وزارة التعليم العالي
جامعة الملك سعود
عمادة البحث العلمي

مركز بحوث كلية العلوم الإدارية

١٩

كيفية استخدام شجرة القرار في صنع وتحليل القرار مع تطبيقات على برنامج Supertree

إعداد

د. أحمد مداوس اليامي
أستاذ مساعد
قسم الإدارة العامة – كلية العلوم الإدارية
جامعة الملك سعود

بسم الله الرحمن الرحيم

المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم العالي
جامعة الملك سعود
عمادة البحث العلمي
مركز البحوث بكلية العلوم الإدارية

كيفية استخدام شجرة القرار في صنع وتحليل القرارات مع تطبيقات على برنامج Supertree

تأليف

الدكتور/ أحمد مداوس اليامي
أستاذ مساعد
قسم الإدارة العامة - كلية العلوم الإدارية
جامعة الملك سعود

١٤٢٦هـ — ٢٠٠٥م

(ح) جامعة الملك سعود، ١٤٢٦هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

اليامي، أحمد مدواس

كيفية استخدام شجرة القرار في صنع وتحليل القرارات.../ أحمد مدواس اليامي. – الرياض، ١٤٢٦هـ

ص، ١٧ × ٢٤ سم

ردمك: ٤-٨١٤-٣٧-٩٩٦٠

١- الإدارة العامة - اتخاذ القرارات أ. العنوان

ديوي ٣٥٠,٠٠٧٢٥ ١٤٢٦/٧١٤

رقم الإيداع: ١٤٢٦/٧١٤

ردمك: ٤-٨١٤-٣٧-٩٩٦٠

النشر العلمي والمطابع ١٤٢٦هـ

المحتويات

الصفحة

المقدمة	٤
أهداف الدراسة	٦
أنواع المشاكل التي تواجه صانع القرار.....	٧
شجرة القرار.....	٩
كيفية رسم شجرة قرار: أمثلة توضيحية.....	١٠
تحليل القرار: الطي إلى الخلف والوصول إلى البديل المفضل	٣١
تضمين الاتجاه نحو المخاطرة في تحليل القرارات	٤٧
مثال تطبيقي على تضمين الاتجاه نحو المخاطرة في تحليل القرار	٥٠
طريقة عامة لتحديد الاتجاه نحو المخاطرة: استخدام منحنيات التفضيل	٥٢
كيفية إحراز منحنى التفضيل.....	٥٦

استخدام مؤشرات التفضيل في تحليل القرار ٦٢
مقارنة بين نتائج التحليل حسب القيمة المالية المتوقعة وحسب
نظرية التفضيل ٦٦
تحليل الحساسية ٦٧
مزايا ومحددات تقنية شجرة القرارات ٧٣
خاتمة ٧٤
المراجع ٧٧
أولاً: المراجع العربية ٧٧
ثانياً: المراجع الإنجليزية ٧٨

ملخص البحث

لقد ألقينا الضوء على إحدى التقنيات الناجعة في عملية صنع القرار واتخـــاذه
ت حالة المخاطرة ألا وهي شجرة القرار. فباستخدام عدة أمثلـــة توضـــيحية تم
رح كيفية رسم شجرة القرار وما هي الاشتراطات الضرورية لرسم شجرة قـــرار
يدة ومساعدة. كما أوضح هذا البحث كيفية طي الشجرة إلى الخلف والوصول
الخيار الأفضل وذلك باستخدام قاعدة القرار المعروفة باسم القيمة المالية المتوقعة.
سبب أهمية اتجاه صانع القرار نحو المخاطرة في التأثير على النتيجة النهائية للقرار،
د تم إعطاء فكرة مختصرة عن نظرية التفضيل كأسلوب ناجع لتضمين اتجاه صانع
رار نحو المخاطرة في تحليل القرار قيد الدراسة. وأخيراً تطرق هذا البحث إلى دور
همية تحليل الحساسية في اختبار الافتراضات والتقديرات المضمنة في تحليل القرار،
أحد المزايا العديدة لاستخدام شجرة القرار في صنع واتخاذ القـــرارات ســـواءً في
طاع الخاص أو العام.

مقدمة

تعتبر عملية صنع القرار وإتخاذه من الأنشطة التي تتخلل الحياة اليومية للافراد، والجماعات، والمنظمات، وبالتالي فإنها عملية حيوية سواءً على مستوى الفرد، والجماعة الصغيرة والمنظمات الكبيرة. فعلى مستوى الفرد، نجد أن الشخص يتخذ قرارات مختلفة، مثل في أي مطعم يأكل، وأي نوع من السيارات يشتري، وأي بنك يضع فيه مدخراته لاستثمارها، وذلك لكي يشبع حاجاته وطموحاته الآنية والمستقبلية. كذلك الجماعة الصغيرة، مثلاً مجموعة من الطلاب، تتخذ قرارات، مثل قرار إختيار أحدهم كقائد للمجموعة، والتي تهدف من خلالها الى إشباع الحاجات والطموحات الآنية والمستقبلية لأفرادها. أما على مستوى المنظمات، فإن عشرات بل مئات القرارات تتخذ يومياً سواءً كانت قرارات مالية، مثل إرساء مشروع على مؤسسة ما، او قرارات إدارية كترقية موظف او نقله الى وظيفة اخرى.

وفيما يخص عملية صنع القرار على مستوى المنظمات، يرى (هربرت سايمون H. Simon, 1960) بأن عملية صنع القرار هي عملية مرادفة للعملية الادارية ككل. هذا يعني، أننا نجد عملية صنع القرار وإتخاذه في جميع الوظائف الادارية من تخطيط وتنظيم ورقابة .. والى اخره. اما بالنسبة للقرار نفسه فقد عرفّه العديد من كتّاب الادارة، فمثلاً نجد (آيموري و نيلاند Emory & Niland, 1968:12) يعرفان القرار بأنه "... نقطة الاختيار والالتزام ... إن صانع القرار يختار الغاية المفضلة، او العمل الاعظم معقولية، او أفضل بديل ممكن". اما (هريسون Harrison, 1981:3) فيعرفّ القرار بأنه "لحظة ما، في عملية مستمرة من تقييم بدائل للوفاء بهدف ما، تفرض

ندها التوقعات عن بديل ما على صانع القرار أن يختار ذلك البديل الاكثر حتماليةً أن يحقق الهدف".

وقد فرق عدد من الباحثين بين عملية صنع القرار وبين إتخاذ القرار كخطوة ن خطوات عملية صنع القرار (جواد، الذهبي و عوده، ١٩٨٩؛ Harrison, 1981). د إقترح (جواد وزملاؤه، ١٩٨٩) بأن صنع القرار هي عملية مستمرة تبدأ لوعي بوجود مشكلة وتنتهي بتنفيذ القرار ومتابعته، وأن إتخاذ القرار ما هو إلا خطوة في هذه العملية تتمثل في إختيار البديل المناسب من بين البدائل المحددة. اما Harrison, 1981:24) فيقترح بأن صنع القرار كعملية تمر بست خطوات رئيسية ي: ١) تحديد الاهداف الادارية، (٢) البحث عن بدائل، (٣) مقارنة وتقييم بدائل، (٤) عمل الاختيار، (٥) تنفيذ القرار و (٦) المتابعة والرقابة. ويتضح من ذه الخطوات بأن إتخاذ القرار يتم في الخطوة الرابعة من عملية صنع القرار. وفي ذا السياق كتب (Harrison, 1981:39-40) بأن "عمل الاختيار، في أحد معانيه، هو طة الذروة في عملية صنع القرار. برغم ذلك، هذه النقطة ما هي الا جزء من عملية، وليست، كما يفترض البعض، هي كامل العملية". اما (Gregory, McDaniels &Fields, 2001:42) فيرون أن عملية صنع القرار المؤطرة بشكل جيد كون من العناصر التالية: (١) تحديد مشكلة القرار قيد الدراسة؛ (٢) تحديد لاهداف العملية وذلك بتوضيح ما يُراد تحقيقه من هذا القرار؛ (٣) تحديد مجموعة ن البدائل الثرية؛ (٤) وصف الآثار بلغة كيف يستطيع كل بديل أن يفي لاهداف العملية؛ (٥) التركيز على المقايضات الصعبة الموجودة عبر الاهداف عملية؛ (٦) تحديد كيف تؤثر حالة عدم التأكد على القرار؛ (٧) الانتباه الحاد الى

الشُرك الادراكية والعاطفية التي قد ربما تجعل الخيارات متحيزة بغير قصـــد؛ و (٨) التحقق من كيف يمكن لنتيجة هذا القرار أن تؤثر على القرارات المستقبلية.

ونلاحظ من تصنيفات هولاء الباحثين وغيرهم أن هناك تـــداخل كـــبير في نظرهم الى عملية صنع القرار وذلك من خلال وجود خطوات مشتركة بين هولاء الباحثين. ولكن نلاحظ أن العناصر التي حددها (Gregory, et al., 2001) هي أكثـــر شمولاً وتفصيلاً لعملية صنع القرار حيث أنها مبنية على عقود من البحث والممارسة في عملية تحليل القرارات. وبشكل عام، رغم تباين الباحثون في تعـــداد خطـــوات عملية صنع القرار، الا أن تلك الخطوات تعرف بينهم بالاسلوب العلمـــي لصـــنع وإتخاذ القرار

أهداف الدراسة

إن الهدف الاساسي من إتباع الاسلوب العلمي في صنع القرار وإتخـــاذه هـــو محاولة الوصول الى أفضل بديل ممكن في إطار المعلومات المتوفرة لدى صانع ومتخذ القرار سواءً كان فرداً او مجموعة من الافراد. من هذا المنطلق يهدف هذا البحـــث الى وصف وشرح إحدى الاساليب/التقنيات المتعارف عليها لتحسين عملية صـــنع القرار وبالذات خطوة إتخاذ القرار. وهذه التقنية هي شجرة القرار والتي تعرف بأنها وسيلة فعالة من وسائل تحليل القرار decision analysis (Raiffa, 1970; Winterfeldt & Edwards, 1992). ففي شرحنا لهذه التقنية سوف نعطي أمثلة على كيفيـــة تطبيـــق شجرة القرار للوصول الى البديل الافضل في ضوء المعلومات المتوفرة لدى صـــانع ومتخذ القرار.

أنواع المشاكل التي تواجه صانع القرار

قبل البدء في وصف وشرح تقنية شجرة القرار لابد من الاشارة الى أنواع مشاكل القرار التي تواجه صانع القرار، حيث أن هذا مهم لتبيان متى من الممكن استخدام شجرة القرار للوصول الى أفضل البدائل المتاحة. لقد صنّف معظم كتّاب الادارة مشاكل القرار التي تواجه أي صانع قرار الى ثلاثة أنواع رئيسية هي: (١) قرارات تحت حالة التأكد، (٢) قرارات تحت حالة المخاطرة و (٣) قرارات تحت حالة عدم التأكد (أنظر مثلاً، الشواف، ١٩٩٠؛ عليان، ١٩٨٢؛ مشرقي، ١٩٩١؛ Gould, Eppen and Schmidt, 1991; Nutt, 1989). وهذا التصنيف مبني على مدى معرفة صانع القرار عن حالات الطبيعة/القدر[1] التي يواجهها خلال صنع إتخاذ القرار. هذا يعني أن صانع القرار تحت حالة التأكد يعرف بالضبط ما هي حالة الطبيعة/القدر التي سوف تواجهه وتقل هذه المعرفة كلما إنتقلنا من حالة تأكد الى حالة المخاطرة ومن ثم الى حالة عدم التأكد (أنظر مثلاً، فريحات و نواد، ١٩٩٨؛ McKenna, 1980; Nutt, 1989).

ففي حالة التأكد يعرف صانع القرار حالة الطبيعة/القدر التي سوف تواجهه، هذا يعني أنه متأكداً ١٠٠% أن هذه الحالة سوف تظهر وبالتالي عليه أن يتخذ القرار الذي يقلل تكاليفه اذا كان المردود في شكل تكاليف او القرار الذي يعظم عوائده اذا كان المردود في شكل عوائد. كمثال، إفترض أن شخص ما عليه أن يقرر ما اذا يأخذ مظلة لتحميه من المطر وهو يعرف بأنه من المؤكد أن السماء سوف تمطر عندما يغادر العمل بعد الظهيرة، ويعرف أنه اذا ابتلت ملابسه فإن

---

[1] يقترح الألوسي (٢٠٠٣) على المسلمين استخدام مصطلح "حالة القدر" بدلاً عن "حالة الطبيعة " التي يستخدمها الغربيون وهذا اقتراح جيد.

تنظيفها يتطلب مبلغ ١٠ ريال. في هذه الحالة القرار الافضل هو حمل المظلة وذلك لتحاشي تكاليف تنظيف الملابس (Gould, et al., 1991).

وعندما تقل درجة التأكد فإن مشكلة القرار تصبح مشكلة تحت حالة المخـــاطرة. يتفق باحثي صنع القرارات بأن القرار تحت حالة المخاطرة يتضمن مشـــكلة قـــرار والتي تحتوي على أكثر من حالة طبيعة/قدر واحدة، ونفترض بأن صـــانع القـــرار يستطيع أن يضع تقدير لاحتمال ظهور كل واحدة من حالات الطبيعة/القـــدر في مشكلة القرار تحت الدراسة[٢] (أنظر مثلاً، السامرائي، ١٩٩٧؛ Gould, et al., 1991; Hammond, 1975).

وفي حالة عدم التأكد هناك ايضاً أكثر من حالة طبيعة/قدر واحـــدة، ولكـــن صانع القرار في هذه الحالة غير مستعد على أن يضع تقدير مدى إحتمال ظهور كل حالة من حالات الطبيعة/القدر في مشكلة القرار تحت الدراسة (Gould, et al., 1992; Nutt, 1989). وللتعامل مع هذه الحالة من مشاكل القرار، قام عدد من باحثي صنع القرارات بوضع نماذج تحليلية، مثل نموذج "لابلاس"، لكيفية الوصول الى قرار بناءً على إفتراضات معينة (أنظر مثلاً، السيد، ١٩٩٩؛ الشواف، ١٩٩٠؛ Gould,et al. 1991).

---

[٢] هناك جدال قائم بين الباحثين حول ما اذا كانت حالة المخاطرة حالة حقيقة موضوعية يمكن قياسها بشكل موضوعي اما هي حالة نفسية مدركة تتأثر بالثقافة والقيم والبيئة المحيطة بها (أنظـــر مـــثلاً، Hiskes, 1998; Solvic, Flynn & Layman, 1991). يبدو أن هذا الجدل سوف يستمر، ولكن معظم الباحثين في تحليل القرار يتبنون وجهة النظر التي ترى أن حالة المخـــاطرة هي حالة نفسية مدركة وتتأثر بالثقافة والقيم والبيئة المحيطة بها. ولكنهم لا يقفون عند هذا الحد، ولكن يرون بضرورة قياس درجـــة المخاطرة بموضوعية بقدر الامكان وذلك من خلال المعلومات التي تتوفر لصانع القرار قبل أن يتم إختيار البديل المفضل (أنظر مـــثلاً، Gregory, et al., 2001; Keeney, 1992)، وكاتب هذه الورقة يتفق مع وجهة النظر هذه لأنهـــا لا تغفـــل أي مـــن العنصرين الرئيسيين في حالة المخاطرة وهما: (١) تأثير الثقافة والقيم والبيئة على إدراك صانع القرار لحالة المخاطرة و (٢) عدم تـــرك "الطبيعة/القدر" تتحكم في صانع القرار وإنما محاولة إدارتها وتجييرها قدر الامكان لصالحه بعد مشيئة الله وذلك بوضـــع إحتمـــالات مستنيراً بالمعلومات والحقائق التي بين يديه خلال عملية صنع وإتخاذ القرار.

شجرة القرار

شجرة القرار هي عبارة عن أداة توضيحية تستخدم لتحليل مشاكل القرار تحت حالة المخاطرة. هذا يعني إننا نستطيع إستخدام شجرة القرار في مشاكل القرار التي يكون صانع القرار مستعد لتقدير إحتمالات ظهور حالات الطبيعة/القدر في مشكلة القرار قيد الدراسة (جون ماجي، ١٩٩٤؛ Gould, et al., 1991). ايضاً شجرة القرار هي رسم بياني والذي يُري الهيكل المنطقي لمشكلة القرار تحت الدراسة. وبالتالي، فإن هذه التقنية تعتبر وسيلة ناجعة لهيكلة المشكلة وتوضيح الافتراضات التي يعتمدها المحلل او صانع القرار في النظر الى المشكلة التي تحت الدراسة. وتحتوي هذه الوسيلة على خمسة عناصر رئيسية (Nutt, 1989; Stokey & Zeckhauser, 1978) هي:

١. عجرات قرار: ويرمز لها بمربع (□) وتشير الى جميع الافعال المفتوحة أمام صانع القرار.

٢. عجرات إحتمال: ويرمز لها بدائرة (○) وتشير الى الاحداث غير المؤكدة وجميع نتائجها الممكنة.

٣. الفروع: وتشير الى الخيارات او حالات الطبيعة/القدر حسب العجرة ويرمز لها بسهم (→).

٤. الاحتمالات (p): وهي لكل نتيجة ممكنة في كل حالة طبيعة/قدر.

٥. المردودات/العوائد: تلخص الآثار لكل خيار وحالة طبيعة/قدر مجتمعة.

كيفية رسم شجرة قرار: أمثلة توضيحية

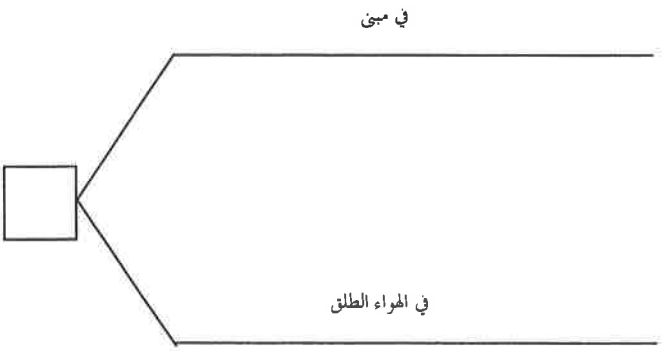
عندما يكون لدى صانع القرار مشكلة محددة المعالم الى حد مـــا يســـتطيع أن يعرض هذه المشكلة في شكل شجرة قرار. ولقد تم إقتباس المثال الاول من كتـــاب (Stokey & Zeckhauser, 1978:202) لتوضيح كيفية رسم شجرة قرار لمشكلة تواجه أحد موظفي وزارة الخارجية للولايات المتحدة.

> على الموظف المسئول عن برنامج الترويح في إحدى سفارات الولايات المتحدة أن يتخذ قرار فيما يخص تزويد نادي موظفي السفارة بالمال من خلال عقد عشاء. يجب عليه أن يقرر ما اذا يعقد العشاء في مبنى او في الهواء الطلق، مع العلم بأن السماء تمطر تسعة أيام من عشرة في الموقع الذي فيه السفارة. هناك جناح في مبنى متوفر ولكنه غير مريح، ولقد أوضحت الخبرات السابقة بأن الحضور يكون منخفض في الحفلات التي تعقد داخل المباني، مما قد يؤدي الى إحتمال ٦٠% في كسب ١٠٠ دولار اذا عقد العشاء في الجناح المتوفر، والى إحتمال ٤٠% في خسارة ٢٠ دولاراً. في الجانب الاخر، اذا عقد العشاء في الهواء الطلق فأنه من المتوقع كسب ٥٠٠ دولار، الا اذا امطرت السماء ففي هذه الحالة سوف تكون الخسارة من عقد العشاء حوالي ١٠ دولارات.

ولرسم شجرة قرار للمشكلة التي تواجه موظف السفارة، علينا أن نبدأ بأول قرار يواجه موظف السفارة وهو: هل يقيم العشاء داخل مبنى او في الهواء الطلـــق؟ في يسار الورقة نقوم برسم مربع والذي يشير الى أنه عند هذه النقطة يجب أن يُتخذ قرار. بعد ذلك نقوم برسم خطين متفرعين من هذا المربع لنري بأن هناك خيـــارين

مام موظف السفارة ونطلق على أحدهما "في مبنى" وعلى الاخر "في الهواء الطلق". أنظر شكل ١).

شكل (١): شجرة قرار مبدئية لمشكلة موظف السفارة



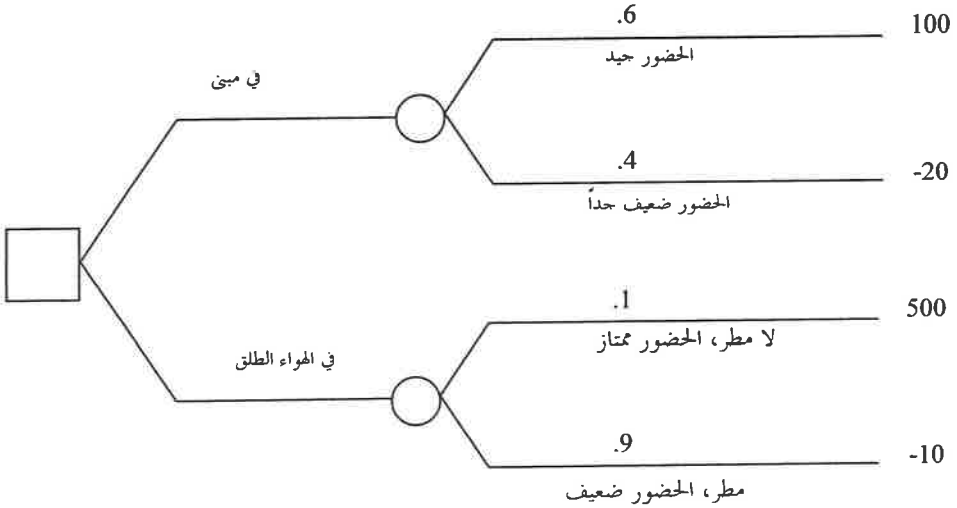
المصدر: E. Stokey and R. Zeckhauser (1978), p. 202

بعد ذلك نسأل ماذا يحدث اذا قام موظف السفارة بعقد العشـــاء في جنـــاح بنى؟ إن الاجابة على هذا السؤال ليست سهلة حيث أنه قد تم إخبارنا بأن ذلـــك تمد على حالة الطبيعة/القدر chance event والتي تتعلق بمدى إقبـــال الاشـــخاص لى حضور العشاء. وبالتالي في نهاية الفرع المعنون "في مبنى" علينا رسم دائـــرة او جرة إحتمال والتي تشير الى أن هناك حالة عدم تأكد والتي يجب أن تُحل بطريقة باخرى. عند عجرة الاحتمال هذه هناك على الاقل إمكانيتين: امـــا أن تكـــون حفلة ناجحة بشكل متوسط او تكون مخفقة بشكل كبير. من هذه العجرة نرســـم عين ونعطي أحدهما عنوان "الحضور جيد" ونعطي الاخر عنوان "الحضور ضعيف داً". علاوة على ذلك لقد تم إخبارنا عن إحتمالات تلك الامكانيتين، حيـــث تم

إخبارنا بأن إحتمالية أن يكون الحضور جيد هي ٦٠% وإحتمالية أن يكون الحضور ضعيف جداً هي ٤٠% . بناءً على تلك المعلومات نضع كل إحتمالية فوق الفرع الذي يخصها. أيضاً لقد تم إخبارنا عن المردود من كلا الامكانيتين، حيث أن العائد سيكون كسب ١٠٠ دولاراً اذا كان الحضور جيد وسوف يكون العائد خسارة ٢٠ دولاراً اذا كان الحضور ضعيف جداً. وتلك النتائج النهائية تعبر عن الآثار لكل خيار وحالة طبيعة/قدر مجتمعة، وبالتالي يتم وضعها عند أطراف الفروع.

وبالنسبة للخيار الثاني، عقد العشاء في الهواء الطلق، هناك ايضاً على الاقل إمكانيتين: لا تمطر السماء ويكون الحضور ممتازاً، او تمطر السماء ويكون الحضور ضعيفاً. بنفس الشكل في الفرع الخاص بخيار عقد العشاء في الهواء الطلق نرسم دائرة وفرعين متفرعين من هذه الدئراة ونعنون الفرع الاول بـ "لا مطر، الحضور ممتاز" والفرع الاخر بـ "مطر، الحضور ضعيف". وقد تم إخبارنا في مشكلة القرار هذه بأن السماء تمطر تسعة أيام من عشرة في موقع السفارة، وبهذا نستخدم تلك المعلومات لتحديد إحتمالات الامكانيتين التي لدينا في هذا الخيار. أيضاً لقد تم إخبارنا بأن المردود اذا لم تمطر وكان الحضور ممتاز سوف يكون ٥٠٠ دولاراً، اما اذا امطرت السماء وكان الحضور ضعيفاً فأن المردود سوف يكون خسارة ١٠ دولارات، وبالتالي نقوم بوضع تلك المردودات عند أطراف الفرعين الخاصين بخيار عقد العشاء في الهواء الطلق. وشكل (٢) يوضّح شجرة القرار ويلخص المعلومات المتوفرة لدينا عن مشكلة القرار التي تواجه موظف السفارة.

شكل (٢): شجرة قرار كاملة لمشكلة موظف السفارة



المصدر: E. Stokey and R. Zeckhauser (1978), p. 202

لقد تم تبسيط المشكلة بشكل كبير وذلك بوضع خيارين فقط أمام صانع القرار ووضع إمكانيتين اثنتين فقط في كل خيار. باستطاعة الشخص، سواءً كان موظف السفارة او المحلل، أن يضع خيارات أخرى، مثل عدم عقد العشاء بتاتاً، وإمكانيات اخرى اذا توفرت معلومات عن حالة الطقس في الوقت المزمع عقد العشاء فيه. وقد أوضح (Stockey & Zeckhauser, 1978) أن الهدف من التبسيط هو إيصال فكرة كيفية رسم شجرة القرار وليس الواقعية في عرض وتحليل مشكلة موظف السفارة.

إن هناك عدة شروط لبناء شجرة قرار ما منها: (١) وضع او تحديد جميع حالات الطبيعة/القدر التي من الممكن أن تظهر عند كل عجرة إحتمال، ووضع او تحديد جميع الخيارات التي تكون مفتوحة عند كل عجرة قرار. (٢) يجب تحديد حالات الطبيعة/القدر والخيارات تلك بشكل لا تكون متداخلة مع بعضها البعض. ففي أدبيات تحليل القرار، يُطلق على هذين الشرطين المصطلح الفني "محصورة تبادلياً mutually exclusive و شاملة إجمالياً collectively exhaustive". محصورة تبادلياً تعني أن لا يكون هناك تداخل بين العناصر المضمنّة في كل عجرة إحتمال والمضمنّة في كل عجرة قرار، اما شاملة إجمالياً فتعني أن تكون جميع النتائج الممكنة مضمنّة في قائمة العناصر عند كل عجرة سواءً كانت عجرة قرار او عجرة إحتمال (e.g., McNamee & Celona, 1990, Stokey & Zeckhauser, 1978). ايضاً من متطلبات هذين الشرطين هو أن يكون مجموع إحتمالات حالات الطبيعة/القدر عند كل عجرة إحتمال يساوي ١ صحيح (Nutt, 1989:315).

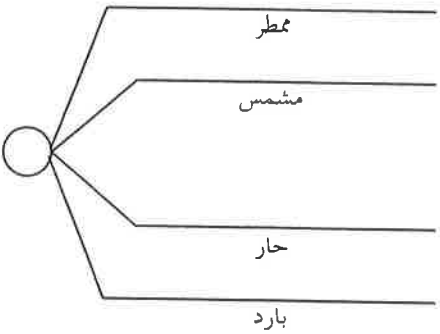
إن الوفاء بالشرطين السابقين يعتمد على درجة التحديد في مشكلة القرار، المعلومات المتوفرة لدى صانع القرار، وعلى مدى رغبته في جعل الشجرة تمثل

واقع تمثيلاً حقيقياً. وعودةً الى المثال السابق، يقترح (Stokey & Zechauser, 1978)) أن بإمكان موظف السفارة أن يأخذ درجة الحرارة في الحسبان ويضيف ما اذا كان الجو "حاراً" او "بارداً" عندما يُقيم العشاء. إن إضافة عناصر جديدة الى شجرة يحتاج الى تفكير عميق في كيفية تضمين العناصر الجديدة بجانب العناصر التي تكون موجودة في الشجرة. وكمثال، أنه من الخطأ إضافة فرعين مستقلين عنصري "حار" و " بارد" بجانب عنصري "ممطر" و "مشمس" كما في شكل (٣أ). ولكن بتفكير قليل، يمكن لموظف السفارة أن يضع الاربع إمكانيات موجودة كما في شكل (٣ب). وباختصار، إن بناء أي شجرة قرار يعتمد على تفكير الملي في جميع العناصر التي من الممكن تضمينها وما هي علاقة تلك العناصر بعضها البعض.

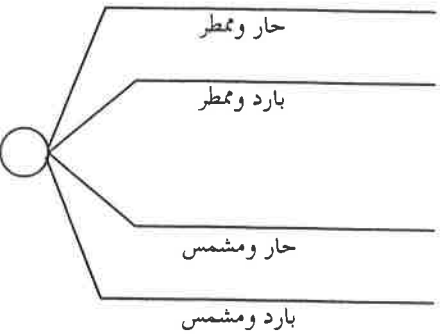
أما المثال الثاني فهو عبارة عن مشكلة قرار تواجه معظم، إن لم نقل كل، الاشخاص الراشدين الا وهي مشكلة إمتلاك سيارة. نفترض أن أحد الاشخاص حاول أن يشتري سيارة وبعد المقارنة بين الأنواع الرئيسية فقد حصر خياراته في ثلاثة خيارات مع التركيز على عامل أعطال السيارة، حيث سنطلق عليها خيار (أ)، خيار (ب) و خيار (ج). بالنسبة لخيار (أ) فهي سيارة جيدة ومعروف عنها أن أعطالها خلال السنوات الخمس الاولى من عمرها قليلة. وبناءً على تحليل بعض خبراء السيارات فقد تم إخبار هذا الشخص بأن إحتمال تعطل هذا النوع من السيارات بشكل صغير هي ٨٠% وسوف تكلف هذه الاعطال ٥٠٠٠ ريال، بينما أن إحتمالية أعطال كبيرة فهي ٢٠% وسوف تكلف ١٠٠٠٠ ريال. اما بالنسبة للتكلفة المبدئية لشراء هذا النوع من السيارات فهي ٧٠٠٠٠ ريالاً. اما

بالنسبة لخيار (ب) فهي أيضاً سيارة جيدة ولكن حسب تقييم خبراء السيارات فإن أعطالها خلال الخمس سنوات الاولى من عمرها كثيرة حيث تشير التقديـــرات الى

شكل (٣أ)



شكل (٣ب)

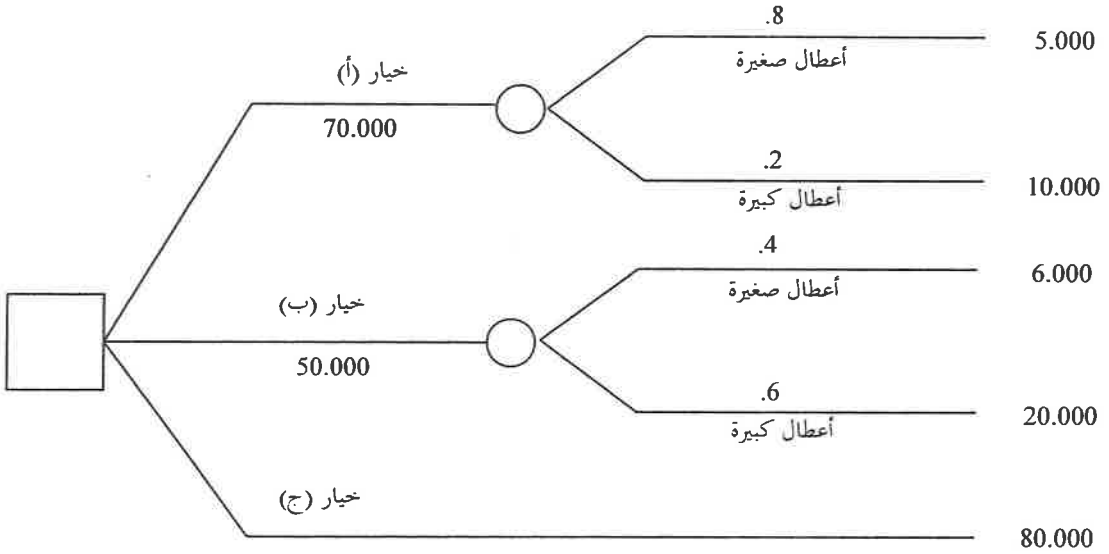


المصدر: E. Stokey and R. Zeckhauser (1978), p. 204

أن إحتمالية تعطلها بشكل صغير هي ٤٠% وســوف تكلــف ٦٠٠٠ ريــال، وإحتمالية تعطلها أعطال كبيرة فهي ٦٠% وسوف تكلف ٢٠٠٠٠ ريالاً. امــا بالنسبة للتكلفة المبدئية لشراء السيارة فهي ٥٠٠٠٠ ريالاً. اخيراً خيار (ج) يعتــبر نوع ممتاز من السيارات وتضمنه الوكالة سواءً بالنسبة للاعطال الصغيرة او الكبيرة خلال الخمس سنوات الاولى من عمر هذا النوع من السيارات، ويكلف ٨٠٠٠٠ ريالاً كقيمة مبدئية لشراء السيارة.

ولرسم شجرة القرار الخاصة بهذا المثال، نقوم أولاً برسم مربع (عجرة قـــرار) في الطرف الايسر من الصفحة حيث يقترح هذا المربع على أن هناك قرار يجب أن يتخذ، ثم نفرعّ منه ثلاثة فروع والتي تعبر عن الثلاثة خيارات الـــتي تم حصـــرها بواسطة صانع القرار، ويتم وضع أسماء تلك الخيارات فوق كل فرع. نلاحظ مـــن وصف مشكلة القرار أن خياري (أ) و (ب) يعتمدان على حالة طبيعـــة/قـــدر، في حين أن خيار (ج) لا يعتمد على حالة طبيعة/قدر وإنما يشبه قرار في حالة تأكـــد تام. لهذا نرسم عند طرف كل من خياري (أ) و (ب) دائرة والتي تعبر عن حالـــة الطبيعة/القدر التي من المحتمل أن يواجهها مالك السيارة في المستقبل. بعد ذلك يتم رسم فرعين من كل دائرة وتعطى الاسماء "أعطال صغيرة" و "أعطـــال كـــبيرة"، وتوضع إحتمالات هذه الاعطال اما فوق الفرع او بجانب أسم الفرع. أخيراً، يتم وضع التكاليف المبدئية لكل خيار ايضاً اما تحت الفرع او بجانب الاسم (في هـــذا الخصوص ليس هناك قاعدة اين يتم وضع ماذا، ولكن ما هو مضمن في هذه الورقة يعطي فكرة عن ما هو شائع بين الباحثين في وضع الاسماء والاحتمالات وكـــذلك المردودات). وبإختصار شكل (٤) يوضح شجرة القرار لمشكلة شراء سيارة.

شكل(٤): شجرة قرار كاملة لمشكلة شراء سيارة



المصدر: رُسمت بواسطة الباحث

أما المثال الثالث فيصف مشكلة القرار التي تواجه شركة "بروتـــراك "(Protrac Gould, et al., 199). وحسب هذا المثال، لقد تم الانتهاء من مرحلة تصميم وإختبار نتج جديد من حراثات حدائق المنازل، وعلى الادارة الآن أن تقـــرر مـــا هـــي لاستراتيجية الملائمة لانتاج وتسويق هذا النوع من الحراثـــات. بعـــد الدراســـة التفكير العميق فقد تم حصر الاستراتيجيات التي يمكن أن تتبعها الشركة في ثلاثة خيارات هي:

. إستراتيجية مغامرة: حسب هذه الاستراتيجية على الشركة أن تعطي إلتزام كبير لهذا النوع من المنتجات، حيث يترتب على ذلك: أ) نفقة إستثمارية كبيرة على مرفق إنتاج جديد وفعال، (ب) سوف يتم تخزين أعداد كبيرة من هذا المنـــتج وذلك لضمان السرعة في تلبية الطلبات من جميع نماذج هذا المنتج، و (ج) البدء في حملة تسويقية كبيرة على مستوى الوطن والتي فيها أيجاد راعين للدعاية عـــن المنتج وكذلك الاعلان عن تخفيضات للموزعين.

إستراتيجية عادية: حسب هذه الاستراتيجية سوف يتم نقل إنتاج أحد نمـــاذج هذا المنتج (الحراثة الزاحفة الصغيرة) من فرع الشركة في مدينة "جوليت Joliet" الى فرعها في مدينة "مولاين Moline"، حيث أن هذا النقل سوف يقضي علـــى المتاعب التي تواجه قسم أنتاج الحفار المتكيف. في نفس الوقت، ســـوف يـــتم تعديل خط إنتاج الحراثة الصغيرة في مدينة "جوليت" وذلك لكي يقوم بإنتـــاج المنتج الجديد من حراثات حدائق المنازل. اما بالنسبة للتخزين، فلن يتم تخـــزين الا النماذج الاكثر شعبية بين المستهلكين. واخيراً، لـــن تـــوفر الادارة أمـــوال للدعاية والاعلان عن المنتج الجديد الا على المستوى المحلي والاقليمي، حيث انه

لن يكون هناك دعاية وإعلان على مستوى كل الوطن حسب هذه الاستراتيجية.

٣. إستراتيجية حذرة: حسب هذه الاستراتيجية سوف يتم إستخدام القدرة الانتاجية الزائدة في خطوط إنتاج الحراثات الزاحفة الصغيرة للقيام بإنتاج المنتج الجديد، وهذا سوف يتطلب حد أدنى من التعديلات في بعض المعدات. اما بالنسبة للانتاج فسوف يكون حسب الطلب، والدعاية سوف تترك لتصرف الموزع المحلي.

ايضاً لقد قررت الادارة حسب رؤيتها أن تصنف حالة السوق (هذا يعني مستوى الطلب) الى إما "طلب قوي" او "طلب ضعيف". وجدول (١) يمثل جدول العائد وأفضل تقدير توصلت اليه الادارة فيما يخص إحتمالات ما اذا كان الطلب سوف يكون قوي او ضعيف. اما بالنسبة للعوائد التي في صلب الجدول فهي تمثل صافي الارباح بملايين الدولارات، والتي تم التوصل اليها من خلال حساب المبيعات، الايرادات، والتكاليف المصاحبة لكل خيار وحالة طبيعة/قدر مجتمعة.

جدول (١)*

العوائد (بملايين الدولارات) والاحتمالات

لمشكلة تسويق منتج حراثات حدائق المنازل

	حالة الطبيعة/القدر	
	طلب قوي	طلب ضعيف
	الاحتمالات	
القرار	.45	.55
مغامر	30	-8
عادي	20	7
حذر	5	15

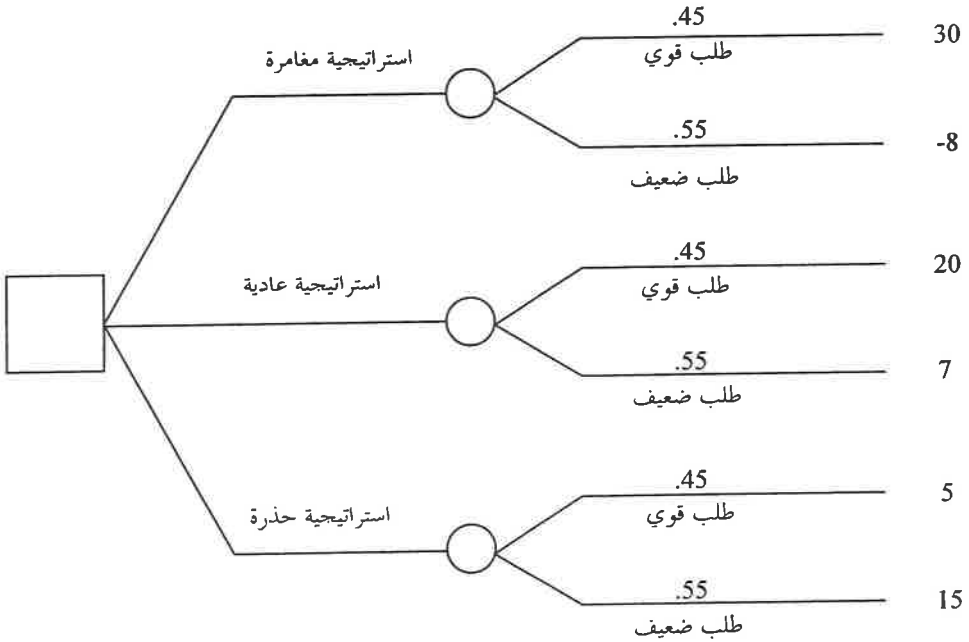
* المصدر: Gould, et al., 1991, p. 625

ولرسم شجرة القرار التي تمثل مشكلة إنتاج وتسويق حراثات حدائق المنـــازل لجديدة نرى أن على الادارة إتخاذ قرار (إحدى الاستراتيجيات) والذي يعتمد على حالات الطبيعة/القدر (في هذه الحالة الطلب على الحراثات). اولاً، نبـــدأ برســـم جرة قرار (مربع) ونفرعّ منه ثلاثة فروع والتي يتم تسميتها باسماء الاستراتيجيات تي إتفقت عليها إدارة الشركة. نلاحظ أيضاً أن كل قرار يعتمـــد علـــى حـــالتي طبيعة /القدر التي تم تحديدها من قبل صانع القرار (إدارة الشركة)، لهـــذا نرســـم جرة إحتمال (دائرة) في طرف كل فرع للخيارات الثلاثة. أخيراً، بسبب وجـــود حالتي طبيعة/ قدر إمكانيتين فقط، فيتم رسم فرعين نابعين من كل عجرة إحتمال للذان يمثلان إحتمالي ما اذا أن السوق سوف يكون قوي او ضـــعيف. وشـــكل ٩) يوضح شجرة قرار مشكلة إنتاج وتسويق حراثات حدائق المنازل الجديدة.

ا المثال الرابع فهو عبارة عن مستشفى غير ربحي والذي يحاول أن يقـــرر مـــا اذا سعّ او لا يوسعّ في طاقته الاستيعابية وذلك في ضوء حالة لاتأكد عن كل مـــن

تكاليف التمويل المالي المستقبلية ومدى الاستفادة من تلك الزيادة في الطاقة الاستيعابية للمستشفى (Nutt, 1989:430-437). لقد وجد (Nutt, 1984) بأن على المستشفيات غير الربحية التي تحاول زيادة قاعدة إيراداتها، وذلك في إطار رقابة الحكومة على الاسعار، أن تزيد في حجم خدماتها الصحية. لذلك فإن هذه المستشفيات تلجأ الى إنشاء عمليات ثانوية او تابعة للمستشفى وذلك بقصد تحقيق بعض الايرادات التي تخفف من خسائر المستشفى في تقديم خدمات اخرى مثل معالجة الحروق ومعالجة أمراض القلب، حيث أن تعويض المستشفيات عن تلك الخدمات يقل بكثير عن تغطية تكاليفها. ولكن على أي مستشفى يحاول أن ينشئ عمليات ثانوية أن يحصل على موافقة نظامية تحت برامج الولاية المسماة " شهادة الحاجة certificate of need" حيث أن على المستشفى أن يعرض خططه التوسعية على مديري هذه البرامج للحصول على الموافقة. في هذا الخصوص وجدا (Nutt and Hurley, 1981) بأن تقريباً جميع الطلبات التي تقدم على هيئة الموافقة يتم الموافقة عليها، لهذا فإن مديري المستشفيات التي تحاول توسيع خدماتها "تسابق" الخطط المقدمة للموافقة وتقوم بعمل إستثمار لتحقيق هذه الخطط على الواقع وذلك أثناء عملية مراجعة هذه الخطط من قبل هيئة الموافقة الحكومية. والهدف من سبق الموافقة الحكومية هو الاستحواذ على المنطقة ومنع المنافسين من ذلك.

شكل (٥): شجرة قرار كاملة لمشكلة إنتاج وتسويق حرائات حدائق المنازل



المصدر: F. Gould, G. Eppen and C. Schmidt (1991), p.627

وفي هذا المثال لقد تم الافتراض أن أحد المستشفيات ترغب في معرفة ما اذا أن إستثماره في أنشاء عيادة تابعة للمستشفى سوف يكون "مربح" ام لا. وفي هذه الحالة على المستشفى أن يأخذ في الاعتبار على الاقل عاملين مهمين: حجم الطلب على الخدمات التي سوف تُقدّم وتكاليف التمويل المالي. حيث يستطيع إداريو المستشفى إستخدام عدة خطط وذلك لزيادة الاستفادة من حسن إستخدام الطاقة الاستيعابية للمستشفى وذلك من خلال التسويق للاطباء. اما العامل الثاني فهو تكاليف التمويل المالي والذي يعمل كقيد على المستشفى.

وبناءً على ذلك إفترض أن المستشفى يحاول أن يختار من بين خيارين: الابقاء على الوضع الحالي (عدم إنشاء عيادة تابعة) او بناء عيادة تابعة. اما جهد المستشفى في التسويق وذلك لزيادة حسن إستخدام مرافق المستشفى فسوف نفترض، وذلك للتبسيط، أنه يمكن وصفه بأنه اما كبير او صغير. إفترض ايضاً أن تكاليف التسويق سوف يتم تغطيتها من الاحتياطيات النقدية للمستشفى، اما بناء العيادة التابعة فلا بد من تمويلها من خلال قرض. وبالتالي فإن تكاليف التمويل المالي تعتمد على نسب الفائدة المستقبلية. إفترض ايضاً بأن سوق الفائدة متقلب والذي يقترح بأن نسب الفائدة قد ربما تكون مؤاتية او غير مؤاتية عند الانتهاء من إعداد الخطط والشروع في البحث عن تمويل مالي. وبالتالي يتم تقدير الطلب على خدمات المستشفى بناءً على الجهد التسويقي لنوع العيادة وايضاً مأخذين في الاعتبار أن تكاليف الفوائد على القرض قد تكون اما مؤاتية او غير مؤاتية.

وعندما يحاول صانع القرار أن يرسم شجرة قرار لتمثيل هذه المشكلة فعليه أن يضمّن المعلومات المحتاج اليها لوصف كل عائد في الشجرة. فأولاً، يتم وضع تكاليف كل خيار او بديل تحت فرع هذا البديل كما هو موضح في شكل (٦).

في مثالنا الحالي، تتكون تكاليف تشغيل العيادة من تكاليف بناء العيـــادة زائـــد القيمة الحالية[٣] the present worth لتكلفة تشغيل العيادة التي تم تحملها فوق تكاليف تشغيل المستشفى. وقد تم تقدير التكلفة المطلوبة لبناء وتشغيل كل خيار في هـــذا المثال كما يلي:

خيار: عيادة تابعة $1.000.000

خيار: لا عيادة 0

بعد ذلك يتم تضمين تأثير تكاليف التمويل المالي في الشجرة. إفتـــرض بأنـــه سوف يتم تحمل مبلغ وقدره ٥٠٠ الف دولار، مقدرة بقيمته الحالية، كتلفة ناتجة عن سعر الفائدة اذا أن سوق الفائدة كان غير مواتٍ. فيما يخص سوق الفائـــدة، فتقد المحلل المالي بأن هناك إحتمالية ٤٠% أن يكون سوق الفائدة غير مواتٍ. لقد معاملة تكاليف الفائدة كحالة طبيعة/قدر لأن الالتزام في إنشاء العيادة قد عُمـــل ل أن نعرف مدى مؤاتات سوق الفائدة. وجدول ٢ يلخص ما سبق تفصيله.

جدول ٢: مدى إيجابية سوق الفائدة*

يجة سوق الفائدة	الاحتمالية	التكلفة
مؤاتية	.60	0
غير مؤاتية	.40	5.00.000

المصدر: Nutt, 1989, p.434

قيمة الحالية تعني أن عملية الخصم على المبالغ المستقبلية قد تمت بإستخدام معامل خصم مناسب، وبهذا فإن المبالغ المقدرة، سواءً ت تكاليف او أيرادات، تعبر عن القيمة الحالية لمبالغ سوف تقبض في المستقبل.

وبعد ذلك يتم تضمين تكاليف التسويق للعيادة الجديدة في الشجرة. إفتـــرض أن جهد التسويق قد يكون اما كبيراً او صغيراً وأن التكاليف التي يتم تحملها لكـــل جهد هي:

جهد تسويقي كبير: $100.000

جهد تسويقي صغير: $50.000

أما بالنسبة للايرادات من إنشاء عيادة تابعة فقد تتباين هذه الايرادات بشكل ملحوظ، حيث أن تلك الايرادات تعتمد على مستوى الطلب الذي تحقق بســـبب الجهد التسويقي. إفترض أن إحتمالية طلب كبير على خيار العيـــادة هـــي ٦٠% وتؤدي الى تحقيق ١٠ مليون دولار عند القيام بجهد تسويقي كـــبير او ٥ مليـــون دولار عند القيام بجهد تسويقي صغير. عند القيام بجهد تسويقي صغير، فإن توقـــع طلب كبير ينخفض الى ٢٠% مع إيراد بقيمة ١ مليون دولار فقط، وتوقع طلـــب صغير يرتفع الى ٨٠% مع إيراد بقيمة ٥٠٠ الف دولار. بإختصـــار، جـــدول ٣ يلخص تقديرات إيرادات خيار العيادة معبر عنها بالقيمة الحالية لهذه الايرادات:

جدول ٣: إيرادات خيار العيادة*

الجهد التسويقي	الطلب	إحتمالية الطلب	الايراد
كبير	كبير	.60	10.000.000
كبير	صغير	.40	1.000.000
صغير	كبير	.20	5.000.000
صغير	صغير	.80	5.00.000

المصدر: Nutt, 1989, p. 433-34

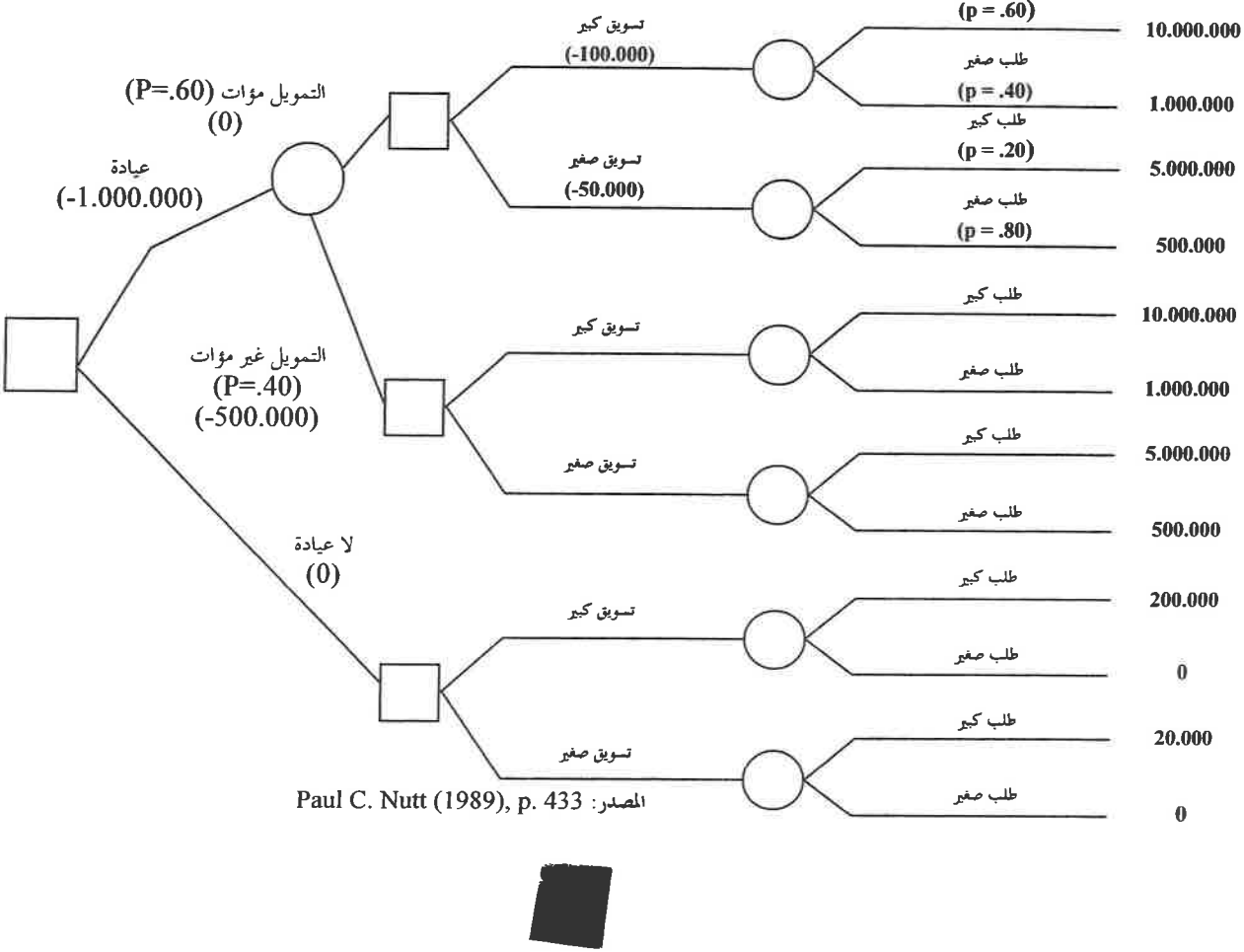
أما بالنسبة لخيار عدم إنشاء عيادة فإنه لا يتأثر بواسطة تكاليف التمويل المالي. مع ذلك يمكن إستخدام التسويق من أجل زيادة الطلب على خدمات المستشفى. هذا الخيار يساعد صانع القرار على تقييم ما اذا أن التسويق فقط يمكن أن يساعد على زيادة حسن إستخدام طاقة المستشفى الى الدرجة التي تجعل أن ليس هناك حاجة لانشاء عيادة جديدة لتحقيق ربح (او ما يسمى في عرف المستشفيات غير ربحية بـ "الهامش التشغيلي operating margin". وما يلي يلخص تقديرات الايرادات، ايضاً معبراً عنها بقيمتها الحالية، عند عدم إنشاء عيادة تابعة:

جدول ٤: إيرادات خيار عدم إنشاء عيادة تابعة*

الجهد التسويقي	الطلب	إحتمالية الطلب	الايراد
كبير	كبير	.60	200.000
كبير	صغير	.40	0
صغير	كبير	.20	20.000
صغير	صغير	.80	0

المصدر: Nutt, 1989, p. 434

ويرى واضع هذا المثال (Nutt, 1989:434) أن السبب في صغر قيم الزيادة في الايراد المتوقع عند عدم إنشاء عيادة تابعة والاكتفاء بالجهد التسويقي راجعة الى صغر الطاقة الاستيعابية للمستشفى للتعامل مع الطلب الكبير إذا حدث مثل هذا الطلب. وبهذا يكون محلل القرار او صانع القرار قد حدد بشكل واضح الخيارات الممكنة وحالات الطبيعة/القدر التي تتخلل القرارات المرحلية او القرار النهائي، وبناءً على هذه المعلومات يمكن رسم شجرة القرار لهذه المشكلة كما في شكل (



المصدر: Paul C. Nutt (1989), p. 433

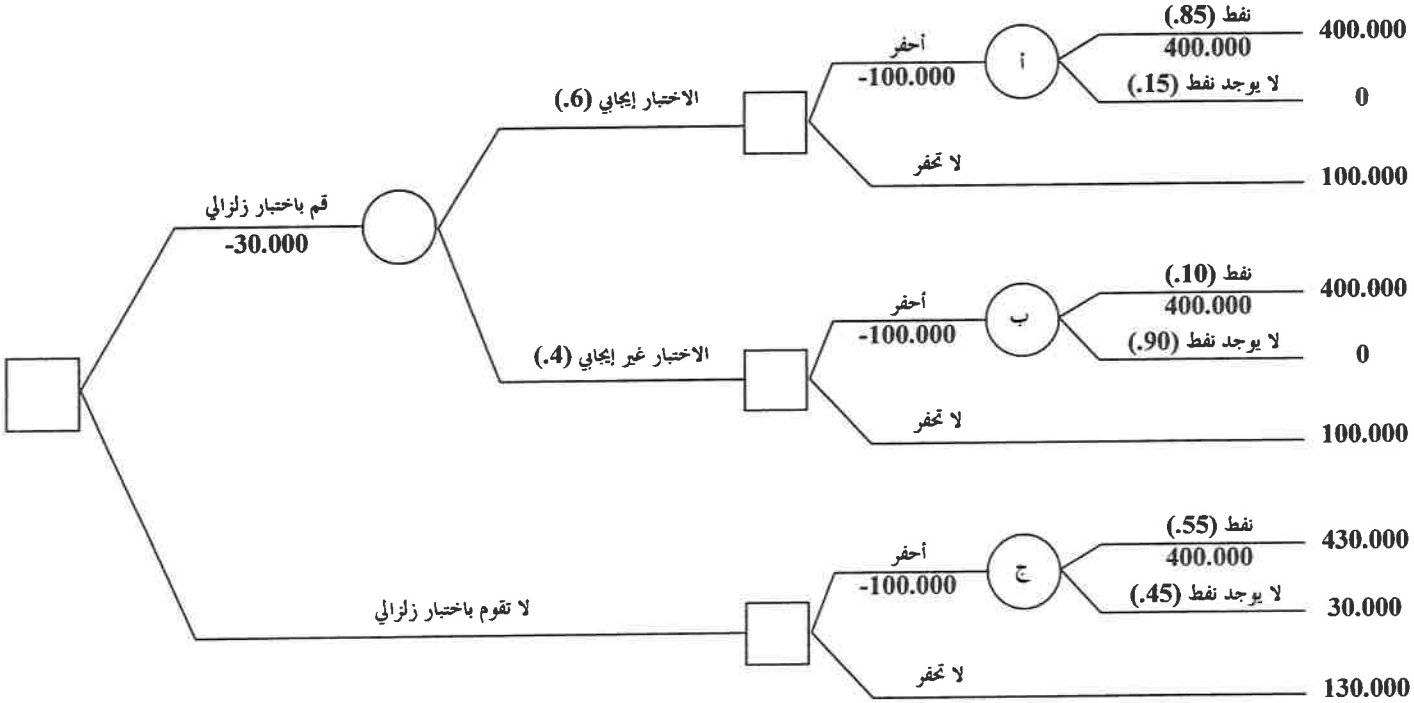
أما المثال الخامس فيتعلق بفرصة إستثمارية لإحدى شركات التنقيب عن بترول والتي تدعى مؤسسة "بترو" التجارية (Hammond, 1975:88-89). حيث أن لدى مؤسسة "بترو" خيار قصير-الاجل وغير قابل للتحويل في التنقيب على مدى عرض معيّنة. كما أن هذا الخيار هو الفرصة الوحيدة التي أمام هذه المؤسسة في الاجل القصير. بالاضافة الى ذلك لقد أدى جفاف الزيت من بئرين الى تلقيص الوضع المالي لـ "بترو" الى ١٣٠ الف دولار. وبالتالي يجب على السيد "سنايدر"، رئيس المؤسسة وأحد الملاك الرئيسيين لأسهمها، أن يقرر ما اذا يتم إستغلال هذه الفرصة او تفويتها، حيث عقد هذه الفرصة سينتهي خلال أسبوعين اذا لم يتم البدء في التنقيب. وبإختصار هناك ثلاث خيارات امام السيد "سنايدر" وهي: (١) البدء في التنقيب مباشرةً، (٢) دفع مبلغ معيّن للقيام بإختبار زلزالي خلال الايام القليلة القادمة، وبناءً على نتائج هذا الاختبار يقرر هل ينقّب ام لا و (٣) ترك مدة العقد تنتهي وتفويت الفرصة.

ولقد إعتادت مؤسسة "بترو" لكي توفر رأس المال وتحتفظ بمرونتها على مناولة جميع أعمال التنقيب والاختبارات الزلزالية؛ كما أنها تبيع في الحال حقوق في حقل نفطي مُكتشف بدلاً من تطوير الحقل بنفسها. وفي ضوء ذلك فإنه قد تم تقدير الآثار الاقتصادية لخيارات السيد "سنايدر" كما يلي. تستطيع مؤسسة "بترو" الحصول على إختبار زلزالي بتكلفة ثابتة مقدارها ٣٠,٠٠٠ دولار، اما حفر البئر فسوف تكلف مبلغ ثابت مقداره ١٠٠,٠٠٠ دولار. كما أن "بترو" قد تفاوضت مع شركة اخرى والتي وعدت "بترو" أنه في حال إكتشاف نفط أنها سوف تشتري البئر بمبلغ مقطوع مقداره ٤٠٠,٠٠٠ دولار.

ولإكمال تحديد مشكلة القرار التي قيد الدراسة، فقد تم تقدير إحتمالات حالات الطبيعة/القدر كما يلي. فبعد الاختبار الذي قام به خبير طبقات الارض في مؤسسة "بترو"، صرّح هذا الخبير بأنه: (أ) اذا كانت البئر غائرة/مغرقة فإن هناك إحتمالية ٥٥% لإكتشاف نفط في هذه البئر. (ب) اما بيانات موثوقية الاختبار الزلزالي فتشير الى أنه اذا كانت نتيجة الاختبار إيجابية، فإن إحتمالية إكتشاف بترول تزيد الى ٨٥%؛ (ج) اما اذا كانت نتيجة الاختبار غير إيجابية فإن إحتمالية وجود نفط في البئر تنخفض الى ١٠%. اخيراً، لقد قدّر خبير طبقات الارض في الشركة بأن هناك إحتمالية ٦٠% أن نتيجة الاختبار الزلزالي سوف تكون إيجابية اذا تم القيام بهذا الاختبار. وبشكل مختصر شكل ٧ يلخّص في شكل شجرة قرار مشكلة التنقيب عن النفط التي تواجه مؤسسة "بترو" التجارية.

نلاحظ من شكل (٧) أن هناك تسع نتائج نهائية end positions. وقد تم التوصل الى تلك النتائج من خلال جمع تدفقات النقد المختلفة من أصل الشكل الى كل نتيجة نهائية وإضافة المجموع الى الوضع المالي الحالي للمؤسسة وهو ١٣٠,٠٠٠ دولار. فإذا اخذنا أعلى فرع من الشجرة كمثال، نجد أن وضع المؤسسة المالي هو ٤٠٠,٠٠٠ دولار، وهذه النتيجة تمثل مجموع المبلغ المستلم من بيع النفط والوضع المالي الحالي للمؤسسة ناقص تكاليف القيام بإختبار زلزالي وحفر البئر.

شكل (٧) : شجرة قرار كاملة توضح الوضع المالي لمؤسسة "بترو" عند كل نتيجة نهائية *



المصدر: Hammond, 1975, p. 91

تحليل القرار: الطي الى الخلف والوصول الى البديل المفضل

يتفق معظم الباحثين في صنع القرارات على أن شجرة القرار تعتبر طريقة فعالة لتصور التداخلات interactions بين القرارات وبين حالات الطبيعة/القدر في أي مشكلة قرار تحت الدراسة (أنظر مثلاً، مشرقي ١٩٩٧، Von Winterfeldt & Edwards, 1992). فبعد الانتهاء من رسم شجرة القرار ووضع جميع المعلومات اللازمة عليها فإن الخطوة التالية هي محاولة إيجاد الخيار الافضل. إن إستخدام شجرة القرار لايجاد الخيار الافضل يعرف بين باحثي صنع القرارات بـ حل الشجرة solving the tree (أنظر مثلاً، Gould, et al., 1992). ولحل شجرة القرار على المحلل أن يعمل تقهقرياً او ما يعرف بين باحثي صنع القرارات بـ *الطي الى الخلف* (انظر مثلاً، مشرقي ١٩٩٧، Hammond, 1975). وفي الصفحات التالية من هذه الورقة سوف نحاول إيجاد الخيار الافضل في كل مثال من الامثلة السابقة وذلك من خلال طي شجرة القرار الخاصة بذلك المثال.

ففي المثال الاول، مثال موظف السفارة، يحاول الموظف أن يقرر ما اذا يعقد العشاء داخل مبنى او في الهواء الطلق. حيث نرى من شكلي ١ و ٢ أن قرار الموظف يعتمد على حالة طبيعة/قدر وهي حدوث هطول مطر ومدى إستجابة الناس لدعوة العشاء، لهذا فإن على الموظف أن يوجد حل لحالة الطبيعة/القدر قبل أن يستطيع إتخاذ قرار بأيٍ من الخيارين. الطريقة الشائعة لحل أية حالة طبيعة/قدر هي إيجاد القيمة المتوسطة the average value لها. والمنطق وراء إيجاد القيمة المتوسطة هي أن الشخص في هذه الحالة إمام "يانصيب a lottery"، كمثال مواجهة موظف السفارة في خيار "في مبنى" يانصيب ذو إحتمالين، ٦٠% أن الحضور سوف يكون جيد و ٤٠% أن الحضور سوف يكون ضعيف، وبالتالي عليه إيجاد حل لهذا اليانصيب. إن القيمة المتوسطة لحالة طبيعة/قدر ما سوف تشبه الى حد كبير القيمة

لمتوسطة اذا تم لعب اليانصيب للعديد من المرات وتم قسمت النتيجة النهائية علـــى عدد مرات اللعب (أنظر مثلاً، Hammond, 1975; McNamee & Celona, 1990; Raiffa, 1970). وهذه القيمة المتوسطة تعرف بين الباحثين بأســـم القيمـــة المتوقعـــة the expected value.

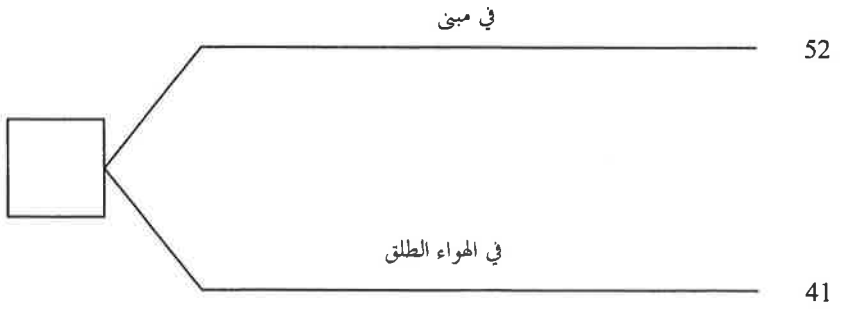
ويتم حساب القيمة المتوقعة بشكل مباشر، حيث يتم إيجادها من خلال ضرب قيمة كل عائد في إحتماليته وجمع النواتج. وفي مثال موظف السفارة يتم عمل مـــا يلي:

القيمة المتوقعة لخيار (في مبنى) $52 = (20-)0.4 + (100)0.6$

القيمة المتوقعة لخيار (في الهواء الطلق) $41 = (10-)0.9 + (500)0.1$

بعد حل حالتي الطبيعة/القدر اللتان تواجه موظف السفارة يتم إستبدال نتجرتي حالة الطبيعة/القدر بالقيم المتوصل اليها ووضعها عند طرفا الخيارين المتاحين لموظف السفارة كما في شكل ٨. وبما أن موظف السفارة يحاول أن يعظم عوائد حفلة العشاء فإن الخيار الافضل هو عقد حفلة العشاء في صالة المبنى المتوفرة، حيث ن هذا الخيار يعطي ٥٢ دولاراً وهو أفضل من مردود خيار عقد حفلة العشاء في لهواء الطلق.

شكل (٨): شجرة قرار مشكلة موظف السفارة بعد طيها الى الخلف



المصدر: رُسمت بواسطة الباحث

أما بالنسبة للمثال الثاني، مشكلة شراء سيارة جديدة، فنرى بأن لدى صانع القرار ثلاثة خيارات أثنين منها يعتمدان على حالة الطبيعة/القدر. لذلك يجب على متخذ القرار في هذه الحالة أن يحل حالتي الطبيعة/القدر وذلك بايجاد القيمة المتوقعة لكل منهما كما يلي:

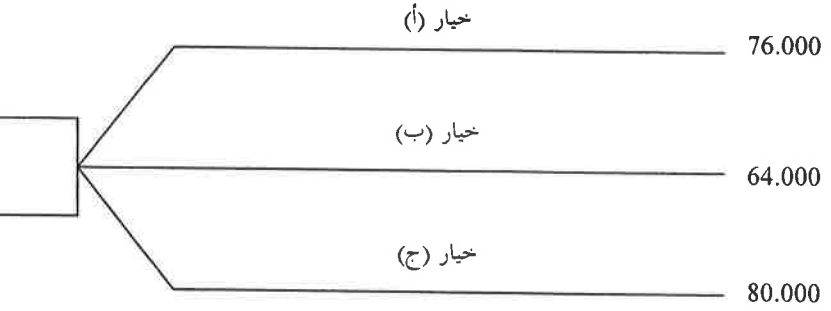
القيمة المتوقعة لخيار (أ) $76.000 = (10.000)0.2 + (5.000)0.8 + 70.000$

القيمة المتوقعة لخيار (ب) $64.400 = (20.000)0.6 + (6.000)0.4 + 50.000$

القيمة المتوقعة لخيار (ج) $80.000 =$

وبعد أيجاد القيمة المتوقعة لحالتي الطبيعة/القدر في خياري (أ) و (ب) يتم إستبدال عجرتي حالة الطبيعة/القدر بالقيم المتوصل اليها كما في شكل (٩). وبما أن متخذ القرار في هذا المثال يحاول أن يقلل أعباءه المالية بقدر الامكان فإن خيار (ب) هو الخيار الافضل اذا تم أخذ عامل أعطال السيارة فقط في الحسبان.

شكل (٩): شجرة قرار شراء سيارة بعد طيها الى الخلف



المصدر: رُسمت بواسطة الباحث

وبالتطبيق على برنامج Supertree نجد أن هذا البرنامج يعطينا نفس النتيجة، حيث نلاحظ من شكل (١٠) أن القرار الأفضل لمتخذ القرار هو اختيار بديل (B)

والذي يشار إليه في الشكل بعلامة (<) حيث تشير هذه العلامة إلى أن هذا هو البديل الأفضل حسب البيانات والمعلومات المعطاة للبرنامج. كما أن الشكل يوضح القيمة المتوقعة Expected Value وهي ٦٤٠٠٠ وهذا هو أفضل بديل حيث أن متخذ القرار في هذه الحالة يحاول أن يقلل تكاليفه بقدر الإمكان.

اما بالنسبة للمثال الثالث، شركة حراثات حدائق المنازل، فإن مديري الشركة يحاولون أن يقرروا أي من الاستراتيجيات الثلاث هي الافضل لانتاج وتسويق المنتج الجديد من حراثات حدائق المنازل (أنظر شكل ٥). للتحقق من الاستراتيجية الافضل، على مديري الشركة اولاً حل حالة الطبيعة/القدر التي تعتمد عليها خياراتهم الا وهي حالة الطالب على المنتج الجديد من حراثات حدائق المنازل. وكما في المثالين السابقين على صانع القرار أن يوجد القيّم المتوقعة لحالة الطبيعة/القدر في الخيارات المتاحة أمام الشركة وذلك كما يلي:

القيمة المتوقعة لخيار (مغامرة) $9.10 = (8-)0.55 + (30)0.45$

قيمة المتوقعة لخيار (عادية) $12.85 = (7)0.55 + (20)0.45$

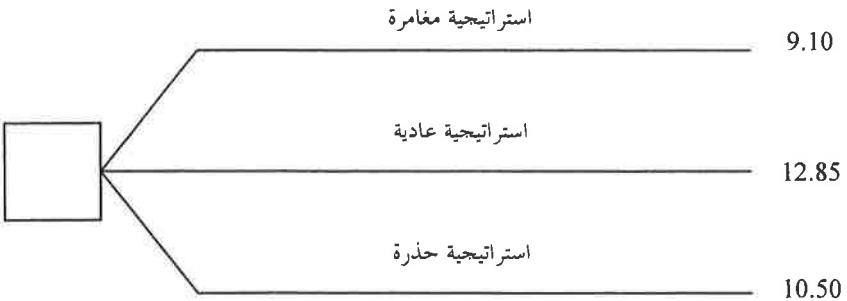
القيمة المتوقعة لخيار (حذرة) $10.50 = (15)0.55 + (5)0.45$

وبعد إيجاد القيّم المتوقعة يتم إحلال هذه القيّم مكان عجرات الطبيعة/القدر في خيارات الثلاثة. وبما أن الشركة تحاول تعظيم أرباحها من إنتاج النوع الجديد من حراثات حدائق المنازل، فأن أتباع إستراتيجية عادية تبدو هي الخيار الافضل في إطار البيانات المتوفرة لدى الشركة في هذا الوقت. (أنظر شكل ١١).

شكل رقم (١٠)

```
Supertree will check input compatibility and will then evaluae endpoints; this may
  take som time.
Do you wish to continue with this evaluation? YES
>>Total of 5 models run
>>Endpoint values assigned                7/20/104    12:56    BuyingCar
    STUDENT VERSION-NOT FOR COMMERCIAL USE

Present Order of Nodes :
    1 2 3
New Order of Nodes :
    1 2 3

>> Expected Vale: -64400
>> Tree Rollback       7/20/104    12:57    Buyingcar
    STUDENT VERSION-NOT FOR COMMERCIAL USE

Present Order of Nodes :
    1 2 3
New Order of Nodes :
    1 2 3

>> Expected Vale: -64400
>> Tree Rollback       7/20/104    12:57    Buyingcar
    STUDENT VERSION-NOT FOR COMMERCIAL USE

Present Order of Nodes :
    1 2 3
New Order of Nodes :
    1 2 3

First Node :  1
Last Node :  3

Single or duble spacing?  DOUBLE

Do You wish the rewards to be shown at the nodes?  NO

    CarType    EXP  VAL   PROBS  MalfunctionA    EXP VAL   PROBS  MalfunctionA   EXP VAL
    -------    --------   -----  ----------    -------   -----  ----------   -------

                          _0.800_0_____________-75000_____________________________
_A_____________-76000_C
|                         |_0.200_0_____________-80000_____________________________
|
|                                                    _0.400_0_____________________-56000
D>B_____________-64400_____________________________C
|                                                    |_0.600_0_____________________-70000
|
|_C_____________-80000_____________________________________________________________

>>Tree Drawn        7/20/104    12:57    Buyingcar
    STUDENT VERSION-NOT FOR COMMERCIAL USE
>> Expected Vale: -64400
```

شكل (١١): شجرة قرار حرائات حدائق المنازل بعد طيها الى الخلف



المصدر: F. Gould, et al., 1991, p. 628

أما بالنسبة للمثال الرابع فإن إدارة المستشفى تحاول أن تختار البديل الذي عظّم عوائدها في ضوء المعلومات المعطاة في المثال. ولطي الشجرة الخاصة بهذا ثال وتقدير العوائد، على صانع القرار أن يدمج المسارات في الشجرة وذلك حصول على القيمة المتوقعة. ويمكن لصانع القرار أن يستخدم المعادلة التالية حساب القيم المتوقعة في المرحلة الاولى من طي الشجرة (Nutt, 1989:435):

لتسويق مع او بدون عيادة = تكاليف التسويق + (توقعات طلب كبير) × الايراد

+ (توقعات طلب صغير) × الايراد

وبإستخدام المعادلة السابقة نحصل على العوائد التالية:

عيادة وجهد تسويقي كبير -100.000 + (10.000.000)0.6 + (1.000.000)0.4 = 6.300.000

عيادة وجهد تسويقي صغير -50.000 + (5.000.000)0.2 + (500.000)0.8 = 1.350.000

لا عيادة وجهد تسويقي كبير -100.000 + (200.000)0.6 + (0)0.4 = 20.000

لا عيادة وجهد تسويقي صغير -50.000 + (20.000)0.2 + (0)0.8 = -46.000

وبعد حساب العوائد من كل حالة طبيعة/قدر مستخدمين القيمة المتوقعة، نستبدل كل حالة طبيعة/قدر بالعائد الخاص بها ونضع العائد عند أفرع الشجرة كما هو موضّح في شكل (١٢).

بعد ذلك يتم تقليص/طي الشجرة مرةً ثانية وذلك لكي نأخذ توقعات التمويل المالي في الحسبان، حيث يتم إستخدام المعادلة التالية لحساب القيمة المتوقعة لكل خيار (Nutt, 1989:436):

القيمة المتوقعة للخيار = تكلفة الخيار + (توقعات فائدة غير مؤاتية) التكلفة الاضافية +الايراد

وباستخدام تلك المعادلة نحصل على القيّم المتوقعة التالية للخيارات:

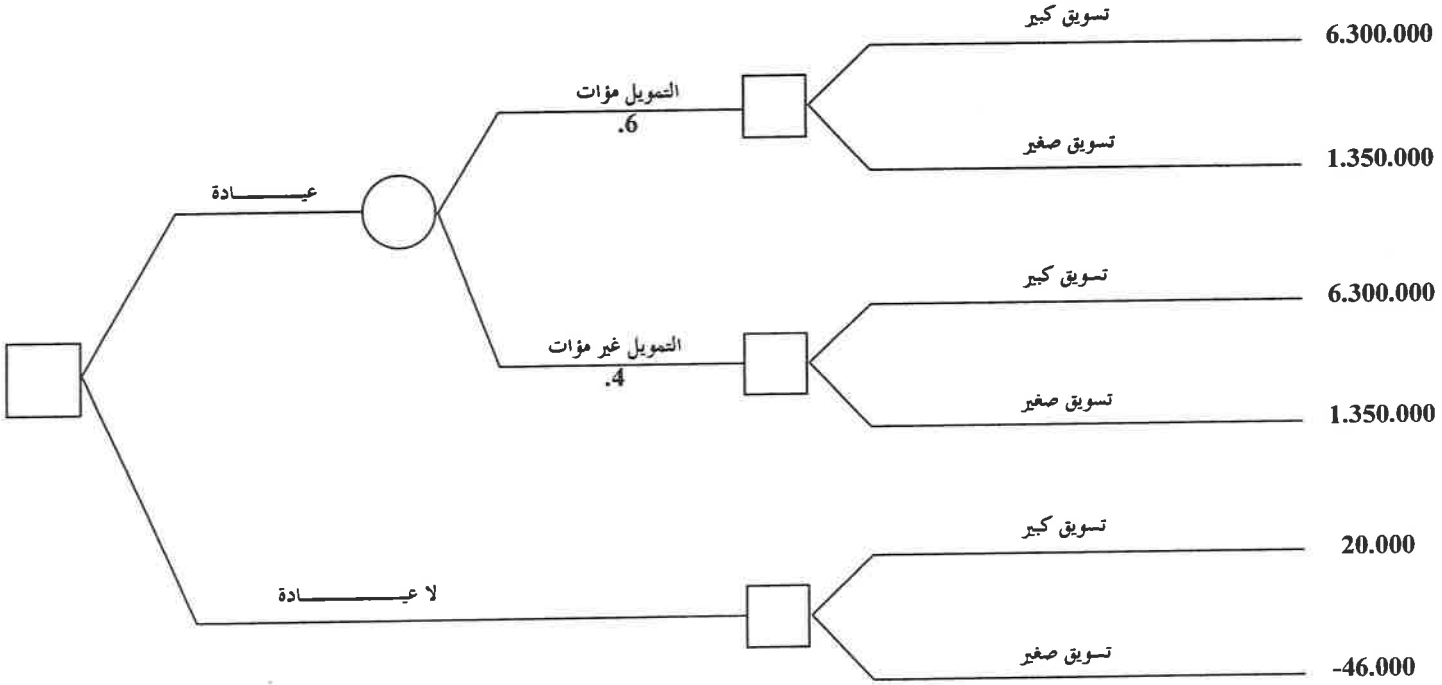
خيار: عيادة وجهد تسويقي كبير 5.100.000 = 6.300.000 + (500.000-)0.4 + 1.000.000-

خيار: عيادة وجهد تسويقي صغير 150.000 = 1.350.000 + (500.000-)0.4 + 1.000.000-

خيار: لا عيادة وجهد تسويقي كبير 20.000 = 20.000 + 0

خيار: لا عيادة وجهد تسويقي صغير 46.000- = (46.000 -) + 0

شكل رقم (١٢): الطي الأول لشجرة قرار المستشفى

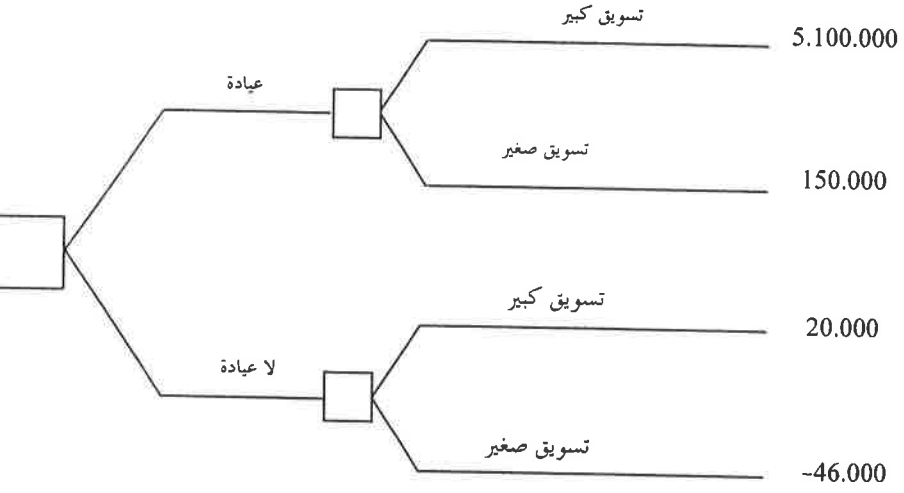


المصدر: P.C. Nutt (1989), p. 435

وبهذا نكون قد حسبنا العوائد المتوقعة لكل خيار، وبالتالي يتم وضعها عند أطراف الشجرة بعد الطي الثاني لهذه الشجرة كما هو موضّح في شكل (١٣). الآن أصبح الخيار واضح أمام متخذ القرار. وعند تطبيق قاعدة القرار المعروفة بتعظيم القيمة المتوقعة فإن خيار إنشاء عيادة مع جهد تسويقي كبير هو الخيار الافضل لأنه يعطي متخذ القرار أفضل عائد من بين الخيارات المتوفرة أمامه.

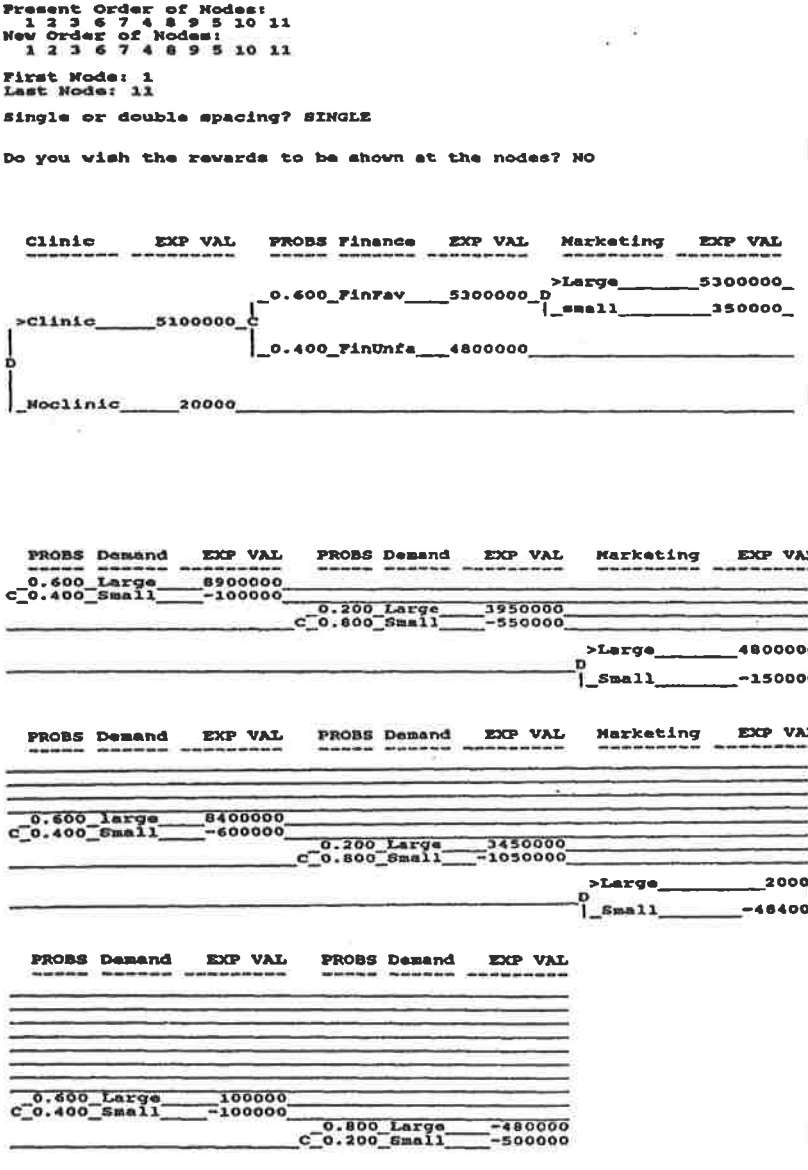
وبالتطبيق على برنامج Supertree نجد أن البرنامج يعطينا نفس النتيجة التي توصلنا إليها بالطي المرحلي لشجرة قرار إنشاء عيادة تابعة للمستشفى. حيث نلاحظ من شكل (١٤) أن البديل الأفضل لمتخذ القرار في المستشفى هو بديل إنشاء عيادة تابعة حيث أن القيم المتوقعة هي (5.100.000) مقارنة مع 20.000 في بديل عدم إنشاء عيادة تابعة.

شكل (١٣): الطي الثاني لشجرة قرار المستشفى



المصدر: Nutt,, 1989, p. 437

شكل رقم (14)


Present Order of Nodes:
1 2 3 6 7 4 8 9 5 10 11
New Order of Nodes:
1 2 3 6 7 4 8 9 5 10 11
First Node: 1
Last Node: 11
Single or double spacing? SINGLE
Do you wish the rewards to be shown at the nodes? NO
Clinic
EXP VAL
PROBS Finance
EXP VAL
Marketing
EXP VAL
>Large 5300000
0.600_FinFav 5300000
small 350000
>Clinic 5100000
0.400_FinUnfa 4800000
Noclinic 20000
PROBS Demand
EXP VAL
PROBS Demand
EXP VAL
Marketing
EXP VA
0.600_Large 8900000
0.400_Small -100000
0.200_Large 1950000
0.800_Small -550000
>Large 480000
Small -15000
PROBS Demand
EXP VAL
PROBS Demand
EXP VAL
Marketing
EXP VA
0.600_large 8400000
0.400_Small -600000
0.200_Large 3450000
0.800_Small -1050000
>Large 2000
Small -48400
PROBS Demand
EXP VAL
PROBS Demand
EXP VAL
0.600_Large 100000
0.400_Small -100000
0.800_Large -480000
0.200_Small -500000
>> Tree Drawn 7/26/104 12:21 SatelliteClinic
STUDENT VERSION-NOT FOR COMMERCIAL USE
>> Expected Value: 5100000

أما بالنسبة للمثال الخامس الخاص بمشكلة التنقيب عن النفط، فإن مؤسسة "بترو" تحاول تعظيم عوائدها وبالتالي تحسين وضعها المالي في المستقبل. ولحل الشجرة بواسطة قاعدة القيمة المتوقعة، نقوم بالطي الاول لشجرة القرار وذلك لأخذ حالات الطبيعة/القدر وهي ما اذا كانت البئر غائرة ويوجد بها نفط ام لا. ولعمل ذلك نتبع الطريقة التي أتبعناها في الامثلة السابقة كما يلي:

حالة طبيعة/قدر (أ) $340.000 = (0)0.15 + (400.000)0.85$

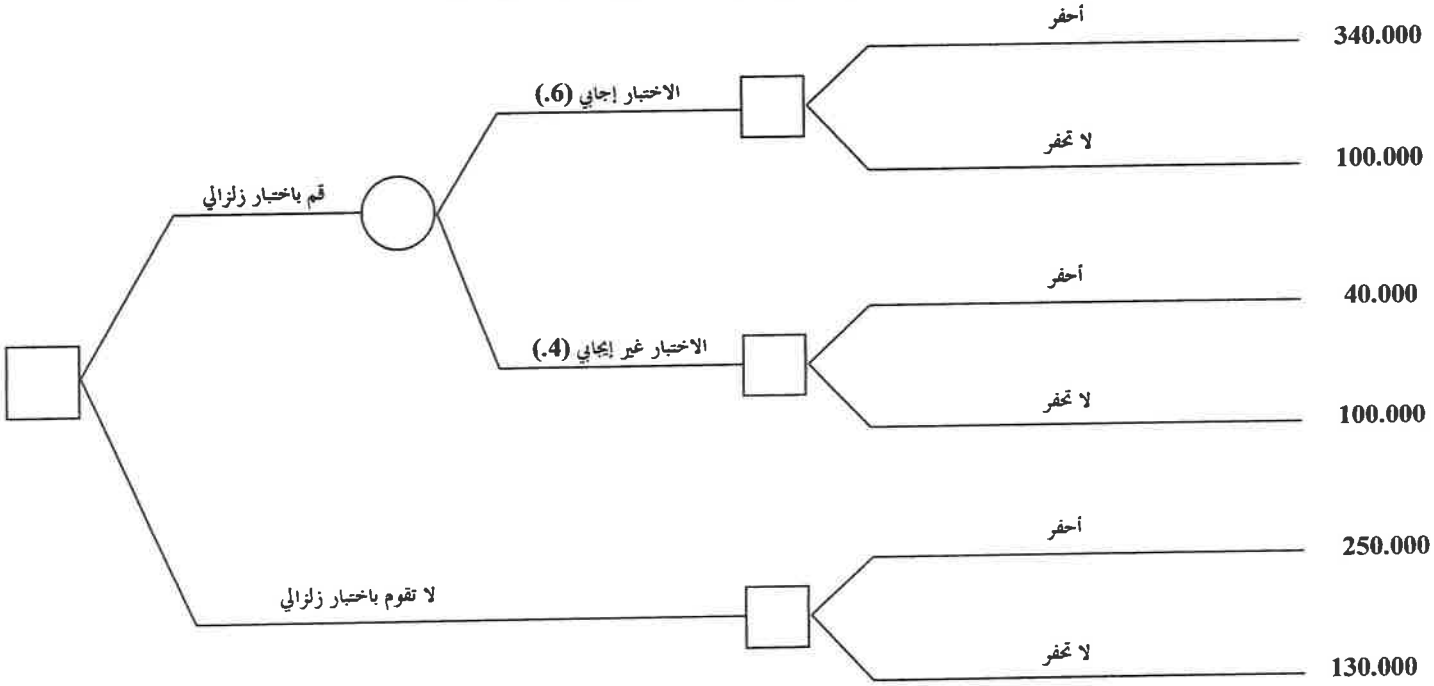
حالة طبيعة/قدر (ب) $40.000 = (0)0.90 + (400.000)0.10$

حالة طبيعة/قدر (ج) $250.000 = (30.000)0.45 + (430.000)0.55$

وبعد إيجاد النتائج يتم إحلالها محل عجرات الطبيعة/ القدر الخاصة بها ووضعها في الشجرة كما هو موضّح في شكل (١٥).

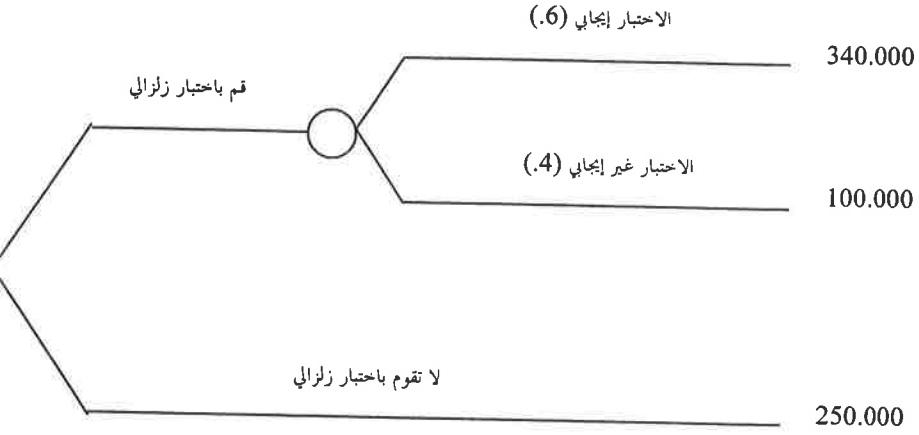
نلاحظ من شكل (١٥) أن صانع القرار الآن أمام عجرات قرار وعليه أن يختار من بينها عند كل عجرة قرار. وبإتباع قاعدة تعظيم الارباح، سوف يقوم "سنايدر" بإختيار الفرع الذي يحمل أعلى عائد. وكمثال، في العجرة التي تقع في أعلى الشكل سوف يختار "سنايدر" الفرع الذي يحمل خيار "إحفر". وهذا يتضح من شكل (١٦).

شكل رقم (١٥) : الطي الأول لشجرة قرار التنقيب عن النفط



المصدر: Hammond, (1975), p. 92

شكل (١٦): الطي الثاني لشجرة قرار التنقيب عن النفط



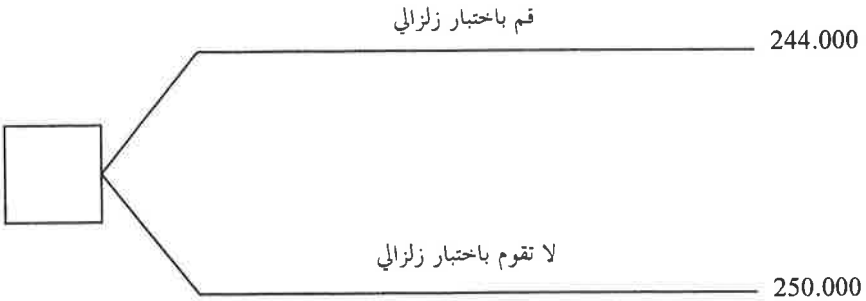
المصدر: Hammond, 1975, p. 93

وللوصول الى الخيار المفضل، على "سنايدر" أن يحل حالة طبيعة/قدر مدى إيجابية الاختبار الزلزالي. ولحل حالة الطبيعة/القدر هذه ايضاً نتبع الطريقة السابقة ونوجد القيمة المتوقعة كما يلي:

حالة طبيعة/قدر نتيجة الاختبار الزلزالي 0.6(340.000) + 0.4(100.000) = 244.000

بعد حل حالة الطبيعة/القدر هذه، نلاحظ أن السيد "سنايدر" الآن أمام خيارين هما إما أن يقوم بالاختبار الزازالي او لا يقوم به كما في شكل (١٧). وبما أنه يرغب، كأي رجل أعمال، في تعظيم عوائد مؤسسته فإنه من الواضح أن الخيار الافضل هو عدم القيام بالاختبار الزلزالي وإنما عليه أن يبدأ في الحفر مباشرة.

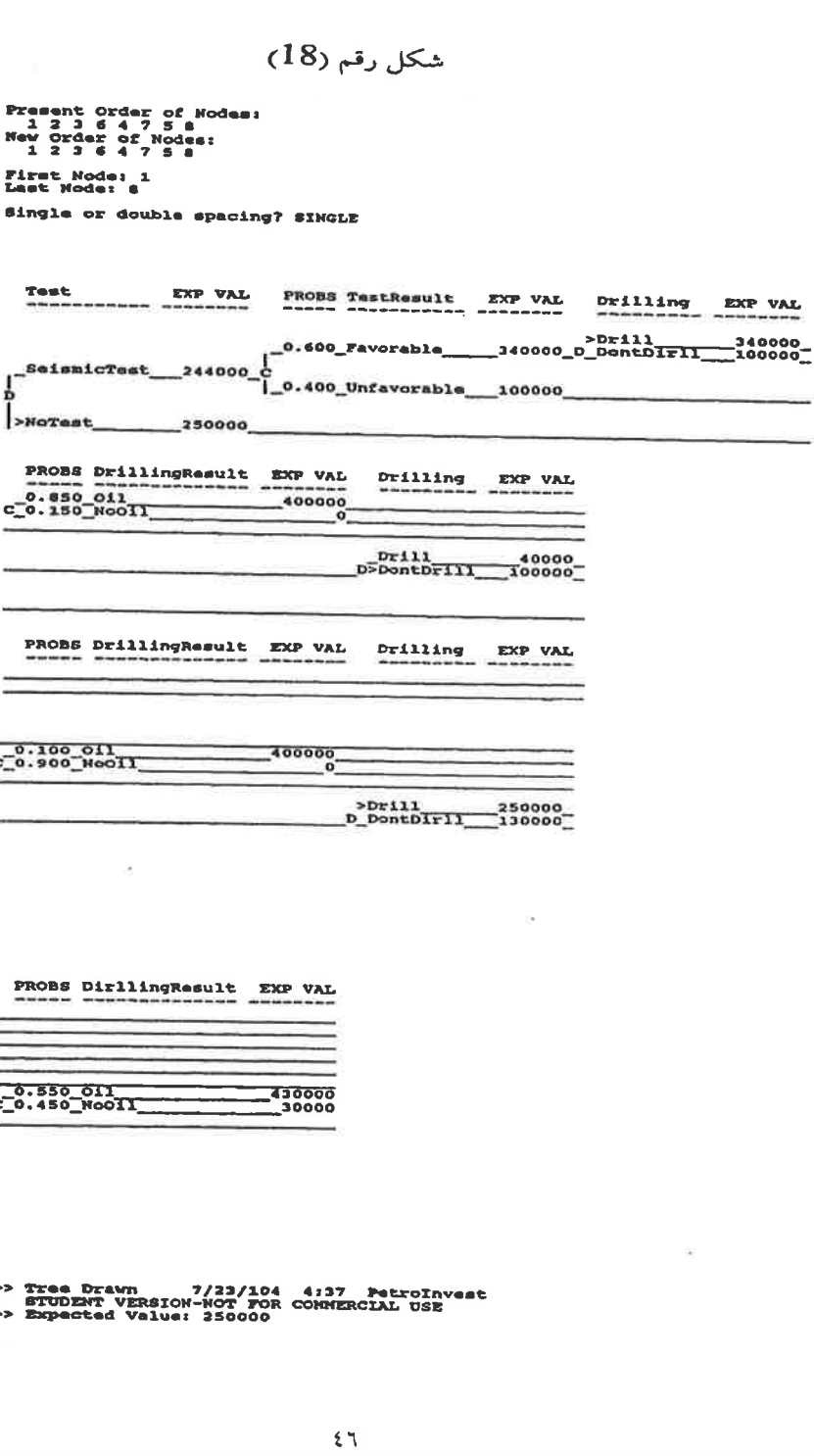
شكل (١٧): الطي الثالث لشجرة قرار التنقيب عن النفط



المصدر: Hammond, 1975, p. 93

وبإدخال معلومات وبيانات الفرصة الاستثمارية لشركة "بترو" في برنامج Supertree وتحليلها نجد أن هذا البرنامج يعطينا نفس النتيجة التي توصلنا إليها بطي الشجرة في ثلاث مراحل. حيث نلاحظ في شكل (١٨) أن أفضل بديل هو عدم القيام باختبار زلزالي حيث أن هذا البديل يعطي القيمة المتوقعة الأكبر من البديلين المذان أمام متخذ القرار. كما أن الشكل يوضح في أسفله البديل الأفضل وذلك بالإشارة إلى أن خيار عدم القيام بالاختبار الزلزالي هو ذو أعلى قيمة متوقعة Expected Value: 25000.

شكل رقم (18)


Present Order of Nodes:
1 2 3 6 4 7 5 8
New Order of Nodes:
1 2 3 6 4 7 5 8
First Node: 1
Last Node: 8
Single or double spacing? SINGLE
Test
EXP VAL
PROBS TestResult
EXP VAL
Drilling
EXP VAL
>Drill
340000
0.600 Favorable
340000
D DontDrill
100000
SeismicTest
244000
C
0.400 Unfavorable
100000
D
>NoTest
250000
PROBS DrillingResult
EXP VAL
Drilling
EXP VAL
0.850 Oil
400000
C 0.150 NoOil
0
Drill
40000
D>DontDrill
100000
PROBS DrillingResult
EXP VAL
Drilling
EXP VAL
0.100 Oil
400000
C 0.900 NoOil
0
>Drill
250000
D DontDrill
130000
PROBS DrillingResult
EXP VAL
0.550 Oil
430000
C 0.450 NoOil
30000
>> Tree Drawn 7/23/104 4:37 PetroInvest
STUDENT VERSION-NOT FOR COMMERCIAL USE
>> Expected Value: 250000

تضمين الاتجاه نحو المخاطرة في تحليل القرارات

لقد تنبّه الباحثون الى أن هناك نقطة ضعف كبيرة في قاعدة القرار المعروفة بالقيمة المتوقعة، حيث تفترض هذه القاعدة أن جميع صناع القرار محايدين للمخاطرة ويرغبون في لعب "لعبة المتوسطات" في جميع القرارات التي يقومون بها، بغض النظر عن النتائج السلبية التي من الممكن أن تنتج عن تلك القرارات. هذا يعني أن هذه القاعدة تفترض أن كل الاشخاص او المؤسسات متساوين في إتجاههم نحو المخاطرة attitude toward risk. وهذا الافتراض غير صحيح وغير معقول، لهذا قام الباحثون بوضع طريقة علمية لتضمين إتجاه صانع القرار نحو المخاطرة في تحليل القرار بإستخدام شجرة القرارات (أنظر مثلاً، Arabie & Maschmeyer, 1988; Cronshaw, Alexander, Wiesner & Barrick, 1987; Hammond, 1975; Dyer, Edmunds & Butler & Jia, 199).

وهذه الطريقة، التي تسمى نظرية المنفعة utility theory او نظرية التفضيل preference theor، تحاول أن تقيّم إتجاه صانع القرار نحو المخاطرة وذلك من خلال تحديد منحنى التفضيل preference curve لصانع القرار. بشكل عام، وفيما يخص اتجاه صناع القرار نحو المخاطرة، لقد لاحظ الباحثون (أنظر مثلاً، Gould, et al. 1991; Hammond, 197) أن هناك ثلاثة أنواع شائعة من منحنيات التفضيل وهي:

١. *كاره-المخاطرة risk-averter*: إن منحنى التفضيل للشخص المحافظ او النافر من المخاطرة يتميز بأنه مقوسّ عندما ينظر اليه من الاسفل. هذا يعني أن فرق المخاطرة risk premium لدى صانع القرار يكون إيجابي لجميع المقامرات التي تتم على المدى المغطى بالمنحنى[٤]. ويعتبر هذا النوع من المنحنيات هو الاكثر شيوعاً،

---

[٤] قد تم تعريف فرق المخاطرة بأنه القيمة المتوقعة للمقامرة ناقص *المبلغ المساوي لحالة التأكد* الذي سوف يقبل به متخذ القرار مقابل المقامرة (منقول عن Hammond, 1975:101).

حيث أن معظم الاشخاص محافظين الى درجة ما وخاصة عندما يتعلق الأمر بمبالغ مالية كبيرة الى حد ما.

٢. *لاعب المتوسطات player averages*: يكون منحى التفضيل لهذا الشخص عبارة عن خط مستقيم كما هو موضّح في شكل (١٩). وبالتالي فإن فرق المخاطرة يكون صفر لجميع المقامرات التي تتم على المدى المُغطى بالمنحنى. وفي الممارسة، يتم ملاحظة ظهور هذا النوع من منحنيات التفضيل عندما يُتخذ قرار والذي تكون نتائجه صغيرة مقارنة مع الوضع المالي الكلي، كما يحدث ذلك في الشركات الكبيرة.

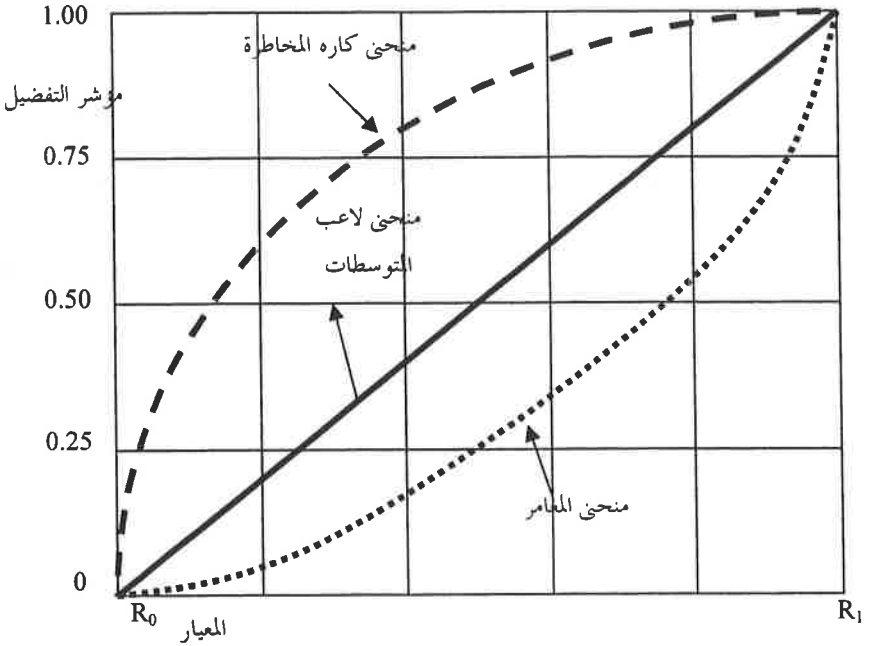
إن قاعدة القرار المعروفة بأسم "القيمة المتوقعة" قد صُممت للاشخاص الذين تكون منحنيات تفضيلهم عبارة عن خط مستقيم. وبالتالي فإن الشخص الذي يشعر بأن نتيجة المقامرة صغيرة مقارنة مع الوضع المالي الكلي ولا يحتاج الى إستخدام نظرية المنفعة/التفضيل وإنما عليه أن يتبّع قاعدة القيمة المتوقعة عند تحليل القرار قيد الدراسة (Hammond, 1975).

٣. *المغامر gambler*: أما بالنسبة لمنحنى الشخص المغامر فيظهر على أنه محدب عندما يُنظر اليه من الاسفل، ويعتبر النوع النادر من الانواع الثلاثة السابق ذكرها. وبناءً على هذا فإن فرق المخاطرة يأخذ قيمة سلبية لجميع المقامرات التي يدخل فيها الشخص المغامر. هذا يعني، أن الشخص المغامر مستعد أن يدفع فرق مخاطرة أعلى من القيمة المتوقعة وذلك قد يعود لأسباب عدة منها "نشوة" المقامرة.

اخيراً، يرى (Hammond, 1975) أنه في بعض الاحيان يتم ملاحظة أن بعض المنحنيات تكون عبارة عن خليط من الانواع الثلاثة السابق ذكرها. وكمثال، قد

نجد أن منحنى ما يوضّح كره للمخاطرة في الجزء العلوي منه ورغبة في المغـــامرة في الجزء السفلي، وهذا يعطي منحنى تفضيل على شكل حرف (S).

شكل (١٩): أنواع منحنيات التفضيل الاكثر شيوعاً



المصدر: Hammond, 1975, p. 108

مثال تطبيقي على تضمين الاتجاه نحو المخاطرة في تحليل القرار

إذا كان صانع القرار ليس "لاعب متوسطات" على المدى الطويل أو لا يستخدم قاعدة القيمة المالية المتوقعة، فيجب علينا أن نستبدل عجرات حالات الطبيعة/القدر في شجرة القرار بأرقام غير تلك الناتجة عن القيمة المتوقعة. وهذه القيم يجب أن تأخذ في الاعتبار ثلاثة أشياء: الاحتمالات، النتائج الاقتصادية والاتجاه نحو المخاطرة والذي يكون بطبيعة الحال مختلف عن لعب المتوسطات على المدى الطويل. ففي شكل (١٥)، كمثال، نلاحظ أن القيمة المتوقعة لأعلى عجرة إحتمال هي 340.000 دولار. هذه القيمة تعني الحد الادنى المؤكد الذي سوف يكون لاعب المتوسطات/متخذ القرار مستعد لقبوله بدلاً عن المغامرة الممثلة بحالة الطبيعة/القدر هذه. ولكن لو كان متخذ القرار أكثر تحفظاً، فإن عجرة الطبيعة /القدر سوف "تساوي worth" لديه أقل من 340.000 دولاراً. اما ما هي قيمة هذا المبلغ فإنها راجعة الى متخذ القرار هذا لأنه الشخص الوحيد الذي يعرف إتجاهه نحو المخاطرة وهذا ما يجب أن يحتويه التحليل بهذه الطريقة (Hammond, 1975:97).

ولكن ماذا نعني بمصطلح "تساوي"، وكيف يتم تحديد هذه القيمة؟ للاجابة على كلا السؤالين سوف نستمر مع مثال التنقيب عن النفط وبالذات عجرة الطبيعة/القدر (أ) السابق ذكرها في شكل (٧).

> تخيل أن شركة "سنايدر" قد إلتزمت بالحفر في أرض والتي يُعتقد أن إحتمالية وجود نفط هي (0.85). فإذا تم العثور على نفط، فإن الوضع المالي لهذه الشركة سوف يرتفع الى 400.000 دولار مؤكدة؛ في حين إن وجدت حفرة جافة، فإنها سوف تفلّس (وضع مالي يساوي صفر).

تخيل ايضاً أن مستثمر ثري يرغب في أن يدفع لـ "سنايدر" نقداً مقابل حقوق النفط الذي سيكتشف، قبل أن يعلم ما هي نتائج الحفر. وفي كلمات اخرى، سوف يقوم هذا المستثمر بأخذ مخاطر الحفر ومكافأته ايضاً، اذا كان هناك مكافأت. وسوف يكون "سنايدر" خالٍ من المخاطرة ويحتفظ بالمبلغ الذي دفعه المستثمر له مقابل حقوق النفط. فإذا عرض عليه أن يشتري حقوقه بمبلغ والذي يرفع الوضع المالي لشركته الى 150.000 دولار، هل سيبيع؟ (Hammond, 1975:97).

إفترض أن إجابة "سنايدر" كانت بـ لا قاطعة. وحسب هذه الاجابة نلاحظ ن "سنايدر" قد أخبرنا بأن 150.000 في يده أقل قيمة لديه من إحتمالية (0.85) في لحصول على وضع مالي قدره 400.000 دولار وإحتمالية (0.15) في الافلاس. بعبارة اخرى، اذا عرض عليه 150.000 دولار فقط، فإن "سنايدر" يفضل أن يقبل لمخاطرة ويحفر.

بعد ذلك سألنا "سنايدر" هل سيبيع حقوق النفط الذي سيكتشف مقابل ضع مالي مقداره 250.000 دولار وقد كانت إجابته بنعم. من هذه الاجابة نعرف ن "سنايدر" يفضل 250.000 دولار على المخاطرة والقيام بالحفر، رغم حقيقة أن قيمة المتوقعة للمغامرة هي 340.000 دولار.

والآن نسأل "سنايدر" سؤال ثالث وهو: "ماذا لو لم يكن لدينا الا مستثمر احد وقد عرضّ كحد أقصى مبلغ 225.000 دولار كقيمة لحقوق النفط الذي يكتشف، هل ستبيع؟" وبعد تفكير عميق كانت إجابة "سنايدر" بنعم.

بناءً على إجابات "سنايدر" على الثلاثة أسئلة، نستطيع أن نعرف أن المغامرة تمثلة في عجرة الطبيعة/القدر "تساوي" لدى "سنايدر" بين 150.000 و 225.000

دولار كمبلغ مؤكد، حيث أن مصطلح "تساوي" يحوي في طياته معناً خاصاً. إنه يعني الوضع المالي النهائي الذي سوف يقبل به "سنايدر" مقابل المخاطرة في التنقيب عن النفط. وبعبارة اخرى، هناك مبلغ ما، والذي اذا عُرض على "سنايدر"، سوف يجعله غير مبالٍ indifferent بين هل يقوم بالتنقيب عن النفط او هل يبيع حقوقه في هذا التنقيب. فلو عُرض عليه دولارات قليلة فوق هذا المبلغ فسوف يبيع حقوقه؛ اما اذا عُرض عليه مبلغ أقل من هذا المبلغ حتى ولو بدولارات قليلة فإنه سيفضل أن يقبل المخاطرة وينقب عن النفط.

هذا المبلغ الذي نتكلم عنه يتم الاشارة اليه على أنه المبلغ المساوي لحالة التأكد certainty equivalent او (CE) لـ "سنايدر". إن مبلغ حالة التأكد هذا يعتبر مقياس واضح لإتجاه "سنايدر" نحو المخاطرة في هذه الحالة. من المفروض أن يكون من الواضح بأنه كلما إنخفض المبلغ المساوي لحالة التأكد لـ "سنايدر"، كلما كان محافظاً في إتجاهه نحو المخاطرة، والعكس بالعكس (Hammond, 1975:98).

وبالتالي، لكي نأخذ إتجاه صانع القرار نحو المخاطرة في الحسبان يجب علينا أن نحصل على المبلغ المساوي لحالة التأكد والقابع في مخيلة صانع القرار لكل حالة طبيعة/قدر بدلاً من القيام بهذه المغامرة. كما يجب قياس هذا المبلغ المحدد بالوحدات التي يستخدمها صانع القرار في معياره لتقييم مشكلة القرار ويمكن أن يتم إستخدام هذا المبلغ ليحل محل حالة الطبيعة/القدر في شجرة القرار.

طريقة عامة لتحديد الاتجاه نحو المخاطرة: إستخدام منحنيات التفضيل

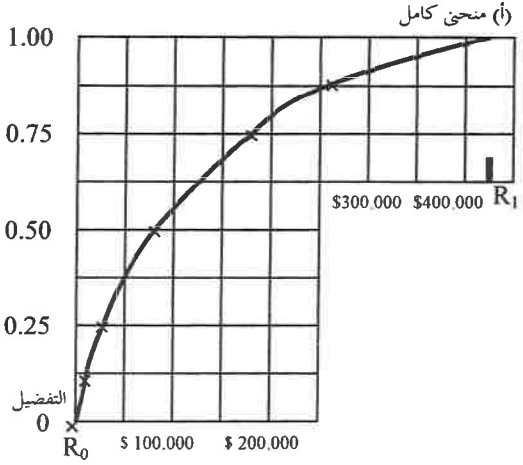
إن إحدى الطرق التي يستطيع بها المحلل إحراز المبالغ المساوية لحالات التأكد لحالات الطبيعة/القدر هي بسؤال صانع القرار إعطاء المبلغ المساوي لحالة التأكد لكل حالة طبيعة/قدر على حده خلال عمل المحلل تقهقرياً في شجرة القرار. في

حين أن هذه الطريقة سهلة نسبياً في مشاكل القرار البسيطة، مثل مثال التنقيب عن النفط، الا أن العملية تصبح صعبة في مشاكل القرار الاكثر واقعية. وهذا يعود الى سببين رئيسيين: (١) في مشاكل القرار الاكثر واقعيةً يكون عدد حالات الطبيعة/القدر كبير جداً وبالتالي تصبح عملية السؤال عن المبالغ المساوية لحالات التأكد مستهلكة للوقت بشكل كبير، (٢) في حالة وجود حالات طبيعة/قدر ذات فروع متعددة (أكثر من إثنين)، وهذا محتمل جداً، يصبح من الصعب التفكير بشكل منطقي او تحديد المبالغ المساوية لحالات التأكد لحالات لاتأكد معقّدة كتلك (Hammond, 1975).

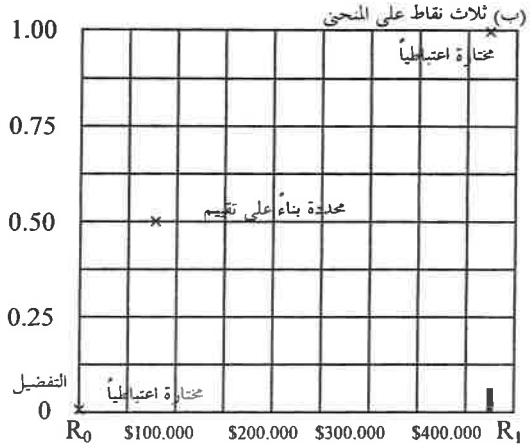
وللتغلب على الصعوبات في الطريقة التقليدية في تحديد المبالغ المساوية لحالات التأكد يمكن إستخدام ما يُعرف بإسم منحنى التفضيل. حيث يعتبر هذا المنحنى موجز كامل لإتجاه صانع القرار نحو المخاطرة على المدى المطلوب لحل مشكلة القرار التي تحت الدراسة. كما أنه يمكن إستخدام هذا المنحنى لتحديد المبالغ المساوية لحالات التأكد لحالات الطبيعة/القدر في مشكلة القرار (بما فيها حالات الطبيعة/القدر ذات الفروع المتعددة) بطريقة آلية ومباشرة. اما الآن دعنا نختبر خصائص منحنيات التفضيل وطرق إحرازها مستخدمين مثال شركة التنقيب عن النفط (شكل ٢٠-أ).

يوضّح المحور الافقي نتائج القرارات مقاسة بالوحدات التي يستخدمها صانع القرار في معياره في تاريخ محدد. ففي مثال "سنايدر" نلاحظ أن وحدات القياس هي صافي الاصول كسيولة في ٣١ "ديسمبر". اما بالنسبة لصناع القرار الاخرين فقد يكون المعيار هو إجمالي المداخيل او صافي التدفق النقدي او صافي العوائد او اي معيار أخر (Hammond, 1975).

شكل (٢٠): منحنى التفضيل لـــ "سنايدر"



صافي الأصول السائلة في ٣١ ديسمبر



صافي الأصول السائلة في ٣١ ديسمبر

المصدر: Hammond, 1975, p. 99

إن إحدى أهم الخصائص التي يمكن ملاحظتها عن المحور الافقي هو المدى او لنطاق الذي يغطيه هذا المحور. ففي مثال التنقيب عن النفط، نلاحظ أن هذا المحور يغطي مدى النتائج الممكنة في هذه المشكلة، وهو من 0 الى 430.000 دولار. وكقاعدة عامة "يجب أن يعكس منحى التفضيل بدقة على الاقل إتجاه صانع القرار نحو المخاطرة على المدى الذي يشمل أسوا و أفضل النتائج التي من الممكن أن تظهر في المشكلة التي تحت الدراسة" (Hammond, 1975:99). إنه من المستحسن (وفي بعض الاحيان من المزايا) قياس الاتجاه نحو المخاطرة على مدى أكبر مما نحتاج اليه، لكنه من غير المحبذ أن يكون المدى أقصر مما نحتاج اليه.

إن نقطتي النهاية في المدى لهما وضع خاص، وهذا واضح من خلال الاشارة اليهما من خلال تسميتهما النتيجتين المرجعيتين reference consequences. وبإستخدام الرموز يتم الاشارة الى أقل نتيجة مرجعية بالرمز (R_0)، اما أعلى نتيجة مرجعية فيتم الرمز لها بـ (R_1). وفي مثال "سنايدر" يجب أن تكون (R_0) أقل من او تساوي 0 ، ويجب أن تكون (R_1) أكبر من او تساوي 430.000 دولار.

اما بالنسبة للمحور العمودي، يكون هناك نقطتين تمثلان الحد الادنى والحد الاعلى. فعلى هذا المحور نقوم بإعطاء نقطة الحد الادنى (R_0) قيمة تفضيل 0 ، ونقطة الحد الاعلى (R_1) قيمة تفضيل 1، وهذا يمكننّا من تفسير مؤشر التفضيل preference index على أنه إحتمالية. وبالتالي فإن المحور العمودي يمتد من 0 الى 1، في حين أن المحور الافقي يمتد من (R_0) الى (R_1).

إن معرفة معنى المحور العمودي ليس ضرورياً عند إستخدام منحنى التفضيل في التحليل. حيث يكفي صانع القرار أن يفهم فقط أنه مؤشر لإتجاهه نحو المخاطرة ويعرف كيف يتم إستخدامه في الممارسة. اما بالنسبة للمتخصص في تحليل القرار،

فيرى (Hammond, 1975:100) أن الملاحظة المقتضبة التالية تفسر معنى المحور العمودي:

> إن التفضيل المحدد P(C) للنتيجة (C) يعني بأن صانع القرار غير مبالٍ بين أن يحصل على مبلغ (C) بشكل مؤكد وبين أن يكون لديه إحتمالية P(C) في تحقيق (R_1) وإحتمالية 1- P(C) في تحقيق (R_0). وكمثال، في شكل ٢٠-أ نلاحظ أن "سنايدر" قد أشار الى أنه غير مبالٍ بين تحقيق وضع مالي مقداره 100.000 دولار بشكل مؤكد وبين أن يكون لديه إحتمال (0.60) في الحصول على 430.000 دولار وإحتمالية (0.40) في الحصول على لا شيء، طالما أن المنحنى يعبر من خلال النقطة (0.6 و 100.000).

كيفية إحراز منحنى التفضيل

إن عملية إحراز منحنى التفضيل لأي صانع قرار تسمى "تقييم assessment"، وتتكون هذه العملية من مرحلتين: (١) تقييم منحنى "مبدئي" و (٢) التحقق من دقة وتصحيح المنحنى، وهذا يعني التحقق من مضامينه السلوكية لنرى ما اذا كان يعكس فعلاً إتجاه صانع القرار نحو المخاطرة (Hammond, 1975; Von Winterfeldt & Edwards, 1992).

رغم أن هناك عدة طرق يمكن من خلالها إحراز منحنيات التفضيل، إلا أن هذه الورقة تصف إحدى الطرق البسيطة في كيفية إحراز منحنى التفضيل. وهذه العملية تتكون من إحراز نقاط على منحنى التفضيل لصانع القرار من خلال سؤاله عن المبالغ المساوية لحالة التأكد لسلسة من مقامرات 50/50 البسيطة، ومن ثم رسم منحنى أملس يمر بتلك النقاط. إلا أنه يجب تحذير القارئ من أنه رغم بساطة هذه الطريقة الا أنها في كثيرٍ من الاحيان تؤدي الى إحراز منحنيات تفضيل غير منتظمة الشكل والتي تتطلب تصحيحها في مرحلة التحقق. على كل حال دعنا نقوم

بتطبيق هذه العملية على مثال شركة التنقيب عن النفط ورئيسها السيد "سنايدر" (Hammond, 1975:101-102).

المرحلة الاولى: تقييم المنحنى المبدئي. طالما أننا قد حددنا مسبقاً قيمتي التفضيل 0 و 1 للنتيجتين المرجعيتين، فبذلك يكون لدينا نقطتين على منحنى "سنايدر". ولكي نحرز نقطة ثالثة على هذا المنحنى، نسأل "سنايدر" عن المبلغ المساوي لحالة التأكد لإحتمالية 50-50 لوضع مالي مكّون من 0 او 430.000 دولار. دعنا نفترض أن إجابة "سنايدر" هي 72.000 دولار. طالما أن هذا هو أول مبلغ مساوٍ لحالة التأكد، فسوف نطلق عليه (CE_1).

نستطيع أن نلاحظ من إجابة "سنايدر" أنه شخص محافظ في إتجاهه نحو المخاطرة. فلو كان "لاعب متوسطات"، لكانت إجابته مساوية للقيمة المتوقعة للمقامرة وهي 215.000 دولار (هذا يعني، 0.50 × 430.000 + 0.50 × 0). ولكن لكونه محافظ فقد كانت إجابته بـ 72.000 دولار. اما الفرق بين القيمة المتوقعة للمقامرة وبين المبلغ المساوي لحالة التأكد فيطلق عليه فرق المخاطرة risk premium. وفي مثالنا نلاحظ أن فرق المخاطرة كبير.

ولكي نحرز التفضيل المقابل لمبلغ 72.000 دولار، علينا أن نستخدم المبدأ التالي: إن التفضيل الخاص بأية مقامرة هو القيمة المتوقعة للتفضيلات المقابلة لنتائج المقامرة. وبالتالي فإن:

تفضيل CE_1 = .5× تفضيل 0 + .5× تفضيل 430.000

= .5 × 0 + .5 × 1

= .5

والآن لدينا ثلاث نقاط على منحنى التفضيل لـ "سنايدر" وهي النقطتين المقابلتين للحد الادنى والحد الاعلى والنقطة التي إستنتجناها من إجابته على سؤالنا له عن المبلغ المساوي لحالة التأكد. وقد تم رسم تلك النقاط في شكل (٢٠-ب).

نستطيع ايضاً أن نحرز نقطة اخرى على منحنى تفضيل "سنايدر" من خلال سؤاله سؤال مشابه يتعلق بالنقطة الثالثة على المنحنى وإحدى النتيجتين المرجعيتين، مثل "ما هو الوضع المالي المؤكد الذي يجعلك غير مبالٍ بين إحتمالية 50/50 عند وضع مالي مكّون من 72.000 او 430.000 دولار؟" إذا إفترضنا أنه أجاب أن المبلغ المساوي لحالة التأكد لهذه المقامرة هو 163.000 دولار، فبإستخدام المبدأ السابق ذكره نستطيع أن نحدد التفضيل المقابل لمبلغ 163.000 دولار كما يلي:

$$\text{تفضيل } CE_2 = .5 \times \text{تفضيل } 72.000 + .5 \times \text{تفضيل } 430.000$$
$$= .5 \times .5 + .5 \times 1$$
$$= .75$$

وربما نسأل سؤال مشابهه عن مقامرة 50/50 لوضع مالي مكّون من 0 او 72.000 دولار. فإذا إفترضنا أن إجابة "سنايدر" كانت 28.000 دولاراً، نستطيع كما فعلنا سابقاً تحديد التفضيل المقابل لمبلغ 28.000 دولاراً كما يلي:

$$\text{تفضيل } CE_3 = .5 \times \text{تفضيل } 0 + .5 \times \text{تفضيل } 72.000$$
$$= .5 \times .5 + 0 \times .5$$
$$= .25$$

وبالتالي نستطيع أن نستمر في هذه العملية حتى نحرز عدد كافٍ من النقاط نستطيع أن نرسم من خلالها منحنى أملس كما في شكل (٢٠-أ). وقبل أن ننتقل الى المرحلة الثانية من كيفية إحراز منحنى التفضيل، هذا تلخيص لإجراء تحديد

المبالغ المساوية لحالات التأكد وتحويلها الى مؤشرات تفضيل (Hammond, 1975:100-101):

١. لقد بدأنا اولاً بإختيار نتيجتين مرجعيتين هما (R_0, R_1) واللتان تمثلان أحسن وأسوا نتيجتين يمكن ظهورهما في مشكلة القرار. وقد حددنا بشكل إعتباطي قيمة تفضيل 1 لـ (R_1) و قيمة تفضيل 0 لـ (R_0)، ثم رسمنا هاتين النقطتين على منحنى التفضيل.

٢. بعد ذلك سألنا صانع القرار سلسلة من الاسئلة عن مبالغ مساوية لحالات التأكد خاصة به لمقامرات 50/50 مكّونة من نتائج متنوعة بين نطاق (R_1) و (R_0). فقد بدأنا بسؤاله عن المبلغ المساوي لحالة التأكد لمقامرة 50/50 عند حالة الطرف، وهي 430.000 او 0 دولار (وهذا يعني عند النقطتين المرجعيتين R_0 و R_1). وقد حددنا مؤشر التفضيل لهذا المبلغ بأنه (.5) ورسمنا هذه النقطة في الرسم البياني. بعدئذ قمنا بإحراز المبلغين المساويين لحالة التأكد لنقطتين إضافيتين، هما CE_2 وكان مؤشر التفضيل لها هو (.75)، و CE_3 وكان مؤشر التفضيل لها (.25)، ورسم هاتين النقطتين ايضاً في الرسم البياني.

٣. لقد بدأنا بزوج واحد من النقاط فقط على منحنى التفضيل الذي نحاول رسمه، وهو R_0 و R_1، وبناءً عليها حددنا/قيمنّا CE_1. بعد ذلك، إستخدمنا الزوجين الجديدين من النقاط المعطى بواسطة تقييم CE_1 (وهذين الزوجين هما، R_1 و CE_1، و R_0 و CE_1) لتقييم كل من CE_2 و CE_3. والآن أعطتنا CE_2 و CE_3 خمسة أزواج جديدة من النقاط وهي (R_1 و CE_2، R_1 و CE_3، R_0 و CE_2، R_0 و CE_3، CE_2 و CE_3) والتي كان من الممكن إستخدامها لتقييم خمسة مبالغ مساوية لحالات التأكد جديدة، وتلك

كان من الممكن إستخدامها في توليد عدد كبير من إمكانيات التقييم. ورغم ذلك، من المفروض إيقاف عملية التقييم حالما يكون لدينا نقاط كافية والتي نستطيع من خلالها رسم منحنى تفضيل أملس كما في شكل (٢٠-أ).

المرحلة الثانية: التحقق من دقة وتصحيح المنحنى. قبل إستخدام منحنى التفضيل، إنه أمر إلزامي التحقق من تناغم تقييمات صانع القرار وذلك للتأكد من مدى صحة أن المنحنى يعكس إتجاهه نحو المخاطرة. ولكي يكون منحنى التفضيل مفيداً، يجب أن يُمثّل بشكل دقيق إتجاه صانع القرار نحو المخاطرة لكل المقامرات على المدى الذي بين النتيجتين المرجعيتين. واذا لم يكن كذلك، فإن هذا يعني وجود عدم تناغم في إتجاه صانع القرار نحو المخاطرة. ويمكن ضرب مثال على عدم التناغم في إتجاه صانع القرار نحو المخاطرة مستخدمين مشكلة السيد "سنايدر" .(Hammond, 1975:102)

ففي هذا المثال نستخدم منحنى تفضيل السيد "سنايدر" الذي رسمناه في شكل (٢٠-أ) وذلك لتحديد المبلغ الذي يرى "سنايدر" أنه مساوٍ لحالة التأكد لمقامرة 50/50 لوضع مالي 100.000 او 350.000 دولار وذلك كما يلي: أولاً، نحسب مؤشر التفضيل للمقامرة كما يلي:

.5 × تفضيل 100.000 + .5 × تفضيل 350.000

= .5 × .6 + .5 × .95

= .775

ثانياً، نقوم بقراءة المبلغ المساوي لحالة التأكد المقابل لـ (.775) من على منحنى التفضيل، حيث نجد أنه 180.000 دولار. بعد ذلك إفترض أننا سألنا السيد "سنايدر" أن يحدد المبلغ المساوي لحالة التأكد لنفس المقامرة وكانت إجابته 210.000 دولار. من هذه الاجابة نلاحظ عدم التناغم بين إتجاهه نحو المخاطرة المعبر

نه بمنحنى التفضيل وبين التحديد للمبلغ المساوي لحالة التأكد. وفي هذه الحالة لا د من عمل شيء لتصحيح عدم التناغم هذا. فإذا كانت المشكلة ناتجة عن عملية سقل المنحنى، فإن الحل سهلاً. اما اذا لم تكن كذلك، فيجب إعادة تقييم ذلك لجزء من منحنى التفضيل حتى نجعل المنحنى يعكس بشكل دقيق إتجاه "سنايدر" نحو لمخاطرة.

وكقاعدة عامة، من المفروض التحقق من عدم وجود عدم تناغم بعد الجولة لاولى من الانتهاء من رسم المنحنى. واذا تطلب الامر من المفروض عمل تغييرات لقيام بفحص إضافي للمنحنى حتى يكون صانع القرار واثق من أن هذا المنحنى كس بشكل حقيقي إتجاهه نحو المخاطرة. فقط في هذه الحالة نستطيع إستخدام نحنى في تحليل مشكلة القرار التي تحت الدراسة، كما سوف نطبّق ذلك على ال شركة التنقيب عن النفط ورئيسها السيد "سنايدر".

ربما يجادل البعض أن حالة عدم التناغم التي تنتج في أحيان كثيرة خلال عملية ديد/تقييم منحنيات التفضيل يكون سبب قوي لمحاولة تحاشي إستخدام هذه نحنيات. ولكن بالعكس، إن حقيقة وجود عدم تناغم في إتجاه صانع القرار نحو خاطرة يعتبر من الاسباب القوية لإستخدام نظرية التفضيل. حيث أن عملية تقييم تجاه نحو المخاطرة تشير الى حالات عدم التناغم وتساعد على إزالتها قبل أن تؤثر كل سلبي على القرار الذي تحت الدراسة (Hammond, 1975:103).

تخدام مؤشرات التفضيل في تحليل القرار

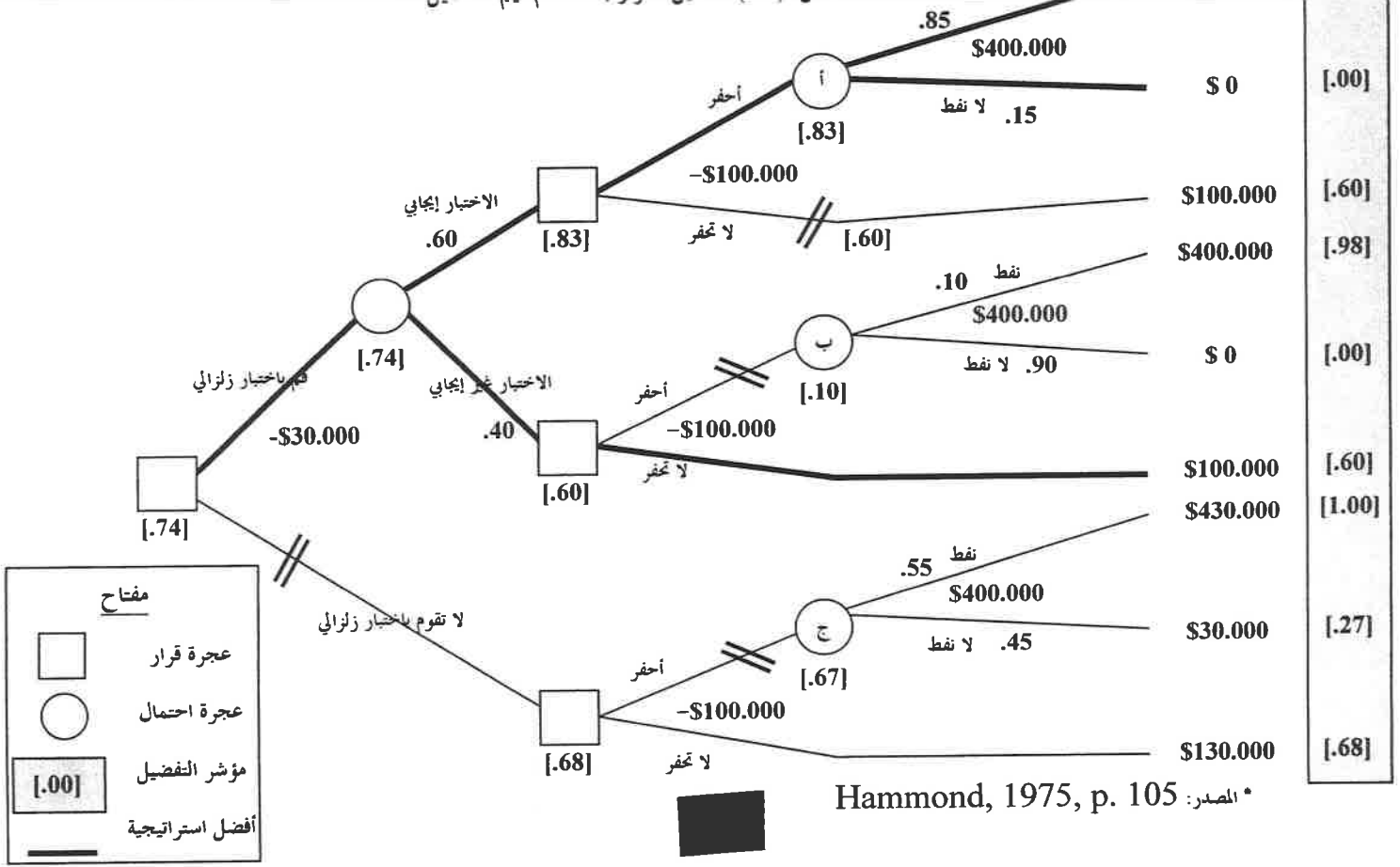
يمكن إستخدام إحدى طريقتين عند إستخدام مؤشرات التفضيل في تحليل رار، وسوف نشرح هاتين الطريقتين مستخدمين مثال السيد "سنايدر" في كلة التنقيب عن النفط (شكل ٢١).

الطريقة الاولى: يتم إستخدام المبالغ المساوية لحالة التأكد في التحليل والوصول الى الخيار الافضل. ولكي نحصل على المبلغ المساوي لحالة التأكد لحالة طبيعة/قدر في رسم شجرة القرار الذي تحت الدراسة، نقوم بإستخدام الاجراء التالي المبني على مبدأ نظرية التفضيل (Hammond, 1975:104):

١. حولّ نتائج المقامرة الى ما يقابلها في مؤشر التفضيل.
٢. إحسب القيمة المتوقعة لتلك التفضيلات. والناتج هو التفضيل لحالة الطبيعة/القدر.
٣. إذهب الى منحنى التفضيل وأوجد قيمة المقياس المقابلة لتفضيل حالة الطبيعة/القدر. وهذه القيمة هي المبلغ المساوي لحالة التأكد للمقامرة.

ويمكن توضيحّ كيفية القيام بهذه الخطوات على حالة طبيعة/قدر (أ) في الركن العلوي الايمن في شكل (٢١):

١. إننا نعرف من منحنى التفضيل في شكل (٢٠-أ) أن مؤشر التفضيل لـ 400.000 دولار هو (98.)، وأن تفضيل 0 دولار هو (0).
٢. اما القيمة المتوقعة لتلك التفضيلات فهي (98. × 85. + 0 × 15. = 83.).



* المصدر: Hammond, 1975, p. 105

٣. وعندما نعود الى منحنى التفضيل، نرى أن مبلغ التأكد المساوي لحالة الطبيعة/القدر هذه هو 215.000 دولار، وهو أقل بكثير من القيمة المتوقعة لنفس حالة الطبيعة/القدر الذي تم حسابه سابقاً، وهي 340.000 دولار. وبالتالي نستطيع أن نستمر في التحليل مستخدمين المبلغ المساوي لحالة التأكد لحالة الطبيعة/القدر وذلك من خلال الطي الى الخلف نحو العجرة التي تليها؛ وحيث أن 215.000 دولار لفرع "إحفر" أكبر من 100.000 دولار لفرع "لا تحفر"، فإن الخيار المفضل هو "إحفر".

إنه من الممكن إكمال التحليل بهذه الطريقة، ولكن من الممكن ايضاً الوصول الى الخيار النهائي بطريقة أبسط. فبعد إحراز التفضيلات لحالات الطبيعة/القدر، فإنه ليس من الضروري تحويلها الى مبالغ مساوية لحالات التأكد لحالات الطبيعة/القدر قبل عمل الخيارات النهائية. ولكن يمكن إحراز نفس النتائج اذا تم القيام بعمل الخيارات على أساس تعظيم التفضيل. وبالتالي فإن إستخدام منحنى التفضيل مع شجرة القرارات يتطلب فقط تعديل بسيط للاجراء الذي تم وصفه سابقاً في كيفية تعظيم القيم المتوقعة. اما المبدأ الاساسي الناتج عن هذا التعديل فهو: إذا كان صانع القرار يرغب في جعل أفضل قرار متناغم مع إتجاهه نحو المخاطرة، فيجب عليه أن يختار ذلك الخيار ذو أعلى تفضيل. ولتطبيق هذا المبدأ، يجب إتباع الاجراء التالي (Hammond, 1975:104):

١. حولّ جميع النواتج النهائية في رسم شجرة القرار الى تفضيلات، كما هو موضحّ باللون الغامق في شكل (٢١). وكمثال، النتيجة النهائية، وهي 400.000 دولار، في أعلى الرسم البياني تساوي على مؤشر التفضيل (98.)، هذا حسب منحنى التفضيل في شكل (٢٠-أ).

٢. لتوجد تفضيل صانع القرار لأي حالة طبيعة/قدر، أحسب القيمة المتوقعة لقيم التفضيل عن حالة الطبيعة/القدر تلك. وفي كلمات اخرى، بدلاً من ضرب القيم المالية في الاحتمالات، كما في تحليل القرار مستخدمين القيمة المالية المتوقعة، إضرب التفضيلات في الاحتمالات. وبالتالي فإنك عند كل حالة طبيعة/قدر تأخذ متوسط وزني للتفضيلات، حيث أن الاوزان هي الاحتمالات. وبتطبيق ذلك على حالة طبيعة/قدر (أ) في الركن العلوي من شجرة قرار شركة التنقيب عن النفط، وهي "نفط-لا نفط"، تكون القيمة المتوقعة هي (.98 × .85 + 0 × .15 = .83). أكتب هذه النتيجة بين قوسين تحت عجرة الاحتمال كما هو موضحّ في شكل (٢١).

٢. عند كل عجرة فعل/قرار، إختر الفعل ذو أعلى قيمة تفضيل. وكمثال، عند أعلى عجرة قرار في شكل (٢١). الاختيار هو بين "إحفر" بتفضيل يساوي (.83) وبين "لا تحفر" بتفضيل يساوي (.60)، وبالتالي فإن الخيار هو "إحفر". أكتب قيمة التفضيل بين قوسين وضعها تحت عجرة القرار وضع خطين متوازيين (//) على الخيار الذي لم يتم إختياره كما هو موضّح في شكل (٢١). (إحدى الممارسات عند طي الشجرة الى الخلف هو وضع خطين متوزايين تدلان على إستبعاد هذا الخيار بدلاً من إعادة رسم الشجرة بدون الخيارات المستبعدة).

. إستمر في التقهقر الى الخلف من خلال تكرار خطوتي 2 و 3 حتى يتم الوصول الى قاعدة الشجرة. وكمثال، قيمة التفضيل لخيار القيام "باختبار زلزالي" هي (.60 × .83 + .40 × .60 = .74)، في حين أن قيمة التفضيل لخيار عدم القيام باختبار زلزالي هي (.68).

ووفقاً لتحليل القرار حسب نظرية التفضيل نلاحظ أن أفضل إستراتيجية يمكن أن يتبعها السيد "سنايدر" رئيس شركة التنقيب عن النفط هي أن يقوم "باختبار زلزالي" ، فإذا أعطى هذا الاختبار نتائج إيجابية فعليه أن ينقبّ، اما اذا كانت نتيجة الاختبار غير إيجابية فعندئذ عليه ألا ينقبّ عن النفط.

مقارنة بين نتائج التحليل حسب القيمة المالية المتوقعة وحسب نظرية التفضيل

عندما نعود الى قراءة نتائج التحليل حسب هاتين الطريقتين، نجد أن نتائجهما مختلفة بشكل كبير؛ حيث نجد أن طريقة القيمة المالية المتوقعة تخبر السيد "سنايدر" أن يحفر مباشرةً رغم أن هناك إحتمالية (.45) أن ينتهي به الحال الى وضع مالي مقداره 30.000 دولار فقط. اما طريقة نظرية التفضيل، التي آخذت في الاعتبار كم السيد "سنايدر" محافظ في إتجاهه نحو المخاطرة، فتخبره أن يقوم باختبار زلزالي اولاً ويحفر بحثاً عن البترول اذا كانت نتيجة هذا الاختبار إيجابية، مع إحتمالية (.09) فقط في أن يكون في وضع مالي منخفض (في هذه الحالة يكون وضعه المالي صفر (Hammond, 1975:106).

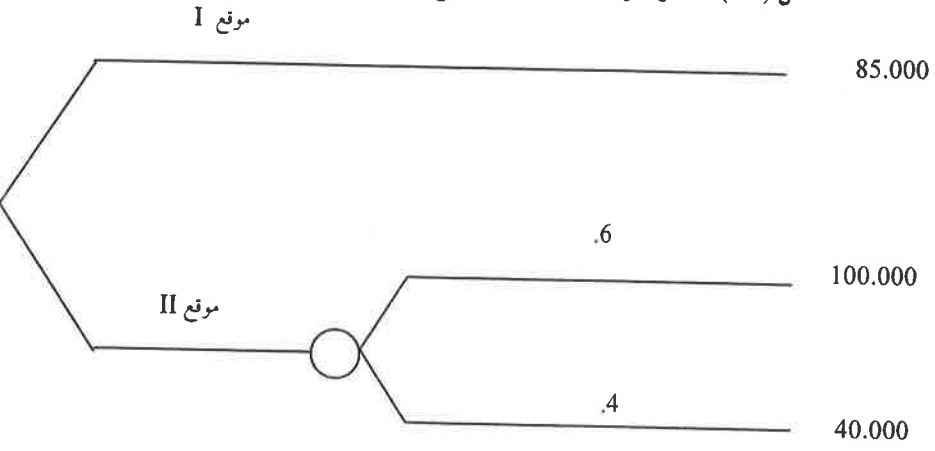
أخيراً، نلاحظ من إستخدام طريقة نظرية التفضيل أن إجراء الاختبار الزلزالي هو عبارة عن "وثيقة تأمين" والتي تتوافق مع الشخص المحافظ في إتجاهه نحو المخاطرة كما في حالة السيد "سنايدر"، في حين أن طريقة نظرية التفضيل لا تصلح للشخص "لاعب المتوسطات" (أنظر شكل ١٧). وبالتالي فإن إستخدام نظرية التفضيل ومثال شركة التنقيب عن النفط توضّح كيفية أخذ إتجاه الشخص نحو المخاطرة في الاعتبار (Hammond, 1975:106).

تحليل الحساسية

اذا كانت تقديرات الاحتمالات لحالات الطبيعة/القدر او المردودات لاي مشكلة قرار غير موثوق فيها، فإن قاعدة القرار المعروفة بـ القيمة المتوقعة لا تكون قاعدة مفيدة في الاشارة الى افضل خيار امام متخذ القرار. وكما ذكرنا سابقاً، عندما نستخدم هذه القاعدة فإننا نفترض أن متخذ القرار يكون محايد المخاطرة/لاعب متوسطات وهذا قد لا ينطبق على كل الاشخاص ولا على الحالات التي تتعلق بتكاليف او عوائد كبيرة (أنظر مثلاً، Nutt, 1989; Stockey & Zeckhauser, 197). وبالتالي فإن تحليل القرار، الذي يستخدم شجرة القرار يمتاز بميزة فريدة اخرى وذلك من خلال تمكين صانع القرار او المحلل أن يختبر الافتراضات وذلك من خلال "تليين relax" تلك الافتراضات وذلك بطرح أسئلة من نوع "ماذا لو what if questions". والهدف الاساسي من طرح أسئلة من هذا النوع هو رؤية مدى حساسية الخيار النهائي للافتراضات والتقديرات الموضوعة وذلك من خلال ما يعرف بتحليل الحساسية sensitivity analysis. ففي حالة وُجد ان القرار النهائي حساس بالنسبة للتقديرات الموضوعة، فإن على صانع القرار او المحلل أن يقضي وقت أطول لتنقيح تلك التقديرات وجعلها أقرب الى ما يمثله الواقع.

وكمثال على إختبار مدى حساسية تقديرات الاحتمالات على القرار النهائي لمتخذ القرار، نفترض أن شخص ما يحاول أن يختار من بين موقعين للبناء (Stockey & Zeckhauser, 1978:234-)، حيث أن إعداد موقع (I) للبناء يكلّف 85.000 دولار. اما بالنسبة لتكلفة إعداد موقع (II) فإنها مشروطة: هذا يعني أن صانع القرار يعتقد أن هناك إحتمال ٦٠% أن هذا الموقع سوف يكلّف 100.000 دولار الا اذا حالفه الحظ فأن هذا الموقع لن يكلّف الا 40.000 دولاراً. وقد تم عرض مشكلة القرار هذه في شكل (٢٢).

شكل (٢٢): شجرة قرار لمشكلة إختيار موقع للبناء



المصدر: E. Stohey & R. Zeckhauser, (1978), p. 234

فلو كان هذا الشخص محايد للمخاطرة وطبقّ قاعدة قرار القيمة المتوقعة، فإن القيمة المتوقعة عند عجرة حالة الطبيعة/القدر هي 76.000 دولار. وبالتالي فإن القرار الافضل حسب هذه القاعدة هو خيار موقع (II). ولكن اذا كان صانع القرار يعتقد أن تقديرات الاحتمالات في خيار (II) غير دقيقة ومبنيّة على قدر محدود من المعلومات، ويرى أنه من الممكن تنقيح تلك التقديرات، فإن عليه أن يطرح عدد من الاسئلة منها: (١) كم الخيار النهائي حساس لتلك التقديرات؟ (٢) ما هي تكلفة جمع معلومات لتنقيح تلك التقديرات؟ (٣) وهل تكلفة جمع معلومات جديدة سوف تؤثر في القرار النهائي[٥]؟

---

[٥] لأمثلة في الاجابة على السوالين الثاني والثالث، أنظر مثلاً، إسماعيل السيد (١٩٩٩)، و محمود المنصوري (١٩٩٨) و gould, et al., (1991), Winterfeldt & Edwards, (1992).

أما بالنسبة للاجابة على السؤال الاول وتطبيقاً على المثال الذي بين أيـــدينا، فإن صانع القرار يستطيع أن يحسب الاحتمالات التي يكون فيها موقع (I) مســـاوٍ او/او مفضل على موقع (II)، ليرى كم يكون القرار النهائي حساس لتقديرات تلك الاحتمالات. فنلاحظ من المثال أنه كلما زادت إحتمالية أن موقع (II) ســـيكلف 100.000 دولار، يصبح هذا الموقع أقل جاذبية حتى نصل الى إحتمالية ما (p) يكون عندها صانع القرار غير مبال بين إختيار أيٍ من الموقعين للبناء. والآن دعنا نوجـــد تلك الاحتمالية التي يكون عندها صانع القرار غير مبالٍ بين الخيارين اللذين تحـــت الدراسة، حيث أن التكلفة المتوقعة للخيارين عند هذه الاحتمالية تكون متســـاوية. ويقترح (Stokey & Zeckhauser, 1978) أنه يمكن إيجاد هذه الاحتماليـــة بإســـتخدام المعادلة التالية:

$$p(100,000) + (1-p)(40,000) = 85,000$$

التي تعطي (p =.75). هذا يعني أنه عندما تكون إحتمالية أن موقـــع (II) يكلـــف 100.000 دولار تساوي (.75)، فإن صانع القرار غير مبالٍ هل يختـــار موقـــع (I) او موقع (II). كما تعني ايضاً أنه اذا زادت تلك الاحتمالية عن (.75)، فإن موقـــع (I) يصبح هو الخيار المفضل.

بعد حساب إحتمالية اللامبالاة بين الخيارين على صانع القرار أن ينظر الى ما اذا أن جمع معلومات سوف يؤدي الى تغيير في توزيع الاحتمالية ويجعل إحتمالية أن موقع (II) سيكلف 100.000 تفوق (.75). فإذا راى وتأكد بأن جمـــع معلومـــات سوف لن يؤدي الى تغيير في توزيع الاحتمالية لكي تصل او تفوق (.75)، فإنه الآن في وضع يجعله يفضل موقع (II) للبناء عليه. واذا لا زال يشعر بعدم الارتياح لهـــذا الخيار فعليه أن يجمع معلومات عن تقديرات الاحتمالية لكي ينقحهـــا، حيـــث أن

تحليل القرار وشجرة القرار كأداة تساعدانه في حساب تكلفة جمع تلك المعلومات ودمج تلك التكلفة بكل سهولة في التحليل (Stokey & Zeckhauser, 1978).

كما أنه يمكن إستخدام تحليل الحساسية لإختبار مدى حساسية بعض قيم مقاييس المردودات التي تكون في الاساس تقديرات ومبنيّة على قدر محدود من المعلومات. فلو أخذنا مثال شراء السيارة في المثال الثاني في هذه الورقة، وإفترضنا أن صانع القرار غير مطمئن لخيار (ب) بسبب تقديرات تكلفة الاعطال الكبيرة في هذا النوع من السيارات. من هنا يطرح السؤال كم خياره النهائي حساس لهذا التقدير. وبعملية حسابية بسيطة، نلاحظ أن نقطة اللامبالاة بين خيار (أ) وخيار (ب) هي زيادة تكلفة الاعطال الكبيرة في خيار (ب) الى مبلغ 39.334 ريال. اما اذا زاد المبلغ عن ذلك فإن خيار (أ) يصبح هو الخيار المفضل. فإذا راى صانع القرار أن تكلفة الاعطال الكبيرة في خيار (ب) سوف لن تصل الى هذا الحد، فعليه أن يقدم ويتخذ قرار بشراء السيارة في خيار (ب). وبشكل عام يرى الباحثون أنه عندما يكون النطاق واسع كما في إحتمالية مثال موقعي البناء وفي مثال قيمة تكلفة الاعطال الكبيرة في خيار (ب) من السيارات، فإنه يمكن القول أن التقديرات متينة robust، وأن القرار غير حساس لمثل تلك التقديرات. (Gould, et al., 1991; Stokey & Zeckhauser, 1978).

ولمعرفة مدى حساسية القرار في مثال الفرصة الاستثمارية لشركة "بترو" قمنا بإجراء اختبار لمدى حساسية قرار الفرصة الاستثمارية لاحتمالية نتيجة الاختبار الزلزالي حيث أوجدنا الاحتمالية التي يكون عندها صانع القرار غير مبالي بين بديلي القيام بالاختبار الزلزالي أو عدم القيام به وذلك باستخدام المعادلة التالية:

$$P\,(340.000) + (1 - P)\,(100.000) = 250.000$$

التي تعطي (P = .625). وهذا يعني أنه عندما تكون احتمالية أن يكون الاختبار زلزالي إيجابي تساوي (.625) فإن صانع القرار غير مبالي هل يختار بديل القيام لاختبار الزلزالي أو بديل عدم القيام بالاختبار الزلزالي. وهذا واضح في شكل ٢٣) والذي تم إنتاجه من خلال برنامج Supertree حيث نلاحظ أن علامة (>) ام كلا البديلين المفتوحين أمام صانع القرار. إن الاستنتاج الذي نستطيع أن ستشفه من هذا التحليل هو أن قرار مدير شركة "بترو" حساس جداً لاحتمالية دى إيجابية الاختبار الزلزالي وذلك بسبب التغير الصغير في هذه الاحتمالية. وبهذا ب على صانع القرار في هذه الحالة تنقيح هذه الاحتمالية وجعلها أكثر دقة بناءً ى جمع معلومات أكثر في هذا السياق أو من خلال استشارة الخبراء في مجال ولوجية الأرض.

شكل (23)

```
                    NODE NUMBER:2

TYPE:CHANCE                    OUTCOMES DEPEND ON NODES:
NUMBER OF BRANCHES:2           PROBABILITIES DEPEND ON NODES:
NODE NAME:TestResult

                                                          SUCCESSOR
          PROBABILITY    OUTCOME          REWARD          NODE

        C__.625_________Favorable_____0_______________3__
        |__.375_________Unfavorable___0_______________4__

Supertree will check input compatibility and will then evaluate endpoints;
   this may take some time.
Do you wish to continue with this evaluation? YES
>>Total of 9 models run
>>Endpoint values assigned              7/23/104  8:28  PetroInvest
   STUDENT VERSION-NOT FOR COMMERCIAL USE

Present Order of Nodes:
  1 2 3 6 4 7 5 8
New Order of Nodes:
  1 2 3 6 4 7 5 8

First Node: 1


Last Node: 8

Single or double spacing? SINGLE
```

```
  Test          EXP VAL    PROBS TestResult    EXP VAL    Drilling    EXP VAL
  ------------ --------- ------ ------------ --------- ---------- ---------

                                                        >Drill_____340000_
                          _0.625_Favorable_____340000_D_DontDrill___100000_
                         |
 >SeismicTest___250000_C
|                        |_0.375_Unfavorable___100000_____________________
D
|
|>NoTest_________250000_____________________________________________________
```

```
  PROBS DrillingResult  EXP VAL   Drilling   EXP VAL
  ----- --------------- --------- ---------- ---------
 _0.850_Oil____________400000_____________________
C_0.150_NoOil__________0_____________________
_____________________________________________

                                  _Drill_____40000_
_____________________________D>DontDrill___100000_


_____________________________________________
```

```
  PROBS DrillingResult  EXP VAL   Drilling   EXP VAL
  ----- --------------- --------- ---------- ---------
_____________________________________________
_____________________________________________
_____________________________________________
 0.100_Oil____________400000_____________________
C_0.900_NoOil__________0_____________________
_____________________________________________

                                >Drill_____250000_


_____________________________D_DontDrill___130000_
```

```
  PROBS DrillingResult  EXP VAL
  ----- --------------- ---------
_____________________________
_____________________________
_____________________________
_____________________________
_____________________________
_____________________________
 0.550_Oil____________430000
C_0.450_NoOil__________30000
_____________________________


>> Tree Drawn      7/23/104  8:29  PetroInvest
   STUDENT VERSION-NOT FOR COMMERCIAL USE
>> Expected Value: 250000
```

مزايا ومحددات تقنية شجرة القرارات

دعني أبدا هذا الجزء بإستنتاج لثلاثة من الباحثين المميزين في التنظير والتطبيق لعملية صنع القرار وهو القول أن "الخيارات التي نقوم بها تتأثر، في كل مرحلة من مراحل صنع القرار، بالادراكات الخاطئة، والتحيزات وغيرها من نقاط الضعف العقلية" (Hammond, Keeney & Raiffa, 1998:9). لقد بدأت بهذا الاستنتاج لكي أقدم للمزايا العديدة التي تقدمها تقنية شجرة القرارات للتغلب على معظم نقاط الضعف العقلية التي تعتري الانسان عندما يواجه قرارات تحتوي على مخاطرة او حالة عدم تأكد. وأول هذه المزايا هي أن هذه التقنية تجبر صانع القرار او المحلل أن يتبع الاسلوب العلمي في صنع القرارات او ما يطلق عليه البعض مراحل صنع القرار. اما الميزة الثانية فهي أن هذه التقنية تجبر الشخص على توضيح إفتراضاته ووضعها على الورق، مما يسهل عليه وعلى الاخرين إختبار دقة ومتانة هذه الافتراضات. ثالثاً، إن هذه التقنية تساعد صانع القرار على تأطير المشكلة بطرق مختلفة، وهذا ما يوصي به (Hammond, et al., 1998) وذلك لتحاشي ما أسموه شرك/فخ التأطير، حيث يرى هولاء الباحثين أن لتأطير المشكلة تأثير عميق على الخيارات التي يقوم بها الاشخاص. وبما أنه يمكن إستخدام شجرة القرارات لتأطير المشكلة بطرق مختلفة، يستطيع صانع القرار او المحلل أن يتغلب على هذا الشرك. رابعاً، إنه بالامكان أخذ إتجاه صانع القرار نحو المخاطرة في الاعتبار بإستخدام طريقة نظرية التفضيل، وإستخدام شجرة القرار للوصول الى الخيار المفضل حسب هذه الطريقة. خامساً، القدرة على الاستفادة من المعلومات الجديدة الاضافية والتغذية العكسية التي تجمعّ خلال علمية صنع القرار وسهولة دمج نتائجها في شجرة القرار بهدف تحسين عملية الوصول الى أفضل قرار ممكن. سادساً، والاكثر أهمية، إن تقنية شجرة القرارات تساعد صانع القرار على إختبار إفتراضاته

وتقديراته التي قد تكون مبنيّة على قدر محدود من المعلومات، وتُري مدى حساسية القرار النهائي لهذه الافتراضات والتقديرات. واخيراً، تعتبر تقنية شجرة القـــرار أداة ناجعة في تحليل السياسات العملية policies، سواءً كانت سياسات عملية منظمية في القطاعين العام والخاص او سياسات عملية عامة في القطاع العام، وذلك من خلال قدرتها على التعامل مع حالات المخاطرة في تلك السياسات، ومن ثم دمج نتـــائج تحليل شجرة القرار مع نتائج منهجيات اخرى للتحليل مثل منهجية البرمجة الخطيـــة او منهجية التكلفة-العائد.

ورغم المزايا العديدة لتحليل القرار وشجرة القرارات، إلا أن البعض يـــرى أن مكونات التحليل (مثل الاحتمالات وقيم التفضيل) تقوم على الاحكام الشخصـــية personal judgments وهذا يحد من فائدة إتباع هذه التقنية في صنع وتحليل القرارات. ولكن الباحثين في تحليل القرار يرون أن هذا ليس محدّداً ولكنه سبباً قوياً لكي يجبر صانع القرار نفسه على التعامل مع حالات الطبيعة/القدر وإتجاهه نحـــو المخـــاطرة بشكل واضح ومحدد بدلاً من ترك صنع القرار وإتخاذه للحدس او التخمين البسيط (أنظر مثلاً، Gould, et al. 1991; Hammond, 1975).

خاتمـــــــة

لقد إقترح منظرو تحليل القرار أن أي صانع قرار يواجه ثلاثة أنواع رئيسية من مشاكل القرار: (١) مشاكل قرار تحت حالة تأكد، (٢) مشاكل قرار تحت حالة لمخاطرة، و (٣) مشاكل قرار تحت حالة عدم التأكد. ويتميز كل نوع بخصائص عينّة وبالتالي تختلف التقنيات التحليلية والاساليب الكمية المستخدمة للتعامل مع كل نوع من تلك الانواع الرئيسية. وكمثال، يتم التعامل مع مشاكل القرار تحت حالة التأكد بإستخدام تقنية البرمجة الخطية، اما مشاكل القرار تحت حالة المخاطرة، من التقنيات الناجعة للتعامل معها فهي شجرة القرارات.

وفي هذا البحث لقد القينا الضوء على شجرة القرارات كإحـــدى التقنيـــات ناجعة في علمية صنع القرار وإتخاذه تحت حالة المخاطرة. وبإستخدام عدة أمثلـــة وضيحية تم شرح كيفية رسم شجرة القرارات وما هي الاشـــتراطات الضـــرورية رسم شجرة قرار مفيدة ومساعدة. كما قام هذا البحث، مستخدماً نفس الامثلـــة ، وصف كيفية طي شجرة القرار الى الخلف والوصول الى الخيار الافضل من بين لخيارات المتاحة أمام متخذ القرار وذلك بإستخدام قاعدة القرار المعروفـــة بإســـم قيمة المالية المتوقعة.

وبسبب أهمية إتجاه صانع القرار نحو المخاطرة في التأثير على النتيجة النهائيـــة قرار، فقد تم إعطاء فكرة مختصرة عن نظرية المنفعة/التفضـــيل وشـــرح أنـــواع حنيات التفضيل الاكثر شيوعاً بين الاشخاص. كما تم إعطاء مثال توضيحي في يفية تحديد منحنى التفضيل لصانع القرار بشكل عام مستعينين بمثـــال الفرصـــة ستثمارية لإحدى شركات التنقيب عن النفط. واخيراً، لقد تم إستخدام مؤشـــر فضيل في تحليل القرار في هذا المثال وذلك للوصول الى أفضل خيار حسب طريقة رية المنفعة/التفضيل. وبمقارنة تحليل القرار بطريقة قاعدة القيمة الماليـــة المتوقعـــة

وطريقة إستخدام مؤشر التفضيل، وجدنا أنهما قد أعطيا خيارين مختلفين بسبب إختلاف إتجاه صانع القرار نحو المخاطرة.

وبما أن تحليل القرار في مجمله يقوم على وضع إفتراضات وتقديرات، فقد تمت الاشارة الى أهمية تحليل الحساسية في إختبار الافتراضات والتقديرات ورؤية مدى حساسية الخيار النهائي لتلك الافتراضات والتقديرات. واخيراً، أعطى هذه البحث نبذة مختصرة عن مزايا ومحددات شجرة القرار كتقنية في عملية صنع وتحليل القرارات.

المراجع

ولاً: العربية

لألوسي، عبدالستار أحمد (٢٠٠٣) ***أساليب بحوث العمليات: الطرق الكمية المساعدة في اتخاذ القرار***، دبي، الإمارات العربية المتحدة: دار القلم للنشر والتوزيع.

جواد، شوقي ناجي؛ الذهبي جاسم وعوده علي (١٩٨٩) "واقع صناعة وإتخاذ القرارات الادارية في مؤسسات التعليم العالي" *مجلة الاقتصاد والادارة*، العدد العاشر:١٢٩-١٤٤.

لسامرائي، حسين الطيف (١٩٩٧) *الأساليب الكمية في إتخاذ القرارات الادارية*، عمان-الاردن: دار الهلال.

لسيد، إسماعيل (١٩٩٩) *بعض الطرق الكمية في مجال الأعمال*، الاسكندرية: الدار الجامعية.

لشواف، سعيد علي (١٩٩٠) "تصنيف النماذج وإستخدامها في تحليل المشكلات وصنع القرارات الادارية" *الادارة العامة*، العدد ٦٨: ٧-٤٣.

ليان، عبدالرحمن محمود (١٩٨٢) "دراسات الجدوى الاقتصادية للقرارات الاستثمارية: دراسة مقارنة" *مجلة الاقتصاد والادارة*، العدد الخامس عشر:١٠٧-١٢٥.

فريحات، حيدر محمد و عواد محمد سليمان (١٩٩٨) *بحوث العمليات:النظرية والتطبيقات*، عمان-الاردن: دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع.

ماجي، جون (١٩٩٤) "شجرة القرارات الادارية" *الاداري*-بيروت، م ٢٠، ع ٤، ص: ٤٠-٤٥.

مشرقي، حسن علي (١٩٩٧) *نظرية القرارات الادارية: مدخل كمّي في الادارة*، عمّان، الاردن: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.

المنصوري، محمود محمد (١٩٩٨) *إدارة النظم والعمليات الانتاجية*، بنغازي: الهيئة القومية للبحث العلمي، مركز بحوث العلوم الاقتصادية.

ثانياً: الانجليزية

Arabie, P. & Maschmeyer C. (1988) "Some Current Models for the Perception and Judgment of Risk" *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 41:300-329.

Cronshaw, S., Alexander R., Wiesner W. & Barrick M. (1987) "Incorporating Risk into Selection Utility: Two Models for Sensitivity Analysis and Risk Simulation" *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 40:270-286.

Dyer, J., Edmunds T., Butler J. & Jia J. (1998) "A Multiattribute Utility Analysis of Alternative for the Disposition of Surplus Weapons-Grade Plutonium" *Operations Research*, 46(6):749-762.

Emory, C. W. & Niland P. (1968) *Making Management Decisions*, Boston, Mass.: Houghton Mifflin Company.

Gould, F. J., Eppen G. D. & Schmidt C. P. (1991) *Introductory Management Science*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Gregory, R., McDaniels T. & Fields D. (2001) "Decision Aiding, Not Dispute Resolution: Creating Insights Through Structured Environmental Decisions" *Journal of Policy Analysis and Management*, 20(3):415-432.

Hammond, John S. (1975) "Better Decisions with Preference Theory" In *Harvard Business Review on Management*, London: Heinemann, (pp. 86-114).

Hammond, J., Keeney R. & H. Raiffa (1998) "The Hidden Traps in Decision Making" *Harvard Business Review,* (September-October): 3-9.

Harrison, E. Frank (1981) *The Managerial Decision-Making Process*, Boston Mass.: Houghton Mifflin Company.

Hiskes, R. (1998) Hazardous Liaisons: Risk, Power, and Politics in the Libera State*" Policy Studies Journal*, 26(2):257-273.

Keeney, R. (1992) *Value-Focused Thinking*, Boston: Harvard University Press.

McKenna, Christopher K. (1980) *Quantitative Methods for Public Decision Making* New York: McGraw-Hill Book Company.

McNamee, Peter & John Celona (1990) *Decision Analysis with Supertree*, Sa Francisco, CA: The Scientific Press.

Nutt, P. (1984) "Types of Organizational Decision Processes" *Administrativ Science Quarterly*, 29(3):414-450.

Nutt, P. C. (1989) *Making Tough Decescions: Tactics for Improving Managerial Decision Making*, San Francisco, CA: Jossey-Bass, Inc.

Nutt, P. & Hurley R. (1981) "Factors Affecting Capital Expenditure Revie Decisions" *Inquiry*, (summer):151-164.

Raiffa, Howard (1970) *Decision Analysis: Introductory Lectures on Choices Und Uncertainty*, Reading, Mass.: Addison-Wesley.

Simon, Herbert A. (1960) *The New Science of Management Decision*, New Yor Harper & Row.

Solvic, P., Flynn J. & Layman M. (1991) "Perceived Risk, Trust, and the Politics Nuclear Waste" *Science*, 254: 1603-1607.

Stokey, Edith & Richard Zeckhauser (1978) *A Primer for Policy Analysis*, New York: W. W. Norton & Company.

von Winterfeldt, Detlof & Edwards Ward (1992) *Decision Analysis and Behavioral Research*, New York: Cambridge University Press.

ردمك ٤-٨١٤-٣٧-٩٩٦٠

إدارة النشر العلمي وا