2- لا توجد تكاليف المعاملات (تكاليف المشاركة في السّوق).

3- يعظم المستثمر العائد ويقلّل من المخاطرة.

4- يعتمد اختيار المستثمر حصرا على معيارين: متوقّع العائد وتبايّن العائد كمعيار لقياس المخاطرة.

الشكل (11): نظريّة المحفظة الحديثة



من اعداد الباحث اعتمادا على المصدر:

Fabozzi, F. J., Gupta, F., & Markowitz, H. M. (2002). The legacy of modern portfolio theory. *The Journal of Investing*, *11*(3), p08.

2.2.1 كفاءة المحفظة الاستثماريّة: (Efficient Portfolio)

يمكن اعتبار المحفظة X الممكنة التّشكيل بأنّها محفظة تتّسم بالكفاءة إذا كانت تتميّز بامتلاكها أكبر متوقع عائد مقارنة بالمحافظ الأخرى لنفس التّباين أي لنفس المخاطرة لديها عائد أكبر،أو عندما تكون للمحفظة أصغر تبايّن (مخاطرة) من بين المحافظ الأخرى لنفس العائد المتوقّع، وبهدف التوضّيح لنفرض محفظتين A وB، واعتمادا على التّعريف السّابق يمكن تفضيل A على B إذا كان:

$$\mathbb{E}(A) > \mathbb{E}(B) \quad \& \quad Var(B) = Var(A)$$

أو

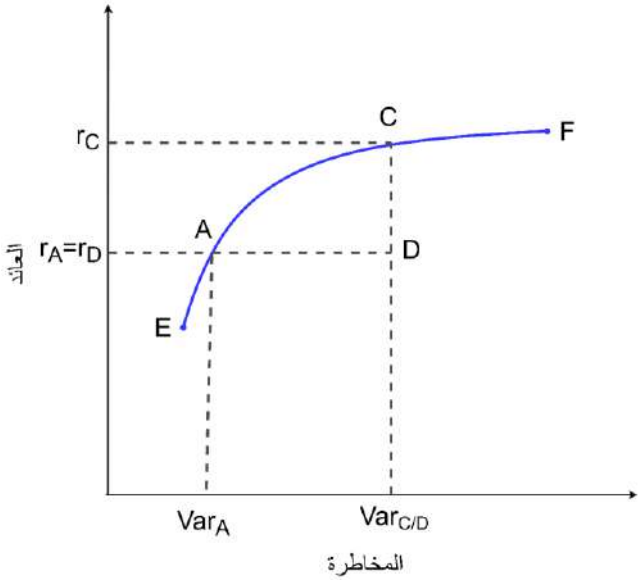
$$\mathbb{E}(A) = \mathbb{E}(B) \quad \& \quad Var(B) < Var(A)$$

حيث أن :

$\mathbb{E}(A)$ متوقع العائد للمحفظة A، $\mathbb{E}(B)$ متوقّع العائد للمحفظةB، $Var(A)$و$Var(B)$ تباين كلّ من المحفظتين A وBعلى التّوالي.

ويمكن حساب ورسم كلّ من العائد المتوقّع والتّباين (المخاطرة) لكل استثمار كمخطط (رسم بياني) كما يوضح الشكل الموالي:

الشكل(12): الحدّ الكفؤ في تحليل المحفظة



من إعداد الباحث اعتمادا على المصدر:

Gupta, P., Mehlawat, M. K., Inuiguchi, M., & Chandra, S. (2014). *Fuzzy portfolio optimization: advances in hybrid multi-criteria methodologies* (Vol. 316). Springer, p07.

2.2.1النّمذجة الّرياضيّة لمشكلة تحسين المحفظة الاستثماريّة:

أ-نموذج (Mean-Variance) لماركوفيتش:

يمكن نمذجة مشكلة تحسين المحفظة رياضيّا بعدّة طرق ولكن يمكن اختصار المشكل الأساسي كما يلي:

1-تقليل المخاطرة مع تحديد متوقّع العائد.

2-تعظيم متوقّع العائد مع تحديد درجة المخاطرة.

3-تقليل المخاطرة وتعظيم العائد المتوقّع باستخدام عامل تجنّب المخاطرة (Risk Aversion Factor).

4-تقليل المخاطرة بغضّ النّظر عن متوقّع العائد.

5-تعظيم متوقّع العائد بغض النّظر عن المخاطرة.

تسمّى حلول المشكلات الثّلاثة الاولى حلول كفاءة (التباين-المتوسط) كما توفّر المشكلة الرّابعة حلول التّقليل من التّباين أي المخاطرة وهو النّموذج المفضّل من طرف المستثمرين المحافظين، كما يمكن استخدامها لمقارنة وقياس المحافظ الاخرى، كما تقدّم المشكلة الخامسة الحد الأعلى للعائد المتوقّع والذي يمكن استخدامه أيضا لمقارنة المحافظ الاستثماريّة.

الحالة 1: يتمّ صياغة نموذج تحسين المحفظة لتقليل التّباين وتقييد عائد الحافظة المتوقّع على النّحو التّالي:

$$Min\ QP01 = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}\sigma_{ij}x_i x_j$$

$$Subject\ to:$$

$$\sum_{i=1}^{N} R_i x_i = R_0,$$

$$\sum_{i=1}^{N} x_i = 1,$$

$$x_i \geq 0, \qquad i = 1,2,\dots,N,$$

الحالة 2: يمكن صياغة نموذج تحسين المحفظة لتعظيم عائد الحافظة المتوقّع وتقييد التّباين في الحافظة على النّحو التالي:

$$Max\ QP02 = \sum_{i=1}^{N} R_i x_i,$$

$$Subject\ to:$$

$$\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} \sigma_{ij} x_i x_j = v_0$$

$$\sum_{i=1}^{N} x_i = 1,$$

$$x_i \geq 0, \qquad i = 1,2,\dots,N,$$

الحالة 3: يمكن أيضا نمذجة تقليل المخاطرة وتعظيم العائد المتوقّع باستخدام عامل تجنّب المخاطرة على النّحو التّالي:

$$Max\ QP03 = \sum_{i=1}^{N} x_i R_i - \frac{R_A}{2}\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} x_i x_j \sigma_{ij}$$

$$Subject\ to:$$

$$\sum_{i=1}^{N} x_i = 1,$$

$$x_i \geq 0, \qquad i = 1,2,\dots,N,$$

يحتوي النّموذج QP03 بشكل صريح على المراجحة بين العائد والمخاطرة باستخدام معامل النّفور من المخاطرة المطلق R_A لـ(Arrow, 1971; Pratt, 1964) حيث:

$$R_A = -\frac{U''(x)}{U'(x)}$$

حيث أن:

U' و U'' يمثّلان المشتق الأوّل والثّاني لدّالة المنفعة لـ (Von Neumann & Morgenstern, 1947) أو بعبارة أخرى هي المنفعة الحديّة والتّغيّر في المنفعة الحديّة حيث يبقى المستثمر يفضّل الاستثمار في حالة ماكانت المنفعة الحديّة موجبة($U' > 0$) وفي الجهة المقابلة النّفور من الاستثمار يعني دالّة المنفعة الحديّة تتناقص أي المشتق الثّاني لدالّة المنفعة يكون سالب($U'' < 0$)، x يعبّر عن الثّروة(Breton, 1994).

حيث يمكن أن نعتبر دالّة المنفعة على الشّاكلة التّالية:

$$U = \mathbb{E}(R) - \frac{1}{2} R_A \, \sigma^2$$

حيث يعّبر A عن مدى نفور المستثمرين من المخاطرة، ولرسم الحدّ الفعّال فإنّنا نغير في R_A من الصّفر صعودا ثم نحلّ المعادلات QP03 لكلّ معامل نفور من المخاطرة. أوضحت نتائج (Kallberg & Ziemba, 1983) أن:

$R_A \geq 6-$ يؤدّي إلى مجموعة من المحافظ ذات نفور كبير من المخاطرة.

$2 < R_A < 6-$ يؤدي إلى مجموعة من المحافظ ذات نفور معتدل المخاطرة.

$R_A \leq 2-$ يؤدي إلى مجموعة من المحافظ ذات المخاطرة عالية.

من الشّائع نمذجة مقايضة (عائد–المخاطرة) باستخدام المعلمة λ حيث أن $0 \leq \lambda \leq 1$ والّذي يجعل من النّموذج السّابق يصبح على الشّكل الموالي:

$$Max\ QP03 = \ (1-\lambda) \sum_{i=1}^{N} x_i R_i - \lambda \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} x_i x_j \sigma_{ij}$$

إذ أنّ:

$$\frac{R_A}{2} = \frac{\lambda}{(1-\lambda)}$$

الحالة 4: كما يمكن نمذجة تقليل المخاطرة بغض النّظر عن متوقّع العائد على النّحو التّالي:

$$Min\ \ QP04 = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} \sigma_{ij} x_i x_j$$

$$Subject\ to:$$

$$\sum_{i=1}^{N} x_i = 1,$$

$$x_i \geq 0, \qquad i = 1,2,\dots,N,$$

الحالة 5: نمذجة تعظيم متوقّع العائد بغضّ النّظر عن المخاطرة كما يلي:

$$Max\ QP05 = \sum_{i=1}^{N} R_i x_i,$$

$$Subject\ to:$$

$$\sum_{i=1}^{N} x_i = 1,$$

$$x_i \geq 0, \qquad i = 1,2,\dots,N,$$

أمّا في الواقع المعاش فإن المستثمر في أغلب الحالات يواجه عدّة عوائق وقيود والّتي يمكن إضافتها للنّماذج على حسب مايقتضيه النّموذج ليحاكي الواقع.

ب-نموذج شبه التباين (Mean-Semivariance Model):

على الرغم من أنّ التّباين مقبول على نطاق واسع كمقياس للمخاطرة ؛ ومع ذلك يبقى لديه محدوديّته، حيث أنّ أحد القيود الرئيسيّة لاستخدام التّباين كمقياس للمخاطرة هو أنّه يعاقب كلّ من الانحرافات الصّاعدة (المكاسب) والانحرافات الجانبيّة (الخسائر) عن العائد المتوقّع.وبالتّالي ، عندما تكون توزيعات احتمال عائدات الأصول غير متماثلة ، يصبح التّباين أقل ملاءمة لمخاطر الحافظة(Chunhachinda, Dandapani, Hamid, & Prakash, 1997). وفي نفس السّياق يمكن أن المحفظة المتحصّل عليها تحوز على مخاطر محتملة وذلك عن طريق التّضحية بجزء من متوقّع العائد، في مصل هذه الحالات من الأفضل استبدال التّباين بـ مقياس للمخاطرة المتعلّقة بجانب الخسائر أي المقياس الّذي يأخذ بعين الاعتبار فقط الانحرافات السّلبية عن مستوى المرجعي للعائد(Gupta et al., 2014). إنّ شبه التّباين هو أحد أفضل مقاييس مخاطر الهبوط المعروفة الّتي تمّ تقديمها في الأصل بواسطة (Harry Markowitz, 1959) *كما يتميّز شبه التّباين على التّباين* كونه لايأخذ القيم الأعلى من القيمة الحرجة (في الأغلب يعبر عنها المتوقع) كمخاطرة ، فهو مقياس أكثر ملاءمة للمخاطرة عندما يشعر المستثمرون بالقلق إزاء

ضعف أداء المحفظة بدلاً من الإفراط في الأداء(Harry Markowitz, Todd, Xu, & Yamane, 1993)

يعّرف شبه التّباين على أنّه القيمة المتوقعة للانحرافات التّربيعية للنّتائج المحتملة السّلبيّة من عائد المتوقّع وتقاس مخاطر المحفظة على أساس شبه التّباين كما يلي:

$$S = \mathbb{E}\left[\left(\sum_{i=1}^{N} R_i x_i - \mathbb{E}\left(\sum_{i=1}^{N} R_i x_i\right)\right)^{-}\right]^2$$

حيث أنّ:

$$\left[\left(\sum_{i=1}^{N} R_i x_i - \mathbb{E}\left(\sum_{i=1}^{N} R_i x_i\right)\right)^{-}\right] = \begin{cases} \sum_{i=1}^{N} R_i x_i - \mathbb{E}\left(\sum_{i=1}^{N} R_i x_i\right) & if \ \sum_{i=1}^{N} R_i x_i - \mathbb{E}\left(\sum_{i=1}^{N} R_i x_i\right) < 0 \\ 0 & else \end{cases}$$

يمكن تحديد المحفظة بتطبيق نموذج شبه التّباين والذي لا يتطّلب حساب مصفوفة (التباين–التغاير) ولكن يتطلّب وجود التّوزيعات الاحتماليّة للأصول، حيث يسعى نموذج شبه التّباين ، كمقياسا للمخاطرة، إلى التّقليل من تشتّت عائد المحفظة عن عائد المتوقّع ولكن فقط للحالات الّتي يكون فيها العائد أقلّ من المتوقّع، ولكن في حالة كون كلّ التّوزيعات الاحتماليّة لعوائد الأصول متماثلة(symmetrical) أو لديها نفس درجة اللاّتماثل (Asymmetry) فإنّ كّل من نموذجي التّباين وشبه التّباين يقدّمان نفس النّتيجة أي نفس كفاءة المحفظة(Efficient Portfolios) (Harry Markowitz et al., 1993).

يصاغ نموذج شبه التبّاين لتحسين المحفظة كما يلي:

$$Min\ QP\ 06: \ \mathbb{E}\left[\left(\sum_{i=1}^{N} R_i x_i - \mathbb{E}\left(\sum_{i=1}^{N} R_i x_i\right)\right)^{-}\right]^2$$

$$Subject\ to:$$

$$\sum_{i=1}^{N} R_i x_i = R_0$$

$$\sum_{i=1}^{N} x_i = 1,$$

$$x_i \geq 0, \qquad i = 1,2,\dots,N$$

جـ-نموذج الإنحراف المطلق (Mean-Absolut Deviation Model):

يعتبر المحللون في أغلب الأحيان أنّ الانحراف المعياري"σ" هو المقياس الأساسي للمخاطرة، ولكن يعتبر الانحراف المعياري كمقياس بديل للمخاطرة، وقد قدّم (Konno & Yamazaki, 1991) نموذج – برمجة خطيّة– لتحسين واختيار المحفظة، حيث أنّ هذا النّموذج يمكنه معالجة بعض الصّعوبات المصاحبة لنموذج التّباين لماركوفيش، وينظر إلى البساطة السهولة الحسابيّة على أنّها أهم مزايا نموذج الانحراف المطلق.

يطبق نموذج الانحراف المطلق على وجه الخصوص في الحالات الّتي تكون فيها توزيعات العائد على الأصل غير متماثلة (Asymmetrical).

يعرف الانحراف المطلق لمتغيّر عشوائي على أنّه القيمة المطلقة المتوقعّة للفرق بين المتغّير العشوائي والمتوقّع (المتوسط) ويتمّ التّعبير عن مخاطر المحفظة الّتي تمّ قياسها على أنّها انحراف مطلق بالرّمز "m"

على النّحو التّالي:

$$m = \mathbb{E}\left(\left|\sum_{i=1}^{N} R_i x_i - \mathbb{E}\left(\sum_{i=1}^{N} R_i x_i\right)\right|\right)$$

حيث يمكن كتابة النّموذج على الشّكل الموالي:

$$Min\ LP\ 06: \mathbb{E}\left(\left|\sum_{i=1}^{N} R_i x_i - \mathbb{E}\left(\sum_{i=1}^{N} R_i x_i\right)\right|\right)$$

$$Subject\ to:$$

$$\sum_{i=1}^{N} R_i x_i = R_0$$

$$\sum_{i=1}^{N} x_i = 1,$$

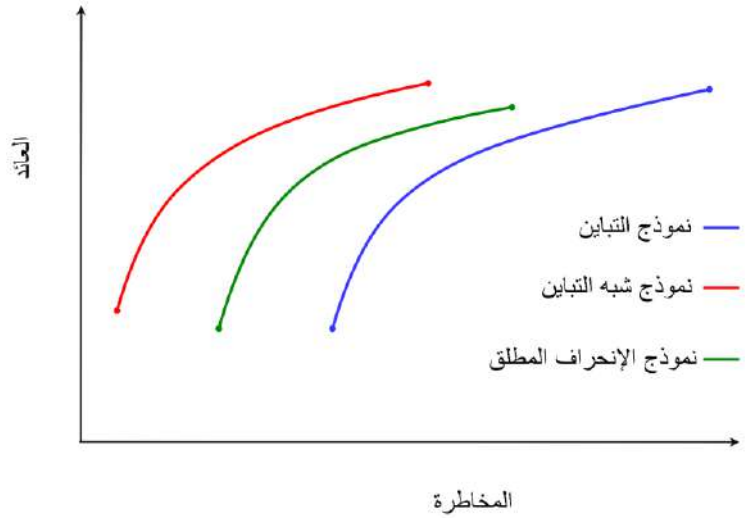
$$x_i \geq 0, \qquad i = 1,2,\dots,N$$

لم تقتصر الدّراسات على النّماذج الثّلاث السّابق ذكرها بل تمّ تقديم نماذج أخرى تعتمد في أساسها على فلسفة نموذج ماركوفيش ولكن تمّ إضافة بعض المقاييس الإحصائية للنّموذج الأولي حيث ظهرت عدّة نماذج منها نموذج (Mean-Variance-Skewness) ونموذج (Mean-Variance-Skewness-Kurtosis) كما أنّه تمّ تقديم نماذج للتّحسين التّصادفي للمحفظة والذي يعتمد على تقييد احتماليّة عائد المحفظة (Chance Constrained Portfolio Selection).

3.2.1 مقارنة النماذج (Comparison of the Models):

تستعرض هذه الفقرة مقارنة آداء نماذج تحيسن المحفظة الّتي تمّ عرضها سالفا ،نموذج التّباين ،نموذج شبه التّباين ونموذج الانحراف المطلق، حيث أنّ قيمة مخاطرة المحفظة المولّدة من نموذج التّباين تكون دائما أعلى من قيمة المخاطرة المولّدة من نموذج شبه التّباين والانحراف المطلق، وهذا الأخير يوفّر محافظ ذات مخاطر أعلى من مخاطر المحافظ المولّدة من نموذج شبه التّباين بالنّسبة لأي عائد محفظة معيّن كما يبيّن الشّكل الموالي:

الشكل(13): المقارنة بين النماذج الأساسية لتحسين المحفظة



من إعداد الباحث اعتمادا على المصدر:

Gupta, P., Mehlawat, M. K., Inuiguchi, M., & Chandra, S. (2014). Fuzzy portfolio optimization: advances in hybrid multi-criteria methodologies (Vol. 316). Springer.P03.

ويرجع هذا التّفاوت النّماذج في درجات المخاطرة المولّدة إلى الأسباب الموالية:

1- عند اعتماد التّباين كمقياس للمخاطرة فإنّنا نعاقب التّوزيع الاحتمالي للعائد من كلا الجهتين أي أرباح وخسائر، وفي المقابل فإنّ شبه التّباين لا يعتبر القيم الحرجة على الجهة اليمنى (أرباح) كمخاطر وبالتّالي يوفّر نموذج التّباين مخاطر أعلى من نموذج شبه التّباين.

2-العلاقة بين مخاطر المحفظة باستخدام التّباين والانحراف المطلق، حيث أنّ مقياس المخاطرة الواردة في المعادلة(I) يوضح أنّ نموذج التّباين يوفّر مخاطر أعلى من نموذج الانحراف المطلق.

مبرهنة:

لنفرض أنّ

$\sum_{i=1}^{N} R_i x_i$ يتبع توزيع طبيعي.

و الإنحراف المعياري $\sigma(x) = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}\sigma_{ij}x_i x_j$ إذن:

$$m(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi}}\sigma(x) \quad (I)$$

3-يتغاضى نموذج شبه التّباين في قياسه للمخاطرة عن القيم الحرجة للمكاسب بينما الانحراف المطلق يأخذ بعين الاعتبار كلاّ من القيم الحرجة للمكاسب والخسائر أيضا،ولهذا السّبب يوفّر الانحراف المطلق محافظ ذات مخاطرة أعلى مقارنة بنموذج شبه التّباين.

2-المحفظة الاستثمارية لنشاطات استكشاف إنتاج:

تعتبر قرارات الاستثمار في رأس المال قرارًا حاسمًا يجب على كلّ منظّمة اتّخاذه بطريقة دقيقة لتحسين مواردها ، ففي الصّناعة الّتي يقودها عدم اليقين مثل صناعة النّفط ، يصبح من الحيوي التّفكير في عدم اليقين بطريقة مناسبة أثناء اتّخاذ قرارات الاستثمار الرأسمالي. حتى إذا نظر المرء إلى الطّبيعة الدّورية لصناعة البترول ، فإنّ الأداء المالي التّاريخي للصّناعة ككل كان محبطًا ، ويمكن أن يعزى أحد الأسباب الرئيسيّة وراء ذلك إلى استخدام متوسّط أو استخدام نماذج حتميّة في التقييم الاقتصادي للمشروع (Bodawala, 2017)، كما أن الاستثمار في المنبع البترولي عموما يكون في مجموعة من المشاريع وبما أن المحفظة البترولية تتميّز بآثار الميزانيّة وبما أنّ وجود هذا القيد (قيد الميزانية) هو أصل مشكلة الموازنة الرأسماليّة الأكثر شهرة في أدبيات النّفط والغاز باسم تحسين محفظة المشاريع (Aristeguieta, Bratvold, Begg, & Medaglia, 2008) ولذلك فإن اعتماد تقنيّات تحسين المحفظة أصبح حتميّا لاختيار أحسن مجموعة ممكنة من المشاريع التي تلائم أهداف وقيود الشّركة، ولكن الاختلاف الجوهري في طبيعة الاصول الماليّة ومشاريع النّفط ينشئ تباين بين كلاّ المحفظتين ،وفي هذا السّياق يقدّم هذا

العنصر مقدمة لمفهوم محفظة مشاريع استكشاف إنتاج البترول ويوضّح أهم الخصائص والفروقات بين محفظة مشاريع المنبع البترولي ومحفظة الاوراق الماليّة.

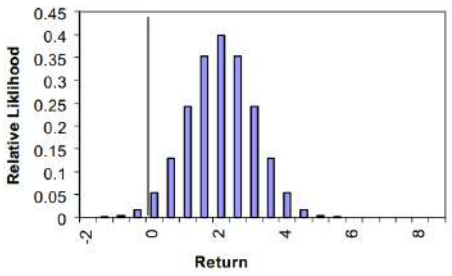
2-1 أوجه التّشابه والاختلاف بين المحفظة الماليّة ومحفظة المشاريع البترولية (Similarities and Difrences):

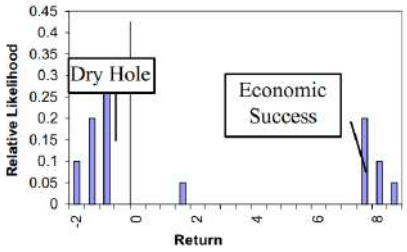
توجد اختلافات أساسيّة بين محافظ الأوراق الماليّة ومحافظ المشاريع البترولية وخاصّة في نماذج تحسين كلا المحفظتين ويرجع ذلك أساسا للاختلافات القاعديّة في الأصول الأساسيّة مثل: نوعيّة عدم اليقين، قياس المخاطرة، طبيعة الأسواق، التّزامن، آثار الميزانيّة الماليّة والتّرابط الإحصائي بين الأصول.

1.1.2 نوعية عدم اليقين (Types of Uncertainty):

يمكن تلخيص التّباين في نوعيّة عدم اليقين لكلّ من محفظة الأوراق الماليّة ومحفظة المشاريع البترولية في الجدول الموالي:

الجدول (10): التشابه والإختلاف بين محفظة الأوراق الماليّة ومحفظة مشاريع استكشاف وإنتاج البترول

محفظة الأوراق الماليّة	محفظة مشاريع استكشاف وإنتاج البترول
○ تعتمد أساسا على عدم اليقين المتعلّق بالعوائد. ○ تتبع العوائد غالبا التّوزيع الطّبيعي على شكل جرس(Bell Curve).  ○ يتمّ قياس والتّعبير عن المخاطرة بالانحراف المعياري أو التّباين أي درجة تأرجع قيمة المحفظة عن متوسّط العائد. ○ يعتمد تقدير التوزيع الاحتمالي والارتباط الإحصائي على المعطيات التّاريخيّة.	○ تواجه مشاريع استكشاف وإنتاج البترول نوعين من عدم اليقين: أ- عدم اليقين الداخلي (Local Uncertainty) والّذي يرتبط أساسا بالاستكشاف والإنتاج النّفطي لموقع محدّد. ب-عدم اليقين العامّ (Global Uncertainty) والمتعلّق بالأسعار والسيّاسات..إلخ. ○ توزيع احتمالي شديد الإنحراف (highly Skewed) كما أن حالات عدم اليقين تؤكّد على الحالات النّادرة.

 ○ يعتمد في قياس المخاطرة على شبه التّباين (Semi-Variance) وذلك لأخذ بعين الاعتبار القيم الحرجة للجانب الايسر للتّوزيع (أي جانب الخسائر فقط) ○ يمكن تقدير التّوزيع الاحتمالي والارتباط الإحصائي للمعلومات المتعلّقة بالأسعار اعتمادا على المعطيات التّاريخيّة، أمّا باقي مصادر عدم اليقين فيمكن نمذجتها عن طريق المحاكاة.	

من إعداد الباحث اعتمادا على المصدر:
Ball, B. C., & Savage, S. L. (1999). Notes on exploration and production portfolio optimization, P16.

2.1.2 قياس المخاطرة (Measures of Risks):

يتمّ التّعبير عن المخاطرة في أسواق الأوراق الماليّة بشكل عام بالتّباين والتّقلب مايعكس درجة تأرجح قيمة المحفظة عن متوقّع العائد، وبالتّالي فإنّ عند أخذ التّباين كمقياس يعبّر عن المخاطرة فإنّه يعاقب الانحرافات السّلبية والإيجابية على حدّ سواء، بينما تعتمد اعتبارات المخاطرة لمحافظ الاستثمار البترولي أساس على مخاوف الإدارة أي يمكن أن تكون مقاييس المخاطرة نقص في السّيولة النّقديّة في مدّة معيّنة أو الفشل في تحقيق الاحتياطات الإضافية اللاّزمة خلال فترة زمنيّة معيّنة(Ball & Savage, 1999) وقد يرجع سبب ذلك كون التّوزيعات الاحتماليّة لعائد مشاريع استكشاف وإنتاج البترول شديدة الإنحراف ما يجعل معاقبة الانحرافات الإيجابية لا معنى لها ما يجعل شبه التّباين مقياسا مناسبا للتّعبير عن المخاطرة.

3.1.2 طبيعة الأسواق المالية (Nature of Markets):

تعتبر الأسواق الماليّة أسواق ذات كفاءة عاليّة (Quite Efficient) أي لا توجد حواجز تحول دون تسعير كلّ سلعة بقسمتها الفعليّة على النّحو الّذي يحدّده كلّ من المشترين والبائعين أي لا توجد مساومات (No Bargain) كما تتعامل أسواق الأوراق الماليّة مع الأسهم والسّندات فقط، وفي المقابل فإنّ سوق مشاريع استكشاف وإنتاج البترول سوق غير كفئ، علاوة على ذلك يمكن أن يكون للمشروع قيمة مختلفة جدّا لشركة عن قيمة شركة أخرى، ما يعني أنّه هناك صفقات جيّدة وصفقات سيّئة (Gaci, 2004)، كما تتضمّن المحافظ النّفطية الأصول المملوكة حاليّا و/أو مشاريع الاستكشاف و/أو مشاريع التّطوير.

4.1.2 التزامن (Timing Considerations) :

تقليديّا، لايقوم تحليل محفظة الأسهم بوضع نموذج للزّمن بشكل صريح ويرجع ذلك لإمكانيّة شراء الأسهم وبيعها في أيّ وقت بسهولة تامّة، في المقابل تتميّز الاستثمارات في المنبع البترولي بتدفّقات ماليّة على فترات وربحيّة طويلة الأجل (الكعبي, 2017) ما يجعل من نمذجة عامل الزّمن خطوة لابدّ منها في عمليّة تقييم واختيار مشاريع استكشاف وإنتاج البترول (Ball & Savage, 1999).

5.1.2 آثار الميزانيّة (Budgetary Effects) :

تتجاهل نماذج حافظة الأوراق الماليّة عموما حجم الميزانيّة، ويرجع ذلك كون المحفظة ذات الكفاءة الّتي تبلغ قيمتها مليون دولار أمريكي، هي ببساطة 1000 ضعف حجم المحفظة ذات الكفاءة التي تبلغ قيمتها 1000 دولار امريكي، أي أن محافظ الأوراق الماليّة معنية أساسا بنسب الأصول المكوّنة للمحفظة، بينما المحافظ البترولية تعتمد أساساعلى الميزانيّة أي بمجرد ما يستثمر شخص بنسبة 100% في مشروع استكشاف وإنتاج البترول فلايمكنه استثمار المزيد في هذا المشروع، لذلك سيكون للميزانيّات ذات الأحجام المختلفة نسب مختلفة من المشاريع (Ball & Savage, 1999)

2.2 التّرابط الإحصائي ومصادره (Statistical Dependence and Its Sources):

يمكن أن تنشأ العلاقة بين متغيرين X و Y بثلاث طرق على الأقل، أحد الاحتمالات هو أنّه قد يكون هناك ارتباط بين السبب والنّتيجة (Cause-Effect) يربط بين المتغيّرين وبالتّالي تؤدّي التّغيّيرات في المتغيّر X إلى تغييرات في قيم Y. والاحتمال الثّاني هو أنّ كلا من X و Y قد يعتمدان على متغيّر ثالث ، Z. قد يكون هناك ببساطة "ارتباط الصّدفة" بين X و Y (Murtha, 2000)، كما يمكن تصنيف النّوعين الأوّلين من الارتباط على أنّه "ارتباط هيكلي" (Structural Correlation). سيتمّ استخدام هذا المصطلح لأنّ العلاقة نشأت من هيكل معادلات النّموذج أي ضمني في معادلات نموذج ،

بينما يصنّف النّوع الثّالث من الارتباط على أنّه "ارتباط عشوائي" (Stochastic Correlation) (Aristeguieta et al., 2008)، وكما هو معلوم فإنّ مشروع E&P هو نظام معقّد للغاية ، وبالتّالي ، فإنّ تحديد مستوى التّعقيد لنمذجة هذه المشاريع هو عمليّة صعبة بحدّ ذاتها حيث أنّ تغيير تعقيد النّموذج يؤثر على عوامل الخطر والعائد للأصول الّتي يتمّ تقييمها (Campbell, Bratvold, & Begg, 2003)، ولذلك بين (Aristeguieta et al., 2008) إذا كان الارتباط بين متغيّرات داخل الأصل الواحد ، فإنّ الارتباط يسمى الارتباط داخل المشروع (Intra-Project). إذا حدث الارتباط بين متغيّرات من مشاريع مختلفة (مستوى المحفظة) ، فإنّ الارتباط يسمّى الارتباط بين المشاريع(Inter-Project) ، وكما هو معلوم أنّ العلاقة التّرابطيّة بين الاحتياطات على سبيل المثال والتّكاليف الرّأسمالية فهي علاقة ترابط سبب–نتيجة أي أنّه كلّما كانت الاحتياطات كبيرة كلّما زادت التكاليف، الرّأسمالية وبالتّالي عند محاكاة التّكاليف الرّأسمالية والاحتياطات فإنّه يجب توليد توزيعات احتماليّة مترابطة إيجابيّا أي كلّما زاد كميّات المحروقات في الخزّان كلّما زادت النّفقات الاستثماريّة (يمكن اعتماد خوارزميّة Iman-Conover لتوليد توزيعات مترابطة إحصائيّا)، وبما أنّ الارتباط داخل المشروع أي وجود علاقة ترابط بين المتغيّرات على مستوى المشروع قد يؤثّر على أداء المشروع ، فإنّ الارتباط بين الأصول المحتملة له تأثير على تقلّب المحفظة النّاتجة والّتي تعتبر أساس النّظرية الحديثة المحفظة وكما هو معلوم فإنّه هناك ارتباط موجب وارتباط سالب أوعلاقة استقلالية بين المتغيرات.

– الارتباط الإيجابي : تتغيّر قيمة المشروع X في نفس جهة قيمة المشروع Y، هذا يقلّل من تأثير التّنويع.

– الارتباط السّلبي : تتغيّر قيمة المشروع X عكس جهة قيمة المشروع Y ،هذا يعزّز تأثير التّنويع.

وقد أشار (Ball & Savage, 1999) أنّ هناك أربعة مصادر للتّرابط الإحصائي فيما بين مشاريع المنبع البترولي ألا وهي :

أ–المواقع (Places):

عندما تكون المشاريع استكشاف وإنتاج البترول على مقيرة شديدة (أي في نفس المجال الجّيوليوجي) فذلك سيؤدّي إلى ارتباط النّتائج الاقتصادية للمشاريع بشكل إيجابي وذلك بسبب أوجه التّشابه الجّيولوجي ممّا يحول دون تشكيل محفظة بالغة متنوّعة، من ناحية أخرى ، سيعرض موقعان في مواقع بعيدة على

نطاق واسع ارتباطًا جيولوجيًّا ضئيلًا أو معدومًا ، وبالتّالي سيكون أكثر تنوّعا."المواقع" يمكن أن يكون لها آثار على التّسعير (خاصّة الغاز) والقضايا السّياسيّة وكذلك القضايا الجيولوجيّة.

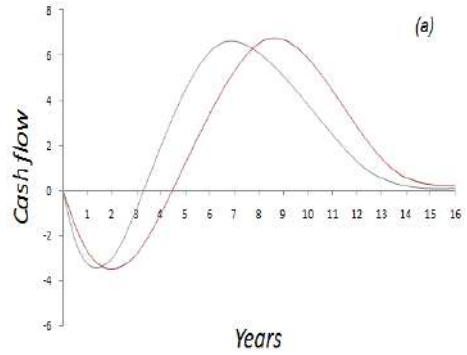
ب-الأسعار (Prices):

تنتج المشاريع المنبع النّفط الخام والغاز الطّبيعي بنسب مختلفة،حيث تتبع أسعار النّفط الخام بشكل عام بعضها البعض بشكل وثيق للغاية في جميع أنحاء العالم. وبالتّالي ، ترتبط المخرجات الاقتصاديّة لمشاريع النّفط في جميع أنحاء العالم ارتباطًا إيجابيًا نسبة إلى التّقلبات في أسعار النّفط الخّام المرجعي، بينما لا تتبّع أسعار الغاز الطّبيعي في أجزاء كثيرة من العالم – ولا سيما في الولايات المتّحدة – أسعار النّفط الخام العالميّة أو بعضها البعض بنفس درجة تتبع أسعار البترول والّذي يعتبر سوق عالمي بينما أسواق الغاز هي أسواق إقليميّة. وبالتّالي سيكون هناك إتّجاه إلى أن تكون المحفظة التي تتكوّن من مشروع غاز ومشروع نفطي أقل ارتباطًا بشكل إيجابي وبالتّالي تنوّعًا أفضل ، مقارنة بالسّعر ، من محفظة تتكوّن من مشروعين نفطيّين.

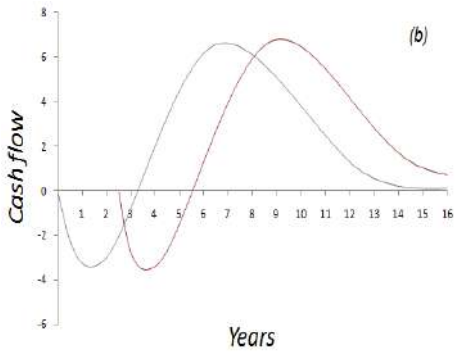
جـ-بيانات المشاريع (Profiles):

يعتبر توقيت تدفّقات عناصر المشاريع المختلفة أحد الجوانب المقلقة لصنّاع القرار، والّتي قد تمتدّ لسنوات عديدة في المستقبل لطبيعة ربحية مشاريع المنبع طويلة الأجل ، قد تشمل هذه التدفّقات عناصر مثل التدفّق

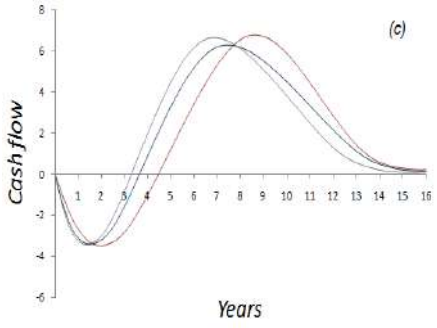
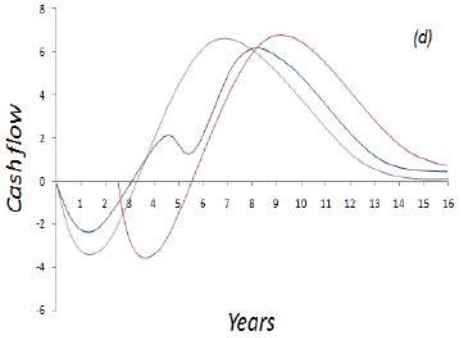
الشكل (14): الترابط الإحصائي بين التدفقات النقدية لمشاريع المنبع



دالتي تدفقات نقدية متماثلة ذات ترابط إيجابي خلال بدلالة الزمن



دالتي تدفقات نقدية متماثلة ذات ترابط سلبي بدلالة الزمن

	
ينتج عن المحفظة الّتي تتكون من 50٪ كحصّة من كلّ التدفّقات النقدية المذكورة أعلاه تقلبات واسعة من التدفّقات النقديّة السلبيّة إلى الإيجابيّة.	ينتج عن المحفظة التي تتكوّن من 50٪ كحصّة من كلّ التدفّقات النقديّة المذكورة أعلاه على التدفّقات النقديّة أكثر سلاسة نسبيّا..
من اعداد الباحث اعتمادا على المصدر: Ball, B. C., & Savage, S. L. (1999). Notes on exploration and production portfolio optimization, P17.	

النّقدي ، وإنتاج المحروقات ، والإضافات الاحتياطيّة ، ومتطلّبات الموظّفين، وكلّما كانت هذه التدفّقات أكثر ثباتًا ، كلّما كان ذلك أفضل، يمكن أن تؤخذ العلاقة بين هذه العناصر السّابق ذكرها بعين الاعتبار لتقليل التقلّبات في التدفّقات النّقديّة ما يعني التّقليل من درجة المخاطرة. يمكن الآن اعتبار هذه العوامل الحاسمة الّتي يمكن أن تؤدّي إلى بالشركة إلى الإفلاس.

د-السّياسة (Politics):

لطالما كانت الاستثمارات البترولية عرضة لعدم اليقين السّياسي ، من قرار مكافحة إحتكار (Anti-Trust) ضد ستاندرد أويل (Standard Oil) لعام 1911 وحتى الأنظمة البيئيّة إلى حرب الخليج عام 1991 وما بعده، سيتم ربط المشاريع الخاضعة للتّعطيل في نفس الاجاه بسبب نفس الحدث السّياسي بشكل إيجابي. قد يحدث الارتباط السّلبي للمشاريع من خلال عدم اليقين السّياسي، على سبيل المثال: منطقتين متميّزتين سياسيّاً تزودان الغاز الطّبيعي من خلال خطي أنابيب مختلفين إلى سوق واحدة، يمكن أن يؤدّي الاضطراب السّياسي للإنتاج في أي من المنطقتين إلى نقص في السّوق ، وبالتّالي زيادة الأسعار و / أو الطّلبات على المنطقة غير المضطربة. وبالتّالي فإنّ محفظة تتكوّن من مشروع واحد في كلّ منطقة ذات ارتباط سلبي ستكون محميّة أو "تحوط" ضد المخاطر السياسيّة في أي من المنطقتين.

3.2مصادر المخاطرة في مشاريع الإستكشاف والإنتاج (The Sources of Risks in E&P Activity) :

يلخص الجدول التّالي مصادر المخاطر الرّئيسية في صناعة البترول وتأثيراتها على صافي القيمة الحاليّة وجميع المخاطر القابلة للتنويع المختلفة:

الجدول (11): . المصادر الأساسيّة لمخاطر مشاريع الاستكشاف والإنتاج البترولي

المخاطر	التأثير على صافي القيمة الحالية	قابل للتنويع (نعم/ لا ، إذا كان نعم كيف يتم ذلك)
المخاطر السلبية		
السياسة	سلبي	***نعم، تكوين محفظة دولّية***
البيئة		***نعم، الإستثمار في عَدة مشاريع***
الإستكشاف (إحتمالية الإخفاق)		***نعم، الإستثمار في عدةآبار***
عدم اليقين التقني		
الإحتياطات	إيجابي أو سلبي	***نعم الاستثمار في عَدة حقول***
تكاليف الإستكشاف		***نعم، الاستثمار في عَدة حقول***
عدم اليقين الاقتصادي		
أسعار البترول	إيجابي أو سلبي	***لا، يمكن التخلص من المخاطر عن طريق اختيار شروط تعاقدية مواتية***
أسعار الغاز		***نعم، وذلك في حالة عدم ارتباطها بأسعار البترول ويكون الأصل جزء من المحفظة الإجمالية. لا،وذلك في حالة إرتباطه بأسعار البترول***
أسعار الصرف		***نعم إذا كانت الاستثمارات في أكثر من دولة ؛ ومع ذلك ، لا يمكن تنويع سعر صرف العملة $/x لأن النفط مدرج بالدولار الأمريكي***
التضخم		***نعم إذا كانت الاستثمارات في أكثر من دولة،يكون الأصل أقل تنوعًا إذا كان تضخم عنصر "التكلفة" مرتبطًا بسعر النفط (مثل: الحفر)***
عدم اليقين التسويقي		
الخطر الجبائي	إيجابي أو سلبي	***نعم إذا كانت الاستثمارات في أكثر من دولة***
عقود الستعير		***نعم إذا لم يكن مرتبطًا بسعر النفط أو إذا كان مرتبطًا بسعر النفط المغطى بعقود طويلة الأجل في سوق الأسهم***

المصدر:

Gaci, S. (2004). Optimisation d'un portefeuille de projets d'investissements exploration production pétrolières. (Mémoire du Diplôme Magistral en Economies pétrolière et Management stratégique), Institue Algérien du pétrole, P93.

الفصل الثاني:

الدّراسات السّابقة

ومنهجيّة البحث

المبحث الأوّل:

الدّراسات السّابقة

1-الدّراسات السّابقة لنظريّة الخيارات الحقيقيّة:

يّعتبر تحليل الخيارات الحقيقيّة أحد الطرائق المكمّلة للطّرائق التقّليديّة في تقييم الفرص الاستثماريّة، وقد تميّزت بحصريّة استخدامها في تقييم الأصول الحقيقيّة بدلا من تقييم الأصول المالية، كما هو الحال بالنّسبة للخيارات الماليّة، حيث أنّه مع بداية ظهور تطبيق الخيارات الحقيقيّة كان الأكادميّون يلجؤون للتّطبيق المباشر لنماذج تقييم الخيارات الماليّة على الأصول الحقيقيّة، إلى أن ظهرت نماذج خاصّة بكل حالة، حيث تتمتّع الخيارات الحقيقيّة بجوهرها الفلسفي في التعامل مع مفهوم اللّاتأكد الّذي يمكن أن يعبّر عن مخاطرة في حالة تدهور الأوضاع السوقية، وفرص للنموّ في حالة تحسّن السّوق فوق المتوقّع، حيثُ أنّ الجوهر الفلسفي يعتمد على التّحوط من المخاطرة اعتمادا على فكرة الخيار وليس الالتزام وتعظيم العائد اعتمادا على مبدأ المرونة الّتي يمكن توظيفها في كلتا الحالتين: تحديد المخاطرة وتعظيم العائد.

منذ نشأة الخيارات الحقيقيّة في سبعينيات القرن الماضي، كان مجال الطّاقة الأوفر حظّا في تطبيق الخيارات الحقيقيّة وخاصّة مجال الاستكشاف والإنتاج البترولي؛ ويمكن تفسير ذلك كون هذا النّوع من النّشاطات يتمتّع بالمخاطرة وعدم اليقين بنسب عالية، وخاصّة المجالات الّتي تحتوي على حلقة البحث في سلسلتها الإنتاجيّة مثل: الصّناعة الدوائيّة، مجال البحث والتّطوير، البحث والتّنقيب عن المحروقات والتّعدين...إلخ.

وكما أشرنا سابقا حول نشوء الخيارات الحقيقيّة من رحم الخيارات المالية، حيث أنّ (S. C. Myers, 1977) هو أوّل من صاغ مصطلح "الخيارات الحقيقيّة" لوصف فرص نموّ الشّركة الّتي يمكن رؤيتها كخيارات، وقد ساعدت أعمال كل من (McDonald & Siegel, 1986; Pindyck, 1988; Trigeorgis, 1986); في إنشاء و التّأسيس لنظريّة الخيارات الحقيقيّة كمنهج جديد في صناعة القرار و تقييم الأصول الحقيقيّة، وقد كان لـ (Trigeorgis, 1986; Trigeorgis, 1993a, 1993b; Trigeorgis, 1996, 2001, 2002; Trigeorgis & Reuer, 2017; Trigeorgis & Tsekrekos, 2018) الفضل في التّنظير وتطوير نظريّة الخيارات الحقيقيّة، حيثُ كان من أهمِّ المؤسّسين لهذا المدخل، وكذا ساهم في تقليص الفجوة بين النّظريّة والتّطبيق، كما أضاف في أعماله الأخيرة الرؤية الاستراتيجيّة للنظريّة، وفي نفس السّياق فقد كان (Dixit & Pindyck, 1994) الفضل في التّأسيس بشدّة لأدبيّات الخيارات الحقيقيّة حيث وضّح معالم تقييم الاستثمارات في حالات عدم اليقين وخاصّة الاستثمارات التي لا يمكن عكسُ مسارها (Irrevesible Investments)، كما قدّم منهجا لتقييم

الخيارات الحقيقيّة اعتمادا على المعادلات التّفاضلية التّصادفية وأوضح ذلك بمثال تطبيقي لتقييم احتياطات بترول غير مطورة.

كانت دراسة (Paddock et al., 1988) أوّل دراسة تناولت تطبيق نظريّة الخيارات الحقيقيّة في مجال الصّناعة النّفطية وتحديدا في تقييم عقود الاستكشاف والإنتاج البحري، حيث وضّح مدى أهميّة مزج نموذج توازن السّوق مع نظريّة الخيارات الحقيقيّة، بهدف اشتقاق قيمة الخيار الحقيقي، وأوضح أيضا أنّ تقييم الخيار الحقيقي يحتاج لفهم عميق بتوازن السّوق أكثر من التّحكم في تقييم الخيارات، وقد اعتمد على مشاريع الاستكشاف والإنتاج البحري؛ وذلك لتحديد وبدقّة مشكلة التقييم ما يسمح بفحص دقيق لعدّة مفاهيم نظرية وتطبيقيّة والمتعلقة بتوسيع نظريةّ الخيارات الماليّة إلى الخيارات الحقيقيّة، وقد وضع نموذجا لتقييم احتياطي بترول غير مطوّر من خلال فرض أنّ معدّل العائد على الاستثمار يتبع عملية براون الهندسيّة، كما استعرضت دراسة (Smith & McCardle, 1998) تقييم الاحتياطي النّفطي وذلك باستخدام طرائق تسعير الخيارات الماليّة لتقييم المخاطرة الّتي من الممكن التحوط منها، وكذا تقييم المخاطرة التي لا يمكن التحوّط منها، ما أدّى إلى تطوير مقاربة التّقييم بحسب طريقة الزمن المتقطّع والّتي يمكن اعتمادها في حلّ حالات عدم اليقين تدريجيا، كما بيّنت الدّراسة فوائد هذا التّقييم، وذلك بمقارنة مخرجات الطّريقة المقترحة بنتائج سابقة للطّرائق التّقليديّة، حيثُ أشارت الدّراسة إلى أنّ الطّرق التّقليديّة تحدُّ من إيجاد القيمة الحقيقيّة للأصل؛ ويرجع ذلك لعدم أخذها بالحسبان المخاطرة والفرص السّوقية الّتي من الممكن أن تنجم عن عدم اليقين المحيط بالشركة، كما تطرقّت دراسة (Pelet, 2003) إلى نقد نموذج الخيارات الحقيقية التقليدي الّذي تمّ طرحه من طرف (Paddock et al., 1988) والذي يفترض أنّ الأصل يتبع في تغيره (The Underlying Asset) عمليّة براون الهندسيّة (GBM) والّتي لا تظهر ارتباط تكاليف الإنتاج طويلة الأمد بسعر السّلعة الّذي تؤطّرة الاقتصادات الجزئيّة، كما أنّها لا تأخذ بعين الاعتبار حصول وثبات تصادفيةّ (أي الحصول على المعلومات غير العاديّة Abnormal والّتي تشابه توليد أزمات تصادفيّة متقطّعة)، حيثُ قدّم الباحث نموذج الطريق المعطوس للوسط الحسابي بوثبات (Mean-Reveting with jumps) والّذي يأخذ كل من ميكانيزم العرض والطّلب الّذي يتحكّم في رجوع الأسعار إلى معدّلها الطبيعي بعد وَثَبَاتٍ غير عادية، وقام الباحث بمقارنة كلا النّموذجين لتقييم الخيارات الحقيقيّة وإيجاد قيمة الخيار للمشروع النّفطي، واستخلصت الدّراسة أنّ نمذجة السّعر الأساسي بدقّة في حالة السّلعة، يؤدّي إلى أخطاء كبيرة في تقدير قيمة الاحتياطات البترولية غير المطوّرة في حالة السّلعة وإيجاد استراتيجيّة استثمار مُثلى لاحتياطات النّفط .تستعرض الدّراسة الّتي قدّمها (Bailey et al., 2003) مقاربة التّدفقات النّقدية الّتي توضّح كيف يمكن أن تتجاوز

مقاربة الخيارات الحقيقيّة أوجه القصور المسجّلة في حقّ مقاربة خصم التّدفّقات النّقديّة، وعليه تهدفُ الدّراسة إلى تبيان أوجه التّشابه والاختلاف بين الخيارات الماليّة والخيارات الحقيقيّة، كذلك قدّمت الدّراسة نموذجين لتقييم الخيارات هما كل من نموذج بلاك وسكولز ونموذج باينوميل الشّبكي ،كما قام الباحث بتوضيح كيفيّة تطبيق مقاربة الخيارات الحقيقيّة عن طريق دراسة حالة خيار نقل الغاز الطبيعي المسال. علاوة على ذلك، تطرقّت الدّراسة إلى خيارات أخرى مثل خيار الإنقاذ وخيار التّأجيل في الصّناعة البترولية، كما كان للدّراسات العربيّة نصيب متواضع جدا، حيثُ تناولت دراسة (السراي, 2006) البحث في مدى إمكانيّة الاعتماد على التقنيّات التّقليديّة (خاصّة تقنيّات خصم التّدفقات النقديّة) وإجراءات تحليل المشروع في تقييم المشاريع الّتي تتميّز بحالات عدم اليقين ومقارنتها مع نظريّة الخيارات الحقيقيّة، حيثُ وظّف نظريّة تسعير الخيارات في تقييم قرارات الموازنة الرّأسمالية في المشروع النّفطي، وطبّقت الدّراسة على مشروعين لحقلين نفطيّين افتراضيّين، وخلصت إلى تقييم قرارات الموازنة الرّأسماليّة باستخدام مدخل الخيارات يُعطي للمشروع قيمة إضافيّة مقارنة بالطّرائق التّقليديّة، واكتفت بالإشارة في جانبها النّظري إلى استخدام هذا المدخل الذّي يقلّل من المخاطرة المرافقة لهذا النّوع من المشاريع، وكانت هذه الدّراسة الأولى والوحيدة قبل دراسة(العبادي, 2012) والّتي تمّ نشرها في سلسلة أطروحات من طرف المنظّمة العربيّة للتّنمية الإداريّة (العبادي, 2016) حيثُ تمحورت هذه الدّراسة حول عملية تقييم المشاريع الاستثماريّة في إيجاد القيمة الحقيقيّة للمشروع الاستثماري، ومعاينة مدى قصور أسلوب صافي القيمة الحاليّة مقارنة بمقاربة الخيارات الحقيقيّة، والتي قدمّتها الدّراسة كبديل لطرائق التّقييم التّقليديّة وقد تمّ اختيار الصّناعة النّفطية العراقيّة ميدانا لإجراء الدّراسة التّطبيقيّة لثلاثة مشاريع لتطوير الحقول النّفطيّة وهي حقول نجمة، القيارة والرّميلة، وكان من أهمّ ما أشارت إليه الدّراسة أنّ مدخل الخيارات الحقيقيّة يمكن أن يستخدم في تقييم المشاريع الّتي تتّسم بطول الأمد الاستثماري وكبر التّكاليف الرّأسمالية، وتتمّ على مراحل متسلسلة، كما وصلت الدّراسة إلى أنّ الخيارات الحقيقيّة قد تزيد في قيمة المشروع، ولكنّها تزيد أيضا من المخاطرة التّابعة للمشروع الاستثماري، حيثُ أوصت الدّراسة بتبنّي مدخل الخيارات الحقيقيّة في عمليّة تحليل وتقييم مشاريع تطوير الحقول النّفطيّة في العراق الممنوحة للشّركات الأجنبيّة في إطار عقود التّراخيص البترولية.

وبما أنّ تقييم الخيارات الحقيقيّة يعتمد على فلسفة عدم اليقين والّتي تمكّن الأكاديميين من توصيفها احصائيّا بالتقلّب في قيمة المشروع (Project Volatility) حيثُ أنّ تقييم المشاريع اعتمادا على مقاربة الخيارات الحقيقيّة والتي تتطلب التقلب (Volatility) كأهمّ عامل بين العوامل التي تتطلبها نماذج الخيرات الحقيقية لتقييم المشاريع الاستثماريّة، وقد اعتبر التّطاير أو التقلّب في قيمة المشروع، عملا مهمّا

في تقييم مشاريع تطوير الحقول البترولية وكذا صنع قرارات الاستثمار ولكنّه يبقى عاملا صعب التّقدير (Difficult to estimate) ويرجع ذلك عموما إلى غياب السّلاسل الزمنيّة التّاريخية لقيم المشاريع، حيث في أغلب الأحيان يأخذون نيابة عنه التّقلب في أسعار السّلع كعامل مكافئ (Proxy) لتقلّب قيمة الأصل أو المشروع وفي هذا السّياق فقد اعتمدت دراسة (Lima & Suslick, 2006) استخدام طريقة عدديّة تعتمد على التّدفّقات النّقدية المستقبليّة ومحاكاة مونت كارلو لتقدير تقلّب قيمة المشروع، حيثُ الباحث بدراسة 12 مشروع بحري، و قد خلصت الدّراسة إلى أنّ التقلّب في قيمة المشروع أعلى على الأقل بـ 79% من التقلّب في أسعار البترول، وقد يرجع التّغير في التّطاير أيضا إلى المرحلة التّي فيها المشروع حيث أنّه كلّما كان المشروع في مراحله الابتدائية (ضبابيّة الصّورة عائدة إلى تعدّد المتغيّرات وكذا مدى واحتماليّة تغيّر المتغيّرات العشوائيّة) كلّما كان تناثر المعلومة كبيرا وتقدير العوامل المؤثّرة في قيمة المشروع غير دقيقة ممّا يزيد في تباين قيم المشروع والتّباين في التدفّقات النّقدية المستقبليّة. كما حاول العديد من الباحثين في تقدير التقلّب في قيمة المشروع حيث اكتفى كلّ من (Fonseca et al., 2017; Pickles & Smith, 1993) باعتماد التّطاير في أسعار البترول كمكافئ مباشر للتقلّب في قيمة الأصل أمّا (Davis, 1998, 2002) فقد استخدم نهجا أكثر تعقيدا محاولا تقدير تقلّب المشروعات، حيث لجأ لاستخدام نموذج الإنتاج الثّابت، ما يسمح بضبط التّقدير باستخدام المعادلات المغلقة (Closed Form Valuation) لحساب تقلّبات المشروع وعائد الأرباح. ومع ذلك ، يتطلّب هذا النّهج مجموعة معقّدة من قيم المدخلات والمعلومات الّتي لا تتوفّر دائمًا في بعض مراحل مشاريع استكشاف وإنتاج البترول. كما تناولت أيضا دراسة A. Babajid(2007) مدى قابلية تطبيق مقاربة الخيارات الحقيقيّة في تقييم مرحلة تطوير الحقل النّفطي، وكيف يمكن استخدامها جنبا إلى جنب مع تحليل قرار تعظيم العائد و تقليل الخسائر، إذ يركّز على مرونة و خيار تغيير حجم المشروع الّتي بإمكانها إضافة قيمة للمشروع بخاصة في حالات عدم اليقين التّقنية في عمليات التطوير، بحيث تعرّضت الدراسة إلى كل من الحقول البسيطة و المعقّدة بدءا بتحليل الافتراضات والمخاطر المتوقّعة ونتائج الفريق الأصلي للمشروع وصولا إلى طرح بديل لتحليل مشكلة تطوير الحقل البترولي والمتمثّل في تحليل الخيارات الحقيقيّة الّتي بإمكانها إعطاء قيمة إضافيّة للمشروع. وعليه اعتمدت كل دراسة طريقة معيّنة و مختلفة في تقييم الخيارات غير أنّها تتوافق من حيث نطاق الاستخدام المقرون بالصّناعة البترولية علما أنّ هذه الصناعة كانت مهد تطبيق مقاربة الخيارات الحقيقيّة، وتتمّة لذلك، لم يقتصر استخدام الخيارات الحقيقيّة فقط على صناعة البترول بل تعدّى ذلك إلى مجالات أخرى كالطّاقة والبحث و التّطوير.

و في سياق مكمّل، استعرضت الدّراسة الّتي قدّمها S.Jain and al (2014) أداة دعم القرار الّتي تأخذ بعين الاعتبار أهمّ أوجه عدم اليقين الموجودة في مشاريع محطّات الطّاقة النّوويّة بهدف توفير محفظة مثاليّة من أجيال محطّات الطّاقة النّوويّة المتاحة، حيث أنّ أداة القرار الّتي تمّ تقديمها في هذه الدّراسة تمزج بين نظريّة الخيارات الحقيقيّة وتحسين المحفظة اعتمادا على نموذج التّوسيع لماركوفيتش (Mean–Varance Portfolio Optimization) ،أمّا بالنّسبة لنظريّة الخيارات الحقيقيّة فقد اعتمدت المعادلات التّفاضلية التّصادفيّة في النّمذجة والتّحليل، أين استخدمت بصددها حركيّة براون الهندسيّة في نمذجة كلّ من التّكاليف التّشغيليّة و أسعار الطاقة الكهربائيّة، وفيما يخصّ التّكاليف الرّأسماليّة، فقد اعتمد نموذج Pindyk(1993). وفي السّياق ذاته، تطرّقت دراسة Y.Moon and al (2018) إلى تحديد الوقت الأمثل للاستثمار في أنظمة الطّاقة الكهروضوئيّة في القطاع السّكني، وذلك في كلّ من الولايات المتّحدة الأمريكيّة، ألمانيا، اليابان ،وكوريا، حيث اعتمدت حركيّة براون الهندسيّة في نمذجة التّكاليف المستقبليّة. وتظهر الدّراسة أن عتبة الاستثمار المثاليّة تنخفض في حالة زيادة التّقلبات وانخفاض الأرباح، كما كشفت الدّراسة مقارنة بطريقة القيمة الصّافية الحاليّة على أنّ الاستثمار في نظام الكهروضوئي في القطاع السّكني يمكن أن يتأخّر من 5.76 سنة إلى 11.01سنة. اتّفقت الدّراسات المعروضة على أنّ استخدام مقاربة الخيارات الحقيقيّة في تقييم المشاريع الاستثماريّة يضيف قيمة للمشروع و قد يقلّل من المخاطر المتعلّقة بالتّدفّقات النّقديّة المستقبليّة، حيث تختلف الدّراسة الحاليّة عن الدّراسات السّابقة في المنهجيّة الّتي خُصّصت لتقييم مشاريع الاستكشاف والإنتاج البترولي، حيث قمنا بتقديم نموذج شامل لكلّ مراحل نشاط الاستكشاف والإنتاج بدءا بتقدير الاحتياطي النّفطي إلى تقدير قيمة المشروع اعتمادا على مقاربة الخيارات الحقيقيّة .

2–الدّراسات السّابقة لتحسين المحفظة:

قدّم (Harry Markowitz, 1955) نموذجا متوسط التّباين (MVP) وقد تمّ تطبيق هذا النّموذج على نطاق واسع لاختيار أفضل مجموعة من مشاريع استكشاف وإنتاج البترول، كما يعتبر مفهوم تحسين المحفظة لمشاريع الاستكشاف والإنتاج البترولي موضوعا أساسيا في تحديد ووضع الموازنة الرأسماليّة، كما أنّ التّخطيط الاستراتيجي يتطلّب اختيار مجموعة من المشاريع لتعزيز أهداف الشّركة، فبالرّغم من تعامل هذا المفهوم مع الأصول الماليّة الّتي تتميّز بسهولة تداولها وتقسيمها غير أنه وجد سبيلا إلى الأصول الحقيقيّة، حيث يمكن استخدام مبادئ وأساسيات اختيار المحفظة الماليّة لمقارنة استراتيجيّات الاستثمار بحسب تحصّل الشّركات على أقصى العوائد مع تقليل المخاطر.

أوضح (Orman & Duggan, 1999) كيفيّة تطبيق شركات التّنقيب والإنتاج البترولي إطار عمل تحسين محفظة Markowitz لاختيار محفظة استثمارات إنتاج التّنقيب ومقارنة هذه الطّريقة بالأساليب التّقليديّة المستخدمة في اختيار المشاريع الأوليّة، وقد تبنّى العديد من الكُتّاب نفس الطّرح في اختيار مجموعة من مشاريع الاستكشاف والإنتاج البترولي مثل (Aibassov, 2010; Aristeguieta et al., 2008; Belaid, 2011; Bodawala, 2017; Bulai & Horobeţ, 2018; Costa Lima, Suslick, Schiozer, & Repsold, 2008; Gaci, 2004; Huang, 2019; Szilágyi, Sebestyén, & Tóth, 2020; Walls, 2004; Xue, Wang, Liu, & Zhao, 2014) حيث كانت أغلب الدّراسات تصبّ في نفس المنحى الحتمي؛ أي تعتمد على مدخلات حتميّة ما ينافي الواقع وما يحمل المستقبل من حالات عدم يقين وعليه فقد طرح (Shapiro, Dentcheva, & Ruszczyński, 2014) الطّرائق التّصادفية لتحديد المحفظة المثلى، وفي نفس السّياق فقد قدّم (Tavana, Shiraz, & Di Caprio, 2019) نماذج تحديد المحفظة عن طريق وضع قيد احتمالي لتحديد المجموعة المثلى من المشاريع الاستثماريّة ، كما أنّ كل الأعمال سالفة الذّكر أخذت صافي القيمة الحاليّة كمدخل لحساب قيمة المشاريع واعتماد متوسطات توزيعات صافي القيمة الحاليّة كمدخلات لنموذج المتوسّط التّباين لتحديد المجموعة المثلى من المشاريع، وعليه فقد قدّم (Shapiro et al., 2014) نماذج البرمجة العشوائيّة وكيفية تحديد المحفظة المثلى في حالة عدم اليقين التي ولابدّ منها وتشهدها بيئة الأعمال في الوقت الرّاهن.

-موقع الدّراسة من الدّراسات السّابقة:

أسفرت مراجعة الأدبيّات النّظريّة سالفة الذّكر الّتي تناولت إمّا الخيارات الحقيقيّة و تحسين المحفظة؛ أي لم يتم دمجهما معا لتحصيل منافع كل منهما، حيث أنّه في أغلب الأحيان تقوم شركات الطّاقة في الاستثمار في مجموعة من المشاريع ما يتطلّب أداة لتحديد المجموعة الأمثل الّتي تتناسب وأهداف الشركة مع مراعات العوائق ومحدودية الشركة، كما بيّنت مدى نجاعة كليهما في التعامل مع حالات عدم اليقين والمخاطرة، وعليه فإنّ الدّراسة الحاليّة تحاول تقديم طريقة تدمج في طيّاتها كلّ من الخيارات الحقيقيّة وتحسين المحفظة في مجال الطّاقة عموما ونشاط استكشاف وإنتاج المحروقات خصوصا، وقد اختلفت الدّراسة الحاليّة أساسا في امكانية وكيفية دمج كلى النّظريتين وجوهريا في نمذجة الخيارات واسقاطها على نشاط استكشاف وإنتاج المحروقات خصوصا، حيث لم نطبّق النماذج العامة بل تمت نمذجة خاصّة للخيارات بطبيعة مشاريع الاستكشاف والإنتاج، واعتماد مخرجات الخيارات كمدخلات لتحسين المحفظة

بدلا من صافي القيمة الحاليّة بالإفراد، في المقابل، تطرّق كل من (Jain, Roelofs, & Oosterlee, 2014; Lin & Ji, 2007) لفكرة مزج كل من نظريّة الخيارات الحقيقيّة وتحسين المحفظة في مجال الطاقة، استكشاف وإنتاج البترول والمحطّات النّووية لتوليد الطاقة الكهربائية على التوالي، حيث قام (Jain et al., 2014) بتطبيق نظريّة الخيارات الحقيقيّة في تقييم أجيال المحطّات النّووية لتوليد الطّاقة الكهربائية مضيفا نموذجا حتميّا (MVP) لتحسين المحفظة (متعدّد الأهداف) وتختلف الدّراسة الحاليّة عن الدّراسة الّتي قدّمها (Jain et al., 2014) كوننا لم نعتمد النّموذج الحتمي فقط في تحسين المحفظة بل اعتمدنا أيضا نموذجا احتماليا لتحديد المحفظة المثلى، كما تُغاير نشاط التّطبيق، بالرّغم من أنّ كلا التّطبيقين في مجال الطّاقة، أمّا بالنّسبة لدراسة (Lin & Ji, 2007) قامت على تقييم مشاريع استكشاف وإنتاج المحروقات اعتمادا على نظريّة الخيارات الحقيقيّة مرفقا التّقييم الفردي لكلّ مشروع بنموذج تحسين المحفظة يعتمد على تعظيم العوائد مع مراعاة الحدود الماليّة، وعليه فإنّ الاختلاف الجوهري بين الدّراستين هو في طريقة تقييم الخيارات الحقيقيّة، حيث أنّ (Lin & Ji, 2007) قام بتطبيق مباشر لنموذج Black and Scholes، متجاهلا طبيعة وتفاصيل مشاريع الاستكشاف والإنتاج كما أنّه قام بتجاهل عنصر المخاطرة في تحسين المحفظة بالإضافة إلى تطبيق نموذج حتمي لذلك، ما يمكن أن يكون بعيدا نوعا ما عن الواقع الحالي لبيئة الأعمال وخاصّة في مجال الطّاقة والبترول.

المبحث الثاني:

منهجيّة البحث

4.1 تقدير الاحتياطي البترولي الاوّلي:

إنّ تقدير قيمة الاحتياطي البترولي الأوّلي (the value of oil in place) هي ما تجعل هذه المرحلة (تقييم الاحتياطي من المحروقات) من أهمّ مراحل تقييم مشاريع الاستكشاف والإنتاج(Jahn et al., 2008) حيث أنّ أهم عنصرين في هذه المرحلة هما تقدير كلّ من:

-كميّة المحروقات المستكشفة الموجودة في الخزّان (OOIP: Original Oil In Place)؛

-كميّة المحروقات المتوقّع استردادها (EUR : Estimated Ultimate Recovery).

غالبا ما تستخدم المعادلة (1) طريقة التّقدير الحجمي(Volumetric Estimation Methode)في تقدير الاحتياطي البترولي حيث أنّها تستلزم بعض المعطيات الّتي تجعل منها قابلة للتّطبيق.

$$OOIP = \frac{7758\ A.h.\varphi(1-S_W)}{B_o} \quad (1)$$

حيث أن 7758 هو معامل التّحويل فدان-قدم إلى برميل، A يعبّر عن المساحة منطقة الإنتاج بالفدان (Acres)، h تمثّل سمك تشكيل الخزّان بالقدم (foot)، φ تمثّل مسامية الخزّان و يعبّر كلّ من B_o وS_W عامل التّكوين الحجمي و نسبة تشبع الصّخرة بالماء على التّوالي.

تعرف EUR على أنّها كميّة البترول المتوقّع استردادها من الخزّان أو بتعبير آخر الكميّة الّتي من الممكن تقنيّا إنتاجها و الّتي تعبّر عنها المعادلة (2) إذ يمثّل f معامل الاسترداد.

$$EUR = OOIP \times \boldsymbol{R_f} \quad (2)$$

2.4- تقدير الإنتاج البترولي:

عند تقدير الاحتياطي البترولي ووضع نموذج لتقدير الإنتاج التوقّع استرداده، يمكن تقدير النّفقات الرأّسمالية والنّفقات التّشغيليّة للمشروع قدّمت (Lund, 2000) نموذج لدّالة إنتاج البترول والّتي تعبّر عنها المعادلة (3).

$$Q_t = Q_0 \times \frac{EUR - \sum_{t=0}^{n} Q_t}{EUR} \quad (3)$$

حيث: Q_0 الإنتاج الابتدائي للمكمن و Q_t تعبر عن كميّة الإنتاج في الزّمن t.

وبناء على فرضيّة أنّه يجب تحديد إنتاج الآبار بدون الإضرار بالمكمن، تمّ وضع حدّ أقصى للإنتاج وكذلك الأخذ بعين الاعتبار الطّاقة القصوى للمصنع.

$$Q_t = Min\{Q_t, MaxCap\} \quad (4)$$

حيث تمثّل $MaxCap$ الطّاقة القصوى للمصنع.

3.4- النّمذجة التّصادفيّة لأسعار البترول:

يعدّ البترول من أهمّ السّلع الاستراتيجيّة في العالم، ممّا جعل أسعار هذه السّلعة حسّاسة و تتأثّر بعدّة عوامل منها ما له تأثيرات قصيرة المدى مثل :(التّذبذب، مصانع التّكرير، التّحكم في الإنتاج، تطوير مصادر غير التّقليديّة ...إلخ) زمنها ما له تأثيرات على المدى الطّويل على سبيل المثال: (العوامل الجيوسياسيّة، عرض البترول الأمريكي، النّمو الاقتصادي العالمي، الطّلب العالمي على البترول و كفاءة الطّاقة و كذا استغلال مصادر الطّاقة البديلة...إلخ(Lyons & Plisga, 2011) ،كلّ هذه العوامل تجعل من التّنبؤ بأسعار البترول شيء بالغ الصّعوبة و الأهميّة في آن واحد.

اعتمدنا في نمذجة أسعار البترول المعادلات التّفاضليّة التّصادفيّة (SDE)" حركية براون 00الهندسية"(GBM) والّتي تعبّر عنها المعادلة التّالية:

$$dP_t^{oil} = \mu_p P_t^{oil} dt + \sigma_p P_t^{oil} dW \quad (5)$$

حيث أنّ P_t^{oil} يمثل سعر البترول، μ_p معدل الانجراف لأسعار البترول (Drift rate) ، σ_p تذبذب أسعار البترول و W عمليّة وينار (Wiener Process) حيث أنّ:

$W = N(0, \sigma_Z)\sqrt{dt}$. كما تمثّل المعادلة (6) حل المعادلة التّفاضلية التّصادفية (5).

$$P_t^{oil}(m) = P_0^{oil} e^{\left(\mu_p - \frac{\sigma_p^2}{2}\right)t + \sigma_p W_t}$$

4.4- النّمذجة التّصادفية التّكاليف التّشغيليّة:

تمثّل المعادلة (7) نموذج تصادفي للتّكاليف التّشغيليّة المتغيّرة منها:

$$Vopex_t(m) = Vopex_0 e^{\left(\mu_{Vopex} - \frac{\sigma_{Vopex}^2}{2}\right)t + \sigma_{Vopex} W_t}$$

71حيث أنّ $VOpex_t$ التّكاليف التّشغيلية المتغيّرة في الزّمن t ، μ_{Vopex} معدل الانجراف للتّكاليف التّشغيليّة المتغيّرة (Drift rate) ، σ_{Vopex} التّذبذب في التّكاليف التّشغيلية المتغيّرة.

5.4-نمذجة صافي القيمة الحاليّة (Net Present Value Modeling):

إنّ معيار صافي القيمة الحاليّة(NPV) لمشروع استثماري يشير إلى الفرق بين القيمة الحاليّة للتدفّقات النّقدية الداخل للمشروع والقيمة الحاليّة للتدفّقات النّقدية الخارجة لنفس المشروع، ويجري حساب معيار صافي القيمة الحاليّة لمشروع استثماري على النّحو الآتي:

$$NPV = -\sum_{t=0}^{n} \frac{CAPEX_t}{(1+r)^t} + \sum_{t=0}^{n} \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (6)$$

حيث أنّ $CAPEX_t$ يعبّر عن النّفقات الرأسماليّة في الزّمنt ، r معدل الخصم، n العمر الاقتصادي للمشروع ،CF_t التدفّقات النّقدية في الزّمن t.

أمّا بالنسبة لنموذج صافي القيمة الحاليّة المفصّل لمشاريع استكشاف إنتاج في حالة المحاكاة تحسب كالآتي:

$$E(NPV) = \frac{1}{m}\sum_{k=1}^{m}\left\{\sum_{t=0}^{n}\left(\frac{P_t^{oil}(k)\times Q_t - opex_t(k) - TTax_t(k) - CAPEX_t(k)}{(1+r)^t}\right)\right\} \quad (7)$$

حيث أنّ P_t^{oil} يمثل سعر البترول للزّمنt ، Q_t كميّة الإنتاج في للزّمن t ، $TTax_t$ مجموع الضرائب للزّمن t ،$\mathrm{CAPEX_t}$ تكاليف رأسماليّة في الزّمن t ،$opex_t$ التّكاليف التّشغيليّة، m عدد المسارات لمحاكاة مونت كارلو.

6.4- نمذجة النّظام الجبائي:

تتميّز الصّناعة النفّطية بنظام جبائي خاص ويرجع ذلك إلى خصائص هذه الصّناعة الّتي تمّ ذكرها سالفا، كما يمكن تصنيف أنظمة الجباية البترولية ،يتلقى صاحب الموارد المعدنية جبايات من شركة الاستخراج، إلى فئتين رئيسيتين هما: أنظمة الامتياز والأنظمة التّعاقدية (Johnston, 1994)، ونظرا للتّغيّرات الّتي تشهدها اقتصادات العالم والدّيناميكية الّتي تعيش فيها الشّركات بصفة عامّة، فإنّ أنظمة الجبائية البترولي شهدت أيضا تغييرات وتطوّرات حول العالم والّتي تميّزت بتغيّرات كانت ذات فترات زمنيّة طويلة الأجل بهدف الحفاظ على استقرارية الصّناعة، وفي نفس السّياق فإنّ نظام الجباية الجزائري شهد تغيّرات وتعديلات بسبب الديناميكيّة الّتي تميّز هذا القطاع الّذي يمثّل مصدر الدّخل الرّئيسي للاقتصاد الجزائري (EY, 2019) وفي ديسمبر 2019 شهد نظام جباية البترول الجزائري تعديلات وقد يرجع ذلك إلى عدّة أسباب أساسيّة نعدّ منها:

-الحجوم النّمطية للمستكشفات الجديدة في الجزائر تكاد تخلو من الحقول العملاقة والكبيرة حيث طغت الحقول الصّغيرة والمتوسّطة على المستكشفات.

-النّظام الجبائي القديم يتناسب مع الحقول العملاقة والكبيرة حيث يعتمد في تحديد ضريبة الإيرادات البترولية على مقياس متغيّر بدلالة الرّبحية أي تتأثّر بشكل كبير بالأسعار والتّكاليف والحجوم المكتشفة، والّذي سنتطرق إلى التّفصيل فيه لاحقا، كما أنّ تحديد الإتاوة على أساس الإنتاج يؤثر على ربحية المشاريع ذات المكامن الصغيرة والمتوسطة.

-ركود التوافد الأجنبي للتّنقيب عن النّفط وشمل ذلك حتى التنّقيب عن الموارد التّقليدية ، مما يؤثّر على المدى البعيد على الدّخل الرّئيسي للبلاد، وبما أنّ النّظام الجبائي القديم لايساعد الحجوم النّمطية في

الجزائر ما جعل من المشاريع التّنقيب والإنتاج غير مجدية اقتصاديّا مادفع بالمستثمر الأجنبي إلى العدول عن الإقدام على الاستثمار في نشاطات الاستكشاف والإنتاج في الجزائر، حيث أنّ التّعديل الجديد جاء بهدف جعل النّظام الجبائي أكثر ملائمة للطّبيعة الاستكشافية في الجزائر من جهة وكذا المراهنة على استقطاب الاستثمارات الأجنبيّة على حساب الضّريبة أي التّخفيف من النّظام الضريبي والزّيادة في الدّخل عن طريق التّوافد الأجنبي.

وقد اعتمدنا في النّمذجة على على عقود (عقود إمتياز خاصّة بالمؤسّسة الوطنيّة SONATRACH حصرا) لتبسيط النموذج وتجنّب تعقيدات عقود تقاسم الإنتاج، وقد إعتمدا كلّ من لقانون 05-07 المعدّل في 2013 والقانون الجديد قانون 19-13.

4-6-1 الرّسم المساحي (SF) Surface fee:

$$SF^{Old} = \xi(Z, \tau) * area \quad (10)$$

حيث أنّ SF الرّسم المساحي، ξ نسبة الرّسم المساحي دالّة متغيّرة بدلالة المرحلة الزّمنية τ، و المنطقة الجغرافيّة Z، $area$ مساحة الرّقعة الاستكشافيّة في مرحلة الاستكشاف والرّقعة المخصّصة للاستغلال في مرحلة الإنتاج.

تعبّر المعادلة (10) عن حساب الرّسم المساحي في القانون القديم، حيث أنّ في القانون الجديد، المعادلة (11) تمّ إلغاء متغيّر المنطقة الجغرافيّة من حساب نسبة الرّسم المساحي ξ.

$$SF^{New} = \xi(\tau) * area \quad (11)$$

4-6-2 الإتاوة (RT) Royalty Tax:

$$RT_t^{Old} = \alpha_t(Z, Q_t)[(P_t - Tra)Q_t] \quad (12)$$

حيث أن RT_t^{Old} نسبة الإتاوة والتي تتغير في القانون القديم بدلالة الكميات المنتجة Q_t والمنطقة الجغرافيةZ، P_t سعر المحروقات في الزمن t، Tra تعريفة النقل، RT_t الإتاوة المدفوعة من قبل الشركة للدولة المستضيفة.

كما أنّ الإتاوة في القانون الجديد تحسب في الحالة العامّة (العاديّة دون حالات تطبيق النّسب المنخفضة) كما يلي:

$$RT_t^{New} = \alpha_t[(P_t - Tra)Q_t] \quad (12)$$

حيث أنّ RT_t^{New} نسبة ثابتة قدّرت بـ 10 % في كلّ الحالات و5% على الأقّل في حالات الّتي تنطبق عليها النّسب المنخفضة.

4-6-3 الدّخل الخام(Gross Profit (GP :

$$GP_t = [(P_t - Tra)Q_t] - Opex_t - SF \quad (13)$$

حيث أنّ $Opex_t$ التّكاليف التّشغيليّة في الزّمن t.

4-6-4 الضّريبة على دخل المحروقات (Petroleum Revenue Tax (PRT:

لحساب الضّريبة على الدّخل في القانون القديم يجب أوّلا حساب المقياسين يعتمدان على حساب النّسبة التّراكميّة بين الدّخل الخام والتّكاليف الاستثماريّة حيث أنّ الاختلاف بين المقياسين يختلف في معدّل الخصم ويحسبان كمايلي:

$$R_1 = \frac{\sum_{i=1}^{i=n-1} GP_i/1.1^i}{\sum_{i=1}^{i=n-1} I_i/1.1^i} \quad (14) \quad ; \quad R_2 = \frac{\sum_{i=1}^{i=n-1} GP_i/1.2^i}{\sum_{i=1}^{i=n-1} I_i/1.2^i} \quad (15)$$

حيث أنّ $_t$ هي النّفقات الاستثماريّة للفترة الزّمنيّة t.

$$PRT_t^{Old} = \beta_t(R_1, R_2)\left([(P_t - Tra)Q_t] - RT_t^{Old} - A_t^{up} - \theta_t\right) \quad (16)$$

حيث أنّ A_t^{up} الاهتلاك الخطّي المرفوع (Uplifted) في الزّمن t، θ_t تكاليف التّدريب واقتناء الغاز في الزّمن t، β_t نسبة الضّريبة على الدّخل في الزّمن t ويحدّد بدلالة المقياسين R_1 و R_2. أمّا بالنّسبة للقانون الجديد فإنّ نسبة الضّريبة على الدّخل $_t$ فتحسب بدلالة R_1 فقط وهي أقلّ من نسبة الضّريبة على الدّخل للقانون القديم .

$$\beta_t(R_1)\begin{cases} if\ R_1 \leq 1, \beta_t = 10\% \\ if\ R_1 \geq 3, \beta_t = 50\% \\ if\ 1 < R_1 < 3, \beta_t = 20\% * R_1 - 10\% \end{cases} \quad (17)$$

وهذا غير تطبيق النّسب المخفضة النّاتجة إمّا عن :

-جيولوجيا معقّدة،

-و/أو صعوبات فنيّة لاستخراج المحروقات،

-و/أو تكاليف مرتفعة للتّطوير أو الاستغلال،

ممّا قد يفقد الجدوى الاقتصاديّة للمشروع نتيجة تطبيق الأحكام الجبائيّة العاديّة.

نسبة الضّريبة على الدّخل في حالات النّسب المخفضة حيث:

$$\beta_t(R_1)\begin{cases} if\ R_1 \leq 1\ , \beta_t = 10\% \\ if\ R_1 \geq 3\ , \beta_t = 20\% \\ if\ 1 < R_1 < 3, \beta_t = \left(\frac{\epsilon_{Max}}{2} - 5\%\right) * R_1 + \left(15\% - \frac{\epsilon_{Max}}{2}\right) \end{cases} \quad (17)$$

حيث أنّ ϵ_{Max}هي النّسبة القصوى والّتي نقدّر بـ20% على الأقّل.

$$A_t^{up} = \frac{CAPEX}{T_1(Z)}\left(1 + \psi(Z)\right) \quad (18)$$

حيث أنّ T_1 هي مدد الزمنيّة للإهتلاك الخطّي المرفوع بنسبة $\psi(Z)$ والّذي يحدّد بدلالة المنطقة الجغرافية Z.

$$PRT_t{}^{New} = \beta_t(R_1)\left([(P_t - Tra)Q_t] - RT_t{}^{New} - A_t^{up} - \theta_t\right) \quad (16)$$

5-6-4 الضّريبة على الناتج (APT) Additional Profits Tax:

$$APT_t{}^{Old} = \gamma(R_1, R_2)\left([(P_t - Tra)Q_t] - Opex_t - A_t - SF^{Old} - RT_t{}^{Old} - PRT_t{}^{Old}\right) \quad (19)$$

حيث أنّ γ هي نسبة الضّريبة على النّاتج، وA_t هي الاهتلاك ويحسب كمايلي:

$$A_t = \frac{CAPEX}{T_2} \quad (20)$$

حيث أنّ T_2 هي المدد الزّمنيّة للاهتلاك.

أمّا بالنّسبة لضريبة على النّاتجγ فقد حدّدت بـ 30% في القانون الجديد.

$$APT_t{}^{New} = \gamma\left([(P_t - Tra)Q_t] - Opex_t - A_t - SF^{New} - RT_t{}^{New} - PRT_t{}^{New}\right) \quad (19)$$

5-6 نمذجة الخيارات الحقيقيّة :

ركّزنا في هذه الدّراسة على الخيارات الحقيقيّة التالّية: خيار المرونة (Option to Switch on/off)، خياري التّخلي أو الاستمرار (Option to Continue /Abandon)، وأخيرا خيار مركّب (Compound Option) يأخذ كل من الخيارين السّابقين بعين الاعتبار، كما أنّ الخيار(ROV) هو الفرق بين القيمة الصّافية الحاليّة في حالة المرونةNPV_{flex} و القيمة الصّافية الحاليّة الخالية من المرونةNPVو هذا ما توضّحه المعادلة التّالية:

$$ROV = NPV_{flex} - NPV \quad (8)$$

أ-خيار التّبديل بين التّوقيف والتّشغيل (Switch On/Off):

تمثّل المعادلة الموالية (11) معادلة حساب القيمة الحاليّة مع الأخذ بعين الاعتبار خيار المرونة بين تشغيل واللإيقاف المؤقّت للمشروع في حالة ما إذا حقّق المشروع قيم سالبة، كما اعتبرنا أنّ تكاليف الإيقاف والتّشغيل مهملة.

$$PV_t^{flex}(m) = Max\left\{\left(\frac{Q_t\left(P_t^{oil}(m) - Opex_t^{Variable}(m) - Tra\right) - FixOpex - SF(m) - RT_t(m) - PRT_t(m) - APT_t(m)}{(1+r)^t}\right), 0\right\} \quad (9)$$

حيث PV_t^{flex} القيمة الحاليّة للزّمن t والّذي يعبّر هنا عن شهر و ذلك بسبب القيود التّقنية الّتي ممكن مواجهتها عند إعادة تشغيل المصنع لأنّه يوجد بعض المنشآت الّتي تحتاج لمدّة زمنيّة لتكون جاهزة، $E(PV_t^{flex})$ الأمل الرّياضي للقيمة الحاليّة في الشّهر t ، Max تمثّل دالة اختيار القيمة العظمى بين "PV_t" و القيمة الصّفرية "0"، و قد نمذجنا المعادلة الموالية (12) بهدف حساب خيار المرونة عن طريق صافي القيمة الحالية المرنة و الّتي تشتمل في قيمتها على قيمة خيار المرونة و الّذي يعبّر عن المرونة الّتي يمكن للشّركة أن تتحلّا بها خلال فترة حياة المشروع والّتي تتمثّل في تجنّب القيم السّالبة الّتي من الممكن أن تنتج جراء تقّلبات في العوامل المؤثّرة في القيمة الاقتصاديّة للمشروع.

$$NPV_{SW}(m) = \sum_{t=1}^{n} Max\left(\left(\frac{Q_t\left(P_t^{oil}(m) - Opex_t^{Variable}(m) - Tra\right) - FixOpex - SF(m) - RT_t(m) - PRT_t(m) - APT_t(m)}{(1+r)^t}\right), 0\right) - \sum_{t=-s}^{n} \frac{CAPEX_t(m)}{(1+r)^t} \quad (10)$$

حيث N_{SW} تمثل صافي القيمة الحاليّة المرنة المصحوبة بخيار المرونة، واعتمادا على المعادلة (10) فإنّ قيمة خيار المرونة ROV_{SW} تحسب كالآتي:

$$ROV_{SW} = NPV_{SW} - NPV \quad (11)$$

ب- خيار التّخلي / الاستمرار (Continue / Abandon):

يعبر خيار التّخلي أو الاستمرار إلى أي مدى يمكن الاستمرار في المشروع أو التّخلي عنه نهائيّا وهذا النّوع من القرارات يعرّف على أنّه ذو اتّجاه واحد (Irreversible) وقد تمّت نمذجته في المعادلة التّالية:

$$NPV_{\frac{A}{C}}(m) = Max\left(\left(\frac{Q_t\left(P_t^{oil}(m) - Opex_t^{Variable}(m) - Tra\right) - FixOpex - SF(m) - RT_t(m) - PRT_t(m) - APT_t(m)}{(1+r)^t} - \sum_{t=-s}^{n} \frac{CAPEX_t(m)}{(1+r)^t}\right), 0\right) \quad (12)$$

حيث $N_{\frac{A}{C}}$ تمثّل صافي القيمة الحاليّة المرنة المصحوبة بخيار التّخلي أو الاستمرار،كما تعبّر المعادلة(15) على قيمة خيار التّخلي/الاستمرار $ROV_{\frac{A}{C}}$.

$$ROV_{\frac{A}{C}} = NPV_{\frac{A}{C}} - NPV \quad (13)$$

جـ-خيار القدرة الإنتاجيّة (Production Capacity Option):

تحدّد عموما الكميّات الحدّية للإنتاج في القانون الخاص بالنّشاطات الاستخراجيّة للجزائر(المعدّل الأقصى للاستخراج) مايفتح خيارات أمام الشّركة في تحديد الكميّات الّتي يمكن استخراجها باعتبارات

اقتصاديّة وتقنيّة وقانونيّة، حيث أنّ خيار القدرة الإنتاجيّة هو عبارة عن خيار توسيع (Expand Option) حيث أنّ المعادلة () معادلة حساب القيمة الاقتصاديّة لكلّ مسار للقدرة الإنتاجيّة، حيث أنّ لكلّ طاقة إنتاجيّة قصوى

$$Q_{r,t,i} = N_{ti} Q_{w,0} \left(\frac{EUR - \sum_{t=0}^{t} Q_{ti}}{EUR}\right),\ Q_{ti} = Min\{Q_{r,t,i},\ MaxCap_i\}$$

$MaxCap_i$ ، نفقات استثمارية $CAPEX_i$ وتكاليف تشغيلية ثابتة $FixOpex_i$، وعلية فإن لكل طاقة

$$NPV_{Prod_i} = \sum_{t=0}^{n} \frac{Q_{ti}(P_t^{Gas} - Opex_t^{Variable} - Tra) - FixOpex_i - SF - RT_t - PRT_t - APT_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=-s}^{n} \frac{CAPEX_{t_i}}{(1+r)^t}$$

إنتاجية Q_{ti} قيمة اقتصادية خاصّة بها والّتي عبرنا عليها بـ NPV_{Prod_i}، ،كما تعبّر المعادلة علي قيمة خيار القدرة الإنتاجية ROV_{ExpOpt} :

$$ROV_{ExpOpt} = Max\{NPV_{Prod_1}, NPV_{Prod_2} \dots, NPV_{Prod_i)}\} - NPV$$

د-خيار الإنتاج بالتّآزر (Synergy Option):

يعبّر خيار الإنتاج بالتّآزر فرصة للإنتاج ولكن توجد عدّة مشاريع في نفس المصنع أيّ التّخيير بين تشييد مصنع مشترك بين عدّة حقول متقاربة جغرافيّا في مصنع واحد وبين تشييد لكلّ حقل إنتاج مصنع خاص به، وتختلف الفرص في النّفقات الاستثماريّة حيث يكون عموما خيار التّآزر أقلّ تكلفة من خيار تشييد

$$NPV_{Synergy} = \sum_{t=0}^{n} \frac{Q_t(P_t^{oil} - Opex_t^{Variable} - Tra) - FixOpex - SF - RT_t - PRT_t - APT_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=-s}^{n} \frac{CAPEXSyn_t}{(1+r)^t}$$

$$NPV_{StandAlone} = \sum_{t=0}^{n} \frac{Q_t(P_t^{oil} - Opex_t^{Variable} - Tra) - FixOpex - SF - RT_t - PRT_t - APT_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=-s}^{n} \frac{CAPEXStAlo_t}{(1+r)^t}$$

حيث أنّ $N_{Synergy}$ هي القيمة الصّافية الحاليّة لمشروع مشترك، $CAPEXSyn_t$ التّكاليف الاستثماريّة الخاصّة بإنتاج مشترك، $NPV_{StandAlone}$ القيمة الصّافية الحاليّة لمشروع على حدة، $CAPEXStAlo_t$،

$$ROV_{SynOpt} = Max\{NPV_{StandAlone}, NPV_{Synergy}\}$$

هـ-خيار تحديد التّراكيب (Operating Range Selection Option):

تتكوّن مشاريع الاستكشاف والإنتاج عموما من مجموعة من التّراكيب(المكامن)l، حيث أنّ كل مكمن من هذه التراكيب i لديه دالّة إنتاج خاصّة به Q_i وكذا تكاليف ثابتة $FixedOpex_i$ ، وتكاليف رأسماليّة $CAPEX_i$، ولذلك فإنّ كلّ مجموعة (مزيج) تولّد قيمة خاصّة بها ولذلك قمنا بحساب مصفوفة تبديليّة X (Permutaion Matrix) لـ{0,1} بأبعاد $(l \times 2^l)$.

$$,Fixed\ Opex = \sum_i^l x_i\ FixedOpex_i \quad ,CAPEX = \sum_i^l x_i\ CAPEX_i Q_t = \sum_i^l x_i\ Q_i$$

$$x_i \in \{0,1\}$$

$$NPV_{Xi}(m) = \sum_{t=0}^{n} \frac{Q_t\left(P_t^{Gas}(m) - Opex_t^{Variable}(m) - Tra\right) - FixOpex - SF(m) - RT_t - PRT_t - APT_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=-s}^{n} \frac{CAPEX_t}{(1+r)^t}$$

$$ROV_X = Max\{NPV_{X1}, NPV_{X2}, \dots, NPV_{X2^l}\} - NPV$$

و-خيار الانتظار والتّرقّب لنظام جبائي جديد (Wait & See for a New Fiscal System):

يعتبر النّظام الجبائي أحد أهم العوامل المؤثّرة في قيمة المشروع، وبما أنّه تمّ تقديم مشروع لنظام جبائي لتتقييم فقد قمنا بمقارنة النّظام الجبائي الجديد بالنّظام القديم من حيث تأثيره على قيمة المشروع.

$$NPV_{Old} = \sum_{t=0}^{n} \frac{Q_t\left(P_t^{Gas} - Opex_t^{Variable} - Tra\right) - FixOpex - SF^{old} - RT_t^{old} - PRT_t^{old} - APT_y^{old}}{(1+r)^t} - \sum_{t=-s}^{n} \frac{CAPEX_t}{(1+r)^t}$$

$$NPV_{New} = \sum_{t=0}^{n} \frac{Q_t\left(P_t^{Gas} - Opex_t^{Variable} - Tra\right) - FixOpex - SF^{New} - RT_t^{New} - PRT_t^{New} - APT_y^{New}}{(1+r)^t} - \sum_{t=-s}^{n} \frac{CAPEX_t}{(1+r)^t}$$

حيث أنّ قيمة الخيار تحسب كالقيمة العظمى بين قيمة المشروع في نظام الجبائي الجديد والفرق بين قيمة المشروع بالنّظام الجبائي الجديد وتكاليف الانتظار.

$$ROV_{Wait\&See} = Max\{NPV_{Old}, (NPV_{New} - \boldsymbol{E(WaitCosts)})\}$$

ز-الخيارالمركب (Compound Option):

الخيار المركّب هو حصيلة مزج بين كل الخيارات المكنة أي الأخذ بعين الاعتبار كل من الخيارات الممكن دمجها كما تمثّل المعادلة (16):

$$NPV_{Comp} = Max\left\{\left(\sum_{t=1}^{n} Max\left(\left(\frac{Q_t(P_t^{oil}(m) - Opex_t^{Variable}(m) - Tra) - FixOpex - SF(m) - RT_t(m) - PRT_t(m) - APT_t(m}{(1+r)^t}\right), 0\right) - \sum_{t=-s}^{n} \frac{CAPEX_t(m)}{(1+r)^t}\right), 0\right\} \quad (1)$$

(2)

حيث NPV_{Comp} تمثل الأمل الرياضي لصافي القيمة الحاليّة المرنة المصحوبة بالخيار المركّب،كما تعبّر المعادلة (17) علي قيمة الخيار المركّب ROV_{Comp}.

$$ROV_{Comp} = NPV_{Comp} - NPV \quad (3)$$

6-6 التحسين التصادفي للمحفظة (Stochastic Portfolio Optimization):

تمّ تطبيق نموذج التّباين بشكل واسع لتحسين المحفظة الاستثماريّة لمشاريع استكشاف وإنتاج البترول، كما أنّ تطبيق هذا النّموذج يتطلّب أساسا التّوزيعات الاحتماليّة للعائد لكلّ مشروع استثماري على حدة، وكذا المقاييس الإحصائية المتوسّط والتّباين لوصف العائد والمخاطرة الاستثماريّة على التّوالي، ويكمن

الهدف الأساسي إمّا في تقليل مخاطر المحفظة مقابل عائد معيّن ، أو في تعظيم مستوى العائد المتوقّع لمستوى معيّن من المخاطر.

يتمتّع المستثمر في هذه الحالة بالقدرة الماليّة على الاستثمار في مجموعة من مشاريع N ، والعائد الّذي يمثّله المتغيّر العشوائي NPV_i، حيث أنّ w_i يمثل وزن إجمالي الاستثمار الّذي سيتمّ تخصيصه في المشروع i، ويحسب العائد المتوقّع لهذه المحفظة كما يلي:

$$E(NPV_p) = E\left(\sum_{i=1}^{N} w_i NPV_i\right)$$

إذن:

$$E(NPV_p) = w_1 E(NPV_1) + \cdots + w_N E(NPV_N)$$

ويمكن حساب تبايّن المحفظة كما يلي:

$$Var(NPV_p) = E\left(\left(\sum_{i=1}^{N} w_i NPV_i - E\left(\sum_{i=1}^{N} w_i NPV_i\right)\right)^2\right)$$

إذن:

$$Var(NPV_p) = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} w_i\, w_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}$$

حيث أن NPV_p يمثل عائد المحفظة ، σ_i هو الانحراف المعياري للمشروع i ، ρ_{ij} هو معامل الارتباط بين المشاريع ،w_i هو وزن المشروع i ، يجب أن تكون الأوزان موجبة ومجموعها متساوٍ للوحدة.

$$\sum_{i=1}^{k} w_i = 1 \;\&\; L_i \le w_i \le U_i \quad i = 1, \dots k$$

حيث أنّ كل من L_i وU_i يمثلان الحدّ الأسفل والحدّ الاعلى للوزن i على التوالي.

يمكن كتابة نموذج التّباين لتحسين المحفظة (عائد–المخاطرة) باستخدام المعلمة λ حيث أن $0 \le \lambda \le 1$ على الشّكل الموالي:

$$Max\ QP = (1-\lambda)\sum_{i=1}^{N} NPV_i w_i - \lambda \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} w_i w_j \sigma_{ij}$$

$$Sub\ to:$$

$$\sum_{i=1}^{k} w_i = 1,$$

$$\sum_{i=1}^{k} w_i Capex_i \leq MaxCapex,$$

$$\sum_{i=1}^{k} w_i \mu_i \geq Min\ \mu,$$

$$\sum_{i=1}^{k} w_i EUR_i \geq MinEUR,$$

$$L_i \leq w_i \leq U_i, i = 1, \dots k$$

حيث يتميّز النّموذج الموضّح أعلاه كونه نموذج بهدفين (Bi−Objective Model)، الهّدف الأوّل هو تعظيم العائد والثاني التّقليل من المخاطرة، حيث أنّ μ_i صافي القيمة الحاليّة المتوقّعة للمشروع i، $Capex_i$ التّكاليف الاستثماريّة للمشروع i، $MaxCapex$ الحدّ الأقصى من الموارد الماليّة الّذي تتوفّر عليه الشّركة، $Min\ \mu$ العتبة الحديّة صافي القيمة الحاليّة للمحفظة، $MinEUR$ العتبة المطلوبة للاحتياطي المحفظة المختارة. يعتبر النّموذج السّابق نموذجا حتميّا (Deterministic) ولذلك اقترحنا النّموذج الموالي كتحسين تصادفي للمحفظة الاستثماريّة حيث تمّ اختيار الانتظار والتّرقّب (Wait & See Approach) (Shapiro et al., 2014) وعليه يمكن صياغة النّموذج كالتّالي :

$$Max\ QP = (1-\lambda) \sum_{i=1}^{N} NPV_i^k w_i^k - \lambda \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} w_i^k w_j^k \sigma_{ij}$$

$$Sub\ to:$$

$$\sum_{i=1}^{N} w_i^k = 1,$$

$$\sum_{i=1}^{k} w_i^k Capex_i^k \leq MaxCapex,$$

$$\sum_{i=1}^{k} w_i^k NPV_i^k \geq Min\ \mu,$$

$$\sum_{i=1}^{k} w_i^k NPV_i^k \geq MinEUR,$$

$$L_i \leq w_i^k \leq U_i, i = 1, \dots N, k = 1, \dots, m$$

حيث أنّ k يعبر عن أحد مسارات صافي القيمة الحاليّة، التكاليف الاستثماريّة، الأوزان أو الاحتياطات حيث أنّه يتغيّر من 1 حتى m ما يجعل من الأوزان توزيعات احتماليّة بدلا من قيم حتميّة، بمعنى أنّه سيتمّ تحسين جميع المسارات بدلا من تحسين المسار المتوسّط فقط ما يجعل لكلّ مسار أوزانه الخاصّة.

الفصل الثّالث:

الدّراسة التطبيقيّة

المبحث الأوّل:

تحليل المشاريع الاستثماريّة المبحوثة

تعدُّ صناعة البترول والغاز في الجزائر قطاعا ذا أهميّة استراتيجيّة كبيرة وطنيّا وعالميّا، حيث يركّز هذا المبحث من الأطروحة على تناول المشاريع المبحوثة بالتّوصيف والتّحليل وتقدير القيمة الصافيّة الحاليّة وقيم الخيارات الحقيقيّة، من أجل التّمهيد لتحديد المحفظة المُثلى التّي تُحقق أكبر عائد–وأقل مخاطرة، حيثُ أنّ المشاريع المقدّمة مجموعة من (خمسة مشاريع حقيقية) استكشاف وإنتاج البترول والغاز تمّ استكشافها من طرف الشّركة الوطنيّة سوناطراك (SONATRACH) وقد تمّ ترقيم المشاريع وعدم ذكر المعلومات الّتي من الممكن أن تكشف عن ماهية المشروع وذلك للحفاظ على بعض الخصوصيّات والمعلومات الّتي تعتبر حسّاسة للغاية.

المنهجيّة وأدوات الدّراسة:

يتضمّن هذا الجزء تطبيقا للأداة المقترحة لتقييم مشاريع استكشاف وإنتاج المحروقات والّتي تُدمج كلّا من الخيارات الحقيقيّة وتحسين المحفظة، وقد تمّ تطبيقها على خمسة مشاريع استكشاف وإنتاج حقيقيّة، حيث تمّ اخيار هذه الصناعة تحديدا –صناعة البترول–لأنها تُعتبر صناعة زاخرةٌ بحالات عدم اليقين و المخاطرة؛ وكذلك لإمكانية تطبيق نظريّة الخيارات الحقيقيّة في هذا النوع من الصناعات. كما يتضمن مقارنة لنظريّة الخيارات الحقيقيّة بطرائق التّقييم التّقليدية الّتي تعتمد في أساسها على مدخل التّدفّقات النّقدية، إذ اعتمدنا في تقييم الخيارات الحقيقيّة والتّحسين التّصادفي للمحفظة على المعادلات التّفاضليّة التّصادفيّة والمحاكاة وذلك باستخدام برنامج MATLAB 2018a)) حيث تحدّد الخطوات التّالية الطّريقة المتّبعة في تقييم الخيارات الحقيقيّة وتحسين محفظة مشاريع استكشاف و إنتاج البترول.

مناقشة النّتائج

أولا–دراسة المشاريع وتحليل الخيارات الحقيقيّة:

تطرّقنا في هذا الجزء إلى مناقشة نتائج دراسة المشاريع وتحليل الخيارات الحقيقيّة، حيث تمّ تقييم المشاريع الخمس بتطبيق كل من خيرات التبديل، التخلي /أو الاستمرار وخيار مركب من جهة، وتطبيق كل من الجباية المنصوصة في القانون القديم والجديد على كل الخيارات التي سيتمُّ التّطرق إليها حسب المشروع وما يحويه من خيارات ممكن تحليلها ودراستها.

المشروع الأول:

تمَّ استكشاف حوالي إحدى عشرة مكمن في هذا المشروع الّذي كان نتيجة تعاقد بين الشركة الوطنية سوناطراك (SONATRACH) والوكالة الوطنيّة لتثمين موارد المحروقات (ALNAFT) لاستكشاف

مساحة أوليّة قدرت بـ 338 17 كلم^2، ولكنّ التّراكمات الأساسيّة للغاز كانت مركّزه في خمسة تراكيب والّتي تحتوي على حوالي 395 مليار متر^3 ككميّات غاز مستكشفة في الخزان بمعاملات استخلاص متفاوتة بين التّراكيب الخمسة والّتي تتراوح بين 27% حتى 68%، كما قمنا بدراسة خياري دالّة الإنتاج (مسارين) الأوّل وهو معدل إنتاج بقدرة إنتاجيّة قصوى قدّرت بـ 8 مليون متر^3 مكعّب يوميّا و 15 مليون متر^3 مكعّب يوميّا بالنّسبة لسيناريو الإنتاج الثّاني مع الأخذ بعين الاعتبار خياري الإنتاج بالتآزر أو إنتاج مستقل؛ ممّا يعني وجود أربعة خيارات أساسيّة[1] متاحة لتطوير المشروع وهي :

1-قدرة إنتاجيّة قصوى 8 مليون متر^3 مكعّب يوميّا مع الإنتاج بالتآزر.

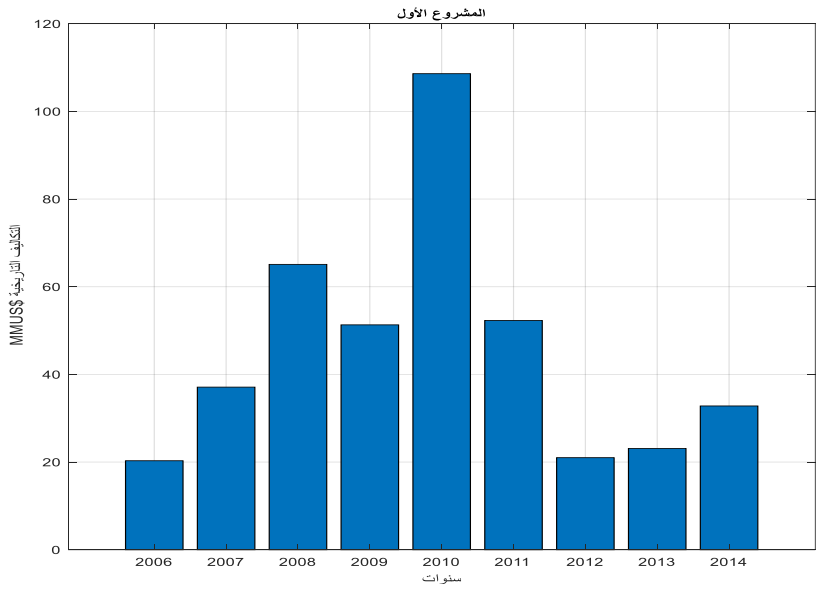
2- قدرة إنتاجيّة قصوى 8 مليون متر^3 مكعّب يوميّا مع الإنتاج مستقل.

3- قدرة إنتاجيّة قصوى 15 مليون متر^3 مكعّب يوميّا مع الإنتاج بالتآزر.

4- قدرة إنتاجيّة قصوى 15 مليون متر^3 مكعّب يوميّا مع الإنتاج مستقل.

قدّرت التّكاليف التّاريخية للمشروع الأوّل بحوالي 412 MMUS$ توزّعت على تسع سنوات كما يوضّح الشّكل(15)، مقسّمة على خمسة تراكيب بالإضافة إلى تكاليف تمّ تقديرها مسبقا بـ 72 MMUS$ كتكاليف استكشافيّة 43 MMUS$ كتكاليف دراسات.

الشكل(15): التكاليف التاريخية للمشروع الأول

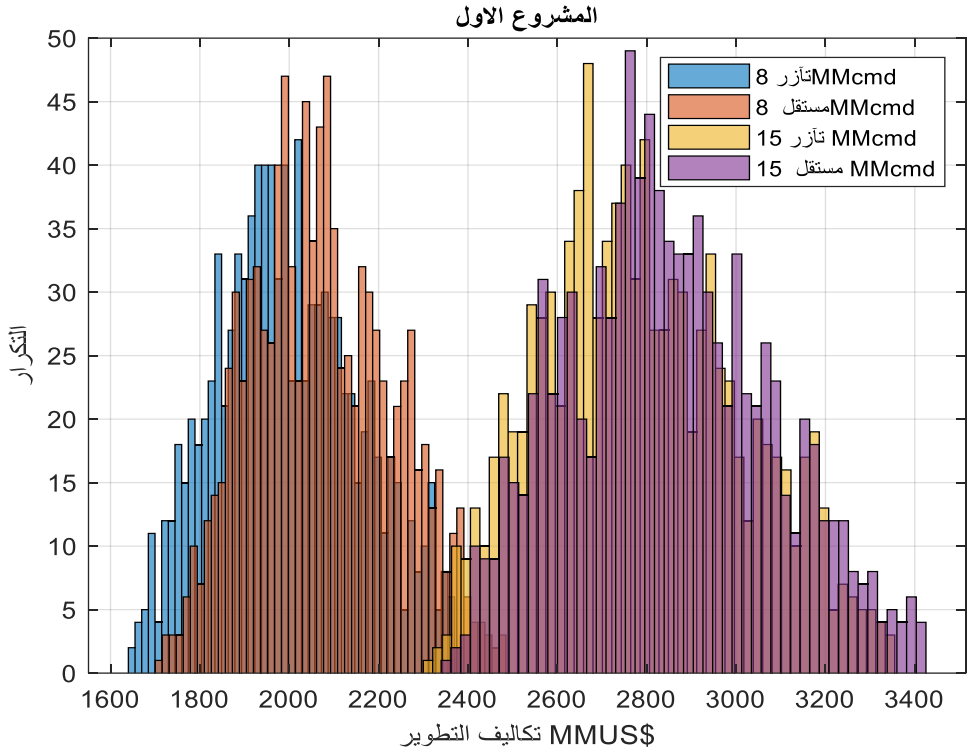


المصدر: إعداد الباحث اعتمادا على معطيات المؤسّسة الوطنيّة (SONATRACH)

[1] تم تقييم كل الخيارات على أساس منهجي المضي قدما (Look Forward) وتحليل الدورة الكاملة (Full Cycle).

ولتقييم القرار الاستثماري لتطوير المشروع تمّ تقدير تكاليف التّطوير لكلّ خيار، تطوير متاح للدّراسة إذ تمّ تحديد قيمة محتملة أقل أو أكثر من 15%، 25 % على التّوالي، كما يوضّح الشّكل(16)، حيث تم تقدير القيمة الاحتماليّة لتكاليف تطوير المشروع بـ1925.7 MMUS$ لطاقة إنتاجيّة قصوى قدّرت بـ 8 MMcm يوميّا بخيار تآزر، و2002.7 لنفس الطاقة الإنتاجيّة لمشروع مستقل، أمّا بالنّسبة لخياري 15MMcm كطاقة إنتاجيّة قصوى فقدّرت بـ 2714.7 MMUS$ و2757.8 MMUS$ لكلّ من خياري التآزر ومشروع مستقل على التّوالي.

الشكل(16): تكاليف تطوير المشروع الأول حسب الخيارات المدرسة – توزيعات مثلثيّة–



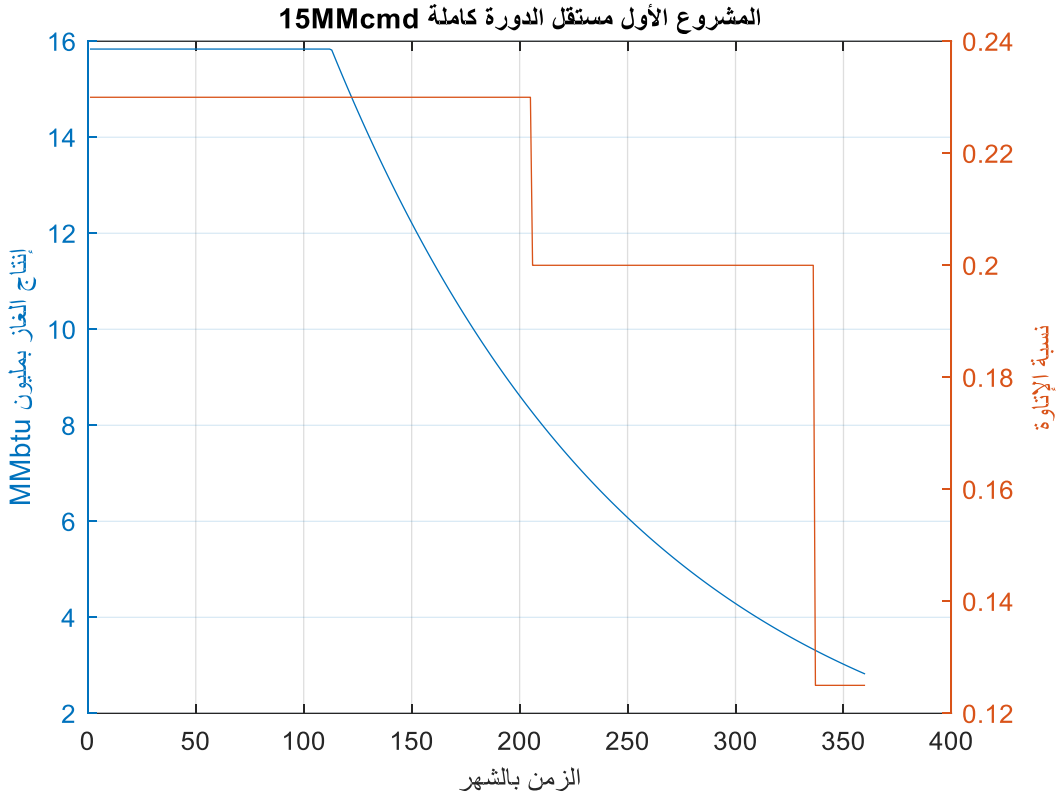
المصدر: إعداد الباحث اعتمادا على معطيات المؤسّسة الوطنيّة (SONATRACH)

كما أنّ الفرق بين تكاليف التّطوير لكلّ من الخيار الأوّل والخيار الأخير قدّرت بحوالي 832.1 MMUS$ أي بزيادة قدرها 43.12% من تكاليف تطوير المشروع بخيار 8 Mcmd بتآزر، والّتي تتراوح بين حدٍّ أدنى 1636.85 MMUS$ وحدٍ أقصى 2407.13 MMUS$ كما تبيّن التّوزيعات المثلثيّة لتكاليف تطوير المشرع حسب الخيارات المتاحة في الشّكل أعلاه.

الشّكل (17) يعبّر عن دالّة إنتاج الغاز للمشروع شهريّا لمدّة 30 سنة بطاقة إنتاجيّة 15MMcmd وذلك لمدّة 10 سنوات تقريبا، تليها مرحلة الانحدار كما هي ممثّلة في الشّكل؛ و يرجع ذلك إلى الانخفاض المحسوس في الضّغط الطّبيعي للمكمن. وفي نفس الشّكل تمّ رسم معدّل إتاوة المنصوصة في قانون

المحروقات القديم 05-07 لتوضيح تغيّر معدّل الإتاوة بدلالة الطّاقة الإنتاجيّة للمشروع، كما أنّ كميّة المحروقات المتوقّع استردادها قدّرت بحوالي 115 ألف MMcm td بحفر ما يعادل 130 بئر لإنتاجية

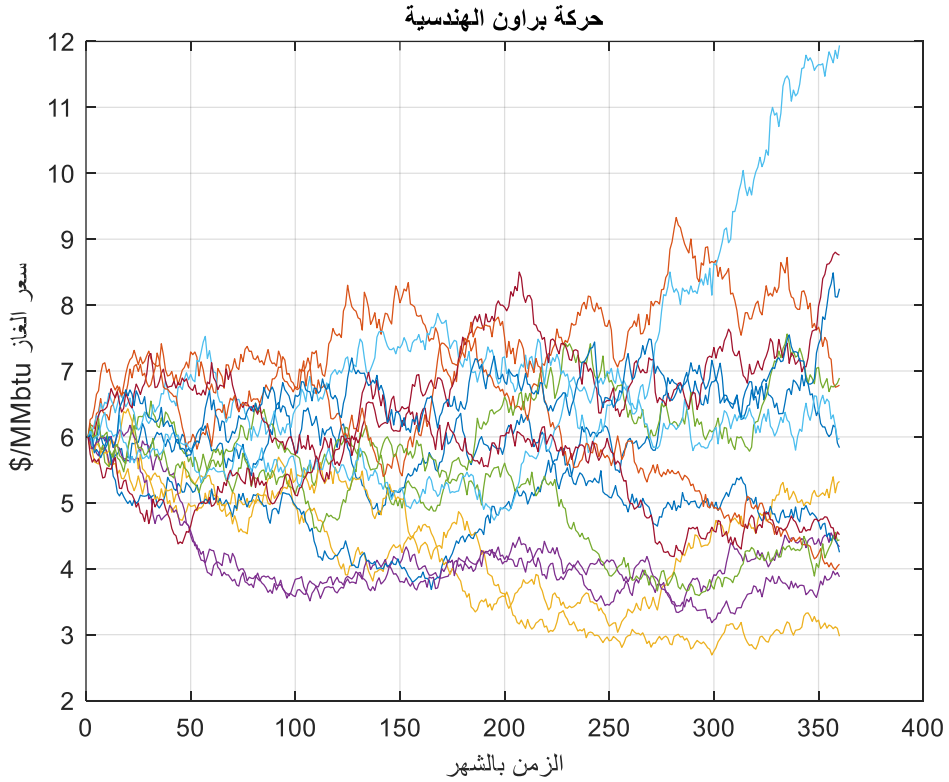
الشكل(17): إنتاج المشروع الأول للغاز الطبيعي و معدل الإتاوة المطبق -قانون القديم 05-07-



المصدر: إعداد الباحث اعتمادا على معطيات المؤسّسة الوطنيّة (SONATRACH) وقانون المحروقات 05-07 الصادر في الجريدة الرّسمية المعدّل سنة 2013.

ويعدُّ هذا المشروع أحد المشاريع العملاقة لإنتاج الغاز في الجزائر، وقد تمّ مقايسة أسعار الغاز بـ 10 % من أسعار البترول إذ يوضح الشكل(18) أدناه بعض المسارات الممكنة و التي تتبع الحركة البراونيّة حيث تمّ اعتماد 60 US$/bbl للبرميل أي 6 US$/MMbt كسعر ابتدائي، كما يدلّ الشكل، فإنّ السّعر يتغيّر خلال فترة حياة المشروع إلى أن يتعدّى في أحد المسارات عتبة 11 US$/MMbtu -كأقصى قيمة- في الفترة الاخيرة للمشروع و قابله سعر 2 US/MMbtu كأسوء مسار محتمل.

الشّكل(18): مسارات محتملة لأسعار الغاز الطّبيعي معتمدة على عملية براون الهندسيّة.



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

يمثل الجدول (12) نتائج الدّراسة والّتي أظهرت أنّ القيمة الصّافية الحاليّة المتوقّعة دون خيارات (صافي القيمة الحاليّة/8MMcmd/مستقل/الدّورة الكاملة القانون القديم) بلغت 510.56- MMUS$ أي متوسط التّوزيع بينما بلغ الانحراف المعياري 155.19 MMUS$، وبناء القيمة المتوقّعة صافي القيمة الحاليّة.

الجدول(12): مخرجات تقييم المشروع الأوّل إنتاج مستقل

	MMUS$ مستقل							
	15MMcm/d				8MMcm/d			
	المضي قدما		الدورة كاملة		المضي قدما		الدورة كاملة	
	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
صافي القيمة الحاليّة	-102.98	181.78	-410.56	192.12	-232.70	137.34	-510.56	155.19
صافي القيمة الحاليّة بخيار التّبديل	-102.11	180.65	-410.09	191.66	-232.18	136.78	-510.51	155.08
صافي القيمة الحاليّة بخيار الاستمرار/التخلّي	31.53	70.17	1.75	15.07	3.61	21.89	0	0
صافي القيمة الحاليّة بخيار مركّب	31.54	70.17	1.799	15.07	3.61	21.89	0	0

المصدر: إعداد الباحث بالإعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

بخيار الاستمرار/التّخلي لنفس الخيارات فإنّ القرار الأمثل هو التّخلي على المشروع، حيث أنّ كل المسارات المحتملة سلبيّة لخيار/8MMcmd/مستقل/الدّورة الكاملة القانون القديم، وفي المقابل فإنّ تحليل المضي قدما أضاف في المتوسّط لصافي القيمة الحاليّة/8MMcmd/مستقل/الدّورة الكاملة القانون القديم حوالي 277.9 MMUS$ ويرجع ذلك لعدم أخذ التّكاليف التّاريخية في الحسبان واعتبارها تكاليف غارقة (Sunk Costs). أمّا خيار توسيع الإنتاج من 8MMcmd إلى 15MMcmd قد أضاف ما يقارب 10 MMUS$

الجدول(13): مخرجات تقييم المشروع الأول إنتاج بالتآزر

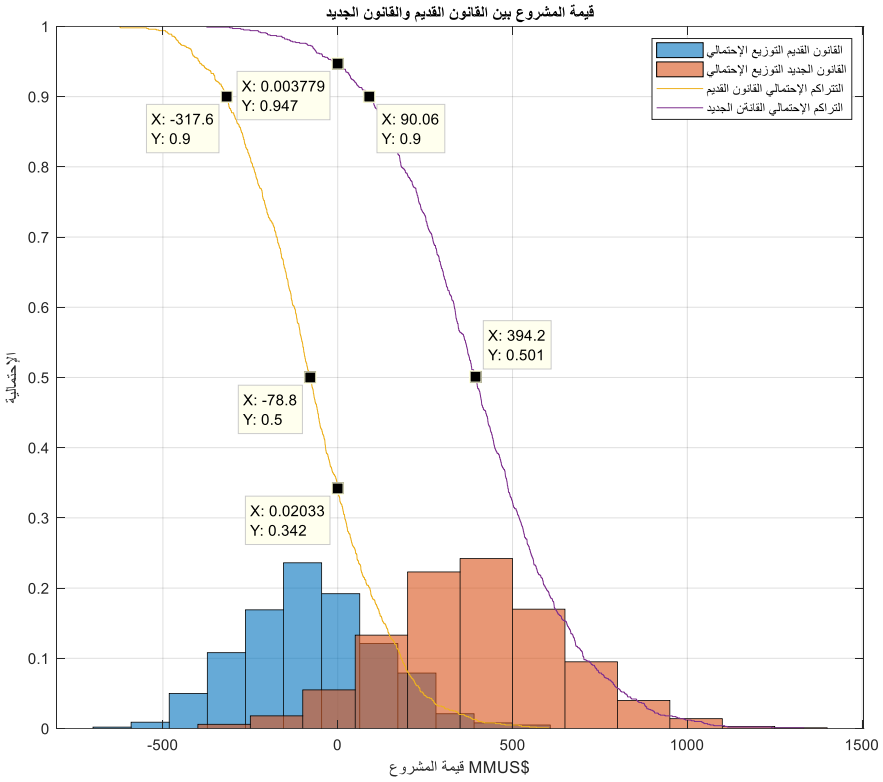
تآزر MMUS$										
8MMcm/d				15MMcm/d						
الدورة كاملة		المضي قدما		الدورة كاملة		المضي قدما				
						القانون الجديد		القانون القديم		
σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ	M	
147.95	*-475.77*	*141.33*	*-210.65*	*193.24*	*-365.81*	*242.83*	*402.46*	*204.81*	*-79.56*	صافي القيمة الحاليّة
147.78	*-475.64*	*140.49*	*-209.88*	*192.79*	*-365.24*	*242.77*	*402.52*	*203.67*	*-78.54*	صافي القيمة الحالية بخيار التبديل
0.79	*0.025*	*28.63*	*6.28*	*19.27*	*2.85*	*232.41*	*407.53*	*99.47*	*48.40*	صافي القيمة الحاليّة بخيار الاستمرار/التخلي
0.79	*0.025*	*28.63*	*6.28*	*19.27*	*2.85*	*232.38*	*407.57*	*99.47*	*48.41*	صافي القيمة الحاليّة بخيار مركب

المصدر: إعداد الباحث بالإعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

لقيمة المشروع أي حوالي 19.58%من قيمة صافي القيمة الحالية/8MMcmd/مستقل/الدّورة الكاملة القانون القديم، بينما شهدت زيادة في التّباين بنسبة ،23.80%، فكما يبيّن الجدول أعلاه (13) فإنّ الجمع بين عدّة خيارات متاحة (صافي القيمة الحاليّة بخيار مركّب/15MMcmd/تآزر/المضي قدما/ القانون الجديد) قد أضاف في المتوسّط لقيمة الخيار الأوّل ما يعادل 918.13 MMUS$ مع زيادة محسوسة في الانحراف المعياري بحوالي 50 %، كما أنّ للقانون الجديد أثر في زيادة قيمة المشروع بقيمة 482.02 MMUS$وقد تمّ أخذ الخيار (صافي القيمة الحاليّة بخيار مركّب/15MMcmd/تآزر/المضي قدما/ القانون الجديد) كقيمة حقيقيّة للمشروع والّتي عادلة في المتوسّط 407.75 MMUS$ حيثُ بلغ متوسّط مؤشّر الربحيّة 20% أي أن كلّ دولار يستثمر في هذا المشروع يذر 24 سنت، كما بلغ الانحراف المعياري 232.38 مليون دولار أي مخاطرة تقدّر بـ57.02%

بمعنى أنّه يمكن أن تخسر القيمة الصافية الحاليّة المتوقّعة 232.38 MMUS$ من قيمتها. يبيّن الشّكل(19) مدى تأثير النظام الجبائي على قيمة المشروع وكما هو مبين من الشّكل فإنّ احتماليّة توليد المشروع لقيم موجبة تحت النّظام الجبائي القديم فقدّرت بـ34.2% وفي المقابل فإن احتماليّة توليد المشروع لقيم موجبة في النّظام الجبائي الجديد فقدّرت بـ94.7% أي بتطبيق جباية القانون الجديد تمّ إضافة ما يعادل 60.5% كاحتمال توليد المشروع لقيم موجبة، وقد قدّرت P(90) بـ 319.6- MMUS$ و 90.06 MMUS$ لكل من القانون القديم والجديد على التوالي،

الشّكل (19): مدى تأثير النظام الجبائي على قيمة المشروع

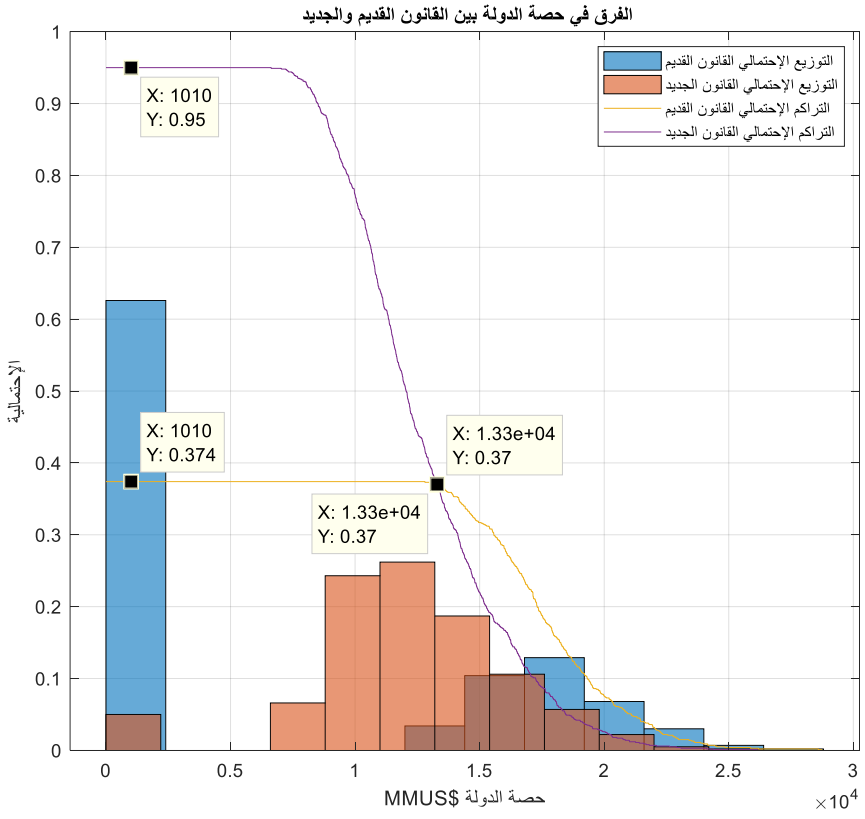


المصدر: إعداد الباحث بالإعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

وترجع أفضليّة الجباية الجديدة على الجباية القديمة من منظور المستثمر إلى تخفيف العبء الضّريبي الّذي يجعل من المشروع يولد في المتوسّط قيم سالبة ما ينفر المستثمر من المشروع، وبالتّالي عدم استفادة الدّولة من التّحصيل الضريبي، وأعتقد أنّه من منظور كلّي فإنّ النظام الجبائي يمكن أن يكون مفيدا لكلّ من المستثمر والدّولة، حيث يساهمُ من جهة في تشجيع الاستثمار؛ لأنّ التّخفيف الجبائي الّذي شهده القانون الجديد يساهم في جعل بعض المشاريع غير المربحة مشاريع ممكنة اقتصاديّا، وبالتّالي

يستفيد من الجباية ويوضّح الشّكل (20) التوزيع الاحتمالي لحصّة الدّولة وذلك لكلّ من القانونين، حيث أنّ القانون القديم في هذا المشروع قد حدّدت 37.4% كأعلى احتماليّة ممكنة للدّولة للحصول على تحصيل ضريبي يساوي أو يفوق 1010 MMUS$ أو أكثر بدلالة قرار الشركة الإستثماري الذي فرضناه أنه فقط لما يولد المشروع قيم موجبة تمضي الشركة في استثمار المشروع، بينما احتمالية تحصيل الدولة لما يساوي أو يفوق 1010 MMUS$ بتطبيق القانون الجديد تعادل 95% والّذي يعتبر احتمالا لابأس به، كما أنّ إحتمالية تحصيل الدّولة لـ مايفوق أو يعادل 1330 MMUS$ تعادل 0.37% بالنّسبة للقانونين.

الشكل (20) التّوزيع الاحتمالي لحصّة الدّولة وذلك لكل من القانونين القديم والجديد.

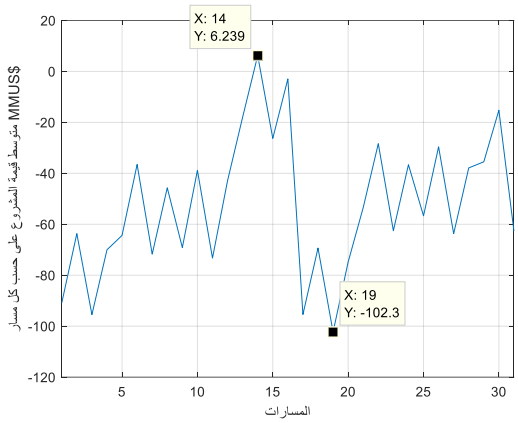


المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

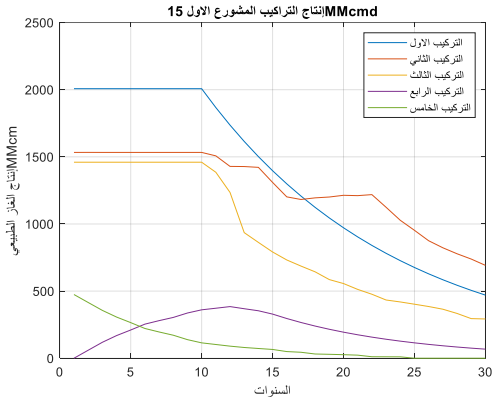
أمّا بالنّسبة لمعدّل العائد الدّاخلي للمشروع بخيار (صافي القيمة الحاليّة /15MMcmd/تآزر/المضي قدما/ القانون الجديد) فقدّر بمتوسّط يعادل 12.61 % وانحراف معياري 1.76% وبما أنّ المشروع في

القانون القديم كانت قيمته سالبة فقد تمّ دراسة خيار تحديد التراكيب. يوضّح الشّكل(21) إنتاج التّراكيب حيثُ أنّ الطّاقة الإنتاجيّة القصوى للتّركيب الأوّل قدّرت بـ 2007.5 MMcmy على مدى عشر سنوات كما يبيّن الشّكل (22) متوسّط قيمة المشاريع بدلالة المسار والتّبديل بين التّراكيب حيث أنّ أحسن مزيج بين التّراكيب هي المسار 14 (1 0 0 1 0)[2] أي الاستثمار في التّركيب الثّاني والخامس والّذي يولّد قيمة متوسّطة للمشروع تقدّر بـ6.24MMUS$ وفي المقابل كان أسوء مسار هو المسار 19 حيث ولّد قيمة متوسّطة للمشروع قدّرت بـ 102.3- MMUS$، ولكن بعد صدور القانون الجديد تمّ اعتماد القانون الجديد

الشكل(22): متوسّط قيمة المشاريع بدلالة المسار والتبديل بين التراكيب



الشكل(21): إنتاج التّراكيب المشروع الأول



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

والّذي أضاف قيمة للمشروع ما جعلنا نستغني عن هذا الخيار ولكن يبقى خيار مفيد يوضّح مدى مُساهمة كلّ تركيب في قيمة المشروع ما يمكن استغلاله والاستفادة منه في حالات تطبيق خيار الإغلاق المؤقّت أو التّقليل من الإنتاج وذلك حسب التغيّرات الممكنة في أسعار الغاز الطّبيعي وتكاليف كل تركيب بهدف تفادي نتائج سالبة خلال حياة المشروع.

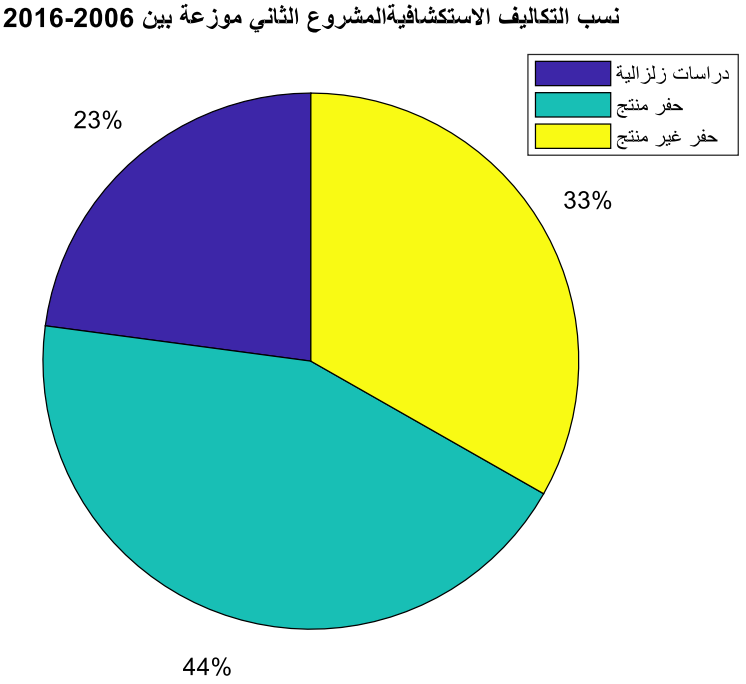
المشروع الثّاني:

يعتبر هذا المشروع نتيجة تعاقد بين الشّركة الوطنيّة سوناطراك (SONATRACH) والوكالة الوطنيّة لتثمين موارد المحروقات (ALNAFT) لاستكشاف مساحة أوليّة قدرت بـ 4169.19 كلم^2 ما

[2] يمكن استخراج المسارات ومزيج التراكيب من الشكل() في الملحق -1- الخاص بالمشروع الأول.

أسفر عن استكشافين حيثُ تمّ تحديد مساحتي الاستغلال بـ 16.90 كلم^2 و15.25 كلم^2 لكلٍّ من الاستكشاف الأوّل والثّاني على التّوالي، كما قدّرت الاستثمارات الاستكشافيّة بـ 67.96 MMUS$ موزعة على 11 سنة بين 2006-2016 كما هو موضّح في الشّكل الموالي:

الشّكل(23): التّكاليف الاستكشافيّة للمشروع الثّاني



المصدر: إعداد الباحث اعتمادا على معطيات المؤسّسة الوطنية (SONATRACH)

حيثُ يبيّن الشّكل (09) أن 77 % من الاستثمارات الاستكشافيّة خصّصت للحفر بشكل عام و 23% للدراسات الزلزاليّة، كما أنّ الحفر المنتج يعبّر عن 56.90 % من تكاليف الحفر الاستكشافي الإجماليّة ما يمكن اعتباره احتماليّة النجاح في الحفر الاستكشافي. ينتج هذا المشروع البترول وكميّات من الغاز المصاحب حيث تمّ دراسة ثلاثة خيارات متاحة لتطوير المشروع :

1- معدّل الكفاءة القصوى5% MER ،

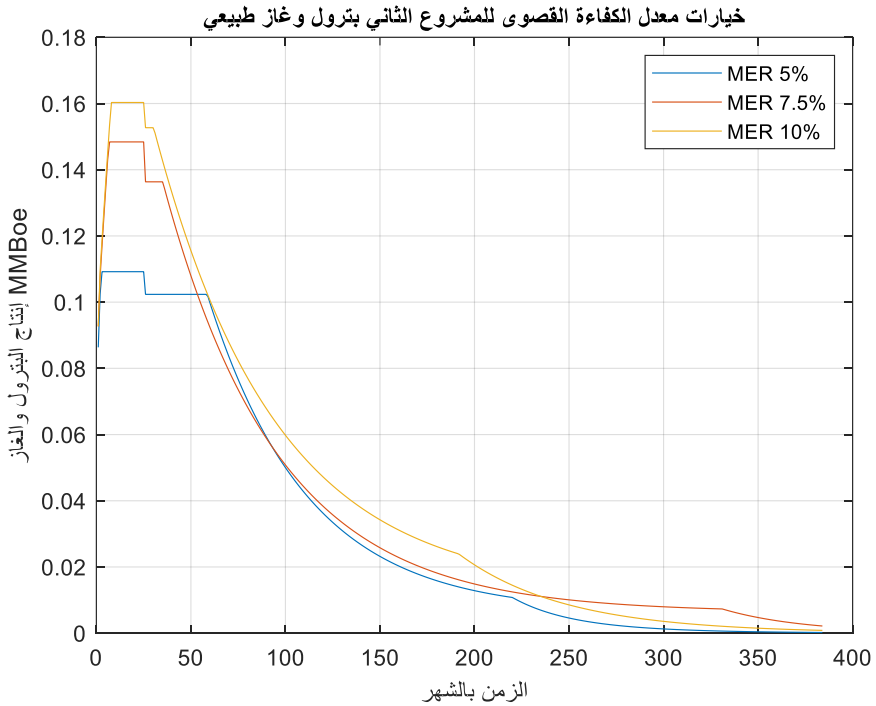
2- معدّل الكفاءة القصوى 7.5% MER،

3- معدّل الكفاءة القصوى 10% MER.

يوضّح الشّكل (24) دالّة إنتاج البترول والغاز لكلّ من خيارات الإنتاج السّابق ذكرها، حيث أنّ الطّاقة الإنتاجيّة القصوى لخيار 5% MER تعادل 1.152 MMbbl في السّنة لمدّة تقارب 5 سنوات، تليها

مرحلة الانحدار كما هي ممثلة في الشّكل؛ و يرجع ذلك إلى الانخفاض المحسوس في الضّغط الطّبيعي للمكمن مع غاز مصاحب بطاقة قصوى تقدر بـ 0.158 MMBoe في السّنة لمدّة سنتين كما تقدّر

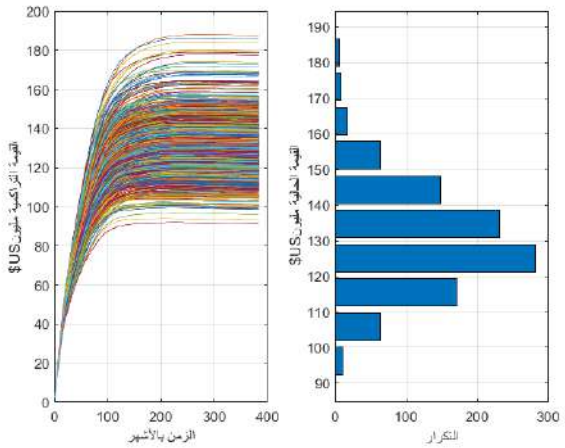
الشّكل(24): خيارات معدّل الكفاءة القصوى لإنتاج البترول والغاز الطبيعي للمشروع الثاني



المصدر: إعداد الباحث اعتمادا على معطيات المؤسّسة الوطنية (SONATRACH)

الكميّات المتوقّع استخراجه بـ 12.32MMBoe، 14.76 MMBoe و 16.10 MMBoe لكلّ من[3]

الشّكل (25): القيمة الحاليّة للمشروع الثّاني خيار



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

[3] قد تم جمع كل من الغاز الطبيعي والبترول المتوقع استخراجه برميل مكافئ نفط.

MER5%، MER 7.5% و MER10% على التّوالي، ويوضّح الشّكل الموالي القيمة الحاليّة للمشروع الثّاني /MER5%/ القانون الجديد/ المضي قُدُما، حيث قدّر متوسّط القيمة الحاليّة بما يعادل 131.02MMUS$ وانحراف معياري قدر بـ14.72 MMUS$[4] ،وكما هو مبيّن في الجدول (03) فإنّ خيار MER5% كان الخيار الأكبر قيمة مقارنة بكل من MER5% و MER7.5% بمتوسّط قيمة حالية قدرت بـ 88.79 MMUS$ وانحراف معياري بـ 14.04MMUS$، بينما قيمة المشروع بتحليل الدّورة الكاملة سلبيّة في كل المسارات المدروسة وهذا ما تبيّنه قيمة صافي القيمة الحالية لخيار الاستمرار والتّخلي كما أنّ خيار التّبديل قد أضاف لقيمة المشروع في المتوسّط (المضي قدما/ القانون الجديد) ما يعادل 0.66 MMUS$ وقلّل من المخاطرة بنسبة % 0.6، كما أنّ قيمة المشروع بخيار إنتاج MER 5% كانت أعلى بـ 11.05MMUS$و 5.43 MMUS$ من خياري MER 7.5% و MER 10%على التّوالي ويرجع ذلك الزيادة المرجعية في الاستثمارات لزيادة السّعة الإنتاجيّة من MER 5% إلى MER7.5% و MER 10% قدّمت ربحيّة أقلّ من متوسّط ربحيّة المشروع بخيار معدّل الكفاءة القصوى MER 5% وعليه فإنّ متوسّط ربحيّة المشروع قدّرت بـ 200% أي أن كلّ دولار مستثمر يقدّم دولارين، ومتوسّط العائد على الدخل قدر ب 23% بانحراف معياري 0.17%، وفي الجهة المقابلة فقد تمّ تقدير حصّة الدّولة ب معدّل 448 MMUS$ مع انحراف معياري قدر بـ 67.12 MMUS$ أي في مجال

الجدول(14): مخرجات تقييم المشروع المشروع الثاني بخيار معدل الكفاءة القصوى MER 5% .

	MER 5% MMUS$							
	الدورة الكاملة				المضي قدما			
	القانون القديم		القانون الجديد		القانون القديم		القانون الجديد	
	M	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
صافي القيمة الحالية	-78.83	7.60	-70.51	8.83	32.48	8.71	88.79	14.04
صافي القيمة الحالية بخيار التبديل	-78.67	7.58	-70.37	8.81	33.52	847	89.45	13.95
صافي القيمة الحالية بخيارالاستمرار/التخلي	0	0	0	0	32.48	8.71	88.79	14.04
صافي القيمة الحالية بخيار مركب	0	0	0	0	33.52	847	89.45	13.95

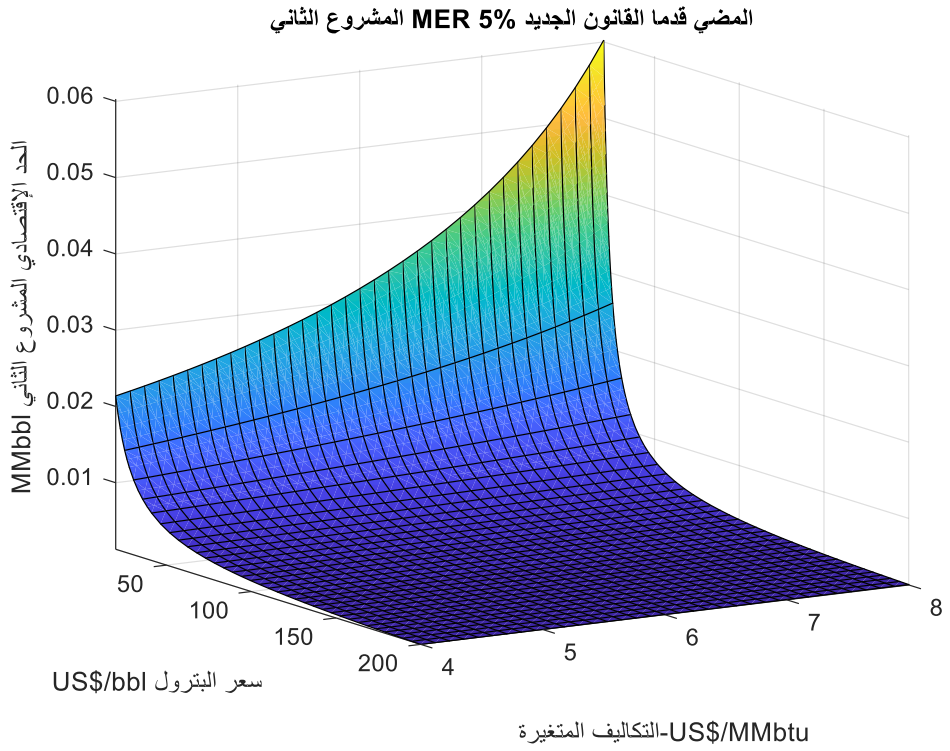
المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

احتمالي 65% تتغيّر قيمة حصّة الدّولة بين 515.12 MMUS$ و380.89 MMUS$ ويرجع ذلك

[4] يمكن من خلال القيمة الحالية والإنحراف المعياري تطبيق النموذج البناء الشبكي والتي أعتقد انه يبالغ في تقدير قيمة المشروع كما أنها لا تأخذ تفاصيل المشروع التي تعتبر مفصلية في تحديد قيمة المشروع.

كون التّوزيع بتفرطح 3.21 وتجانف 0.47 ما يعني توزيع مفرطح نسبيا ومائل إلى اليسار، بينما

الشكل(26) الحد الإقتصادي للمشروع الثّاني



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

يوضّح الشّكل(26) الحدّ الاقتصادي للمشروع الثّاني أي الكميّات بعدها لا يولد المشروع نتائج إيجابيّة أي ترجع كفة التّكاليف على كفة المداخيل والّتي تتغيّر بدلالة الكلفة التّشغيليّة وأسعار النّفط، وكما يبيّن الشكل فإنّه يمكن أن يكون الحدّ الاقتصادي يتناسب طرديّا مع متغيّر التّكاليف التّشغيلية، في حين أنّه يتناسب عكسيا مع أسعار النفط.

المشروع الثّالث:

تم منح للشركة الوطنية سوناطراك (SONATRACH) من طرف الوكالة الوطنيّة لتثمين موارد المحروقات (ALNAFT) عقد للبحث استغلال المحروقات المحيط التّعاقدي للمشروع الثّالث بمساحة تغطي حوالي 1367.17 كلم^2، حيث بلغ حجم الاستثمارات الاستكشافيّة الّتي تمّ انفاقها على المحيط التّعاقدي للمشروع بين عامي 2010 و 2015 ما يعادل 72.4 MMUS$ حيث بلغت نسبة الدّراسات الزلزاليّة 18.51 %والباقي خصّص لتكاليف حفر آبار منتجة باعتبار وجود عدة خيارات لتطوير الحقل

المدروس فإنّ عدد الآبار الإنتاجيّة الّتي ستحفر متعلقّة أساسا بكلّ من معدّل الكفاءة القصوى وكذا خياري الإنتاج بالتّكسير أو الإنتاج دون تكسير ما ينجم عنه 6 خيارات أساسيّة لتطوير المشروع والّذي يعبّر عنه الجدول الموالي:

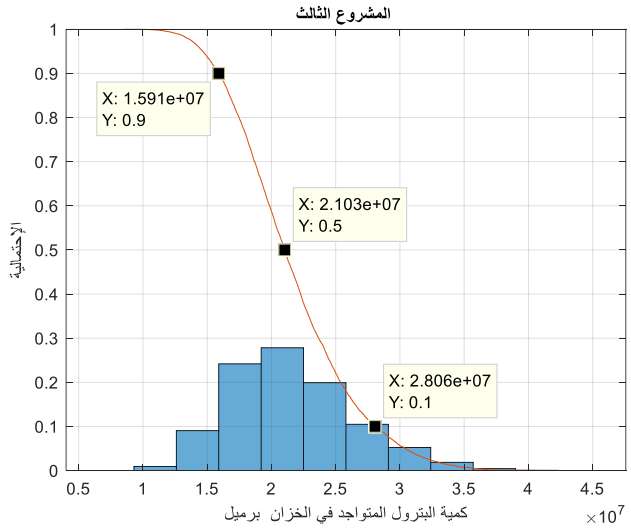
الجدول(15): خيارات تطوير المشروع الثّالث

MER	خيارات الحفر	الآبار الموجودة	2018	2019	2020	2022	المجموع
5%	دون تكسير	1	2	1	–	–	3
	التّكسير		1	–	–	–	1
7.5%	دون تكسير		2	2	1	–	5
	التّكسير		2	–	–	–	2
10%	دون تكسير		2	2	2	2	8
	التّكسير		2	1	–	–	3

المصدر: إعداد الباحث اعتمادا على معطيات المؤسّسة الوطنيّة (SONATRACH)

يوضّح الشّكل(15) الخيارات المتاحة لتطوير المشروع الثّاني، وكما يبيّن الشّكل فإنّ خيار الحفر بالتّكسير يتطلّب آبارا أقل، حيث أنّ زيادة الإنتاج تكون عن طريق التّكسير لتعزيز الاتّصال بين المسافات ما يساهم إلى حدّ ما في زيادة التّراكمات والّذي يؤدّي إلى إنتاج إضافي للمحروقات، حيث أنّ معدّل الكفاءة القصوى MER 5% دون تكسير يتطلّب 3 آبار إنتاجيّة إضافة للبئر الموجود سالفا بينما نفس معدّل الكفاءة

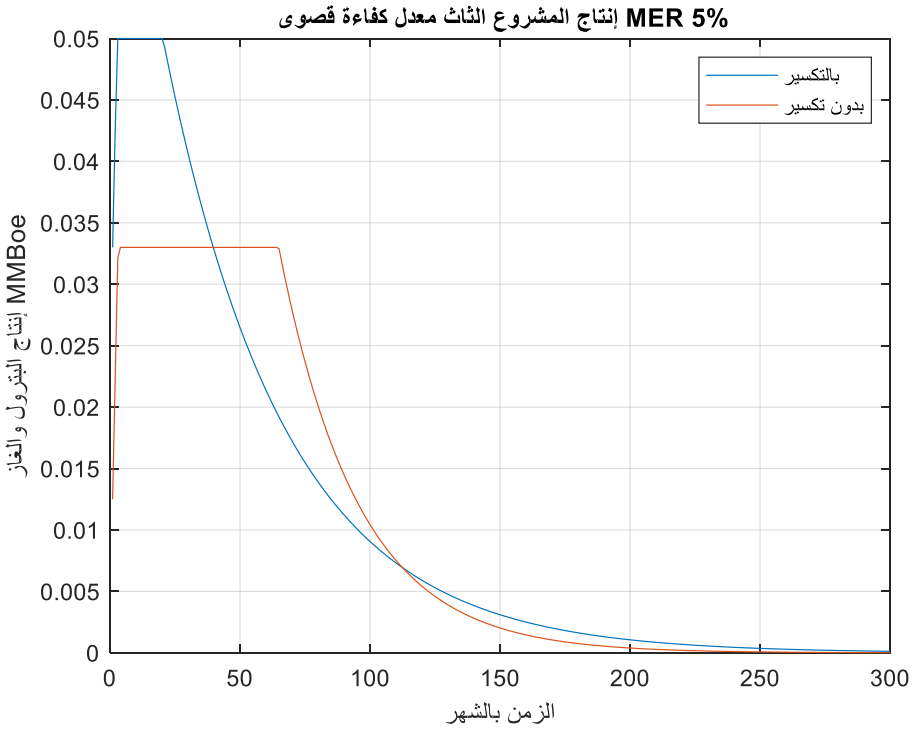
الشكل(27): كميّات البترول المتواجد في الخزّان المشروع الثّالث



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

القصوى بالتّكسير يتطلّب بئر إضافيّة ما يعني توفير حوالي 18 MMUS$ من تكاليف الحفر[5]، ولكن بزيادة تكاليف إضافيّة تُعرف بتكاليف التّكسير والّتي تقدّر عموما بـ 0.35 MMUS$ لكل تكسير، وقد أسفر عن مرحلة البحث والاستكشاف عن المخزون يحتوي على مقدار محدود من البترول –الشكل(27) أي احتماليّة وجود كميات من البترول هي 100% و هذا يعني أنّ المخزون هو اكتشاف مؤكّد نظرا إلى مجال شك في قيم البترول، حيث يتّضح من الشّكل (27) أن الـ P(90) هي كميّات نفط تعادل على الأقل 15.91 MMbbl، أو بعبارة أخرى إن احتماليّة احتواء المخزون على كميّات من البترول تساوي أو تفوق 15.91 MMbbl تعادل 90 %، كما أن الـ P(50) تمثل كميّات نفط تساوي 21.03 MMbbl أو أكثر مع احتمال يعادل 50 %، أمّا بالنّسبة لـ P(10) فهي تمثل كميّات البترول تعادل 28.06 MMbbl أو أكثر مع احتمال يساوي 10 % وعليه تمّ حساب كميّة البترول المتوقّع استردادها على أساس معامل

يوضّح الشكل(28) الفرق بين دالّة إنتاج بالتّكسير وبدون تكسير لنفس معدل الكفاءة القصوى 5%



المصدر: إعداد الباحث اعتمادا على معطيات المؤسّسة الوطنية (SONATRACH)

استرجاع (Rf) يساوي 24%، حيث قدر (EUR) بحوالي 3.8 MMbbl، حيث يوضّح الشّكل(28) الفرق بين دالّة إنتاج بالتّكسير وبدون تكسير لنفس معدّل الكفاءة القصوى 5% MER، وكما يبيّن الشّكل

[5]تقدر تكاليف حفر بئر بـمعدل 9 MMUS$ للبئر العمودي و 13 MMUS$ للبئر الأفقي.

يكمن الفرق بين الخيارين في طاقة الإنتاج القصوى 0.05 MMbbl في الشّهر بالتّكسير لمدّة تقارب 3 سنوات،

الجدول(16): مخرجات تقييم المشروع المشروع الثالث بخيار معدل الكفاءة MMUS$ MER 5%. القصوى بالتكسير

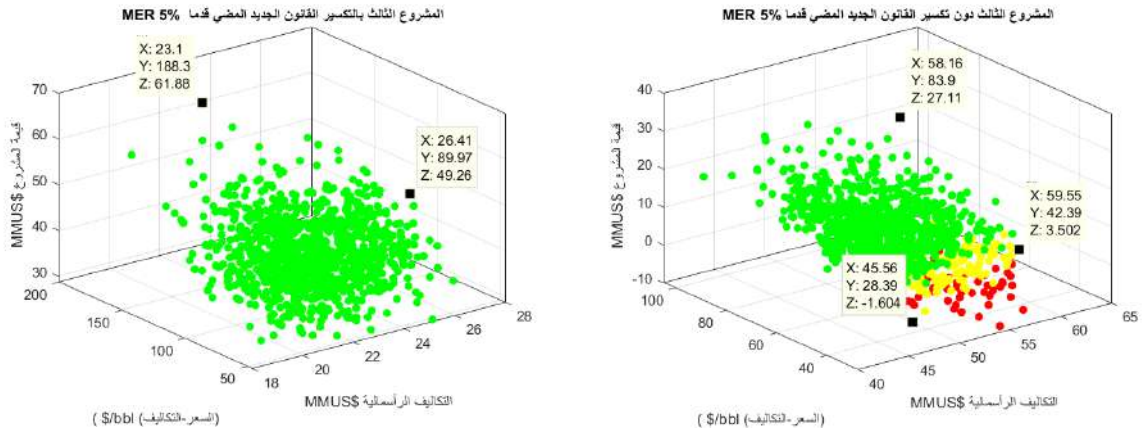
	الدورة الكاملة				المضي قدما			
	القانون القديم		القانون الجديد		القانون القديم		القانون الجديد	
	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
صافي القيمة الحالية	-59.78	6.49	-54.40	7.41	3.79	2.32	23.05	3.63
صافي القيمة الحالية بخيار التبديل	-59.8	6.40	-53.54	7.3	5.63	2.16	24.36	3.49
صافي القيمة الحالية بخيار الاستمرار/التخلي	0	0	0	0	3.84	2.24	23.05	3.64
صافي القيمة الحالية بخيار مركب	0	0	0	0	5.63	2.16	24.36	3.49

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

بينما طاقة الإنتاج القصوى بدون تكسير فقدّرت بحوالي 0.033 MMbbl في الشّهر لمدّة 6 سنوات ما يجعل من هذا المشروع مشروع صغيرَ الحجم في مقياس حقول النّفط، وقد أسفر هذا المشروع عن متوسط صافي قيمة حالية لخيار التكسير /MER 5%/ القانون الجديد/ المضي قدما يعادل 23.05 MMUS$مع انحراف معياري يقدّر بـ 3.63 MMUS$ كما هو موضّح في الجدول(16) و معدّل صافي قيمة حاليّة بخيار مركّب بـ 24.36MMUS$ أي أنّ معدّل قيمة الخيار المركّب قدّرت بـ 1.31 MMUS$ قللت من المخاطرة بنسبة 3.86%، بينما أضاف خيار التّكسير على خيار الإنتاج دون تكسير 12.59MMUS$ ؛ ويرجع ذلك إلى الفرق المحسوس في تكاليف التّطوير وفرص من المخاطرة بـ 37.78%.

الشّكل (29): مخطّط بياني مبعثرة توضيحي لاتخاذ قرارات الاستثمار

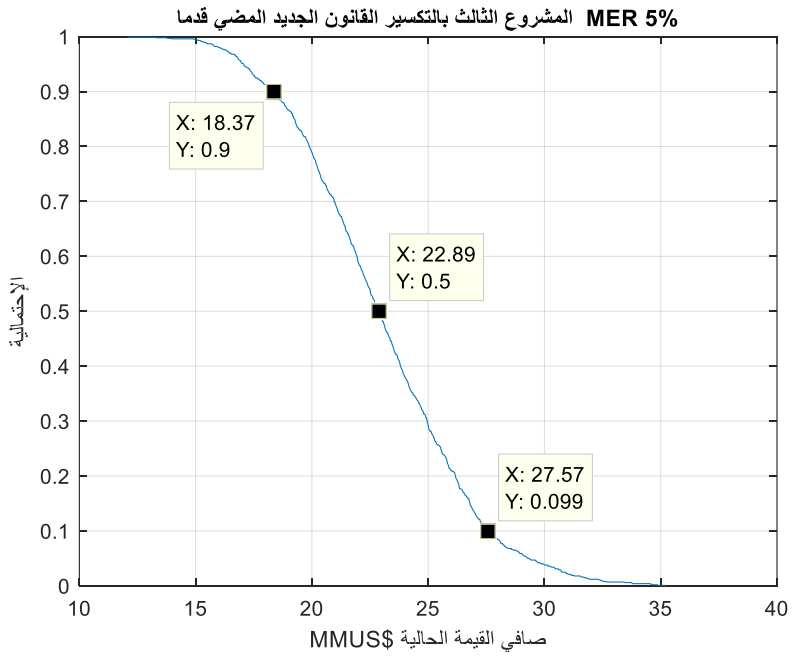
(أ) (ب)



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

يعرض الشكل (29): مخطّط بياني مبعثرة توضيحي لاتّخاد قرارات الاستثمار على أساس صافي القيمة الحاليّة بدلالة التّكاليف الرأسمالية والفرق بين أسعار النفط والتّكاليف التّشغيلية (المتوسّط العام لعمر المشروع) حيث يمثل المحور x–axis النفقات الرأسمالية للمشروع ، ويمثل المحور y–axis ص الفرق بين سعر النفط والتكاليف التشغيلية ، في حين أن المحور z–axis يمثل قيمة المشروع، حيث أن شبكة النقاط الحمراء تعبّر عن المسارات الّتي تولد صافي قيمة حاليّة سالبة أي عند تطابق متوقع الأسعار في الأسواق الدّولية والتّكاليف الاستثمارية مع هذه المسارات فمن الأحسن التّخلي عن المشروع وكما يوضّح المخطط البياني (أ) على سبيل المثال فالمسار(28.39،45.56،1.604–) الّذي يحتوي على متوسّط تكاليف تقدّر بـ 45.56 MMUS$ وفرق بين المعدّل العام على طول عمر المشروع لأسعار النّفط والتّكاليف التشغيلية ةالذي قدر بـ 28.39 $/bbl يولد صافي قيمة حالية سالبة تقدر بـ – MMUS1.604 ، بينما شبكة النّقاط الصفراء فتعبّر عن المسارات التي تولد قيمة موجبة ولكن بعائد استثمار أقل من 10% والّتي يمكن أن تنطبق عليها سياسة قرار التريّث والترقّب (Wait and See Decision Policy) ويرجع ذلك لدنوّ هذه المسارات من القيم السّالبة، أمّا بالنّسبة شبكة النقّاط الخضراء فتعبّر عن المسارات الّتي تولد قيما موجبة مع عائد للاستثمار أكبر من 10%و كما هو مبيّن من المخطّط (ب) فإنّ كلّ المسارات الممكنة تولّد قيم موجبة بعائد أكبر من 10% مقارنة بالمخطّط البياني (أ) والّذي يحتوي على مسارات سالبة وأخرى بعائد

الشكل (30): التّراكم الاحتمالي لقيمة المشروع الثّالث بالتّكسير القانون الجديد المضي قدما



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

على الاستثمار أقل من 10% ويعود ذلك إلى الفرق الملموس في التّكاليف الاستثماريّة بين خياري الإنتاج بالتّكسير والإنتاج دون تكسير حيث أنّ الاستثمارات المرجّحة لتطوير المشروع بالتّكسير (MER 5%) تقدّر بـ 21.75 MMUS$ بينما الاستثمارات المرجّحة لتطوير المشروع بدون تكسير (MER 5%) فتقدّر بـ 48.65 MMUS$ ويرجع ذلك أساس للفرق الكامن في عدد الأبار المحفورة في كلّ من الخيارين. يبين الشّكل(30) الاحتمال التّراكمي لصافي القيمة الحاليّة للمشروع الثّالث/بالتّكسير/ MER 5%/ القانون الجديد حيث يبيّن الشّكل أنّ هناك احتماليّة 100 % أن يولّد المشروع قيما موجبة و احتماليّة 90 % توليد المشروع قيم تعادل أوتفوق 18.37MMUS$، وفي المقابل فإنّ P(90) لصافي القيمة لصافي القيمة الحاليّة للمشروع الثّالث/بالتكسير/5% MER/ القانون القديم تعادل 1.11 MMUS$ أي قد أضاف القانون الجديد لقيمة المشروع P(90)حوالي 17.26 MMUS$.

المشروع الرّابع:

تمّ توقيع عقد بين الشّركة الوطنيّة سوناطراك (SONTRACH) والوكالة الوطنيّة لتثمين موارد المحروقات (ALNAFT) للبحث واستغلال المحروقات في المحيط التّعاقدي للمشروع الرّابع بمساحة تغطّي حوالي 2041.90 كلم^2، وقد بلغت الاستثمارات الاستكشافية للمحيط التّعاقدي للمشروع بين عامي 2012 و 2015 مايقارب 145MMUS$ ، حيث بلغت استثمارات الدّراسات الزلزاليّة 1.1 MMUS$ وحوالي 102.28 MMUS$ خصّصت لتكاليف حفر آبار منتجة و 41.94MMUS$ تكاليف حفر آبار غير منتجة ، حيث يحتوي هذا المشروع نسبيّا على نفس الخيارات المتاحة لتطوير الحقل الّتي شهدها المشروع السّابق ما يعني وجود 6 خيارات أساسيةّ لتطوير المشروع والّذي يعبّر عنه الجدول الموالي:

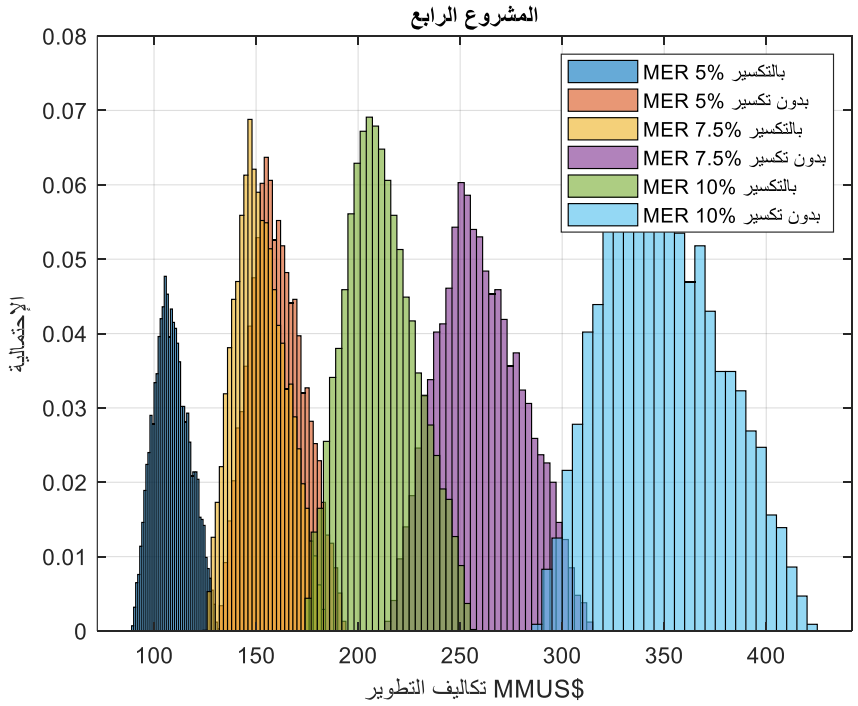
الجدول(17): خيارات تطوير المشروع الرّابع

MER	خيارات الحفر	الآبار الموجودة	المجموع الآبار الجديدة
5%	دون تكسير	3	15
	التّكسير		10
7.5%	دون تكسير		24
	التّكسير		14
10%	دون تكسير		32
	التّكسير		19

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على معطيات المؤسّسة الوطنيّة (SONATRACH)

وكما تمّ الإشارة سابقا فإن تكاليف تطوير المشروع اعتمادا على خيار الحفر دون تكسير تكون عموما أعلى من تكاليف التّطوير لنفس معدل الكفاءة القصوى MER x% وذلك بخيار الحفر بالتكسير ويرجع ذلك لتفادي حفر آبار جديدة ما يؤدّي إلى التّقليل من تكاليف التّطوير، وكما هو موضّح في الجدول السّابق على سبيل المثال لتطوّر المشروع الرّابع بخيار الحفر بالتّكسير وبمعدل كفاءة قصوي MER 7.5% يتطلّب حفر 14 بئر مقابل 24 بئر في حالة الحفر بدون تكسير وعلية توفير الفرق بين تكاليف الآبار غير المحفورة وتكاليف التّكسير وهذا ما يجعل في نظري خيارات التّكسير تقدم قيم أكبر من خيارات التّطوير دون تكسير وهي رؤية ماليّة خاصّة دون ادراج الجانب البيئي في التّحليل والقياس وعموما ما يكون من الصّعب تقييم وتقدير الآثار السّلبية على البيئة.

الشكل (31): تكاليف التّطوير للمشروع الرّابع بدلالة خياري الحفر ومعدّل الكفاءة القصوى



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على معطيات المؤسّسة الوطنيّة (SONATRACH)

يعرض الشكل(31) توزيعات احتمال مثلثيّة لتكاليف خيارات التّطوير المختلفة، وكما هو مبيّن في الشّكل فهناك تناسب طردي بين التّكاليف ومعدّل الكفاءة القصوى، حيث أنّ القيمة لتكاليف التّكوير بخيار التّكسير لكلّ من معدّل كفاءة قصوى MER 5%، MER 7.5% و MER 10% تعادل 105.3 MMUS$ ، 147.4 MMUS$ و 204.7 MMUS$ وبزيادة 47.29 %، 70.69% و60.28 % بالنّسبة لخيار الحفر بدون تكسير على التّوالي.

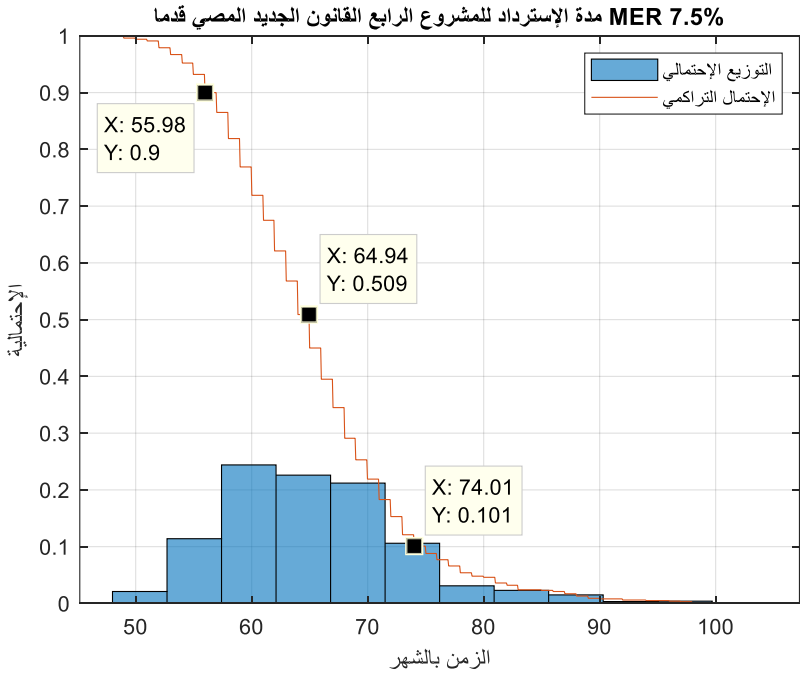
الجدول(18): مخرجات تقييم المشروع المشروع الرّابع بخيار معدّل الكفاءة MER 7.5% القصوى بالتكسير MMUS$

	الدورة الكاملة				المضي قدما			
	القانون القديم		القانون الجديد		القانون القديم		القانون الجديد	
	μ	Σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
صافي القيمة الحالية	-0.80	19.94	129.65	39.81	135.76	21.60	210.28	33.95
صافي القيمة الحالية بخيار التبديل	-0.68	19.78	129.66	39.81	135.89	21.43	210.29	33.96
صافي القيمة الحالية بخيار الاستمرار/التخلي	7.59	12.18	129.65	39.81	135.76	21.60	210.28	33.95
صافي القيمة الحالية بخيار مركب	7.60	12.18	129.66	39.81	135.89	21.43	210.29	33.95

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

وبعد دراسة الخيارات المتاحة وتقدير التّوزيع الطّبيعي لكلّ خيرا متاح تبيّن أنّ أحسن خيار بين الخيارات المدروسة–الجدول(18) هو خيار صافي القيمّة الحاليّة بخيار مركّب/بالتّكسير/MER 7.5%/ القانون الجديد/المضي قدما والّذي قدّرت متوسّط قيمته بـ 210.29 MMUS$ وانحراف معياري 33.9 MMUS$

الشكل (32): التوزيع الإحتمالي لمدة الاسترداد للمشروع الرابع

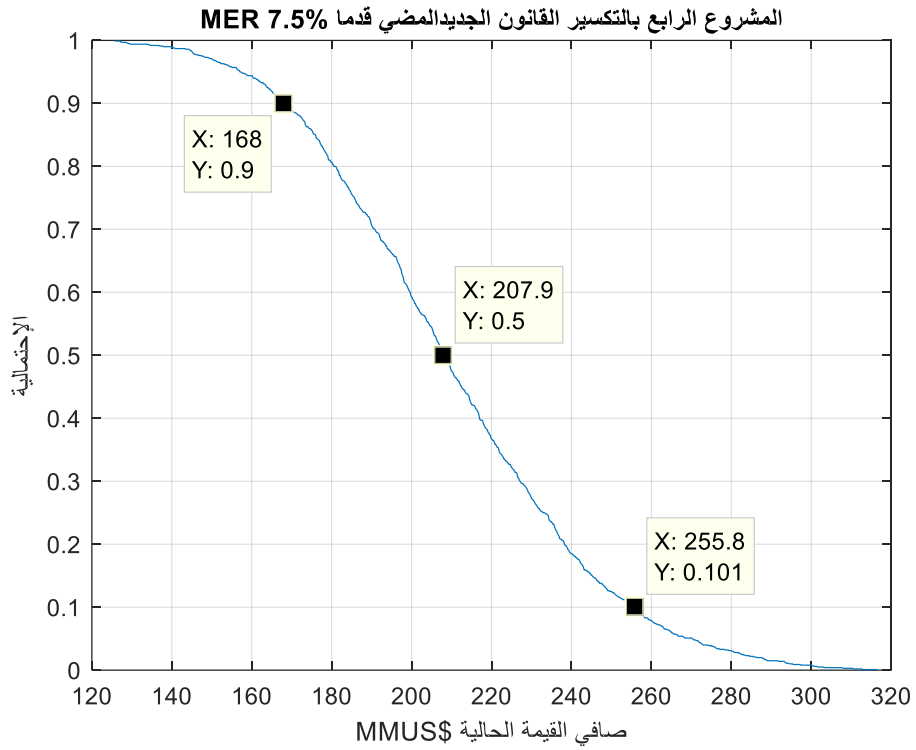


المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

وقد أضاف خيار التّكسير لقيمة المشروع في هذه الحالة مايقارب 61.08 MMUS$ كما قلّص المخاطرة بقيمة 1.1 MMUS$، وكما يبيّن الشّكل السّابق (29) فإنّ احتماليّة تحقيق المشروع مدّة الاسترداد على الأقل 55.89 شهر فتقدّر بـ 90% وفي الجهة المقابلة 10%هي احتمالية استرداد التّكاليف الاستثماريّة في أكثر من 74.01 شهر بينما متوسّط مدة الاسترداد فتقدّر بحوالي 64.94 شهر

أي حوالي 5 سنوات و5 أشهر، ومتوسّط مؤشر ربحيّة 189% مايعني أنّ كل دولار مستثمر يذر دولار و 89 سنة أم ابالنّسبة لمتوسّط معدّل العائد الدّاخلي فقدّر ب 26.51 %وانحراف معياري يساوي2.2%،

الشكل (33): الاحتمال التّراكمي لصافي القيمة الحاليّة للمشروع الرّابع



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

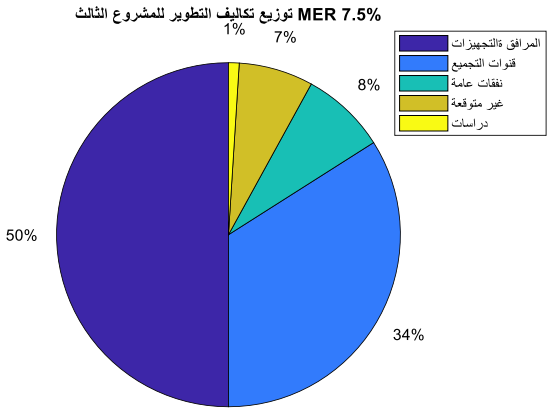
أمّا بالنّسبة لحصة الدّولة فقدّرت بمتوسّط 791.97 MMUS$ وانحراف معياري 150.52 MMUS$ ، وكما يبيّن الشّكل (30) فإنّ P(90) لصافي القيمة الحاليّة يعبّر عن توليد المشروع لقيمة تعادل أو تفوق 168 MMUS$ وP(10) تعادل أو تفوق 255.8 MMUS$ أي أنّ احتماليّة توليد المشروع قيمة نتجاوز 255.8 MMUS$ تعادل 10%، وبما أنّ كل المسارات المدروسة ولّدت قيما موجبة ما يعني أن تحت الفرضيّات الموضوع في بداية الدّراسة فإنّ المشروع 100% يولّد قيما موجبة.

المشروع الخامس:

تمّ توقيع عقد استكشاف واستغلال المحروقات بين الشّركة الوطنيّة سوناطراك (SONATRACH) والوكالة الوطنية لتثمين موارد المحروقات (ALNAFT)، وقد اسفرت أعمال الاستكشاف الّتي قامت بها الشّركة الوطنيّة عن ثلاثة استكشافات، ويغطّي المحيط التّعاقدي مساحة 310.85 كلم2، حيث قدّرت تكاليف ماقبل تاريخ توقيع العقد (أعمال الحفر) بـ 47.2 MMUS$، كما استثمرت الشّركة الوطنيّة سوناطراك حوالي 81 MMUS$ خلال مرحلة البحث والاستكشاف موزعّة على النّحو الآتي: 0.8

MMUS$ للّدراسات الزلزاليّة و 80.2 MMUS$ خصّصت لحفر آبار منتجة، ويوضّح الشّكل الموالي توزيع تكاليف التّطوير لمعدّل كفاءة قصوى MER 7.5%:

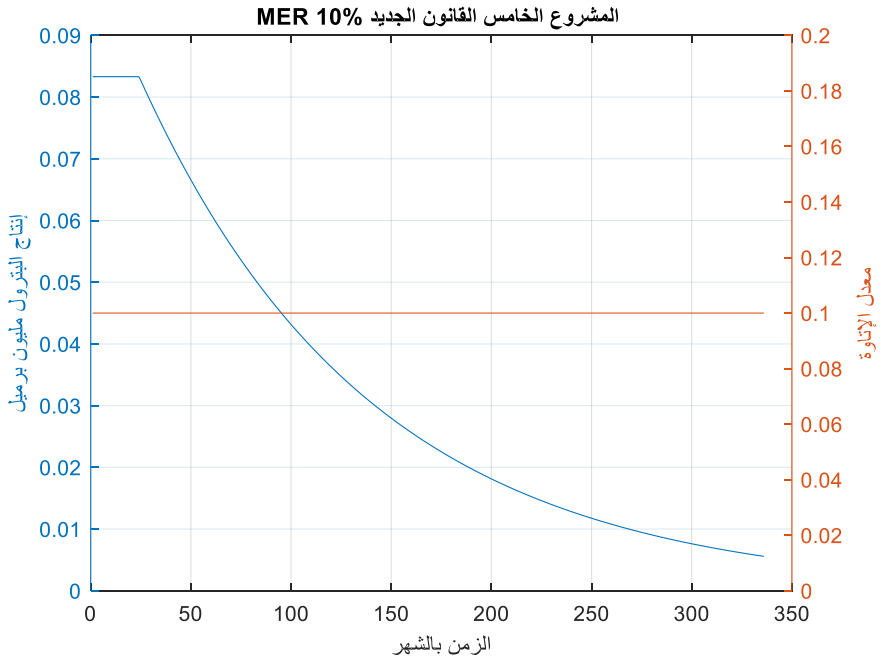
الشكل (34): توزيع تكاليف تطوير المشروع الخامس MER 7.5%



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على معطيات المؤسّسة الوطنيّة (SONATRACH)

وكما يبين الشّكل فإنّ شطر تكاليف التّطوير خصّصت للمرافق والتّجهيزات بنسبة 50 %، كما خصّصت نسبة 34 % لأنابيب التّجميع و 8%، 7% و1% لكلّ من النّفقات العامّة والتّكاليف غير المتوقّعة وتكاليف الدّراسة على التّوالي.

الشكل (35): دالّة إنتاج البترول للمشروع الخامس MER 10% ومعدّل الإتاوة القانون الجديد



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على معطيآت المؤسّسة الوطنيّة (SONATRACH)

يتنج هذا المشروع المكّثفات[6] بشكل أساسي حيث تمّ دراسة ثلاثة خيارات متاحة لتطوير المشروع حسب ومعدّل الكفاءة القصوى MER 5% أو MER 7.5% أو MER 10%، حيث يوضّح الشّكل (35) دالّة الإنتاج بمعدّل كفاءة قصوى 10%، وكذا معدّل الإتاوة للقانون الجديد

الشكل (32) يعبّر عن دالّة إنتاج المكثّفات للمشروع شهريّا لمدّة 30 سنة بطاقة إنتاجيّة مليون برميل مكافئ نفط سنويّا ل وذلك لمدّة 3 سنوات تقريبا ثمّ تليها مرحلة الانحدار كما هي ممثلّة في الشّكل و يرجع ذلك إلى الانخفاض المحسوس في الضّغط الطّبيعي المكمن، وفي نفس الشّكل تمّ رسم معدّل إتاوة المنصوصة في قانون المحروقات الجديد والّذي تعتبر فيه الإتاوة ثابتة في 10% ولا تتغيّر بدلالة الإنتاج كما كانت في القانون القديم ، كما أنّ كميّة المكثفات المتوقّع استرداده قدّرت بحوالي 10.90 .MMBoe

بعد دراسة كلّ الخيارات الممكنة تمّ تحديد أفضل خيار متاح وهو خيار صافي القيمة الحاليّة بخيار مركّب/MER 10%/ القانون الجديد/ المضي قدما وذلك حسب الفرضيّات والمتغيّرات الأوليّة التّي زوّدنا بها النّموذج.

الجدول(19): مخرجات تقييم المشروع المشروع الخامس بخيار معدّل الكفاءة القصوى MER 10%، MMUS$

	الدورة الكاملة				المضي قدما			
	القانون القديم		القانون الجديد		القانون القديم		القانون الجديد	
	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
صافي القيمة الحالية	4.37	7.10	46.76	13.87	42.68	6.28	87.40	11.92
صافي القيمة الحالية بخيار التبديل	4.40	7.08	46.76	13.87	42.72	6.25	87.40	11.92
صافي القيمة الحالية بخيارالاستمرار/التخلي	5.43	5.78	46.76	13.87	42.68	6.28	87.40	11.92
صافي القيمة الحالية بخيار مركب	5.45	5.78	46.76	13.87	42.72	6.25	87.40	11.92

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

يعرض الجدول(19) مخرجات تقييم المشروع المشروع الخامس بخيار معدّل الكفاءة القصوى 10%، حيث قدّر متوسّط صافي القيمة الحاليّة بـ 87.40 MMUS$ وانحراف معياري يعادل 11.92 MMUS$ ويخصّ ذلك القانون الجديد بتحليل المضي قدما ويمكن ملاحظة تساوي الخيارات مع صافي القيمة الحاليّة ويرجع ذلك أساسا لانعدام مسارات عامّة سلبيّة بالنّسبة لخيار الاستمرار/ التّخلي وكذا خلو حياة المشروع من توليد نتائج سالبة خلال فترة حياة المشروع، ويقدم القانون الجديد إضافة محسوسة لقيمة المشروع مقارنة بالقانون القديم والتي قدّرت في هذه الحالة بمتوسّط قدره 44.72

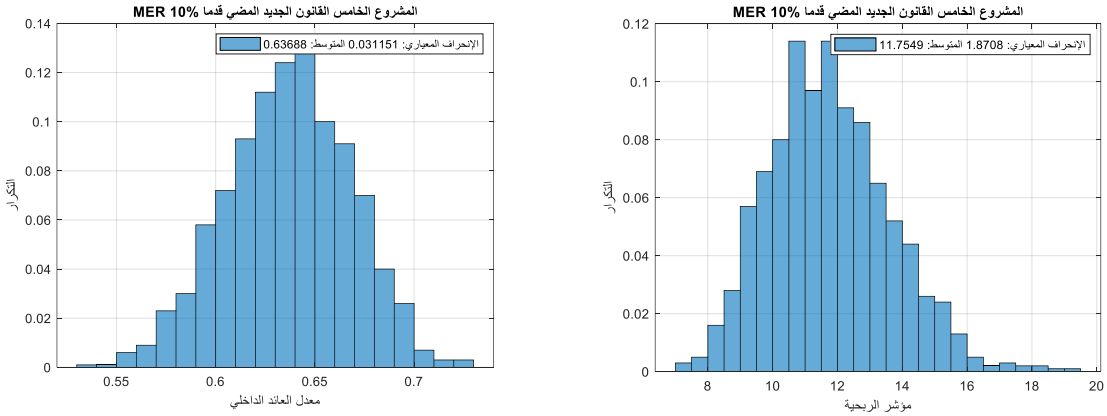
[6] سعر المكثفات: 94٪ من سعر النفط الخام.

MMUS$ أي بنسبة تفوق 100%، ويمكن أيضا ملاحظة أنّ القانون الجديد يزيد عموما في القيمة الجبرية للانحراف المعياري المشروع الّتي زادت في كّل من تحليلي الدّورة الكاملة والمضيّ قدما بـ 6.77 MMUS$ و5.64 MMUS$

على التّوالي، ولكن يمكن تحليل هذه ازيادة من منطلق نسبة نسبتي التّغير في القيمة والمخاطرة حيث أنّ كلّ 1.14 US$ يزيده القانون الجديد تصاحبه مخاطرة تقدّر بـ 1 US$، وكما هو مبيّن في الجدول السّابق فإنّ متوسّط خيار التّبديل بتحليل الدّورة كاملة القانون القديم قدّر بـ30 ألف US$ وقلّل من المخاطرة بـ 20 ألف US$، بينما الخيار المركّب جمع بين قيمتي كلّ من خيار التّبديل وخيار الاستمرار/التّخلي بمتوسّط قدره 1.06 MMUS$ وقلّل من المخاطرة بنسبة 18.59%.

الشّكل(36): التّوزيع الاحتمالي لكلّ من مؤشّر الربحيّة (أ) ومعدّل العائد الدّاخلي (ب) للمشروع الخامس MER 10% القانون الجديد المضي قدما

(أ) (ب)



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

وكما يبيّن الشّكل أعلاه (أ) فإنّ متوسّط مؤشّر الربحيّة للمشروع الخامس/MER 10%/القانون الجديد/المضي قدما قدرت بـ 1175% أي أنّ كل دولا يتثمر في هذا المشروع يذر في المتوسّط 11.75 دولار مع انحراف معياري يقدّر بـ 187%، أما في التّوزيع الاحتمالي (ب) فيعبّر عن معدّل العائد الدّاخلي أي معدّل الخصم الذي يعدم صافي القيمة الحاليّة والّذي قدّر بمتوسّط 63.68% وانحراف معياري يعادل 3.11%.

بعد ماتمّ تقييم وتحليل الخيارات الحقيقيّة للمشاريع الخمس المدروسة سيتمّ تحسين المحفظة لمخرجات التّحليل الخيارات الحقيقيّة حيث تمّ تلخيص أفضل الخيارات (الأعلى قيمة) في الجدول الموالي والّتي على أساسها يتمّ تحسين المحفظة كخطوة مكمّلة في التّحليل.

الجدول(20): قيمة المشاريع المدروسة بالخيارات (ذات أعلى قيمة)			
	الخيار	القيمة	الانحراف المعياري
المشروع الأول	إنتاج بالتآزر/القانون الجديد/المضي قدما/15 مليون متر مكعب فاليوم/خيار مركب	420.1	244.05
المشروع الثّاني	القانون الجديد/ المضي قدما/MER 5%/ خيار مركب	88.62	14.17
المشروع الثّالث	بالتكسير/القانون الجديد/المضي قدما/MER 5%/خيار مركب	24.25	3.38
المشروع الرّابع	بالتكسير/القانون الجديد/ المضي قدما/ MER 7.5%/ خيار مركب	213.68	34.41
المشروع الخامس	القانون الجديد/ المضي قدما / MER 10%/ خيار مركب	87.24	11.92
المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a			

ثانيا-تحسين وتحليل المحفظة :

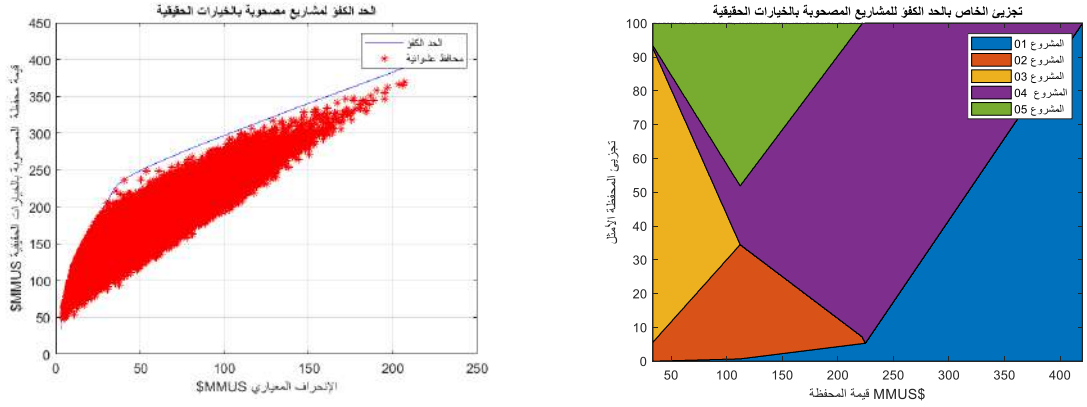
خصّص هذا الجزء لتحليل تحسين المحفظة الاستثماريّة للمشاريع الخمسة الّتي تمّ دراستها سالفا.

1-تحسين المحفظة: نموذج التباين لماركوفيش "النموذج حتمي":

يمثّل الشّكل (37) الحدّ الكفؤ للمشاريع المصحوبة بالخيارات الحقيقيّة والّذي يوضّح تغيّر قيمة المشروع بدلالة المخاطرة الّتي يمكن للشّركة نحملّها والّتي يعبّر عنها بالانحراف المعياري، في حالة مواجهة الشّركة لموارد ماليّة محدودة وعليها الاختيار من بين العديد من المشاريع ، في هذه الحالة ، يمكن استخدام تحسين

الشكل (37): الحدّ الكفؤ(ب) والتجزئي الخاص به (أ) للمشاريع المصحوبة بالخيارات الحقيقيّة

(أ) (ب)



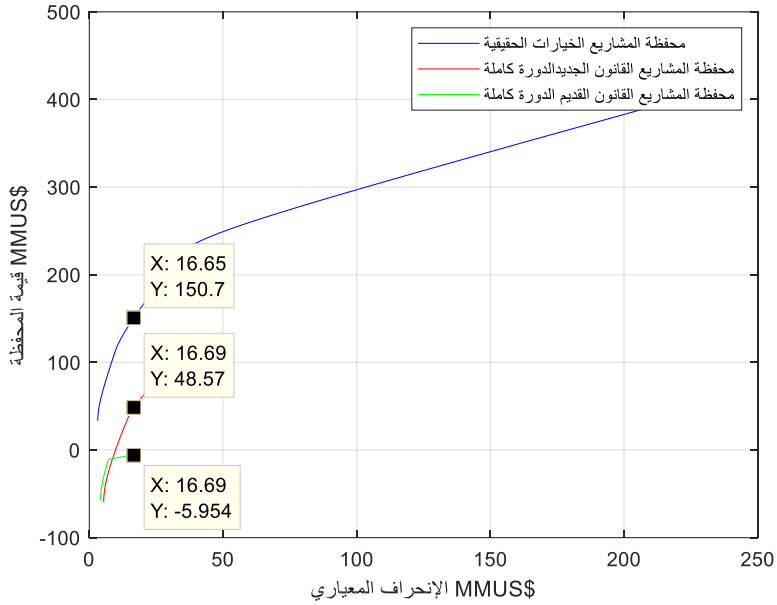
المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

المحفظة لتحديد المجموعة المثلى من المشاريع ، وبعبارة أخرى تعظيم القيمة المتوقّعة وتقليل المخاطر.

تعتبر الحدود الفعّالة بمثابة آلة الموازنة بين العائد والمخاطر في اختيار المجموعة المثلى من الأصول

الّتي تحتوي فيها الحدود الفعّالة على أعلى القيم المتوقعة لنفس مقدار المخاطر مقارنة بالمحافظ غير الفعّالة.

الشّكل (38): مقارنة الحدّ الكفء لمحفظة المشاريع المصحوبة بخيار، مع الحدّ الكفؤ لمحفظة المشاريع القانون الجديد الدّورة الكاملة والحدّ الكفؤ لمحفظة المشاريع القانون القديم الدّورة الكاملة .



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

ما يمكن رؤيته بوضوح في الشّكل (38) ، هو أنّه بالنّسبة لمقدار المخاطر نفسه ،الانحراف المعياري يساوي 16.96 MMUS$، لدينا قيم محافظ مختلفة للحالات الثّلاث ، حيث يضيف القانون الجديد حوالي 54.52 MMUS$ إلى قيمة المحفظة لصافي القيمة الحاليّة القانون القديم ، بينما تضيف الخيارات

الجدول(21): مخرجات تحسين المحفظة

	محفظة المشاريع بالخيارات			محفظة المشاريع القانون الجديد			محفظة المشاريع القانون القديم		
	μ	σ	w_i	μ	σ	w_i	μ	σ	w_i
المشروع الاول	420.1	244.05	0.4198	71.79	316.75	0.5694	-515.12	155.82	0.0000
المشروع الثاني	88.62	14.17	0.0418	-71.04	8.55	0.0000	-78.72	7.68	0.1226
المشروع الثالث	24.25	3.38	0.0000	-82.13	8.16	0.0000	-85.22	7.21	0.0703
المشروع الرابع	213.68	34.41	0.5385	102	33.38	0.4231	-5.28	18.33	0.1417
المشروع الخامس	87.24	11.92	0.0000	6.98	14.81	0.0000	-12.82	7.76	0.6645

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

الحقيقيّة 156.654 MMUS$ إلى قيمة المحفظة لصافي القيمة الحاليّة القانون القديم و ما يعادل لنفس الانحراف المعياري 102.13 MMUS$إلى قيمة المحفظة لصافي القيمة الحاليّة القانون أي وهي

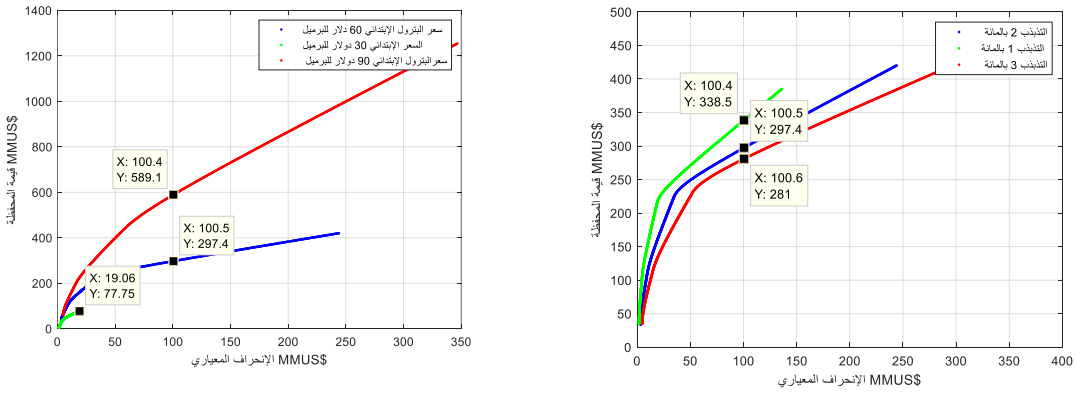
قيمة الخيارات الحقيقيّة المضافة لقيمة المحفظة لنفس درجة المخاطرة .يوضّح الجدول (21) مخرجات تحسين المحفظة والفرق بين المحافظ الثلاث السّابقة حيث أنّ في محفظة المشاريع بالخيارات تمّ تصريف أكبر وزن للمشروع الرابع بـ 53.85% ويرجع ذلك إلى كون نسبة المخاطرة إلى القيمة تعادل 16.10% مقابل نسبة 58.09% للمشروع الأوّل والذي حاز على نسبة 41.98% و4.18 % للقانون الثّاني وذلك تحت وطأة قيد الحدّ الأقصى للموارد المالية 2900 MMUS$ و عتبة الاحتياطي البترولي المتوقّع استخراجه 300 MMbbl وكذا العتبة الحديّة لقيمة المحفظة والّتي حدّدت بـ 200 MMUS$ و MMUS$80 بالنّسبة محفظة المشاريع القانون الجديد ، حيث أنّ لو كان القرار مبني على صافي القيمة الحاليّة لكان المشروع الأوّل في طليعة التّرتيب بدلا من القانون الرّابع، أما بالنّسبة لمشاريع القانون القديم فقد تمّ التّخلي عن عتبتي القيمة الحديّة للمحفظة و الاحتياطي البترولي المتوقّع استخراجه ويرجع ذلك كون النّموذج لا يقبل حلّ في هذه الحالة كون كلّ المشاريع متوسّط قيمتها سالب، وكما هو مبيّن في الجدول فإنّ المشروع الرّابع موجود في تركيبة المحافظ الثّلاث.

2-تحليل حساسيّة محفظة على أساس التّغير في تذبذب الأسعار والأسعار الابتدائية:

تتأثّر قيم المشاريع ودرجات المخاطرة بدلالة الأسعار الابتدائيّة (والّتي تعبّر عن المتوسّط العام للأسعار في حالة معدّل انجراف أسعار يساوي الصّفر) وتغيّر تذبذب الأسعار، وبالتّالي تتأثّر المحافظ بهذا التّغيّر والّذي يوضّحه الشّكل(39).

الشّكل(39):حساسيّة المحفظة بدلالة التّغير في كلّ من التّذبذب والأسعار الابتدائية

(أ) (ب)



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

وكما هو مبيّن في الشّكل السّابق (أ) فإنّ التّغير في التّذبذب تتأثّر قيمة المحفظة ،لنفس درجة المخاطرة (MMUS$100.4)، حيث أنّ الزّيادة بـ 1% (من 2% إلى 3%) زادت في قيمة المشروع بنسبة

13.82%، وزيادة 2% (من 1% إلى 3%) تؤدّي إلى زياد القيمة بنسبة 20.46%، بينما زيادة 30 دولار للبرميل (من 60 US$/bbl إلى 90 US$/bbl) زاد في قيمة المشروع (لنفس درجة المخاطرة MMUS$100.5) بقيمة تعادل 291.7 MMUS$ أي بنسبة 98.08 %، أمّا بالنّسبة لمسار 30US$/bbl فإنّ لأعلى قيمة للمحفظة (درجة مخاطرة) 77.75 MMUS$ (MMUS$19.06).

3- تحليل حساسية محفظة على أساس التغير نموذج أسعار البترول بين (MRP) و(GBM):

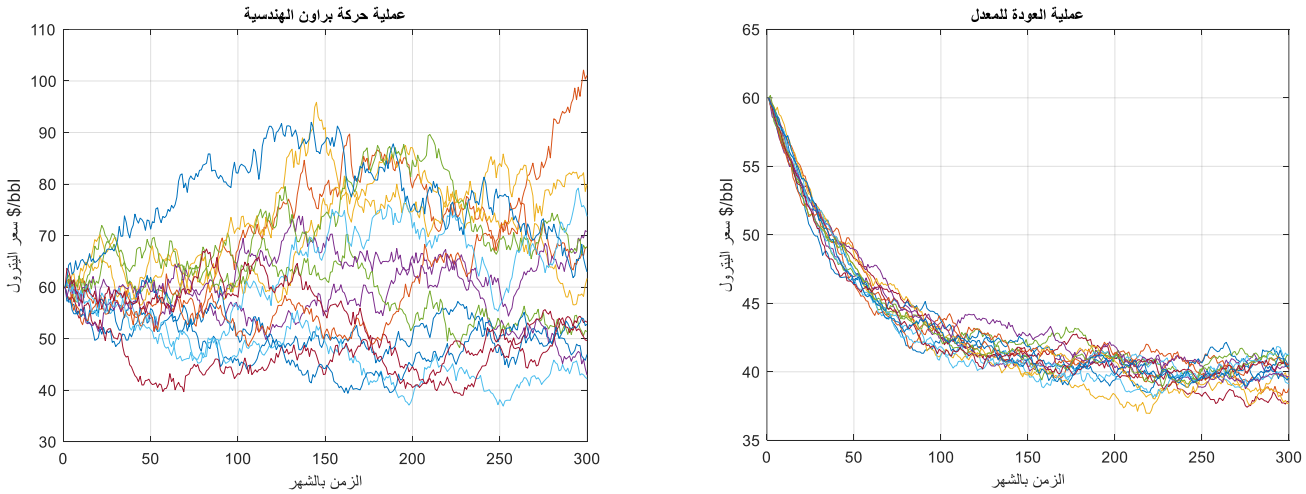
تتغيّر قيمة المشاريع أيضا بدلالة النّماذج المطبّقة أساسا في تقدير قيمة المشاريع وكذا الانحراف المعياري الّذي يعبّر عن المخاطرة، وعليه تمّ تحليل حساسيّة المحفظة بالنّسبة لنوذجي الأسعار ألا وهما:

1- عمليّة العودة للمتوسّط (Mean Reverting Process[7])،

2- عمليّة براون الهندسيّة (Geometric Brownian Motion Process).

الشكل(40): نماذج أسعار البترول

(أ) (ب)



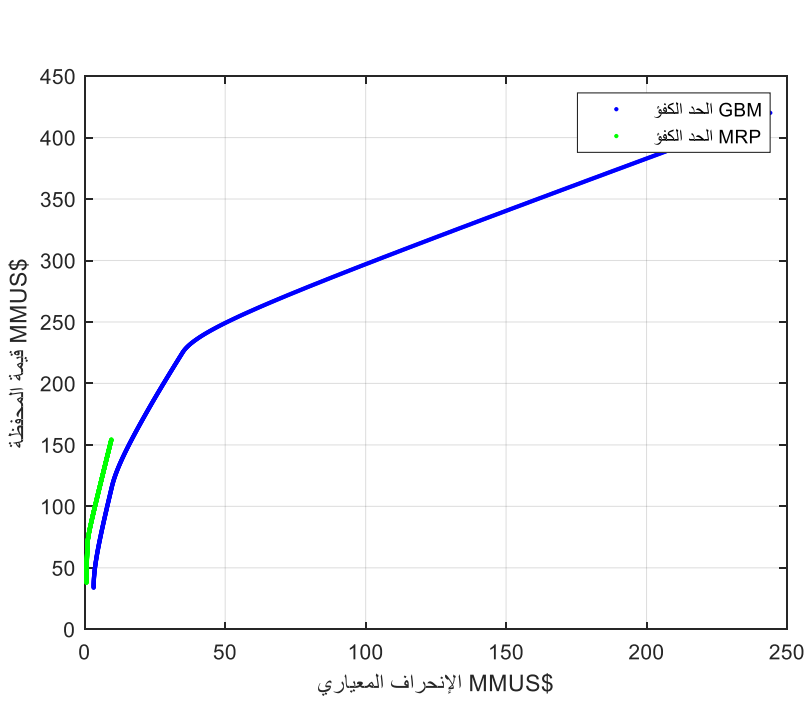
المصدر: من اعداد الباحث بالإعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

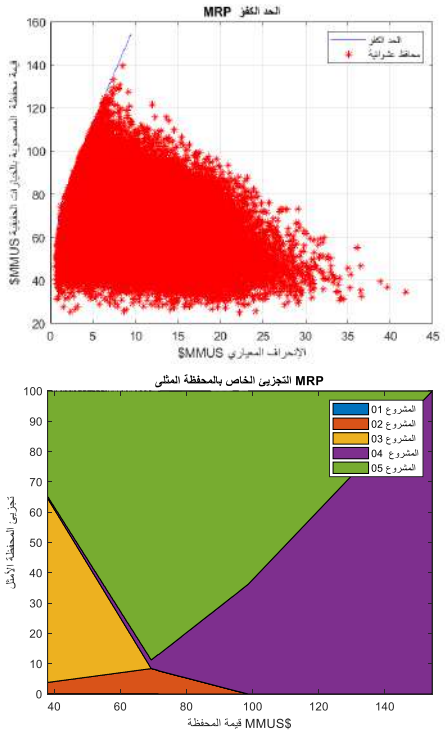
حيث يوضّح الشّكل(40) مسارات الأسعار لكلّ من النّموذجين السّابق ذكرهما حيث يعبّر الشّكل(40-أ) عن مسارات أسعار عمليّة العودة للمتوسّط ما يعني أنّ توازن الأسعار بين العرض والطّلب يقود الأسعار عموما إلى متوسّط المدى البعيد بسرعة 2.8 سنة (0.02 شهر).

[7]تستند عملية العودة للمعدّل إلى فكرة تأثير العرض والطلب ينتج عنها خاصية انعكاس متوسط حيث تم اعتبارأن أحد أهم حدود هذه العملية هو امكانية توليد أسعارًا سلبية، ولكن بعد تسجيل أسعار خام تكساس لأسعار سلبية قاربت -37.63 US$/bbl ، مع أن الأسعار السلبة لأسعار الطاقة ليس بالشئ الجديد، ما عني أن النموذج يحاكي جزء من الواقع لم يتم تناوله في العمليات التي تولد سوى القيم الموجبة.

الشكل(41): حساسيّة المحفظة بدلالة نماذج الأسعار والحدّ الكفؤ لمحفظة المشاريع بعمليّة العودة للمتوسّط

(أ) (ب)





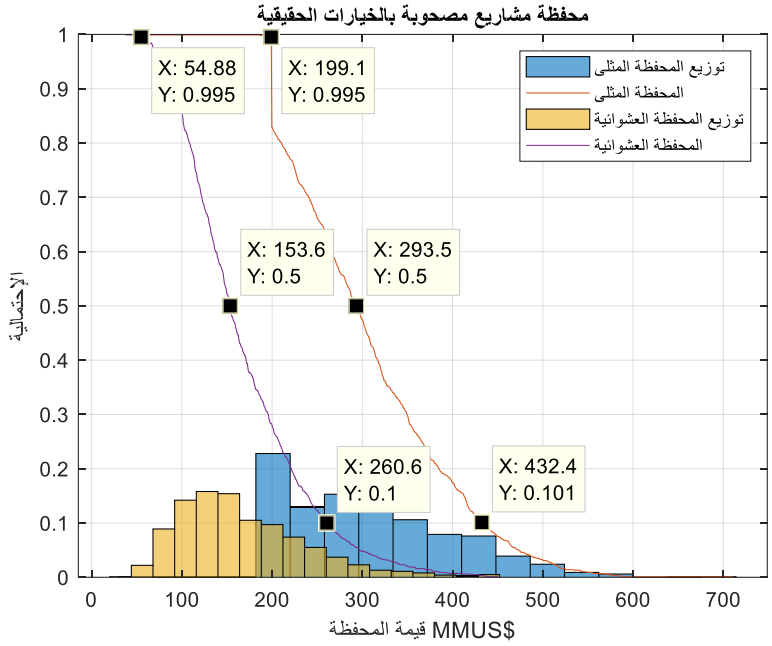
المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

وكما يوضّح الشّكل فإنّ الحدّ الكفؤ لنموذج MRP يقدّم قيم أعلى لنفس قسمة المخاطرة مايعني أنّ درجة مخاطرة المحفظة تكون أقلّ في حالة تطبيق نموذج العودة للمتوسّط (في هذه الحالة والّتي لايمكن تعميمها على الّنموذج بصفة عامّة) كما أن محدوديّة القيمة القصوى الّتي يمكن للمحفظة أن تسجّلها بدلالة نموذج العودة للمتوسّط هو عدم وجود مسارات أسعار الّتي تفوق 60US$/bbl ما يحدّد من قيمة المشاريع ما يحدّد بدوره القيمة القصوى للمحفظة المثلى.

3- تحسين المحفظة: نموذج ألتباين لماركوفيش "النموذج الإحتمالي Wait and See":

يعتمد النّموذج السّابق إلى على المتوسّط والتّباين لتحديد المحفظة المثلى ما يجعل من القرار يعتمد على قيم حتميّة واعتماد القرار الكليّ على معدّل ما يمكن أن يجعل من القرار متحيّز عن الواقع ولم يأخذ بعين الاعتبار كلّ المسارات المدروسة سابقا في تحليل الخيارات الحقيقيّة.

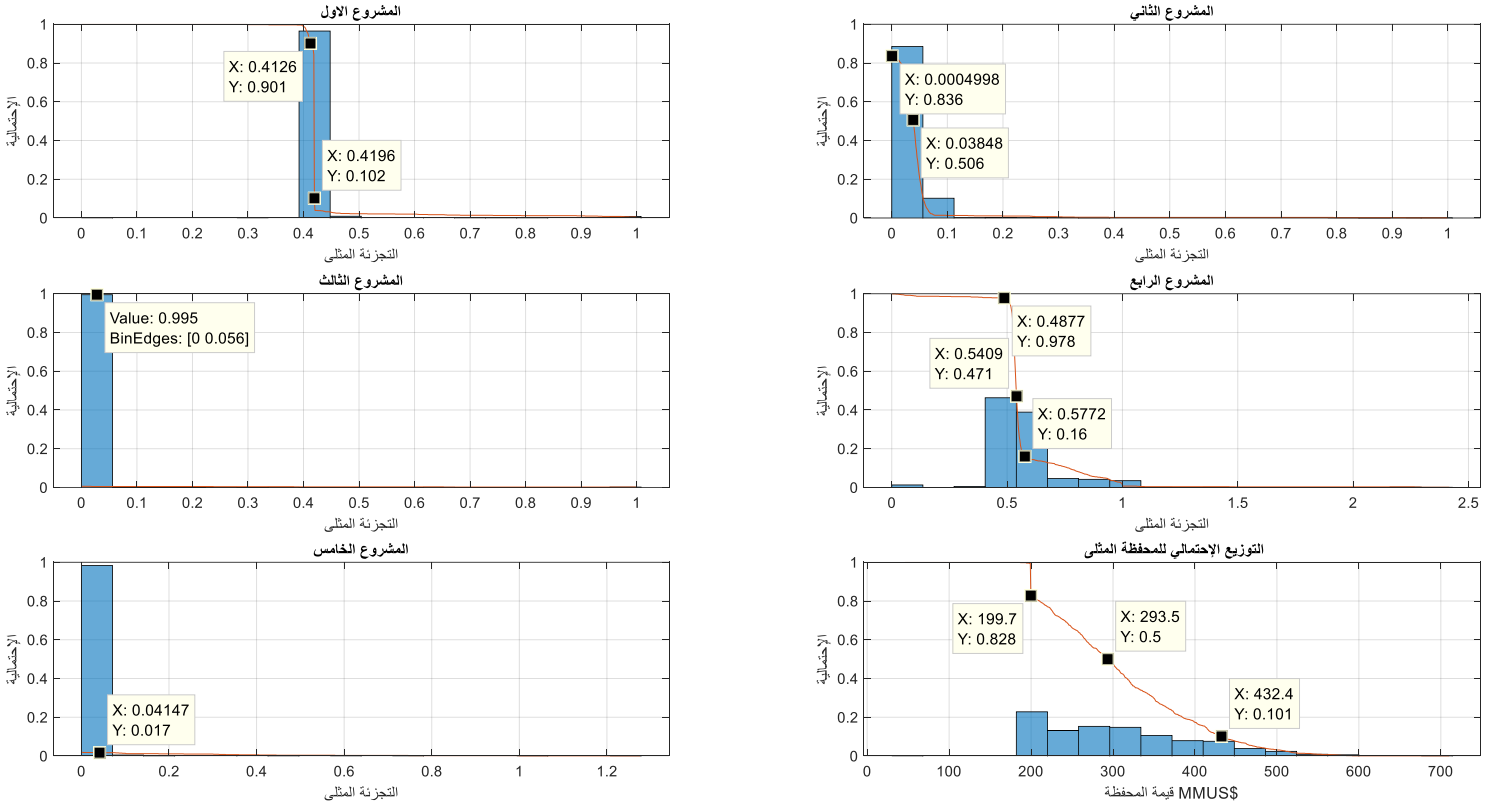
الشكل (42): التّوزيع الاحتمالي والاحتمال التّراكمي لمحفظة المشاريع المصحوبة بالخيارات



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

الشكل (42) يوضّح الفرق بين التّوزيع الاحتمالي للمحفظة المثلى مقارنة بالمحفظة العشوائيّة، حيث أنّ احتماليّة توليد المحفظة المثلى لقيمة تعادل أو تفوق 199.1 MMUS$ قدّرت بـ 99.5% بينما نفس الاحتماليّة تولد مايعادل أو يفوق 54.88 MMUS$ بالنّسبة للتوزيع الاحتمالي، ويوضّح الشّكل (43) التّوزيعات الاحتماليّة للأوزان الخمسة ويمكن أن يوضّح الشّكل أنّ احتماليّة تحصيص المشروع الأوّل بما يعادل أو يفوق 41.26% تعادل 90% بينما P(10) تساوي 41.96%، أمّا بالنّسبة للمشروع الثّاني فإنّ P(50) تقدّر بـ 3.85%، المشروع الثّالث فإنّ نسبة التّحصيص في مجال [5% 0] أو أكثر تقابلها احتماليّة 99.5%، المشروع الرّابع فاحتماليّة تحصيص على الأقل 48.77 % تساوي 97.8% وتحصيص أكبر من أو تساوي 57.72% تعادل 16%، بينما المشروع الخامس فإن احتماليّة تحصيص على الأقل 4.15% تعادل 1.7%

الشكل (43): التّوزيعات الاحتماليّة للأوزان الخمسة والتّوزيع الاحتمالي للمحفظة المثلى



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Matlab 2018a

الخاتمة

الخاتمة:

حاولنا من خلال هذه الأطروحة تقديم نموذج لتقييم مشاريع استثماريّة في مجال استكشاف وإنتاج المحروقات وذلك من خلال دمج كل من نظريّة الخيارات الحقيقيّة والتّحسين العشوائي للمحفظة الاستثماريّة، حيث يأخذ النّموذج بعين الاعتبار كلّ من المرونة الإداريّة، المُخاطرة وعدم اليقين الّتي تزخرُ بها بيئة أعمال نشاطات الاستكشاف والإنتاج البترولي، والّتي تتأثّر قيمة مشاريعها الاقتصاديّة بعدّة عوامل منها: تقدير الاحتياطات، أسعار النّفط، التّكاليف التّشغيليّة والرأسماليّة، النّظام الجبائي، كما تُعتبر أسعار النّفط المصدر الرّئيسي لعدم اليقين ويرجع ذلك أساسا لتأثره بعدة عوامل منها التّحكم في الإنتاج، الموارد غير التّقليديّة، والجغرافيا السّياسيّة، والنّمو الاقتصادي العالمي. تتضمّن القيمة الاقتصاديّة لمشروعات الاستكشاف والإنتاج قدرًا من عدم اليقين، نظرًا للحساسيّة للعديد من المتغيّرات العشوائيّة، فإنّ تذبذب هذه المتغيّرات أمر بالغ الأهميّة في قرار الاستثمار بشأن الاستمرار، التوسّع، التّخلي أو التّأخير. الأساليب التّقليدية المستخدمة في تقييم مشاريع الاستكشاف والإنتاج مثل منهجيّة التّدفقات النّقديّة المخصومة لا تأخذ بعين الاعتبار عدم اليقين أو المرونة الإداريّة إلى جانب حدود اختيار المحفظة المثلى، وأدوات دعم القرار الواردة في هذه الأطروحة لها مساهمة مهمّة في الأدبيّات بسبب نموذجها المتكامل الذي يبدأ من تقدير احتياط البترول الأوّلي حتّى اختيار المحفظة المثلى مع الأخذ بعين الاعتبار المخاطر والمرونة الإداريّة، إذ بيّنت الدّراسة أنّه كلّما ألحقنا المشروع بخيارات أكثر، يعني مرونة أكثر، وكلما زادت قيمة المشروع و قَلَّتْ درجة المخاطرة. كما تسمحُ أيضا لصنّاع القرار في شركات البترول باستيعاب مدى تأثّر قيمة المشروع بديناميكيّة الأسواق و المتغيّرات المؤثّرة عليها ممّا قد يساهم في تقليل الاعتماد على الدّراسات الاستشاريّة و الدّراسات المقدّمة من الشّركات الأجنبيّة في تقييم مشاريع الاستكشاف والإنتاج. من أهمّ قيود مقاربة الخيارات الحقيقيّة هي أنّ الشّركات البتروليّة في العموم تُواجه مجموعة من المشاريع و باعتبار محدويّة الموارد الماليّة، تبحث هذه الشّركات عن تعظيم مداخيلها باختيار الحقيبة المثلى أي مجموعة من المشاريع، و بما أنّ نظريّة الخيارات الحقيقيّة تأخذ كلّ مشروع على حدة أيّ لا يمكنها تحديد المجموعة المثلى من المشاريع الّتى تُوائم أهداف وقيود الشّركة، ولكن بدمج ما تقنيّات التّحسين التّصادفي للمحفظة بمقاربة الخيارات الحقيقيّة مكّكنا من تخطّي هذا القيد، أمّا بالنّسبة لحقيقة محدوديّة مقاربة الخيارات الحقيقيّة في التّعامل مع تفاعلات السّوق فاستخدام مقاربة الخيارات الحقيقيّة لتقييم مشاريع الاستكشاف والإنتاج البترولي الاستراتيجة يمكّننا تخطّيها باعتماد لعبة الخيار الحقيقي (Real Option Game) وما هي إلّا حصيلة جمع كلّ من نظريّة الألعاب و الخيارات

الحقيقيّة، و لمعرفة مدى نجاعة الخيارات الحقيقيّة مقارنة بالطّرائق التّقليدية يجب تطبيقها على مشاريع أُنجزت من قبل أي تمّ التّوصل إلى قيمتها بالفعل ومقارنة مخرجات مقاربة الخيارات الحقيقيّة مع القيمة الفعليّة للمشروع للتّوصل إلى معرفة مدى إمكانيّة الخيارات الحقيقيّة في تقدير القيمة الحقيقيّة للمشروع والّتي لم نتمكّن بعد من إنجازها و يرجعُ ذلك لصعوبة الحصول على هذا النّوع من المعطيات و الّتي تعتبر سريّة و استراتيجيّة.

-الاستنتاجات

تعتبر صناعة الاستكشاف والإنتاج استثمارًا لا رجعة فيه ونشاطًا محفوفًا بالمخاطر:

- المخاطر الاقتصاديّة والّتي تؤثّر بطريقة مباشرة أو غير مباشرة على القيمة الاقتصاديّة للمشروع (مثل أسعار النّفط والنّفقات الرّأسماليّة... إلخ ، وتعتبر أسعار النّفط المصدر الرّئيسي لعدم اليقين المتعلّق بالعوامل المختلفة الّتي يمكن أن تؤثر عليها، سواء على المدى القصير مثل التقلّبات ، مراقبة الإنتاج، الموارد غير التّقليديّة، أو على المدى الطّويل مثل الجغرافيا السياسيّة والنّمو الاقتصادي العالمي.
- المخاطر الجيولوجيّة (كميّات المحروقات في الخزّان ونوعيّتها، الدالّة الإنتاجيّة ومعدّل الاسترداد، احتماليّة النّجاح في ايجاد آبار منتجة...)
- المخاطر المتعلّقة بالبلد المضيف ومخاطر سياسيّة (أعمال شغب أو تخريب، حرب عصابات، العلاقات الدوليّة، مخاطر التّأميم، الاستقرار السّياسي والجبائي...)

كما يتمز ذات الّنشاط أنّه نشاط دولي (يتعدّى الحدود الجغرافية للبلد) ، كثيف رأس المال وتكاليف إنتاج عالية الإرتباط بموقع الإنتاج (بحري/بري، الظروف المناخية، عمق الخزان) ، ربحية طويلة الأجل (من 10 إلى 15 سنة)، تتطلب تكنولوجيا عالية (حفر أفقي، تقنيات السيسمية 4D، نقل متعدد الأطوار) ، حاسمة للعوامل الاقتصادية الرئيسية والأحداث السياسية.

تستعمل الطّرائقُ التّقليديّة وخاصّة صافي القيمة التّقليديّة في تقييم وتحليل المشاريع الاستثماريّة، ولكن في ظلّ الدّيناميكيّة الّتي تشهدُها الأسواق وحالات عدم اليقين، لم تعد هذه الطّرائق بنفس الكفاءة حيث لا تأخذ بعين الاعتبار لا عدم اليقين ولا المرونة الإداريّة ما يستلزم البحث عن بديل أو مكمّل لهذه النّقائص لمواجهة حالات عدم اليقين والاستفادة من جوانبها الإيجابيّة.

تنشط الشّركات البترولية في بيئة تعجّ بحالات عدم اليقين ما أدّى بنا إلى اختيار هذه الصّناعة لتطبيق نظريّة الخيارات الحقيقيّة؛ لتفادي الجانب السّلبي لحالات عدم اليقين والاستفادة من الجانب الموجب لها وذلك اعتمادا على المرونة الّتي تقدّمها هذه النّظرية والّتي أعتبرها طريقة مكمّلة للطّرائق التّقليديّة لا بديلة عنها؛ كونها تعتمد في أساسها على الطّرائق التّقليديّة.

توجد عدّة أنواع من الخيارات الحقيقيّة في ما يخصّ مشاريع الاستكشاف والإنتاج، سواء كانت على مستوى المشروع (خيار الاستكشاف، التّطوير، الإنتاج خيار التّوقف المؤقّت، أو التّخلّي) أو خيارات داخل المشروع، والّتي تحتوي على كمّ هائل من الخيارات متعلقة بالمتاح تقنيا، اقتصاديا وقانونيا، والتي يمكنها أن تضيف قيمة اقتصاديّة للمشروع (الحفر الأفقي، التكسير أو بدون تكسير، معدّل الكفاءة القصوى ودالة الإنتاج، خيار تحسين واختيار التّراكيب أو خيار مركب ...إلخ).

يمكن تطبيق مدخل الخيارات الحقيقيّة الّذي تمّ تطويره من الخيارات الماليّة، ولكن تطبيق الخيارات الحقيقيّة في تقييم وتحليل مشاريع استكشاف وإنتاج البترول الاستثماريّة يتطلّب نمذجة خاصّة؛ ويرجع ذلك لطبيعة الصّناعة وتعدّد مواطن عدم اليقين سواء الدّاخلي أو الخارجي.

يمكن أن يضيف تطبيق نظريّة الخيارات الحقيقيّة قيمة استراتيجيّة للمشروع الاستثماري (حسب طبيعة الخيار) ويرجع ذلك أساسا إمّا إلى التعدين عن الخيارات البديلة داخل المشروع ، ما يمكن أن يضيف قيمة اقتصاديّة للمشروع أو من خلال تفادي النّتائج السّالبة الّتي يمكن أن تواجهها المشاريع الاستثماريّة خلال فترة حياتها الإنتاجية بسبب عدم اليقين الخارجي.

يؤدّي تطبيق الخيارات الحقيقيّة إلى إمكانيّة إضافة قيمة موجبة للمشروع، كما يمكنه أيضا التّقليل من المخاطرة نسبيّا إلى متوسّط العائد والمخاطرة المصاحبة له.

يؤدّي تطبيق نظام الجباية الجديد إلى زيادة احتماليّة ربحيّة المشاريع مقارنة بالنظام القديم، ما يؤدّي إلى إمكانيّة استقطاب استثمارات أجنبيّة لاستغلال المحروقات في الجزائر.

أثبتت الدّراسة أنّ تطبيق الخيارات الحقيقيّة يمكن أن يضيف قيمة للمشروع، أمّا بالنّسبة للمخاطرة فإنّها تتغيّر بدلالة طبيعة المشروع وطبيعة الخيارات الملحقة، والممكن تفعيلها وتقييمها ولكنّها تقلّل من المخاطرة بمفهوم نسبي؛ وذلك لإضافتها قيمة اقتصاديّة للمشروع وكذا طبيعة الخيارات الحقيقيّة في تجنّبها للمسارات السّالبة.

أضهرت النّتائج أنّ الخيارات المركّبة من خيارات متعدّدة تقدّم قيمة اقتصاديّة أعلى للمشروع؛ كونها نتيجة تراكمِ قيمٍ اقتصاديّة يضيفها كل خيار على حدة.

أثبتت الدّراسة أنّ المحفظة الّتي تحتوي على خيارات الحقيقية كانت أكبر قيمة وأقل مخاطرة من محفظة مشاريع صافي القيمة الحالية؛ أي لنفس القيمة الاقتصاديّة، فإنّ مخاطرة محفظة الخيارات الحقيقية كانت أقلّ من مخاطرة محفظة مشاريع صافي القيمة الحاليّة.

تتحسّس كل من قيمة المحافظ الاستثماريّة والمخاطر المصاحبة لمشاريع استكشاف وإنتاج المحروقات بالتغيّر في السّعر الابتدائي للمحروقات أكثر من التّغير في تذبب الأسعار في حالة تطبيق نموذج عملية براون الهندسيّة لمحاكاة أسعار البترول.

يقدّم النّموذج الاحتمالي صورة أحسن للتّوزيع الاحتمالي للمحفظة المثلى، واحتمالية حدوث كل سيناريو مقارنة بالنموذج الحتمي الذي يقدم المحفظة المثلى لسيناريو واحد آلى وهو المتوسّط، كما أنّ استخدام تحسين المحفظة أضاف قيمة للتّوزيع الاحتمالي للمحفظة مقارنة بالمحفظة الموزعة عشوائيا، حيث يتمّ في التحسين العشوائي تحسين كل سيناريو على حدة.

يقدّم التّحسين العشوائي التّوزيع الاحتمالي للأوزان بدلا من تقديم أوزان حتمية، يمكن أن يكون بعيدا كل البّعد عن المسار الحقيقي، ما يجعل من الصّورة الكليّة لقرارات الاستثمار والتّوزيع الاستثمارات على المشاريع قاصرا نوعا ما وغير مكتمل؛ لأنّه كان قائما على مسار واحد عكس اعتماد التّحسين العشوائي والّذي يقدّم صورة أوضح نسبيا من التّحسين الحتمي للمحفظة الاستثماريّة.

يقدّم كلّ من الخيارات الحقيقيّة وتحسين المحفظة صورة واضحة لتأثّر كل من قيمة المشروع الاقتصاديّة والمخاطر الملحقة بكلّ مشروع، وهو ما يوفّر لصنّاع القرار خارطة واضحة لمواجهة التّغيرات الممكنة والّتي تؤثّر على المشروع، كما ييسّر للإدارة تسيير الأزمات من جهة والاستفادة من الجانب الإيجابي لعدم اليقين.

يمكن للمنهج الاحتمالي دراسة وتحديد التّوزيع الاحتمالي لبعض المسارات الممكنة في نظر صنّاع القرار، ما يساهم في توضيح السّواد المحيط بالمشاريع مقارنة بالمنهج الحتمي، ولكن يبقى المنهج الاحتمالي صحيحا نسبيّا؛ لأنّه اعتمد على افتراضات مسبقة في تحديد نموذج أو توزيع احتمالي لكلّ متغيّر، وعليه تبقى هذه الافتراضات نسبيّة وغير ملامسة للواقع؛ أي يمكن لمتغيّر واحد أن يأخذ منحى آخر غير متضمّن في الافتراضات؛ ما يجعل من المخرجات غير الّتي توقعّها صنّاع القرار اعتمادا على

الافتراضات السّبقية او الأوليّة، كما أنّه في حالة تغيير نموذج أحد المتغيّرات تتغيّر كلّ النتائج ما يجعل أيضا من النموذج الاحتمالي نموذجا حتميّا (نسبيّا) مقارنة مع الكمّ الهائل من السيناريوهات المتاحة والممكنة أمام صناع القرار، ومن أهمّ الأمثلة على ذلك، اعتماد أغلب الدّراسات السابقة في نمذجة (التّوليد العشوائي للمتغيّر) أسعار البترول والأسعار في العموم على التوزيع اللّوغارتم الطبيعي (Log-Normal Distribution) ويرجعُ ذلك كونه لا يولّد قيما سالبة؛ حيث لا توجد أسعار سالبة في نظر صنّاع القرار، ولكنّ ظهور أسعار سالبة في سوق الطّاقة يؤدّي بنا حتما إلى إعادة التّخمين مجددا في نموذج لتوليد أسعار البترول الذي يمكنه توليد أسعار سالبة ولكن معقولة الاحتماليّة، كما توجد بعض النماذج (Mean reverting Process)، حيثُ يعتمد النّموذج السّالف الذّكر على آليّات العرض والطّلب، حيثُ أعتقد أنّه أقرب في تجسيد الواقع من النّماذج التي تولد حصرا قيما سالبة.

- التّوصيات :

اعتماد النّماذج الاحتماليّة في تقييم المشاريع الاستثماريّة لنشاطات استكشاف وإنتاج البترول كنماذج بديلة للنّماذج الحتميّة.

استخدام الخيارات الحقيقيّة كأداة مكمّلة للطّرائق التّقليديّة في تقييم المشاريع الاستثماريّة التّي تتميّز بوجود حلقة بحث واستكشاف في سلسلة نشاطاتها الاستثماريّة مع دراسة أكبر عدد من الخيارات المتاحة تقنيّا، اقتصاديّا وتشريعيّا.

تقليل الاعتماد على الدّراسات الأجنبيّة المقدّمة من طرف شركات استشارة ومراكز بحث المختصّة في تقييم المشاريع الاستثماريّة.

تطوير الخيارات الحقيقيّة والنّماذج الاحتماليّة وقولبتها على المشاريع الاستثماريّة، مع الأخذ بعين الاعتبار طبيعة الصّناعة في النمذجة مع التّركيز أيضا على تحضير كفاءات وكوادر علميّة في المجال.

التّقليل من التّطبيق المباشر للنّماذج المستوردة دون التّدقيق في الاختلاف الجوهري في البنى الأساسيّة للصّناعات والسّياق العام الاقتصادي والسّياسي للبلاد، وعليه محاولة بناء نماذج مستمدّة من الواقع وطبيعة البيئة الاقتصاديّة والفكريّة للبلاد ما يقدّم حلولا حقيقيّة تتناسب والسّياق العام.

التّوجه نحو اعتماد تحسين المحفظة في الحالات الّتي تستوجب اختيار مجموعة من المشاريع من بين مجموعة أكبر من المشاريع الاستثماريّة تحت وطأة العديد من العوائق والقيود.

اعتماد المنهج التّصادفي بدلا من المنهج الحتمي في تحسين المحفظة؛ وذلك لتحديد التوزيع الاحتمالي للمحفظة المثلى ما يوضّح نسبيّا معالم صناعة القرار في اختيار مجموعة مشاريع آخذين بعين الإعتبار السيناريوهات الممكنة في نظرة صنّاع القرار.

قائمة المراجع

Aba Oud, M. A., & Goard, J. J. A. m. f. (2015). Stochastic models for oil prices and the pricing of futures on oil. *22*(2), 189-206 .

Abdel-Aal, H. K., & Alsahlawi, M. A. (2013). *Petroleum economics and engineering*: CRC Press.

Adner, R., & Levinthal, D. A .J. A. o. m. r. (2004). What is not a real option: Considering boundaries for the application of real options to business strategy. *29*(1), 74-85 .

Aibassov, G. (2010). *Optimization of a petroleum producing assets portfolio: development of an advanced computer model.* Texas A & M University ,

Amram, M., & Kulatilaka, N. J. O. C. (1998). Real options:: Managing strategic investment in an uncertain world .

Anand, J., Oriani, R., & Vassolo, R. S. J. A. i. S. M. (2007). Managing a portfolio of real options. *24* .303-275 ,

Aristeguieta, O., Bratvold, R., Begg, S., & Medaglia, A. (2008). *Multi-objective Portfolio Optimisation of Upstream petroleum projects.* (PhD), University of Adelaide, Australia School of Petroleum .

Arrow, K. J. (1971). *Essays in the Theory of Risk-bearing*: North-Holland.

Augier, M., & Teece, D. J. (2018). *The Palgrave Encyclopedia of Strategic Management*: Palgrave Macmillan.

Aziz, P. A., Ariadji, T., Fitra, U. R., & Grion, N. J. I. J. o. A. E. R. (2017). The implementation of real options theory for economic evaluation in oil and gas field project: Case studies in Indonesia. *12*(24), 15759-15771 .

Bagambe, H. J. r. n. M. T. (2003). A Financial Perspective of Purchasing Decisions .(2002) .

Bailey, W., Couët, B., Bhandari, A., Faiz, S., Srinivasan, S., & Weeds, H. J. O. R. (2003). Unlocking the value of real options. *15*(4), 4-19 .

Bailey, W., Couët, B., Lamb, F., Simpson, G., & Rose, P. J. O. R. (2000). Taking a calculated risk. *12*(3), 20-35 .

Ball, B. C., & Savage, S. L. J. a. f. d. f. h. w. s .e. s. o. h. w. z. n. b. (1999). Notes on exploration and production portfolio optimization .

Belaid, F. (2011). Decision-making process for project portfolio management. *6*(1-2), 160-181 .

Bengtsson, J. (2001). Manufacturing flexibility and real options: A review. *International Journal of Production Economics, 74*(1-3), 213-224 .

Bjørstad, H., Hefting, T., & Stensland, G. (1989). A model for exploration decisions. *Energy economics, 11*(3), 189-200 .

Black, F., & Scholes, M. J. J. o. p. e. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *81*(3), 637-654 .

Bodawala, J. (2017). *Use of Probability Management in E&P Portfolio Analysis.* University of Stavanger, Norway ,

Botín, J., Del Castillo, M., Guzmán, R., & Smith, M. (2012). *Real options: a tool for managing technical risk in a mine plan.* Paper presented at the SME Annual Meeting No. Preprint.

Brennan, M. J., & Schwartz, E. S. (1985). A new approach to evaluating natural resource investments .

Brennan, M. J., & Schwartz, E. S. J. J. o. b. (1985). Evaluating natural resource investments. 135-157 .

Bret-Rouzaut, N., & Favennec, J.-P. (2011). *Oil and gas exploration and production: Reserves, costs, contracts*: Editions Technip.

Breton, M. (1994). *TECHNIQUES D'ANALYSE DE RISQUE EN EXPLORATION-PRODUCTION.* Paper presented at the Industrie pétrolière: outils d'aide à la décision et études de cas: actes du colloque international tenu à Douala, Cameroun, 28, 29 et 30 avril 1993.

Bulai, V.-C., & Horobeț, A. (2018). *A portfolio optimization model for a large number of hydrocarbon exploration projects.* Paper presented at the Proceedings of the International Conference on Business Excellence.

Campbell, J. M., Bratvold, R. B., & Begg, S. H. (2003). *Portfolio Optimization: Living Up to Expectations?* Paper presented at the SPE Hydrocarbon Economics and Evaluation Symposium.

Chunhachinda, P., Dandapani, K., Hamid, S., & Prakash, A. (1997). Portfolio selection and skewness: Evidence from international stock markets. *Journal of Banking and Finance, 21*(2), 143-167 .

Costa Lima, G., Suslick, S. B., Schiozer, R. F., & Repsold, H. (2008). How to select the best portfolio of oil and gas projects. *47* .(05)

Cox, J. C., Ross, S. A., & Rubinstein, M. J. J. o. f. E. (1979). Option pricing: A simplified approach. *7*(3), 229-263 .

Dastgir, M. (2012). New Capital Budgeting Theory: As a New Management Information System Tool. *International Journal of Information Science Management Science, 3*(2), 71-79 .

Davis, G. A. (1998). Estimating volatility and dividend yield when valuing real options to invest or abandon. *The Quarterly Review of Economics and Finance, 38*(3), 725-754 .

Davis, G. A. (2002). The impact of volatility on firms holding growth options. *The Engineering Economist, 47*(2), 213-231 .

De Neufville, R. (2002). Class notes for engineering systems analysis for design. In: MIT.

Dias, M. A. G. (2004). Valuation of exploration and production assets: an overview of real options models. *Journal of petroleum science and engineering, 44*(1-2), 93-114 .

Dias, M. A. G. (2005). *Opções reais híbridas com aplicações em petróleo.* (Ph.D), Rio de Janeiro: PUC ,

Dixit, A. K., & Pindyck, R. S. (1994). *Investment under uncertainty*: Princeton university press.

Downey, M. P. (2009). *Oil 101*: Wooden Table Press.

Downey, M. W. (2004). Oil and Natural Gas Exploration .

EY, J. (2019). Global oil and gas tax guide 2019 .

Fabozzi, F. J., Kolm, P. N., Pachamanova, D. A., & Focardi, S. M. (2007). *Robust portfolio optimization and management*: John Wiley & Sons.

Fanchi, J. R. (2004). *Energy technology and directions for the future*: Academic Press.

Fischhoff, B. (1985). Managing risk perceptions. *Issues in science technology, 2*(1), 83-96 .

Fisher, I. (1930). *Theory of interest: as determined by impatience to spend income and opportunity to invest it*: Augustusm Kelly Publishers, Clifton.

Fonseca, M. N., de Oliveira Pamplona, E., de Mello Valerio, V. E., Aquila, G., Rocha, L. C. S., & Junior, P. R. (2017). Oil price volatility: A real option valuation approach in an African oil field. *Journal of petroleum science engineering, 150*, 297-304 .

Fraser, A., Allen, F. H., & Seba, R. D. (1993). *Economics of worldwide petroleum production*: Oil & Gas Consultants International, Incorporated.

Gaci, S. (2004). *Optimisation d'un portefeuille de projets d'investissements exploration production pétrolières.* (Mémoire du Diplôme Magistral en Economies pétrolière et Management stratégique), Institue Algérien du pétrole

Boumerdes .

Garvin, D. A., & Hayes, R. H. (1982). Managing as if tomorrow mattered .

Gebelein, C. A., Pearson ,C. E., & Silbergh, M. J. J. o. P. T. (1978). Assessing political risk of oil investment ventures. *30*(05), 725-730 .
Groeneveld, B., & Topal, E. (2011). Flexible open-pit mine design under uncertainty. *Journal of Mining Science, 47*(2), 212-226 .
Gupta, P ,.Mehlawat, M. K., Inuiguchi, M., Chandra, S. J. S. i. f., & computing, s. (2014). Fuzzy portfolio optimization. *316* .
Harbaugh, J. W., Davis, J. C., & Wendebourg, J. (1995). *Computing risk for oil prospects: principles and programs*: Elsevier.
He, Y. J. H ,.China. (2007). Real options in the energy markets .
Hillier, D., Grinblatt, M., & Titman, S. (2011). *Financial markets and corporate strategy*.
Holmes, P. (1998). *Investment appraisal*: International Thomson Business Press.
Hommel, U., Scholich, M., & Vollrath, R. (2013). *Realoptionen in der Unternehmenspraxis: Wert schaffen durch Flexibilität*: Springer-Verlag.
Huang, S. (2019). An Improved Portfolio Optimization Model for Oil and Gas Investment Selection Considering Investment Period. *7*(1), 121-129 .
Jahn, F., Cook, M., & Graham, M. (2008). *Hydrocarbon exploration and production*: Elsevier.
Jain, S., Roelofs, F., & Oosterlee, C. W. J. E. e. (2014). Decision-support tool for assessing future nuclear reactor generation portfolios. *44*, 99-112 .
Jarrow, R. A & ,.Rudd, A. T. (1983). *Option pricing*: Richard d Irwin.
Johns, R. T. (2004). Oil Recovery. In C. J. Cleveland (Ed.), *Encyclopedia of Energy* (pp. 701-713). New York: Elsevier.
Johnston, D. (1994). *International petroleum fiscal systems and production sharing contracts*: PennWell Books.
Kallberg, J. G., & Ziemba, W. T. (1983). Comparison of Alternative Utility Functions in Portfolio Selection Problems. *Management Science, 29*(11), 1257-1276 .
Kariya, T., & Liu, R. Y. (2003). Options, Futures and Other Derivatives. In *Asset Pricing* (pp. 9-26): Springer.
Kester, W. C. (1984). Today's options for tomorrow's growth .
Kester, W. C. (1986). An options approach to corporate finance .
Kienzle, F., & Andersson, G. (2009). *Valuing investments in multi-energy generation plants under uncertainty: A real options analysis.* Paper presented at the IAEE European Conference.
Kodukula, P., & Papudesu, C. (2006). *Project valuation using real options: a practitioner's guide*: J. Ross Publishing.
Kogut, B., & Kulatilaka, N. J. O .S. (2001). Capabilities as real options. *12*(6), 744-758 .
Konno, H., & Yamazaki, H. J. M. s. (1991). Mean-absolute deviation portfolio optimization model and its applications to Tokyo stock market. *37*(5), 519-531 .
Lathrop, J. W., & Watson, S. R. J. J. o .t. O. R. S. (1982). Decision analysis for the evaluation of risk in nuclear waste management. *33*(5), 407-418 .
Lerche, I. (1996). Risk and uncertainty in petroleum exploration. *Energy Exploration*

Exploitation, 14(6), 503-505 .
Lerche, I. (2012). *Oil exploration: Basin analysis and economics*: Academic Press.
Lerche, I., & MacKay, J. A. (1999). *Economic risk in hydrocarbon exploration*: Elsevier.
Lima, G. A. C., & Suslick, S. B. (2006). Journal of petroleum science

engineering. *Journal of petroleum science engineering, 54*(3-4), 129-139 .
Lin, Z., & Ji, J. (2007). *The portfolio selection model of Oil/Gas projects based on real option theory.* Paper presented at the International Conference on Computational Science.

Luehrman, T. A. (1998). *Investment opportunities as real options: Getting started on the numbers*: Harvard Business Review Boston.
Lund, M. W. (2000). Valuing flexibility in offshore petroleum projects. *Annals of Operations Research, 99*(1-4), 325-349 .
Lyons, W. C., & Plisga, G. J. (2011). *Standard handbook of petroleum and natural gas engineering*: Elsevier.
Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *7*(1), 77-91 .
Markowitz, H. (1955). *The optimization of a quadratic function subject to linear constraints*. Retrieved from
Markowitz, H. (1959). *Portfolio Selection*

Efficient Diversification of Investments: Yale University Press.
Markowitz, H., Todd, P., Xu, G., & Yamane, Y. (1993). Computation of mean-semivariance efficient sets by the Critical Line Algorithm. *Annals of Operations Research, 45*(1), 307 .317-doi:10.1007/BF02282055
Masseron, J., & Chapelle, J. (1982). L'economie des hydrocarbures .
McCray, A. W. (1975). *Petroleum evaluations and economic decisions*: Prentice Hall.
McDonald, R., & Siegel, D. J. T. q. j. o. e. (1986). The value of waiting to invest. *101*(4), 707-727 .
Merton, R. C. (1973). Theory of rational option pricing. *The Bell Journal of economics management science*, 141-183 .
Mun, J. (2002). *Real options analysis: Tools and techniques for valuing strategic investments and decisions* (Vol. 137): John Wiley & Sons.
Mun, J. (2006). *Real options analysistools and techniques for valuing strategic investments and decisions* (0471747483). Retrieved from
Murtha, J. A. (2000). *Decisions involving uncertainty: an@ RISK tutorial for the petroleum industry*: na.
Myers, S. C. (1977). Determinants of corporate borrowing. *Journal of financial economics, 5*(2), 147-175 .
Myers, S. C. J. I. (1984). Finance theory and financial strategy. *14*(1), 126-137 .
Ohama, D. (2008). *Using design flexibility and real options to reduce risk in Private Finance Initiatives: the case of Japan.* Massachusetts Institute of Technology ,
Orman, M., & Duggan. (1999). Applying modern portfolio theory to upstream investment decision making. *51*(03), 50-53 .
Paddock, J. L., Siegel ,D. R., & Smith, J. L. (1988). Option valuation of claims on real assets: The case of offshore petroleum leases. *The Quarterly Journal of Economics, 103*(3), 479-508 .
Pelet, M. (2003). *Real options in petroleum: geometric Brownian motion and mean-reversion with jumps.* University of Oxford ,
Pickles, E., & Smith, J. L. (1993). Petroleum property valuation: A binomial lattice implementation of option pricing theory. *The Energy Journal, 14* .(2)
Pindyck, R. S. (1988). Capital risk and models of investment behaviour. In *Economic modelling in the OECD countries* (pp. 103-117): Springer.
Poitras, G. (2006). *Pioneers of Financial Economics: Volume 1*: Edward Elgar Publishing.
Pratt, J. W. (1964). Risk Aversion in the Small and in the Large. *Econometrica, 32*-122 ,(2/1) .136doi:10.2307/1913738
Qian, E. E. (2018). *Portfolio Rebalancing*: Chapman and Hall/CRC.
Ragozzino, R., Reuer, J. J., & Trigeorgis, L. J. A. o. M. P. (2016). Real options in strategy and finance: Current gaps and future linkages. *30*(4), 428-440 .
Rogers, J. (2009). *Strategy, value and risk: the real options approach*: Springer.

Rózsa, A. J. A. o. t. A. o. O., Economic Science Series. (2016). Development of real option theory in the last 20 years. *25*(1), 698-709 .
Rychlik, I., & Rydén, J. (2006). *Probability and risk analysis*: Springer.
Savolainen, J. (2016). Real options in metal mining project valuation: Review of literature. *Resources Policy, 50*, 49-65 .
Schulmerich, M. (2010). *Real options valuation: the importance of interest rate modelling in theory and practice*: Springer Science & Business Media.
Shapiro, A., Dentcheva, D., & Ruszczyński, A. (2014). *Lectures on stochastic programming: modeling and theory*: SIAM.
Smith, J. E., & McCardle, K. F. J. O. R. (1998). Valuing oil properties: integrating option pricing and decision analysis approaches. *46*(2), 198-217 .
Suslick, S. B., Schiozer, D., & Rodriguez, M. R. J. T. (2009). Uncertainty and risk analysis in petroleum exploration and production. *6*(1), 2009 .
Suslick, S. B., Schiozer, D. J. J. J. o. P .S., & Engineering. (2004). Risk analysis applied to petroleum exploration and production: an overview. *44*(1-2), 1-9 .
Szilágyi, I., Sebestyén, Z., & Tóth, T. (2020). Project Ranking in Petroleum Exploration. *65*(1), 66-87 .
Tavana, M., Shiraz, R. K., & Di Caprio, D. (2019). A chance-constrained portfolio selection model with random-rough variables. *31*(2), 931-945 .
Thomas, S. (2008). Enhanced oil recovery-an overview. *Oil Gas Science Technology-Revue de l'IFP, 63*(1), 9-19 .
Tian, Y. J. J. o. F. M .(1993) .A modified lattice approach to option pricing. *13*(5), 563-577 .
Tong, T. W., & Reuer, J. J. J. A. i. s. m. (2007). Real options in strategic management. *24*(1), 3-28 .
Trigeorgis, L. (1986). *Valuing real investment opportunities: An options approach to strategic capital budgeting.* (Doctoral dissertation), Harvard University ,
Trigeorgis, L. (1993a). The nature of option interactions and the valuation of investments with multiple real options. *Journal of Financial quantitative Analysis, 28*(1), 1-20 .
Trigeorgis, L. (1993b). Real options and interactions with financial flexibility. *Financial management*, 202-224 .
Trigeorgis, L. (1996). *Real options: Managerial flexibility and strategy in resource allocation*: MIT press.
Trigeorgis, L. (2001). Valuing real investment opportunities: An options approach to strategic capital budgeting .
Trigeorgis, L. (2002). *Real options and investment under uncertainty: What do we know?* Retrieved from
Trigeorgis, L., & Reuer, J. J. (2017). Real options theory in strategic management. *Advances in strategic management, 38*(1), 42-63 .
Trigeorgis, L., & Tsekrekos, A. E. (2018). Real options in operations research: A review. *European Journal of Operational Research, 270*(1), 1-24 .
van Aarle, R. J. F. E. a. (2013). A Real-Options approach to company valuation .
Vassolo, R. S., Anand, J., & Folta, T. B. J. S. M. J. (2004). Non-additivity in portfolios of exploration activities: A real options-based analysis of equity alliances in biotechnology. *25*(11), 1045-1061 .
Von Neumann, J & ,.Morgenstern, O. (1947). Theory of games and economic behavior, 2nd rev .
Walls, M. R. (2004). Combining decision analysis and portfolio management to improve project selection in the exploration and production firm. *44*(1-2), 55-65 .
Wang, T., & De Neufville, R. (2005). *Real options "in" projects.* Paper presented at the real options conference, Paris, France.

Williamson, J. (2006). The Real Option Approach applied on Foreign Direct Investment Scenarios .

Wright, C. J. (2017). *Fundamentals of oil & gas accounting*: PennWell books.

Wright, C. J., & Gallun, R. A. (2005). *International petroleum accounting*: PennWell Books.

Xue, Q., Wang, Z., Liu, S., & Zhao, D. (2014). An improved portfolio optimization model for oil and gas investment selection. *11*(1), 181-1 .88

Yates, J. F., & Stone, E. R. (1992). The risk construct .

Zhang, P. G. (1997). *Exotic options: a guide to second generation options*: World Scientific.

الجميل, أ. د. س. ك. (2017). المدخل إلى الأسواق المالية: دار الأكاديميون للنشر والتوزيع.

السراي, ج. م. ك. (2006). تحليل قرارات الموازنة الرأسمالية في ظل اللاتأكد باطار الادارة المالية الدولية

وفق مدخل نظرية الخيارات الحقيقية"دراسة تطبيقية في الصناعه النفطية". (رسالة ماجستير), جامعة بغداد كلية الإدرة والإقتصاد,

العبادي, ع. ا. خ. ح. م. (2012). استخدام نظرية الخيارات الحقيقية فى تقييم المشروعات الاستثمارية–دراسة تطبيقية في الصناعة النفطية العراقية–. (أطروحة دكتوراه), جامعة الموصل كلية الإدارة والإقتصاد,

العبادي, ع. ا. خ. ح. م. (2016). استخدام نظرية الخيارات الحقيقية فى تقييم المشروعات الاستثمارية (دراسة تطبيقية): المنظمة العربية للتنمية الادارية.

الكعبي, ج. ك. ل. (2017). المدخل الاستراتيجي في إدارة صناعة النفط: دار الكتاب الجامعي للطباعة والنشر والتوزيع.

زريدة, م. ع. أ. (1985). محاسبة النفط : أصولها العلمية وتطبيقها (الطبعة الاولى ed.). بيروت: معهد الإنماء العربي.

كامل, آ. ش. د. (2019). الإستثمار و التحليل الإستثماري: جامعة الزيتونة الأردنية، كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية.

الملاحق