الجامعة الافتراضية السورية
SYRIAN VIRTUAL UNIVERSITY

نظرية القرارات

CC BY ND

ISSN: 2617-989X

Books & Refrences

نظرية القرارات

من منشورات الجامعة الافتراضية السورية

الجمهورية العربية السورية 2018

هذا الكتاب منشور تحت رخصة المشاع المبدع – النسب للمؤلف – حظر الاشتقاق (CC– BY– ND 4.0)

https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/legalcode.ar

يحق للمستخدم بموجب هذه الرخصة نسخ هذا الكتاب ومشاركته وإعادة نشره أو توزيعه بأية صيغة وبأية وسيلة للنشر ولأية غاية تجارية أو غير تجارية، وذلك شريطة عدم التعديل على الكتاب وعدم الاشتقاق منه وعلى أن ينسب للمؤلف الأصلي على الشكل الآتي حصراً:

، الإجازة في تقانة المعلومات، من منشورات الجامعة الافتراضية السورية، الجمهورية العربية السورية، 2018

متوفر للتحميل من موسوعة الجامعة https://pedia.svuonline.org/

Decision Theory

Publications of the Syrian Virtual University (SVU)

Syrian Arab Republic, 2018

Published under the license:

Creative Commons Attributions- NoDerivatives 4.0

International (CC-BY-ND 4.0)

https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/legalcode

Available for download at: https://pedia.svuonline.org/

ISSN: 2617-989X

الفهرس

الفصل الأول: مفاهيم تأسيسية في صناعة القرارات 1
ما هو المقصود بالقرار؟ 3
المسلمات الأساسية في صناعة القرارت 5
المساعدة على اتخاذ القرار 7
مبدأ العقلانية المحدودة 9
أهمية صناعة القرارت وتطبيقاتها 11
القرار الإداري 12
ملحق للمطالعة بعض التاريخ 14
أسئلة 17
أسئلة خيارات متعددة 18
أسئلة \ قضايا للمناقشة 21
المراجع المستخدمة في الفصل الأول 23
الفصل الثاني: نمذجة المشكلات الإدارية 24
مفهوم المشكلة وتمييزها 25
مفهوم المشكلة 25
تمييز المشكلة 27
دورة حياة المشكلة 28
مفهوم وتقدير المخاطر 29
مفهوم المنظومة 31
مفهوم النمذجة وتصنيفها 34
مفهوم النموذج 35
تصنيف النماذج حسب الشكل 36
العلاقة بين نظامي المعلومات والقرارات 39

ISSN: 2617-989X

الفهرس

نموذج Simon في حل المشكلات 41
أسئلة 43
أسئلة خيارات متعددة 44
أسئلة \ قضايا للمناقشة 48
المراجع المستخدمة في الفصل الثاني 50
الفصل الثالث: عملية صناعة القرار(البدائل والمعايير) 51
عملية صناعة القرار 52
إجرائية صناعة القرار 52
مراحل عملية صناعة القرار 53
تعريف مسألة القرار 56
البدائل 58
الفعل أو البديل 58
مجموعة البدائل الكامنة 59
المعايير 61
النتائج المحتملة 61
المقياس وأبعاد التفضيل 62
تقييم البديل 64
الأهمية النسبية للمعايير 67
طرق الإسناد المباشر 67
طرق تستند على مقارنة المعايير 67
طرق تستند على مقارنة البدائل 69
ملحق للمطالعة 69
أسئلة 72
أسئلة خيارات متعددة 73
أسئلة \ قضايا للمناقشة 78

ISSN: 2617-989X

الفهرس

المراجع المستخدمة في الفصل الثالث 79
الفصل الرابع: نمذجة التفضيلات والبحث عن الحل 80
مقدمة 81
نمذجة التفضيلات الجمالية 81
مفاهيم أساسية لنمذجة التفضيلات 81
علاقات التفضيل الأساسية 83
أهم النماذج المتعارف عليها 85
نموذج تفضيلات من علقة واحدة 86
نموذج تفضيل من علاقتين 87
تصنيف مشكلات القرار أو إشكاليات القرار 88
إشكالية الاختيار 88
إشكالية التصنيف 89
إشكالية الترتيب 90
إشكالية الإشكالية 92
فئات نماذج البحث عن الحل والحكم الجمالي 93
نماذج وحيدة المعيار 94
نماذج متعددة المعايير 95
نظم دعم القرار 95
أسئلة 97
أسئلة خيارات متعددة 98
أسئلة \ قضايا للمناقشة 103
المراجع المستخدمة في الفصل الرابع 105
الفصل الخامس: النماذج البسيطة في اتخاذ القرارات 106
مقدمة 107
نموذج الأرجحية 107

ISSN: 2617-989X

الفهرس

النموذج التشاؤمي (MaxMin).....109
النموذج التفاؤلي (MaxMax).....110
نموذج تجنب الندم على الفرص الضائعة.....112
نموذج تحليل الحسنات والمساوئ.....114
نموذج القاموس 116
نماذج الحذف والإضافة.....118
نماذج القيمة المتوقعة.....119
نموذج الربح المتوقع الأكبر 119
القيمة المتوقعة للمعلومات الأكيدة 121
تطبيقات 122
مقارنة النماذج.....122
حجر النرد والقيمة المتوقعة 124
أسئلة.....127
أسئلة خيارات متعددة.....129
أسئلة \ قضايا للمناقشة.....134
المراجع المستخدمة في الفصل الخامس.....136
الفصل السادس: شجرات القرار.....137
مقدمة 138
تعريف وبناء شجرة القرار.....138
مفهوم شجرة القرار.....138
قواعد بناء الشجرة.....139
حل الشجرة.....141
الاحتمالات الشرطية ونظرية بايز 144
حالة عملية: امتياز ماركة عالمية 147
الحالة البسيطة.....147

ISSN: 2617-989X

الفهرس

أثر المعلومات الجديدة ومراجعة الاحتمالات 149
حساب ثمن المعلومة..... 153
بعض النصائح لتطبيق شجرة القرار 154
أسئلة 156
أسئلة خيارات متعددة..... 157
أسئلة \ قضايا للمناقشة 161
المراجع المستخدمة في الفصل السادس 163
الفصل السابع: نظرية المنفعة 164
مقدمة 165
طبيعة المشكلة التي تعالجها نظرية المنفعة 165
الفرضيات الأساسية لنظرية المنفعة 167
الفرضية الأولى: الوضوح التام..... 167
الفرضية الثانية: التعدي 167
الفرضية الثالثة: الاستمرارية..... 168
الفرضية الرابعة: الاستقلال والإبدال 169
تابع المنفعة 171
طريقة بناء التابع 171
أشكال تابع المنفعة والمنفعة الهامشية 174
أهمية وتطبيقات تابع المنفعة 177
حالة عملية: اختيار موقع مفاعل نووي لتوليد الطاقة 178
الدراسة الأولية 178
تحديد الأبعاد والمعايير 179
تقييم المواقع (البدائل) وفق الأبعاد (المعايير) 181
توابع المنفعة 183
حساب أوازن المعايير وثابت التابع 186

ISSN: 2617-989X

الفهرس

التقييم الإجمالي واختيار الموقع.....187
أهم انتقادات الطرق وحيدة المعيار.....189
ظاهرة التعويض 189
أوزان المعايير.....189
حول مقارنة تفضيلات متخذ القرار 190
حول ظاهرة التعدي.....190
حول دقة المعلومات 191
أسئلة.....192
أسئلة خيارات متعددة.....193
أسئلة \ قضايا للمناقشة.....197
المراجع المستخدمة في الفصل السابع.....200
الفصل الثامن: مقدمة إلى النماذج متعددة المعايير 201
مقدمة 202
أمثلية باريتو 203
نماذج التعداد أو النماذج الانتخابية.....205
الطريقة البسيطة بتعداد الأصوات 206
طريقة النقاط أو طريقة Borda 207
طريقة الأغلبية البسيطة أو طريقة Condorcet.....208
طريقة الموافقة والمعارضة أو طريقة Copeland.....208
علاقة الأولوية.....210
عتبات التفضيل.....212
مفهوم التوافق والمعارضة 214
طريقة ELECTRE III 217
مؤشر التوافق c(b,a).....217
مؤشر المعارضة والفيتو d(b,a) 218

ISSN: 2617-989X

الفهرس

تعريف مؤشر المصداقية σ(b,a).....219
تطبيق على النماذج متعددة المعايير 220
طريقة ELECTRE III 220
طريقة النقاط Borda 224
طريقة الأغلبية البسيطة Condorcet 224
طريقة الموافقة والمعارضة Copeland 225
مقارنة نتائج بعض النماذج 226
أسئلة 227
أسئلة خيارات متعددة.....229
أسئلة \ قضايا للمناقشة.....235
المراجع المستخدمة في الفصل الثامن 237
ملحق رياضي.....238
التوابع من الدرجة الأولى 238
التوابع من الدرجة الثانية 238
المتراجحات 238
المتتاليات.....239
التوابع العددية 240
الأمل الرياضي.....241
العلاقات الثنائية 241
القيمة الحالية الصافية 242

ISSN: 2617-989X

الفصل الأول:
مفاهيم تأسيسية في صناعة القرارات
Basic Concepts in Decision Making

كلمات مفتاحية:

متخذ القرارDecision Maker، العقلانية المحدودة Bounded Rationality، الأمثلية Optimality، منظومة القيم Values system، المساعدة على اتخاذ القرار Decision aid، الموضوعية Objectivity، الحيادية Neutrality، القرار الإداري Administrative Decision.

ملخص الفصل:

يتناول هذا الفصل بعض المفاهيم التأسيسية في صناعة القرارات بما يمكن الطلبة لاحقاً من استيعاب منظومة القرارات ومكوناتها والتعامل مع التقنيات، حيث يبدأ الفصل باستعراض مفهوم القرار وسيرروة القرار، ثم الانتقال إلى صياغة المسلمات الضمنية التي تفترض وجودها عملية صناعة القرار، ونميز لاحقاً بعض أطراف عملية صناعة القرار حيث يتم التركيز على الدور الهام لمهندس القرار وضرورة تمتعه بالحيادية والموضوعية، ثم نوضح مبدأ العقلانية المحدودة الذي يشكل مرتكزاً لنظريات ونماذج هامة للغاية في صناعة القرارات، ونستعرض مفهوم القرار الإداري الموجه للمصلحة العامة الذي تتخذ الجهات الحكومية، ونختم الفصل بموجز تاريخي عن تطور مفاهيم صناعة القرارات.

المخرجات والأهداف التعليمية:

- التمكن من مفهوم القرار بالمعنى العام وعلى مستوى المنظمات وربطه بالبيئة والزمن
- تذكر المسلمات الأساسية في صناعة القرارات
- استيعاب مصطلحات المساعدة على اتخاذ القرار، وتمييز الأطراف الأساسية للقرار
- التمكن من شرح مبدأ العقلانية المحدودة وربطها بمسلمة الأمثلية
- استيعاب وتمييز خصائص القرار الإداري في المنظمات
- التمييز بين القرار الإداري "الحكومي" الموجه للصالح العام وقرارات المنظمات

مخطط الفصل:

1. ما هو المقصود بالقرار؟ What is a Decision ?
2. المسلمات الأساسية في صناعة القرارات. Basic Assumptions in Decision Making
3. المساعدة على اتخاذ القرار Decision Aid
4. مبدأ العقلانية المحدودة Bounded Rationality
5. أهمية صناعة القرارات وتطبيقاتها. Importance of Decision Making & Applications
6. القرار الإداري Administrative Decision
7. بعض التاريخ (للمطالعة). Annex: Some History

1. ما هو المقصود بالقرار؟

نواجه في حياتنا اليوميّة كما في الشّركات حالات عديدة تخضع لاعتبارات مختلفة، ولمصالح متناقضة أحياناً ولتداخلات كثيرة، نقف أمامها مترددين في كيفية اختيار البديل الأفضل.

مثلاً، عند الرغبة بشراء سلعة ما

مثلاً، عند الرغبة بشراء سلعة ما (قميص، سيارة، منزل، ...) ولدينا عدّة بدائل من نفس السلعة، يبحث كل شخص دون شك عن النّموذج الأقل سعراً والأفضل جودةً؛ إلا أن التجارب تُشير إلى أن السلعة الأرخص غالباً ما تكون أقلّ جودةً، أي أن السعر والجودة معياران لا يسيران في نفس الاتجاه فهما في نزاع شبه دائم: فإذا اعتمدت السعر الأرخص فقد تشتري السلعة الأقل جودةً وإذا اعتمدت السلعة الأفضل فقد تدفع السعر الأعلى، لذلك ينتج قرار الشراء كحل وسط أو توفيقي Compromise بين هذه المعايير لتحقيق مستوى مقبول على كلّ منها.

مثال: إدارة الشركة ترغب بالاستثمار في مجموعة من المشاريع

ولا تختلف كثيراً حالة المستثمر في الشركة عن حالة المشتري البسيط هنا وإن اختلفت البيئة والتأثيرات؛ فلنفترض أن إدارة الشركة ترغب بالاستثمار في مجموعة من المشاريع، ومن المعايير التي يمكن أن تأخذها بالاعتبار: مردود الاستثمار، مبلغ الاستثمار، مصالحها الاستراتيجية، سمعة وصورة الشركة، عدد وكفاءة العاملين الذين يمكن تأمينهم وربّما الآثار الاجتماعية والبيئية، فمن الواضح إذاً أن المشروع الأفضل للبيئة ليس بالضرورة هو الأكثر مردوديةً أو الأقل تكلفةً، كما أن المشروع الذي يستخدم تكنولوجيا عالية ومعقدة قد يحتاج إلى كفاءات نوعية قد لا تكون متوفرة ... الخ.

مثال: التنظيمات الإنتاجية والخدمية العامة والخاصة

تُطرح المشكلة أيضاً في جميع التنظيمات الإنتاجية والخدمية العامة والخاصة؛ لنفترض أن بلدية إحدى المناطق ترغب بإنشاء شبكة من الطرق، فمن النادر أن نجد الطريق الأقل تكلفةً يخدم العدد الأكبر من المواطنين أو الأفضل للبيئة، أو أن يكون طول شبكة الطرق منسجماً مع جودتها أو إمكانية صيانتها مستقبلاً، وكما نلاحظ أن معيار التكلفة يدخل دوماً في نزاع مع المعايير الأخرى، وهي المشكلة الأبدية لتوزيع الموارد المحدودة على الاحتياجات الكثيرة، ولا يبتعد كثيراً معيار المخاطرة أو المجازفة Risk عن التكلفة في نزاعه مع المعايير الأخرى وحتى مع التكلفة نفسها.

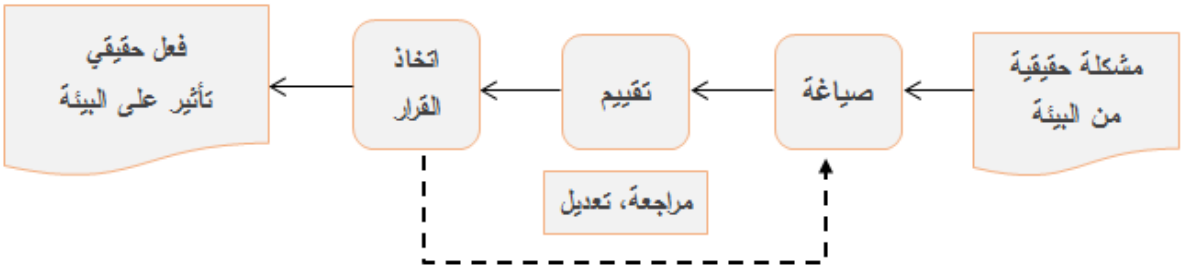
مثلاً، توظيف أو استثمار بعض أموال الشركة، يمكن شراء شهادات استثمار أو إيداعها في المصرف بفائدة قليلة حيث المخاطر شبه معدومة، لكن يمكن أيضاً شراء بعض الأسهم في البورصة وتحقيق مردود أكبر لكن المخاطر ستكون أكبر بشكل ملحوظ، أو توظيفها مع بعض المستثمرين، فالمردود الكبير يترافق غالباً مع مخاطرة كبيرة، أو يمكنه شراء عقار وانتظار ارتفاع الأسعار ...الخ. فأي الاستثمارات يختار إذا كان يعتبر أن المعيار الحاسم في قراره يعتمد على المردود الاقتصادي المباشر الذي سيحصل عليه؟

نلاحظ في جميع الأمثلة السابقة أن متخذ القرار (المواطن، إدارة الشركة، البلدية،..) يسعى دوماً إلى تحقيق أفضل مستوى على كل من المعايير (الأقل تكلفة، الأقل تلوثاً للبيئة، توظيف أكبر عدد من العاملين، أكبر مردود

استثماري،...) ويجد نفسه مضطراً للمقايضة بين مقادير من معيار ما مقابل مقادير من معيار آخر لينتقل من حالة الأفضل على الإطلاق إلى حالة "مقبولة"، وعندما يقتصر الأمر على معيار واحد كالتكلفة مثلاً أو أكبر مردود استثماري أو أقل تلوثاً للبيئة فإن المشكلة تصبح أكثر قابلية للمعالجة حتى وإن برزت صعوبات من طبيعة أخرى.

نلاحظ أن القرار يشير إلى حكم بشأن مشكلة ما وإلى تبنى خيار محدد من بين مجموعة خيارات ممكنة استناداً إلى المعلومات المتوفرة بين يديه، فالمعلومات هي المواد الأولية الوحيدة التي تحتاجها عملية صناعة القرار حيث يقوم نظام القرارات بتحويل هذه المعلومات إلى أفعال (قرارات)، تبدو هذه العملية مكونة من عدة نشاطات كحصيلة لعملية فكرية معقدة لطرف واحد أو لمجموعة من الأطراف، ففي كل مشكلة نواجهها هناك حاجة لصياغة مجموعة من البدائل أو الخيارات ومجموعة من المعايير، ثم يجري تقييم البدائل وفق المعايير، ومن ثم يجري تطبيق طريقة في الحكم النهائي واتخاذ القرار، وأخيراً تطبيق القرار واستخلاص النتائج، مع إمكانية دائمة لمراجعة النشاطات قبل اتخاذ القرار، كما يبين الشكل [1-1].

الشكل [1-1] الإجرائية المبسطة لعملية اتخاذ القرار



غالباً ما يُقدّم القرار على أنه فعل لشخص واحد هو متخذ القرار، لكن لا بدّ من الاعتراف بأن القرار هو عمل مجموعة من الأفراد Actors، فهناك على الأقل من يحضر القرار (مهندس القرار) وهناك المتأثرين بالقرار وهناك الجهات المؤثرة بشكل غير مباشر (مثل النقابات، ...).

2. المسلمات الأساسية في صناعة القرارات:

يُلاحظ بأن هناك "تراجع" عن الخاصية العلمية التي توصم بها أية دراسة "علميّة" للقرار، يعود السبب إلى وجود ثلاثة مسلمات ضمنية لا تذكر صراحةً منها (Roy, 1996):

1.2. الحقيقة من الدرجة الأولى:

تعود مرجعية العناصر الأساسية (الأفضليات، الحدود الفاصلة بين الممكن وغير الممكن، نتائج فعل ما، ...) التي تستند عليها عملية صناعة القرار، إلى كائنات معرفية يمكن النظر إليها كمعطيات (متواجدة خارج الدراسة ومستقلة عنها) ومستقرة بما فيه الكفاية (بالنسبة للزمن، تعدد الأطراف، الإشكالية واستنتاجات مهندس القرار)، وتشير إلى حالة أكيدة أو قيمة أكيدة لهذه الخاصية أو تلك (يمكن أن تكون فعلياً أكيدة أو لا)، مع الحكم على أنها مُعبرة عن الخاصية الفعلية.

مثال (1-1): تفضيل متخذ القرار الاستثمار في العقارات فقد نعتمدها بالمطلق، في حين يمكن أن يتغير هذا التفضيل حسب الزمن أو الحالة أو حتى المزاج العام للشخص.

مثال (1-2): اعتماد تطبيق قانون ما، قد يظهر حالة غير طبيعية أو ظلم أو هدر في الموارد ومع ذلك يُقبل القانون على أنّه صحيح بالمطلق رغم قناعتنا أن القانون وضعي لا يوجد ما يمنع من تعديله.

مثال (1-3): اعتماد عدد السكان من المجموعة الإحصائية التي تصدرها الجهات الحكومية دون التساؤل عن دقة ومصداقية الرقم المذكور في المجموعة الإحصائية.

2.2. كل قرار هو من صنع متخذ القرار:

طرف مميز ولديه سلطات كاملة، يتصرف بناءً على منظومة تفضيلات عقلانية Rational، أي جملة من الفرضيات تنفي حالات الغموض واللامقارنة ولن يتم تعديلها في حال التدخل للمساعدة على اتخاذ القرار.

ما ندعوه بمتخذ القرار Decision Maker بأنه الكيان الذي يملك صلاحية تقويم الخيارات الممكنة والغايات ويعبر عن الأفضليات وتقويمها خلال تطور عملية صناعة القرار. قد يكون الكيان مدير عام، مجلس إدارة، حكومة ... الخ.

مثال (1-4). اعتبار المدير العام لمؤسسة وكأنه الآمر الناهي في المؤسسة.

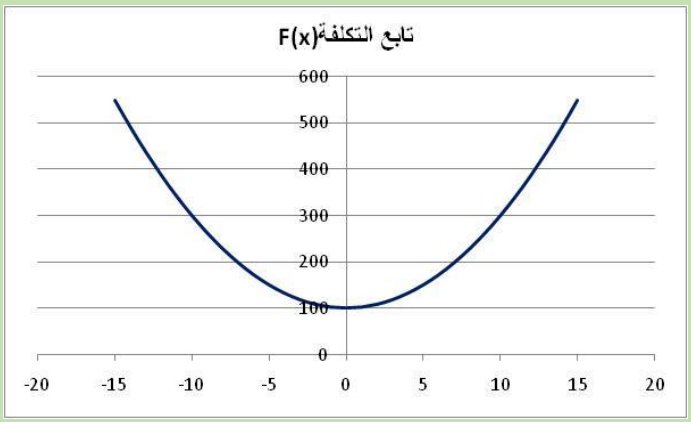
3.2. مسلمة الأمثلية Optimality:

في كل حالة تؤدي إلى قرار، هناك قرار أمثلي واحد على الأقل، حيث يمكن إيجاده بشكلٍ موضوعي ومستقل عن منظومات قيم أطراف القرار أو عن سيرورة القرار ذاتها.

مثال (1-5). تكلفة الطباعة.

ما هي أصغر تكلفة ممكنة لتابع تكاليف له الشكل الآتي $F(x) = 2x^2 + 100$؟

لدى دراسة هذا التابع وملاحظة الشكل نجد أن أقل تكلفة تساوي 100، حيث يمكن الإثبات رياضياً أنها الحل الأمثل للتابع.



الشكل [1-2] تكاليف إزالة التلوث

تبدو هذه المسلمات مقبولة عموماً، ولكن لا يمكن الجزم بصحتها المطلقة، وبالتالي قد تتأثر عملية صناعة القرار ومخرجاتها بها، فكل قرار يتضمن شيئاً من الاكتشاف، من الإرادة المُعقلنة، من الصدف اللاعقلانية، ومن الآثار التنظيمية، إذ أن القرار يتكون تدريجياً من خلال سيرورة تخفض من هامش حرية أطرافها ومكوناتها.

3. المساعدة على اتخاذ القرار:

تساهم المساعدة على اتخاذ القرار في بناء وتلخيص عناصر المشكلة وتقاسم المعتقدات، على أي أساس ومن قبل من يتم وضع القرار؟ إذ أنه ليس بالضرورة أن تكون غايتها اقتراح حل وحيد، أي السعي لبناء الحل وليس اكتشافه؛ وغالباً ما تتم المساعدة لصالح متخذ القرار أو لأحد الأطراف الفاعلين في عملية صناعة القرار، قد يكون هذا الطرف شخصاً واحداً معرفاً أو مجموعة من الأفراد ولكن هناك "ناطق باسمهم"، لذلك يجب تمييز هذا الفرد وتعريف منظومة القيم التي يعبر عنها.

1.3. المساعدة على اتخاذ القرار Decision aid:

هو نشاط الشخص الذي يقدم المساعدة للحصول على عناصر للإجابة على الأسئلة التي يطرحها أحد أطراف القرار، وذلك بالاستناد إلى نماذج صريحة كلياً أو جزئياً، تهدف هذه العناصر إلى توضيح القرار وبالتالي إلى وضع "وصفة" تمثل بعض الإجابات على الأسئلة المطروحة، أو ببساطة إلى تفضيل سلوكية ما بهدف زيادة الانسجام بين تطور سيرورة القرار من جهة والأهداف ومنظومة القيم التي يحكم من خلالها هذا الطرف من جهة أخرى.

2.3. منظومة القيم Values system:

جملة المعارف والخبرات والأنظمة والتعليمات والأعراف وغيرها من العوامل المؤثرة التي يحكم باسمها متخذ القرار.

3.3. مهندس القرار Decision engineer:

غالباً ما يتم اللجوء إلى شخص ندعوه مهندس القرار أو رجل الدراسة أو المحلل أو المصمم، ونادراً ما يكون من خارج بيئة المشكلة؛ مهندس القرار هو عادةً خبير أو مختص (بحوث عمليات، اقتصادي، إحصائي، مالي، رياضي، ...) يعمل وحيداً أو ضمن فريق، ينحصر دوره في التعبير صراحةً عن النموذج واستثماره بهدف الحصول على عناصر الإجابة أو تنوير متخذ القرار موضوعياً إلى النتائج المحتملة لتفضيل سلوكية ما أو سلوكية أخرى عن طريق تشخيص ووضع وصفة الأفعال الممكنة أو وضع منهجية عمل واقعية.

4.3. المساعدة والحيادية Neutrality:

من الصعب تخيّل بقاء مهندس القرار خارج عملية صناعة القرار أو حصر دوره بالشرح والتبرير والتوصيف بمعزل عن منظومة القيم الخاصة به، لكن في أغلب الأحيان يقتضي وضع واستثمار نموذج ما للقرار إدخال "فرضيات إرادوية"، تتعلق هذه الفرضيات بقيم بعض المتغيرات الوسيطة إما لأنها لم تخضع للدراسة أو بسبب وجود خيار سياسي معين، أي أن مهندس القرار هو أحد الأطراف الثانويين في صناعة القرار ولا يمكن تجريده من أحكامه الشخصية ومنظومة القيم الخاصة به.

مثال (1-6): تفضيل التعامل مع الشركات الألمانية أكثر من الشركات الصينية، بسبب أن مهندس القرار قد درس في الجامعات الألمانية ومتأثر بالثقافة الألمانية، وهذا لا يُعتبر حيادياً.

مثال (1-7): قد يكون هناك حاجة لإعطاء قيمة لمعدل الفائدة، يُمكن اعتماد القيمة المحددة من قبل المصرف التجاري ولتكن 8%، أو تقدير قيمتها كوسطي لقيم الفوائد المعلنة من قبل أكبر خمسة المصارف (10%، 12%، 11%، 9%، 8%) فتصبح 10%، وهذا ما ندعوه بفرضيات إرادوية. قد يفضل مهندس القرار اعتماد قيمة 10% وذلك استناداً إلى أحكام وافتراضات مسبقة بأن القيمة المحددة من المصرف التجاري غير واقعية وبأن إجراءات المصرف قد تؤدي إلى تكاليف إضافية بسبب التعقيد والفساد وغيرها.

5.3. المساعدة والموضوعية Objectivity:

ندعو نموذج ما بأنه موضوعي إذا تحقق الشرطين التاليين: أولاً، يعتبر تمثيلاً غير مجتزأً ودون أحكام مسبقة أو انتقاص للظواهر التي يعبر عنها وذلك بالنظر إلى حقل الأسئلة المطروحة، وثانياً، يعتبر حاملاً غير مجتزأً ودون أحكام مسبقة ودون انتقاص للبحث أو للاتصال وذلك بالنظر إلى الظواهر التي يعبر عنها وطريقة استخلاصها من بيئتها؛ لذلك، يجب على نموذج القرار أن يأخذ بالاعتبار عناصر أخرى لا تأخذها الموضوعية المادية، ومن هنا يمكن الحديث عن استبدال الموضوعية بالأمانة العلمية لمهندس القرار.

مثال (1-8): لدى دراسة حالة تعيين أحد العاملين، قد يلجأ مهندس القرار إلى استبعاد الفروقات بين مستويات الدرجات الجامعية (إجازة، دبلوم، ماجستير، دكتوراه) باعتبار أنها كلها متكافئة من حيث التأهيل، وهذا لا يمكن تبريره موضوعياً، فالدرجة الأعلى تعطي حاملها كفاءات وأسلوب تفكير أفضل في أغلب الحالات.

4. مبدأ العقلانية المحدودة Bounded Rationality:

يُقصد بالـعقلانية Rationality[1] البحث عن تعظيم المكاسب أو تحقيق أكبر قدر ممكن من المنافع، باعتبار أن الإنسان كصانع للقرار يتبع منطقاً وسلوكاً اقتصادي_التوجه homo_economicus، يتخذ قراره وفق تقديرات الربح والخسارة، وهذا ما تقوم به غالبية نماذج الأمثلية في بحوث العمليات التي تعتمد الأدوات الرياضية بشكل مكثف.

تفترض العقلانية تحقق شرطين:

1. **توفر المعلومة الكاملة:** يصعب توفر المعلومة الكاملة بسبب عوامل عديدة أهمها الوقت، والتعتيم والتشويه وعدم الدقة والشك في مصداقيتها؛ مثلاً، عدم القدرة على حصر جميع البدائل، أو حصر تأثير منظومة قيم متخذ القرار، أو الحصول على المعلومة الصحيحة ... الخ.
2. **التقدير الأمثل للبديل الأفضل:** كذلك هناك صعوبات بالغة في تحقيق شرط التقدير الأمثل للبديل الأفضل، ومن أهم هذه الصعوبات القدرة الإدراكية Cognitive Limitations لمتخذ القرار على استيعاب كامل حالة المشكلة التي يواجهها ضمن الوقت المتاح له لمعالجة ذهنية لكم هائل من المعلومات، أو صعوبات متعلقة بمنظومته الثقافية والمعرفية لأنها قد تحول دون رؤية كامل عناصر المشكلة.

نظراً لصعوبة تحقق هذه الشروط بالإضافة للعديد من الصعوبات العملية المتعلقة بطبيعة المشكلة والمنظمة، طرح هيربرت سيمون Herbert Simon مفهوم "العقلانية المحدودة" (Simon, 1957) التي تعني أن عملية صناعة القرار لا تبحث بالضرورة عن الحل الأمثل بل عن حلول مقبولة، بمعنى أن فحص كل البدائل غير واقعي بالإضافة إلى خضوع متخذ القرار لقيود أطراف أخرى لديها منظومات قيم وأحكام مختلفة عن منظومته مثل المستشارين أو الجهات الرقابية، وبالتالي قد لا يختار بالضرورة البديل الأمثل بل البديل المناسب للظروف الراهنة للمشكلة المطروحة. ويتم ذلك بالتخفيف من القيود الموضوعية (الرياضية) المفروضة شيئاً فشيئاً، ودون الدخول في تفاصيل هذه النظرية، يمكن القول أنها تأخذ بالاعتبار عوامل نفسية وإدراكية وكيفية تصور متخذ القرار لمشكلته ومعالجته لها وشدة تفضيلاته ونزعته نحو الحل الأمثل مع الاعتراف بصعوبة الأخذ بالاعتبار لهذه العوامل.

بطبيعة الحال، تتباين نماذج القرارات حسب مستويات العقلانية التي تعتمدها، فمنها ما يستند إلى العقلانية المطلقة (رياضية أمثلية) وتنتهي بنماذج اعتباطية أو حسب الظروف Grabag مروراً بنماذج العقلانية المحدودة. في جميع الأحوال، سنعود إلى كيفية استثمار هذا المبدأ لاحقاً عند الحديث عن نموذج "حال المسائل العام General Problem Solver" والذي اقترحه سيمون.

---

1. يُترجم البعض مصطلح Rationalilty بالرشد ولكن نُفضل استخدام مصطلح عقلاني فهو أقرب إلى المفهوم الاقتصادي وإلى أن متخذ القرار يقوم بنشاط ذهني خلال عملية صناعة القرار.

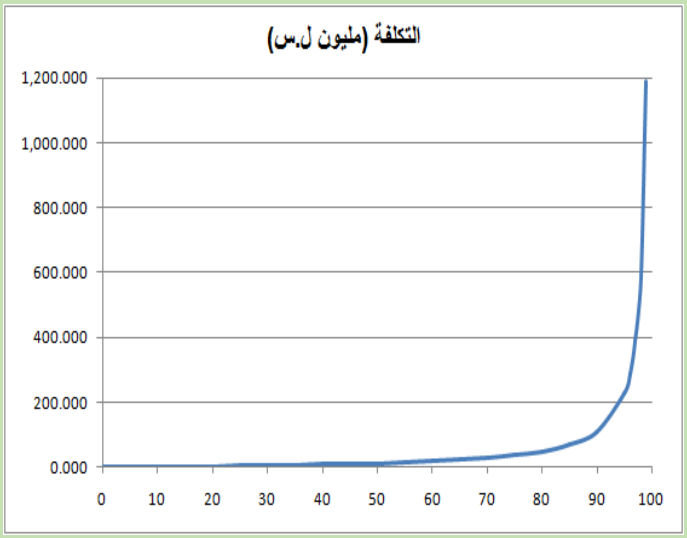
مثال (1–9): تكاليف إزالة التلوث.

ليكن تابع التكلفة F(x) لإزالة تلوث بقعة نفطية له الشكل الآتي: $F(x)=\frac{12x}{100-x}$ حيث x هي النسبة المئوية للبقعة الملوثة، والتكلفة مقدرة بملايين الليرات السورية.

يتمثل الحل الأمثل (العقلانية المطلقة) بإزالة كامل البقعة الملوثة أي 100%، فكم ستكون تكاليف إزالة كامل البقعة؟

نلاحظ أن التكاليف تزداد بشكل كبير جداً كلما اقتربنا من تنظيف كامل المساحة الملوثة كما يبين الجدول الآتي والخط البياني للتابع في الشكل [1–3].

النسبة%	التكلفة (مليون ل.س)
0	0.000
5	0.632
10	1.333
15	2.118
20	3.000
25	4.000
30	5.143
35	6.462
40	8.000
45	9.818
50	12.000
55	14.667
60	18.000
65	22.286
70	28.000
75	36.000
80	48.000
85	68.000
90	108.000
95	228.000
96	288.000
97	388.000
98	588.000
99	1,188.000
100	#DIV/0!



الشكل [1–3] تكاليف إزالة التلوث

عندما تقترب x من 100%، نلاحظ من الخط البياني أن التكاليف تسعى بسرعة إلى قيم كبيرة جداً باتجاه ∞، بمعنى أن إزالة كامل التلوث مستحيل كون التكاليف تصبح لا نهائية! وهذا القرار "العقلاني" يستحيل تطبيقه، لذلك يقوم متخذ القرار بالموازنة بين تكاليف إزالة التلوث والنسبة المئوية "المقبولة" للبقعة الممكن تنظيفها، لتكن هذه القيمة "المقبولة" حوالي 90% حيث التكاليف تساوي حوالي 108 مليون ل.س، وإن إضافة 5% على هذه القيمة يؤدي إلى مضاعفة التكاليف لتصبح 228 مليون (بزيادة 120 مليون للـ 5% فقط)، يبدو قرار تنظيف 90% منطقياً ومقبولاً ويعتمد إذاً مفهوم محدودية العقلانية، أي أن متخذ القرار مُقيّد بعدم القدرة على تنظيف 100% من ناحية، وبالتكاليف المرتفعة جداً من ناحية أخرى.

5. أهمية صناعة القرارات وتطبيقاتها:

إن ما نقصده بالقرارات هنا هي قرارات المستويات الإدارية العليا المتعلقة بالمؤسسات والشركات وجميع الكيانات التنظيمية، على سبيل المثال: تخطيط الإنتاج، نشر شبكة مندوبي المبيعات، تعيين العاملين، فض العروض، دراسات الجدوى، الاستثمارات، حركة أسطول من الآليات، تقييم أداء العاملين، شراء أو بيع أسهم في البورصة، ... الخ.

يجب التمييز بين نمطين من القرارات:

- القرار الإداري في المنظمات ذات الأهداف الربحية ندعوه Managerial Decision وهو الأكثر انتشاراً في المنظمات.
- والقرارات الإدارية في الجهات العامة ذات الأهداف غير الربحية خصوصاً الجهات الحكومية التي تقدم الخدمات العامة وندعوه Administrative Decision، كما سنرى في الفقرة اللاحقة.

القرار الإداري Managerial Decision هو ذلك القرار الذي يتخذه جميع العاملين في المنظمة وكل حسب مستواه ونطاق صلاحياته بما يؤمن سير النشاطات الإدارية بالفاعلية والكفاءة اللازمتين. عملية صناعة القرار هي جزء أساسي وربما يكون الأهم من بين وظائف العملية الإدارية، إذ يتوقف إنجاز هذه الوظائف على فاعلية القرار وما يترتب على تطبيقه من مخرجات ونتائج، لذلك فإن الخطأ أو سوء التقدير قد يؤدي إلى خسارات كبيرة تصيب كافة الأطراف، لذلك تعتمد المنظمات على مداخل رشيدة في صناعة القرارات مستوحاة من مفاهيم الإدارة "الاستخدام الأمثل للموارد".

يتمتع هذا النمط من القرارات الإدارية بعدد من الخصائص:

1. يعالج موقف أو مشكلة محددة في سياقها الزمني والمكاني للمنظمة، أي مرتبط بقرارات سابقة وهو بحد ذاته سابق لقرارات لاحقة، وبما ينسجم مع اللوائح الداخلية والتعليمات.
2. بطبيعة الحال، القرار موجه لتنفيذ أفعال أو نشاطات في المستقبل ويجب الأخذ بالاعتبار جاهزية الموارد الضرورية لتنفيذه.
3. التأثر الكبير بخصائص منظومة قيم وأحكام متخذ القرار ومقدراته التنظيمية، ليس بالضرورة وجود أسلوب وحيد لاتخاذ القرار، فقد يكون نتاج عملية ذهنية معقدة خاصة بمتخذ القرار المعني،
4. مدى توفر المعلومات ودرجة الشك Uncertainty فيها والمصداقية Credibility التي تتمتع بها، بالإضافة إلى جاهزية نظم المعلومات والاتصالات المتوفرة.
5. مقدرات الأفراد ومهاراتهم وأهدافهم وطبيعة العلاقات الإنسانية فيما بينهم، بالإضافة إلى طبيعة التنظيم الرسمي وغير الرسمي المتعارف عليه في المنظمة.
6. التأثر بعوامل البيئة الخارجية مثل الظروف الاقتصادية والاجتماعية والسياسية، تكتلات النقابات وذوي المصالح، التشريعات النافذة، العادات والقيم والرأي العام، السياسة العامة للدولة، طبيعة الأسواق والمنافسين، ...

6. القرار الإداري Administrative Decision:

يُقصد بمصطلح قرار إداري هنا القرارات التي تصدرها السلطات الحكومية والموجه للمصلحة العامة، ويعتمد نفس الأساليب والمنهجيات والتقنيات في التحضير له التي نراها لأنماط أخرى من القرارات؛ ونظراً لخصوصيته، نستعرض فيما يلي مفاهيمه وأركانه وفق القانون السوري.

يعرف القرار الإداري بأنه "إفصاح عن إرادة يصدر عن سلطة إدارية ويرتب آثاراً قانونية" (طلبة، 1989، ص.228)، كما عرّفته محكمة القضاء الإداري في سورية بأنه "إفصاح الإدارة عن إرادتها الملزمة للأفراد بناءً على سلطتها العامة بمقتضى القوانين واللوائح حين تتجه إرادتها إلى إنشاء مركز قانوني يكون جائزاً وممكناً قانوناً، وبباعث من المصلحة العامة التي يبتغيها القانون"[2]. يُقصد بالسلطة الإدارية أية جهة تملك امتيازات السلطة العامة، ومن أهم مظاهر هذه الامتيازات، إقدام الإدارة على استخدام سلطة إرادتها المنفردة لفرض قرارات تُرتب لها حقوقاً والتزامات في مواجهة الغير، دون الحاجة للحصول على رضاهم أو موافقتهم.

هناك خمسة أركان للقرار الإداري:

1. محل القرار الإداري:

أي موضوع القرار أو الأثر القانوني الذي يترتب عليه، ويجب أن يكون الأثر القانوني متعيناً وممكناً وجائزاً قانوناً. مثلاً، القرار الصادر بتسخير شخص أو بمصادرة أمواله باطل لأن الموضوع غير جائزٍ قانوناً، أو القرار بمنح مكافأة مالية لأحد العاملين.

2. سبب القرار الإداري:

أي الأمر الموضوعي الذي يسبق القرار ويكون دافعاً إلى وجوده، فالسبب مثلاً في قرار منع الأفراد من الانتقال من منطقة معينة أو إليها هو انتشار وباء في هذه المنطقة مثلاً. السبب ليس عنصراً شخصياً لدى متخذ القرار، وإنما هو عنصر موضوعي خارجي عنه من شأنه أن يبرر صدور القرار، ويُعد وجود السبب ضماناً لحقوق وحريات الأفراد ضد تعسف الإدارة في استخدامها للسلطات الممنوحة، ويخضع لرقابة القضاء الإداري، والأصل أن الإدارة ليست مُلزمة بذكر السبب إلا إذا كان هناك نص قانوني، لكن القرينة القانونية تفيد بأن لكل قرار إداري سبباً مشروعاً.

3. الغاية من القرار:

أي الهدف النهائي الذي يسعى القرار الإداري لتحقيقه، فالغاية بهذا المعنى تختلف عن النتيجة المباشرة للقرار أو الأثر القانوني (محل القرار). مثلاً، الغاية من إصدار قرار بترقية موظف تستهدف حسن سير المرافق العامة، في حين أن النتيجة المباشرة قد تكون زيادة في الأجر أو الانتقال إلى مكتب أو مكان آخر. على الإدارة دوماً أن تهدف إلى الصالح العام، ولا يجوز لمتخذ القرار السعي إلى تحقيق نفعٍ شخصي أو غرضٍ سياسي أو ديني أو انتقامي ويعتبر القرار باطلاً لعيب الانحراف في السلطة أو إساءة استعمال السلطة.

---

2. حكم محكمة القضاء الإداري في القضية رقم 132 لسنة 1960.

4. شكل القرار الإداري:

يُقصد به المظهر الخارجي الذي يبدو فيه القرار والإجراءات التي تُتبع في إصداره. تهدف الشكليات إلى ضمان حسن سير المرافق العامة من ناحية، وضمان حقوق الأفراد وحرياتهم من ناحية أخرى، كما أنها تشكل ضمانة للإدارة نفسها تمنعها من الارتجالية والتسرع. الأصل أن القرار الإداري لا يخضع لشكلٍ معين إلا إذا نصّ القانون على خلاف ذلك بكتابته أو اتخاذ إجراءات محددة، وفي حال سكوت النص القانوني فإن قواعد الشكل والإجراءات غالباً ما يجري بالإحالة إلى مبدأ الإجراءات الموازية، أي أنه في حالة ضرورة إتباع إجراءات معينة من أجل اتخاذ قرارٍ ما، فإن هذه الإجراءات يجب إتباعها من أجل اتخاذ القرار المعاكس، ولا يؤدي عيب الشكل إلى بطلان القرار الإداري إلا إذا نصّ المشرع صراحةً على البطلان في حالة عدم استيفاء الشكل المطلوب، أو إذا كان العيب جسيماً بحيث أن تلافيه كان يمكن أن يؤثر في مضمون القرار.

5. الاختصاص:

ويقصد به القدرة القانونية التي يمتلكها موظف عام أو سلطة عامة، وتُخول له حق اتخاذ قرار معين، ولكن قد يعتري النصوص بعض الغموض والالتباس، وعندها يمكن اتباع مبدأ الاختصاص المتوازي، أي أن السلطة المُختصة في اتخاذ قرار تكون مختصة أيضاً في اتخاذ القرار المعاكس. مثلاً، الاختصاص بمنح ترخيص بناء يتضمن الاختصاص بسحب الترخيص، لكن هذا المبدأ ليس مطلقاً، وفي العديد من الحالات يجعل السلطة التي تملك إلغاء تصرف معين غير تلك التي تُبرمه، فمن يملك سلطة تعيين عامل قد لا يملك سلطة فصله من عمله، ولكي يكون القرار صحيحاً يجب أن يصدر من صاحب الاختصاص القانوني في إصداره وهذا ما أيدته المحكمة الإدارية العليا السورية.

7. ملحق للمطالعة: بعض التاريخ:

إن استخدام منهج التفكير العلمي لحل المشكلات التي يواجهها الإنسان في حياته المهنية والشخصية قديم قدم التاريخ الإنساني، لنأخذ بعض الأمثلة ولنستعرض بعضاً من هذا التاريخ.

يقول Sun_Tzu[3] من القرن الخامس قبل الميلاد في كتابه المشهور فن الحرب "إذا علمت بأنه يمكن مهاجمة العدو وبأن قواتي يمكن أن تهاجمه، دون الأخذ بالاعتبار لطبيعة الأرض التي لا تسمح بالهجوم، فإن حظي في الانتصار هو 50%"، تبدو إذاً أن المحاكمة الاحتمالية ليست حديثة العهد كما نتصور!

ومن كتاب للإمام علي بن أبي طالب كرم الله وجهه للأشتر النّخعي لما ولاه على مصر[4] حيث اضطرب أمر محمد بن أبي بكر، إذ طلب الإمام من الأشتر تحقيق عدة أهداف: "هذا ما أمر به عبد الله علي أمير المؤمنين مالك بن الحارث الأشتر في عهده إليه: جباية خراجها، وجهاد عدوها، واستصلاح أهلها، وعمارة بلادها"، وإن كانت الرسالة لا تشير إلى كيفية الموازنة بين هذه الأهداف فقد تُركت للمحاكمة السليمة للوالي على اعتبار أن المحاكمة السليمة تقود عادةً إلى نتائج مرضية.

لم تُطرح المشكلة بشكل صريح وواضح في العلوم الاجتماعية والاقتصادية إلا في نهاية القرن التاسع عشر، حيث بدأ الاقتصاديون بالبحث عن العلاقة بين سلوكيات العملاء الاقتصاديين (المستهلك، المنتج، الدولة) والسلوك الإجمالي للاقتصاد، تكمن أحد العناصر الهامة لهذه السلوكيات في الصياغة المُعتمدة لإجراء خياراتهم، والتي تمثلت في البحث عن الحل الأمثل لتوابع المنفعة الخاصة بهم. أهم هؤلاء العلماء Pareto[5] الذي درس الحالات التي يقوم فيها عدة عملاء بالمفاضلة بين خيارات عديدة ومتناقضة وبرهن أنه لا يمكن لجميع الأطراف أن تحصل على الرضا الكامل في نفس الوقت بسبب ندرة الموارد، وسُمّيت مذ حينه هذه الحالة بأمثلية باريتو؛ مثال، قاضيين متناقضين بشأن متهم، لو اجتمعوا في هيئة واحدة، فكيف يمكنهم التوصل إلى حل مشترك بشأن الحكم على المتهم؟

شغلت هذه المشكلة بال أحد النبلاء الفرنسيين وعضو الأكاديمية الفرنسية للعلوم في حينها Marquis de Caritat de Condorcet عام 1780[6] وعرضت على الأكاديمية الفرنسية مع الدراسات التي قام بها الفارس Borda (1781)[7] بشأن تغيير أسلوب انتخاب رئيس الأكاديمية حيث اعتمدت طريقة Borda في حينها!

---

3. Sun Tzu (496 – 544) قبل الميلاد، قائد عسكري صيني مشهود له باستراتيجياته العسكرية لخصها في كتابه المعروف "فن الحرب The Art of War".

4. الخليفة الرابع لدى المسلمين حكم 5 سنوات (655–660 م).

5. Vilfredo Federico Damaso Pareto (1848–1923)عالم اجتماع واقتصاد إيطالي، عمل في جامعة لوزان ونشرها في كتابه دروس في الاقتصاد السياسي عام 1896.

6. كان Condorcet عضو في الأكاديمية الفرنسية عام 1769 بعمر 26 سنة وحتى وفاته، وتلميذ Turgot أحد آباء التفكير العلمي في العلوم الاجتماعية، نشرها عام 1785.

7. Jean Charles de Borda (1733–1799) عالم رياضيات وسياسي فرنسي، وعضو الأكاديمية الفرنسية للعلوم.

سنعود إلى هذه الطرق لاحقاً التي تُدرس في العلوم الاقتصادية عادةً ضمن إطار ما يُدعى بنظرية الخيارات الجماعية Social Choice Theory.

كان يجب الانتظار حتى بداية الحرب العالمية الثانية حتى يتقارب التيارين الاقتصادي والسياسي حول نظرية الخيارات الجماعية حيث الانتخابات وتحليل القرارات من أهم تطبيقاتها. في بداية الحرب العالمية الثانية وأثناء غارات الطيران الألماني على إنكلترا، طُلب إلى العلماء الذين صمموا نظم وتجهيزات الدفاع الاهتمام بالاستخدام الأمثل لهذه النظم والتجهيزات، وشُكّلت مجموعة دعيت "مجموعة بحوث العمليات Operations Research Group" استندت في أعمالها على استخدام النماذج الرياضية في حل مشكلات إدارة النظم والتجهيزات السابقة وتحركات القوات في أرض المعركة، وكانت لأعمالها نتائج هامة جداً وتطبيقات عُمّمت لاحقاً على المشكلات التي تواجهها إدارة الشركات الصناعية.

في عام 1944، تعرض الباحثان Neumann & Morgenstern إلى المشكلة مباشرةً دون حلّها إلا ضمن فرضيات قاسية جداً ودعيت بنظرية المنفعة Utility Theory. ثم شهدت فترة الخمسينات من القرن الماضي نقاشات حامية للمشكلة، إذ تعرّض عدد لا بأس به من الباحثين إلى مسألة الأمثلية ضمن إطار أهداف متعددة وكان يُطرح الحل دوماً ضمن إطار تجميع الأهداف المتعددة المُعبّر عنها بتوابع عددية بشكل تابع وحيد. وكانت المشكلة بالنسبة لعلماء الاقتصاد هي كيفية توفيق السلوكيات الفردية لعملاء الاقتصاد والنتائج الملاحظة على المجتمع الاقتصادي بأكمله، وتعود أهم المساهمات خلال فترة الخمسينات إلى عالم الاقتصاد وحامل جائزة نوبل K. Arrow عام 1953 (Arrow, 1986)، حيث درس الخيار الجماعي بناءً على خيارات فردية والعلاقة الجوهرية التي تربط بينهما وخرج بنظرية الاستحالة Impossibility Theory، دون أن ننكر فضل علماء آخرين كان لهم مساهمات أساسية في نظرية الخيارات الجماعية، وترافقت هذه الدراسات بدراسات رياضية نفسية على آلية الاختيار والمحاكمة التي تتم في ذهن الإنسان.

منذ بداية الستينات، بدأ معجم مصطلحات صناعة القرارات يتضح أكثر فأكثر، كما بدأت تظهر طرق خاصة بمعالجة هذا النمط من المشكلات: اختيار بديل ضمن إطار متعدد المعايير حتى في مجال البحث عن الحل الأمثل من خلال طرق البرمجة متعددة الأهداف Goal Programming في البرمجة الخطية. وفي نهاية الستينات ظهرت أولى هذه الطرق ودعيت حينها ELECTRE[8] (Roy, 1996) وطرح مفهوم الأولوية Outranking لأول مرة للمقارنة الثنائية بين البدائل، لا تعتبر هذه الطرق جوهرية في مفاهيمها الأساسية بل في آليات التجميع الإجمالي، ليأتي H. SIMON من نفس العام ليدعم هذا الاتجاه بالانتقال من مفهوم الأمثلية إلى مفهوم التراضي (Newll & Simon, 1972)، وأتى بعده Keeny & Raiffa (1976) بتعميم نظرية المنفعة على معايير عديدة لتصبح نظرية المنفعة متعددة الخصائص Multiple Attributes Utility Theory.

8. ELECTRE مختصرات كلمات باللغة الفرنسية ELimination des Choix Traduisant la REalité: والمقصود بها حذف خيارات كترجمة للواقع. طُرحت عام 1968 من قبل Bernard ROY أحد علماء الرياضيات التطبيقية.

الجدير بالذكر أن معظم الأبحاث السابقة كانت تستند على الأدوات الرياضية المتوفرة خصوصاً التحليل العددي والاحتمالات وعلى تجميع التوابع الجزئية بتابع عددي وحيد. لذلك كان لا بد من التفكير باتجاهات جديدة منها ابتكار أدوات رياضية جديدة مثل المجموعات الترجيحية التي اقترحها Lotfi ZADEH (1965)، أو العودة إلى أصل المشكلة وأبسط مفاهيمها وهنا ظهرت من جديد أساليب معالجة مختلفة عرفت تحت اسم الطرق متعددة المعايير Multiple Criteria Decision Methods.

بعد تطور تكنولوجيا المعلومات والاتصالات Information and Communication Technology ودخولها الكاسح على عالم الإدارة، ظهرت تطبيقات كثيرة لهذه التكنولوجيا حسب مستويات القرارات في المؤسسات، وأصبح بالإمكان توطين الطرق متعددة المعايير بسهولة وبسرعة أكبر من السابق، فقد ظهر مفهوم نظم دعم القرارات Decision Support System لأول مرة عام 1971، والذي يستعير مفاهيم وتقنيات الذكاء الصنعي المفترض بها محاكاة الذكاء الإنساني في حل المشكلات. وظهر منظّرون كثر ضمن هذا الإطار من أهمهم Sprague & Carlson (1982)، ورغم التقدم البطيء الحاصل في تقانات الذكاء الصنعي Artificial Intelligence، أصبح اللجوء إلى هذه التقانات أمراً جوهرياً في صناعة القرارات، إذ تستخدم نظم دعم القرارات مفاهيم وتقانات الذكاء الصنعي في البحث عن الحلول وآليات الاستنتاج المنطقي، كما أنها تستخدم الخوارزميات المعتمدة لتخفيض درجة تعقيد المشكلات والاستفادة من تضاعف سرعة حساب المعالجات، وطبعاً القدرة العالية على التخزين والوصول للمعلومات.

أسئلة صح / خطأ True/False:

	السؤال	صح	خطأ
.1	السلعة الأرخص غالباً ما تكون أقلّ جودةً	✓	
.2	السعر والجودة معياران لا يسيران في نفس الاتجاه فهما في نزاع شبه دائم	✓	
.3	شراء بعض الأسهم في البورصة وتحقيق مردود أكبر يترافق دوماً مع مخاطر ضعيفة		✓
.4	يسعى متخذ القرار دوماً إلى تحقيق أفضل مستوى على كل من المعايير	✓	
.5	تتطور سيرورة القرار بسبب تطور الأهداف والمعطيات بشكل مستمر	✓	
.6	القرار هو نتاج عمل فرد واحد بعينه هو متخذ القرار		✓
.7	تشير الحقيقة من الدرجة الأولى إلى حالة أكيدة أو قيمة أكيدة معبرة عن الخاصية الفعلية	✓	
.8	يتصرف متخذ القرار دوماً بناءً على منظومة تفضيلات عقلانية		✓
.9	متخذ القرار هو الكيان الذي لديه صلاحية تقويم الممكن والغايات ويعبر عن الأفضليات	✓	
.10	تعني مسلمة الأمثلية أنه في كل حالة تؤدي إلى قرار، هناك قرار أمثلي واحد على الأكثر		✓
.11	ليس ضرورياً أن يتمتع مهندس القرار بالحيادية Neutrality أو بالموضوعية Objectivity		✓
.12	تعني العقلانية Rationality البحث عن تعظيم المكاسب أو تحقيق أكبر قدر من المنافع	✓	
.13	شرطي العقلانية هما: توفر المعلومة الكاملة و التقدير الأمثل للبديل الأفضل	✓	
.14	تبحث العقلانية المحدودة بالضرورة عن الحل الأمثل وليس عن حلول مقبولة		✓
.15	القرار الإداري هو ذلك القرار الذي يتخذه جميع العاملين في المنظمة	✓	
.16	القرار الإداري هو إفصاح عن إرادة يصدر عن سلطة إدارية ويرتب آثاراً قانونية	✓	
.17	محل القرار الإداري هو النتائج المباشرة التي تصدر عن القرار		✓
.18	سبب القرار الإداري هو الأمر الموضوعي الذي يسبق القرار ويكون دافعاً إلى وجوده	✓	
.19	الغاية من القرار الإداري هو الهدف النهائي الذي يسعى القرار الإداري لتحقيقه	✓	
.20	يُقصد بشكل القرار الإداري المظهر الخارجي للورق المستخدم في طباعته		✓

أسئلة خيارات متعددة Multiple Choices:

1. يقوم متخذ القرار العقلاني باتخاذ القرار الذي يُحقق:
   - أ. أقل تكلفة
   - ب. أكبر مردود اقتصادي
   - ج. الأقل مخاطرة
   - د. جميع الأجوبة صحيحة

2. المراحل الرئيسية للإجرائية المبسطة لاتخاذ القرار هي بالإضافة إلى التغذية الراجعة:
   - أ. صياغة المشكلة
   - ب. تقييم البدائل
   - ج. اتخاذ القرار
   - د. جميع الأجوبة صحيحة

3. المسلمات الأساسية في عملية صناعة القرار هي بالإضافة إلى الحقيقة من الدرجة الأولى:
   - أ. الأمثلية من قبل متخذ القرار
   - ب. الموضوعية والعلمية
   - ج. صياغة المشكلة وتقييم البدائل
   - د. جميع الأجوبة خاطئة

4. يجب على مهندس القرار التمتع بصفتين أساسيتن خلال مساعدته في صناعة القرار، هما:
   - أ. الأمثلية والعقلانية
   - ب. الموضوعية والحيادية
   - ج. تحديد المعايير وتقييم البدائل
   - د. جميع الأجوبة خاطئة

5. تفترض العقلانية Rationality تحقق شرطين في صناعة القرار، هما:
   - أ. توفر نماذج رياضية حصراً والأمثلية
   - ب. الموضوعية والحيادية
   - ج. توفر المعلومة الكاملة والتقدير الأمثل للبديل الأفضل
   - د. جميع الأجوبة خاطئة

6. الأركان الأساسية للقرار الإداري Administrative Decision هي:

أ. محل القرار وسببه

ب. الغاية من القرار وشكله

ج. أن يصدر من الجهة المختصة

د. دجميع الأجوبة صحيحة

7. يمكن دوماً اتخاذ القرارات وتحقيق:

أ. أفضل مستوى على كل من المعايير

ب. حل وسط أو توفيقي بين المعايير

ج. حل أمثل لجميع أطراف القرار

د. جميع الأجوبة صحيحة

8. لدى التحضير لاتخاذ القرار، نجد هناك دوماً بالإضافة إلى متخذ القرار:

أ. مهندس القرار فقط

ب. أعضاء مجلس الإدارة فقط

ج. العديد من الأطراف المؤثرة والمتأثرة

د. جميع الأجوبة صحيحة

رقم السؤال	الإجابة الصحيحة
1	د
2	د
3	أ
4	ب
5	ج
6	د
7	ب
8	ج

أسئلة \ قضايا للمناقشة:

السؤال (1) المسلمات الأساسية في صناعة القرار.

اشرح باختصار المسلمات الثلاث الأساسية في صناعة القرارات مع إعطاء مثال عن كل منها.

{مدة الإجابة: 15 دقيقة. الدرجات من 100: 15. توجيه للإجابة: الفقرة 1-2}

السؤال (2) بعض التعاريف.

عرّف المصطلحات الآتية بما لا يتجاوز ثلاثة أسطر:

منظومة القيم، مهندس القرار، متخذ القرار، المساعدة على اتخاذ القرار.

{مدة الإجابة: 20 دقيقة. الدرجات من 100: 20. (توجيه للإجابة: الفقرة 1-3}

السؤال (3) شروط عمل مهندس القرار.

اشرح باختصار الخاصيتان الأساسيان المفترض أن يتمتع بهما مهندس القرار كي تكون مساعدته مفيدة.

{مدة الإجابة: 10 دقيقة. الدرجات من 100: 15. توجيه للإجابة: الفقرة 1-3}

السؤال (4) مبدأ العقلانية المحدودة Bounded Rationality.

طرح H. Simon مبدأ العقلانية المحدودة للأخذ بالاعتبار متغيرات واقع متخذ القرار، ناقش هذا المفهوم مبيناً الفرق عن العقلانية المطلقة التي تفترضها نماذج الأمثلية في بحوث العمليات.

{مدة الإجابة: 15 دقيقة. الدرجات من 100: 20. توجيه للإجابة: الفقرة 1-4}

السؤال (5) القرار الإداري Administrative Decision.

تتخذ السلطات العامة قرارات تهدف الصالح العام ندعوها بالقرارات الإدارية أو العامة، والمطلوب:

1. ما هو المقصود بالقرار الإداري؟
2. اذكر باختصار الأركان الخمسة للقرار الإداري.
3. لنأخذ مثالاً أن السلطات العامة اتخذت قرار برفع مستوى الأجور، طبق على هذه الحالة أركان القرار الإداري.

{مدة الإجابة: 20 دقيقة. الدرجات من 100: 30. توجيه للإجابة: الفقرة 1-5}

القضية الأولى (تناقض Condorcet)

ليكن لدينا ثلاثة طلاب حصلوا على نفس العلامات في جميع المقررات باستثناء ثلاثة مقررات متساوية في الأهمية حيث حصلوا على العلامات الآتية:

	مقرر (1)	مقرر (2)	مقرر (3)	المجموع
طالب (1)	72	70	70	212
طالب (2)	70	71	71	212
طالب (3)	68	72	72	212

لنفترض بأن الطريقة المُعتمدة في إقرار من هو الطالب الأفضل كما يلي:

- فرق علامة واحدة في أي مقرر لا تسمح بتمييز الطالبين أي أنهما متكافئين وفق المقرر،
- طريقة الاختيار الإجمالية: عدد المقررات التي يكون فيها طالب أفضل أفضل من الآخر.

فمن هو الطالب الأفضل وفق هذه الطريقة؟

(توجيهات للحل: قارن كل بديلين بشكل مستقل واستنتج العلاقة بين كل اثنين)

المراجع المستخدمة في الفصل الأول:

1. عبود، طلال. (2014). نظرية القرارات. نوطة تدريسية لطلاب المعهد العالي لإدارة الأعمال HIBA (غير منشور)، دمشق.
2. طلبة، عبد الله. (1989). مبادئ القانون الإداري، ج2، جامعة دمشق.
3. Arrow K.J. (1986). Social Choice and Multicriterion Decision Making. MIT Press, Cambridge Ma.
4. Keeny R. & Raiffa, H. (1976). Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs. John Wiley, New York.
5. Newell A. & H. Simon. (1972). Human Problem Solving, Prentice Hall
6. Neumann V. J., & Morgenstern, O. (1944). Theory of Games and Economic Behavior. Princeton University Press.
7. Roy B. (1996). Multicriteria Methodology for Decision Aiding. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
8. Sargent Th. (1993). Bounded rationality in macroeconomics. Oxford, Clarendon Press.
9. Simon H.A. (1978). Rational Decision -Making in Business Organizations. Carnegie-Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, USA.
10. Simon H.A. (1972). Theories of Bounded Rationality (ch. 8). C.B. McGuire & Roy Radnor (eds.), Decision and Organization. North-Holland Publishing Company.
11. Simon H.A. (1957). Models of Man, New York, Wiley & Sons.
12. Spraque R.H. & Carlson, J.D. (1982). Building effective DSS. Prentice-Hall, INC. New-Yrok.
13. Zadeh L.A. (1965). Fuzzy sets. Information Control, No. 8, pp. 338-353.

الفصل الثاني:
نمذجة المشكلات الإدارية
Modeling of Managerial Problems

كلمات مفتاحية:

المشكلة Problem، الخطر Risk، المنظومة System، النموذج Model، نموذج Simon.

ملخص الفصل:

يتناول هذا الفصل بعض المفاهيم الأساسية في صناعة القرارات والتعامل معها من وجهة نظر المنظومات، خصوصاً تلك المتعلقة بتعريف المشكلة ومراحل نموها، وإظهار الحاجة لبناء نماذج مناسبة للتعامل مع المشكلات، مع تسليط الضوء على مفهوم المخاطر التي يتواجد فيها متخذ القرار، كما يُظهر الفصل العلاقة العضوية بين نظامي المعلومات والقرارات في المستويات المختلفة للمنظمة.

المخرجات والأهداف التعليمية:

1. فهم واستيعاب مفاهيم المشكلة والنموذج والخطر والمنظومة
2. التمكن من تمييز مشكلة القرار
3. التمكن من إدراك المخاطر والتعرف على معايير تقييمها
4. التمكن من الربط بين نظامي المعلومات والقرارات
5. التعرف على نموذج Simon وربطه بمبدأ العقلانية المحدودة

مخطط الفصل:

1. مفهوم المشكلة وتمييزها Problem Concepts.
2. دورة حياة المشكلة Problem Lifecycle.
3. مفهوم وتقدير المخاطر Risk Concepts & Evaluation.
4. مفهوم المنظومة System Concept.
5. مفهوم النمذجة وتصنيفها Modeling Concepts & Classification.
6. العلاقة بين نظامي المعلومات والقرارات Relationship between Information and Decision Systems.
7. نموذج Simon في حل المشكلات Simon's Model.

1. مفهوم المشكلة وتمييزها:

يستخدم مصطلح "مشكلة Problem" يومياً عشرات المرات، فما هو المقصود به؟ وكيف يتم التعامل مع هذه الظواهر في المنظمات، ونمذجتها؟ هذا ما سنراه في الفقرات اللاحقة.

1.1. مفهوم المشكلة Problem Concept:

المشكلة بالتعريف هو الفرق بين الحالة المرصودة للظاهرة المدروسة ومرجعيّة محددة، فقد يبدو الفرق بين الظاهرة والمرجعية كإشارة من أحد أطراف القرار بالقياس إلى أهدافه ومرجعياته، أو كقيمة موضوعية تم حسابها؛ وتتجلى المشكلة في قصور النظام عن أداء وظائفه وتحقيق أهدافه، ويُقصد بالحالة المرصودة للمشكلة القيم التي تأخذها متغيرات المشكلة أو مجموعة الظروف والشروط الداخلية والخارجية التي يكون عليها النظام في لحظة معينة؛ وقد يكون الفرق من نمط موضوعي قابل للقياس مثل رفض المورد التسليم في الوقت المحدد، تناقص المبيعات، تعطّل الآلة، تزايد شكاوى الزبون، ... الخ، أو يعبّر عن اختلاف في المرجعيات، مثلاً بين مالك الشركة الذي يهتم بزيادة الأرباح ومدير التسويق الذي يهتم بتقديم الخدمة الأفضل للزبون ... الخ.

تمر المشكلة بعدد من المراحل الأساسية (Bouyssou et. Al., 2006, pp. 56):

1. تشخيص المشكلة Diagnosis:

   تتلخص في تعريف المشكلة وتحديد حالتها في بداية إدراكها، والتمييز بين أعراض المشكلة وأسبابها وعزلها من بيئتها.

2. تحليل المشكلة Analysis:

   تتلخص في تحديد الأهداف المرجو تحقيقها عند حل المشكلة، وتحديد متغيراتها ودراسة الأسباب ومن ثم صياغتها كنموذج قابل للتعامل معه وحله.

3. حل المشكلة Solution:

   نقل المشكلة من حالة غير مقبولة إلى حالة مقبولة، أي أنها عملية تتضمن مجموعة من الإجراءات والأفعال تهدف إلى تحقيق أهداف محددة، ومن أهم هذه الأهداف اختيار البديل الأفضل.

مثال (2-1): حجز غرف في فندق. هنا المثال يوضع في كرة ولا داعي للاير

قامت الشركة بدعوة عدد من الأشخاص لصالحها وتم حجز عدد من الغرف في الفندق، ولكن كان عدد الواصلين إلى الفندق أكبر من العدد المتفق عليه مع الفندق.

	مرحلة المشكلة	الحالة
.1	رصد الفارق عن المرجعية	يتلقى مدير الشركة هاتفاً من عامل الفندق مشيراً أن عدد ضيوف الشركة لم يكن العدد المتفق عليه سابقاً
.2	إذا كانت المشكلة معروفة سابقاً، تطبيق آلية حلّ مناسبة	يتصل المدير بمسؤول العلاقات العامة لاعتقاده أن هناك خطأ
.3	أما إذا كانت غير معروفة، وضع آلية حل جديدة	يحاول هذا الأخير تذكر لمصلحة من تم استدعاء الضيوف إلى الفندق ليجد أنهم لمصلحة مديرية الإنتاج
.4	الوصول إلى حلّ "موجود" للمشكلة	يتصل به لتأكيد عدد الضيوف فيتم التأكيد إلى عامل الفندق
.5	استخدام حدّ أدنى من الموارد	عبر مدير الإنتاج مباشرة
.6	إمكانية التعديل والإصلاح إذا تضررت آلية الحلّ	ويؤكد ذلك مسؤول العلاقات العامة
.7	عدم ظهور مشاكل أخرى التي قد تكون أكثر تعقيداً عند حل المشكلة الراهنة	يصدر المدير العام تعميماً جديداً لآلية دعوة الضيوف إلى الشركة وتأمين إقامتهم كي لا تتكرر المشكلة

من المؤكد أن اتخاذ القرار يعني حل مشكلة، وحل المشكلة يعني الانتقال بها من حالة غير مقبولة إلى حالة مقبولة، لكن هذا الانتقال قد يكون عبر طرق عديدة تؤطرها منظومة القرار.

2.1. تمييز المشكلة:

قد يستطيع متخذ القرار من خلال خبراته والمؤشرات الموضوعية ملاحظة وجود فوارق عن الحالة الطبيعية أو المرجعية، لكن ذلك يتعلق بعاملين مهمين:

1. يعود الأول إلى مستوى الضغط النفسي (البيئة الداخلية) لمتخذ القرار مما يجعله يبحث عن مؤشرات موضوعية تثبت أو تنفي هذا الإحساس بالضغط.
2. ويتعلق الثاني بقدرة متخذ القرار على إدراك المشكلة خصوصاً في الحالات الجديدة أو غير المعروفة له سابقاً، وذلك عبر المعلومات المتوفرة والمؤشرات الموضوعية عن حالة المشكلة (البيئة الخارجية لمتخذ القرار).

لكن الإحساس بالضغط النفسي ووجود مؤشرات على انحراف عن الوضع الطبيعي لا يعني بالضرورة القدرة على تعريف المشكلة بشكل سليم، إذ أن تعريف المشكلة الحقيقية لا يقلّ أهمية عن معالجتها؛ إذ من الضروري جداً التأكد من أن المشكلة التي سنحلها هي فعلاً المشكلة المطلوب حلّها أم أننا نحل المشكلة الخاطئة أو مشكلة وهمية، مما لا يؤدي إلى تصحيح المسار إلى الوضع الطبيعي وقد يستحيل العودة بهذا المسار إلى الوراء والتصحيح لأن الزمن حاسم وغير عكوس Irreversible.

مثال (2-2) أسطول النقل.

لدى إحدى المؤسسات مؤشرات عن عدم تلبية الزبائن بسبب ضعف أداء أسطول النقل في المؤسسة، فذهب مدير النقل إلى تعريف المشكلة مباشرة على أنّ عدد السيارات غير كافٍ وبالتالي يجب شراء سيارة كبيرة أو سيارتين صغيرتين، في حين يرى مدير التسويق أن المشكلة تتعلق بسوء إدارة أسطول السيارات المتوفرة، لذلك يجب الاتفاق على حقيقة المشكلة قبل طرح خيار الشراء، فهل فعلاً يجب الشراء أم إعادة تنظيم أسطول السيارات الموجودة فعلياً؟

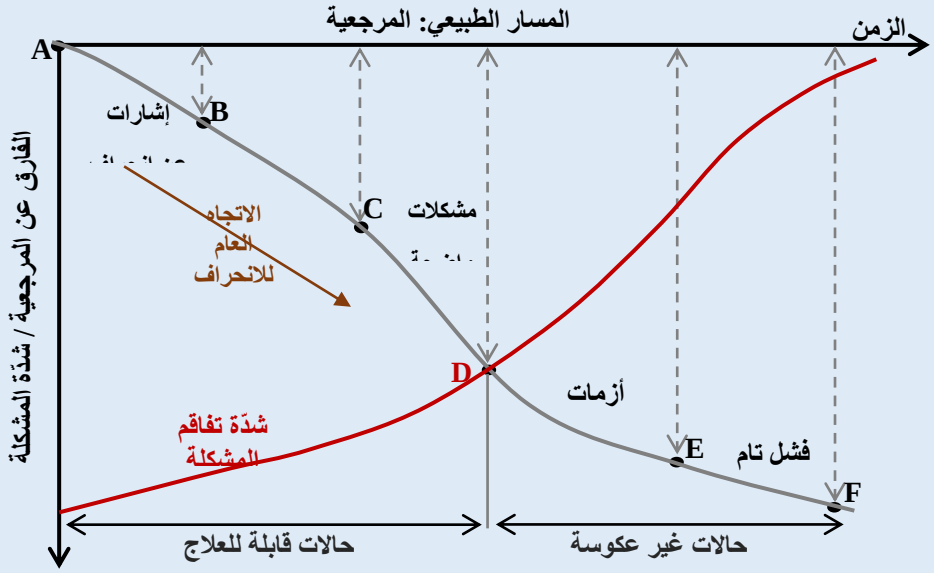
هناك عدة مستويات لتمثيل المشكلة لكي تُصبح قابلة للحل:

1. بروز المشكلة وملاحظتها من خلال المنظومة الثقافية والنفسية والتنظيمية لمتخذ القرار، فإذا لم يُدرك متخذ القرار المشكلة فليس لدينا مشكلة.
2. تعريف المشكلة والتي تتضمن حكماً اختيار الإطار العام لأسلوب ومنطق الحل.
3. نمذجة المشكلة بشكل صارم ضمن إطار الأسلوب الذي تقبله طريقه الحل، فلا يمكننا مثلاً صياغة المشكلة بشكل توابع رياضية واستخدام أسلوب وصفي أو شبكي في الحل.
4. وأخيراً، تطبيق طريقة الحل أو بناء طريقة جديدة للحل وإجراء حساسية لمتغيرات المشكلة ودراسة درجة ثباتها في مواجهة تعديل هذه المتغيرات.

قد لا تتم هذه المراحل بالشكل الخطي، بل هناك نشاط تجريبي يأخذ بالاعتبار تعقيد الواقع والسلوكية العقلانية لمتخذ القرار ضمن القيود المفروضة، وهذا ما قاد إلى طرح النظرية السلوكية في صناعة القرارات (Newell & Simon, 1972) التي سنعود إليها لاحقاً.

2. دورة حياة المشكلة Problem Life Cycle:

يظهر الشكل الآتي [2-1] تطور المشكلة عبر الزمن في حال عدم التدخل لتصحيح المسار في الوقت المناسب، حيث يمكن النظر إلى النقاط A B C D E F كنقاط مرجعية للوقوف على حالة تطور المشكلة، وفي معظم الحالات عندما نصل إلى حدّ معين من الفرق عنه المرجعية ولتكن النقطة D مثلاً تعتبر العودة إلى الحالة الطبيعية شبه مستحيلة بالأدوات التقليدية أي ندخل في آليات ومنطق مختلف للمعالجة، فنقول في هذه الحالة أن المشكلة دخلت في منطق الأزمة وإعادتها إلى الوضع الطبيعي غير ممكن.



الشكل [2-1] دورة حياة المشكلة

تختلف كثيراً حساسية الكوادر البشرية في الشركات تجاه قراءة أو تفسير الإشارات التي تبثّها متغيرات المشكلة، كما يستخدم ذهن متخذ القرار الكثير من المعلومات والمعارف وأيضاً الاستنتاجات عند البحث عن حلّ للمشكلة، والاستنتاج هو تلك العملية المنطقية التي يقوم من خلالها الذهن بمقارنة إشارة معينة (وصول معلومات أو أحداث) للظاهرة المدروسة مع إشارات أخرى مثبتة سابقاً أنها صحيحة أو خاطئة ليحكم على الإشارة الجديدة بصحتها أو لا؟

قد يتطلب تحديد المرجعيات التي سيتم المقارنة معها الكثير من الجهد الذهني والموارد، خصوصاً عند استخدام آليات مراقبة الإشارات ذات الطابع الميكانيكي أو المؤتمت أو قد نضطر إلى تعريف المصطلحات التي نستخدمها في اللغة الدارجة، لنأخذ المثال المبين في الشكل [2-2] لتوضيح ما نقصده بالمرجعية والمصطلحات التي نستخدمها وكيفية التحقق من معيار المراقبة.

سؤال: ما هذا؟

جواب: منزل

التحليل: طرحنا مشكلة بسيطة، تلقيت إشارة/معلومة بصرية فأعطيت الجواب.

التحقق من الجواب: ما هو المعيار الذي يسمح لنا بالتحقق من الجواب "منزل"؟

معيار التحقق: أن المنزل هو مكان ثلاثي الأبعاد يمكن الإقامة فيه؟ فهل يمكن الإقامة في الشكل المرسوم أعلاه، فيتم تصحيح الجواب ليصبح "صورة منزل" أو "شكل لمنزل" فمصطلح صورة أو شكل يُعبّر عن مرحلة الإدراك الواعي لمنظومة التمثيل في حين أنّ مصطلح منزل تأتي كمرحلة تقييم ذهني للمقصود من الشكل.

الشكل [2–2] الواقع والنموذج

3. مفهوم وتقدير المخاطر Risk Concepts:

عادةً ما تكون مخاطر وقوع حدث جسيم مرتفعة بقدر ما يكون هذا الحدث صعب التنبؤ به، أي عدم توفر معلومات كافية لتوقّع حدوثه، وعدم توفر الأدوات المعرفية الكافية لتوقع مثل هذه الأحداث، لذلك نلجأ قدر الإمكان إلى إدارة المعلومات المتوفرة لسدّ النقص سواء من حيث الدقة في تقييمها أو مصداقيتها أو الشك فيها أو حتى عدم توفر جزء هام منها أحياناً، وهذه الفجوة في المعلومات والمعارف هو ما يؤدي إلى الخطر، إذ لو توفرت المعلومات الكاملة والدقيقة سيكون من الأسهل بكثير معالجة المشكلات.

ما يُقصد بعجز أو نقص المعلومات لدى مواجهة مشكلة ما هو التواجد في حالة عدم القدرة على اتخاذ قرار في ظروف "مقبولة أو طبيعية"، ويمكن الإحساس بها عندما يشعر متخذ القرار بأنه في وضع عاجز عن اتخاذ القرار دون اللجوء إلى شيء من المجازفة أو السلوك غير العقلاني.

مثال (2–3): أن يكون متخذ القرار في حالة اتخاذ القرار بشأن الدخول إلى أحد الأسواق الأجنبية دون أن تكون لديه المعلومات الكافية ولديه فقط مؤشرات عامة عن أسواق كامنة، وبالتالي قد تكون المخاطر كبيرة.

يمكن مثل مواجهة هذه الحالة بكثرة في حالات الأزمات والكوارث بسبب ضغط الزمن وتسارع الأحداث، لذلك يكون لدينا نزعة لعدم الثقة بالمعلومات التي تنشر في وسائل الإعلام التي تسعى إلى زيادة مشاهديها أو قرّاءها عبر أساليب تضخيم أو تقزيم المعلومات الحقيقية، وقد تكون في بعض الأحيان السياسة العامة المعتمدة كما كان يقول وزير إعلام هتلر "اكذب، اكذب، اكذب، فسوف يصدقون".

نقول عن خطر ما بأنه "جيد" إذا كان التحدي يبرر المجازفة فالخطر المجاني هو بالتأكيد "سيئ". مثلاً، تجاوز الإشارة الحمراء للوصول باكراً لاحتساء فنجان من الشاي هو خطر "سيئ"، لكن تجاوز الإشارة الحمراء لإنقاذ طفل أو لإنقاذ صفقة تجارية بملايين الدولارات هو خطر "جيد". في جميع الأحوال، أي فعل/قرار يتضمن شيئاً من المجازفة، فالمشكلة تتمثل إذاً في تقدير حجم التحدي مقابل المجازفة، أو حجم الربح مقابل الخسارة، وعادة ما تكون المجازفة الكبيرة مترافقة مع ربح كبير!

من المفيد لتقدير حجم المخاطر التي نواجهها أن نتساءل عن تعريف المنافسين/الخصم (من هم؟، قدراتهم..)، ما هي التحديات التي نواجهها؟ ما هي الخيارات المتاحة؟ ما هي الأحداث من الأطراف المنافسة التي يمكن أن تقع؟ ما هي احتمالات وقوع هذه الأحداث؟

إنّ وضع نموذج جيد يجب أن يتجنب الدقة المصطنعة (مما يجعلها اعتباطية وبالتالي غير أكيدة) وأن يتجنب عدم الدقة (مما يجعله غير ذي فائدة)، ويجب أن يأخذ بالاعتبار نقص المعلومات كونها ظاهرة مألوفة في صناعة القرارات، وذلك رغم قلّة الأدوات المتوفرة لمعالجة هذا النقص فهي لا تخرج عن نطاق حالات أو فئات ثلاث: حساب الارتياب رياضياً، ونظرية الاحتمالات، والتقديرات الذاتية للخبراء.

1. **حساب الارتياب:** في هذه الحالة تكون القيمة معروفة لكن يشوبها شيء من عدم الدقة بسبب خلل في أداة القياس أو سوء استعمالها، ولا يمكن تطبيقه إلاّ على متغيرات كمية، كأن نقول مثلاً معدل الفائدة هو 10%±1% ولا يمكن القول رياضياً حوالي 10%.
2. **نظرية الاحتمالات:** تُستخدم عندما يكون لدينا معرفة كاملة بجميع النتائج الممكنة لوقوع حدث أو جميع القيم الممكنة لمتغير ما، لكن لا يمكن التكهن أي من هذه النتائج أو القيم ستتحقق، مثلاً، هناك نتيجتين ممكنتين لدى تقدم الطالب للامتحان إما النجاح أو الرسوب، لكن لا نستطيع تأكيد هذه النتيجة أو تلك. رغم أن نظرية الاحتمالات هي نظرية رياضية بامتياز حيث فرضياتها واضحة وغير قابلة للتأويل ونماذجها مثبتة، لكن الفرضية الأساسية المتعلقة بجمع احتمالات الأحداث المستقلة تبدو غير واقعية عند تطبيق النظرية في القرارات الإنسانية كما يبين المثال اللاحق.

   مثال (2-4): لدينا عاملان احتمال أن ينجز العمل 60% من قبل الأول و40% من قبل الثاني، فمن يستطيع أن يضمن أن اجتماع العاملين يؤدي إلى احتمال إنجاز 100% من العمل؟ فظاهرة التعاضد Synergy أو التعاون تخرج عن نطاق المعالجة وفقاً لنظرية الاحتمالات.
3. **التقديرات الذاتية:** خصوصاً في الحالات التي نواجهها للمرة الأولى، أو عدم توفر معلومات تسمح بتمييز نتيجة عن أخرى، حيث يتم الطلب من مجموعة من الخبراء تقدير أي النتائج أو القيم الأكثر رجحاناً أو حتى تقدير احتمالات كل من النتائج الممكنة والعودة لاستخدام نظرية الاحتمالات.

لدى تقييم المخاطر، يجب الأخذ بالاعتبار مجموعة من العوامل والمعايير (Klinke, 2002):

- مدى الضرر Extend of Damage: الذي يلحق بالبشر أو بالتجهيزات أو بالأبنية أو غيرها في حال حدوث الخطر.
- احتمال الوقوع Probability of Occurrence: عدد المرات التي حدث فيها سابقاً، أو تقدير احتمال حدوثه في حال كان يواجه لأول مرة.
- مدى التأكد Incertitude: مؤشر إجمالي لحالات العناصر المشكوك فيها.
- مدى الانتشار Ubiquity: تحديد المساحات الجغرافية التي يمكن أن ينتشر فيها الخطر.
- العناداالاستمرارية Persistency: تحديد المدى الزمني للأضرار الجسيمة التي تلحق بالبشر وأصول المنظمة.

- إمكانية الإصلاح Reversibility: تحديد إمكانية إعادة الحالة إلى ما كانت عليه قبل وقوع الخطر وإصلاح الضرر.
- الآثار اللاحقة المتأخرة Delay Effect: تقدير الأضرار التي يمكن أن تظهر خلال فترة طويلة من الزمن.
- اختلال العدالة Violation of Equity: تقدير الفروقات بين المستفيد من الخطر والمتضرر منه.
- إمكانية التحرك Potential of Mobilization: قدرة الأفراد والمجموعات المتأثرة من آثار الخطر على التحرك لتجاوز مشكلاتها وأضرارها.

4. مفهوم المنظومة System Concept:

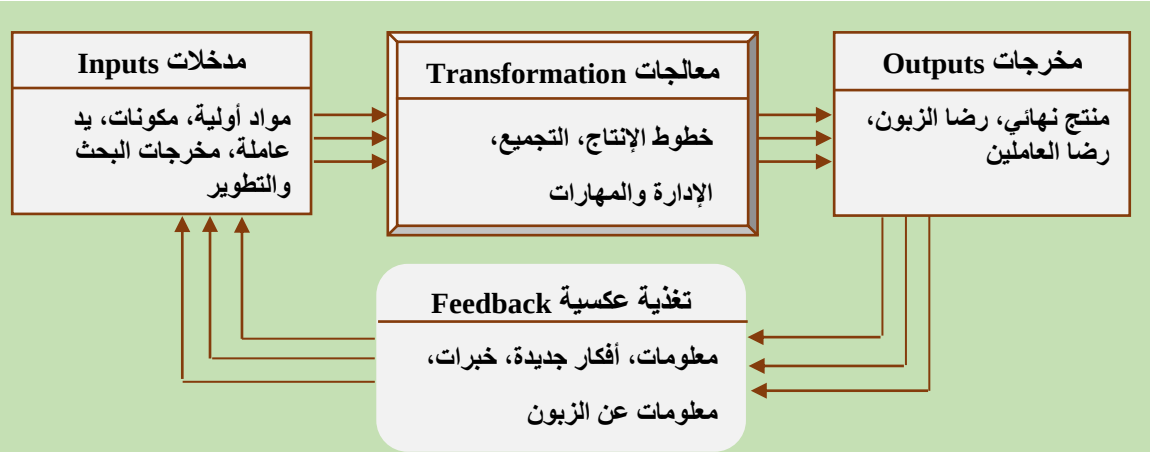
تكاد لا تخلو صفحة من المراجع الإدارية أو السياسية أو الاقتصادية دون ذكر مصطلح نظام أو منظومة وكأنه مفهوم متفق عليه وواضح للجميع، قد يستخدم بعض المؤلفين العرب مصطلح منظومة ولكن لا نرى فرقاً بين الترجمتين لذلك سنستخدمهما دون تمييز حسب سياق النص للتعبير عن المصطلح الإنكليزي System؛ وجد هذا المفهوم أسسه في علوم البيولوجيا في نهاية القرن التاسع عشر، وفي الميكانيك لاحقاً؛ لكنه لم ينضج كإشكالية علمية إلا في نهاية الستينات وبداية السبعينيات من القرن الماضي، وذلك بسبب العطالة الكبيرة التي كانت تتمتع بها الطريقة الديكارتية والمعتمدة في نمذجة المشكلات وأساليب معالجتها.

فالمنظومة System هي كيان يُمارس نشاطه ضمن بيئة ما لتحقيق غاياته ويرى بنيته الداخلية تتطور مع الزمن دون أن يفقد هويته؛ ولتعريف المنظومة، يجب تحديد عناصرها ومكوناتها: النشاط الذي تقوم به، وبنيتها، وكيفية تطورها، وبيئتها، وغاياتها؛ لنسقط هذا التعريف على بعض المنظومات التي نعرفها:

الكيان	النشاط	البنية	التطور	البيئة	الغاية
الكائن الحي	وظائفه في الحياة	مكونات بيولوجية	تجدد الخلايا	المجتمع	استمرار الحياة
الشركة	تجاري، صناعي	تنظيمية، بشرية	حركة العاملين	السوق	الربح، الاستمرار

لكي يكتمل مفهوم المنظومة، علينا أن نضيف فرضيتين، تتعلق الأولى بغايات النظام فالنظام يسعى دوماً لتحقيق غايات معينة، وتتعلق الثانية بعلاقته مع البيئة فالنظام منفتح على البيئة يتأثر ويؤثر بها، ويمكن النظر إلى المنظومة كما يبين الشكل [2-3]:

- كمجموعة من المدخلات Inputs: مثل مواد أولية، معلومات، يد عاملة، ...
- يتم تحويلها Transformation: عبر خطوط الإنتاج، وإجرائيات إدارية، ...
- إلى المخرجات المرجوة Outputs: منتجات نهائية، مؤشرات، رضا الزبون، ...
- ويتم التحكم بها عبر عمليات التغذية العكسية Feedback: عبر خبرات، وأفكار جديدة، ومعلومات من السوق، ...



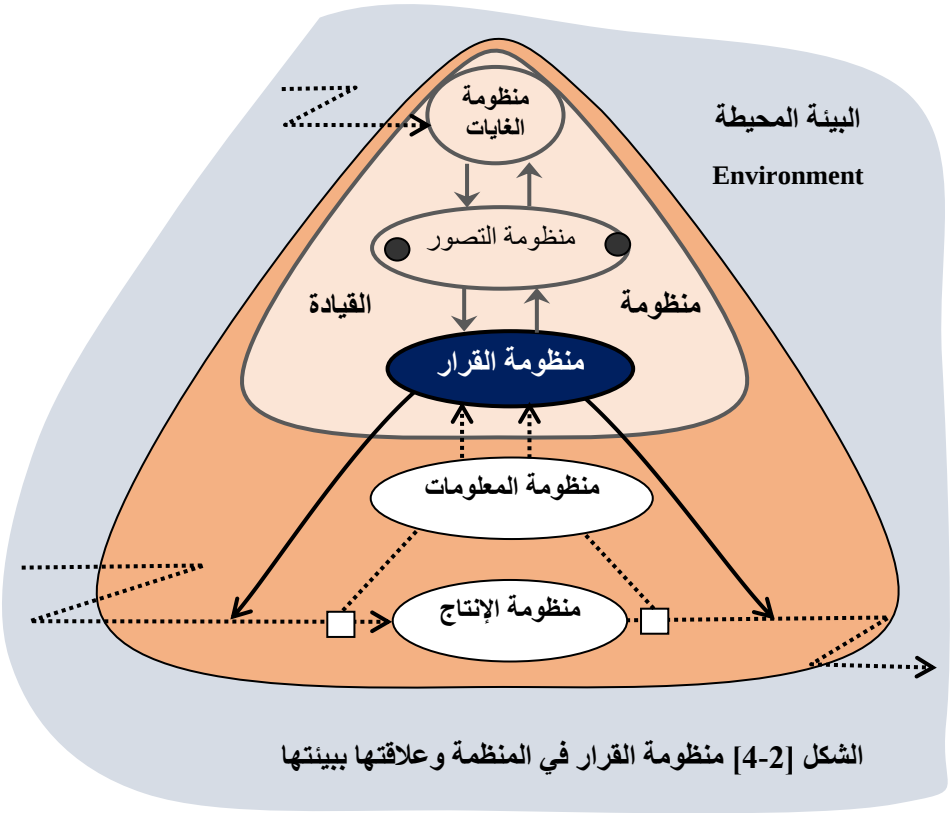
الشكل [2-3] مفهوم المنظومة System

كل منظومة قد تكون مؤلفة من "منظومات" فرعية أو متداخلة مع منظومات أخرى، باعتبار أن المنظمة هي كيان يُمارس نشاطاً منظماً لتحقيق غايات معينة ضمن بيئة ما؛ وهذا يتفق مع التعريف السابق للمنظومة، فكل فعالية ضمن المنظمة تمارس نشاطاً منظماً لتحقيق غايات معينة ضمن بيئة المنظمة أي هي بدورها منظومة جزئية ... وهكذا، وبالتالي يمكن تمثيل الكيانات القائمة في المنظمة كنظم فرعية، وتُمارس هذه الكيانات نشاطات نمطية يختلف مضمونها بين فعالية وأخرى كما يلي:

عناصر المنظمة هي كيانات تنظيمية، بشرية، ... وتُمارس نشاطاً، وتُنظم نفسها، وتستعلم، وتتخذ قرارات، ولها ذاكرة تحتفظ بالمعلومات، تُنسق نشاطاتها، وتُعيد تنظيم ذاتها، ولها غايات، وتتبادل التأثير فيما بينها ومع بيئتها. وبالتالي كل كيان هو منظومة جزئية، ويمكن تمثيل المنظمة وفق المنظور المنظوماتي وفق الشكل [2-4].

من الطبيعي أن ننظر لعملية صناعة القرارات كمنظومة متكاملة وفق هذا المنظور: لديها مدخلاتها (المعلومات، ...)، ويقوم متخذ القرار والأطراف الأخرى بإجراء المعالجات الذهنية بشكل رئيسي لتعطي كمخرجات البديل أو الفعل الأنسب، ويتم مراجعتها وإجراء التعديلات حسب الحاجة.[1]

1. لمزيد من التفاصيل، يمكن للقارئ العودة إلى المراجع المختصة وأهمها (Le MOIGNE, 1977).



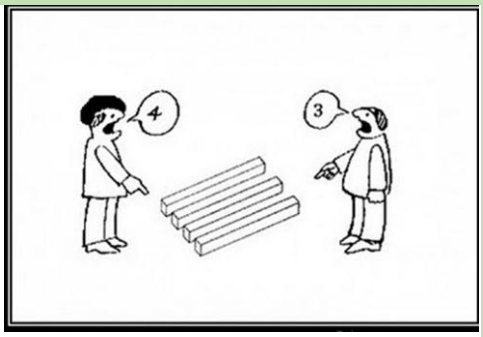
الشكل [2-4] منظومة القرار في المنظمة وعلاقتها ببيئتها

5. مفهوم النمذجة وتصنيفها:

عندما نتعامل مع الواقع، يُمكن أن تُظهر المعلومات والتحليل عناصر ومفاهيم غير مرئية أو غير صريحة؛ تبدو هذه المفاهيم سواء كانت صريحة أو ضمنية واجهة التعامل بين الواقع الفعلي والمحاكمة الذهنية المجردة وهذا ما ندعوه بالنمذجة Modeling.

في الكثير من الأحيان، لا نرى إلاّ قطعاً أو أجزاء من الواقع، وخصوصاً الأجزاء التي تهمنا، كما تبين الأمثلة المبينة في الشكل [2-5]، في حين أنه لدى إجراء المحاكمة الذهنية نُدرك أو نستنتج أو نلاحظ أجزاء أخرى؛ مثلاً، في الصورة الأولى، قد نرى فتاة أو عجوز، وفي الصورة الثانية قد نرى 3 أو 4 ألواح، ويتعلق ذلك بما نراه من النظرة الأولى وبما نريده من إدراكنا للصورة.

فكل مشكلة لديها جوانب عديدة، يجب ألا تقتصر نمذجتها على الجزء المرئي فقط أو المرغوب من طرف دون آخر، بل أن يأخذ نموذج المشكلة جميع العناصر والارتباطات التي تساهم في إدراكها بشكل حيادي ومعالجتها بشكل موضوعي.



الشكل [2-5] الفرق بين الواقع وإدراكه

1.5. مفهوم النموذج Model Concept:

النموذج بالمعنى التبسيطي هو توصيف لشيء ما، أو هو شكل مأخوذ – من أجل حقل من الأسئلة – كتمثيل لفئة من الظواهر منتزعة جزئياً أو كلياً من بيئتها من قبل مراقب لكي تخدم كحامل للبحث عن الحل والتواصل مع الأطراف الأخرى (Kuhne, 2005).

- يُقصد بالشكل كل توصيف ذهني (داخلي) أو صريح (مخططات، صياغة رياضية، ...)، وغالباً ما يقتصر على الخطوط العريضة وله صفة الترميز والتجريد.
- ويُقصد بانتزاع الظواهر من بيئتها ما ندعوه بفن التقطيع، حيث يقوم المختص بالنمذجة بأخذ العناصر من الواقع والمناسبة للدراسة، كما يقوم بتمثيل كيفية ربطها ببعضها البعض وبالبيئة التي انتزعت منها.
- يُقصد بحقل الأسئلة، الأسئلة التي يتوجب الإجابة عليها إذ أنها توجه أو تُبرر الخيارات التي يستخدمها النموذج. مثلاً، المعايير التي يضعها رب العائلة لشراء سيارة مناسبة لعائلته.

فالنموذج هو وسيلة لفهم الظاهرة المدروسة، وللتحكم به وللمحاكمة من خلاله ولإيصال ما نريده للآخرين، ويأخذ أشكال متنوعة (رياضية، شبكية، وصفية) تخدم عملية المناقشة والاستنتاج، كما يجب النظر إلى النموذج كتمثيل "ملائم" أو غير "ملائم" للظاهرة وليس "صحيح" أو "خاطئ".

مثال (2–5) إنشاء طريق.

عندما تقرر إحدى البلديات إشادة طريق، فقد يتحدث أحد الأطراف عن صعوبات فنية تؤدي إلى تكاليف عالية ويرى عدم أخذها بالاعتبار في الدراسة؛ تستند مناقشة هذا الطرف على نموذج مبني أو شبه واضح في ذهنه، وقد يكون محقاً أو غير محقٍ في استنتاجه، ويختلف النموذج عندما نضع كافة المتغيرات والظواهر التي نرغب باقتطاعها من الواقع لبناء النموذج الذي ستتم المناقشة على أساسه.

مثال (2–6). نموذج فريديريك تايلور في الإدارة الذي يعتمد على التخصص وتقسيم العمل، مستنداً إلى نجاح تطبيقاتها في القطاعات الصناعية.[2]

2. Frederick Taylor (1856–1915) أحد أهم آباء الإدارة والمؤسس لمبادئ الإدارة العلمية بعد الثورة الصناعية، نشرها في كتابه The Principales of Scientific Management. Harper & brothers. 1911.

2.5. تصنيف النماذج حسب الشكل:

تُصنف النماذج حسب أشكال عديدة أو مزيج منها، ومن أهمها: الشكل اللغوي، أو الرياضي، أو المخططات، أو النماذج المخبرية.

- **الشكل اللغوي:** التعبير عن الظاهرة المدروسة (المشكلة) بالمصطلحات اللغوية الطبيعية.

مثال (2–7) تكاليف الطباعة.

يقدر أحد الناشرين تكلفة طباعة النسخة الواحدة من أحد الكتب بحوالي 50 ل.س إذا كان عدد النسخ المطبوعة لا يتجاوز 1000 نسخة، وتتناقص هذه التكلفة إلى 40 ل.س إذا تجاوز عدد النسخة المطبوعة 1000 نسخة.

إذا أراد طباعة 500 نسخة من الكتاب، فإنه يقوم بالحساب الآتي: باعتبار أن عدد النسخ هو أقل من 1000 فإن التكلفة الكلية تساوي 500 مضروباً بخمسين أي حوالي 25 ألف ل.س.

إذا أراد طبعة 2000 نسخة من الكتاب، فإنه يقوم بالحساب الآتي: باعتبار أن عدد النسخ هو أكبر من 1000 فإن التكلفة الكلية تساوي 2000 مضروباً بخمسين أي حوالي 100 ألف ل.س.

- **الشكل الرياضي:** أي صياغة المشكلة على شكل رموز رياضية كمعادلات أو متراجحات.

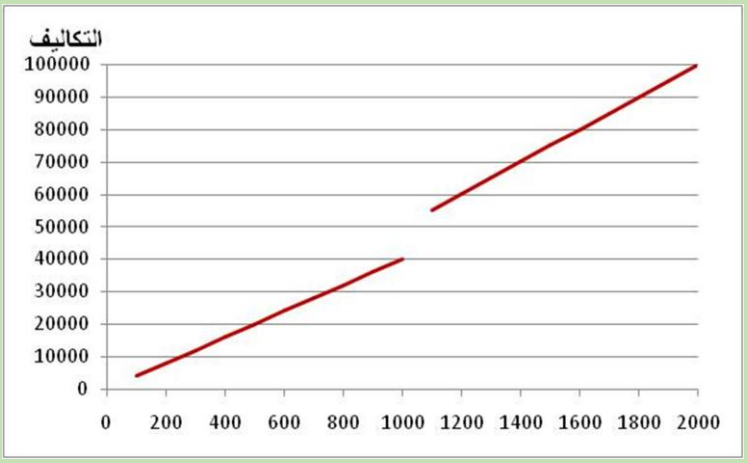
مثال (2–8) نفس المثال السابق (2–7) تكاليف الطباعة.

بفرض عدد النسخ هو x وتكاليف الطباعة هو F(x) فيكتب تابع التكاليف بالشكل الآتي:

$$F(x) = 40x \quad if \quad x \le 1000$$
$$F(x) = 50x \quad if \quad x > 1000$$
$$x \ge 0$$

- **المخططات والأشكال:** تمثيل المشكلة على شكل مخططات أو أشكال بحيث يتم توضيح العلاقة بين عناصرها أو متغيراتها.

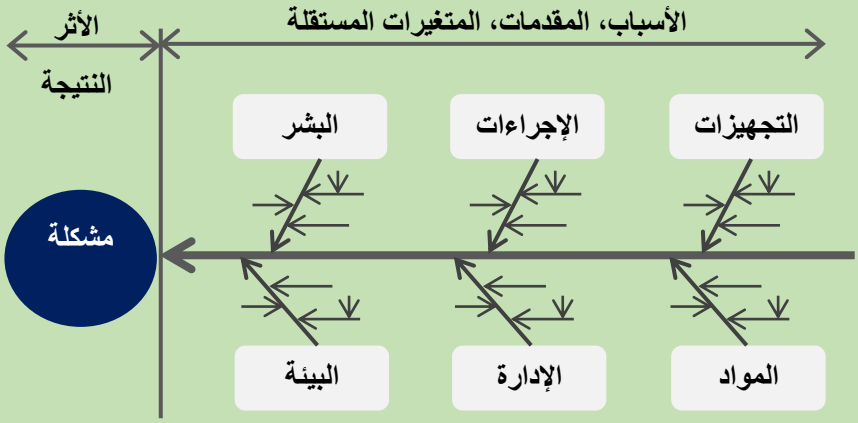
مثال (2–9) نفس المثال (2–7) تكاليف الطباعة. يعبر عنه بالخط البياني كما يبين الشكل [2–6].



الشكل [2–6] نموذج على شكل مخططات بيانية

مثال (2–10) هيكل السمكة.

حيث العلاقة بين متغيرات مستقلة (أسباب) ومتغير تابع (النتيجة)، كما يبين الشكل [2–7].



الشكل [2–7] مخطط الأثر والنتيجة

- **الشكل المخبري Prototype**: تصنيع نموذج مصغر عن الظاهرة بحيث يتم تصنيع العناصر التي نريد تمثيلها أو إظهارها فقط، ومع بعض الإضافات لغايات جمالية. وهذا الشكل شبه نادر في تمثيل المشكلات الإدارية بسبب الطبيعة غير الملموسة لهذه النشاطات.

مثال (2-11). نموذج مخبري لبناء أو لمحرك أو لطائرة أو لسفينة كما يبين الشكل [2-8].

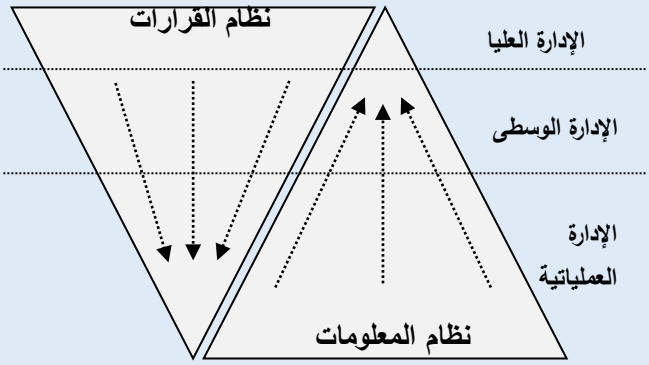
الشكل [2-8] نماذج على شكل Prototype

6. العلاقة بين نظم المعلومات ونظم القرارات:

تلعب نظم المعلومات بجميع أنواعها دوراً حاسماً في صناعة القرارات وذلك بحسب موضع القرار في البنية الهرمية للمنظمة (Asemi, 2011).

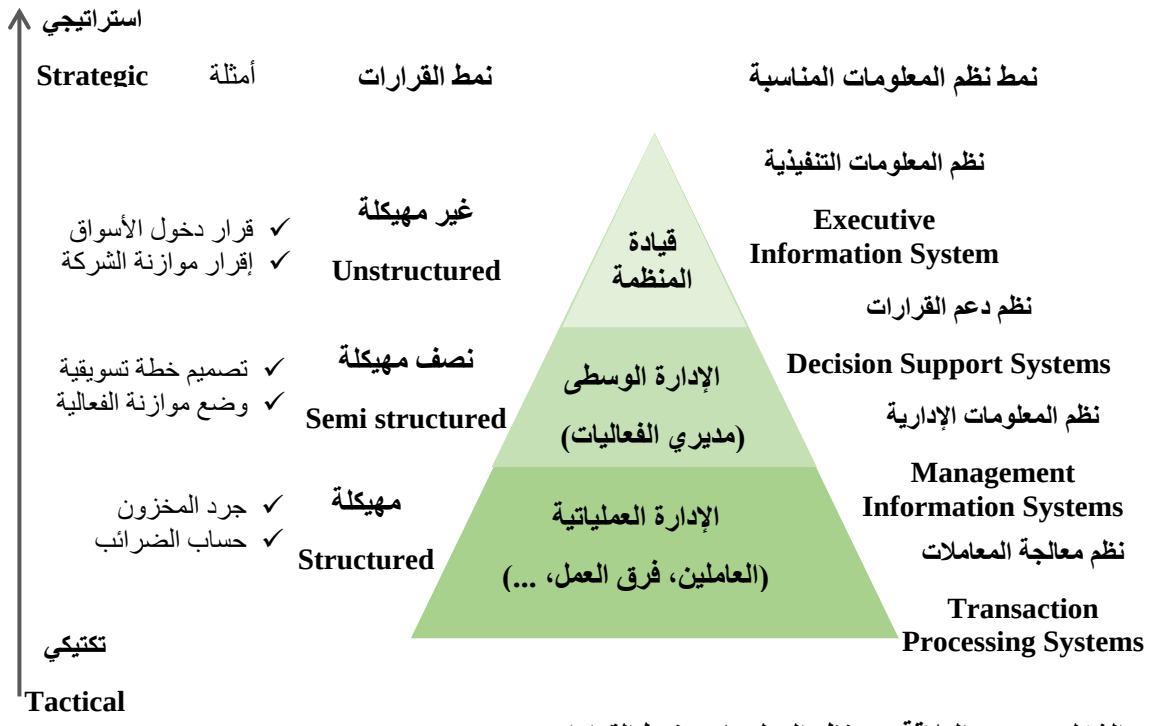
جرت العادة على تمثيل المنظمة بشكل هرم مقلوب كما يبين الشكل [2-9]، يتربع في أعلاه متخذو القرارات يليهم إلى الأدنى المديرون ثم في أسفل الهرم يقبع عمال الإنتاج، حيث نمثل المعلومات بشكل هرم حيث يكون إنتاج المعلومات هو الأكثر في القاعدة لدى منظومة الإنتاج، ويقل هذا الإنتاج كلما ارتفعنا إلى الأعلى، وتمارس الإدارة الوسطى دور تنقية وتلخيص المعلومات قبل توجيهها إلى الإدارة العليا ودور تفسير القرارات قبل توجيهها إلى الإدارة العملياتية.

لكن ماذا نمثل فعلياً بهذا الشكل؟ وكأننا نقول بأن العامل في أسفل الهرم لا يتخذ قرارات، بل يُنتج المعلومات فقط بهدف رفعها إلى الأعلى؛ وبالعكس، لا تقوم قيادة المنظمة بإنتاج المعلومات، بل تتخذ جميع القرارات لتوجيهها نحو الأسفل!



الشكل [2-9] تمثيل نظامي المعلومات والقرارات

من المؤكد، أن جميع العاملين (أو الكيانات التنظيمية) تُنتج وتستهلك معلومات، كما أنها تتخذ قرارات وتخضع لتأثير قرارات الأعلى والآخرين، ويقوم هذا التمثيل على أساس الحاجة للمعلومات ودرجة تأثير القرار، فالإدارة العليا تتخذ القرارات وتحتاج بطبيعة الحال إلى المواد الأولية المتمثلة بالمعلومات فقط، كما أن درجة تأثير قراراتها حاسمة على صعيد كامل المنظمة، في حين أن العامل في المستوى العملياتي لا يحتاج الكثير من المعلومات، كما أن قراراته ذات تأثير ضعيف على مسار نشاطات المنظمة (Berisha–Namani, 2010)، كما هو مبين في الشكل [2–10].

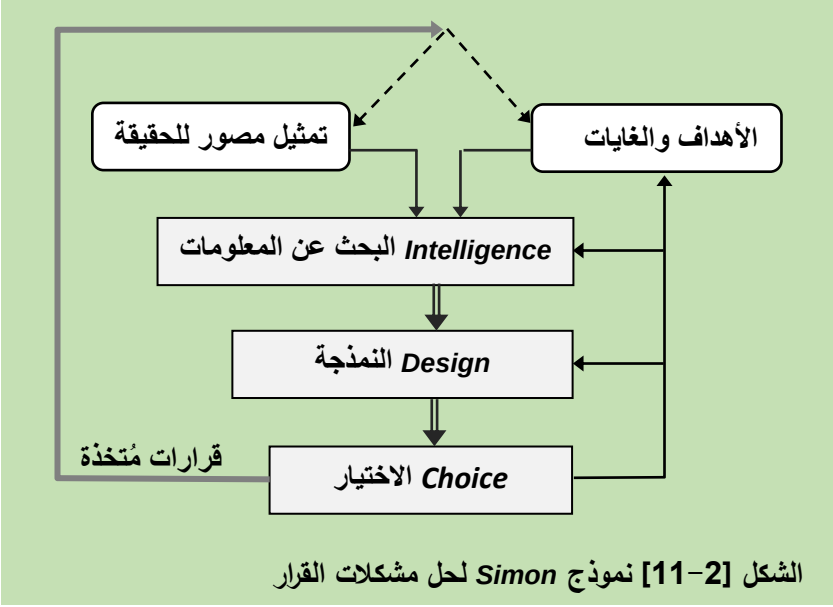


الشكل [2-10] العلاقة بين نظم المعلومات ونمط القرارات

7. نموذج SIMON لحل مشكلات القرار:

أتى هذا النموذج كنتيجة للأبحاث والتجارب التي أنجزت في جامعة Carnegie–Mellou والتي بيّنت أن حل المشكلات هو نشاط مركزي الذهن الإنساني وبأن الإنسان يسعى إلى حل مشكلاته بالتجريب وبشكل قفزات صغيرة بين كل حلّ والحل الذي يليه، وبأن الإنسان يسعى إلى حل مقبول أو حل مُقنع وليس بالضرورة إلى الحل الأمثل الذي وإن وُجِد فقد يكون من الصعب تطبيقه (Newell & Simon, 1972).

ضمن إطار العقلانية المحدودة Bounded Rationality، طرح Simon نموذجه المعروف تحت اسم (حالّ المسألة العامة GPS: General Problem Solver). وتتلخص آلية عمل النموذج في ثلاثة مراحل رئيسية: مرحلة جمع المعلومات، مرحلة النمذجة وصياغة المشكلة، ومرحلة الاختيار؛ تتكرر هذه المراحل بشكل لولبي حسب الأهداف الموضوعة ومدى قناعة متخذ القرار بالحل الذي تم التوصل إليه في نهاية كل حلقة Iteration، ولا يُستغرب أن يتم تعديل الأهداف خلال عملية البحث عن الحل.



الشكل [2–11] نموذج *Simon* لحل مشكلات القرار

في الحقيقة ما يحاول طرحه SIMON في هذا النموذج هو دمج متخذ القرار ككائن إنساني يتمتّع بقدرٍ كافٍ من العقلانية والمحاكمة السليمة، ولكن الأهم من ذلك هو أنه محكوم أيضاً بمجموعة من المشاعر والقيم والعادات التي تشكّل بيئة داخلية خاصّة به وبالتالي يستحيل تجاهلها، ومن هنا يدخل النموذج ضمن إطار تعريفنا للمنظومة، حيث يرى متّخذ القرار أن محاكمته ومعلوماته وأحكامه تتطور مع تقدّم مرحلة اتّخاذ القرار، وقد تتغيّر المحاكمة الموضوعية مع تقدّم الحالة أو تغيّر المعلومات أو غيرها.

مثال (2–12) آلية مراجعة علامة الامتحان.

الآلية الموضوعية المتعارف عليها لمراجعة أحد الطلاب لعلامته في الامتحان هي كالآتي:

- يستمع المدرس لطلب / شكوى الطالب.
- يبحث المدرس عن ورقة الامتحان للطالب ويتفحّصها.
- يشرح المدرس للطالب آلية وسلّم التقييم ويدرك أن هناك مجال لخطأ ما.
- يتأكد المدرس من صحّة تطبيق آليّة وسلم التقييم.
- يسأل الطالب فيما إذا كان لديه تساؤلات.
- إذا كان هناك أسئلة من الطالب، يعود للخطوة 3 وإلا الخطوة 7.
- يشكر المدرس الطالب ويودّعه.

لكن التطبيق الفعلي لهذه الإجرائية قد يكون مختلف كلياً، إذ يمكن للطالب أن يحصل على رقم جوّال المدرس بطريقة أو بأخرى، ويتّصل بالمدرس الذي صادف أنه يقود سيارته، ويكتشف المدرس من حديث الطالب أنّه لا يوجد خطأ مادّي في التصحيح، فيشرح له سلّم التصحيح والفرق بين مراجعة ورقة امتحان ومراجعة وظيفة عادية، فتتصاعد لهجة الطالب كونه يتعرض لضغط الامتحان التكميلي الذي يصادف أنه في اليوم التالي فقد يتعاطف المدرس مع الطالب في ضوء عدم تطبيق الآليّة الموضوعية في بيئتها الصحيحة، أو يزيد من قلق الطالب والضغط عليه. وبالتالي نلاحظ الفرق الشاسع بين "الآليّة الموضوعيّة العقلانيّة" و"الحقيقة العاطفيّة" للواقع، وهذا ما يحاول نموذج Simon قوله بأن آلية البحث عن الحلّ تتطور حسب المعطيات والبيئة التي تتواجد فيها.

أسئلة صح / خطأ True/False:

	السؤال	صح	خطأ
.1	المشكلة بالتعريف هي الفارق بين حالة الظاهرة المرصودة ومرجعية معرفة	✓	
.2	تعتبر مرحلة التشخيص المرحلة الأخيرة من حياة المشكلة		✓
.3	الهدف الرئيسي لمرحلة حل المشكلة هو إيجاد البديل الأفضل	✓	
.4	يعتمد متخذ القرار على حدسه وحالته النفسية فقط لتمييز المشكلة		✓
.5	يُمكن التدخل في أي مرحلة من حياة المشكلة وإيجاد حل لها		✓
.6	لا يختلف إطلاقاً منطق ومنهج حل الأزمة عن منطق ومنهج حل المشكلة	✓	
.7	من الضروري تعريف المصطلحات للدلالة على الفهم السليم لعناصر المشكلة	✓	
.8	لا تؤثر الفجوة بين المعلومات التي يحتاجها متخذ القرار والمعلومات المتوفرة على حدوث الخطر		✓
.9	ينجم الإحساس بالخطر عند وجود متخذ القرار في حالة عدم القدرة على اتخاذ القرار دون شيء المجازفة	✓	
.10	يمكن المجازفة وقبول نتائج المخاطر إذا كانت تقديرات الأرباح أكبر من الخسائر	✓	
.11	يتمتع النموذج ويجب أن يتمتع دوماً بالتعقيد والدقة الزائدة		✓
.12	نظرية الاحتمالات هي الأداة الوحيدة المتوفرة لمعالجة المخاطر		✓
.13	المنظومة والنموذج هما مفهومان لنفس الظاهرة ويمكن استخدامهما دون تمييز		✓
.14	المنظومة هي كيان متطور يمارس نشاطه ضمن بيئة ما لتحقيق غاياته دون أن يفقد هويته	✓	
.15	يتم التحكم بالمنظومة عبر مجموعة من النشاطات ندعوها التغذية العكسية Feedback	✓	
.16	النموذج هو وسيلة لفهم الظاهرة المدروسة وللتحكم بها وللمحاكمة والتواصل من خلاله	✓	
.17	يُمكن ويجب صياغة جميع النماذج بالشكل الرياضي		✓
.18	النموذج الأكثر انتشاراً لتمثيل نظامي المعلومات والقرارات هو هرمين مقلوبين	✓	
.19	يزداد تعقيد وصعوبة القرارات كلما ارتفعنا في المستوى الهرمي للمنظمة	✓	
.20	لا تختلف أنماط نظم المعلومات حسب المستويات الهرمية للقرارات		✓

أسئلة خيارات متعددة Multiple Choices:

1. لدى تعريف المشكلة، يُقصد بالفارق بين الحالة المرصودة ومرجعيات محددة ما يلي:
   - أ. إشارة من أحد أطراف القرار
   - ب. قيم موضوعية يتم حسابها
   - ج. خلل في أداء النظام
   - د. جميع الأجوبة صحيحة

2. تتمثل المراحل الرئيسية التي تمر بها المشكلة كما يلي:
   - أ. تشخيص المشكلة
   - ب. تحليل المشكلة
   - ج. حل المشكلة
   - د. جميع الأجوبة صحيحة

3. يستخدم الذهن الإنساني عملية الاستنتاج أثناء معالجة المشكلة ويُقصد بها:
   - أ. مقارنة إشارة معينة مع إشارات مرجعية مثبتة
   - ب. نفي معارف جديدة
   - ج. الذهاب إلى تطبيق الحل فوراً
   - د. جميع الأجوبة خاطئة

4. هناك ثلاث مرجعيات للتعامل مع نقص المعلومات في صناعة القرارات، هي بالإضافة إلى حساب الارتياب:
   - أ. التوزيع الطبيعي والتوزيع الثنائي
   - ب. تحليل وحل المشكلة
   - ج. نظرية الاحتمالات والتقديرات الذاتية
   - د. جميع الأجوبة خاطئة

5. من أهم المعايير المستخدمة في تقييم المخاطر ما يلي:
   - أ. مدى الضرر
   - ب. احتمال وقوع الخطر
   - ج. مدى الانتشار الجغرافي والزمني
   - د. جميع الأجوبة صحيحة

6. يجب لتعريف المنظومة تحديد مكوناتها وعناصرها التي تشمل بشكل رئيسي ما يلي:
   أ. نشاط المنظومة
   ب. بنية المنظومة وتطورها
   ج. بيئتها وغاياتها
   د. جميع الأجوبة صحيحة

7. تتمثل المكونات الرئيسية لأية منظومة System هي بالإضافة إلى التغذية العكسية ما يلي:
   أ. المدخلات Inputs
   ب. المعالجات Transformations
   ج. المخرجات Outputs
   د. جميع الأجوبة صحيحة

8. تتمثل المكونات الرئيسية لأية منظومة System هي بالإضافة للمدخلات والمخرجات ما يلي:
   أ. التغذية العكسية والمعالجات
   ب. البيانات والمعلومات
   ج. النماذج الكمية والوصفية
   د. جميع الأجوبة خاطئة

9. توضع النماذج في صناعة القرارات لغايتين رئيسيتين هما:
   أ. التغذية العكسية والمعالجات
   ب. الرسم وصياغة المعادلات الرياضية
   ج. البحث عن الحل والتواصل مع الأطراف
   د. جميع الأجوبة خاطئة

10. صنف النماذج حسب أشكالها كما يلي:

أ. الشكل اللغوي

ب. الشكل الرياضي

ج. المخططات والأشكال

د. جميع الأجوبة صحيحة

11. عادةً ما تُصنف القرارات حسب مستوى صعوبتها كما يلي:

أ. مهيكلة

ب. نصف مهيكلة

ج. غير مهيكلة

د. جميع الأجوبة صحيحة

12. عادةً ما تزداد صعوبة وتعقيد القرارات كلما:

أ. ارتقينا في الهرم التنظيمي للمنظمة

ب. اقتربنا من منظومات الإدارة العملياتية

ج. في المستويات الإدارية الوسطى

د. جميع الأجوبة السابقة صحيحة

رقم السؤال	الإجابة الصحيحة
1	د
2	د
3	أ
4	ج
5	د
6	د
7	د
8	أ
9	ج
10	د
11	د
12	أ

أسئلة \ قضايا للمناقشة:

السؤال (1) مفهوم المشكلة وتمييزها.

1. ما هو المقصود بمصطلح المشكلة؟
2. كيف يتم التعرف إلى المشكلة وتمييزها من قبل متخذ القرار؟
3. اشرح بإيجاز المراحل الرئيسية لتطور المشكلة؟ وضح أجوبتك بأمثلة المناسبة.

{مدة الإجابة: 25 دقيقة. الدرجات من 100: 30. (توجيه للإجابة: الفقرة 2-1)}

السؤال (2) دورة حياة المشكلة.

اشرح بالمخططات مراحل تطور حياة المشكلة مبيناً مجالات التدخل الفاعل لحل المشكلة ومجالات تحولها إلى أزمة.

{مدة الإجابة: 15 دقيقة. الدرجات من 100: 20. (توجيه للإجابة: الفقرة 2-2، الشكل 2-1)}

السؤال (3) مفهوم الخطر ومعايير تقييمه.

أجب عن الأسئلة الآتية مع الأمثلة عند الحاجة.

1. اشرح بإيجاز ما هو المقصود بمصطلح الخطر؟
2. ما هي أهم الأسئلة التي يتوجب الإجابة عليها لتقدير حجم المخاطر؟
3. ما هي الأدوات الرئيسية التي يمكن استخدامها للتعامل مع الخطر؟
4. اذكر بإيجاز أهم المعايير لتقييم المخاطر؟

{مدة الإجابة: 30 دقيقة. الدرجات من 100: 40. (توجيه للإجابة: الفقرة 2-3)}

السؤال (4) مفهوم المنظومة ومكوناتها.

1. اشرح بإيجاز ما هو المقصود بالمنظومة System؟
2. وضح بالمخططات المكونات الأساسية للمنظومة؟

{مدة الإجابة: 15 دقيقة. الدرجات من 100: 20. (توجيه للإجابة: الفقرة 2-4، الشكل 2-3)}

السؤال (5) موقع منظومة القرار في المنظمة.

وضح بالمخططات موضع منظومة القرار في المنظمة.

{مدة الإجابة: 10 دقيقة. الدرجات من 100: 10. (توجيه للإجابة: الشكل 2-4)}

السؤال (6) مفهوم النمذجة وأشكالها.

1. ما هو المقصود بالنموذج، وما هي استخداماته؟
2. ما هي الأشكال الرئيسية التي يمكن تصنيف النماذج على أساسها؟
3. وضح إجاباتك بالأمثلة.

{مدة الإجابة: 15 دقيقة. الدرجات من 100: 20. (توجيه للإجابة: الفقرة 2-5)}

السؤال (7) العلاقة بين نظامي المعلومات والقرارات.

اشرح بالمخططات العلاقة بين أنماط القرارات وأنماط نظم المعلومات المناسبة لها وفق البنية الهرمية للمنظمة.

{مدة الإجابة: 15 دقيقة. الدرجات من 100: 20. (توجيه للإجابة: الفقرة 2-4)}

القضية الأولى (درجة تعقيد مشكلة القرار).

لنفترض بأنه لدينا 10 عمليات (خياطة قميص مثلاً) نود تنفيذها باستخدام آلة واحدة أو آلتين أو أكثر حسب المتوفر علماً بأن كل آلة يمكنها أن تقوم بجميع العمليات دون شروط أخرى. فما هو عدد الحلول الممكنة في حال كان لدينا آلة واحدة، آلتين، ثلاث آلات، ...؟

(توجيهات للحل: حساب عدد الحلول الممكنة على آلة واحدة ثم على آلتان ثم ثلاثة وهكذا .... عدد الحلول الممكنة على آلة واحدة يساوي 10! حل ممكن).

المراجع المستخدمة في الفصل الثاني:

1. عبود، طلال. (2014). نظرية القرارات. نوطة تدريسية لطلاب المعهد العالي لإدارة الأعمال HIBA (غير منشور)، دمشق.
2. Asemi, A., & Zavareh, A.A. (2011). The Role of Management Information System (MIS) and Decision Support System (DSS) for Manager's Decision Making Process. International Journal of Business and Management Vol. 6, No. 7; July 2011
3. Berisha-Namani, M. (2010). The Role of Information Systems in Management Decision Making – a Theoretical Approach. Information Management, No. 12, pp. 109-115.
4. Bouyssou, D., Marchant, Th., Pirlot, M, Tsoukias, A., & Vincke, Ph. (2006). Evaluation and Decision Models with Multiple Criteria Stepping stones for the analyst. LAMSADE, Universite Paris-Dauphine, France.
5. Klinke, A. & Renn, O. (2002). A New Approach to Risk Evaluation and Management Risk-Based, Precaution-Based, and Discourse-Based Strategies. Risk Analysis, Vol. 22, No. 6.
6. Kuhne, Th. (2005). What is a Model? Dagstuhl Seminar Proceedings 04101. http://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2005/23.
7. Le-MOIGNE, Jean-Louis. (1977). La Théorie du Système Général: Théorie de la Modélisation. PUF, France.
8. Newell A. & H. Simon. (1972). Human Problem Solving. Prentice Hall, NY.

الفصل الثالث:
عملية صناعة القرار (البدائل والمعايير)
Decision Making Process (Alternatives & Criteria)

كلمات مفتاحية:

إجرائية صناعة القرار Decision Process، مسألة القرار Decision Problem، البديل Alternative، المعيار Criteria.

ملخص الفصل:

لا بد قبل البحث في حل مشكلة القرار أن نتعرف على عناصر هذه المشكلة وتعريفها بشكل صارم بحيث تُصبح قابلة للمعالجة، حيث سنتعرف بدايةً في هذا الفصل على إجرائية صناعة القرار وعلاقتها بالزمن، وعلى مراحل عملية صناعة القرار، ثم نتحدث بالتفصيل عن كل من عناصر مشكلة القرار أي مجموعة البدائل ومجموعة المعايير في الفصل الحالي، وعن العناصر الأخرى في الفصل اللاحق.

المخرجات والأهداف التعليمية:

- استيعاب عملية صناعة القرار كسيرورة زمنية وعملية مستمرة
- التمكن من تمييز المراحل الرئيسية لعملية صناعة القرار
- التمكن من تعريف مكونات مشكلة القرار وصياغتها بهدف المعالجة
- استيعاب مفهوم البديل وتعريف مجموعة الخيارات القابلة للتطبيق
- استيعاب مفهوم المعيار وصياغة صريحة لمجموعة المعايير

مخطط الفصل:

1. عملية صناعة القرار Decision Making Process.
2. تعريف مسألة القرار Decision Problem Definition.
3. مجموعة البدائل Alternatives Set.
4. مجموعة المعايير Criteria Set.
5. الأهمية النسبية للمعايير Relative Weights of Criteria.
6. ملحق للمطالعة: دليل وزارة الطاقة الأمريكية لاتخاذ قرارات التعاقد وتطوير الأنظمة لديها. Annex: Guide for Contracting with DoE in USA

1. عملية صناعة القرار:

ينظر إلى عملية صناعة قرار بأنه تلك السلوكيات والإجرائيات التي تسبق وتحدد وتلي اتخاذ القرار، حيث تأتي عملية صناعة القرار كنشاط ذهني مركز لإنتاج خيار محدد، وهناك فرق جوهري بين وجهتي نظر علماء النفس وعلماء الاقتصاد في هذه الآلية (Ben-Akiva et al., 1999):

- إذ تُركز العلوم النفسية على فهم طبيعة مشكلة القرار وعناصرها وكيفية تكوينها وتعديلها عبر التجارب وكيفية تحديدها للسلوك بما ينسجم مع منظومة القيم والأحكام للشخص متخذ القرار.
- في حين تهتم العلوم الاقتصادية بوضع تصور لكيفية اتخاذ القرار استناداً إلى المعلومات المتوفرة ومعالجتها وإلى تفضيلات متخذ القرار وتقود إلى اختيار أفضل البدائل ضمن القيود الموجودة، وتبدو العلوم الإدارية أقرب إلى هذا المفهوم باعتبار أن متخذ القرار هو كائن إنساني اقتصادي التوجه استناداً إلى مبدأ العقلانية المحدودة (الفقرة 1-4).

1.1. إجرائية صناعة القرار Decision Process:

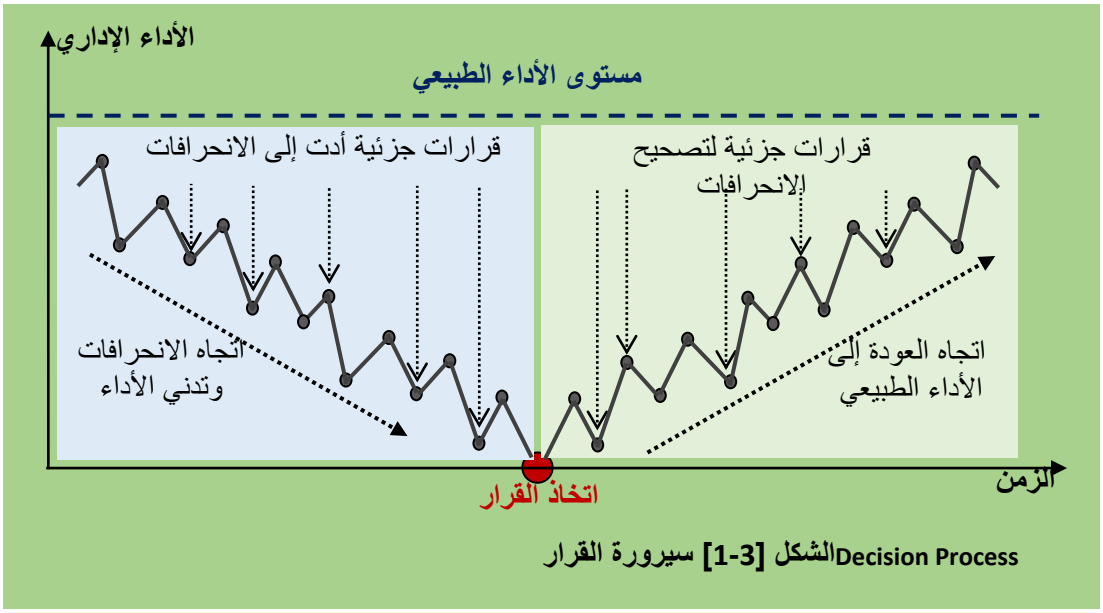
يرتبط فعل القرار بسلسلة من الأفعال ممتدة عبر الزمن ولا يمكن فصله عن زمانه ومكانه وهذا ما ندعوه بسيرورة القرار Decision Process؛ عندما تصل هذه السيرورة في لحظة معينة إلى حالة لا يمكنها الاستمرار بالشكل الطبيعي حيث تظهر الحاجة إلى إحداث تغيير قسري تنقلها إلى حالة أخرى "مُقيّمة بشكل أفضل"، هذا الفعل هو بالضبط المعنى المقصود باتخاذ القرار كما يبين الشكل [3-1]، كما ولا يمكن تجاهل تطور هذه السيرورة بشكل مستمر بسبب تطور أهداف المنظمة وأحكام وآراء متخذ القرار والمعطيات الداخلية والخارجية بالإضافة إلى أهداف أطراف القرار.

مثال (3-1) قرار إعلان الحرب العالمية الثانية.

عندما اتخذت بريطانيا وفرنسا القرار بإعلان الحرب على ألمانيا، لم كان فجائياً ومعزولاً عن زمانه ومكانه والأطراف المعنية بها، بل كان مرتبطاً بسلسلة من القرارات الجزئية السابقة (حروب موضعية، مفاوضات فاشلة، تصنيع حربي، تعبئة شعبية، ...) بحيث أتى إعلان الحرب استمراراً للسابق لتغيير قسري في الوضع القائم ولم يأت فجائياً أو بمعزل عن الظروف المحيطة.

مثال (3-2) إجازات إدارية متتالية.

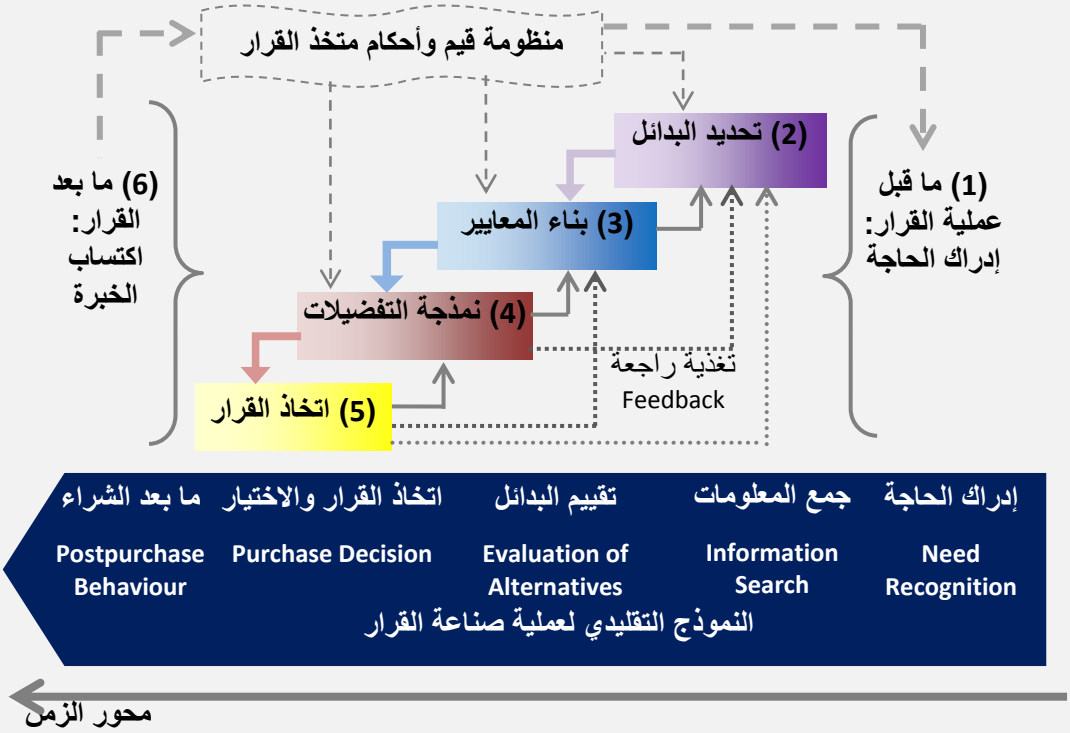
لدينا 10 عاملين في إحدى الفعاليات، يمنح مدير الفعالية يومياً إجازة لعامل واحد لمدة 10 أيام. القرار الجزئي بمنح عامل واحد إجازة لا يعتبر كارثة ولا يفترض أن يؤثر على أداء الفعالية، لكن تراكم هذه القرارات الجزئية سيؤدي إلى توقف العمل كلياً، ولذلك على المدير أن يتخذ القرارات المناسبة قبل الوصول إلى اليوم التاسع ويجد نفسه الوحيد في الفعالية!



الشكل [3-1] سيرورة القرار Decision Process

2.1. مراحل عملية صناعة القرار:

هناك خطوات منطقية يستخدمها متخذ القرار للإقدام على الفعل والوصول إلى حل مقبول أو انتقاء أول بديل يراه مقبولاً وليس بالضرورة أن يكون هذا البديل هو "الحل الأمثل" (Mintzberg, 2001)؛ وتأتي نماذج القرار لتعبر عن هذه الخطوات بشكل أو بآخر، حيث يتمحور أغلبها حول ثلاث مراحل جوهرية (Newll et al., 1972): البحث عن المعلومات، نمذجة البدائل والمعايير، المحاكمة واتخاذ القرار (انظر الفقرة 2-7). وقد يرى البعض (Kotler, 1999) أنها تشمل خمس مراحل هي: إدراك المشكلة، البحث عن المعلومات، تقييم البدائل، اتخاذ القرار، مرحلة ما بعد اتخاذ القرار؛ في حين يرى آخرون أنه يمكن تصنيفها في أربع مستويات متداخلة (Roy, 1996, pp. 34) واعتبار أن مرحلتي البدء وما بعد القرار ليستا جزءاً مباشراً من عملية صناعة القرار وكأنه ينظر إليها كعملية إنتاج بمفهوم الإنتاج الصناعي وهي: تحديد البدائل، بناء المعايير، نمذجة التفضيلات، وأخيراً اتخاذ القرار الأنسب. في جميع الأحوال، لا يجب النظر إليها بشكل خطي مهما تعددت فهي نشاطات متفاعلة مع بعضها ومع أطراف القرار ومع البيئة المحيطة على غرار ما يتم في العملية الإدارية التقليدية من تخطيط وتنظيم وتسيير وتنسيق و إشراف ورقابة وغيرها، كما يبين الشكل [3-1] (صالح، 2014، ص52).



الشكل [2-3] مراحل عملية صناعة القرار، (صالح، 2014).

- مرحلة البدء بعملية صناعة االقرار:

تبدأ عملية صناعة القرار بإدراك الحاجة Need Recognition (انظر الفقرة 2-1)، ثم تنتقل إلى مرحلة البحث وجمع المعلومات Information Search، حيث تكون المعلومات أكثر كثافةً وعموميةَ في بداية المرحلة وأكثر دقةً وتحديداً في المراحل اللاحقة، ويتم عادةً اللجوء إلى مصادر متنوعة منها ما هو متعلق بما يملكه متخذ القرار نفسه من معلومات وخبرات أو من مصادر المنظمة (السجلات، قواعد البيانات، خبرات العاملين، ...) أو مصادر خارجية (الإنترنت، المنظمات العامة والخاصة، الإعلانات التسويقية، الخبراء، ...) آخذاً بالاعتبار حجم وطبيعة المعلومات التي يحتاجها والمنفعة المتوقعة منها والتي تخدم البحث عن حل للمشكلة.

- مرحلة تحديد البدائل Alternatives:

تتلخص هذه المرحلة في كيفية تعريف البدائل Alternatives التي تشكل موضوع القرار، أي تعريف الأفعال أو الخيارات التي يمكن أن تُطبق للانتقال بالمشكلة إلى حالة أفضل؛ بمعنى آخر، أن نجيب على أسئلة من نمط: تحت أي شكل يجب نمذجة القرار؟ كيف يُمكن تمييز الخيارات المتاحة؟ وعادةً ما يتم البدء بمجموعة محدودة من البدائل المتوفرة ثم توسيعها حسب الحاجة.

- مرحلة بناء المعايير Criteria

ما هي نتائج القرارات القابلة للتداخل مع أهداف ومنظومات القيم لكل من أطراف القرار؟ ما هي النتائج الواجب أخذها بالاعتبار؟ كيف يتم بناء المعايير القادرة على أخذ هذه النتائج والعوامل بشكلٍ صريح؟

إلى أي مدى يمكنها تمييز البدائل مع الأخذ بالاعتبار النقص في المعلومات؟ أي يجب الإجابة على هذه الأسئلة وبناء عائلة متجانسة من المعايير Criteria تستطيع التمييز بين البدائل.

- نمذجة تفضيلات متخذ القرار Preferences Modeling

يمكن تنفيذ المراحل السابقة بشكلٍ موضوعي ودون تأثير جوهري لأي من أطراف القرار، لكن من الصعب المتابعة دون إدخال منظومة قيم وتفضيلات متخذ القرار، فما هو النموذج الأنسب للتعبير تفضيلات متخذ القرار؟ وكيف يتم تجميع تقييمات بديل ما ليتم إعلانه أفضل أو أسوأ من بديل آخر، أو ليتم الحكم عليه بأنه مقبول أو غير مقبول؟ كيف يتم الأخذ بالاعتبار أهمية المعايير في نموذج الحكم النهائي؟ حيث تشكل الإجابات على هذه الأسئلة نموذج تفضيلات متخذ القرار.

- إشكاليات القرار والبحث عن الحل الأفضل

قد تكون المراحل السابقة كافية في الكثير من الأحيان لنحصل على حل للمشكلة، وإلا سنكون بحاجة إلى وضع إجرائيات عملياتية بهدف الحصول على "حلول" لمشكلات ذات طابع تقني أو إجرائيات للبحث عن البديل الأنسب. تتعلق هذه الإجرائيات بالهدف من القرار ويمكن تلخيصها بثلاثة: إجرائيات لاختيار البديل الأفضل، أو إجرائيات لفرز البدائل في فئات، أو إجرائيات لترتيب البدائل.

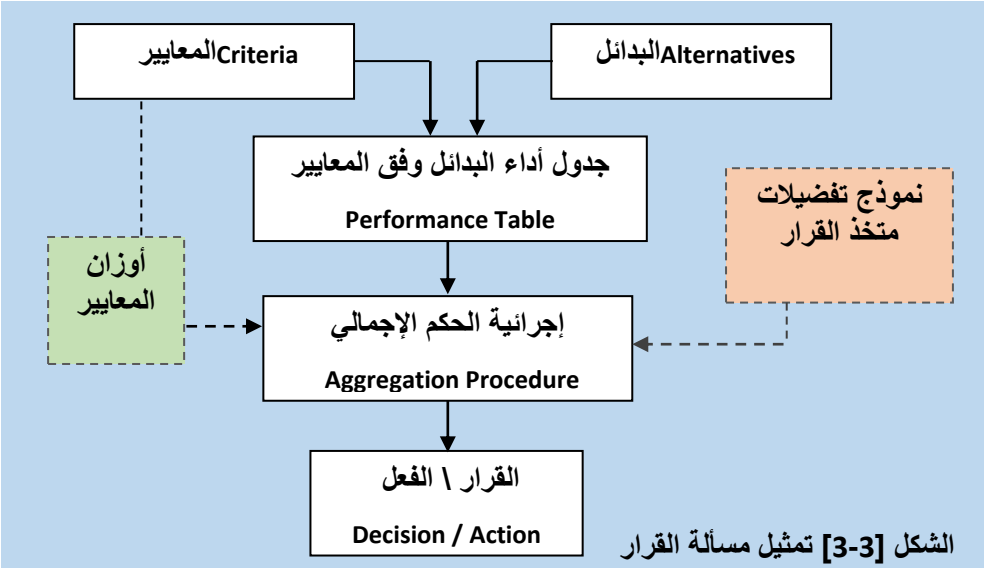
- مرحلة التطبيق واكتساب الخبرة

لا يقتصر على أساس إشباع الحاجة أو توافقها مع توقعاته، لذلك يلجأ متخذ القرار بعد تطبيق القرار إلى إجراء نوع من تقاطع المعلومات والأحكام مع معلومات وآراء جهات ذات مصداقية، وقد يستخدم أدوات وتقنيات إضافية للتقييم التقني أو الوظيفي بهدف تحسين عملية صناعة القرار لاحقاً.

2. تعريف مسألة القرار:

يتم تعريف مسألة القرار كما هو مبين في الشكل [3-3] بما يلي:

- مجموعة من البدائل أو الأفعال Alternatives،
- مجموعة من المعايير Criteria،
- تقييم البدائل وفق كل من المعايير ونضعها على شكل جدول الأداء Performance Table،
- وضع أو نمذجة تفضيلات متخذ القرار Preferences Model،
- الحكم الإجمالي وتطبيق إجرائية تجميع تقييمات البدائل Aggregation Procedure.
- اتخاذ القرار الفعلي وتطبيقه.



الشكل [3-3] تمثيل مسألة القرار

حيث سنقوم في الفقرات اللاحقة بشرح كل من هذه المكونات بشيء من التفصيل.

مثال (3-3) اختيار أفضل طالب.

المشكلة: اختيار الطالب الأفضل الذي لا يمكن إيجاد طالب آخر أفضل منه.

المعايير: المقررات الدراسية، جميع المقررات لها نفس الوزن.

البدائل: طلاب البرنامج الحالي.

جدول أداء البدائل وفق المعايير أو التقييم: جدول درجات الطلبة حسب الجدول [3-1].

(الهدف): اختيار الطالب.

إجرائية الحكم الإجمالي: أية طريقة تؤدي إلى اختيار الطالب الذي لا يوجد أفضل منه.

مثال (3–4) ترتيب الطلاب حسب الأفضلية.

المشكلة: ترتيب الطلاب حسب الأفضلية.

المعايير: المقررات الدراسية، جميع المقررات لها نفس الوزن.

البدائل: طلاب البرنامج الحالي.

جدول أداء البدائل وفق المعايير أو التقييم: جدول درجات الطلبة حسب الجدول [3–1].

إجرائية الحكم الإجمالي: ترتيب حسب مجموع الدرجات.

مثال (3–5) فرز الطلاب إلى فئات.

المشكلة: فرز الطلاب إلى ثلاث فئات: المتميزة، المتوسطة، المتعثرة.

المعايير: المقررات الدراسية، جميع المقررات لها نفس الوزن.

البدائل: طلاب البرنامج الحالي.

جدول أداء البدائل وفق المعايير أو التقييم: جدول درجات الطلبة حسب الجدول [3–1].

إجرائية الحكم الإجمالي: فرز حسب تعريف الفئات، أي تقدير انتماء الطالب للفئة أو لا.

	الجدول [3–1] جدول تقييم الطلبة في المقررات					
	الاقتصاد	إدارة	المالية	اللغة	نظرية القرارات	المجموع
طالب A	90	80	90	90	80	430
طالب B	10	50	80	90	80	310
طالب C	70	60	65	80	70	345
طالب D	60	70	65	70	80	345
طالب E	30	20	10	40	20	120

مع الإشارة إلى أن الأمثلة الثلاثة السابقة تعتمد نفس الطلاب والمقررات والتقييمات، لكن الهدف من القرار يختلف، ففي المثال الأول اختيار الأفضل، وفي الثاني ترتيب الطلبة، وفي الثالث فرزهم إلى فئات، وهي أنماط مختلفة من المشكلات وبالتالي تحتاج إلى طرق مختلفة في الحكم النهائي.

3. البدائل Alternatives:

تشكل البدائل موضوع القرار، وتعبر عن خيارات الأفعال الممكنة لمتخذ القرار الواجب القيام بها، يجب أن يكون لكل بديل معنى بحد ذاته ومحققاً لفرضية الاستقلال عن البدائل الأخرى قدر الإمكان (Keeny & Raiffa, 1976)، أي أن تطبيقه ليس له علاقة بالبدائل الأخرى.

1.3. الفعل أو البديل Action, Alternative :

البديل هو التمثيل لمساهمة ممكنة إلى القرار الإجمالي وقابلة للتصور بشكل مستقل وتخدم كنقطة تطبيق في صناعة القرار (Roy, 1985). ونرمز لمجموعة البدائل كما يلي A = {a1, a2, …, an}.

مثال (3-6) إنشاء طريق.

لدى الحديث عن إنشاء طريق ضمن مناطق جغرافية مختلفة، فإن أجزاء الطريق المختلفة (جسر، نفق، أو غيرها) لا تشكل بدائل مستقلة بحد ذاتها، بينما إذا كان الطريق يتطلب المرور بموقع حرج، فإن كل طريقة ممكنة لعبور الموقع إلى تلك المناطق يمكن أن تُعطي بديلاً مستقلاً.

يمكن تمييز عدة أنواع من البدائل حسب إمكانية تحققها فعلياً:

- بدائل حقيقية Real Alternatives معرفة تماماً وقابلة للتنفيذ فوراً، بالمقابل هناك بدائل مثالية أو وهمية Ideal Alternatives يمكن تخيلها أو غير مكتملة.
- بدائل واقعية Realist Alternatives هي بدائل غير موجودة فعلياً ولكن يمكن تخيلها ولا يوجد ما يمنع من حدوثها في أية لحظة، وبالمقابل هناك بدائل غير واقعية hypothetical Alternatives تخدم للتوضيح وإظهار التناقضات.

كما نقول عن بديل بأنه كلي إذا كان تنفيذه ينفي أو يمنع إمكانية تنفيذ أي بديل آخر، وإلا نقول بأنه بديل مجزأ.

التصميم الكلي يعني أن الفعل المطلوب هو تطبيق كامل البديل أو لا شيء منه، وهنا نجد المبرر الكامل لاستخدام مصطلح البديل Alternative.

التصميم المجزأ يعني أن الفعل هو جزء من مجموعة خيارات أو بدائل قابلة للتجزئة، أي يمكن اختيار تركيبة من مجموعة من البدائل الموجودة، كما هو الحال في الخطط الزراعية أو المشاريع المتكاملة، قد لا تكون التجزئة إرادية بل يمكن أن نكون مجبرين عليها، مثلاً شراء تلفزيون وإجبارك على شراء طاولة معه.

مثال (3-7) تصميم كلي، شراء سيارة.

في حال أراد رب العائلة (الأب) شراء سيارة واحدة للعائلة، فيمكن أن يفضل كل فرد في العائلة نموذجاً معيناً من السيارات (الأب، أو الأم، أو الابن، …)، وبالتالي فإن اختيار نموذج معين ينفي وجود إمكانية شراء أي نموذج آخر، وبالتالي فإن تصميم البدائل في هذه الحالة كلياً.

مثال (3–8) تصميم جزئي، الخطط الزراعية.

في حال أردنا زراعة مساحة من الأراضي، فيمكن زراعة كامل المساحة قمح أو شعير أو عدس، أو يمكن زراعة نسبة من المساحة قمح ونسبة أخرى شعيرة والمساحة المتبقية عدس، وبالتالي فإن تصميم البدائل في هذه الحالة مجزأ.

تمس هذه المفاهيم جانباً معقداً من النمذجة، في أي مستوى من التفصيل يجب التوقف بحيث يكون تمييز البديل عملياً وقابل للتطبيق الفعلي، أي يجب أن تسمح عملية تمييز البدائل "بعزل" البديل بحيث تكون الخصائص التي تميزه عن الآخرين واضحة وصريحة.

2.3. مجموعة البدائل الكامنة:

قد يتغير البديل أثناء تقدم عملية صناعة القرار، ولا بد من تعريف البدائل بشكل صريح وواضح وتحقيق حدّ أدنى من الاستقلالية فيما بينها (Keeny & Raiffa, 1976 ؛Luce, 1959).

البديل الكامن: هو بديل تم الحكم عليه مؤقتاً بأنه قابل للتنفيذ من قبل أحد أطراف القرار. ونقول عن مجموعة البدائل الكامنة A بأنها معرفة بشكل دائم إذا تحقق شرطا الاستقرار الداخلي والخارجي كما يلي:

- **الاستقرار الداخلي:** أو مبدأ أن المجموعة A مفروضة مسبقاً، أي يجب ألا يُعاد تعريفها إلا بشكل طفيف وهامشي خلال مراحل الدراسة، وإن تعديل مجموعة البدائل أمر مبرر مع تقدم مراحل الدراسة وظهور نتائج معينة، ولكن المقصود من الشرط، ألا تكون منهجية العمل متعلقة بمجموعة محددة ولا تعمل إلا معها، وإلا نعود إلى البداية في كل مرحلة.
- **الاستقرار الخارجي:** أي اعتبار مجموعة البدائل A تتمتع بقدر كبير من الديمومة والاستمرارية، إذ أن عدم تحقق هذا الشرط يعني أن هناك بدائل تختفي وأخرى تظهر بشكل متكرر مما يُربك الدراسة، وهذه الحالة متكررة بكثرة خصوصاً في المنتجات التكنولوجية سريعة التطور.

مثال (3–9) شرط الاستقرار الداخلي، سرعة تدهور الأسعار في البورصة.

من المعلوم أن حركة أسعار الأسهم في البورصة متسارعة خصوصاً في حال وجود مشكلة ما أو معلومات عن وضع الشركات صاحبة الأسهم. لنفترض أن هذه الأسعار تناقصت بنسبة 20%، قررت إدارة الشركة على وجه السرعة تكليف خبير لاقتراح حلول لهذه المشكلة، وأخذ الخبير حوالي أسبوع لاقتراح البدائل والأفعال المطلوب إنجازها، خلال هذه الأسبوع تكون الأسهم قد خسرت أكثر من 70% من قيمتها، في حين أن مقترحات الخبير ركّزت على خسارة الـ 20% وبالتالي لن تكون مفيدة لمعالجة خسارة 70%، كان يجب اقتراح منهجية تتعامل مع حالة التدهور السريع لسعر السهم.

مثال (3–10) شرط الاستقرار الخارجي، تغير متسارع في مواصفات الحواسيب.

قررت إحدى الجامعات الحكومية شراء مجموعة كبيرة من الحواسيب لمخابرها، وتم تحديد مواصفات هذه الحواسيب بدقة من قبل اللجنة الفنية، وأرسلت إلى فعالية العقود والمشتريات، استغرقت هذه الأخيرة حوالي سنة لاستدراج وفض العروض والإجراءات الإدارية، فوجئت لجنة العقود بأن الموصفات المقدمة في العروض أفضل من المواصفات المحددة من قبل اللجنة الفنية، ولكنها لم تستطع قبول العروض الجديدة كونها مخالفة للمواصفات المحددة! تم رفض العروض وإعادة الموضوع إلى اللجنة الفنية. كان يجب وضع منهجية قابلة للتطبيق المتكرر مع مواصفات مختلفة وتؤدي نفس الوظائف المطلوبة وتسمح للجنة التعاقد بقبول العروض دون العودة لإعادة تعريف المواصفات.

لا بد من الإشارة إلى أن الحالة المثالية التي نرغب بالتعامل معها هي طبعاً أن تكون البدائل مستقرة ومصممة بشكل كلي، لكن هذه المثالية بعيدة عن الواقع الفعلي لمشكلات القرارات في المنظمات، لذلك نعير كثير الانتباه ألا نسعى إلى هذه الحالة دون مبررات واضحة وصريحة.

4. المعايير Criteria:

لا يمكن الحديث عن "أفضل" أو "أسوأ" البديلين a, b، أو حتى الحكم على بديل بأنه مناسب أو غير مناسب إلاّ بناءً على المقارنة مع معايير أو مرجعيات معرفة وقائمة على أساس الحكم على النتائج المحتملة لهذه البدائل أي خصائص البدائل.

1.4. النتائج المحتملة:

النتيجة المحتملة هي كل أثر أو خاصية يمكن أن تتداخل مع أهداف أو منظومة القيم لأحد أطراف القرار وتُشكل أساساً لوضع أو لتبرير أو لتعديل أفضلياته. غالباً ما تكون مجموعة النتائج المحتملة غير محددة أو ضبابية أو متداخلة وتتطلب صياغة صارمة وصريحة؛ ويتعلق السؤال الجوهري بمعرفة أية خاصية تستحق أن نعتبرها نتيجة محتملة بالنسبة للمشكلة المطروحة؟ أي يجب تعريف مجموعة الخصائص وندعوها بغيمة النتائج ونرمز لها لبديل ما a بالشكل v(a)، ومنها نقوم بتعريف المعايير.

مثال (3-11) النتائج المحتملة المتعلقة بشراء سيارة عائلية.

بالنسبة للأب، قد تكون هذه النتائج متعلقة بسعر الشراء، أو بتكلفة الاستخدام، أو بالراحة، أو بالنواحي الأمنية، أما بالنسبة للأم والأطفال كأطراف في عملية صنع قرار الشراء، فقد تتعلق بالنواحي الجمالية أو بالسرعة أو بحجم السيارة. نلاحظ أن الخاصية المتعلقة بحجم السيارة مرتبطة بالراحة، كذلك الأمر بالنسبة لتكاليف الاستخدام فهي مرتبطة بحجم وسرعة السيارة، وبالتالي قد لا نتمكن من فصلهما عن بعض أو قد لا يكون من الضروري فصلهما.

مثال (3-12) النتائج المحتملة المتعلقة بإنشاء أوتوستراد.

تُعتبر غيمة النتائج في هذه الحالة أكثر تعقيداً، فقد نجد: آثاراً مرتبطة بحركة المرور، أو آثار متعلقة بالضجة والبيئة مثل تخريب البيئة السكنية والطبيعة المحيطة وإزعاج السكان، أو آثار مالية مثل تكاليف الاستثمار والصيانة، أو آثار سياسية متعلقة بآراء المواطنين وسياسة الحكومة أو مجلس المنطقة، .... الخ.

وبالتالي يجب الأخذ بالاعتبار لكافة خصائص البدائل الكامنة المأخوذة بالاعتبار v(A) حتى ولو كان البعض منها يبدو ثانوياً. كما يمكن عزل مجموعة من الخصائص الواضحة ندعوها بالنتائج الأولية Elementary Consequences، فالنتيجة الأولية c هي كل نتيجة محتملة تحقق الشرطان الآتيان (Roy, 1985):

- مُميّزة بشكلٍ كافٍ بمحتواها حيث يمكن لجميع الأطراف فهم هذا المحتوى دون مشكلة. يُجيب هذا الشرط عن مضمون ومفهوم النتيجة أي عن ماذا نتحدث؟
- يُمكن وضع تصور واضح للقيم التي تأخذها النتيجة عند وضع أحد البدائل قيد التنفيذ. يُجيب هذا الشرط عن كيفية ظهور النتيجة وتعبيرها عن مضمونها؟

يتم عادةً وضع قائمة شاملة للخصائص ومن ثم إعادة تصنيفها وحذف المكرر منها أو المتشابه في المعنى، وحتى تجزئة البعض إذا كانت تعبر عن أكثر من مضمون.

2.4. المقياس وأبعاد التفضيل:

في الكثير من الحالات، يمكن أن نتبين بسهولة مقياس تفضيلي مرتبط بالخصائص ليُشكل ما ندعوه بُعداً تفضيلياً يسمح بتقييم البدائل بشكلٍ مستقل عن أطراف القرار، في جميع الأحوال يتوجب بناء مقياس لكل من الخصائص التي تم أخذها بالاعتبار بشكلٍ موضوعي قدر الإمكان.

مقياس التفضيل E هو مجموعة من الحالات (الواحدات) المُرتبة $e_1, e_2, \ldots, e_n$ وفقاً لترتيبٍ تام، حيث يجري مقارنة بديلين a و b وفقاً لتقييمهما $v(a) = e_1$ و $v(b) = e_2$ والحكم على علاقة التفضيل بينهما وفق هذا المقياس فقط كما يلي:

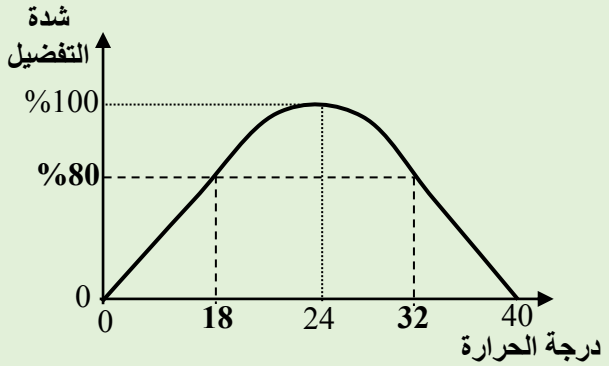
- حالة التكافؤ $a \; I \; b$ إذا كانت e_1 و e_2 متساويتين في الترتيب $(e_2 = e_1)$،
- حالة التفضيل $a \succ b$ إذا كانت e_1 بعد e_2 في الترتيب $(e_2 > e_1)$.

مثال (3-13) خصائص منتج: السعر.

يُعتبر سعر المنتجات هو مقياس تفضيلي "طبيعي" بعد ترتيب الأسعار تنازلياً أي من الأغلى إلى الأرخص، بمعنى أن كل شخص يُفضل شراء منتج (البديل a) بسعر e_1 على منتج آخر (البديل b) بسعر e_2 طالما أن سعر الأول أقل من سعر الثاني أي $e_1<e_2$، ونقول في هذه الحالة بأن البديل الأول a أفضل من البديل الثاني b وفقاً لسعر الشراء.

مثال (3-14) مقياس خاصية فيزيائية.

لنأخذ خاصية تُعبر عن مقياس فيزيائي (الطول، الاستطاعة، الوزن، ...)، فقد لا تشكل القيم العددية المرتبطة طبيعياً بهذه الخصائص مقياساً تفضيلياً. مثلاً درجة الحرارة في قاعة استقبال المراجعين، حيث نفضل درجة الحرارة "العالية" على "المتدنية" لكن مصطلحي عالٍ ومتدنٍ هو نسبي، فالحرارة المثالية التي نرغبها هي حوالي 24 مثلاً وتتناقص التفضيلات مع تزايد وتناقص قيم درجات الحرارة عن القيمة 24، كما يبين الشكل [3-4].



الشكل [3-4] تحويل مقياس فيزيائي طبيعي إلى مقياس تفضيلي

مثال (3–15) المقياس ليس قيمة وحيدة.

لنأخذ حالياً الحالة التي تكون فيها واحدة القياس مجموعة من القيم متفرقة عبر الزمن، مثلاً تدفقات نقدية في حالة مشاريع استثمارية أو أقساط دورية لقروض سكنية، يمكن في هذه الحالة اعتبار القيمة الحالية الصافية للتدفقات[1] هي المقياس التفضيلي، باعتبار أن القيمة الحالية الصافية للتدفقات تُحسب في نفس اللحظة لجميع البدائل. نلاحظ أن المقياس هنا ليس قيمة تلقائية بل إجرائية أو طريقة في حساب القيمة وهنا هي طريقة القيمة الحالية الصافية.

مثال (3–16) مقياس وصفي بطبيعته.

هذه الحالات منتشرة بكثرة حيث تبدو واحدات القياس مرتبة ومقبولة أو متعارف عليها مثل تقييم أداء الطلاب {ضعيف وسط، مقبول، جيد، ممتاز}، أو مقياس الوضع المادي للمستهلك {سيء، مقبول، جيد، ...}، أو مقياس انقطاع العمل في آلة معينة أو آلية إدارية {توقف خطير، توقف يمكن تجاوزه، عرقلة العمل دون توقف تام، ...}.

كما نلاحظ أن تعريف المقياس التفضيلي ليس بهذا الوضوح الذي نتخيله بمجرد تعريف المعنى المقصود بالخاصية، وقد لا يُعرف المقياس الطبيعي المرتبط بها في حال وجوده مقياساً تفضيلياً، إذ يجب أن يتوفر الحد الأدنى من التوافق على واحدات المقياس بحيث يمكن المقارنة بين أي بديلين من المجموعة A، وهو ما ندعوه بالبُعد التفضيلي، فالبُعد التفضيلي هو كل خاصية c مزودة بمجموعة من واحدات القياس مرتبة ترتيباً تاماً ندعوه المقياس E_c.

يجب تعريف الأبعاد بشكل واقعي ومتوازن، إذ أن التفصيل الكثير قد يعقد الأبعاد والعمومية الزائدة قد تُخفي خصائص مهمة، كما يجب عدم التخلي عن أية خاصية مهما بدت قليلة الأهمية، حيث يمكن وضع فهرساً حصرياً لهذه الخصائص قبل اعتمادها، واللجوء إلى بعض التقنيات الإحصائية مثل التحليل العاملي Factor Analysis (عبود & علي، 1998).

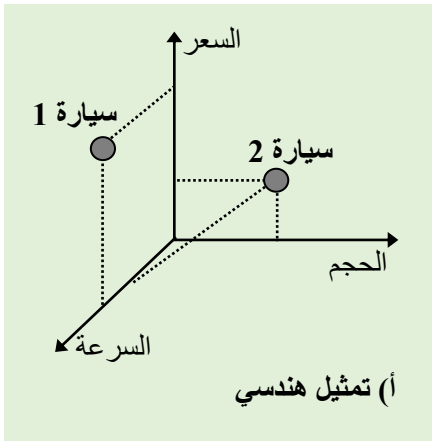
1. لمزيد من التفاصيل حول آليات حساب القيمة الحالية الصافية Net Present Value، انظر الملحق الرياضي.

3.4. تقييم البديل:

مهما يكن المقياس المُعرف أو الآلية التي تم بها تعريف البعد التفضيلي، فإنه يبقى دون معنى إن لم يستطع تمييز آثار كل من البدائل بحالة أو أكثر من المقياس، بحيث يمكن مقارنة البدائل دون لبس.

يُقصد بتقييم البديل a على بُعد تفضيلي c الإجرائية أو القاعدة التي تؤدي إلى تحقق واحدة (أو أكثر) من المقياس E_c في حال اختيار البديل ووضعه قيد التنفيذ الفعلي، ونرمز له بالشكل $g_c(a)$.

قد لا تُغطي غيمة قيم البدائل $g_c(a)$ كامل فضاء الأبعاد، لكن يجب بالضرورة أن يسمح المقياس برصد جميع القيم الممكنة التي يمكن أن تأخذها جميع البدائل، إذ لا يجب الاقتصار على القيم الأكثر احتماليةً. وعادةً ما يتم تمثيل الأبعاد بفضاء هندسي أو جبري (مصفوفات/جداول) وتمثيل تقييمات البدائل في هذا الفضاء كما يبين الشكل [3-5].



أ) تمثيل هندسي

	السعر	الحجم	jالبعد	السرعة	...
سيارة 1					
سيارة 2					
iالبديل			a_{ij}		
...					

تمثل الأعمدة j=1, 2, …, J الأبعاد،

وتمثل الأسطر i=1, 2, …, I البدائل

ويُكتب تقييم كل بديل a_i بالشكل a_{ij}

ب) تمثيل جبري (مصفوفة أو جدول)

الشكل [3-5] تمثيل تقييم البدائل وفق المعايير

مثال (3-17) خصائص خطة إعلانية مطبوعة.

يقوم مكتب الإعلانات بشكل شبه يومي بوضع خطط إعلانية للشركات المُعلنة لديه في الدوريات المطبوعة، والمطلوب تعريف الخصائص لجميع بدائل خطة إعلانية محددة الأهداف، والأبعاد التفضيلية للبعض منها، يبين الجدول [3-2] أهم هذه الخصائص، ثم سنعرف بعضاً منها.

الجدول [3-2] بعض الخصائص (النتائج الأولية) للخطة الإعلانية	
C01 قوة الدورية الإعلانية	**C11** نظامية القراء
C02 عدد القراء الإجمالي للدورية	**C12** حرية الدعاية
C03 ملائمة الدورية للسوق المستهدف	**C13** سمعة الدورية
C04 تكلفة الإعلان	**C14** إمكانية تجريب الأفكار الجديدة
C05 فرصة رؤية الإعلان	**C15** جاذبية الدورية
C06 البنية الديموغرافية لجمهور الدورية	**C16** حرية التعبير ضمن الدورية
C07 البيئة التحريرية	**C17** ملائمة الدورية لوضع كوبونات
C08 مصداقية الدورية من قبل قرائها	**C18** سلوكيات القراء
C09 حجم وطبيعة الإعلان	**C19** خدمات تقدمها الدورية
C10 الشكل العام للدورية	**C20** اتجاهات تطور مبيعات الدورية

C01 قوة الدورية الإعلانية: يُمكن قبول نسبة الجمهور الذي يتأثر فعلياً بالإعلان كمقياس لقوة الدورية، ويمكن معرفة هذا المعدل عبر استقصاء ميداني للقراء المستهدف من الإعلان، وكلما كان هذا المعدل كبيراً كلما كان ذلك أفضل.

C02 عدد القراء الإجمالي للدورية: يُقصد به العدد الكلي للأفراد الذين يقرؤون أو يشترون أو يتصفحون كل عدد من الدورية، لا يمكن معرفة هذا العدد إلا من خلال نتائج استقصاء ميداني، وكما هو واضح فالمقياس هو عدد طبيعي يمكن تقديره بالمئات مثلاً.

C03 ملائمة الدورية للسوق المستهدف: يُعتبر نسبة القراء المستهدفين إلى القراء غير المستهدفين مؤشراً ملائماً لقياس درجة ملائمة الدورية مع هدف الخطة الإعلانية، وكلما كان كبيراً كلما كان ذلك أفضل.

C04 تكلفة الإعلان: من أكثر النتائج العنصرية أهميةً في تخطيط الحملات الإعلانية، ورغم بساطة هذا المفهوم فإنه من الصعب إعطائه مضمون واضح وصريح يسمح بمفرده بمقارنة الدوريات، إذ يجب تعريف إعلان مرجعي لجميع الدوريات يعطي نفس التأثير على القراء (مثلاً، هل تعادل نصف صفحة في مجلة تخصصية صفحة في مجلة عامة؟). نلاحظ أيضاً أن هذه النتيجة العنصرية مرتبطة بالنتيجتين العنصريتين C05 فرصة رؤية الإعلان وC15 المتعلق بجاذبية الدورية، وبالتالي يمكن دمج النتائج العنصرية الثلاث C04, C05, c15 في بعد تفضيلي واحد، وتعريف المقياس لهذا البعد بتكلفة القارئ الفعلي الذي يرى الإعلان مرة واحدة على الأقل في الدورية.

ويجب بطبيعة الحال متابعة تعريف الأبعاد التفضيلية بما ينسجم مع أهداف الخطة الإعلانية.

في الكثير من الحالات، قد لا تكفي المعلومات المتوفرة لتقييم دقيق للبديل بقيمة وحيدة من المقياس، لذلك لا بد من اللجوء إلى مؤشرات إضافية للتعويض عن النقص في المعلومات، ويمكن تقدير هذه المؤشرات بقيم احتمالية

أو ترجيحية أو غيرها، حيث أن هناك أسباب عديدة لهذا النقص في المعلومات كما سنرى في الفصل السابع لدى الحديث عن الانتقادات الموجهة للطرق وحيدة المعيار.

قمنا حتى الآن بتعريف الخصائص (النتائج الأولية) ثم تزويدها بمقياس لتُصبح الأبعاد التفضيلية، ولكي تُصبح معياراً قادراً على المفاضلة بين البدائل، يتوجب إضافة أهمية أو وزن لكل منها، فالمعيار يتألف إذاً من ثلاث مكونات هي: مضمون أو مفهوم الخاصية، ومقياس يستطيع تمييز البدائل، وأخيراً أهمية المعيار بالنسبة للمعايير الأخرى.

5. الأهمية النسبية للمعايير:

يفترض بالأهمية النسبية للمعايير أن تعبر عن الدور الجوهري الذي يجب أن يلعبه كل من المعايير في الحكم الإجمالي على البديل، ويعبر عنها بأوزان أو أمثال أو قيم ترتيبية، هناك عدد من الطرق لتحديد هذه الأوزان نوردها بإيجاز فيما يلي : (Bouyssou et al., 2006).

1. طرق الإسناد المباشر.
2. طرق تستند على مقارنة المعايير.
3. طرق تستند على مقارنة البدائل.

1.5. طرق الإسناد المباشر:

تتمثل بإعطاء قيم عددية مطلقة كأعداد طبيعية أو كنسب مئوية؛ تعتبر هذه الطريقة من أبسط الطرق لكنها تعاني من نقاط ضعف عديدة، منها على سبيل المثال عدم وضوح المفهوم التي تعبر عنه، وتأثيرها على الحل النهائي مع تغيرات بسيطة في قيمها، وتغيرها حسب واحدات القياس ... الخ.

مثال (3-18) أوزان معايير شراء سيارة.

لتكن المعايير التي تم اعتمادها لشراء السيارة: سعر الشراء g_1، الراحة وحجم السيارة g_2، الأمان g_3، استهلاك الوقود g_4، وتكاليف الصيانة g_5. حيث قام متخذ القرار بوضع أوزان المعايير بعد التشاور مع أطراف القرار كما يلي، مع الانتباه إلى أن مجموعها يجب أن يكون 100%:

سعر الشراء g_1 : 30%	الراحة والحجم g_2 : 25%	الأمان g_3 : 20%
استهلاك الوقود g_4 : 15%	تكاليف الصيانة g_5 : 10%	

2.5. طرق تستند على مقارنة المعايير:

تستند إلى مفهوم المقارنة الثنائية فيما بين المعايير باعتماد علاقة ثنائية متعدية. من أهم الطرق العملياتية المتبعة إجرائية التحليل الهرمي[2] Analytical Hierarchy Process (Saaty, 1980) الآتية:

- ترتيب المعايير حسب الأهمية من الأكثر إلى الأقل أهميةً.
- مقارنة المعايير مثنى_مثنى على مقياس من 1 إلى 9 وتكوين مصفوفة مقارنات ثنائية ومن ثم حساب القيم الذاتية[3] لهذه المصفوفة. حيث 1 تعني معيارين متساويين في الأهمية، و9 تعني أن المعيار الأول أهم بالمطلق (بكثير) من المعيار الثاني.

---

2. نجد هذه الطريقة مدمجة في برنامج متخصص بصناعة القرارات منتشر في الأسواق باسم Expert Choice.

- تمثل القيم الذاتية أوزان المعايير حيث القيمة الذاتية الأكبر هي وزن المعيار الأكثر أهمية والقيمة التالية هي وزن المعيار التالي في الأهمية وهكذا بالتدرج.

تعتبر هذه الطريقة أن مجموع الأوزان هو عدد ثابت (مجموع القيم الذاتية للمصفوفة يساوي عدد المعايير) وتقوم بإعادة توزيعه على المعايير، وقد لوحظ أنها تُعطي نتائج مختلفة باختلاف عدد البدائل وخاصةً البدائل المتماثلة، وذلك لأن كتلة الأوزان يعاد توزيعها، وهي من أكثر الانتقادات الموجهة لها، وكذلك صعوبة تفسير الأوزان بمفهوم جبري هو القيم الذاتية لمصفوفة المقارنات.

مثال (3–19) نفس مثال السيارة السابق (3–18).

لدينا $g_1 > g_2 > g_3 > g_4 > g_5$ حيث > تعني "أهم من"، لتكن مصفوفة المقارنة الثنائية بين المعايير الخمسة كما يلي:

	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5
g_1	1	2	3	4	5
g_2	0.5	1	3	4	5
g_3	0.333	0.333	1	4	5
g_4	0.25	0.25	0.25	1	5
g_5	0.2	0.2	0.2	0.2	1

خلايا الجزء الأسفل من الجدول هي مقلوب خلايا الجزء العلوي المقابلة لها. مثلاً: 0.5 هي مقلوب 2، و 0.333 هي مقلوب 3.

بعد حساب القيم الذاتية، تُحسب أهمية المعايير كنسب مئوية (القيمة الذاتية مقسومةً إلى مجموع القيم الذاتية)، ونلاحظ أنها مختلفة عن المثال السابق لكنها تُحافظ على نفس ترتيب الأهمية:

	g1	g2	g3	g4	g5	المجموع
القيمة الذاتية	3.7	0.8	0.27	0.13	0.1	5
الأهمية %	%74	%16	%5.4	%2.6	%2	%100

3. انظر الملحق الرياضي حول كيفية حساب القيم الذاتية أو الجذور الكامنة Eigenvalues، أو مراجع الجبر الخطي للمصفوفات.

3.5. طرق تستند على مقارنة البدائل:

بدلاً من مقارنة المعايير، يمكن مقارنة بدائل بحيث تظهر فروقات الأهمية بين المعايير؛ حيث يتم بدايةً ترتيب المعايير حسب الأهمية، ثم السؤال عن الأهمية بين بديلين بحيث يكونان متنازعين على معيارين أو تكتلات من المعايير، أي أحد البديلين هو أفضل من البديل الثاني على أحد التكتلين والبديل الثاني أفضل من البديل الأول على التكتل الآخر. ويتم تكرار هذا النوع من المقارنات بهدف تكوين جملة من المتراجحات أو المعادلات والبحث عن حلولها في نهاية كل سؤال، ونُعيد طرح أسئلة جديدة حتى يتم إيجاد قيم لأوزان المعايير. يتطلب هذا النمط من الطرق الكثير من الحسابات، ويكاد يستحيل إنجازه يدوياً حيث يتم اللجوء إلى مساعدة نظم معلوماتية مصممة خصيصاً لذلك.

6. ملحق: ملخص دليل وزارة الطاقة الأمريكية لاتخاذ قرارات التعاقد لديها:

Guide to Decision-Making Methods. WSRC-IM-2002-0002. Department of Energy.December 2001.

قبل كل شيء يجب تمييز متخذ القرار الفعلي والأطراف المشاركة والأطراف المتأثرة بالقرار، يسمح هذا التمييز بتجاوز الكثير من سوء الفهم المستقبلي ويفضل أن توضع مكتوبة، وسيتم التعامل اليومي مع متخذ القرار والذي لديه صلاحيات التقييم وأخذ المعلومات والتفضيلات أي أن يكون هناك تغذية راجعة Feedback في جميع مراحل الإجرائية الآتية:

- تعريف المشكلة
- تحديد متطلبات الحل المطلوب
- وضع الأهداف
- تعريف البدائل
- بناء معايير التقييم
- اختيار/ وضع طريقة الحل
- تطبيق طريقة الحل
- التأكد أن نتيجة الطريقة هي فعلاً حل للمشكلة

الخطوة (1): تعريف المشكلة.

المهمة الأصعب لصناعة قرار جيد، يجب على الأقل تحديد العناصر التالية:

- أسباب المشكلة
- فرضيات وقيود المشكلة
- الحدود التنظيمية للمشكلة
- واجهات الاتصال
- قضايا تطرحها الأطراف

المطلوب التعبير صراحة عن المشكلة بعبارات مختصرة توصّف الشروط الأولية والشروط المرغوبة حيث يتم إنجاز هذه المهمة بسؤال جميع الأطراف عن قبولهم لتوصيف المشكلة، من المهم جداً توافق الأطراف على توصيف المشكلة.

الخطوة (2): تعريف متطلبات الحل المطلوب.

المتطلبات هي الشروط الواجب على أي حل مقبول تحقيقها، يساعد فريق صناعة القرار (مهندس القرار) في صياغة هذه المتطلبات مع ضرورة الانتباه إلى فصل هذه المتطلبات عن الأهداف، تساعد المتطلبات في حذف البدائل غير الملائمة واستبعادها من المنافسة، ربما تكون الطريقة المناسبة هي بسؤال من النمط "إذا كان لدينا بديل جيد لا يحقق هذا المتطلب، هل يجب استبعاده أم الإبقاء عليه؟" إذا كان الجواب باستبعاد البديل يعني أن المتطلب جدير بالاعتبار، وإذا كان الجواب بالإبقاء على البديل يعني أن المتطلب هو هدف نسعى لتحقيقه، باختصار الهدف قابل للتقييم بمستويات متعددة "للمساومة" بينما المتطلب غير قابل "للمساومة".

الخطوة (3): وضع الأهداف.

الأهداف هي تعبير عن النوايا أو القيم المرغوبة. مثال تكلفة أقلّ، مخاطر أقل ... الخ. تذهب الأهداف إلى أبعد مما يجب أن يكون (أبعد من المتطلبات) لتحقيق الرغبات. ينصح بصياغة الأهداف بشكل إيجابي أي صياغتها بما يجب أن يتم إنجازه وليس بما لا يجب إنجازه، لا يضير أن تكون الأهداف متناقضة/متنازعة، حل النزاع هذا مرتبط بطريقة الحكم الإجمالي. يساعد وضع الأهداف والمتطلبات على تعرف البدائل لاحقاً.

الخطوة (4): تعريف / تمييز البدائل.

البديل هو الفعل الذي ينتقل بحالة القرار (المشكلة) من الشروط الحالية إلى الشروط المرغوبة. تختلف البدائل في مستويات تحقيقها للمتطلبات والأهداف، إذا تبين أن أحد البدائل لا يحقق المتطلبات فيجب إما استبعاد البديل أو تعديل المتطلب أو حذفه أو تحويل المتطلب إلى هدف.

الخطوة (5): بناء معايير التقييم.

نادراً ما نجد بديل واحد يكون الأفضل لجميع الأهداف، لذلك يجب مقارنة البدائل فيما بينها واختيار البديل الذي يحقق المستوى الأكبر من الأهداف لذلك تعتبر المعايير أساس الحكم للمقارنة بين البدائل ويتم بناء المعايير انطلاقاً من الأهداف المرجوة، ويجب أن تحقق المعايير الشروط الآتية:

- القدرة على التمييز الصريح بين البدائل
- تتضمن المعايير جميع الأهداف المأخوذة بالاعتبار
- سهولة الاستخدام والاستيعاب خصوصاً من متخذ القرار
- عدم تكرار المعايير ومضامينها والمفاهيم التي تعبر عنها
- بناء أقل عدد من المعايير يمكن إدارتها
- ضمان استقلالية المعايير عن بعضها أي تستطيع الحكم منفردة

الخطوة (6): اختيار طريقة الحكم الإجمالي (طريقة الحل).

يعتمد اختيار الطريقة على:

- أهمية المشكلة ودرجة تعقيدها
- مهارات وخبرات فريق صناعة القرار (مهندس القرار)
- الموارد المتاحة (معلومات، الزمن، الخبرات...)

هناك عدد كبير جداً من الطرق تتراوح بين البسيطة والمعقدة، بين السهلة والصعبة، عادة ما تكون مهمة اختيار الطريقة هي من واجبات مهندس القرار الذي عليه أن يتمتع بالموضوعية والأمانة العلمية.

الخطوة (7): تقييم البدائل وفق المعيار.

يعتمد تقييم البدائل على أسلوب المقياس المعتمد وفق المعيار، هناك مقاييس وصفية وأخرى كمية، يجب تجنب التعقيد في آليات القياس.

الخطوة (8): التحقق من توافق الحل مع حالة المشكلة.

بعد اختيار طريقة الحل وتطبيقها، يجب التأكد من أن نتيجة هذه الطريقة هي الحل المطلوب، أي أن هذا الحل يتفق مع الأهداف المرغوبة إضافة إلى تلبيته للمتطلبات، بعد التأكد من ذلك يتم تقديم الحل كتوصية لمتخذ القرار ضمن تقرير صريح وتفصيلي يسمح له بتبرير الحل لأي طرف.

أسئلة صح / خطأ True/False:

	السؤال	صح	خطأ
1	عملية صناعة القرارات هي نشاط ذهني مركز وسلوكيات وإجرائيات تسبق وتلي وتحدد القرار	✓	
2	لا تهتم العلوم الاقتصادية إلا بفهم طبيعة مشكلة القرار وكيفية تكوينها		✓
3	يُقصد باتخاذ القرار الانتقال بالحالة الراهنة لسيرورة القرار Decsion Process إلى حالة أفضل عبر تغيير قسري	✓	
4	تتمثل مراحل القرار بثلاثة مراحل رئيسية هي البحث عن المعلومات، النمذجة، واتخاذ القرار	✓	
5	دوماً في أي مشكلة قرار تكون البدائل معرفة وواضحة		✓
6	لا حاجة لاستخدام المعايير في غالبية مشكلات القرار		✓
7	البديل هو التمثيل لمساهمة ممكنة إلى القرار الإجمالي وقابل للتصور بشكل مستقل	✓	
8	لا يمكن القبول في مسألة القرار إلا البدائل الحقيقية		✓
9	هناك نمطان لتصميم البدائل هما التصميم الكلي والتصميم الجزئي	✓	
10	البديل الكامن هو بديل حقيقي أو وهمي تم الحكم عليه مؤقتاً بأنه قابل للتنفيذ	✓	
11	يكفي أن تتمتع مجموعة البدائل الكامنة بأي من شرطي الاستقرار الداخلي أو الخارجي لاعتبارها معرفة بشكل دائم		✓
12	النتيجة المحتملة هي كل أثر أو خاصية تتداخل مع منظومة قيم أحد أطراف القرار	✓	
13	مقياس التفضيل هو مجموعة من الواحدات المرتبة حسب الأفضلية	✓	
14	تعتبر طريقة الأوزان هي الأفضل لتحديد الأهمية النسبية للمعايير		✓
15	لا يُمكن أبداً أن يتجاوز مجموع أمثال أهمية المعايير القيمة واحد 1		✓
16	تعتمد طريقة التحليل الهرمي على المقارنة الثنائية بين المعايير لتحديد أوزانها	✓	
17	تعتمد طرق مقارنة البدائل في تحديد أوزان المعايير على المقارنة بين تكتلات من البدائل		✓
18	يتم عادةً تمثيل تقييم البدائل وفق المعايير في جداول بشكل هندسي	✓	
19	لا يجوز أبداً اعتبار مرحلتي ما قبل البدء وما بعد عملية صناعة القرار كمراحل منها		✓
20	تعتبر نمذجة التفضيلات من المراحل الجوهرية في عملية صناعة القرارات	✓	

أسئلة خيارات متعددة Multiple Choices:

1. المكونات الرئيسية لمسألة القرار هي:
   - أ. مجموعة من البدائل أو الأفعال
   - ب. مجموعة من المعايير
   - ج. إجرائية تجميع أداء البدائل والحكم الإجمالي
   - د. جميع الأجوبة صحيحة

2. يأتي فعل اتخاذ القرار عندما تُظهر سيرورة القرار Decision Process الحاجة:
   - أ. إلى تغيير قسري ينقلها إلى حالة أفضل
   - ب. إلى تخفيف القيود عن المشكلة
   - ج. إلى انتقال متخذ القرار إلى وظيفة أعلى
   - د. جميع الأجوبة خاطئة

3. الهدف الرئيسي لعملية صناعة القرارات هو:
   - أ. تأمين مهام لمتخذ القرار لتبرير أجوره
   - ب. وقف تدهور حالة المبيعات دوماً
   - ج. العودة بالأداء إلى المستوى الطبيعي
   - د. جميع الأجوبة خاطئة

4. تتمحور المراحل الرئيسية لعملية صناعة القرار حول ثلاثة هي بالإضافة إلى البحث عن المعلومات:
   - أ. نمذجة المعلومات وإقرارها
   - ب. نمذجة البدائل والمعايير، والمحاكمة واتخاذ القرار
   - ج. تحديد البدائل، وتقييم المعايير
   - د. جميع الأجوبة خاطئة

5. يرى بعض الباحثين أن عملية صناعة القرار يجب أن تتضمن مرحلتين إضافيتين إلى المراحل الثلاث الرئيسية المتعارف عليه، وهما:

أ. ما قبل البدء، وما بعد اتخاذ القرار

ب. نمذجة المعايير، ونمذجة البدائل

ج. اتخاذ القرار، وتصديقه

د. جميع الأجوبة خاطئة

6. لدى البحث عن المعلومات، يمكن اللجوء إلى مصادر معلومات متنوعة أهمها:

أ. معارف وخبرات متخذ القرار

ب. سجلات وقواعد بيانات المنظمة

ج. الإنترنت والخبراء وغيرهم

د. جميع الأجوبة صحيحة

7. لدى تصميم البدائل، يجب قدر الإمكان أن يكون كل بديل:

أ. معنى بحد ذاته ومستقلاً عن البدائل الأخرى

ب. متكاملاً دوماً مع البدائل الأخرى

ج. قابلاً للتجزئة والدمج مع البدائل الأخرى

د. جميع الأجوبة خاطئة

8. يمكن تصنيف البدائل بالإضافة إلى البدائل الحقيقية كما يلي:

أ. بدائل وهمية

ب. بدائل واقعية

ج. بدائل غير واقعية

د. جميع الأجوبة صحيحة

9. يُقصد بالتصميم الكلي للبدائل:

أ. أنه جزء من مجموعة خيارات أو بدائل قابلة للتجزئة

ب. أنه تكامل جميع البدائل في بديل واحد

ج. ينفي أو يمنع تنفيذ أي بديل آخر

د. دجميع الأجوبة خاطئة

10. يُقصد بالتصميم الكلي للبدائل:

أ. أنه جزء من مجموعة خيارات أو بدائل قابلة للتجزئة

ب. أنه تكامل جميع البدائل في بديل واحد

ج. ينفي أو يمنع تنفيذ أي بديل آخر

د. جميع الأجوبة خاطئة

11. يُقصد بشرط الاستقرار الداخلي لدى تصميم مجموعة البدائل ما يلي:

أ. مبدأ أن المجموعة مفروضة مسبقاً

ب. أنها تتمتع بقدر كبير من الديمومة والاستمرارية

ج. أن جميع البدائل تابع قابل للاشتقاق

د. جميع الأجوبة خاطئة

12. يُقصد بشرط الاستقرار الداخلي لدى تصميم مجموعة البدائل ما يلي:

أ. مبدأ أن المجموعة مفروضة مسبقاً

ب. أنها تتمتع بقدر كبير من الديمومة والاستمرارية

ج. أن جميع البدائل تابع قابل للاشتقاق

د. دجميع الأجوبة خاطئة

13. لكي نعتبر أية خاصية كنتيجة محتملة أولية، يجب أن تحقق شرطان هما:

أ. مميزة بشكلٍ كافٍ ويمكن تصور قيمها عند تنفيذ البدائل

ب. الواقعية والوهمية التي يمكن تصورها

ج. مميزة من قبل أي طرف وترضي مهندس القرار

د. جميع الأجوبة خاطئة

14. لدى المقارنة بين أي بديلين وفق مقياس تفضيلي، نحصل على حالتي تفضيل فقط هما:

أ. التكافؤ واللامقارنة

ب. اللامقارنة والتفضيل الضعيف

ج. التكافؤ والتفضيل الأكيد

د. جميع الأجوبة خاطئة

15. يُقصد بالبعد التفضيلي كل خاصية مزودة:

أ. بمجموعة من المعايير

ب. بمجموعة من واحدات القياس مرتبة ترتيباً تاماً

ج. بمجموعة من البدائل

د. جميع الأجوبة خاطئة

16. تقييم البديل وفق معيار هو الإجرائية أو القاعدة التي تؤدي إلى تحقق:

أ. واحدة على الأكثر من المقياس

ب. واحد أو أكثر من المقياس في تنفيذ البديل

ج. كافة واحدات المقياس

د. جميع الأجوبة خاطئة

17. من أهم فئات الطرق التي تسمح بتحديد أهمية المعايير ما يلي:

أ. طرق الإسناد المباشر

ب. طرق مقارنة المعايير

ج. طرق مقارنة البدائل

د. جميع الأجوبة صحيحة

رقم السؤال	الإجابة الصحيحة
1	د
2	أ
3	ج
4	ب
5	أ
6	د
7	ج
8	د
9	ج
10	أ
11	أ
12	ب
13	أ
14	ج
15	ب
16	ب
17	د

أسئلة \ قضايا للمناقشة:

السؤال (1) سيرورة القرار Decision Process.

تتبع عملية صناعة القرارات عدد من المراحل وتتطور عبر بيئتها الزمنية، والمطلوب:

1. بين بالرسم مراحل الإجرائية المبسطة لعملية اتخاذ القرار.
2. بين بالرسم مفهوم سيرورة القرار وتطوره عبر الزمن.
3. ناقش كيف يمكن لهذه السيرورة أن تأخذ بالاعتبار المراحل البسيطة المشار إليها في السؤال الأول.

{مدة الإجابة: 10 دقيقة. الدرجات من 100: 15. توجيه للإجابة: الفقرة 3-1-1، والشكلين [3-1] و[3-2]}

السؤال (2) تعريف مسألة القرار.

وضح بالرسم مكونات مسألة القرار والعلاقات فيما بينها

{مدة الإجابة: 10 دقيقة. الدرجات من 100: 10. (توجيه للإجابة: الفقرة 3-2، الشكل 3-3)}

السؤال (3) شروط مجموعة البدائل الكامنة.

وضح ما هو المقصود بالبديل الكامن؟

1. ما المقصود بشرط الاستقرار الداخلي؟ وأعطِ مثالاً عنه.
2. ما هو المقصود بشرط الاستقرار الخارجي؟ وأعطِ مثالاً عنه.

{مدة الإجابة: 20 دقيقة. الدرجات من 100: 20. (توجيه للإجابة: الفقرة 3-3-2)}

السؤال (4) مقياس التفضيل.

وضح ما هو المقصود بمقياس التفضيل؟

1. كيف يتم المقارنة بين بديلين وفق المقياس التفضيلي.
2. أعطِ مثالاً عن مقياس عددي طبيعي، ومثال آخر عن مقياس وصفي.
3. اشرح كيف يمكن تحويل درجة الحرارة من مقياس غير تفضيلي إلى مقياس تفضيلي .

{مدة الإجابة: 20 دقيقة. الدرجات من 100: 20. (توجيه للإجابة: الفقرة 3-4-2)}

المراجع المستخدمة في الفصل الثالث:

1. صالح، خلود. (2014). نمذجة قرار شراء المستهلك للخدمات المصرفية. المعهد العالي لإدارة الأعمال، دمشق، (رسالة دكتوراه).
2. عبود، طلال. (2014). نظرية القرارات. نوطة تدريسية لطلاب المعهد العالي لإدارة الأعمال (غير منشور)، دمشق.
3. عبود، طلال؛ علي، حسين. (1998). الدراسات والبحوث التسويقية. دار الرضا للنشر، دمشق.
4. Ben-Akiva, M., & McFadden, D., & Garling, T., & Gopinath, D., Walker, J., & Bolduc, D., & Borsch-Supan, A., & Delquie, Ph., & Larichev, O., & Morikawa, T., & Pplydoopoulo, A., & Rao, V. (1999). Extended Framework for Modeling Choice Behavior. Marketing Letters 10:3, pp.187-203, Kluwer Academic Publishers, Manufactured in the Netherlands.
5. Bouyssou, D., Marchant, Th., Pirlot, M, Tsoukias, A., & Vincke, Ph. (2006). Evaluation and Decision Models with Multiple Criteria Stepping stones for the analyst. LAMSADE, Universite Paris-Dauphine, France.
6. Keeney, R. & Raiffa, H. (1976). Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs. John Wiley, New York.
7. Kotler, Ph., & Armstrong, G., & Saunders, J., & Wong V. (1999). Principles of Marketing. Second European Edition. Prentice Hall Inc.
8. Luce, R. D. (1956). Semiorders and a Theory of Utility Discrimination. Econometrica, April 1956, v. 24, pp. 178-191.
9. Mintzberg, H. & Westley, F. (2001). Decision Making: It's Not What You Think. MIT Sloan Management Review, Sring 2001, pp. 89-93.
10. Newll F., & Simon, H. (1972). Human Problem Solving. Englewood Chiffs, N.Y., Prentice-Hall, U.S.A.
11. Saaty T.L. (1980). The Analytical Hierarchy Process. Mc-Graw Hill eds, NY.
12. Roy, B. (1996).Multicriteria Methdodology for Decision Aiding. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
13. Roy, B. (1985). Méthodologie multicritère d'aide à la décision. Economica, Paris, France.

الفصل الرابع:
نمذجة التفضيلات والبحث عن الحل

كلمات مفتاحية:

نموذج التفضيلات Preferences Model، علاقة التفضيل Preference Realtion، إشكالية القرار Decision Problematic، إجرائية البحث عن الحل Aggregation Procedure.

ملخص الفصل:

قد يبدو هذا الفصل فيه شيئاً من الصعوبة لكن من الضروري جداً للطلبة التعرف على كيفية مقاربة مشكلة نمذجة تفضيلات متخذ القرار والخروج عن الإطار البسيط المتمثل بعلاقتي تفضيل فقط، لذلك سنحاول التبسيط قدر الإمكان سواء على صعيد المفاهيم أو التقنيات، سنبدأ بتعريف المقصود بنموذج التفضيلات، والتعرف على نموذجين من علاقة تفضيل واحدة ومن علاقتين فقط، ثم سنتعرف على الأنماط الثلاثة من مشكلات القرار وتوجيه البحث عن الحل ضمن إطارها وأخيراً التعرف على فئات نماذج البحث عن الحل والحكم الإجمالي.

المخرجات والأهداف التعليمية:

- استيعاب مفهوم نموذج التفضيلات وصياغة علاقات التفضيل الأساسية
- التعرف على النماذج الأكثر انتشاراً المعبرة عن تفضيلات متخذ القرار
- التعرف على أنماط مشكلات القرار والتمكن من تمييزها
- استيعاب فئات نماذج وإجرائيات البحث عن حلول لمشكلة القرار

مخطط الفصل:

1. نمذجة التفضيلات الإجمالية Preferences Modeling.
2. أهم النماذج المتعارف عليها Most Famous Preferences Models.
3. تصنيف مشكلات القرار أو إشكاليات القرار Decision Problems Classification.
4. فئات نماذج البحث عن الحل والحكم الإجمالي Categories of Aggregation Procedures & Solution.

مقدمة:

رأينا في الفصل السابق تعريف البدائل والمعايير وكيفية تقييم البدائل وفق المعايير، والسؤال الجوهري الذي يُطرح حالياً: كيف يُقارن متخذ القرار بين البدائل لإصدار حكماً إجمالياً بأفضلية بديل على آخر أو بعلاقة التفضيل التي يمكن تواجدها بين كل بديلين؟ إذ أن بعض البدائل تُظهر أفضلية على بعض المعايير، في حين تُظهر بدائل أخرى أفضلية على معايير أخرى، لذلك لا بد من تحديد نموذج التفضيلات الإجمالي استناداً إلى خصائص وتقييمات البدائل ومنظومة قيم وأحكام متخذ القرار، وما هي الإجرائيات أو النماذج التي يُمكن استخدامها لإيجاد البديل الأفضل؟

إذ لا يكفي تعريف البدائل والمعايير لنقول أنه تم حل المشكلة، يجب وضع إجرائيات أو طرق عملياتية لاستثمار التفضيلات والبحث عن الحل الأنسب، هذا ما سنراه في الفصل الحالي.

1. نمذجة التفضيلات الإجمالية Preferences Modeling:

يُقصد بنموذج التفضيلات الإجمالية تجميع تفضيلات متخذ القرار الجزئية التي أصدرها عبر تقييمات البدائل وفق كل من المعايير، ويُنظر إلى تقييمات البدائل وفق كل معيار كأحكام جزئية، ويتطلب استكمال حل المشكلة، تجميع هذه الأحكام الجزئية لإصدار حكم إجمالي على البدائل.

1.1. مفاهيم أساسية لنمذجة التفضيلات:

يصدر متخذ القرار أحكامه وتفضيلاته عبر المقارنة بين البدائل بناءً على خصائص وتقييم هذه البدائل، حيث سنرى علاقات المقارنة الممكن تواجدها بين بديلين والمعبرة على نموذج تفضيلات متخذ القرار.

لدى المقارنة بين أي بديلين a و b، لدينا نزعة باعتماد إحدى حالتي التفضيل المتعارف عليها أي الحكم بأن أحد البديلين أفضل من الآخر أو التكافؤ فيما بينهما، ونُعبر عنها كما يلي:

- إما البديلين متكافئين، ونرمز لها بالشكل a I b ، حيث تمثل I حالة التكافؤ Indifference،
- أو أن a أفضل من b، ونرمز لها بالشكل a P b ، حيث تمثل P حالة التفضيل Preferred،
- أو b أفضل من a، ونرمز لها بالشكل b P a .

لكن في بعض الحالات، قد نتردد بين مستويات مختلفة من التفضيل، فهناك تفضيل ضعيف وهناك تفضيل أكيد بمعنى أن هناك عدة مستويات حسب شدة التفضيل، وقد نجد أنفسنا في حالات أخرى غير قادرين على الحسم والقول بأن البديلين متكافئين أو أن أحدهما أفضل من الآخر لعدم كفاية المعلومات مثلاً أو لعدم وضوح التفضيلات، فقد يُظهر كل بديل حسنات ومساوئ بحيث يصعب رفضه أو قبوله.

مثال (4–1) شراء سيارة عائلية.

يبين الجدول [4–1] تقييم السيارات المتوفرة، ويرغب متخذ القرار وهو رب العائلة باختيار السيارة الأفضل وفقاً لهذه التقييمات، وبالتالي يمكن الحصول على المقارنات الآتية:

- لدى مقارنة a_1 و a_3: قد نجد متخذ القرار يفضل تماماً a_1 على a_3.
- قد تكون مقارنة a_1 و a_2 أكثر صعوبةً ويمكن اعتبارها تعبر عن تفضيل ضعيف لصالح a_1.
- كما نلاحظ أن مقارنة كل من البدائل مع a_4 أكثر صعوبةً كون السعر غير محدد (حسب النسبة من الموازنة المرصودة)، وبالتالي لا نستطيع المقارنة بسبب عدم كفاية المعلومات.

الجدول [4–1] تقييم السيارات المتوفرة وفق المعايير

المعايير / البدائل	مساحة السيارة والراحة	الأمان	التكلفة بالكم	جمالية السيارة	السرعة المثالية	سعر السيارة
a_1	مقبولة عموماً مساحة غير كافية	طبيعي	0.39 ل.س/كم	مناسبة	140 كم/سا	87% من الموازنة
a_2	مقبولة نسبياً مساحة كافية	طبيعي	0.41 ل.س/كم	أنيقة	145 كم/سا	95% من الموازنة
a_3	مقبولة مساحة ضيقة	طبيعي	0.66 ل.س/كم	أنيقة جداً	185 كم/سا	99% من الموازنة
a_4	مقبولة نسبياً مساحة جيدة	أعلى من الطبيعي	0.40 ل.س/كم	أنيقة	145 كم/سا	يبدو أعلى من الموازنة

2.1. علاقات التفضيل الأساسية:

نلاحظ من المثال السابق أننا لم نتقيد بقالب جاهز للتعبير عن علاقات التفضيل، وذلك بالقول أنه من أجل كل بديلين إما أنهما متكافئين أو أن أحدهما أفضل من الآخر؛ نجد عموماً أن المقارنة بين كل بديلين تضعنا أمام 4 حالات أساسية من التفضيل:

- إما حالة التكافؤ Indifference تُترجم حالة مقارنة وحيدة بأن "البديلين متكافئين".
- أو التفضيل الأكيد Strict Preference: تُترجم إحدى الحالتين إما "البديل الأول أفضل من البديل الثاني" أو "الثاني أفضل من الأول".
- أو التفضيل الضعيف Weak Preference: تُترجم إحدى الحالتين إما "البديل الأول أفضل بشكل ضعيف من البديل الثاني" أو "الثاني أفضل بشكل ضعيف من الأول".
- أو حالة اللامقارنة Incomparability: تُترجم حالة وحيدة بأن "البديلين غير قابلين للمقارنة" (Roy, 1996, pp.87)، وذلك بسبب عدم كفاية المعلومات والتمايز الشديد بين البديلين، إذ يُظهر كل بديل ميزات خاصة بها يصعب تجاهلها.

نجد في الجدول [4-2] تعريفاً لكل من هذه الحالات، ونلاحظ من التعريف أن كل اثنتين منها مستقلة عن بعضها، أي لا يمكن أن نحصل على حالتين بنفس الوقت للمقارنة بين نفس البديلين؛ إذ أنه نادراً ما نستطيع إسناد إحدى هذه الحالات بين بديلين مباشرةً، بل يتم ذلك من خلال المعلومات المتوفرة ومنظومة القيم واستنتاج الأحكام المُفترضة لمتخذ القرار، بمعنى آخر إمكانية وضع نموذج صريح لتفضيلات متخذ القرار، وتعتبر علاقات التفضيل الأربعة المعرفة في الجدول كافية لوضع تمثيل واقعي لتفضيلات متخذ القرار مهما تكن طبيعة البدائل المُقارنة، حيث يمكن وضع نموذج تفضيل مقبول للمقارنة بين بديلين وإيجاد علاقة واحدة بين البديلين من الحالات الأربعة (Roy, 1985).

الجدول [4-2] علاقات التفضيل الأربع الأساسية للمقارنة بين بديلين

العلاقة	شرح العلاقة	خصائصها	رمزها
التكافؤ Indifference	وجود أسباب واضحة وكافية تبرر التكافؤ بين بديلين	متناظرة انعكاسية[1]	aIa'
التفضيل الأكيد Strict Preference	وجود أسباب واضحة وكافية تبرر تفضيل جوهري لأحد البديلين على الآخر	غير متناظرة غير انعكاسية	aPa'
التفضيل الضعيف Weak Preference	وجود أسباب واضحة وكافية تنفي تفضيل أحد البديلين على الآخر، لكنها غير كافية لإثبات التكافؤ	غير متناظرة غير انعكاسية	aQa'
اللامقارنة Incomparability	غياب مبررات كافية لإثبات أي من الحالات الثلاث السابقة	متناظرة غير انعكاسية	aRa'

[1]. انظر الملحق الرياضي لهذا المقرر حول تعريف وخصائص العلاقات الثنائية Binary Relations.

نجد في النماذج التقليدية لصناعة القرارات حالتين فقط هما التكافؤ والتفضيل الأكيد، بينما لا تظهر حالتي التفضيل الضعيف واللامقارنة أو أنها تُحشر في الحالتين السابقتين، من الضروري الانتباه إلى أن حالة اللامقارنة a R b تترجم رفض متخذ القرار اتخاذ موقف واضح على مستوى نمذجة التفضيلات استناداً إلى تقييمات a و b، أي ليس حكماً بإقرار الأفضلية الإجمالية بينهما، ولا يجب النظر إلى هذا الرفض على أنه دليل كافٍ لإقرار التكافؤ بين البديلين. كما تترجم علاقة التفضيل الضعيف a Q b تواجد متخذ قرار في حالة يستطيع أن يُؤكد أن b ليست أفضل تماماً من a، ويتردد بنفس الوقت بين التفضيل الأكيد P والتكافؤ I بين البديلين لعدم توفر عناصر دامغة للفصل بين الحالتين.

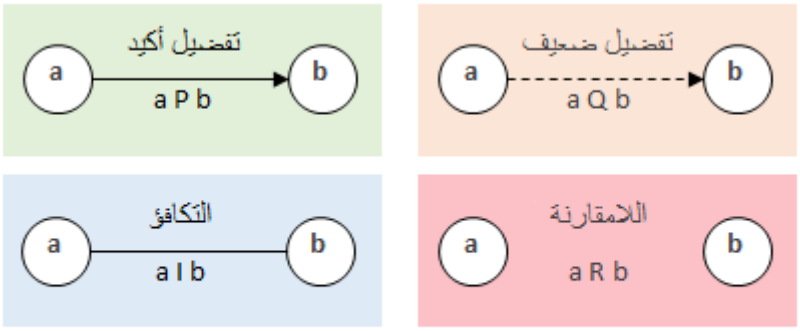
وبالتالي يمكن لمتخذ القرار أن يبحث في حالات كثيرة عن إمكانية الهروب من مأزق حالتي التفضيل الأكيد والتكافؤ فقط، وهناك مبررات عديدة لهذا الهروب يأتي في مقدمتها:

- عدم القدرة على الحكم: فقد تكون المعلومات وصفية وغير كافية، إذ أن إجبار متخذ القرار على اختيار إحدى الحالتين فقط قد تؤدي إلى عدم انسجام في قراره أو يُصبح عشوائياً.
- أو عدم معرفة الحكم: خصوصاً إذا كان متخذ القرار يُعبر عن كيان صعب الوصول إليه بشكل دائم (مثلاً رئيس جمهورية) أو كيان ضبابي غير محدد تماماً (رأي عام).
- أو عدم توفر الرغبة في الحكم: فقد يُظهر كل بديل حسنات ومساوئ يصعب الحكم بالتفضيل الأكيد أو بالتكافؤ.

عندما نتمكن من تعريف الحالات الأربع على مجموعة البدائل بحيث تشمل مجمل تفضيلات متخذ القرار، نقول أنه لدينا نموذج كامل لعلاقات التفضيل إذا تحققت الشروط الآتية:

- تشكل العلاقات الأربعة I, P, Q, R تمثيلاً لتفضيلات متخذ القرار بالنسبة لمجموعة البدائل.
- الشمولية: من أجل كل بديلين، هناك علاقة واحدة على الأقل محققة.
- حصرية مثنى مثنى: من أجل كل بديلين، هناك علاقة واحدة على الأكثر محققة.

عادةً ما يتم تمثيل علاقات التفضيل باستخدام مفاهيم نظرية البيانية Graph Theory، حيث نُمثل التفضيل الأكيد بسهم من البديل الأفضل إلى البديل الأسوأ، ونمثل التكافؤ بخط دون أسهم، ونُمثل التفضيل الضعيف بسهم منقط من البديل الأفضل إلى البديل الأسوأ، ولا نضع شيئاً بين البديلين في حالة اللامقارنة بينهما، كما هو مبين في الشكل [4-1].



الشكل [4-1] تمثيل علاقات التفضيل بيانياً

2. أهم نماذج التفضيل المتعارف عليها:

لنرى حالياً كيف يمكن استخدام العلاقات السابقة للتعبير رياضياً عن تفضيلات متخذ القرار.

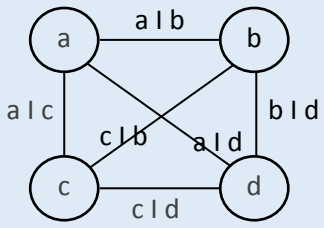
1. نموذج تفضيلات من علاقة واحدة.
2. نموذج تفضيل من علاقتين.

1.2. نموذج تفضيلات من علاقة واحدة:

يجب أن تكون علاقة المفاضلة محققة من أجل أي زوج من مجموعة البدائل A، ومن الواضح أنها علاقة متعدية، ندعو هذا النموذج بصفوف التكافؤ Equivalence Class.

مثال (4–2) تقييم مجموعة من الطلبة في مقرر نظرية القرارات.

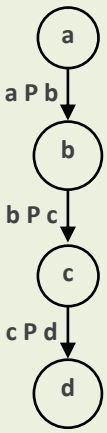
لنأخذ درجات الطلبة في مقرر نظرية القرارت، ولنفترض أن التساوي بين علامتين يعني التكافؤ بين الطالبين الحائزين على هاتين العلامتين، كما يبين الشكل الآتي [4–2]، ويمكن التعبير عن التكافؤ بعلاقة المساواة =.



الطالب	العلامة
a	70
b	70
c	70
d	70

الشكل [4-2] مثال نموذج تفضيل من علاقة واحدة (التكافؤ)

في حال كانت جميع العلامات مختلفة عن بعضها البعض، وقبلنا أن أي فرق يعني أن الطالب ذو العلامة الأكبر يعني التفضيل لصالحه، نحصل أيضاً على نموذج تفضيلات من علاقة واحدة هي علاقة التفضيل الأكيد نعبر عنها بعلاقة الأكبر > كما يبين الشكل [4–3].



الطالب	العلامة
a	70
b	69
c	68
d	67

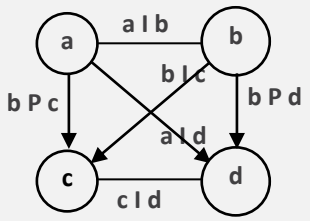
الشكل [4-3] مثال نموذج تفضيل من علاقة واحدة (التفضيل الأكيد)

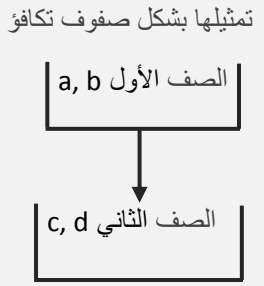
2.2. نموذج تفضيل من علاقتين:

ربما يكون هذا النموذج هو الأكثر رواجاً في الواقع، حيث تكون العلاقة الأولى متناظرة ومتعدية والعلاقة الثانية غير متناظرة ولكنها متعدية أيضاً. كمثال على هاتين العلاقتين الترتيب الناتج عن علاقة أكبر ومساواة ≤، حيث تعبر علاقة المساواة عن التكافؤ وعلاقة الأكبر عن التفضيل الأكيد، وتشكل البدائل المتكافئة صف تكافؤ، ثم يتم ترتيب صفوف التكافؤ بشكلٍ كامل، وندعو هذه البنية بالترتيب شبه التام.

مثال (4–3). علامات الطلاب في مقرر نظرية القرارات كما هو مبين في الشكل [4–4].

الطالب	العلامة
a	70
b	70
c	68
d	68





الشكل [4-4] مثال نموذج تفضيل من علاقتين ≤ (التكافؤ، التفضيل الأكيد)

يمكن إيجاد نماذج تفضيل مكونة من أكثر من علاقتين في بعض الحالات الخاصة وهي جديرة بالاهتمام خصوصاً عندما يتم إدخال عتبات تفضيل لتعويض النقص في المعلومات كما سنرى في الفصل الثامن، لكن سنكتفي حالياً بنماذج التفضيلات المعبر عنها بعلاقتين على الأكثر.

3. تصنيف مشكلات القرار أو إشكاليات القرار:

غالباً ما يتم اللجوء في حل مشكلات القرار إلى ترتيب البدائل ثم اختيار البديل الأول والنظر إليه على أنه أفضل البدائل، أو تقسيم الترتيب إلى فئات في حال كان المطلوب هو تصنيف البدائل، لكن لا يمكن الإثبات أن من يقع في الترتيب الأول هو أفضل البدائل (راجع القضية الأولى في نهاية الفصل)، أو الفرز بناءً على أساس نتائج الترتيب، لذلك من الضروري تأطير المشكلة ضمن إطار يوجه البحث عن الحل وتصنيف مشكلات القرار حسب الهدف النهائي من القرار أي اختيار أفضل بديل، أو ترتيب البدائل، أو تصنيفها، ندعوها بإشكاليات القرار (Roy, 1996).

1.3. إشكالية الاختيار Choice Problem:

يُقصد بها اختيار أو وضع إجرائية متكررة لانتقاء أفضل البدائل وقد يكون بديلاً واحداً أو أكثر؛ وتنص الإشكالية على طرح الهدف من دراسة مشكلة القرار كمسألة اختيار بدائل محكوم عليها على أنها "الأفضل"، أي توجيه الدراسة لإظهار مجموعة جزئية A' من A صغيرة قدر الإمكان ومصممة مباشرةً على ما يجب أن تكون عليه نتيجة القرار. يجب أن يكون اختيار المجموعة الجزئية كما يلي:

- من أجل كل بديل من المجموعة المتبقية (A/A')، هناك بديل من A' أفضل منه تماماً.
- أو مجموعة البدائل التي يحكم عليها متخذ القرار بأنها كافية ومناسبة للتخلي عن البدائل الأخرى.

عندما لا تقتصر المجموعة المنتقاة على بديل واحد فقط، فإن البدائل التي تحويها تبدو: إما متكافئة وأفضل من جميع البدائل المتبقية (الحل الأمثل)، أو ناتجة عن حل بالتراضي من البدائل الممكنة، أو صعبة المقارنة فيما بينها بالنظر إلى المعلومات المتوفرة.

مثال (4-4) اختيار موقع لبناء جامعة.

تقرر تشييد بناء جديد للجامعة، يجب اختيار الموقع مع الأخذ بالاعتبار لتكاليف التشييد وفترات التسليم والإنجاز وملاءمة البناء الجديد لطموحات أطراف القرار (العاملين، الطلبة، السلطات المحلية، التعليم العالي، ...) وبما ينسجم مع الأهداف الجديدة للجامعة. طلب رئيس الجامعة إجراء دراسة تفصيلية لاختيار الموقع، وذلك بعد أن أُنجزت دراسة تمهيدية لحصر كافة المواقع في المنطقة والمرشحة لإشادة بناء الجامعة، ثم فرز هذه المواقع بحسب أهليتها لإجراء الدراسة التفصيلية عليها، وبعد المناقشة مع ممثلي الأطراف المعنية والمعلومات الأولية المتوفرة، تم اختيار 5 مواقع فقط لإنجاز الدراسات التفصيلية. تبدو المشكلة إذاً بأنها اختيار أفضل موقع لبناء الجامعة، أي البحث فيما إذا كان هناك موقعاً محدداً يبدو من وجهة نظر رئيس الجامعة أفضل جوهرياً من المواقع الأربع الأخرى، وبالتالي يجب إظهار المبررات الكافية التي يستطيع من خلالها رئيس الجامعة إقناع الأطراف الأخرى بالموقع، مع الأخذ بالاعتبار قلة الموارد المتوفرة للدراسة، وبأن منظومات قيم الأطراف وأهدافها متباينة، لذلك لا يجب على الحل المقترح أن يؤدي بشكل تلقائي إلى موقع واحد فقط إلا إذا كانت مبررات "الأمثلية" واضحة لجميع الأطراف وغير قابلة للنقاش، وبالتالي لا يمكن استثناء إمكانية اختيار موقعين (أو ثلاثة) متكافئين أو غير قابلين للمقارنة.

يوضح هذا المثال أن الحل المطلوب هو اختيار موقع واحد أو أكثر، ولكل منها المبررات الكافية ليكون أفضل من جميع المواقع المستبعدة، ولم نعمد إلى ترتيب المواقع مثلاً ثم اختيار الموقع ذي الترتيب الأول، فالمشكلة هي اختيار الموقع الأفضل وليس ترتيب البدائل، وتظهر هذه الإشكالية بشكل واضح في بحوث العمليات خصوصاً تلك المعروفة بنماذج الأمثلية Optimization Problem.

2.3. إشكالية التصنيف Classification Problem:

أي فرز البدائل أو وضع إجرائية تصنيف البدائل في فئات محددة. تظهر هذه الإشكالية بشكل خاص في المسابقات: التوظيف، قبول عروض، إقراض، ... الخ.

تنص على طرح الهدف من دراسة مشكلة القرار كمسألة فرز البدائل ضمن فئات، أي توجيه الدراسة لإظهار تصنيف البدائل في هذه الفئات. يُقصد بالفرز هنا وضع كل بديل في فئة واحدة وواحدة فقط، حيث يتم الفرز بناءً على مقارنة البديل مع كل فئة وإقرار قبول انتمائه إلى الفئة أو لا وذلك بغض النظر عن وضعه بالنسبة للبدائل الأخرى، لذلك يجب الانتباه كثيراً إلى هذا الأسلوب في المقارنة، مثلاً عندما نقارن بديل بفئة "المقبول" وكانت النتيجة عدم قبوله فيها، لا يعني ذلك أنه ينتمي آلياً إلى إحدى الفئتين الأخريتين "قائمة الانتظار" أو "المرفوض". وقد تكون الفئات مرتبة أو غير مرتبة، مثلاً، إذا أردنا تصنيف مجموعة من العاملين حسب حاجتهم للتدريب في مجال معين إلى ثلاث فئات: بحاجة إلى تدريب، أو يمكنه الانتظار، أو ليس بحاجة إلى تدريب، لا يعني أن العامل الذي يقع في الفئة الأولى أنه "أفضل" من العامل الذي يقع في الفئة الأخيرة أو العكس.

تُعتبر التقنيات الإحصائية معروفة باسم نماذج التصنيف Classification Methods مفيدة جداً في هذا المجال خصوصاً إذا كان عدد البدائل كبير، ويتم التصنيف وفقاً لبعد وقرب البدائل من بعضها البعض.

مثال (4-5) القبول في مسابقة.

تود إدارة الشركة أن تضع طريقة جديدة للتوظيف على أساس فحص أضابير المرشحين من جهة ومقابلات إضافية في حال عدم كفاية الإضبارة لإقرار القبول الأكيد أو الرفض الأكيد من جهة أخرى، وتم تشكيل لجنة للقبول مؤلفة من 5 إلى 6 أشخاص. تتضمن إضبارة المرشح حوالي 20 معلومة عن وضعه الاجتماعي، خبراته السابقة، حالته الشخصية والنفسية المستندة على نتائج اختبارات ذات مصداقية. تتساءل اللجنة فيما إذا كان بالإمكان إجراء معالجة آلية مسبقة للأضابير في المرحلة الأولى من التحضير للقرار والبحث عن المعلومات في حالة المقابلات، مما يُسهل عمل اللجنة ويُخفف من الانحرافات. تهتم دراسة المشكلة إذاً بوضع إجرائية قابلة للأتمتة لفحص الأضابير موجهة لمساعدة لجنة القبول من أجل الحكم على الحالات التي يمكن الحكم فيها مباشرةً من خلال الإضبارة بالقبول أو بالرفض ولا تبدو المقابلة ضرورية، أي أن تصميم الإجرائية يجب أن يتم من أجل فرز الأضابير إلى ثلاث فئات، مع الإشارة إلى أن هذه التجزئة ليست إلا مقترحاً وليست القرار نفسه:

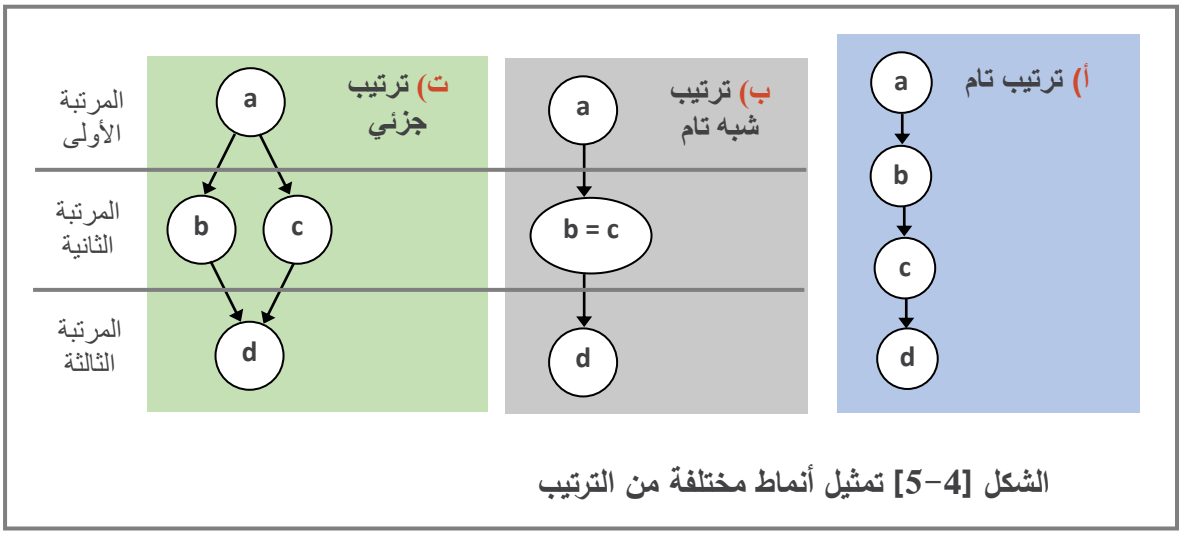
- **الفئة الأولى A1**: الأضابير التي تبدو معلوماتها كافية لاقتراح القبول دون مقابلة،
- **الفئة الثانية A2**: الأضابير التي تبدو معلوماتها غير كافية لاقتراح القبول أو الرفض،
- **الفئة الثالثة A3**: الأضابير التي تبدو معلوماتها كافية لاقتراح الرفض دون مقابلة.

لتصميم الطريقة الجديدة، من الضروري جداً تحديد خصائص المرشح "المقبول" والمرشح "المرفوض" أي الواجب فرزه إلى الفئة الأولى أو الثالثة. من الواضح أن المشكلة هنا مسألة تصنيف وليس مهم أبداً الأفضلية بين بدائل الفئة الواحدة، بل المهم انتماء البديل إلى الفئة أو لا.

3.3. إشكالية الترتيب Ranking Problem:

أي ترتيب البدائل بحسب الأفضلية تصاعدياً أو تنازلياً أو وضع إجرائية ترتيب متكررة. حيث تنص على طرح الهدف من دراسة مشكلة القرار كمسألة ترتيب البدائل أي توجيه الدراسة لإظهار وضع البدائل بالنسبة لبعضها البعض وفقاً لنموذج تفضيلات متخذ القرار، ويأخذ بديلين نفس الترتيب عندما لا تسمح المعطيات بالتمييز بينهما، وبالتالي يمكن النظر إلى البدائل التي تقع في نفس الترتيب إما أنها متكافئة، أو غير قابلة للمقارنة ولكن وقعت بنفس الترتيب بسبب موقعها بالنسبة للبدائل الأخرى كما يبين الشكل [4-5].

ففي الحالة (أ) هناك ترتيب تام مؤلف من 4 مرتبات (صفوف)، في حين تُظهر الحالتين (ب) و(ت) نمطين من الترتيب مؤلفين من 3 صفوف، ورغم أن النتيجة واحدة إلا أن وقوع البديلين b وc في نفس الصف الثاني في الحالة (ب) نتيجة التساوي أو التكافؤ بين البديلين، بينما أتيا في نفس الصف في الحالة (ت) بسبب كونهما أسوأ من البديل a وأفضل من البديل d.[2]



الشكل [4-5] تمثيل أنماط مختلفة من الترتيب

بعكس إشكالية الفرز، لا تنتج الصفوف في إشكالية الترتيب من تعاريف مسبقة، بل يأخذ الصف معناه من موقعه النسبي في الترتيب، كما يجب أن نكون حذرين بفرض التوصل إلى ترتيب تام للصفوف.

[2]. انظر الملحق الرياضي لهذا المقرر حول علاقات الترتيب وخصائصها.

مثال (4–6) وضع خطة إعلانية مطبوعة.

يقوم مكتب الإعلانات بشكل شبه يومي بتعريف خطط لنشر الإعلانات واختيار عناوين الدوريات المطبوعة والوسائل الطرقية، حيث تمر الخطة الإعلانية بالمراحل الآتية:

- (a) اختيار عدد من العناوين من خلال أسس متعارف عليها بما ينسجم مع مميزات الخطة،
- (b) اختيار سريع على أساس الخبرة، والاحتفاظ بعدد قليل من العناوين التي يتعامل معها المكتب،
- (c) تقييم العناوين المختارة في (b) وفقاً للأسس المحددة في (a) وإمكانية إدراجها في الخطة،
- (d) مناقشة العناوين مع الزبون التي تبدو عموماً منسجمة وفق التقييم في (c) وتحضير تركيبتين أو ثلاثة مفترضة فعالة للخطة،
- (e) دراسة معمقة لانسجام كل تركيبة من العناوين مع بعضها ومع الخطة ومن ثم القرار النهائي في حال توافق إحدى هذه التركيبات مع الخطة وإلا عودة إلى المرحلة (d).

يعتبر مدير المكتب أن المرحلة الأخيرة (e) معقدة جداً، وبأنه يمكن تحضيرها بشكل أفضل بجعل المراحل السابقة أكثر مرونةً وسرعةً، ويطلب دراسة تركِّز على التحسينات الآتية:

- **في المرحلة (a):** حصر جميع وجهات النظر وفقاً لمميزات الخطة الإعلانية.
- **في المرحلة (b):** تخفيف القيود بحيث يمكن اختيار قائمة أولية تضم عشرات العناوين.
- **في المرحلة (c):** التصريح عن التقييمات الواجب الاستناد عليها.
- **في المرحلة (d):** إجرائية مرنة قابلة لتوجيه المناقشات حول التركيبات وعلى التخيل والإبداع.

قرر مهندس الدراسة أن الهدف من الدراسة هو وضع إجرائية لترتيب بدائل المجموعة A أي عناوين الدويات تصاعدياً بحسب أفضليتها للإدراج في الحملة على أن تُستخدم بشكل متكرر كما يلي:

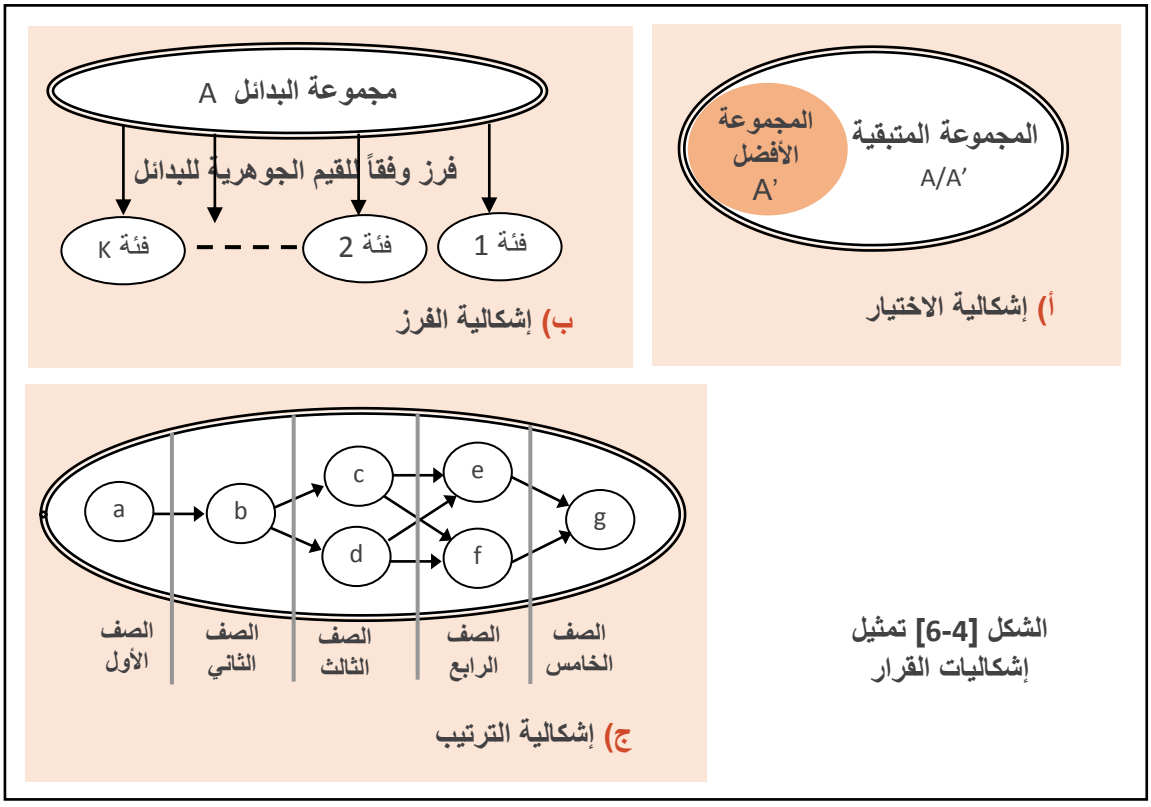
i. اختيار أول عنوان من الصف الأول في الترتيب،
ii. حذف جميع العناوين التي تتشابه مع العنوان الأول أو يبدو انتقاءها غير منسجم معه،
iii. اختيار عنوان آخر من الصف الأول والذي يحوي عنصر واحد على الأقل غير محذوف،
iv. حذف جميع العناوين التي تتشابه أو غير منسجمة مع العنوان الأخير الذي تم انتقاءه في (iii)،
v. تكرار هذه العملية أي المراحل (iii ، iv) حتى تتحقق شروط التوقف.
vi. شروط التوقف: التوقف عن انتقاء عناوين جديدة عندما نصل إلى حدود القيود المفروضة.

4.3. اختيار الإشكالية:

لا يُفرض اختيار الإشكالية بشكل تلقائي بل يتعلق بالهدف من القرار من جهة وبمنظور مهندس الدراسة لمعالجة المشكلة، فقد توافق إما اختيار إحدى الإشكاليات المرجعية أو تركيبة منها حتى دون الفصل فيما بينها بشكل صريح. ومع ذلك لا بد من وضع بعض العوامل المساعدة على اختيارها وتبريرها.

- في مقدمتها، الهدف من القرار.
- عوامل متعلقة بالوصول إلى المعلومات.
- عوامل متعلقة بدور وبمواقف الأطراف الفاعلة.
- عوامل متعلقة بحدود ومدى مرحلة الدراسة.

وفي نهاية هذه الفقرة، يبين الشكل [4-6] تمثيل هذه الإشكاليات الثلاث السابقة.



الشكل [4-6] تمثيل إشكاليات القرار

4. فئات نماذج البحث عن الحل:

تهدف هذه الفقرة إلى تسليط الضوء على مدى تنوع وتعقيد النماذج الممكن استخدامها في الحكم الإجمالي واتخاذ القرار النهائي، ولا يمكن الجزم بأفضلية نموذج على آخر إلا من خلال تلبيته للهدف من تطبيقه، أو أهمية الظاهرة المدروسة، أو توفر البيانات المناسبة، أو حتى اكتمال الإطار النظري للنموذج، لا تتضمن نماذج القرار التقنيات الموجهة لتوصيف ظواهر السلوك ومتغيراته كالإحصاء الوصفي أو التحليل متعدد الأبعاد أو غيرها من تقنيات التوصيف، وبالتأكيد يُمكن الاستفادة من تقنيات التوصيف في جميع مراحل صناعة القرار، لكن لن نتعرض لها في المقرر الحالي كونها مأخوذة بالاعتبار في مقررات أخرى، ولسبب جوهري أنها غير موجهة للاستنتاج إذ أن الهدف الأساسي من نماذج القرار هو إصدار حكم أو استنتاج وليس توصيف فقط.

يمكن تصنيف النماذج المساعدة في صناعة القرار ضمن ثلاث فئات رئيسية وفقاً لطبيعة التابع المستخدم في تجميع التقييمات الجزئية والحكم الإجمالي لاتخاذ القرار، كما يلي:

- **الفئة الأولى:** نماذج وحيدة المعيار Mono-criterion Models،
- **الفئة الثانية:** نماذج متعددة المعايير Multiple Criteria Models،
- **الفئة الثالثة:** نظم دعم القرارات Decision Support Systems.

1.4. نماذج وحيدة المعيار Mono-criterion Models:

وهي الأكثر انتشاراً خصوصاً في العلوم الاجتماعية، وتعتمد على مفهوم أساسي ألا وهو أن المفاضلة الإجمالية بين البدائل تتم وفق التقييمات النهائية الناتجة عن نموذج تجميع التقييمات الجزئية بحيث يكون لكل بديل تقييم إجمالي واحد فقط Score (لذلك ندعوها وحيدة المعيار)، وتتراوح درجة تعقيدها بين النماذج "الحدسية" البسيطة رياضياً وبين النماذج الاحتمالية المعقدة كما هو مبين أدناه.

- **نماذج ذات طابع وصفي** مثل بعض الاستكشافات البسيطة heuristics يلجأ إليها متخذ القرار استناداً إلى إدراكه للمخاطر ونزعته للتفاؤل أو للتشاؤم، أو طرق وصفية أكثر تعقيداً مثل استبعاد (إضافة) البدائل غير المناسبة (المناسبة) بشكل تدريجي إلى أن يحصل على بديل يعتبره مقبولاً، كما يمكن المفاضلة بين البدائل وفق آلية مشابهة للبحث عن كلمة في القاموس Lexicographic. تُستخدم هذه النماذج عادةً في مراحل استكشاف المشكلة والتعرف على البدائل المتاحة ومقارنة أولية فيما بينها، أو استخدام مخرجاتها كمدخلات لأنماط أخرى من النماذج أكثر تعقيداً بهدف زيادة فعاليتها، وسنتعرف في الفصل الخامس على أهم هذه النماذج.
- **نماذج المنفعة وتفرعاتها**، واستخدام مفاهيم الاحتمالات الشرطية ونظرية بايز بالاستعانة بشجرات القرار لتحديد هيكلية البدائل وتقييماتها مع تقدير احتمال التقييمات التي يمكن أن تأخذها، وسنرى هذه الفئة بالتفصيل في الفصلين السادس والسابع.
- **نماذج بحوث العمليات** التي تعتمد مفاهيم الأمثلية أو التأويج Optimization ضمن هذه الفئة (Keeney & Raiffa, 1976؛ كولو، 1998)، وذلك للمساعدة في صياغة مشكلة القرار أو في حلّها؛ وقد نالت هذه الفئة الكثير من الاهتمام وأثبتت نجاحاً كبيراً خصوصاً في الحالات التي يكون تدخل الإنسان فيها ضعيفاً نظراً لصعوبة التعبير عن قيوده وتفضيلاته، ولن نتعرض لهذه المجموعة من النماذج ضمن هذا المقرر كونها مأخوذة بالاعتبار في مقررات أخرى.
- **نماذج الإحصاء القراري Decisional Statistics** التي تهدف إلى تعميم الخصائص المستنتجة من دراسة العينة على المجتمع وتقرير قبول أو رفض فرضيات موضوعة مسبقاً، ومن أهمه: تقدير المتوسط Estimation Problem، أو التحقق من فرضية ما Testing Problem، أو طرق القياس الاقتصادي Econometric Methods، ولن نتعرض لهذه المجموعة من النماذج في المقرر الحالي كونها مأخوذة بالاعتبار في مقررات أخرى.

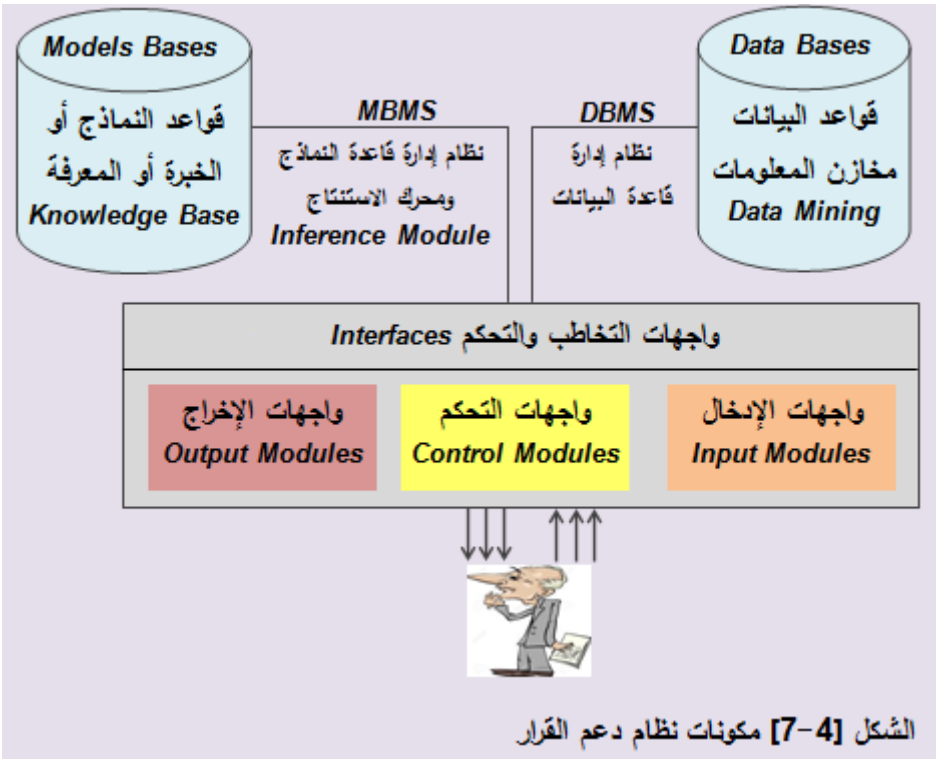
2.4. نماذج متعددة المعايير Multiple Criteria Models:

تستند إلى مفهوم المقارنة الثنائية بين البدائل دون أية فرضيات أو قيود مسبقة على تفضيلات متخذ القرار؛ حيث يتم المفاضلة بين البديلين حسب المعلومات المتوفرة عن تقييم البدائل وأوزان المعايير، وذلك بتقدير حجم الموافقة (مفهوم التوافق Concordance) والمعارضة (مفهوم المعارضة Discordance) لكل من البديلين عبر علاقة ثنائية تقيس شدة أولوية Outranking كل بديل في مقابل الآخر (Roy et al., 2013). يمكن لهذه الفئة من النماذج استخدام تقييمات من مختلف الأنماط (وصفية، كمية، ترتيب)، نظراً لأن المقارنات الثنائية تتطلب كماً كبيراً من الحسابات فإن استخدامها يكون فعالاً عندما يكون عدد البدائل قليلاً أو استخدام نظم معلوماتية مساعدة، كما سنرى في الفصل الثامن المفاهيم الأساسية لهذه الفئة من النماذج.

3.4. نظم دعم القرار Decision Support Systems:

تعتمد على تصميم نظم برمجية خاصة تساعد في حل مشكلة محددة؛ وهي تختلف جوهرياً عن الفئتين السابقتين كونها لا تعتمد نماذج صريحة للتفضيلات، بل يتم بناء نموذج التفضيلات تدريجياً عبر مفهوم التفاعلية Interactivity بين متخذ القرار الذي يعطي أجوبة على أسئلة النظام الذي بدوره يستثمرها لاستنتاج تفضيلات أخرى، يجري تدريجياً تكرار حلقة الأسئلة والأجوبة إلى أن يتم التوصل إلى البديل الأنسب حيث تُصبح منظومة الخبرات والأحكام جزءاً من عملية بناء النموذج، لذلك ندعوها أحياناً بالنظم الخبيرة Expert Systems (Spraque & Carlson, 1982)؛ ويمكن تصميم نظم موجهة لنمط محدد من المشكلات وليس لمشكلة بعينها، وفي هذه الحالة يتم برمجة عدة نماذج حيث يقوم متخذ القرار بمقارنة حلول هذه النماذج.

يتكون عادةً نظام دعم القرار من قاعدة بيانات Database ومن قاعدة معرفية Knowledge Base (نماذج، قواعد حكم)، ومن خوارزمية أو برنامج للإستنتاج بالإضافة إلى واجهة تخاطب ملائمة، كما هو مبين في الشكل [4–7]، وقد أصبحت مثل هذه النظم منتشرة بكثرة في مجالات عديدة بعد التطورات الكبيرة في تكنولوجيا المعلومات وتقانات الذكاء الصنعي. ولن نتعرض لهذه الفئة من النماذج في المقرر الحالي كونها مأخوذة في مقررات أخرى، كما أنها تتطلب معارف إضافية في مجال علوم المعلوماتية والذكاء الصنعي.



الشكل [4–7] مكونات نظام دعم القرار

أسئلة صح / خطأ True/False:

	السؤال	صح	خطأ
1	لحل مشكلة القرار، غالباً ما يكفي تعريف البدائل والمعايير		✓
2	يُقصد بنموذج التفضيلات الإجمالية تجميع تفضيلات متخذ القرار الجزئية وفق المعايير	✓	
3	يُنظر إلى تقييمات البدائل وفق المعايير كأحكام جزئية لمتخذ القرار	✓	
4	يُصدر متخذ القرار أحكامه للمفاضلة بين البدائل بناءً على خصائص وتقييم هذه البدائل	✓	
5	لا يمكن إيجاد مستويات من التفضيل إلا مستويين اثنين فقط		✓
6	أحد أهم أسباب عدم القدرة على التفضيل بين بديلين هو نقص المعلومات	✓	
7	يمكن إيجاد أربع حالات تفضيل على الأقل بين البديلين	✓	
8	يمكن دوماً إسناد حالتي تفضيل اثنتين على الأقل بين بديلين محددين		✓
9	يُوضع نموذج تفضيلات لمتخذ القرار بناءً على المعلومات المتوفرة ومنظومة أحكامه وقيمه	✓	
10	تتمتع جميع علاقات التفضيل بخاصيتي التعدي والتناظر		✓
11	هناك دوماً حالتين فقط تنتج عن المقارنة بين أي بديلين هما التكافؤ والتفضيل		✓
12	تترجم حالة اللامقارنة رفض متخذ القرار اتخاذ موقف على مستوى نمذجة التفضيلات	✓	
13	تُمثل صفوف التكافؤ نموذج تفضيلات من علاقة واحدة فقط	✓	
14	تمثل علاقة الأكبر أو يساوي ≤ نموذج تفضيلات إجمالي بعلاقتي تفضيل	✓	
15	تتمثل مشكلات القرار دوماً في حالة إيجاد البديل الأمثل		✓
16	يُقصد بإشكالية الاختيار انتقاء أفضل البدائل وقد يكون واحداً أو أكثر	✓	
17	تؤدي إشكالية الترتيب دوماً إلى ترتيب تام لجميع البدائل		✓
18	تؤدي إشكالية التصنيف إلى ترتيب البدائل واختيار الأفضل		✓
19	تصنف نماذج البحث عن الحل النهائي حسب طبيعة التابع المستخدم في تجميع التقييمات الجزئية والحكم الإجمالي	✓	
20	تُعتبر نماذج القرار متعددة المعايير حالة خاصة من نماذج وحيدة المعيار		✓
21	تعتمد نظم دعم القرار نماذج صريحة للتفضيلات دون استخدام المعلوماتية		✓
22	تعتمد نظم دعم القرارات مفهوم وتقنيات التفاعلية Interactivity لحل مشكلة القرار	✓	

أسئلة خيارات متعددة Multiple Choices

1. لكي نتمكن من إصدار حكم تفضيل إجمالي بين بديلين، لا بد من توفر:

أ. تقييمات البدائل

ب. تفضيلات متخذ القرار

ج. إجرائية أو طريقة للحكم الإجمالي

د. جميع الأجوبة صحيحة

2. حالتي التفضيل الأكثر انتشاراً بين بديلين هي:

أ. التكافؤ والتفضيل الأكيد

ب. الأكبر والأصغر

ج. اللامقارنة والتفضيل الضعيف

د. جميع الأجوبة خاطئة

3. عند عدم القدرة على الحسم بتفضيل أكيد لأحد البديلين أو بالتكافؤ بينهما، يكون لدينا حالة:

أ. تفضيل ولامقارنة

ب. اللامقارنة

ج. التفضيل الضعيف

د. جميع الأجوبة خاطئة

4. بالإضافة إلى حالتي التكافؤ والتفضيل الأكيد، يمكن الحصول على حالتين أخريتين لدى المقارنة بين أي بديلين بشكلٍ إجمالي، هما:

أ. التكافؤ واللامقارنة

ب. الأكبر والأصغر

ج. اللامقارنة والتفضيل الضعيف

د. جميع الأجوبة خاطئة

5. تؤدي علاقات التفضيل الأساسية إلى نمذجة تفضيلات القرار الإجمالية كما يلي:

أ. بعلاقة واحدة

ب. بعلاقتين

ج. بثلاثة علاقات أو أكثر

د. جميع الأجوبة صحيحة

6. يمكن الحصول بنتيجة ترتيب البدائل بشكل إجمالي على عدة أنماط من الترتيب هي:

أ. ترتيب كلي، وترتيب بشبه تام، وترتيب جزئي

ب. المساواة، والأكبر، والأصغر

ج. التكافؤ، والتفضيل، واللامقارنة

د. جميع الأجوبة خاطئة

7. يمكن تصنيف أي مسألة قرار ضمن إطار إحدى الإشكاليات الثلاث الآتية:

أ. الاختيار، والأمثلية، والانتقاء

ب. التكافؤ، والتفضيل، واللامقارنة

ج. الاختيار، والترتيب، والتصنيف

د. جميع الأجوبة خاطئة

8. في إشكالية الاختيار، يُنظر إلى كل بديل لم يتم اختياره على:

أ. أن هناك بديل في المجموعة المنتقاة أفضل منه

ب. أن هناك بديل في المجموعة المنتقاة يساويه

ج. على أنه أسوأ البدائل ولا يجب انتقاءه

د. جميع الأجوبة خاطئة

9. في إشكالية التصنيف، يجب فرز كل بديل بناءً على تقييماته إلى:

أ. كل من الفئات بعد ترتيبها

ب. فئة واحدة وواحدة فقط

ج. إلى فئتين على الأقل ثم حذفه

د. جميع الأجوبة خاطئة

10. في إشكالية الترتيب، يتم ترتيب البدائل تصاعدياً أو تنازلياً حسب:

أ. تموضعها بالنسبة للمعايير والفئات

ب. لا يمكن ترتيبها أصلاً بل يجب اختيار الأفضل

ج. تموضعها بالنسبة لبعضها البعض

د. جميع الأجوبة خاطئة

11. أهم العوامل المساعدة على اختيار الإشكالية ما يلي:

أ. الهدف من القرار

ب. دور ومواقف أطراف القرار الفاعلة

ج. حدود ومدى مرحلة الدراسة

د. جميع الأجوبة صحيحة

12. تُصنف النماذج المساعدة في صناعة القرار حسب طبيعة:

أ. التابع المستخدم في تجميع التقييمات الجزئية

ب. البدائل إذا كانت كلية أو جزئية

ج. المعايير إذا كانت وصفية أو كمية

د. جميع الأجوبة خاطئة

13. صنف نماذج الحكم الإجمالي في ثلاث فئات هي:

أ. وحيدة المعيار، ومتعددة المعايير ونظم دعم القرار

ب. كلية، وجزئية، وفرعية

ج. مستمرة، متقطة، ومجالات

د. جميع الأجوبة خاطئة

14. تُصنف نماذج المنفعة وتفرعاتها ضمن فئة النماذج:

أ. متعددة المعايير

ب. نظم دعم القرار

ج. وحيدة المعيار

د. جميع الأجوبة خاطئة

15. تُصنف نماذج المتعددة المعايير على مفهومي:

أ. الموافقة والمعارضة

ب. المنفعة وشجرة القرارات

ج. التفاعلية والمنفعة

د. جميع الأجوبة خاطئة

رقم السؤال	الإجابة الصحيحة
1	د
2	أ
3	ج
4	ج
5	د
6	أ
7	ج
8	أ
9	ب
10	ج
11	د
12	أ
13	أ
14	ج
15	أ

أسئلة \ قضايا للمناقشة:

السؤال (1) حالات التفضيل.

1. اشرح بإيجاز حالات التفضيل الأربعة.
2. ما هي مبررات إدخال حالتي اللامقارنة بين حالات التفضيل؟
3. ما هي مبررات إدخال حالة التفضيل الضعيف بين حالات المقارنة.
4. ما هي الشروط الواجب توفرها لاعتبار نموذج التفضيلات كاملاً؟

{مدة الإجابة: 30 دقيقة. الدرجات من 100: 40. (توجيه للإجابة: الفقرة 4-1-2)}

السؤال (2) نماذج علاقات التفضيل الإجمالية.

1. ما هو المقصود بنموذج تفضيلات إجمالي من علاقة واحدة فقط؟ وأعط مثالاً عنه.
2. ما هو المقصود بنموذج تفضيلات إجمالي من علاقتين اثنتين فقط؟ وأعط مثالاً عنه.

{مدة الإجابة: 20 دقيقة. الدرجات من 100: 30. (توجيه للإجابة: الفقرة 4-2)}

السؤال (3) إشكاليات القرار.

1. اشرح بإيجاز الإشكاليات الثلاث للقرار: الاختيار، الترتيب، والتصنيف.
2. ما هو الفرق بين إشكاليتي الترتيب والتصنيف.
3. وضح بالرسم تمثيل كل من هذه الإشكاليات.
4. ما هي أهم العوامل المساعدة على اختيار الإشكالية؟

{مدة الإجابة: 40 دقيقة. الدرجات من 100: 50. (توجيه للإجابة: الفقرة 4-3)}

السؤال (4) فئات نماذج البحث عن الحل.

1. ما هو المبدأ المعتمد في تصنيف نماذج الحكم الإجمالي والبحث عن الحل النهائي؟
2. اشرح إيجاز الفئات الثلاث لنماذج البحث عن الحل.
3. برأيك، لماذا تتمتع الفئة الأولى من النماذج بانتشار واسع؟

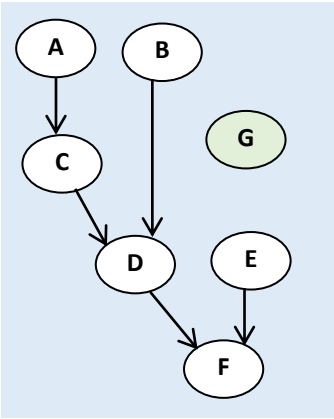
{مدة الإجابة: 30 دقيقة. الدرجات من 100: 30. (توجيه للإجابة: الفقرة 4-4)}

القضية الأولى: هل أنا في الترتيب الأول ؟!

ليكن لدينا مخطط علاقات التفضيل الأكيد المرفق لمجموعة من البدائل،

حيث السهم يعني علاقة تفضيل أكيد متعدية. لنحاول تطبيق قاعدتين في الترتيب

فنحصل على ترتيبين كما هو مبين في الجدول.



	قاعدة (1) لا يوجد بديل أفضل منه	قاعدة (2) عدد البدائل حيث البديل أفضل منها
المرتبة الأولى	G ، E ، B ، A	A فقط
المرتبة الثانية	C فقط	C ، B
المرتبة الثالثة	D فقط	E ، D
المرتبة الرابعة	F فقط	G ، F

حاول مناقشة حالة كل من البديلين G و E. حسب القاعدة الأولى: البديل G يأتي في المرتبة الأولى، وحسب الثانية يأتي في المرتبة الأخيرة !

المراجع المستخدمة في الفصل الرابع:

1. عبود، طلال. (2014). نظرية القرارات. نوطة تدريسية لطلاب المعهد العالي لإدارة الأعمال (غير منشور)، دمشق، سورية.
2. عبود، طلال. (1997). مفهوم نظم دعم القرارات. مجلة المعلوماتي، حزيران 1997، دمشق، سورية.
3. عبود، طلال؛ علي، حسين. (1998). الدراسات والبحوث التسويقية. دار الرضا للنشر، دمشق، سورية.
4. كولو، أديب. (1998). بحوث العمليات: التقنيات الكمية في الإدارة. مطبعة طربين، دمشق، سورية.
5. Bouyssou, D., Marchant, Th., Pirlot, M, Tsoukias, A., & Vincke, Ph. (2006). Evaluation and Decision Models with Multiple Criteria Stepping stones for the analyst. LAMSADE, Universite Paris-Dauphine, France.
6. Keeney, R. & Raiffa, H. (1976). Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs. John Wiley, New York.
7. Saaty T.L. (1980). The Analytical Hierarchy Process. Mc-Graw Hill eds, NY.
8. Roy, B.; Rui-Figueira J.; Grego, S.; Slowinski, R. (2013). An Overview of ELECTRE Methods and their Recent Extensions. Journal of Multi-Criteria Decision Analysis, Vol. 20, pp. 61-85.
9. Roy, B. (1996). Multicriteria Methdodology for Decision Aiding. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
10. Roy, Bernard. (1985). Méthodologie multicritère d'aide à la décision. Economica, Paris, France.
11. Spraque, R.H. & Carlson, J.D. (1982). Building Effective DSS. Prentice-Hall, INC. New-York.

الفصل الخامس:
النماذج البسيطة في اتخاذ القرارات
Simple Models for Decision Making

كلمات مفتاحية:

الأرجحية Likelihood، الندم على الفرص الضائعة Regret، الحسنات والمساوئ Pros and Cons، القاموسية Lexicographic، الحذف والإضافة Conjunctive and Disjunctive، القيمة المتوقعة Expected Value.

ملخص الفصل:

يُعالج هذا الفصل بعض الطرق المُستندة إلى الحدس والسلوك المنطقي نظراً لانتشارها وسهولة استخدامها دون الحاجة لأية معارف نظرية أو تقنيات رياضية محددة، وتُعتبر مقدمة لطرق أكثر تعقيداً. حيث نستعرض نماذج مستندة إلى الحدس وأخرى ذات طابع وصفي وأخرى مستندة إلى القيمة المتوقعة مع استخدام مُبسط لمفاهيم الاحتمالات، وحساب القيمة المتوقعة للمعلومات الأكيدة.

المخرجات والأهداف التعليمية:

- توجيه الطلبة لأهمية الأفكار البسيطة في استكشاف فضاء مشكلة القرار
- التمكن من تطبيق بعض النماذج المستندة إلى التفكير الطبيعي
- استيعاب الطلبة لأهمية النماذج الوصفية وكثرة تطبيقاتها
- التمكن من حساب القيمة المتوقعة للقرار وقيمة المعلومات

مخطط الفصل:

1. نموذج الأرجحية Equal Likelihood Model.
2. النموذج التشاؤمي Pessimistic Model (MaxMin).
3. النموذج التفاؤلي Optimistic Model (MaxMax).
4. نموذج تجنب الندم على الفرص الضائعة MinMax Model.
5. نموذج تحليل الحسنات والمساوئ Pros and Cons Analysis.
6. نموذج القاموس Lexicographic Model.
7. نماذج الحذف والإضافة Conjunctive and Disjunctive Models.
8. نموذج القيمة المتوقعة Expected Value Model.

مقدمة:

تأتي أهمية تناول هذه الطرق من كونها تستند إلى الحدس والتفكير المنطقي وإلى سهولة استخدامها دون الحاجة لأية معارف نظرية أو تقنيات رياضية محددة، حيث سنبدأ باستعراض النماذج حسب درجة تعقيدها، مع الإشارة إلى أن هناك الكثير من هذا النمط من النماذج لا مجال لاستعراضها جميعاً، ولكنها تُعطي بعض الأفكار للطلبة وحثهم على ابتكار والبحث عن نماذج مماثلة.

1. نموذج الأرجحية Equal Likelihood Model:

نعتبر وفق هذا النموذج أن هناك نقص كبير في المعلومات وبالتالي بأنّ جميع حالات الطبيعية States of Nature أو المنافسة لها نفس إمكانية الحدوث، حيث يجري حساب التقييم الإجمالي لكل بديل كمتوسط لتقييمات البديل، ثم مقارنة المتوسطات الناتجة، واختيار البديل ذو المتوسط الأكبر.

إذا كان لدينا مجموعة من البدائل A_i حيث $i=1, 2, 3, \ldots, I$ ومجموعة من حالات الطبيعة S_j حيث $j=1, 2, 3, \ldots J$، وليكن a_{ij} الربح المتوقع للبديل i وفق حالة الطبيعة j، فإن:

القيمة المتوقعة لكل بديل A_i تُحسب كمتوسط لتقييماتها: $EV(A_i) = \frac{\sum_{j=1}^{J} a_{ij}}{J}$.

وتكون القيمة المتوقعة للبديل الأفضل $EV = Max_{i=1}^{I}(EV(A_i))$، فيكون البديل الأفضل هو البديل المقابل لهذه القيمة.

مثال (5-1).

ليكن لدينا الجدول الآتي [5-1] لثلاث بدائل وأربع حالات ممكنة، حيث تمثل القيم في الجدول الأرباح المتوقعة (بآلاف الدولار) لكل بديل في حال تحقق أي من حالات الطبيعة الأربعة.

الجدول [5-1] تطبيق نموذج الأرجحية

حالات الطبيعة البدائل	S1 طلب قليل	S2 طلب متواضع	S3 طلب كبير	S4 طلب هائل	متوسط الربح المتوقع EV
A1 بناء مصنع صغير	20	20	20	20	20
A2 بناء مصنع متوسط	0	40	60	60	40
A3 بناء مصنع كبير	30-	30	60	120	45

القيمة المتوقعة للبديل الأول: $$EV(A1) = \frac{20 + 20 + 20 + 20}{4} = 20$$

القيمة المتوقعة للبديل الثاني: $$EV(A2) = \frac{0 + 40 + 60 + 60}{4} = 40$$

القيمة المتوقعة للبديل الثالث: $$EV(A3) = \frac{-30 + 30 + 60 + 120}{4} = 45$$

القيمة المتوقعة للبديل الأفضل EV=Max(20, 40, 45)=45، وهي القيمة المتوقعة للبديل A3 أي بناء مصنع كبير هو البديل الأفضل.

تجدر الإشارة إلى أنّ الخسارة قد تكون كبيرة في حال الاختيار فعلياً للبديل A3 وجاء الطلب قليل (تساوي −30) وبالتالي فإن عوامل المخاطرة غير مأخوذة بالاعتبار.

لا يعني حساب متوسط الربح المتوقع أننا سنرى القيمة الناتجة تتحقق لدى اختيار البديل الموافق لها، بل هي قيمة حسابية (وهمية) تُستخدم للمفاضلة بين البدائل، ففي المثال أعلاه، اختيار البديل الثالث يعني أن إحدى القيمة الأربعة: −30، 30، 60، 120 هي التي ستتحقق حسب حالات الطبيعة وليس قيمة المتوسط 45 التي ليست أصلاً بين القيم السابقة.

يعود استخدام هذا النموذج لبساطته وسهولة التعامل به، لكن يعاني من ضعف شديد باعتباره يقوم بتعويض خسارة كبيرة في إحدى الحالات على حساب الحالات الأخرى، كما يبين الجدول الآتي (5−2)، نلاحظ أن جميع البدائل متكافئة فجميعها لها نفس الربح المتوقع 25، في حين لا نعتقد أنها متكافئة من وجهة نظر الكثيرين، ويعود السبب كما أشرنا إلى التعويض بين القيم الصغيرة والقيم الكبيرة، وهذه الظاهرة عامة لجميع النماذج المدعوة وحيدة معيار أي التي يتم مقارنة البدائل وفق قيم تنتج عن مفاهيم الجمع سواء كان مثقل أو غير مثقل، وقد يكون هذا النمط من النماذج مفيداً عندما تكون التقييمات متقاربة حيث التعويض فيما بينها يكون بحده الأدنى.

الجدول [5−2] نقطة الضعف الجوهرية في نموذج الأرجحية

حالات الطبيعة البدائل	S1	S2	S3	S4	الربح المتوقع
A1	100	0	0	0	25
A2	25	25	25	25	25
A3	100 −	100	100	0	25
A4	500 −	500	25	25	25

2. النموذج التشاؤمي (MaxMin) Pessimistic Model:

كما يُشير العنوان، فالغاية من هذا النموذج هو تجنّب الحالة الأسوأ، نفترض هنا أيضاً عدم توفر معلومات كافية عن احتمالات وقوع حالات الطبيعة. ويحسب على النحو الآتي:

1. تحديد الربح الأقل لكل بديل.
2. ثم تحديد أكبر القيم الناتجة.
3. اختيار البديل المقابل لها.

إذا كان لدينا مجموعة من البدائل A_i حيث I ,..., 3, 2, 1=i ومجموعة من حالات الطبيعة S_j حيث J ,..., 3, 2, 1=j، وليكن a_{ij} الربح المتوقع للبديل i وفق حالة الطبيعة j، فإن:

القيمة المتوقعة لكل بديل A_i تُحسب الشكل الآتي: $EV(A_i) = Min_{j=1}^{J}(a_{ij})$.

وتكون القيمة المتوقعة للبديل الأفضل $EV = Max_{i=1}^{I}(EV(Ai))$ ويكون البديل الأفضل هو البديل المقابل لهذه القيمة، لذلك يدعى بعض الأحيان MaxMin أي أكبر أصغر القيم المتوقعة.

مثال (5-2). نفس الجدول في المثال السابق [5-1].

الجدول [5-3] تطبيق النموذج التشاؤمي

حالات الطبيعةالبدائل	S1 طلب قليل	S2 طلب متواضع	S3 طلب كبير	S4 طلب هائل	أقل ربح ممكن
A1 بناء مصنع صغير	20	20	20	20	20
A2 بناء مصنع متوسط	0	40	60	60	0
A3 بناء مصنع كبير	30-	30	60	120	30-

الربح المتوقع الأقل للبديل الأول: EV(A1)=Min{20, 20, 20, 20}=20

الربح المتوقع الأقل للبديل الثاني: EV(A2)=Min{0, 40, 60, 60}=0

الربح المتوقع الأقل للبديل الأول: EV(A3)=Min{-30, 30, 60, 120}=-30

أكبر القيم الناتجة: EV = Max(20, 0, -30) = 20

وبالتالي فإن أكبر ربح متوقع 20 يقابل البديل A_1 أي بناء مصنع صغير، وهو البديل الأفضل.

يعاني النموذج أيضاً من نقطة ضعف جوهرية كما يبين الجدول الآتي [5-4]، لنأخذ نفس المثال السابق مع تغيير طفيف في القيم:

الجدول [5-4] نقطة الضعف الجوهرية في النموذج التشاؤمي					
حالات الطبيعة البدائل	S1	S2	S3	S4	أقل ربح ممكن
A1	0	1000	1000	1000	0
A2	0	100	100	100	0
A3	0	10	10	10	0

نلاحظ أن أقل ربح ممكن للبدائل الثلاثة هو صفر، وبالتالي وبالتالي فإن أكبر ربح متوقع هو صفر أيضاً ويقابل أي من البدائل الثلاثة، وبالتالي يمكن اختيار أي منها دون تمييز، لكن من الواضح أنه يصعب القبول بأنها متكافئة!

3. النموذج التفاؤلي (MaxMax) Optimistic Model:

على عكس مفهوم النموذج السابق التشاؤمي حيث يتم تحديد الربح الأكبر لكل بديل، ثم تحديد أكبر القيم الناتجة، واختيار القيمة الأكبر. أي هناك الكثير من التفاؤل وبالتالي يمكن أن تكون الخسارة كبيرة جداً في هذه الحالة، لذلك ندعوه أيضاً بمعيار المقامرة Gambler.

إذا كان لدينا مجموعة من البدائل A_i حيث I ,..., 3, 2, 1=i ومجموعة من حالات الطبيعة S_j حيث J ,..., 3, 2, 1=j، وليكن a_{ij} الربح المتوقع للبديل i وفق حالة الطبيعة j، فإن:

القيمة المتوقعة لكل بديل A_i تُحسب الشكل الآتي: $EV(A_i) = Max_{j=1}^{J}(a_{ij})$.

وتكون القيمة المتوقعة للبديل الأفضل $EV = Max_{i=1}^{I}(EV(Ai))$ ويكون البديل الأفضل هو البديل المقابل لهذه القيمة، لذلك يدعى بعض الأحيان MaxMax أي أكبر أكبر القيم المتوقعة.

مثال (5-3). نفس الجدول في المثال السابق [5-1].

الجدول [5-5] تطبيق النموذج التفاؤلي					
حالات الطبيعة البدائل	S1 طلب قليل	S2 طلب متواضع	S3 طلب كبير	S4 طلب هائل	أكبر ربح ممكن
A1 بناء مصنع صغير	20	20	20	20	20
A2 بناء مصنع متوسط	0	40	60	60	60
A3 بناء مصنع كبير	30-	30	60	120	120

الربح المتوقع الأقل للبديل الأول: EV(A1)=Max{20, 20, 20, 20}=20

الربح المتوقع الأقل للبديل الثاني: EV(A2)=Max{0, 40, 60, 60}=60

الربح المتوقع الأقل للبديل الأول: EV(A3)=Max{-30, 30, 60, 120}=120

أكبر القيم الناتجة: EV = Max(20,60, 120) = 120

وبالتالي فإن أكبر ربح متوقع 120 يقابل البديل A_3 أي بناء مصنع كبير، وهو البديل الأفضل.
يعاني النموذج أيضاً من نفس نقطة ضعف النموذج التشاؤمي كما يبين الجدول الآتي [5-6]، لنأخذ نفس المثال السابق مع تغيير في القيم:

الجدول [5-6] نقطة الضعف الجوهرية في النموذج التفاؤلي

حالات الطبيعة / البدائل	S1	S2	S3	S4	أكبر ربح ممكن
A1	1000	1000	1000	1000	1000
A2	100	100	100	1000	1000
A3	10	10	10	1000	1000

نلاحظ أن أكبر ربح ممكن للبدائل الثلاثة هو 1000، وإن أكبر ربح متوقع هو 1000 أيضاً ويقابل أي من البدائل الثلاثة، وبالتالي يمكن اختيار أي منها دون تمييز، لكن من الواضح للعديد من متخذي القرارات اعتبارها متكافئة!

4. نموذج تجنب الندم على الفرص الضائعة MinMax Model:

الغاية من النموذج هو تجنب الخسارات الكبيرة، مع الأخذ بالاعتبار لنفس الفرضيات السابقة بعدم توفر معلومات كافية عن احتمالات وقوع حالات الطبيعة؛ يُعتبر هذا النموذج وسيط بين النموذجين التشاؤمي والتفاؤلي كمحاولة لتجاوز نقطة الضعف الجوهرية.

ليكن لدينا مجموعة من البدائل A_i حيث i=1, 2, 3, …, I ومجموعة من حالات الطبيعة S_j حيث j=1, 2, 3, …J، وليكن a_{ij} الربح المتوقع للبديل i وفق حالة الطبيعة j، حيث يتم اتباع الخطوات الآتية أثناء التطبيق الفعلي لتحديد القيمة المتوقعة والبديل الأفضل:

- تحويل جدول الأرباح إلى جدول فرص الخسارة، وذلك بطرح أكبر ربح ممكن لكل حالة من حالات الطبيعة من قيم العمود وذلك من أجل جميع الأعمدة التي تمثل $R_{ij} = a_{ij} - Max_{i=1}^{I}(a_{ij})$ حالات الطبيعة j=1, 2, 3, …, J.
- ثم نقوم بتحديد أكبر فرصة خسارة لكل بديل، وذلك لتجنبها قدر الإمكان، بمعنى ما هي أكبر خسارة ممكنة في حال عدم اختيار هذا البديل وذلك من أجل جميع البدائل $R_{max}(a_i) = Min_{j=1}^{J}(R_{ij})$ التي تمثل أسطر البدائل i=1, 2, 3, …,I.
- ثم نختار البديل الذي يقابل أقل فرص الخسارة المحسوبة في (2) أي أكبر القيم باعتبارها سالبة: $EV = Max_{i=1}^{I}(R_{max}(a_i))$، أي محاولة تجنب قيم الخسارة الأكبر.

يُدعى هذا النموذج أحياناً بنموذج الندم Regret Model.

مثال (5-4). نفس الجدول في المثال السابق [5-1].

الجدول [5-7] تطبيق نموذج تجنب الندم على الفرص الضائعة					
حالات الطبيعة البدائل	S1 طلب قليل	S2 طلب متواضع	S3 طلب كبير	S4 طلب هائل	أكبر فرصة خسارة
A1 بناء مصنع صغير	0=20-20	20-=40-20	40-=60-20	100-=120-20	100 -
A2 بناء مصنع متوسط	20-=20-0	0=40-40	0=60-60	60-=120-60	60 -
A3 بناء مصنع كبير	50-=20-30-	10-=40-30	0=60-60	0=120-120	50 -
أكبر ربح ممكن لكل حالة	20	40	60	120	

أكبر فرصة خسارة للبديل A1: $R(A1)=\text{Min}\{20-20,\ 20-40,\ 20-60,\ 20-120\}=-100$

أكبر فرصة خسارة للبديل A2: $R(A2)=\text{Min}\{0-20,\ 40-40,\ 60-60,\ 60-120\}=-60$

أكبر فرصة خسارة للبديل A3: $R(A3)=\text{Min}\{-30-20,\ 30-40,\ 60-60,\ 120-120\}=-50$

أكبر فرصة خسارة ممكنة: $EV=\text{Max}\{R(A1),\ R(A2),\ R(A3)\}=-50$ وهي القيمة المتوقعة المقابلة للبديل الثالث A3، وبالتالي نعتبر هذا البديل هو الأفضل كونه يقابل الأقل ندماً.

5. نموذج تحليل الحسنات والمساوئ Pros and Cons Analysis:

تعتبر من طرق المقارنة الوصفية حيث يتم جدولة حسنات ومساوئ كل من البدائل المطروحة، وغالباً ما يتم الاعتماد على تقييم خبراء مختصين في المجال في تحديد مساوئ وحسنات كل من البدائل، ثم يتم اختيار البديل ذو المساوئ الأقل والحسنات الأكثر؛ كما يلاحظ الحاجة في هذه الحالة إلى توضيح وتبرير الاختيار والقرار ولا يكفي تعداد الحسنات والمساوئ.

قد تكون هذه الفئة من النماذج مناسبة في حال كان عدد البدائل قليل، وكذلك لعدد محدود من المعايير، كما أنها لا تتطلب مهارات رياضية خاصة، وبالتالي يمكن استخدامها كمحاولة لاستكشاف فضاء الحلول ومقارنة أولية فيما بين البدائل.

يُمكن من حيث المبدأ البحث عن الصيغ الرياضية لهذه النماذج، لكن لا نرى ضرورة لذلك في المقرر الحالي، نظراً لتعقيدها ويمكن تطبيقها بسهولة دون اللجوء لهذه الصيغ.

مثال (5-5) استبدال سيارة.

يرغب رب العائلة باستبدال السيارة الحالية للعائلة، حيث تم التوافق على المتطلبات الآتية:

- أن تكون صناعة أمريكية
- أن تتسع لأربعة أفراد على الأقل وليس أكثر من ستة
- ألا يتجاوز السعر 28 ألف دولار
- أن تكون جديدة وصناعة السنة الجارية.

بحيث تُحقق الأهداف الآتية: أكبر راحة ممكنة، أكبر مستوى أمان ممكن، أكبر مستوى لفعالية استهلاك الوقود، وأقل استثمار ممكن. هناك عدد كبير من السيارات تحقق متطلبات العائلة، لذلك يمكن البدء بحذف مجموعات السيارات التي تتجاوز حدود المتطلبات، مثلاً حذف جميع السيارات التي ليست صناعة أمريكية، حذف السيارات الفارهة التي يتجاوز سعرها 28 ألف دولار، وهكذا. وبنتيجة عملية الحذف هذه، لنفترض بقي لدينا أربعة سيارات ندعوها A، B، C، D. كما يتم بناء المعايير استناداً إلى الأهداف الموضوعة أعلاه كما يلي:

- **الراحة:** قياسها بعدد المقاعد، والمسافة بين مؤخرة المقعد الأول ونهاية المقعد الخلفي،
- **الأمان:** قياسها بعدد النجمات المعطاة لنموذج السيارة من قبل هيئة أمان المرور الوطنية National Traffic Safety Administration Highway.
- **استهلاك الوقود:** قياسها عبر معدل استهلاك الوقود بالميل ضمن المدينة.
- **الموائمة:** يتم قياسها بمؤشر تقييم اختبارات نموذج السيارة من قبل جمعية حماية المستهلك.
- **التكلفة:** يُعبّر عنها بسعر الشراء.

تم وضع جدول تقييم نماذج السيارات المتوفرة [5–8] كما يلي:

الجدول [5–8] جدول تقييم السيارات لتطبيق تحليل الحسنات والمساوئ					
	الراحة (إنش – مقاعد)	الأمان (نجمة)	الوقود (ميل بالغالون)	الموائمة	التكلفة ($)
سيارة A	5 – 86	14	21	80	26000
سيارة B	6 – 88	17	19	70	21000
سيارة C	5 – 80	15	22	65	17000
سيارة D	6 – 89	19	21	85	24000
أهمية المعايير	الأكثر أهميةً		الأقل أهميةً		

استناداً إلى التقييمات أعلاه، تم وضع جدول الحسنات والمساوئ لكل من السيارات المتوفرة الجدول [5–9] أدناه، حيث يُمكن إجراء المحاكمة الوصفية كما يلي:

باعتبار أن السيارة D هي الأفضل وفق المعيارين الأكثر أهميةً أي الأمان والراحة، وليست أسوأ من السيارات الثلاثة المتبقية وفق المعايير الأخرى، ولديها أكبر عدد من الحسنات (4)، وبالتالي فإن البديل الأفضل هي السيارة D، كما أنها تلبي جميع متطلبات العائلة.

الجدول [5–9] جدول الحسنات والمساوئ لكل سيارة		
	الحسنات	المساوئ
سيارة A	استهلاك الوقود مقبول الموائمة بالترتيب الثاني	التكلفة هي الأعلى أقل عدد من نجمات الأمان
سيارة B	الثانية من حيث الراحة	أسوأ معدل استهلاك للوقود
سيارة C	الأقل تكلفة أفضل معدل استهلاك للوقود	الثانية من حيث نجمات الأمان مستوى الراحة سيئ الأسوأ من الموائمة
سيارة D	الأكثر أماناً الأفضل من حيث الموائمة استهلاك وقود مقبول الأفضل من حيث الراحة	

نلاحظ أن تطبيق هذه النماذج يستند بطبيعة الحال إلى نموذج تفضيلات في ذهن متخذ القرار، وإن كان من الصعب التعبير صراحةً عنه أو صياغته رياضياً، كما يُلاحظ أن التطبيق أن هناك محاكمة ذهنية تتم بشكل أو بآخر في ذهن متخذ القرار، سواء على صعيد أهمية المعايير أو التعويض بين القيم أو حتى إعادة النظر بتقييم بعض البدائل أو غيرها.

6. نموذج القاموس Lexicographic Model:

على غرار ما يتم لدى البحث عن كلمة في القاموس، البحث عن الحرف الأول فالثاني فالثالث، ... وهكذا، لذلك يُدعى بالنموذج القاموسي أو المعجمي (Chrzan, 2009)؛ ويعمل النموذج كما يلي:

- (1) ترتيب المعايير وفق الأهمية من الأكثر إلى الأقل أهميةً،
- (2) ثم ترتيب البدائل وفق المعيار الأكثر أهمية،
- (3) فإن تساوى بديلان في الترتيب بنتيجة الخطوة (2)، ننتقل إلى المفاضلة بينهما وفق المعيار التالي في الأهمية،
- (4) نكرر الخطوتين (2) و (3) حتى يتم ترتيب جميع البدائل.

يُمكن من حيث المبدأ البحث عن الصيغ الرياضية لهذه الفئة من النماذج، لكن لا نرى ضرورة لذلك في المقرر الحالي، نظراً لتعقيدها وحيث أنه يمكن تطبيق النموذج بسهولة باتباع الخطوات السابقة دون الحاجة للصيغ الرياضية.

مثال (5-6) نفس بيانات مثال استبدال سيارة [5-5].

لنفترض أن المعيار الأكثر أهميةً هو الأمان، يليه الراحة، ثم التكلفة، ثم معدل استهلاك الوقود، وأخيراً معيار الموائمة هو الأقل أهميةً. بالنظر إلى جدول تقييم السيارات الأربعة السابق [5-8]، نجد أن السيارة D هي الأفضل وفقاً للمعيار الأكثر أهميةً أي الأمان ويأخذ القيمة 19، وبالتالي نختارها.

لنفترض حالياً، وجود سيارة خامسة E لها نفس مستوى الأمان للسيارة D كما يبين الجدول [5-10]، تتم المفاضلة بين السيارات كما يلي:

باعتبار أن السيارتين E وD لهما نفس مستوى الأمان بتقييم 19 وهو المعيار الأكثر أهميةً، ننتقل للمفاضلة بينهما فقط وفق المعيار التالي في الأهمية أي معيار الراحة، فنجد أن السيارة D هي الأفضل باعتبار أن مستوى الراحة البالغ 89 أفضل من مستوى E البالغ 87 وبنفس عدد المقاعد.

الجدول [5-10] جدول تقييم السيارات لتطبيق النموذج القاموسي

	الراحة (إنش) – مقاعد	الأمان (نجمة)	الوقود (ميل بالغالون)	الموائمة	التكلفة ($)
سيارة A	5 – 86	14	21	80	26000
سيارة B	6 – 88	17	19	70	21000
سيارة C	5 – 80	15	22	65	17000
سيارة D	6 – 89	19	21	85	24000
سيارة إضافية E	6 – 87	19	22	83	25000
ترتيب أهمية المعايير	الثاني	الأول	الرابع	الخامس	الثالث

7. نماذج الحذف والإضافة Conjunctive and Disjunctive Models :

تبحث هذه الفئة من النماذج على تلبية مستويات مقبولة لتقييمات البدائل أكثر من البحث عن الحل الأمثل، ويتم تحديد هذه المستويات من قبل متخذ القرار أو مهندس القرار.

تعمل آليتي الحذف أو الإضافة كما يلي:

- في نماذج الحذف أو الاستبعاد Disjunctive، يُطلب من البديل أن يحقق عتبة معينة على معيار واحد على الأقل؛ حيث نعتبر في البدء أن جميع البدائل مقبولة، ثم يتم استبعاد كل بديل لا يُحقق العتبة لكل من المعايير التي تم تحديد عتبات من أجلها.
- في حين تطلب نماذج الإضافة Conjunctive من البديل أن يحقق عتبات دنيا على معايير محددة أو جميعها؛ حي نستبعد جميع البدائل في البدء واعتبارها غير مقبولة، ثم إضافة أو قبول كل بديل يُحقق جميع العتبات للمعايير التي تم تحديد عتبات من أجلها.

تبدو هذه النماذج مفيدة بشكل خاص كمرحلة أولية لاختيار مجموعة جزئية من البدائل لتحليل أكثر عمقاً لاحقاً، خصوصاً إذا كان عددها كبيراً، إذ ليس بالضرورة أن يتم تحديد عتبات قبول لجميع المعايير، وعادةً يؤخذ بالاعتبار المعايير الأكثر الأهمية. من الواضح أن هذه النماذج تستخدم مفاهيم الاجتماع Union في نماذج الحذف، والتقاطع Intersection في نماذج الإضافة.

مثال (5-7). نفس بيانات المثال السابق (5-6) المتعلق باستبدال سيارة.

نموذج الحذف: وضع قائمة (أو سلة) بجميع نماذج السيارات المتوفرة، ثم استبعاد كل سيارة يتجاوز سعرها 28000 $، أو ليست صناعة أمريكية، أو لا تتسع لأربعة أفراد على الأقل أو تتسع لأكثر من ستة، **أو** ليست صناعة السنة الجارية.

نموذج الإضافة: وضع قائمة بيضاء (أو سلة فارغة) ثم إضافة أية سيارة من النماذج المتوفرة في السلة التي تحقق ما يلي: ألا يتجاوز سعرها 28000 $، وصناعة أمريكية، وتتسع لأربعة أفراد على الأقل وليس أكثر من ستة، وصناعة السنة الجارية.

8. نماذج القيمة المتوقعة Expected Value Models:

في النماذج السابقة، لاحظنا عدم توفر معلومات كافية عن احتمالات وقوع حالات المنافسة أو الطبيعة، لذلك تم اللجوء إلى النماذج الوصفية أو الحدسية والتقديرات الذاتية، لكن في العديد من الحالات تكون هذه المحاكمة الوصفية غير ضرورية إذا توفرت معلومات عن احتمالات وقوع هذه الحالات، خصوصاً إذا كان لدينا إحصائيات سابقة موثوقة.

في أغلب الأحيان يتم تقدير المبالغ المالية (ربح، خسارة، إيرادات، نفقات، تدفقات، ...)[1] وحساب القيم المالية المتوقعة لكل من البدائل والمفاضلة بينها على أساس هذه القيم، لذلك تُدعى هذه النماذج بالقيمة المالية المتوقعة في بعض الأدبيات EMV: Expected Monetary Value.

1.8. نموذج الربح المتوقع الأكبر Maximum Expected Profit model:

نعتبر في هذه الحالة أنه يُمكن تقدير تقييمات البدائل مالياً، وأنه يمكن أيضاً تقدير احتمالات حالات الطبيعية، حيث نقوم بحساب التقييم الإجمالي لكل بديل كمتوسط لتقييمات البديل مثقلةً باحتمالات وقوعها، وندعوه بالقيمة المتوقعة Expected Value، ثم يتم مقارنة القيم المتوقعة الناتجة لكل من البدائل، واختيار البديل ذو القيمة المتوقعة الأكبر.

لتكن مجموعة البدائل A_i حيث I ,..., 3, 2, 1=i ومجموعة حالات الطبيعة S_j حيث J ,... 3, 2, 1=j، وليكن a_{ij} الربح المتوقع للبديل i من أجل الحالة j مع احتمال تحققها p_{ij}، فإن:

القيمة المتوقعة للبديل A_i تُحسب الشكل الآتي $EV(A_i) = \sum_{j=1}^{J} p_{ij} a_{ij}$.

وتكون القيمة المتوقعة للبديل الأفضل هي أكبر القيم المتوقعة الناتجة $EV = Max_{i=1}^{I}(EV(A_i))$ حيث نختار البديل المقابل لهذه القيمة.

نلاحظ أن هذا النموذج مشابه لنموذج الأرجحية المذكور في الفقرة (1-5) لكن باحتمالات مختلفة، ويُمكن الاستنتاج بسهولة أن نموذج الأرجحية هو حالة خاصة من هذا النموذج عندما تكون جميع احتمالات حالات الطبيعة متساوية مما يكافئ الحديث عن المتوسط الحسابي.

تجدر الإشارة إلى أن حساب القيمة المتوقعة لا يعني أننا سنراها تتحقق لدى اختيار البديل الموافق لها، بل هي قيمة حسابية تُستخدم للمفاضلة بين البدائل وقد لا تكون أصلاً بين التقييمات الفعلية للبدائل.

---

1. إن تقدير خصائص البدائل مالياً هو قضية مهمة للغاية. وننصح بالعودة دوماً للمراجع المالية، وعدم أخذ التقديرات المالية وكأنها صحيحة بالمطلق انسجاماً مع المسلمة الأولى في صناعة القرارات "الحقيقة من الدرجة الأولى".

مثال (5–8) نفس بيانات المثال السابق [5–1].

لنفترض احتمال S1 يساوي 40%، احتمال S2 يساوي 30%، احتمال S3 يساوي 20%، واحتمال S4 يساوي 10%، نقوم بحساب الربح المتوقع لكل بديل بحاصل جمع أرباح البديل بعد ضربها باحتمال وقوعها لكل من الحالات الأربعة فتصبح كما هو مبين في الجدول [5–11].

الجدول [5–11] تطبيق نموذج القيمة المتوقعة

حالات الطبيعة البدائل	S1 طلب قليل %40	S2 طلب متواضع %30	S3 طلب كبير %20	S4 طلب هائل %10	القيمة المتوقعة للربح EV
A1 بناء مصنع صغير	20	20	20	20	20
A2 بناء مصنع متوسط	0	40	60	60	30
A3 بناء مصنع كبير	30–	30	60	120	21

الربح المتوقع للبديل A1: $EMV(A1) = 20x40\%+20x30\%+20x20\%+20x10\%=20$

الربح المتوقع للبديل A2: $EMV(A2) = 0x40\%+40x30\%+60x20\%+60x10\%=30$

الربح المتوقع للبديل A3: $EMV(A3) = -30x40\%+30x30\%+60x20\%+120x10\%=21$

وبالتالي نختار البديل ذو الربح المتوقع الأكبر 30 المقابل للبديل الثاني A2 ببناء مصنع متوسط.

2.8. القيمة المتوقعة للمعلومات الأكيدة Expected Value of Perfect Information:

عندما يكون لدينا حالات احتمالية فإنه يُمكن ومن المفيد حساب القيمة المتوقعة للمعلومات الأكيدة والكاملة، حيث تسمح هذه الأخيرة لمتخذ القرار بمعرفة المبلغ الأقصى الذي يمكن دفعه مقابل الحصول على المعلومات الأكيدة، رغم استحالة تواجدها على أرض الواقع، ولكن يمكن الحصول على كم كبير من المعلومات عبر الدراسات التسويقية أو سواها (التجسس الصناعي مثلاً)، وبالتالي فإن تقدير قيمة هذه المعلومات مفيد جداً لمتخذ القرار.

يتم حساب القيمة المتوقعة للمعلومات الأكيدة EVPI كما يلي:

- حساب القيمة المتوقعة مع معلومات أكيدة أي في ظروف التأكد التام EVwPI: Expected Value with Perfect Information، وذلك بأخذ أكبر ربح ممكن لكل حالة من حالات الطبيعة S_j، ثم حساب متوسط هذه القيم مثقلةً باحتمالات الحالات: $EVwPI = \sum_{j=1}^{J} p_j Max_j(S_j)$
- ثم نطرح منها قيمة الربح المتوقع الأكبر EMV المحسوب أعلاه في الفقرة (1.8).

أي أن القيمة المتوقعة للمعلومات الأكيدة EVPI هي الفرق بين القيمة المتوقعة مع معلومات أكيدة والقيمة المتوقعة بدون معلومات: EVPI = EVwPI – EMV.

مثال (5–9) نفس بيانات المثال السابق (5–8).

قيمة الربح المتوقع EV بدون معلومات كانت تساوي 30 للبديل A_2.

حساب القيمة المتوقعة في ظروف التأكد التام EVwPI:

أكبر ربح ممكن من أجل الحالة S1 هو 20 واحتمال الحالة هو 40%

أكبر ربح ممكن من أجل الحالة S2 هو 40 واحتمال الحالة هو 30%

أكبر ربح ممكن من أجل الحالة S3 هو 60 واحتمال الحالة هو 20%

أكبر ربح ممكن من أجل الحالة S3 هو 120 واحتمال الحالة هو 10%

فتكون القيمة المتوقعة مع معلومات أكيدة EVwPI تساوي 76 كما يلي:

$$EVwPI = 20x40\%+40x30\%+60x20\%+120x10\% = 76$$

وبالتالي تكون القيمة المتوقعة للمعلومات الأكيدة EVPI تساوي 46 ألف دولار كما يلي:

$$EVPI = EVwPI - MV = 76 - 30 = 46$$

بمعنى آخر، لا يجب على متخذ القرار دفع أكثر من 46 ألف دولار لأية معلومات إضافية كونه لا يتوقع الحصول على أكثر من ذلك.

نُشير دوماً إلى مفهوم القيم المتوقعة هي فقط من أجل تقييم كل من البدائل بقيمة إجمالية واحدة والمفاضلة بين البدائل على أساس هذه القيم، وليس أنها ستتحقق فعلياً.

من أهم حسنات نماذج القيمة المتوقعة أنها سهلة الاستخدام ولا تتطلب الكثير من الموارد باستثناء رأي الخبرات لتقدير الاحتمالات وربما حالات الطبيعة الملائمة، في حين تتجاوز المساوئ مصداقية التقديرات إلى عدم القدرة على التعبير عن جميع أبعاد المشكلة بشكل مالي، مثلاً إذا كان لدينا مشكلة المفاضلة بين مشاريع استثمارية، يصعب جداً التعبير عن الأهمية الاستراتيجية أو التنموية للمشروع بشكل مالي.

9. تطبيقات:

1.9. مقارنة النماذج:

ليكن لدينا مشكلة الاختيار بين ثلاثة مشاريع استثمارية حيث تم تقدير الإيرادات بآلاف الدولارات وحالات السوق واحتمالاتها كما يبين الجدول الآتي:

حالات السوق	S1	S2	S3
احتمالاتها	% 20	% 70	% 10
مشروع P1	50 –	70	210
مشروع P2	500–	200	400
مشروع P3	25	50	100

لنطبق النماذج السابقة على هذا المثال: النموذج القاموسي، نموذج تجنب الندم على الفرص الضائعة، نموذج الأرجحية، النموذج التشاؤمي، النموذج التفاؤلي، وأخيراً نموذج القيمة المتوقعة وحساب القيمة المتوقعة للمعلومات الأكيدة لهذا النموذج.

النموذج القاموسي: حيث أن حالة الطبيعة الثانية S2 هي الأكثر أهميةً وكأننا نفترض أن هذه الحالة ستتحقق، نختار المشروع ذو الإيراد الأكبر في هذه الحالة أي المشروع الثاني P2 وبقيمة متوقعة تساوي 200 ألف $.

نموذج تجنب الندم على الفرص الضائعة، نقوم بدايةً بحساب جدول فرص الخسارة كما يلي:

حالات السوق	S1	S2	S3	أسوأ خسارة
مشروع P1	75 –	130 –	190 –	190 –
مشروع P2	525 –	0	0	525 –
مشروع P3	0	150 –	300 –	300 –

وبالتالي فإن أكبر فرصة لتجنب الندم تساوي – 190 وتقابل المشروع الأول P1، وهو المشروع الأفضل وفق هذا النموذج.

بالنسبة للنماذج الأخرى، يُفضل وضع الجدول يلخص القيم المتوقعة وفق كل من هذه النماذج:

حالات السوق	S1	S2	S3	الأرجحية	التشاؤمي	التفاؤلي	القيمة المتوقعة EV
احتمالاتها	% 20	% 70	% 10				
مشروع P1	50 −	70	210	77	50 −	210	60
مشروع P2	500 −	200	400	33	500 −	400	80
مشروع P3	25	50	100	58	25	100	50
المشروع الأفضل				P1	P3	P2	P2

حساب القيمة المتوقعة للمعومات الأكيدة EVPI:

نلاحظ أن أفضل إيراد في حال تحقق الحالة الأولى S1 يساوي 25، ويساوي 200 في حال تحقق الحالة الثانية S2، ويساوي 400 في حال تحقق الحالة الثالثة، فتكون القيمة المتوقعة مع معلومات أكيدة EVwPI تساوي 185 ألف $ (25x20% + 200x70% + 400x10% = 185).

ومن الجدول نجد أن القيمة المتوقعة EV بدون معلومات تساوي 80، وبالتالي فإن القيمة المتوقعة للمعلومات الأكيدة EVPI تساوي الفرق بينهما 105 آلاف $ (EVPI = 185 – 80 = 105).

كما نلاحظ أن كل من هذه النماذج يؤدي إلى خيار مختلف، وهي الحالة العامة إذ لا يمكن الجزم بتطابق نتائج طرق اتخاذ القرارات، وقد يكون ذلك مبرراً إذ أن كل نموذج يعتمد مفاهيم متباينة ويُقارب مفهوم المخاطر وعدم التأكد من زاوية مختلفة، وقد يُرضي ذلك أصحاب القرار إذ لا ينظر جميعهم إلى المخاطر بنفس الطريقة، وبالتالي لديهم نزعات متباينة تجاه المجازفة مما يدفعهم لاعتماد النموذج الذي يلائم نزعتهم تجاه المجازفة.

2.9. حجر النرد والقيمة المتوقعة:

سنستعرض مجموعة من حالات إلقاء حجري النرد، وتقدير القيمة المتوقعة لكل منها، حيث نجد تطبيقات مشابهة أو ألعاب اليانصيب أو حالات شراء الأسهم أو غيرها.

نموذج تابات ملونة

الحالة الأولى: ظهور أحد أرقام حجر النرد.

لنفترض عند إلقاء حجر النرد إذا ظهر الرقم (1) تدفع 10$، وإن لم يظهر أي ظهر أي من الأرقام الخمسة الأخرى تربح 5$. فهل تقبل بهذه اللعبة؟

الحالة	الربح الأكيد	الاحتمال	القيمة المتوقع EV
ظهور الرقم (1) S1	$ 10 −	0.1667 = 6/1	−10 x (1/6) = − 1.6667
عدم ظهور الرقم (1) S2	$ 5	0.8333 = 6/5	5 x (5/6) = 4.1667
القيمة المتوقعة Expected Value: 4.1667 − 1.667 = 2.5 $			

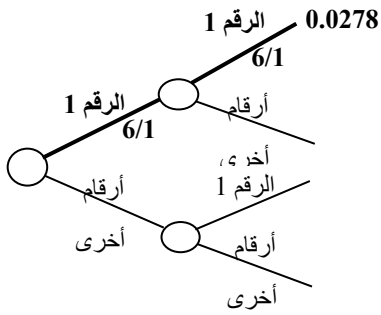
حيث أن القيمة المتوقعة موجبة، فالمنطقي قبول هذه اللعبة على المدى الطويل.

الحالة الثانية: في حال كان الربح 2$ فقط بدل 5$ إذا لم يظهر الرقم (1)، فهل تقبل اللعبة أيضاً؟

نعيد حساب القيمة المتوقعة للعبة، فنجد أنها تساوي الصفر: EV = −10 x (1/6) + 2 x (5/6) = 0، وبالتالي، لا يجب أن يكون هناك فرق بين قبول أو رفض اللعبة، فهل فعلاً سيكون سلوكنا كذلك؟ سنرى لدى الحديث عن نظرية المنفعة في الفصل السابع أن غالبية متخذي القرار يرون فرقاً.

الحالة الثالثة: إلقاء حجري نرد.

لنفترض أن الرهان على ظهور الرقم 1 لدى إلقاء حجري النرد دفعة واحدة، حيث الربح يساوي 100$ في حال ظهور الرقم 1 على الحجرين، وإلا تخسر أجرة اللعبة فقط 5$، فهل تقبل بهذه اللعبة؟



القيمة المتوقعة لظهور الرقمين = 100 x احتمال ظهورهما

احتمال ظهور الرقمين = $\frac{1}{6}x\frac{1}{6}$ = 0.0278

وبالتالي تُصبح القيمة المتوقعة لظهورهما = 2.78 $

وهذه القيمة أصغر من أجرة اللعبة، بالتالي فهي غير مربحة ولا يجب قبول اللعبة.

الحالة الرابعة: ظهور جميع الأرقام الستة بالترتيب 1، 2، 3، 4، 5، 6.

لنفترض حالياً أن الرهان على ظهور الأرقام الستة بالترتيب لدى إلقاء حجر النرد، والربح كما يلي: 1$ إذا ظهر الرقم 1 في الرمية الأول، 10$ إذا ظهر الرقم 2 في الرمية الثانية، 100$ إذا ظهر الرقم 3 في الرمية الثالثة، وهكذا يتضاعف الربح 10 مرات عن السابقة مع ظهور الرقم في ترتيبه الصحيح حتى ظهور الأرقام الستة. فهل تقبل بهذه اللعبة إذا كانت أجرتها 150$ ؟

لنضع جدولاً بحالات الأرقام وربحها واحتمالاتها والربح المتوقع لكل حالة:

الرقم	الربح $	احتمال ظهور الرقم	الربح المتوقع
1	1	$\frac{1}{6}=0.166667$	0.167
2	10	$\frac{1}{6}x\frac{1}{5}=0.033333$	0.333
3	100	$\frac{1}{6}x\frac{1}{5}x\frac{1}{4}=0.008333$	0.833
4	1.000	$\frac{1}{6}x\frac{1}{5}x\frac{1}{4}x\frac{1}{3}=0.002778$	2.778
5	10.000	$\frac{1}{6}x\frac{1}{5}x\frac{1}{4}x\frac{1}{3}x\frac{1}{2}=0.001389$	13.889
6	100.000	$\frac{1}{6}x\frac{1}{5}x\frac{1}{4}x\frac{1}{3}x\frac{1}{2}x1=0.001389$	138.889
		القيمة المتوقعة للعبة:	**$ 156.89**

نلاحظ أن القيمة المتوقعة للربح تساوي تقريباً 157$، وهي أكبر من أجرة اللعبة، وبالتالي يجب قبول اللعبة؛ لكن في الواقع، نلاحظ أن غالبية الناس لا تقبل هذه اللعبة نظراً لإدراكها منافع مختلفة لقيم الأرباح ومخاطرها (المعبر عنها باحتمالات)، وسنرى في الفصل السابع لدي الحديث عن نظرية المنفعة كيفية تقدير المنفعة المتوقعة من الأرباح والتي على الأرجح أن تختلف نتائجها عن نتائج المبالغ المالية المجردة.

الحالة الخامسة: ظهور عدد من الكرات في اليانصيب Lotto.

وهي حالة اليانصيب الوطني Lotto في العديد من الدول، حيث يكون لدينا عدد من الكرات وليكن 15 كرة، يتم سحب عدد منها وليكن 6 كرات بالتتالي (سحب دون إعادة)، وفي حال اختيار اللاعب لأرقام الكرات الستة الصحيحة يحصل على ربح كبير، وعادةً ما يكون هذا الربح نسبة من الإيرادات الكلية للعبة وبالتالي يتعلق بعدد اللاعبين كما أنه في الغالب تكون أجرة اللعبة قليلة جداً. ليكن لدينا التقديرات الآتية المبينة في الجدول لإحدى هذه الألعاب. إذا كانت أجرة اللعبة 1$ فقط، وعدد اللاعبين 100 ألف لاعب، فهل تقبل بهذه اللعبة؟

عدد الكرات الصحيحة	احتمال الحصول على الكرات الصحيحة	نسبة الربح من إجمالي الإيرادات	قيمة الربح الإجمالي	عدد الرابحين	القيمة المتوقعة للربح
1	0.0666666667	%0	0	1	0
2	0.0047619047	%0	0	1	0
3	0.0003663004	%1	1.000	1	0.36630
4	0.0000305250	%5	5.000	1	0.15263
5	0.0000027750	%10	10.000	1	0.02775
6	0.0000002775	%75	75.000	1	0.02081

بحساب القيمة المتوقعة للربح في اللعبة أي مجموع العمود الأخير نجد أنها تساوي تقريباً 0.57$، أي أنها أقل من أجرة اللعبة البالغة 1$، وبالتالي لا يجب قبولها.

تجدر الإشارة أن هذه القيمة تصبح أقل في حال وجود أكثر من رابح واحد، حيث أن الربح يتم توزيعه بالتساوي على الرابحين، أن من نسبة الأرباح المخصصة للتوزيع وليس من حصة منظم اللعبة الذي يتقاضى حسب المثال أعلاه نسبة 9% على الدوام مهما كان عدد اللاعبين.

أسئلة صح / خطأ True/False:

	السؤال	صح	خطأ
1	وفق نموذج الأرجحية، القيمة المتوقعة للبديل هو متوسط تقييماته وفق حالات الطبيعة	✓	
2	نختار البديل ذو المتوسط الأقل في نموذج الأرجحية		✓
3	يعتمد معيار الأرجحية على مفهوم التعويض بين تقييمات البديل كونه يستخدم مفهوم المتوسط الحسابي	✓	
4	القيمة المتوقعة للبديل الأفضل وفق النموذج التشاؤمي بحساب أكبر ربح لكل بديل ومن ثم أخذ أكبر القيم الناتجة		✓
5	القيمة المتوقعة للبديل الأفضل وفق النموذج التفاؤلي بحساب أكبر ربح لكل بديل ومن ثم أخذ أكبر القيم الناتجة	✓	
6	الغاية من النموذج المدعو تجنب الندم على الفرص الضائعة هو تجنب الأرباح الكبيرة		✓
7	يُعتبر نموذج تجنب الندم على الفرص الضائعة نموذجاً وسيطاً بين النموذجين التشاؤمي والتفاؤلي	✓	
8	يعتمد نموذج الحسنات والمساوئ على حساب الفرق بين عدد الحسنات وعدد المساوئ لكل بديل واختيار البديل الفرق الأكبر		✓
9	تبدو فائدة تحليل الحسنات والمساوئ واضحة لعدد قليل من البدائل ومن المعايير	✓	
10	يُفاضل النموذج القاموسي بين البدائل وفق أهمية المعايير من الأقل إلى الأكثر أهميةً		✓
11	في النموذج القاموسي، في حال تكافؤ بديلان وفق أحد المعايير ننتقل للمفاضلة بينهما وفق المعيار التالي بالأهمية	✓	
12	في نماذج الحذف، يتم قبول كل بديل لا يُحقق العتبة لكل من المعايير التي تم تحديد عتبات من أجلها بالتدرج		✓
13	في نماذج الإضافة، يتم قبول البديل الذي يُحقق جميع العتبات للمعايير التي تم تحديد عتبات من أجلها دفعة واحدة	✓	
14	تعتبر نماذج الحذف والإضافة مفيدة بشكل خاص كمرحلة أولية لاختيار مجموعة جزئية من البدائل لتحليل أكثر عمقاً لاحقاً	✓	
15	في نماذج القيمة المتوقعة، نعتبر أنه ليس لدينا معلومات عن احتمالات حالات الطبيعة		✓
16	القيمة المتوقعة لبديل ما Expected Value هو متوسط تقييمات البديل مثقلةً باحتمالاتها	✓	
17	نموذج الأرجحية هو حالة خاصة من نماذج القيمة المتوقعة حيث الاحتمالات متساوية	✓	
18	يُشير مصطلح القيمة المتوقعة إلى أن القيمة المحسوبة للبديل الأفضل ستتحقق		✓

	بالتأكيد		
19	القيمة المتوقعة مع معلومات أكيدة EVwPI هي القيمة المتوقعة في ظروف التأكد التام	✓	
20	القيمة المتوقعة للمعلومات الأكيدة EVPI هي الفرق بين القيمة المتوقعة بدون معلومات والقيمة المتوقعة مع معلومات أكيدة	✓	
21	من أهم حسنات نماذج القيمة المتوقعة أنها سهلة الاستخدام ولا تتطلب الكثير من الموارد	✓	
22	من أهم مساوئ نماذج القيمة المضافة صعوبة التعبير عن أبعاد المشكلة بشكل مالي	✓	
23	تُعتبر نماذج القيمة المتوقعة هي أفضل نماذج القرارات البسيطة على الإطلاق		✓
24	تسمح النماذج البسيطة في اتخاذ القرارات بنمذجة تامة لنزعة متخذ القرار تجاه المجازفة		✓
25	يُمكن لمتخذ القرار اعتماد أي من النماذج البسيطة للتعبير عن نزعته تجاه المجازفة		✓

أسئلة خيارات متعددة Multiple Choices:

1. لدينا التقييمات الآتية لبديل ما وفق حالات الطبيعة الثلاثة 40، 50، 60، فإن القيمة المتوقعة لهذا البديل وفق نموذج الأرجحية هي:
   - أ. 60
   - ب. 40
   - ج. 50
   - د. جميع الأجوبة خاطئة

2. ليكن لدينا ثلاثة حالات معرفة للطبيعة، وبديلان حيث تقييمات الأول 40، 50، 60، وتقييمات الثاني 0، 50، 100، بحساب القيمة المتوقعة لكل من البديلين وفق نموذج الأرجحية، نجد أن البديلان:
   - أ. الأول أفضل
   - ب. متكافئان
   - ج. الثاني أفضل
   - د. جميع الأجوبة خاطئة

3. لدينا التقييمات الآتية لبديل ما وفق حالات الطبيعة الثلاثة 40، 50، 60، فإن القيمة المتوقعة لهذا البديل وفق النموذج التشاؤمي MaxMin هي:
   - أ. 60
   - ب. 40
   - ج. 50
   - د. جميع الأجوبة خاطئة

4. ليكن لدينا ثلاثة حالات معرفة للطبيعة، وبديلان حيث تقييمات الأول 40، 50، 60، وتقييمات الثاني 0، 50، 100، بحساب القيمة المتوقعة لكل من البديلين وفق النموذج التشاؤمي، نجد أن البديلان:
   - أ. الأول أفضل
   - ب. متكافئان
   - ج. الثاني أفضل
   - د. جميع الأجوبة خاطئة

5. لدينا التقييمات الآتية لبديل ما وفق حالات الطبيعة الثلاثة 40، 50، 60، فإن القيمة المتوقعة لهذا البديل وفق النموذج التفاؤلي MaxMax هي:

أ. 60

ب. 40

ج. 50

د. جميع الأجوبة خاطئة

6. ليكن لدينا ثلاثة حالات معرفة للطبيعة، وبديلان حيث تقييمات الأول 40، 50، 60، وتقييمات الثاني 0، 50، 100، بحساب القيمة المتوقعة لكل من البديلين وفق النموذج التفاؤلي، نجد أن البديلان:

أ. الأول أفضل

ب. متكافئان

ج. الثاني أفضل

د. جميع الأجوبة خاطئة

7. لدينا أكبر فرص الخسارة لثلاثة بدائل كما يلي: – 40، – 50، – 60، فإن القيمة المتوقعة لهذا البديل وفق نموذج الندم Regret Model هي:

أ. 60

ب. 40

ج. 50

د. جميع الأجوبة خاطئة

8. لدينا أكبر فرص الخسارة لبديلين كما يلي: للأول: – 40، – 50، – 60، وللثاني: 0، – 50، – 100، فإن البديل الأفضل وفق نموذج الندم Regret Model هو:

أ. الأول أفضل

ب. متكافئان

ج. الثاني أفضل

د. جميع الأجوبة خاطئة

9. قمنا بتعداد حسنات ومساوئ بديلين، فكان عدد الحسنات للأول 10 حسنات وللثاني 20، وكان عدد المساوئ للأول 5 وللثاني 10، فإن البديل الأفضل وفق نموذج الحسنات والمساوئ هو:

أ. الأول أفضل

ب. متكافئان

ج. الثاني أفضل

د. جميع الأجوبة خاطئة

10. لدينا الدرجات الآتية لطالبين: في مقرر الاقتصاد 70 للطالب الأول و60 للطالب الثاني، وفي مقرر المحاسبة 50 للأول و90 للثاني، وفي مقرر الإدارة 60 للأول و80 للثاني، فإذا كان مقرر الاقتصاد هو الأكثر أهميةً يليه مقرر المحاسبة وأخيراً مقرر الإدارة، فإن الطالب الأفضل وفق النموذج القاموسي هو:

أ. الطالب الأول أفضل

ب. الطالبان متكافئان

ج. الطالب الثاني أفضل

د. جميع الأجوبة خاطئة

11. لدينا ثلاثة حالات للطبيعة حيث احتمالاتها: الأولى 40% والثانية 50% والثالثة 10%، ولدينا بديل A تقييماته وفق الحالات الثلاث السابقة: الأولى 10، الثانية 20، الثالثة 30، فإن القيمة المتوقعة EV لهذا البديل تساوي:

أ. EV(A) = 17

ب. EV(A) = 30

ج. EV(A) = 60

د. جميع الأجوبة خاطئة

12. لدينا نفس حالات الطبيعة في السؤال السابق (11) بنفس الاحتمالات وبنفس البدائل، ولدينا أفضل تقييم وفق الحالة الأولى 50، وفق الثانية 30، وفق الثالثة 50، فإن القيمة المتوقعة مع معلومات أكيدة EVwPI تساوي:

أ. EVwPI = 50

ب. EVwPI = 40

ج. EVwPI = 25

د. جميع الأجوبة خاطئة

13. استناداً إلى إجاباتك في السؤالين السابقين (11) و(12)، فإن القيمة المتوقعة للمعلومات الأكيدة EVPI تساوي:

أ. EVwPI = 23

ب. EVwPI = 5

ج. EVwPI = 10

د. جميع الأجوبة خاطئة

14. إذا كان لدينا القيمة المتوقعة للبديل الأفضل بدون دراسة تساوي 200، والقيمة المتوقعة مع معلومات لدراسة تسويقية إضافية تساوي 300، وكانت تكلفة الدراسة 70، فإن القيمة المتوقعة لمعلومات الدراسة EVS تساوي:

أ. EVS = 30

ب. EVS = 70

ج. EVS = 100

د. جميع الأجوبة خاطئة

15. إذا كان لدينا القيمة المتوقعة للبديل الأفضل A تساوي 100، ولدينا بديل جديد B قيمته 100 أيضاً، فإن البديل الأفضل وفق نموذج القيمة المتوقعة هو:

أ. البديل الأول A

ب. البديل الثاني B

ج. البديلان متكافئان

د. جميع الأجوبة خاطئة

16. إذا كان لدينا القيمة المتوقعة للبديل الأفضل تساوي 100 وفق النموذج التفاؤلي، وتساوي 200 وفق النموذج التشاؤمي، وتساوي 150 وفق نموذج الأرجحية، فإن القيمة المتوقعة الواجب أخذها للبديل الأفضل هي:

أ. 100

ب. 200

ج. 150

د. جميع الأجوبة خاطئة

رقم السؤال	الإجابة الصحيحة
1	ج
2	ب
3	ب
4	أ
5	أ
6	ج
7	ب
8	ج
9	د
10	أ
11	أ
12	ب
13	أ
14	ج
15	ج
16	د

أسئلة \ قضايا للمناقشة:

السؤال (1) مفاهيم النماذج البسيطة.

1. اشرح بإيجاز مفاهيم كل من النموذجين التشاؤمي، والتفاؤلي مشيراً إلى الفرق بينهما.
2. اشرح بإيجاز مفاهيم النموذجين الأرجحية والقيمة المتوقعة مشيراً إلى الفرق بينهما.
3. اشرح بإيجاز مفاهيم النموذج القاموسي.

{مدة الإجابة: 25 دقيقة. الدرجات من 100: 20 درجة. (توجيه للإجابة: الفقرات 5-1، 5-2، 5-3، 5-6)}

السؤال (2) مفاهيم تحليل الحسنات والمساوئ.

1. اشرح بإيجاز مفاهيم النماذج المستندة إلى الحسنات والمساوئ.
2. أعطِ مثالاً توضيحياً عن تطبيق نموذج الحسنات والمساوئ.

{مدة الإجابة: 15 دقيقة. الدرجات من 100: 15 درجة. (توجيه للإجابة: الفقرة 5-5)}

السؤال (3) مفاهيم نماذج الحذف والإضافة.

1. اشرح بإيجاز آلية عمل نماذج الحذف Disjunctive.
2. اشرح بإيجاز آلية عمل نماذج الإضافة Conjunctive.
3. ما هو الفرق الجوهري بين النمطين السابقين من النماذج؟

{مدة الإجابة: 20 دقيقة. الدرجات من 100: 20 درجة. (توجيه للإجابة: الفقرة 5-7)}

السؤال (4) مقارنة النماذج.

يحتاج أحد المستثمرين لمساعدته في الاختيار بين ثلاثة بدائل A, B, C، حيث قام الخبراء بتقدير الإيرادات بآلاف الدولارات وحالات السوق واحتمالاتها كما يبين الجدول الآتي:

حالات السوق	S1	S2	S3
احتمالاتها	%20	%60	%20
البديل A	200 -	100	400
البديل B	300 -	70	500
البديل C	0	100	140

1. ما هو البديل الأفضل وفق نموذج الأرجحية وما هي قيمته المتوقعة EV1؟
2. ما هو البديل الأفضل وفق النموذج التشاؤمي وما هي قيمته المتوقعة EV2؟
3. ما هو البديل الأفضل وفق النموذج التفاؤلي وما هي قيمته المتوقعة EV3؟
4. ما هو البديل الأفضل وفق نموذج القيمة المتوقعة وما هي قيمته المتوقعة EV4؟
5. ما هي القيمة المتوقعة في حال توفر معلومات أكيدة EVwPI؟
6. ما هي القيمة المتوقعة للمعلومات الأكيدة EVPI؟
7. ما هو البديل الأفضل وفق النموذج القاموسي وما هي قيمته المتوقعة EV5؟

{مدة الإجابة: 40 دقيقة. الدرجات من 100: 50 درجة. (توجيه للإجابة: التطبيق 5-9-1)

الإجابات الصحيحة: EV1=100، EV2=0، EV3=500، EV4=100، EVwPI=160، EVPI=60، EV5=100}

السؤال (5) تطبيق نموذج الندم أو تجنب الندم على الفرص الضائعة.

يحتاج أحد المستثمرين لمساعدته في الاختيار بين ثلاثة بدائل A, B, C، حيث قام الخبراء بتقدير الإيرادات بآلاف الدولارات وحالات السوق واحتمالاتها كما يبين الجدول الآتي:

حالات السوق	S1	S2	S3
احتمالاتها	%20	%60	%20
البديل A	200 -	100	400
البديل B	300 -	70	500
البديل C	0	100	140

1. ضع جدول بالفرص الضائعة استناداً إلى الجدول السابق.
2. وفق جدول الفرص الضائعة، ما هو البديل الأفضل؟
3. ما هي القمة المتوقعة للبديل الأفضل؟

{مدة الإجابة: 20 دقيقة. الدرجات من 100: 20 درجة. (توجيه للإجابة: التطبيق 5-9-1)}

المراجع المستخدمة في الفصل الخامس:

1. عبود، طلال. 2014. نظرية القرارات. نوطة تدريسية لطلاب المعهد العالي لإدارة الأعمال (غير منشور)، دمشق.
2. Bouyssou, D., Marchant, Th., Pirlot, M, Tsoukias, A., & Vincke, Ph. 2006. Evaluation and Decision Models with Multiple Criteria Stepping stones for the analyst. LAMSADE, Universite Paris-Dauphine, France.
3. Chrzan, Keith. (2009). A Lexicographic Choice Model Offers Benefits for Brand Tracking Research Decisions. Marketing Research, Summer 2009.

الفصل السادس:
شجرات القرار Decision Trees

كلمات مفتاحية:

شجرة القرار Decision Tree، الاحتمال الشرطي Conditional Probability، نظرية بايز Bayes Theorem.

ملخص الفصل:

تعتبر شجرة القرارات إحدى الأدوات المفيدة لتمثيل مشكلات القرارات متوسطة التعقيد، ومن ثم تسمح باستخدام أدوات احتمالية فعالة مثل الاحتمالات الشرطية، وتطبيق نظرية بايز التي تُعدّل احتمالات الأحداث في حال ورود معلومات جديدة، كما سنرى كيفية القيمة المتوقعة للمعلومات الأكيدة والتي تمثل الحد الأقصى لقيمة المعلومات الإضافية، وسيتم تطبيق جميع هذه الأدوات والمفاهيم على حالة عملية بشكلٍ منهجي.

المخرجات والأهداف التعليمية:

- استيعاب المفاهيم الأساسية لشجرة القرارات
- التمكن من حساب الاحتمال الشرطي وتطبيق نظرية بايز
- التمكن من تطبيق شجرة القرار
- تذكر أسس التعامل مع شجرة القرارات

مخطط الفصل:

1. تعريف وبناء شجرة القرار. Definition of Decision Tree
2. الاحتمالات الشرطية ونظرية بايز. Conditional Probability & Bayes Theorem
3. حالة عملية: امتياز ماركة عالمية. Case: International Mark
4. بعض النصائح لتطبيق شجرة القرارات. Some Orientations to Apply Decision Tree

مقدمة:

تعتبر شجرة القرارات من الأدوات الفعالة لتمثيل المشكلات وإيجاد حلول مناسبة في الكثير من الحالات، سنستعرض بدايةً مفاهيمها الأساسية وقواعد بنائها، كما سنعرض تطبيقاً متكاملاً عن بناء وحل الشجرة، وأخيراً بعض النصائح لتطبيقها.

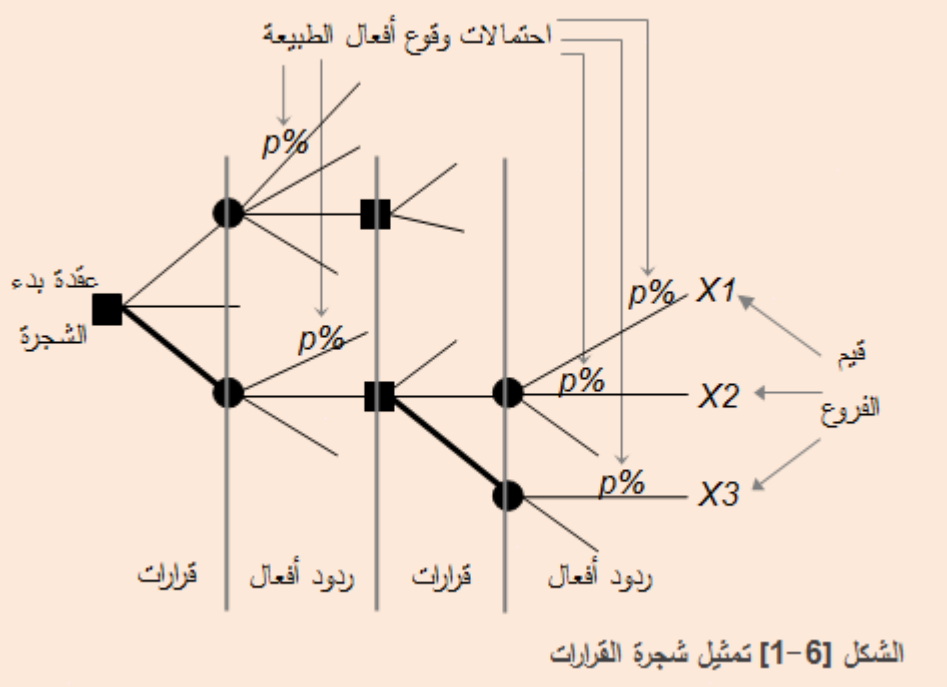
لا يجب النظر إلى شجرة القرارات وكأنها بديل لنماذج أخرى، بل على أنها طريقة تساعد في حل بعض المشكلات وغير مناسبة لمشكلات أخرى، وكذلك هو الحال بالنسبة لجميع النماذج المساعدة في صناعة القرارات، إذ يجب النظر إلى كل من هذه النماذج حسب مدى مواءمتها للمشكلة المدروسة كما أشرنا إلى ذلك سابقاً لدى الحديث عن نمذجة المشكلات.

1. تعريف وبناء شجرة القرار:

1.1. مفهوم شجرة القرار:

شجرة القرارات Decision Tree هي تمثيل مستوي عبر الزمن لمجموعة من خيارات متخذ القرار ومجموعة من الأحداث التي تقع دون إرادته ندعوها حالات الطبيعة States of Nature، فهي إذاً تناوب قرارات وحالات البيئة المحيطة مرتبة حسب التسلسل الزمني المنطقي لوقوع هذه الأفعال، تبدو كأنها لعبة فعل ورد فعل يتناوب متخذ القرار مع البيئة أو المنافسة على اتخاذ القرارات، وقد تكون البيئة المحيطة منافساً أو سوقاً أو لاعباً أو غيرها.

يمكن تخيل تمثيل مشكلة القرار بفروع وأغصان الشجرة تماماً، لذلك ندعوها "شجرة" القرارات؛ حيث تُمثل القرارات بشكل مربعات وأحداث البيئة بشكل دوائر، وتُمثل إستراتيجية متخذ القرار تجاه حالات البيئة بشكل مميز (خط مختلف)؛ وعادةً ما يتم بناء الشجرة من اليسار إلى اليمين، وإجراء الحسابات أي البحث عن الحل من اليمين إلى اليسار باستخدام مفاهيم القيمة المتوقعة Expected Value.



الشكل [6–1] تمثيل شجرة القرارات

2.1. قواعد بناء الشجرة:

هناك بعض القواعد البسيطة لبناء الشجرة والتي تساعد في صياغتها نستعرض أهمها:

القاعدة الأولى: هناك عقدة وحيدة تمثل بدء للشجرة.

في حال تواجد أكثر من عقدة بدء ممكنة في البداية، نُنشئ عقدة بدء وهمية نصل بها جميع عقد البدء الأخرى، وإذا كان ذلك غير ممكن، فيجب تجزئة المشكلة حسب الحال.

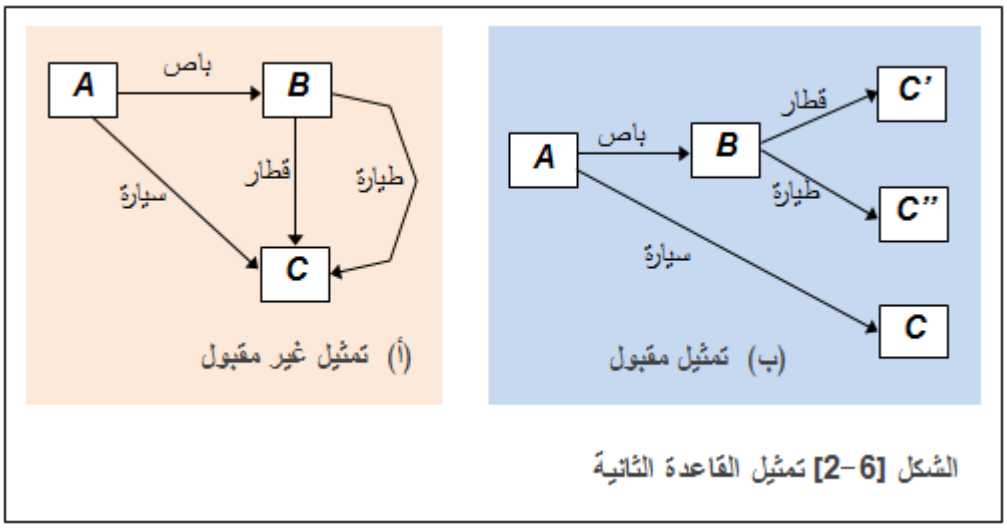
القاعدة الثانية: كل عقدة لديها أب واحد على الأكثر تتصل به أي تتصل بجذر واحد على الأكثر.

في حال وجود أكثر من إمكانية من عقدة الأب إلى عقدة الابن، يجب تجزئة أو تكرار عقدة الابن.

تبين هذه القاعدة وجود مسار وحيد على الأكثر بين كل عقدتين، يمثل هذا المسار سلسلة متعاقبة من القرارات التي تمثل بدورها إستراتيجية متخذ القرار.

مثال (6–1) القاعدة الثانية.

نود الذهاب من المحطة A إلى المحطة C، من أجل ذلك يمكن إما أخذ السيارة مباشرةً، أو الذهاب إلى محطة ثالثة B بالباص ثم ركوب القطار أو الطائرة من B إلى C، حيث يبين الشكل [6–2] في الحالة (أ) تمثيل غير مقبول لوجود عدة مسارات (آباء) إلى العقدة C، لذلك يجب تجزئة أو تكرار العقدة C ليُصبح التمثيل مقبولاً كما تبين الحالة (ب).



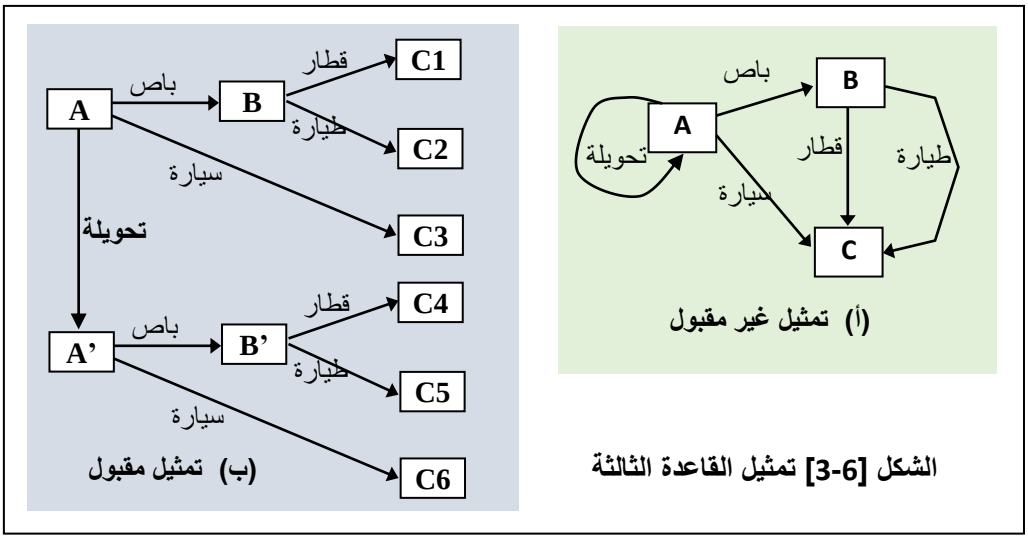
الشكل [6-2] تمثيل القاعدة الثانية

القاعدة الثالثة: لا يمكن لعقدة أن تلي نفسها، أي لا يوجد حلقة ذاتية.

في حال وجودها، يجب تجزئة المشكلة أو تكرار العقدة.

مثال (6-2) القاعدة الثالثة.

لنأخذ المثال السابق (6-1)، ولنفرض بأن هناك تحويلة حيث يمكن استخدام النقل الداخلي عند المحطة A ومن ثم استخدام الباص أو السيارة بعد التحويلة، حيث يجب تكرار أو تجزئة العقدة A كما يبين الشكل [6-3] الحالة (ب).



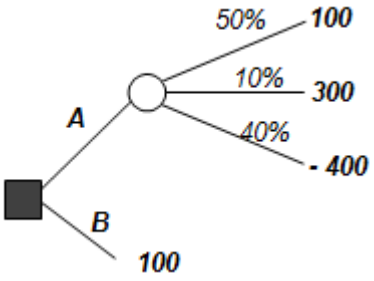
الشكل [6-3] تمثيل القاعدة الثالثة

إن اختيار الأحداث الواجب تمثيلها على الشجرة يعود إلى طبيعة المشكلة وأهمية هذه الأحداث وفق ما يراه مهندس القرار ملائماً، إذ أن تمثيل جميع الأحداث التي يمكن أن تقع بين القرارات المرحلية قد يؤدي إلى تعقيد غير مبرر للشجرة، ومن الأحداث التي يمكن أن تقع مثلاً، إمكانية تعطل السيارة على الطريق، أو إمكانية تأخر القطار أو الطائرة في الإقلاع، أو وجود حفريات على الطريق، ... الخ، وبالتالي فإن هذه الأحداث لا تؤخذ بالاعتبار إلا إذا كانت ذات تأثير ذو معنى على خيارات متخذ القرار.

3.1. حل الشجرة:

يعني حل الشجرة إيجاد المسار الأمثل على الشجرة أو ما ندعوه إستراتيجية متخذ القرار، أي الخيارات أو القرارات التي سيأخذها في مواجهة كل حالة من حالات الطبيعة؛ ويُستخدم في الحل مفهوم القيمة المتوقعة عند كل عقدة حالة من حالات الطبيعة، أي مجموع قيم فروع العقدة مثقلةً باحتمالاتها، ثم مقارنة القيم الناتجة لكل عقدة واختيار البديل الأفضل من بينها، وندعوه بالقيمة المتوقعة Expected Value للبديل الأفضل، كما يلي:

القيمة المتوقعة للبديل A هي:



$$EV(A) = 100x50\% + 300x10\% - 400x10\% = -80$$

البديل الثاني B له قيمة أكيدة تساوي 100.

فالبديل الأفضل هو الثاني B باعتبار أن القيمة المتوقعة هي الأكبر.

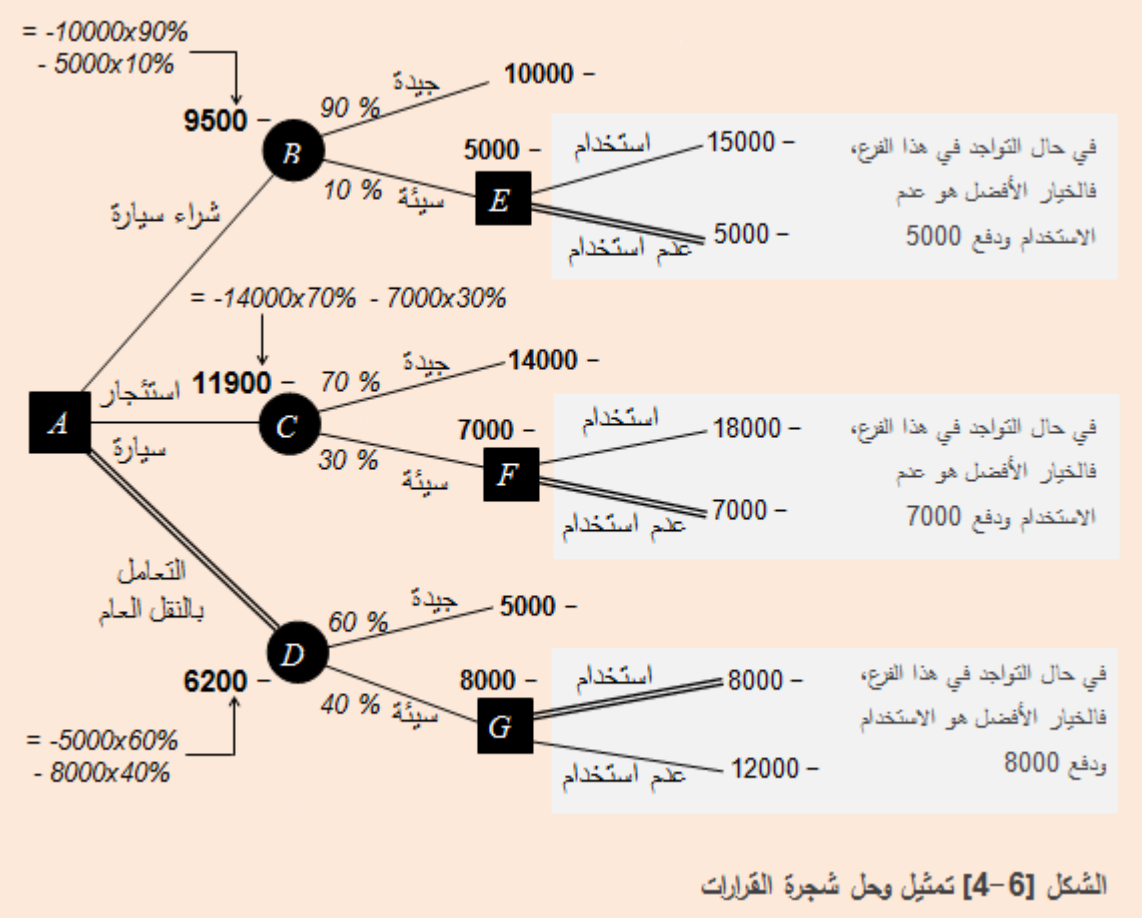
ونقول أن القيمة المتوقعة للشجرة تساوي في هذه الحالة 100.

مثال (3-6) خدمات النقل.

لتأمين خدمات التنقل العام، يمكن دوماً للشخص إما شراء سيارة خاصة أو استئجار سيارة أو التعامل مع وسائل النقل العامة، وهناك نفقات شهرية لكل من هذه الخيارات، كما يمكن تقدير احتمالات كل من الأحداث الممكنة لكل من الخيارات كما هو مبين على الشجرة في الشكل [6-4].

مثلاً: في حال شراء سيارة خاصة، فيمكن للسيارة أن تكون جيدة أو سيئة، في حال كانت جيدة فإن تكاليفها الشهرية حوالي 10 آلاف ليرة، وفي حال كانت سيئة فلديه دوماً الخيار باستخدامها أو لا، في حال استخدامها فإنها تكلف 15 ألف ليرة وفي حال لم يستخدمها تكلف 5 آلاف (تأمين، تجميد رأس مال، ...). لتسهيل فهم المشكلة، يمكن أن نتخيل أن النفقات المقدرة هي التقييم النهائي الشهري لكل خيار.

نُمثل على الشجرة إذاً الخيارات المتاحة أي القرارات، والأحداث التي يمكن أن تقع في حال اختيار أي من هذه القرارات، كما نضع كافة التقييمات والاحتمالات، كما هو مبين في الشكل [6-4].



الشكل [6-4] تمثيل وحل شجرة القرارات

نقوم بمجموعة من الحسابات الوسيطة:

عقدة قرار E:

لدى متخذ القرار خيارين، إما استخدام السيارة وتحمل تكاليف 15000 ل.س شهرياً، أو عدم استخدامها وتحمل تكاليف 5000 ل.س شهرياً، وبالتالي سيقرر الخيار العقلاني بعدم الاستخدام كونه أقل تكلفةً.

عقدة قرار F:

لدى متخذ القرار خيارين، إما استخدام السيارة وتحمل تكاليف 8000 ل.س شهرياً، أو عدم استخدامها وتحمل تكاليف 12000 ل.س شهرياً، وبالتالي سيقرر الخيار العقلاني باستخدامها كونه أقل تكلفةً.

عقدة قرار G:

لدى متخذ القرار خيارين، إما استخدام النقل العام وتحمل تكاليف 15000 ل.س شهرياً، أو عدم استخدامها وتحمل تكاليف 5000 ل.س شهرياً، وبالتالي سيقرر الخيار العقلاني بعدم استخدامها.

عقدة الأحداث B:

في حال قرر شراء السيارة، هناك احتمال 90% أن تكون جيدة وسيتحمل تكاليف 10000 ل.س شهرياً، واحتمال 10% أن تكون سيئة وتكاليف شهرية تساوي 5000. نُطبق في هذه العقدة طريقة القيمة المتوقعة: EV(B) = 90% x (−10000) + 10% * (−5000) = − 9500. بمعنى أن القيمة المتوقعة لكافة فروع هذه العقدة يعادل – 9500 ل.س شهرياً.

عقدة الأحداث C:

في حال قرر استئجار سيارة، هناك احتمال 70% أن تكون جيدة وسيتحمل تكاليف 14000 ل.س شهرياً، واحتمال 30% أن تكون سيئة وتكاليف شهرية تساوي 7000. نُطبق في هذه العقدة طريقة القيمة المتوقعة: EV(B) = 70% x (−14000) + 30% * (−7000) = − 11900. بمعنى أن القيمة المتوقعة لكافة فروع هذه العقدة يعادل – 11900 ل.س شهرياً.

عقدة الأحداث D:

في حال قرر التعامل بالنقل العام، هناك احتمال 60% أن تكون الخدمات جيدة وسيتحمل تكاليف 5000 ل.س شهرياً، واحتمال 40% أن تكون سيئة وتكاليف شهرية تساوي 8000. نُطبق في هذه العقدة طريقة القيمة المتوقعة: EV(B) = 60% x (−5000) + 40% * (−8000) = − 6200. بمعنى أن القيمة المتوقعة لكافة فروع هذه العقدة يعادل – 6200 ل.س شهرياً.

عقدة قرار A:

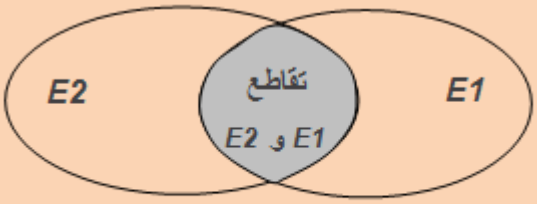
لدى متخذ القرار ثلاثة خيارات، إما شراء سيارة وتحمل تكاليف قيمتها المتوقعة –9500 ل.س شهرياً، أو استئجار سيارة قيمتها المتوقعة تساوي –11900 ل.س شهرياً، أو استخدام النقل العام بقيمة متوقعة تساوي – 6200 ل.س شهرياً، وبالتالي سيقرر الخيار العقلاني الأقل تكلفةً أي التعامل بالنقل العام.

فتكون الإستراتيجية المثلى لمتخذ القرار حسب ما هو مبين على الشجرة (الخطوط المزدوجة): التعامل بالنقل العام، واختيار استخدامها في حال كانت الخدمات سيئة، وفي حال كانت الخدمات جيدة لا يوجد خيارات أخرى.

2. الاحتمالات الشرطية ونظرية بايز:

أثناء تقدّم عملية اتخاذ القرار، فقد تصل معلومات أو يتم إجراء دراسات إضافية في أي مرحلة من مراحل عملية صناعة القرار، وفي الكثير من الأحيان قد يكون من الضروري مراجعة الأحداث واحتمالاتها خصوصاً تلك المرتبطة بوقوع أحداث أخرى والأخذ بالاعتبار للمعلومات الإضافية، وهذا ما ندعوه بمراجعة الاحتمالات الأولية Prior Probability ونستخدم لهذه الغاية مفهوم الاحتمال الشرطي Conditional Probability ونظرية بايز Bayes Theorem.

الاحتمال الشرطي هو احتمال وقوع حدث E_1 علماً بأن حدثاً آخر E_2 قد وقع؛ بمعنى أن وقوع الحدث الثاني E_2 يمكن أن يؤثر على وقوع الحدث الأول E_1؛ ونرمز للاحتمال الشرطي بالشكل $P(E_1/E_2)$ ويُقرأ احتمال E_1 علماً E_2، يمكن النظر إلى الاحتمال الشرطي كمجال التقاطع بين مجموعتين كما يبين الشكل [6-5]، مثلاً احتمال أن تُمطر غداً علماً بأن الفصل الحالي هو فصل الشتاء، أو احتمال النجاح في الامتحان علماً بأنك قد حضرت بشكل كافي؛ فالاحتمالات الشرطية هي وسيلة لمراجعة الاحتمالات الأولية التي عادةً ما تكون معلومة سابقاً وبما يساهم في تخفيض مستوى الشكّ Incertitude، وهي تقنية مفيدة جداً في اتخاذ القرارات، ويُعتمد عليها في إنجاز حسابات شجرة القرارات.



الشكل [6-5] تمثيل احتمال وقوع حدثين

أثناء وقد أعطى عالم الرياضيات بايز Bays[1]، العلاقة بين هذه الاحتمالات بالشكل الآتي:

$$P(E_1 \wedge E_2) = P(E_1).P(E_2 / E_1) = P(E_2).P(E_1 / E_2)$$

ومنه يمكن حساب الاحتمال الشرطي لوقوع الحدث E1 علماً بأن E2 قد وقع، وفق الصيغة الآتية:

$$P(E_1 / E_2) = \frac{P(E_1).P(E_2 / E_1)}{P(E_2)}$$

1. كان Thomas Bays أحد ألمع علماء القرن الثامن عشر، توفي عام 1760، ونُشر المقال بعد موته عام 1763. أصبحت هذه النظرية أساساً لما ندعوه بالإحصاء الاستنتاجي Statistical Inference.

مثال (6–4) اختيار أسهم في البورصة.

تُبين الإحصائيات السابقة بأن احتمال ربح أي سهم في البورصة هي 1 من 200. يُسوق أحد المصارف نظام خبير مجاني جديد يساعد عملائه على اختيار أسهم في البورصة. لاختبار النظام قبل اعتماده، قمنا بالتجارب التالية على أسهم معروفة نتائجها سابقاً من الإحصائيات التاريخية للبورصة:

- تم تجريبه على 500 سهم رابح (نعلم مسبقاً أنها رابحة)، فنجح النظام في تحديد 485 منها كأسهم رابحة و15 سهماً قال النظام أنها خاسرة.
- ثم تم تجريبه على 500 سهم خاسر (نعلم مسبقاً أنها خاسرة)، فنجح النظام في تحديد 470 سهماً خاسراً و30 سهماً قال النظام أنها رابحة.

لدينا حالياً سهم جديد، تم استشارة النظام فقال بأنه رابح، فما هو احتمال أن يكون السهم فعلياً رابحاً على ضوء نتيجة النظام الإيجابية أي أنه رابح؟

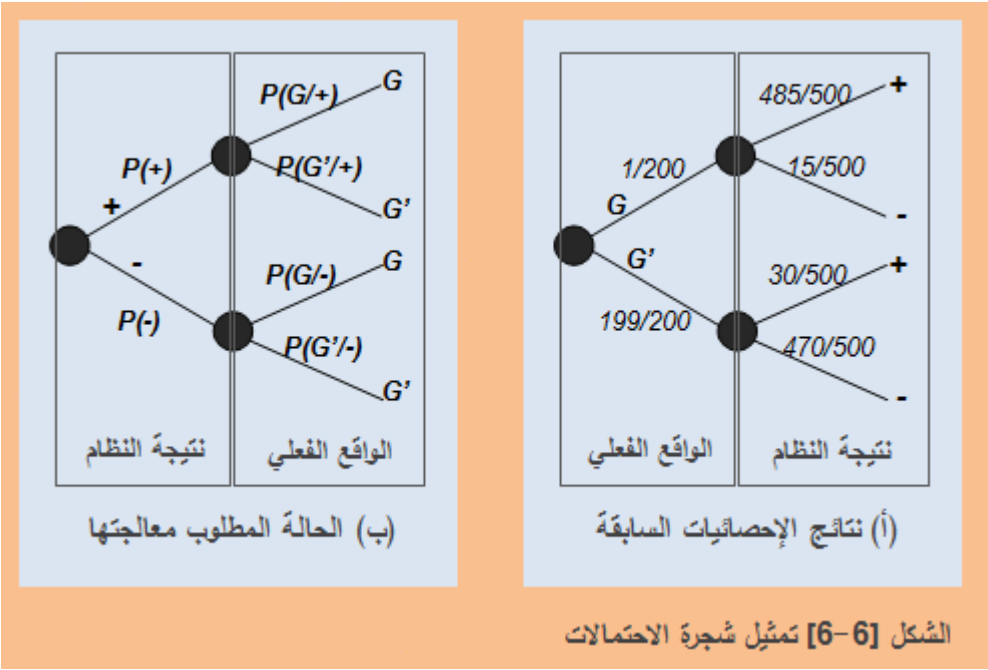
لنرمز للحدث "السهم فعلاً رابح" بـ G ولحدث "السهم فعلاً خاسر" بـ G', ولنرمز للحدث "النظام أعطى رابح" بـ+ ولحدث "النظام أعطى سهم خاسر" بـ– . يبين الشكل [6–6] شجرة الاحتمالات.

مثلاً، P(+/G)=485/500 تعني احتمال أن يعطي النظام أن السهم رابح علماً بأن السهم هو فعلاً رابح هو 485/500=97%، بينما ما نريده هو حساب العكس أي احتمال أن يكون السهم فعلاً رابح علماً أن النظام أعطى أنه رابح أي P(G/+). بتطبيق نظرية بايز، نجد:

$$P(G/+)=\frac{P(+/G)P(G)}{P(+)}=\frac{P(+/G)P(G)}{P(+/G)P(G)+P(+/G')P(G')}$$

$$P(G/+)=\frac{485/500*1/200}{485/500*1/200+30/500*199/200}=7.5\%$$

أي أن احتمال أن يكون السهم فعلياً رابحاً على ضوء نتيجة النظام الإيجابية هي 7.5%، في حين كانت قبل استشارة النظام تساوي 0.5% (1/200). فكما نلاحظ أن الاحتمال الأولي قد تم تعديله بناءً على معلومات جديدة من خلال استشارة النظام.



الشكل [6-6] تمثيل شجرة الاحتمالات

تعتمد شجرات القرار على هذه التقنية بشكل رئيسي لتجميع الفروع الاحتمالية على الشجرة ولإعادة حساب الاحتمالات عند كل معلومة إضافية، وسنرى في الفقرة اللاحقة تطبيق هذه التقنية على حالة عملية.

3. حالة عملية: امتياز ماركة عالمية:

يُفيد هذا المثال التفصيلي في تطبيق مباشر ومتكامل لشجرة القرارات، حيث سنبدأ بالخيارات البسيطة دون معلومات، ثم نضيف إليها خيار توفر معلومات إضافية.

1.3. الحالة البسيطة:

حصلت شركة محلية على حق امتياز ماركة عالمية لصناعة الألبسة، وتُفكر إدارة الشركة بأحد الخيارات الثلاث الآتية:

الخيار الأول A:

بيع الامتياز مباشرةً. في حال قررت الشركة التخلي عن الامتياز مباشرةً، يمكن بيعه مباشرةً والحصول على 125 ألف $.

الخيار الثاني B:

الاحتفاظ بالامتياز لمدة سنة ثم بيعه في نهاية السنة. وفي حال قررت بيعه بعد سنة، فإنه سيتأثر بارتفاع أو انخفاض أسعار سوق الألبسة: إذا ارتفعت الأسعار فإن الشركة ستبيعه بـ 440 ألف $، وفي حال انخفاض الأسعار فإنه سعره لا يساوي إلا 110 آلاف $. علماً بأن احتمال زيادة الأسعار هو 10%، ومعدل التضخم المُعتمد هو 10% سنوياً.

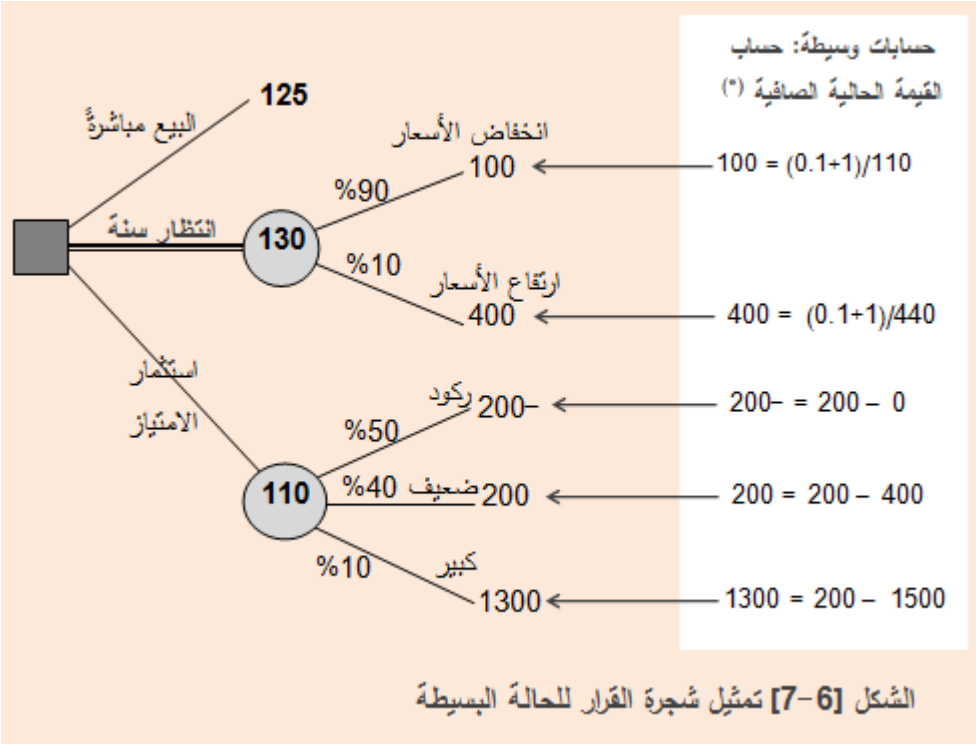
الخيار الثالث C:

استثمار الامتياز منذ الآن. حيث تبلغ تكلفة النفقات التأسيسية لاستثمار الامتياز حوالي 200 ألف دولار، كما تخضع المبيعات لحالة السوق، إذ يمكن الحصول في حال العمل بالامتياز على ثلاث حالات كما يبين الجدول الآتي:

حالة السوق (المبيعات)	احتمال وقوع الحالة	الإيرادات الخام المتوقعة
ركود S	% 50	0 دولار
سوق ضعيف P	% 40	400 ألف $
سوق مشجع T	% 10	1500 ألف $

أي من الخيارات الثلاث السابقة يمكنك أن تنصح إدارة الشركة أن تعتمده؟

1. بناء الشجرة للحالة البسيطة



الشكل [6–7] تمثيل شجرة القرار للحالة البسيطة

(*) من الضروري حساب جميع التقديرات المالية في نفس اللحظة، لذلك تم حساب القيم الحالية الصافية Net Present Value لهذه التدفقات.

2. حساب القرار الأفضل

يتم الحصول على القرار الأفضل بإجراء الحسابات دوماً من اليمين إلى اليسار بالشكل الآتي:

نبدأ بحساب القيمة المتوقعة للمبالغ عند كل عقدة احتمالات ونضعها في العقدة وتستبدل الفروع الاحتمالية، ونختار القيمة الأكبر عند كل عقدة قرار.

القيمة الأكيدة للخيار الأول A أي البيع مباشرةً هي 125 ألف $.

القيمة المتوقعة للخيار الثاني B أي البيع بعد سنة يساوي 130 ألف كما يلي:

$$EV(B) = 100x9\%+400x10\%=130$$

القيمة المتوقعة للخيار الثالث C أي استثمار الامتياز يساوي 110 آلاف كما يلي:

$$EV(C) = -100x50\%+200x40\%+1300x10\% = 110$$

كما نلاحظ بأن القيمة المتوقعة الأكبر تُقابل الخيار الثاني $EV(B) = 130$ ، وبالتالي تُنصح الشركة بالانتظار والتخلي عن الامتياز بعد سنة، وندعو هذه القيمة بالقيمة المتوقعة بدون أية معلومات إضافية Expected Value without Information أو اختصاراً القيمة المتوقعة EV.

3. القيمة المتوقعة للمعلومات الأكيدة EVPI

نلاحظ أنه في حال توفرت معلومات بشكل أكيد عن ارتفاع الأسعار في الخيار الثاني، وعن حالة السوق في الخيار الثالث، فإنه يُمكن للشركة تحسين خياراتها وتُجري المحاكمة المنطقية الآتية:

في حال معرفة حالة الأسعار في الخيار الثاني، فإن أقصى مبلغ يُمكن أن تحصل عليه هو 400 ألف،

في حال معرفة حالة السوق في الخيار الثالث، فإن أقصى مبلغ يُمكن أن تحصل عليه هو 1300 ألف،

وبطبيعة الحال، يُمكن للشركة البيع مباشرةً والحصول على 125 ألف،

وبالتالي، فإن أقصى ما تتوقعه الشركة هو الحصول على 1300 ألف $ طبعاً في حال توفر المعلومات الأكيدة، ندعو هذه القيمة بالقيمة المتوقعة مع معلومات أكيدة EVwPI: Expected Value with Perfect Information، وبالمقارنة مع القيمة المتوقعة السابقة بدون أية معلومات إضافية EV=130، فإن القيمة المتوقعة للمعلومات الأكيدة EVPI: Expected Value of Perfect Information تساوي الفرق بين القيمتين:

EVPI = EVwPI – EV وتساوي إذاً EVPI = 1300 – 130 = 1170

أي لا يجب على الشركة دفع أكثر من هذا المبلغ 1170 مقابل المعلومات مهما كانت طبيعتها. مع الإشارة إلى الصعوبة البالغة أو استحالة الحصول على المعلومة الأكيدة، لكنها مؤشر مفيد لتقدير قيمة الدراسات التسويقية أو التجسسية التي يُمكن أن توفر معلومات مفيدة لصاحب القرار، إذ يُمكن استخدامها لغايات المقارنة والمفاوضات بشأن تكلفة مثل هذه المعلومات.

2.3. أثر المعلومات الجديدة ومراجعة الاحتمالات:

نلاحظ بأنه في حال استثمار الامتياز، هناك تكاليف إضافية حوالي 200 ألف دولار، وبالتالي من المفيد الحصول على معلومات إضافية تسمح بتقدير حالة السوق وذلك بإجراء دراسات إضافية.

لنفترض حالياً بأنه يمكن إجراء دراسة تسويقية بتكلفة 10 آلاف دولار تؤدي إلى تقدير حالة السوق والمُتمثلة بإحدى الحالات الثلاث الآتية:

(N) وضع غير معروف

(O) وضع غير مشجع (أسوأ حالة)

(C) وضع مُشجع جداً (أفضل حالة)

بالرغم من أن الدراسة تُعطي الحالة المتوقعة للسوق، فإنه هناك دوماً احتمال ألا يتطابق حجم المبيعات مع حالة السوق، أي ليس بالضرورة أن يؤدي الوضع المشجع جداً مثلاً إلى سوق فعلاً مشجع أي حجم مبيعات كبير؛ وبالعودة إلى الإحصائيات السابقة، حصلنا على البيانات الآتية في الجدول:

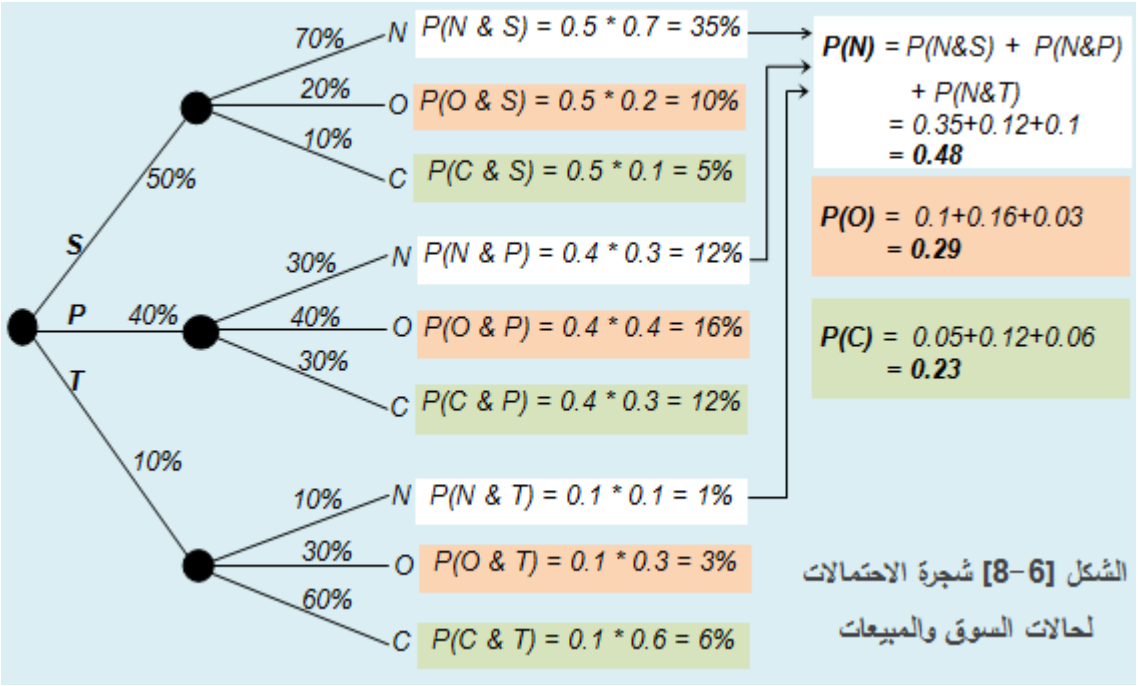
	حالات الوضع المتوقع السوق			
حالة السوق (حجم المبيعات)	غير معروف N	غير مشجع O	مشجع جداً C	المجموع
ركود S	%70	%20	%10	% 100
ضعيف P	%30	%40	%30	% 100
كبير T	%10	%30	%60	% 100

قراءة الجدول: في الماضي أي الإحصائيات السابقة، في حالة السوق فعلاً بحالة ركود، تبين أن 70% منها كانت حالة التوقعات غير معروفة أي P(N/S)=70%، و20% منها كانت التوقعات غير مشجعة أي P(O/S)=20% و10% منها كانت التوقعات مشجعة جداً P(C/S)=10% .

فما هو الخيار الأفضل الذي تُنصح به الشركة في هذه الحالة على ضوء نتائج الدراسة التسويقية؟

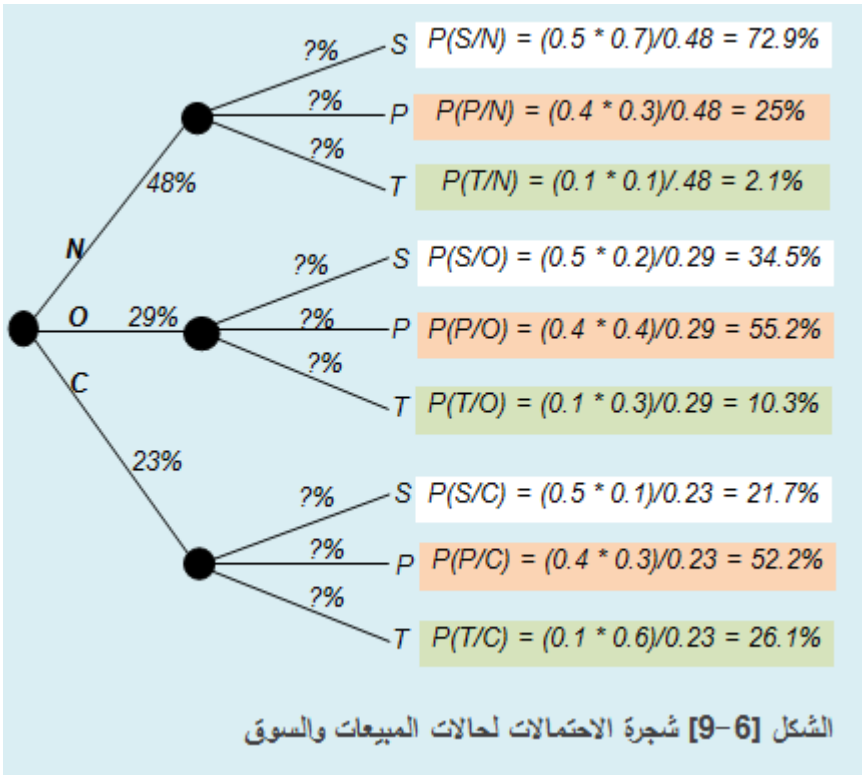
نلاحظ أن الدراسة تعطي بيئة السوق المتوقعة ولا تُعطي وضع السوق من حيث المبيعات، ويُعطي الجدول السابق الحالات المختلفة المتوقعة للسوق (غير معروفة، غير مشجعة، مشجعة جداً) بعد معرفة الوضع الفعلي للسوق من حيث حجم المبيعات (ركود، ضعيف، كبير)؛ بينما ما نريده نحن هو معرفة نوع حجم المبيعات بعد معرفة بيئة السوق، أي العكس تماماً!

نعلم احتمال أن تكون البيئة غير معروفة علماً أن السوق فعلاً راكد P(N/S)=70% ، بينما ما نريد حسابه هو احتمال أن يكون السوق فعلاً راكد علماً أن البيئة غير معروفة P(S/N)=?.



الشكل [6–8] شجرة الاحتمالات لحالات السوق والمبيعات

أي يجب أن نعكس شجرة الاحتمالات السابقة ونعيد إجراء الاحتمالات الجديدة باستخدام صيغة بايز P(S/N) = [P(N/S) * P(S)] / P(N) كما يبين الشكل [6–9].



الشكل [6–9] شجرة الاحتمالات لحالات المبيعات والسوق

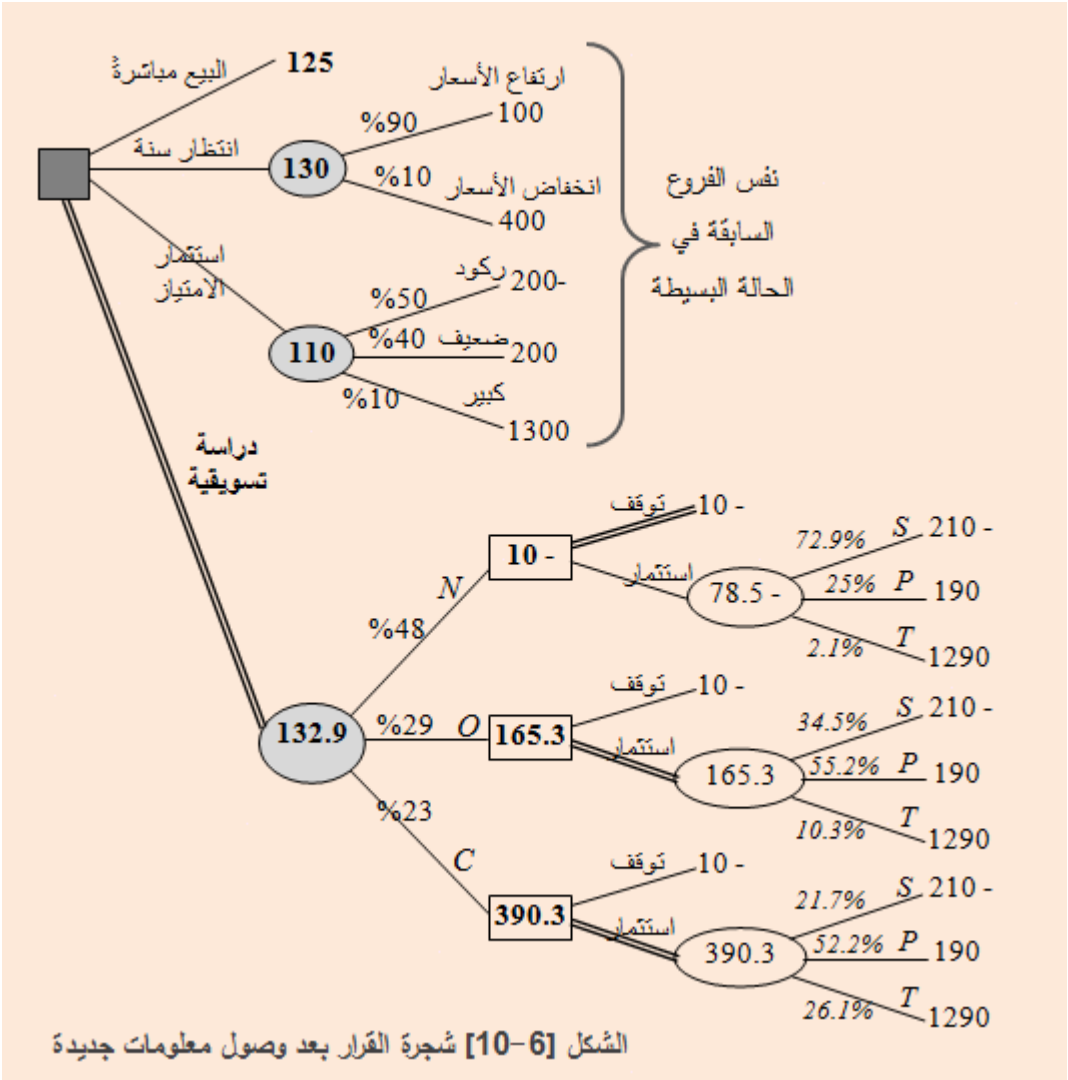
بعد حساب هذه الاحتمالات الضرورية، نقوم بحساب كافة فروع شجرة القرارات السابقة بعد إضافة فرع جديد يتعلق بالدراسة التسويقية كما هو مبين في الشكل [6–10]، حيث تبين الخطوط المزدوجة هي القرارات التي يجب أن تُتخذ عند كل عقدة قرار، لتشكل في النهاية إستراتيجية إدارة الشركة كما يلي:

إجراء الدراسة التسويقية حيث القيمة المتوقعة تساوي 132.9 ألف دولار، في حين كان الخيار السابق دون دراسة هو البيع بعد سنة مع قيمة متوقعة تساوي 130 ألف،

حسب نتائج الدراسة التسويقية:

2–1) إذا كانت N (غير معروفة حالة السوق) فالقرار الأفضل هو التوقف، وبطبيعة الحال خسارة 10 آلاف دولار.

2–2) الاستثمار في الحالتين الأخيرتين أي O (غير مشجع مع قيمة متوقعة 165.3 ألف دولار) وS(مشجع جداً مع قيمة متوقعة 390.3 ألف دولار).



الشكل [6–10] شجرة القرار بعد وصول معلومات جديدة

3.3. حساب ثمن المعلومة:

بالقياس إلى مفهوم القيمة المتوقعة للمعلومات الأكيدة، يُمكن تقدير القيمة المتوقعة للمعلومات الإضافية التي توفرها الدراسة.

لدى مقارنة القيمة المتوقعة الجديدة في حالة الدراسة التسويقية (132.9 ألف $) مع القيمة المتوقعة في الحالة الأولى دون أية معلومات إضافية (130 ألف $)، فإن القيمة المتوقعة للمعلومات الإضافية التي أتت بها الدراسة لا تتجاوز 132.9 – 130 = 2.9 آلاف $.

القيمة المتوقعة للمعلومات = القيمة المتوقعة مع معلومات – القيمة المتوقعة دون معلومات

أي يجب ألا يزيد ثمن الدراسة عن 12.9 ألف $، وتساوي تكلفة الدراسة نفسها 10 آلاف دولار وفرق القيمتين المتوقعتين 2.9 ألف دولار.

في حال أجرينا الدراسة مجاناً مثلاً، فإن القيمة المتوقعة للفرع المتعلق بالدراسة تساوي 142.9 ألف $، ومن هنا نتأكد أيضاً أن أية دراسة يجب ألا تزيد تكلفتها عن 12.9 ألف $ (142.9 – 130)؛ لأنه نتوقع الحصول على 130 ألف $ بدون أية دراسة، في حين تبلغ القيمة المتوقعة مع دراسة مجانية 142.9 ألف $، وبالتالي فإن ثمن الدراسة يجب ألا يزيد عن الفرق بينهما أي 12.9 ألف $.

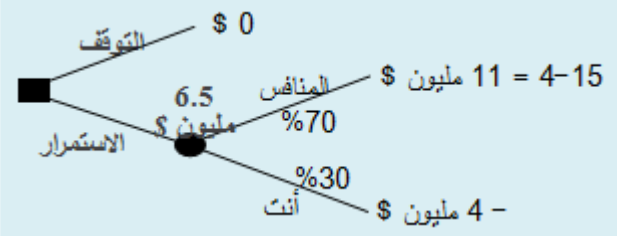
4. بعض النصائح لتطبيق شجرة القرار:

- بناء الشجرة دوماً من اليسار إلى اليمين، مع الانتباه الشديد إلى التسلسل الزمني والمنطقي لوقوع الأحداث، والاقتصار على الأحداث والخيارات ذات المعنى.
- عدم إغراق وإرهاق الشجرة بخيارات أو أحداث تفصيلية جداً، وإلا سنجد أنفسنا وكأننا نبني شجرة أحداث وبيئة كامل المنظمة وربما أكثر.
- الحرص على تناوب خيارات أو بدائل متخذ القرار وردود الأفعال، إذ لا معنى لوضع خيارات متتالية بل يجب أن تكون على التوازي وإلا تُعتبر خياراً واحداً.
- تقدير ما هي ردود أفعال الطرف الآخر واحتمالاتها وتقييماتها والمحتملة لكل من البدائل.
- الأخذ بالاعتبار للتقديرات المستقبلية ولا معنى لأخذ المبالغ المدفوعة سابقاً كونها دفعت ولم تعد تحت سيطرة متخذ القرار للإقرار بشأنها، كما يبين المثال اللاحق (6-5).

مثال (6-5) لا تقع في هذا الخطأ.

استثمرت حتى الآن 7 مليون $ في تطوير آلة جديدة، وعلمت حالياً بأن أحد المنافسين يطور نفس الآلة، في حال قررت إيقاف المشروع، فستخسر 7 مليون $ التي أنفقتها نهائياً. وفي حال قررت الاستمرار في المشروع، يمكن الحصول على براءة اختراع تكافئ 15 مليون $ إذا انتهيت قبل المنافس، وإلا فاختراعك لا يساوي شيئاً لأن المنافس سيحصل على براءة الاختراع. يُقدر الاختصاصيون المبلغ المتوقع أن يحتاجه المشروع أيضاً لاستكمال الاختراع بحوالي 4 مليون $، واحتمال أن يُنهي المنافس مشروعه قبلك بحوالي 30%. فما هو القرار الأفضل الاستمرار في المشروع أم إيقافه؟ وما هي القيمة المتوقعة للقرار الأفضل؟ وما هو أكبر مبلغ يمكن أن تدفعه للحصول على المعلومة الأكيدة التي تسمح بمعرفة من سيُنهي مشروعه قبل الآخر أنت أو المنافس؟

الشجرة في هذه الحالة بسيطة للغاية:



كما نُلاحظ بأننا لم نأخذ بالاعتبار للملايين السبعة التي أنفقت سابقاً، لأنها لم تعد من الخيارات الممكنة، إذ يتعلق القرار الحالي بما سيُنفق في المستقبل والذي يمكن حتى اللحظة التحكم به.

القيمة المتوقعة (ربح أو خسارة) في حال الاستمرار تساوي:

(4-15) * %70 + (4-) * %30 = 7.7 – 1.2 =6.5 مليون $

وهي أكبر من القيمة الأكيدة في حال التوقف (صفر)، وبالتالي يجب الاستمرار في المشروع.

بينما في حال تم الأخذ بالاعتبار للملايين السبعة التي أنفقت سابقاً، فالقيمة المتوقعة تصبح خسارة نصف مليون دولار، وبالتالي يجب إيقاف المشروع:

(15−4−7) *70% + (−4−7)*30% = 2.8 − 3.3 = − 0.5 مليون $

أما فيما يتعلق بقيمة المعلومات الأكيدة فيجب ألا تزيد عن الفرق بين القيمة المتوقعة للربح بدون هذه المعلومات (أي 6.5 مليون $) والقيمة الأكيدة التي يمكن ربحها بوجود هذه المعلومات (أي 15−4=11 مليون $)، أي لا تزيد عن 11−6.5 = 4.5 مليون $.

أسئلة صح / خطأ True/False:

	السؤال	صح	خطأ
1	تعتبر شجرة القرارات البديل الأفضل عن جميع نماذج القرارات الأخرى		✓
2	تعبر شجرة القرارات عن تناوب قرارات وحالات الطبيعة	✓	
3	ليس من الضروري ترتيب الأحداث والقرارات زمنياً		✓
4	يتم بناء الشجرة من اليسار إلى اليمين وحلها من اليمين إلى اليسار	✓	
5	تستخدم شجرة القرارات مفاهيم القيمة المتوقعة في البحث عن الحل	✓	
6	يمكن أن يكون لشجرة القرارات أكثر من عقدة بدء		✓
7	كل عقدة في شجرة القرارات لديها أب واحد	✓	
8	لا يمكن لعقدة أن تلي نفسها أي لا يوجد حلقة ذاتية في شجرة القرارات	✓	
9	حل شجرة القرارات يعني إيجاد إستراتيجية متخذ القرار	✓	
10	لا تؤثر أية معلومات إضافية على احتمالات الأحداث وبالتالي على خيارات متخذ القرار		✓
11	تستخدم تقنية الاحتمالات الشرطية لمراجعة احتمالات حالات الطبيعة	✓	
12	القيمة المتوقعة للمعلومات الأكيدة هي الفرق بين القيمة المتوقعة بدون معلومات والقيمة المتوقعة مع معلومات أكيدة	✓	
13	قد تؤدي مراجعة احتمالات حالات الطبيعة إلى تعديلها بعد وصول معلومات إضافية	✓	
14	قيمة أو ثمن المعلومة هي أقل قيمة يجب دفعها مقابل الحصول عليها		✓
15	يجب أخذ جميع الحالات الممكنة والخيارات مهما بدت سخيفة أثناء رسم شجرة القرار		✓
16	يجب الأخذ بالاعتبار لجميع المبالغ المصروفة سابقاً والتي ستصرف مستقبلاً أثناء حساب القيم المتوقعة في شجرة القرارات		✓
17	تستخدم شجرة القرارات مفهوم الأمل الرياضي لحساب القيم المتوقعة لفروعها	✓	
18	لا يمكن وضع إلا الأرباح المالية حصراً لنتمكن من حل شجرة القرارات		✓
19	شجرة القرارات هي تقنية مفيدة لاتخاذ القرارات السابقة		✓
20	تعتبر شجرة القرارات مفيدة بشكل خاص لاستكشاف فضاء المشكلة	✓	

أسئلة خيارات متعددة Multiple Choices:

1. تُعرف شجرة القرارات بأنها تمثيل مستوي عبر الزمن:
   - أ. لمجموعة من الخيارات وحالات الطبيعة
   - ب. لمجموعة من البدائل الوهمية والواقعية
   - ج. لمجموعة من البدائل والمعايير
   - د. جميع الأجوبة خاطئة

2. لدى رسم شجرة القرارات فإنه يجب أن يكون للشجرة:
   - أ. عدة عقد بدء حسب الحالة
   - ب. تجزئة المشكلة لخلق عدة عقد للبدء
   - ج. أكثر من عقدة بدء واحدة فقط
   - د. جميع الأجوبة خاطئة

3. في حال وجود أكثر إمكانية لعقدة الأب في شجرة القرارات، فيجب:
   - أ. تجزئة المشكلة أو تكرار عقدة الأب
   - ب. البحث عن الآباء وتمثيلها على التسلسل
   - ج. حذف جميع عقد الآباء والإبقاء على واحدة
   - د. جميع الأجوبة خاطئة

4. في حال وجود حلقة ذاتية في شجرة القرارات، فيجب:
   - أ. تجزئة المشكلة أو تكرار العقدة
   - ب. تمثيل العقدة على التسلسل
   - ج. حذف العقدة
   - د. جميع الأجوبة خاطئة

5. في شجرة القرارات، يجب رسم الشجرة وحلها كما يلي:
   - أ. رسمها من الأعلى إلى الأسفل وحلها بالعكس
   - ب. رسمها من اليمين لليسار وحلها من اليسار لليمين
   - ج. رسمها من اليسار لليمين وحلها من اليمين إلى اليسار
   - د. جميع الأجوبة خاطئة

6. نستخدم في حل شجرة القرارات، مفاهيم:
   أ. توابع لوجستية
   ب. القيمة المتوقعة
   ج. الطريقة القاموسية
   د. جميع الأجوبة خاطئة

7. نختار البديل الأفضل في شجرة القرارات الذي يقابل:
   أ. أسوأ قيمة متوقعة
   ب. أفضل قيمة متوقعة
   ج. متوسط القيم المتوقعة
   د. جميع الأجوبة خاطئة

8. نستخدم لمراجعة الاحتمالات في حل شجرة القرارات، مفاهيم:
   أ. الاحتمالات الشرطية ونظرية بايز
   ب. الاحتمالات الأولية فقط
   ج. الاحتمالات الشرطية فقط
   د. جميع الأجوبة خاطئة

9. لتكن تكلفة الدراسة للحصول على معلومات أكيدة 100 ألف$، والقيمة المتوقعة مع معلومات أكيدة تساوي 500 ألف$، والقيمة المتوقعة بدون معلومات إضافية هي 300 ألف$، فإن القيمة المتوقعة للمعلومات الأكيدة هي:
   أ. 200 ألف$
   ب. 100 ألف$
   ج. 500 ألف$
   د. جميع الأجوبة خاطئة

10. القيمة المتوقعة للمعلومات الأكيدة EVPI هي:
   أ. الفرق بين القيمتين المتوقعتين لكل عقدتين متتاليتين
   ب. الفرق بين القيم المتوقعة الأكبر والأصغر لكل من البدائل
   ج. الفرق بين القيمة المتوقعة بدون معلومات والقيمة المتوقعة لأفضل الحالات الممكنة
   د. جميع الأجوبة خاطئة

11. تُعبر إستراتيجية متخذ القرار في شجرة القرارات عن مسار:

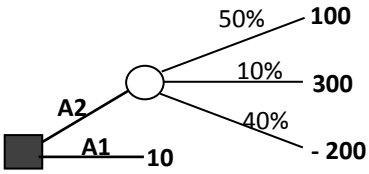
أ. حالات الطبيعة الممكنة من بدء وإلى نهاية الشجرة

ب. العقد ذات القيم المتوقعة الأصغر

ج. الخيارات التي سيقوم بها من بدء وإلى نهاية الشجرة

د. جميع الأجوبة خاطئة

12. ليكن لدينا شجرة القرارات المقابلة للأرباح، فإن القيمة المتوقعة لهذه الشجرة هي:



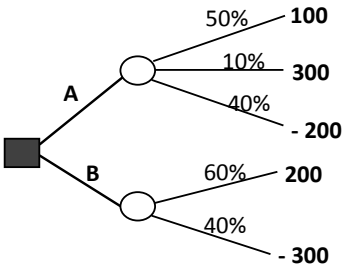
أ. 10

ب. 0 (صفر)

ج. 300

د. جميع الأجوبة خاطئة

13. ليكن لدينا شجرة القرارات المقابلة للأرباح، فإن البديل الأفضل هو:



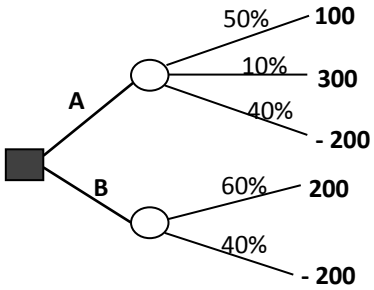
أ. البديلان متكافئان

ب. البديل B

ج. البديل A

د. جميع الأجوبة خاطئة

14. ليكن لدينا شجرة القرارات المقابلة للأرباح، فإن القيمة المتوقعة للبديل الأفضل تساوي:



أ. 0 وتقابل البديل A

ب. 40 وتقابل البديل B

ج. 200 والبديلان متكافئان

د. جميع الأجوبة خاطئة

رقم السؤال	الإجابة الصحيحة
1	أ
2	ج
3	أ
4	أ
5	ج
6	ب
7	ب
8	ج
9	أ
10	ج
11	ج
12	أ
13	أ
14	ب

أسئلة \ قضايا للمناقشة:

السؤال (1) مفاهيم شجرة القرارات.

1. اشرح بإيجاز ما هو المقصود بشجرة القرارات؟

ما هي أهم القواعد الواجب التقيد بها لبناء الشجرة؟

أعطِ مثالاً عن كل من القواعد التي ذكرتها في السؤال الثاني.

{مدة الإجابة: 20 دقيقة. الدرجات من 100: 20 درجة. (توجيه للإجابة: الفقرة 6-1)}

السؤال (2) استخدام القيمة المتوقعة في حل شجرة القرارات.

2. اشرح بإيجاز كيف يمكن استخدام مفهوم القيمة المتوقعة EV في حل شجرة القرارات.

ما هو المقصود بالقيمة المتوقعة مع معلومات أكيدة EVwPI، وكيف يجري حسابها؟

ما هو المقصود بالقيمة المتوقعة للمعلومات الأكيدة EVPI، وكيف يتم حسابها؟

في حال إجراء دراسات تسويقية أو خبرات، كيف يتم تقدير ثمن المعلومات التي تقدمها هذه الدراسات؟

{مدة الإجابة: 20 دقيقة. الدرجات من 100: 20 درجة. (توجيه للإجابة: الفقرة 6-1-3)}

السؤال (2) حل مشكلة تسويق نظام معلوماتي.

ترغب إحدى شركات المعلوماتية تسويق نظام جديد تم تطويره لديها، ولأجل ذلك لديها خياران Alternatives إما تسويقه مباشرة عبر فعالياتها أو التعاقد مع شركة تسويق متخصصة، تتوقع الشركة ثلاثة حالات لنمو السوق States of Nature: ضعيف، متوسط، مرتفع، كما وضع الخبراء التقديرات الآتية الإيرادات المتوقعة (ألف $) لكل حالة من حالات السوق وكل من الخيارين المتاحين، كما يلي:

	سوق ضعيف S1	سوق متوسط S2	سوق مرتفع S3
الاحتمال	% 30	% 50	% 20
تسويق مباشر A1	500	1500	4000
تعاقد A2	1500	1500	1500

3. ارسم شجرة القرار لهذه المشكلة؟

ما هو الخيار الأفضل، وما هي القيمة المتوقعة EV في هذه الحالة؟

لنفترض أنه يمكن للشركة معرفة حالة السوق بشكل أكيد، ما هي القيمة المتوقعة EVwPI في هذه الحالة؟

ما هو الحد الأقصى التي يُمكن للشركة دفعها مقابل الحصول على المعلومات الأكيدة EVPI؟

قررت الشركة إضافة خيار ثالث A3 بتكليف مكتب استشارات لإجراء دراسة وتقدير حالة السوق فيما إذا كان مشجع أو غير مشجع، وإقرار التسويق المباشر أو لا بناءً على نتائج الدراسة، علماً بأن تكلفة الدراسة 100 ألف$، ولدى مراجعة للإحصائيات السابقة تبين ما يلي:

حالة السوق	مشجع	غير مشجع
ضعيف	% 40	% 60
متوسط	% 50	% 50
مرتفع	% 20	% 80

فما هي القيمة المتوقعة للخيار الجديد؟ وهل تختلف خيارات الشركة عن السابق؟

{مدة الإجابة: 40 دقيقة. الدرجات من 100: 30. الحل: (1) EV=1700، (2) A1، (3) EVwPI=2000، (4) EVPI=300، (5) استخدم مفاهيم الاحتمالات الشرطية EV=1460 }

المراجع المستخدمة في الفصل السادس:

1. عبود، طلال. 2014. نظرية القرارات. نوطة تدريسية لطلاب المعهد العالي لإدارة الأعمال (غير منشور)، دمشق.
2. Bouyssou, D., Marchant, Th., Pirlot, M, Tsoukias, A., &Vincke, Ph. 2006. Evaluation and Decision Models with Multiple Criteria Stepping stones for the analyst. LAMSADE, Universite Paris-Dauphine, France.

الفصل السابع:
نظرية المنفعة Utility Theory

كلمات مفتاحية:

نظرية المنفعة Utility Theory، تابع المنفعة Utility Function، المنفعة الهامشية Marginal Utility.

ملخص الفصل:

تعتبر نظرية المنفعة من أهم الأدوات المبتكرة في النصف الثاني من القرن العشرين ومطبقة على نطاق واسع، لذلك سنرى في هذا الفصل طبيعة المشكلة التي تعالجها هذه النظرية، ثم التعرف على فرضياتها وكيفية بناء توابع المنفعة، وكيفية تفسير نزعة متخذ القرار تجاه المجازفة استناداً إلى شكل التابع والمنفعة الهامشية، كما سنرى إمكانية استخدام هذه النظرية في الحالات المعقدة مثل اختيار موقع لبناء مفاعل نووي، وأخيراً سنستعرض أهم نقاط الضعف التي تعاني منها هذه الطرق.

المخرجات والأهداف التعليمية:

- التمكن من مفاهيم نظرية المنفعة وفرضياتها الأساسية
- تعلم كيفية بناء تابع المنفعة
- التمكن من شرح النزعة تجاه المجازفة استناداً إلى شكل تابع المنفعة والمنفعة الهامشية
- تذكر أنه يمكن تطبيق نظرية المنفعة في حالات واقعية معقدة
- تذكر نقاط الضعف التي تعاني منها الطرق وحيدة المعيار

مخطط الفصل:

1. طبيعة المشكلة التي تعالجها نظرية المنفعة The Problem Treated by Utility Theory.
2. الفرضيات الأساسية لنظرية المنفعة Basic Assumptions.
3. تابع المنفعة Utility Function.
4. حالة عملية: اختيار موقع مفاعل نووي لتوليد الطاقة Case: Selection of site of Nuclear Plant.
5. أهم انتقادات الطرق وحيدة المعيار Critics of Mono-Criterion Models.

مقدمة:

وضعت أسس نظرية المنفعة في بداية الأربعينات من القرن العشرين Neumann (1944)، وتستند فكرتها الجوهرية إلى توصيف نموذج تفضيلات متخذ القرار، بفرض:

- أن هذا النموذج واضح في ذهن متخذ القرار،
- أن هناك مجموعة معروفة ومحددة من الخيارات معبر عنها بشكل توابع تحليلية أو معدودة،
- أن هناك تابع حقيقي يُدعى تابع المنفعة يعكس توصيف تفضيلات متخذ القرار،
- أنه يمكن إيجاد أفضل بديل بحيث تكون قيمة تابع المنفعة أكبر ما يمكن.

1. طبيعة المشكلة التي تعالجها نظرية المنفعة:

تتعامل نظرية المنفعة مع مشكلات القرار من النمط الآتي:

المفاضلة بين بديلين a، b من مجموعة البدائل A على محور تفضيلي واحد، حيث يُمكن لتقييم كل من البديلين أن يأخذ عدة قيم من المقياس مع احتمال تحقق كل منها، ويُحسب تقييم البديل بالأمل الرياضي[1] لتحقق جميع القيم الممكنة للبديل.

رأينا سابقاً في نماذج القيمة المتوقعة وشجرة القرارات نفس طريقة الحساب (الأمل الرياضي) عبر حساب متوسط التقييمات مثقلةً باحتمالاتها، لكن في نظرية المنفعة الحالية فإنه سيتم استبدال قيم المقياس بالمنفعة التي يتوقعها متخذ القرار من تحقق كل من هذه القيم كما سنرى في هذا الفصل.

ليكن لدينا بديل a يأخذ عدة تقييمات وفق أحد المعايير $a_1, a_2, a_3, \ldots, a_n$ مع احتمالات تحقق كل منها $p_1, p_2, p_3, \ldots, p_n$ بالترتيب، ولدينا بديل آخر b يأخذ عدة تقييمات وفق نفس المعيار $b_1, b_2, b_3, \ldots, b_m$ مع احتمالات تحقق كل منها $p_1, p_2, p_3, \ldots, p_m$ بالترتيب، فإن تقييم كل من البديلين وفق هذا المعيار يحسب كمتوسط حسابي لمنافع التقييمات $U(a_i)$ و $U(b_i)$ مثقلةً باحتمالاتها كما يلي:

منفعة تقييم البديل a: $U(a) = \sum_{i=1}^{n} p_i U(a_i)$ ومنفعة تقييم البديل b: $U(b) = \sum_{i=1}^{m} p_i U(b_i)$

وتتم المفاضلة بين البديلين وفق القيمتين الناتجتين U(a) وU(b)، فإن كانت متساويتان نقول أن البديلين متكافئين وفق المعيار المعني فقط، وإن كانت أحداهما أكبر من الأخرى نقول أن البديل ذو القيمة الأكبر أفضل من البديل الآخر وفق المعيار المعني فقط.

1. يُعتبر المتوسط الحسابي أهم مؤشر عن الأمل الرياضي، وللمزيد، انظر الملحق الرياضي.

مثال (7−1) مقارنة طالبين.

يبين الجدول الآتي [7−1] الدرجات المتوقعة لطالبين a,b مع احتمال تحقق كل منها؛ نلاحظ بحساب المتوسط المثقل بالاحتمالات لكل من الطالبين أنهما متساويان (55 درجة)، في حين أنه لدى تقدير منفعة الدرجات وحساب متوسطها المثقل بنفس الاحتمالات نجد أن منفعة الطالب a أقل من منفعة الطالب b وذلك لنفس الدرجات، الاختلاف الوحيد هو بالمنفعة المتوقعة من درجة النجاح 60 حيث تبدو للطالب الأول أقل بكثير (مُجد!) من منفعتها للطالب الثاني (غير مجد!).

الجدول [7−1] المتوسط المثقل للعلامات ومنفعتها

	الدرجة التي يمكن أن يحصل عليها الطالب				المتوسط المثقل بالاحتمالات	
	40	50	60	70	العلامات	المنفعة
احتمال حصول الطالب a على الدرجة	%10	%40	%40	%10	55	0.46
منفعة الطالب a من العلامة	0.2	0.4	0.5	0.8		
احتمال حصول الطالب b على الدرجة	%10	%40	%40	%10	55	0.54
منفعة الطالب b من العلامة	0.2	0.4	0.7	0.8		

متوسط الدرجات المثقل بالاحتمالات: $55 = 10\% * 40 + 40\% * 50 + 40\% * 60 + 10\% * 70$

متوسط المنفعة المثقل للطالب a: $0.46 = 10\% * 0.2 + 40\% * 0.4 + 40\% * 0.5 + 10\% * 0.8$

متوسط المنفعة المثقل للطالب b: $0.54 = 10\% * 0.2 + 40\% * 0.4 + 40\% * 0.7 + 10\% * 0.8$

2. الفرضيات الأساسية لنظرية المنفعة:

1.2. الفرضية الأولى: الوضوح التام Complete Ranking of Preferences:

تتحقق حالة واحدة من بين ثلاث حالات لدى المفاضلة بين أي بديلين من مجموعة البدائل $a,b \in A$ المُعبّر عنهما بتقييمات احتمالية:

- إما الأول أفضل من الثاني (a P b)، حيث P: Preference
- أو الثاني أفضل من الأول (b P a)،
- أو الاثنان متكافئان (a I b). حيث I: Indifference

أي أن المقارنة هنا لا تترك مجالاً للشك أو لعدم المقارنة، وهذا ناجم عن الرغبة بتلخيص كافة المعلومات بمعيار إجمالي وحيد.

مثال (2-7) فرضية الوضوح التام.

لدينا مشروعان قيمة الأول 100$ وقيمة الثاني 101$، فهل هما متكافئين أم أحدهما أفضل من الآخر؟ إن الفرق 1 بالمائة مقدراً بالدولار هنا يُشكل أفضلية لصالح المشروع الثاني، فإذا كان الفرق بين منفعتي المشروعين معبراً بالنسبة لمتخذ القرار، سيكون أيضاً المشروع الثاني أفضل.

2.2. الفرضية الثانية: التعدي Transitivity:

تتمتع علاقتي التفضيل الأكيد P والتكافؤ I بخاصية التعدي، أي إذا كان لدينا ثلاثة بدائل حيث الأول أفضل من الثاني والثاني أفضل من الثالث، نستنتج أن الأول أفضل من الثالث:

$$\forall a,b,c \in A \quad if\ (aPb) and\ (bPc) \Rightarrow aPc$$

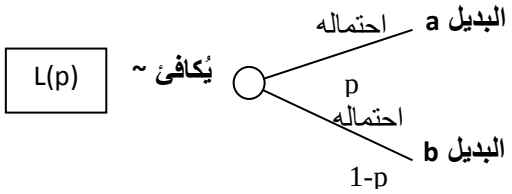
كذلك الحال بالنسبة لعلاقة التكافؤ أي إذا كان الأول يكافئ الثاني والثاني يكافئ الثالث، ستنتج أن الأول يكافئ الثالث: $if\ (aIb) and\ (bIc) \Rightarrow aIc \quad \forall a,b,c \in A$.

مثال (3-7) فرضية التعدي.

التفضيل الأكيد: لدينا ثلاثة مشاريع a, b, c، قيمة الأول a تساوي 100$ وقيمة الثاني b تساوي 90$، وقيمة الثالث c تساوي 80$، فإن المشروع الأول أفضل من الثاني، والثاني أفضل من الثالث، وبالتالي فإن الأول أفضل من الثالث.

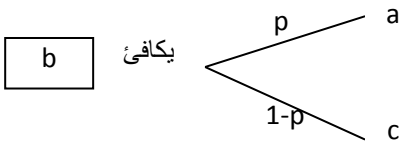
التكافؤ: لدينا ثلاثة مشاريع a, b, c، قيمة الأول a تساوي 100$ وقيمة الثاني b تساوي 99$، وقيمة الثالث c تساوي 98$، فإذا اعتبر متخذ القرار أن فرق دولار واحد غير معبر، نجد أن المشروع الأول يكافئ الثاني، والثاني يكافئ الثالث، نستنتج أن الأول يكافئ الثالث بغض النظر عن الفرق بينهما.

تتعلق الفرضيتان الثالثة والرابعة بتقييمات احتمالية للبدائل، أي من أجل خيارين a,b حيث احتمال الأول a هو p واحتمال الثاني b هو (1−p)، فإننا نرمز بـ L(p) لأي بديل يُحقق: L(p) = p.a + (1−p).b، وهو ما ندعوه بورقة يانصيب أو ورقة حظ Lottery ونرمز لمجموعة أوراق الحظ بالشكل L(a,b).



3.2. الفرضية الثالثة: الاستمرارية Continuity:

من أجل كل بديلين a, c، هناك بديل ثالث b يكافئهما، أي $\forall a,b,c \in A$ بحيث $(cPb) \wedge (bPa)$ فإنه يوجد قيمة وحيدة للاحتمال p $(0 \leq p \leq 1)$ بحيث تكون ورقة الحظ للبديلين L(a,c) متكافئة مع b.



يمكن تخيّل البديل b كأنه بديل وسط بين البديلين a وc، وإيجاد قيمة للاحتمال p بحيث نحصل على تكافؤ بين b والقيمة المتوقعة من a وc معاً، وتُحسب قيمته كما يلي b = p.a + (1−p).c، وندعو هذه القيمة التي تكافئ ورقة الحظ بالمكافئ الأكيد Certainty Equivalent، ويستخدم لغايات المقارنة ولا يعني أنه سيتحقق بالتأكيد.

مثال (7−4) فرضية الاستمرارية.

لدينا مشروعان قيمة الأول a هي 100$ وقيمة الثاني c هي 120$ مع احتمال قبول المشروع الأول يساوي مثلاً p=60% واحتمال قبول المشروع الثاني 1−p=40%، فيمكن إيجاد مشروع ثالث b (أو يمكن تخيله يكافئ المشروعين، ويتم حساب قيمته المتوقعة أو المكافئ الأكيد كما يلي:

القيمة المتوقعة للمشروع الثالث b: 0.6*100 + 0.4*120 = 60+48 = 108

4.2. الفرضية الرابعة: الاستقلال والإبدال Independence &Substitutability:

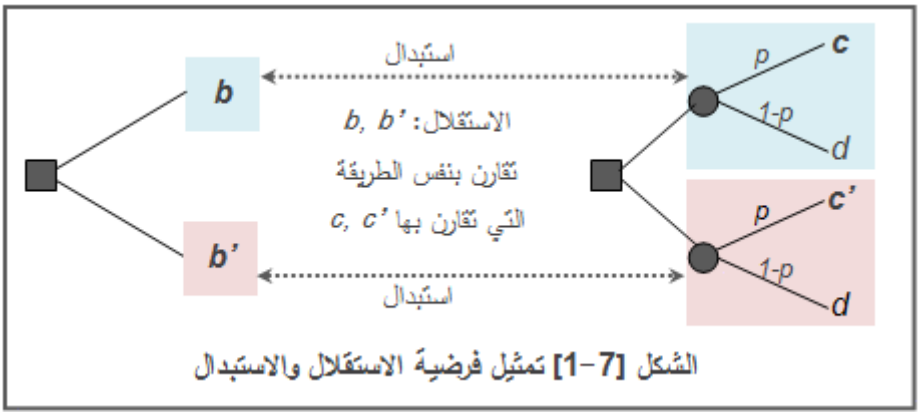
ليكن البديلين b, b’ معرفين كورقتي حظ كما يلي: b = p.c + (1−p).d و b’ = p.c’ + (1−p).d يكون لدينا، من أجل أية ثلاث بدائل $\forall c,c',d \in A$ فإنه يمكن إيجاد قيمة للاحتمال $0 < p \leq 1$ بحيث:

إذا كان c’ يكافئ c فإن b’ يكافئ b والعكس صحيح: $c'Ic \Leftrightarrow b'Ib$

وإذا كان c’ أفضل من c فإن b’ أفضل من b والعكس صحيح أيضاً: $c'Pc \Leftrightarrow b'Pb$

تعني هذه الفرضية على:

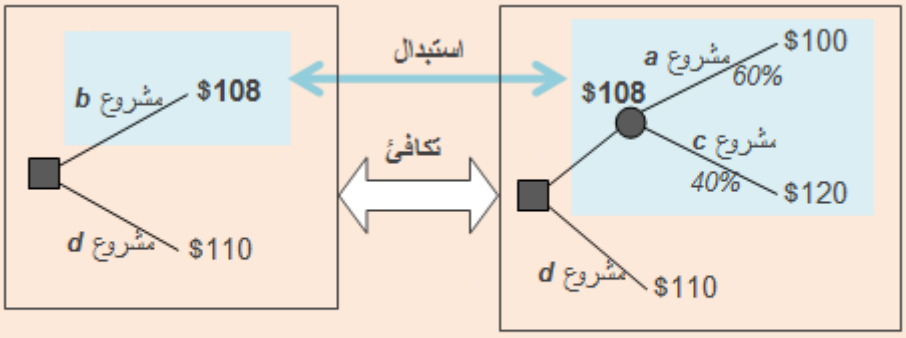
- أنه يمكن استبدال ورقتي الحظ L(c, d) و L(c’, d) بالمكافئ الأكيد لكل منهما b و b’، وهو المقصود بالإبدال،
- وبأنه لدى استبدال c بـ c’ في حالة ورقة الحظ b فإن ورقة الحظ الناتجة b’ تُقارن بـ b بنفس الطريقة التي تُقارن c بـ c’ مهما يكن طبيعة أو تقييم هذين البديلين، وبأن أي بديل آخر d لا يؤثر ولا يتأثر بالمقارنة، وهو المقصود بالاستقلال.



الشكل [7−1] تمثيل فرضية الاستقلال والاستبدال

مثال (7–5) فرضية الاستبدال.

لنأخذ المشروعين في المثال السابق [7–4]، يمكن استبدال المشروعين الأول والثاني بالمشروع الثالث دون أية تأثيرات على البدائل أخرى، أي يمكن حذف المشروعين بكل بساطة والاستعاضة عنهما بالثالث كما يبين الشكل [7–2].



الشكل [7–2] مثال فرضيةَ الاستقلال والاستبدال

يُمكن إضافة فرضية ضمنية تتعلق بتزايد المنفعة مع تزايد التفضيلات، وهي حالة طبيعية كما نلاحظ ولذلك تُهمل من الفرضيات الأساسية، ندعوها بفرضية عدم تناقص المنفعة Non–Decreasing Utility.

إذا قبل متخذ القرار بهذه الفرضيات، فإنه يمكن نمذجة تفضيلاته بتابع عدديي U، وبأن تقييم المنفعة U(a) للبديل a هو الأمل الرياضي للمنافع الجزئية المرتبطة بالبديل a؛ أي هناك تابع حقيقي يدعى تابع المنفعة Utility Function يعبر عن نموذج تفضيلات متخذ القرار، وهي النتيجة الأساسية لنظرية المنفعة، حيث سنرى في الفقرة اللاحقة كيفية بناء هذا التابع.

بالخلاصة، يأخذ التابع U(a) قيمه من مجموعة الأعداد الحقيقية، ويُمكن التعبير عن كل بديل بمنفعته المتوقعة وفق هذا التابع، فإن البدائل ستخضع بالضرورة لترتيب قيم المنفعة التي حصلت عليها، أي أن المشكلة التي تعالجها نظرية المنفعة هنا هي مشكلة ترتيب البدائل وتندرج ضمن إطار إشكالية الترتيب التي تحدثنا عنها في الفصل الخامس.

3. تابع المنفعة:

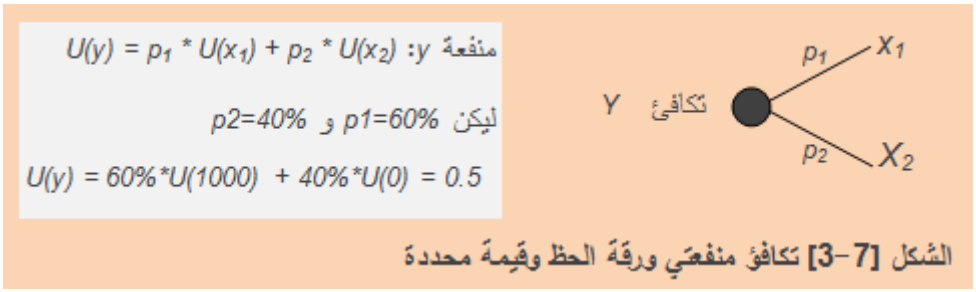
1.3. طريقة بناء التابع:

يُبنى تابع المنفعة بشكل تدريجي عبر أسئلة من نمط أوراق الحظ بالنسبة لمتخذ قرار محدد كما هو مبين أدناه، حيث سنقوم بشرحه عبر مثال باستخدام مقاييس مالية كونها أسهل للفهم، وعادةً ما يقوم ببناء التابع مهندس القرار الذي يُحضر الأسئلة ويدقق الإجابات ويرسم التابع ويبحث عن صيغته الرياضية.

1. نفترض أن أكبر منفعة ممكنة هي 1، حيث يقوم متخذ القرار بتحديد أكبر مبلغ يقابل هذه القيمة وليكن x_1، نكتب $U(x_1) = 1$
2. نفترض أيضاً أن أقل منفعة ممكنة هي 0، ويقوم متخذ القرار بتحديد أقل مبلغ يقابل هذه القيمة وليكن x_2، نكتب $U(x_2) = 0$
3. يقترح مهندس القرار ورقة حظ مجانية على متخذ القرار على شكل سؤال كما في الشكل [7–3]:

لديك ورقة حظ احتمال أن تربح x_1 هو p_1 واحتمال أن تربح x_2 هو p_2، فما هو المبلغ الذي تقبل به للتخلي عن هذه الورقة؟

لنفترض أن إجابة متخذ القرار بأنه مستعد للبيع بمبلغ y، نقول بأن منفعة ورقة الحظ تُكافئ منفعة المبلغ y، وحيث أن منفعة x_1 ومنفعة x_2 معروفتان، يمكن حساب منفعة y كمتوسط حسابي مثقل باحتمالي المنفعتين، وهكذا يكون لدينا منفعة $U(y)$؛ ونقول أن y هي المكافئ الأكيد للمبلغين x_1, x_2، أو المنفعة $U(y)$ هي المكافئ الأكيد للمنفعتين $U(x_1), U(x_2)$.



الشكل [7–3] تكافؤ منفعتي ورقة الحظ وقيمة محددة

4. نتابع أسئلة جديدة على نمط السؤال السابق، وفي كل مرة نغير قيم ورقة الحظ أو احتمالاتها، ونقوم بحساب منفعة القيمة الجديدة التي يعطيها متخذ القرار، وذلك حتى يتكوّن لدينا عدد كافٍ من القيم ومنافعها، وبنفس الوقت نرسم الخط البياني للتابع لتبيان شكله والمسافات بين النقاط.
5. في العديد من الحالات، قد يكون من المفيد إيجاد معادلة الخط البياني الناتج باستخدام أدوات رياضية وإحصائية مناسبة، وليست مجال بحثنا في المقرر الحالي.

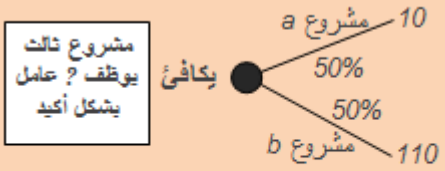
مثال (7–6) المنفعة المتوقعة من تشغيل العمال.

يبحث مجلس المحافظة عن تقييم المنفعة المتوقعة من عدد العمال الذين يمكن استخدامهم من قبل مشاريع المحافظة، علماً بأن اختيار المشروع متعلق بعدد العمال وبالتالي بالمنفعة التي ستجنيها المحافظة من تشغيلهم؛ ولنفترض المشاريع المُقدمة لهذا العام تُشغل عمال على النحو الآتي:

المشروع	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
العدد المتوقع للعاملين	10	20	50	70	90	100	110

حيث أن المشروع الأول يستخدم أقل عدد من العاملين فإننا نعتبر اصطلاحاً المنفعة المتوقعة منه (وفق معيار العمالة فقط) يساوي الصفر u(10)=0، ونعتبر أيضاً المنفعة المتوقعة من المشروع السابع الذي يستخدم أكبر عدد من العمال تساوي الواحد u(110)=1.

بعد ذلك، نبدأ سلسلة من الأسئلة لمتخذ القرار (مجلس المحافظة) لنستكمل بناء تابع المنفعة الخاص بالمجلس، كل سؤال هو عبارة عن ورقة حظ، يشكل طرفاها قيمتين معروفتي المنفعة وتساوي احتمالاتهما عادةً 50% لكل فرع، ويُطلب من المجلس تحديد عدد العمال المكافئ لهذه الورقة:



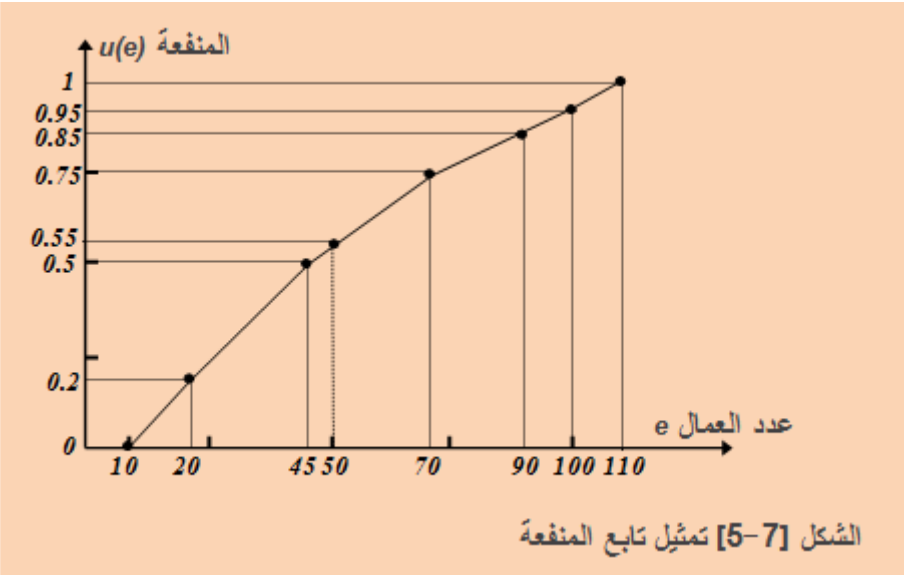
السؤال: لديك مشروعان غير أكيدين أحدهما يستخدم 10 عمال والآخر يستخدم 110 عمال، واحتمال أن يُنجز كل منهما هو 50%. بفرض أن المشروعين متكافئين على جميع المعايير الأخرى، ولديك مشروع ثالث، ما هو العدد الأكيد من العمال الذي تطلب من المشروع الثالث استخدامه مقابل الاستغناء عن المشروعين الحاليين؟

الشكل [7–4] سؤال ورقة الحظ والمكافئ الأكيد

أمام هذا السؤال قد نحصل على إجابات مختلفة تتعلق بإدراك ومناقشات المجلس للحالة، لنفترض بأن المجلس قد قال بعد مشاوراتٍ أن المشروع الثالث يجب أن يستخدم بشكلٍ أكيد 45 عاملاً، نستنتج أن منفعة استخدام 45 عاملاً بشكلٍ أكيد تعادل منفعتي (استخدام 10عمال مع احتمال 50% أو استخدام 110 عمال مع احتمال 50% أيضاً)، لذلك نقوم بحساب منفعة الـ 45 كمتوسط حسابي مثقل لمنفعتي الـ 10 والـ 110 عمال كما يلي:

$$u(45) = 50\% \times u(10) + 50\% \times u(110) \quad \text{أي} \quad u(45) = 0.5 \times 0 + 0.5 \times 1 = 0.5$$

فيصبح لدينا ثلاث نقاط من تابع المنفعة هي: u(45)=0.5 ; u(110)=1 ; u(10)=0، حيث يتم تمثيلها على مستوي محوره الأفقي e هو عدد العمال الذي يستخدمه المشروع ومحوره العمودي هو المنفعة المتوقعة منه u(e) كما يبين الشكل [7–5].



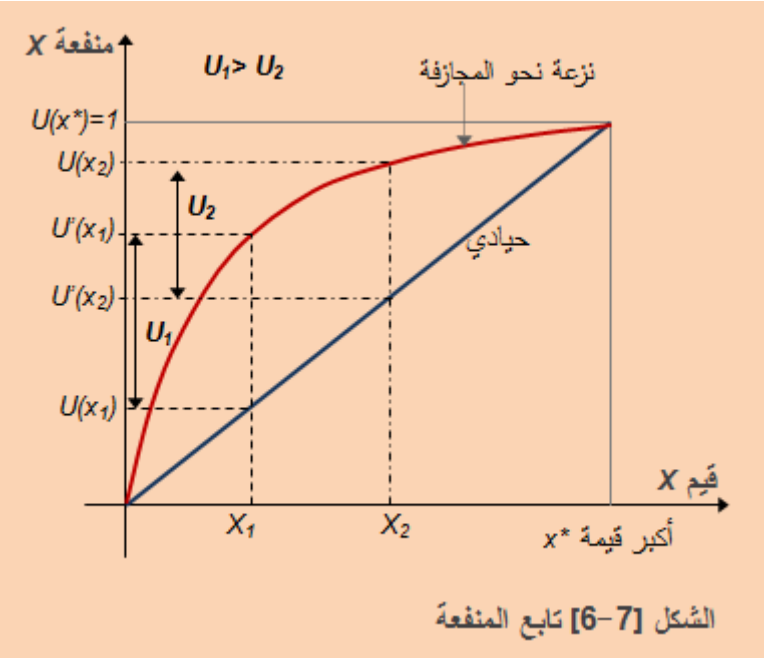
الشكل [7–5] تمثيل تابع المنفعة

يمكن متابعة الأسئلة (بل يجب المتابعة) حتى نستطيع تبيّن شكل التابع بشكل واضح، يمكن في حالاتٍ كثيرة إيجاد صيغة رياضية للتابع انطلاقاً من النقاط التي جرى إيجادها على الشكل.[2]

2. لإيجاد مثل هذه الصيغ، نلجأ عادةً إلى طرق وأساليب القياس الاقتصادي مثل التراجع الخطي، Box–Jenkins، ...الخ.

2.3. أشكال تابع المنفعة والمنفعة الهامشية:

يختلف شكل تابع منفعة حسب ظروف متخذ القرار والحالة التي يتواجد فيها، إذ لا يوجد شكل محدد ودائم له، كما يختلف شكله حسب طبيعة وقيم معيار الموارد المعني X فيما إذا كانت كبيرة أو صغيرة، موجبة أو سالبة، ويبين الشكل [7–6] أحد هذه الأشكال، حيث يعبر المستقيم المنصف للربع الأول عن حيادية متخذ القرار تجاه المخاطر، في حين أنّ الشكل المنحني يعبر عن نزعة للمجازفة، ويتم دراسة هذه النزعة عبر مفهوم المنفعة الهامشية أو الحدية Marginal Utility.



الشكل [7–6] تابع المنفعة

ما ندعوه بالمنفعة الهامشية أو الحديّة Marginal Utility هي معدل تزايد المنفعة بالنسبة إلى معدل تزايد قيمة واحدة من الموارد وتكتب بالشكل $U_m = \frac{\Delta U}{\Delta x}$ أو بمصطلح رياضي هي المشتق الأول للتابع، وتفيد بالتعرف على سلوكيات متخذ القرار ونزعته تجاه المجازفة وذلك بتتبع ميل مماس منحني تابع المنفعة، كما يلي:

- إذا كانت المنفعة الهامشية ثابتة، يعني أن متخذ القرار حيادي تجاه المجازفة، كما يبين منصف الربع الأول في الشكل السابق [7–6]؛ أي أن الانتقال على محور الموارد X بواحدات متساوية يؤدي إلى تزايدات متساوية في المنفعة، ويكون لتابع المنفعة شكلاً خطياً $U(x) = a\,x + b$ حيث a, b ثوابت، وتساوي المنفعة الهامشية ميل المستقيم أي $U_m = a$، في حين تمثل القيمة b نقطة تقاطع تابع المستقيم مع محور المنفعة أي عندما x=0 وتُمثل الحد الأدنى للمنفعة الذي لا يقبل أن يتنازل عنه متخذ القرار مهما كانت قيم x.
- إذا كانت المنفعة الهامشية متغيرة، تختلف نزعة متخذ القرار تجاه المجازفة حسب شكل تابع المنفعة وفيما إذا كانت القيم موجبة (أرباح مثلاً) أو سالبة (خسائر مثلاً)؛ في الشكل المبين أعلاه حيث جميع القيم موجبة، إذا كان ميل مماس منحني التابع متناقص يكون لدى متخذ القرار نزعة للمجازفة كما هو

الحال عند القيم الصغيرة، وإذا كان هذا المماس متزايد يكون لدى متخذ القرار نزعة لعدم المجازفة، وتنعكس هذه النزعات عند القيم السالبة.

كما نلاحظ أنه لا يوجد متخذ قرار مجازف بالمطلق أو غير غير مجازف بالمطلق، فقد تختلف هذه النزعة حسب الظروف وحسب القيم وحسب المعلومات المتوفرة.

مثال (7-7) نزعة متخذ القرار تجاه المجازفة.

ليكن لدينا تابعي المنفعة لمتخذي قرار X, Y المبينين في الشكل [7-7]، ولندرس نزعة المجازفة لكل منهما حسب المواقع المختلفة على منحنيي تابع المنفعة.

الحالة الأولى: المنفعة الكلية.

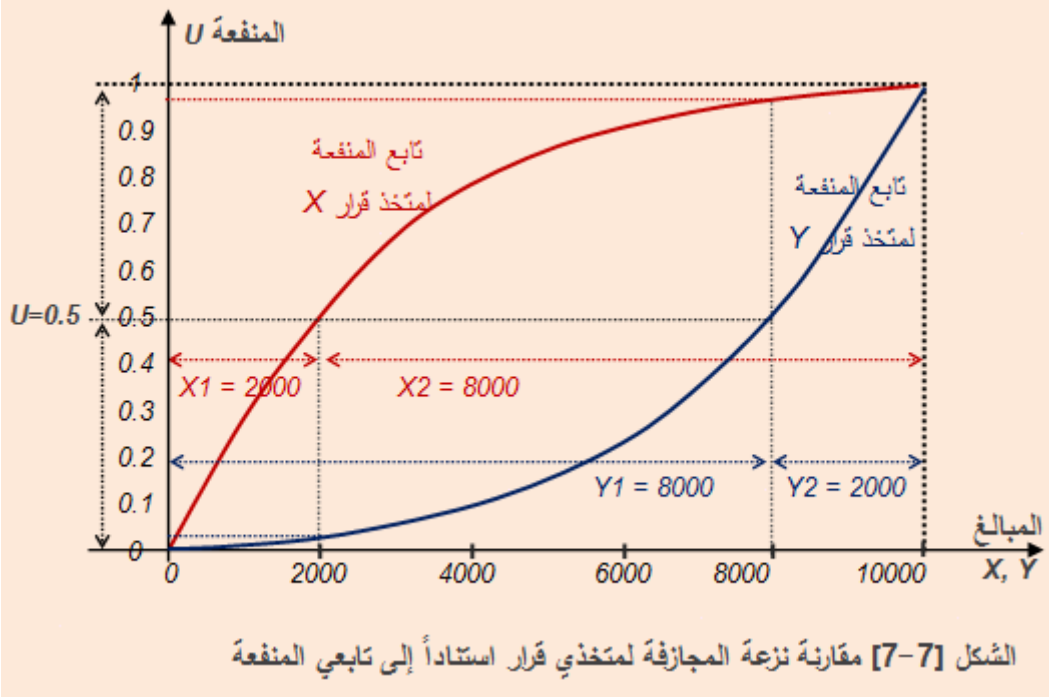
من أجل نفس المنفعة الكلية U=0.5، نلاحظ أن متخذ القرار الأول X يتوقع الحصول على هذه المنفعة من أجل مبلغ 2000$، في حين يتوقع متخذ القرار الثاني Y أن يحصل على نفس المنفعة من أجل مبلغ أكبر بكثير من السابق ويساوي 8000$.

الحالة الثانية: نزعة المجازفة عند المبالغ الصغيرة.

من أجل الانتقال بالمبلغ بالمنفعة من 0 إلى 0.5 أي ΔU=0.5، فإن متخذ القرار الأول X يقبل بالانتقال بالمبلغ من 0 إلى 2000$ أي ΔX=2000 وبالتالي تكون المنفعة الهامشية تساوي $U_{mx} = \frac{0.5}{2000}$، في حين أن متخذ القرار الثاني Y يريد فرقاً أكبر بكثير يعادل ΔY=8000 وبالتالي تكون المنفعة الهامشية تساوي $U_{my} = \frac{0.5}{8000}$ وتكون منفعته من أجل فرق 2000 فقط تساوي $U_{my}(2000) = \frac{0.5}{8000} x2000 = \frac{0.5}{4} = 0.125$ وهي أقل بكثير من فرق المنفعة الهامشية لمتخذ القرار الأول والتي كانت 0.5، وبالتالي يمكن القول أن متخذ القرار الأول X لديه نزعة للمجازفة أكبر من متخذ القرار الثاني Y باعتبار أنه يتوقع منفعة أكبر تتحقق بالحصول على 2000$ إضافية.

الحالة الثالثة: نزعة المجازفة عند المبالغ الكبيرة.

نرى بسهولة أن النزعة معكوسة بين متخذي القرار، حيث نجد أن متخذ القرار الثاني Y لديه نزعة للمجازفة أكبر من الأول X باعتبار أنه يتوقع منفعةً أكبر تتحقق بالحصول على 2000$ إضافية.



الشكل [7-7] مقارنة نزعة المجازفة لمتخذي قرار استناداً إلى تابعي المنفعة

3.3. أهمية وتطبيقات تابع المنفعة:

هناك العديد من التطبيقات المفيدة لتوابع المنفعة، نذكر بعضاً منها:

- إمكانية الحصول على توابع المنفعة لعدد من الأطراف أو الجهات المعنية بصناعة القرار والتعرف إلى سلوكياتها القرارية من خلال دراسة أشكال هذه التوابع.
- إمكانية التعبير عن مقاييس المعايير المختلفة بتوابع منفعة لنفس متخذ القرار، خصوصاً إذا كان من الصعب الحصول على مقاييس كمية واضحة لبعض المعايير أو معايير وصفية، وبالتالي نحصل على مقياس موحد لجميع المعايير، وهذا مفيد جداً لتجميع تقييمات البدائل بالطرق التقليدية، كما سنرى لدى مناقشة الحالة العملية في الفقرة اللاحقة (7-4).
- تعتبر توابع المنفعة طريقة فعالة وبسيطة لأخذ منظومة قيم وأحكام متخذ القرار بالاعتبار ونزعته تجاه المجازفة، باعتبار أن القرار النهائي سيُعتمد من قبله وبالتالي من الطبيعي إدماجه في نموذج صناعة القرار.
- استخدام توابع المنفعة في الحالات التي تتطلب قرارات سريعة مع صعوبة الوصول إلى متخذ القرار، مثل حالات الأسهم في البورصة، لكن يجب تجنب الإفراط في اعتماد توابع المنفعة، إذ لا يجب أن تكون بديلاً عن متخذ القرار[3]، وكذلك الحال بالنسبة لجميع النماذج المساعدة في صناعة القرارات، فهو من تسميتها "مساعدة" وليست بديلاً عن متخذ القرار.

3. يقال أن أحد أسباب الانهيار المفاجئ للبورصات العالمية خصوصاً بورصة باريس يوم الاثنين في 19 أيلول 1987، كان الاستخدام المكثف لتوابع المنفعة وبرمجتها في نظم معلوماتية بحيث أصبحت هذه البرمجيات تأخذ قرارات بالبيع والشراء دون العودة لمتخذي القرارات، ولم تُثبت هذه المقولة، لكن توجب الإشارة إليها.

4. حالة عملية: اختيار موقع مفاعل نووي لتوليد الطاقة:

في عام 1974، طلبت هيئة الطاقة في ولاية واشنطن WPPSS[4] التي تضم الشركات المنتجة والموزعة للكهرباء في الولاية، من شركة الاستشارات WoodWard–Clyde تنفيذ دراسة لاختيار الموقع الملائم لبناء مفاعل نووي لتوليد الطاقة؛ كانت طاقة إنتاج المفاعل المطلوبة حوالي 3000 ميغاوات على أن يدخل قيد التشغيل الفعلي في بداية عام 1984، المواقع المرشحة كانت تابعة للولاية نفسها وبعض من ولايات Oregon و Idaho. يتطلب إنشاء المفاعل موافقة من الحكومة الفيدرالية. تهدف WPPSS في هذه المرحلة إلى إجراء الدراسة لاختيار موقع أو عدد قليل من المواقع "الملائمة" والتي يمكن أن توافق عليها الحكومة الفيدرالية. قاد الدراسة باحثان من كبار منظري نظرية المنفعة حيث اعتبرت هذه الحالة نموذجاً متكاملاً لتطبيق مفاهيم وتقنيات نظرية المنفعة (التفاصيل في المرجع Keeny & Nair, 1976).

1.4. الدراسة الأولية:

قام فريق الدراسة (مهندس القرار) بانتقاء المواقع المرشحة لاستضافة المفاعل على مرحلتين، وفي أغلب الأحيان كان تعامل مهندس القرار مع خبراء الهيئة أكثر من التعامل مع متخذ القرار الفعلي (مجلس إدارة هيئة الطاقة).

المرحلة الأولى: اختيار المواقع الملائمة فنياً، والإبقاء على المواقع المحققة للشروط الفنية باستخدام طريقة الحذف بالتدرج (انظر الفقرة 5–7) بناءً على الشروط الفنية المحددة من قبل الخبراء. مثلاً، تم حذف كل موقع يقع على بعد أقل من 3 ميل من تجمع سكني يتجاوز عدد سكانه 2500 نسمة، ثم حذف كل موقع يقع على بعد أقل من 5 ميل من فالق طوله أكثر من 12 ميل، ...الخ. وبالنتيجة، تم الإبقاء على 9 مواقع جميعها تحقق الشروط الفنية.

المرحلة الثانية: ترتيب المواقع التسعة المقبولة في المرحلة السابقة، حيث خضع كل منها لدراسة فنية واقتصادية مستفيضة، تمثل هذه المواقع مجموعة البدائل القابلة للتنفيذ $A = a_1, a_2, ..., a_9$ ، وتم وضع معايير صارمة لإجراء الترتيب، وتقييم المواقع كما سنرى في الفقرات اللاحقة.

4. WPPSS : Washington Public Power Supply System.

2.4. تحديد الأبعاد والمعايير:

تم اختيار 6 محاور للتعبير عن الخصائص الرئيسية للمفاضلة بين المواقع التسعة، كما يلي:

- **المحور الأول:** الصحة والسلامة والأمن.

إذ يزداد الإشعاع النووي في المنطقة المحيطة بالمفاعل، كما يمكن أن تتعرض المنطقة لخطر الحوادث كالتسرب أو الانفجار أو غيرها.

- **المحور الثاني:** فقدان الأسماك في الأنهار المجاورة.

يستخدم المفاعل مياه الأنهار المجاورة للتبريد، فسيكون هناك بالتأكيد موت لقسم من الأسماك بفعل حرارة المياه التي سيلقيها في النهر بعد التبريد.

- **المحور الثالث:** الآثار البيولوجية.

جميع الآثار البيئية والتغيرات البيولوجية على الكائنات الحية التي ستؤثر على المنطقة المحيطة عدا فقدان الأسماك.

- **المحور الرابع:** الآثار الاقتصادية والاجتماعية.

بفعل حركة العاملين المؤقتة (حوالي 10 سنوات) الذين سيأتون لبناء المفاعل، سيكون هناك حاجة لإقامة بنى تحتية وخدمات إضافية، مما قد يُخل بالتوازن الاجتماعي والاقتصادي القائم حالياً في الموقع أو في جواره.

- **المحور الخامس:** الجمالية.

حيث أنه سيتم وصل أسلاك التوتر العالي من المفاعل إلى الشبكة، يمكن أن يؤدي إلى تشويه المناطق القريبة من الأسلاك.

- **المحور السادس:** التكلفة.

تكاليف الاستثمار في بناء المفاعل وتكاليف التشغيل.

سنقوم حالياً بتعريف الأبعاد[5] استناداً إلى هذه المحاور، أي المعايير التي سيتم الحكم (تقييم) على كل موقع من خلالها.

- **البعد الأول d_1:** الصحة والسلامة والأمن.

تم اعتماد المؤشر الرسمي SPF: Site Population Factor المحدد من قبل هيئة الطاقة الأمريكية، ويقيس حجم التأثير الإشعاعي على سلامة البشر مع الأخذ بالاعتبار لبعدهم أو قربهم من المفاعل. المقياس E_1 هو عدد حقيقي يأخذ قيمه بين 0 (القيمة الأفضل) و 0.2 (القيمة الأسوأ).

- **البعد الثاني d_2:** فقدان الأسماك في الأنهار المجاورة.

لوحظ أن العدد الإجمالي للأسماك التي يمكن أن تختفي لم تكن كافية للمقارنة بين المواقع، فخسارة 10 آلاف سمكة في نهر يحوي 20 ألف سمكة فقط ليس كخسارة 10 آلاف في نهر يعيش فيه 300 ألف. لذلك جرى تحليلها على بُعدين:

---

5. جرت العادة على إطلاق تسمية أبعاد Dimensions وفق مصطلحات نظرية المنفعة للتعبير عن المعايير.

- $d_2^{'}$: العدد الكلي للأسماك التي تعيش في النهر، المقياس E'_2 هو عدد طبيعي.
- $d_2^{''}$: النسبة المئوية للأسماك التي ستموت، المقياس E'_2 هو نسبة مئوية.

نلاحظ أن عناصر المقياس E_2 المركب من مقياسي البُعدين $E_2 = E_2^{'} x E_2^{''}$ صعبة وغير مرتبة بشكل طبيعي. لذلك تم بناء مقياس حيث أفضل قيمة فيه هي عدم خسارة أية سمكة وأسوأ قيمة هي خسارة 100% من الأسماك.

- **البعد الثالث d_3:** الآثار البيولوجية.

يتطلب تحديد الآثار البيئة والبيولوجية لإنشاء المفاعل إجراء دراسة معقدة جداً ولم تكن الموارد المتوفرة كافية لإنجازها، لذلك اعتمد الباحثان على مقياس وصفي E_3 مؤلف من 9 واحدات قياس، وجرى توصيف كل واحدة من هذه الواحدات التسع، نُعطي مثالاً عن واحدتي القياس الأفضل والأسوأ:

- الواحدة الأفضل تأخذ القيمة صفر: خسارة كاملة لميل مربع واحد من الأرض المخصصة للزراعة أو مأهولة بأكملها ودون أية خسارة لمحميات خاصة.
- الواحدة الأسوأ وتأخذ القيمة 8: خسارة كاملة لميل مربع واحد من الغابات وغير مستثمرة، أو من البحيرات، أو من المحميات الخاصة بحيوانات مهددة بالانقراض.

- **البعد الربع d_4:** الآثار الاقتصادية والاجتماعية.

لنفس الأسباب السابقة، اعتمد الباحثان على مقياس وصفي E_4 من 8 واحدات قياس، وجرى توصيف كل واحدة من هذه الواحدات الثمانية، نُعطي مثالاً عن واحدتي القياس الأفضل والأسوأ:

- الواحدة الأفضل تأخذ القيمة صفر: منطقة مأهولة ويقطن فيها 100 ألف نسمة على الأقل، وبدون أية آثار أخرى.
- الواحدة الأسوأ وتأخذ القيمة 7: موقع بعيد عن مدينة من 10 آلاف نسمة بالإضافة إلى آثار عديدة متوقعة بسبب قدوم عدد كبير من العمل، وتسمح البنى التحتية المتواجدة حالياً بالاستجابة لكنها سرعان ما تبدو غير كافية لمواجهة هذا الازدياد، وتوقع عجز مالي حيث لا تسمح الإمكانيات الحالية لبلديات المنطقة بالاستدانة لسد الاحتياجات.

- **البعد الخامس d_5:** الجمالية.

جرى اعتماد طول أسلاك التوتر العالي (مقدرة بالميل) ضمن المنطقة والتي يمكن أن تؤثر على البيئة التي ستمر فيها.

- **البعد السادس d_6:** إجمالي التكاليف.

اعتبر الباحثان أنه يمكن قياس تكلفة كل موقع كفرق مع الموقع الأقل تكلفةً (الموقع الثاني a_2)، وقد تم حسابها كقيمة حالية صافية Net Present Value([6]) بملايين دولارات في بداية عام 1985، بفرض أن فترة حياة المفاعل هي 30 سنة ومعدل التراكم (الفائدة، التضخم،...) هو 8.4% سنوياً.

6. انظر الملحق الرياضي حول كيفية حساب القيمة الحالية الصافية.

3.4. تقييم المواقع (البدائل) وفق الأبعاد (المعايير):

بعد تعريف الأبعاد الستة $d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6$، تم تقييم كل موقع وفقاً لهذه الأبعاد، كما تم الأخذ بالاعتبار إمكانية أن يأخذ نفس الموقع عدة قيم مع تقدير احتمالات كل منها.

- البُعد الأول (السلامة): كل موقع يأخذ قيمة أكيدة من المقياس SPF.
- البُعد الثاني (خسارة الأسماك): تقييم مركب وأكثر تعقيداً، اعتمد الباحثان على رأي الخبراء حيث يمكن حساب عدد الأسماك التي ستموت (البعد الفرعي d'_2) بشكل أكيد، بينما يمكن تقييم النسبة (البعد الفرعي d''_2) بشكل توزيع احتمالي طبيعي، حيث قام فريق الخبراء بتقدير النسبة الوسطية للخسارة $\bar{x}_2(a)$ لكل موقع a، وحساب الانحراف المعياري للتوزيع بنسب 50% من هذه النسبة.
- البُعد الثالث (الآثار البيولوجية): تم استشارة فريق من الخبراء، حيث تم الطلب من كل خبير تحديد مجال محدد بقيمتين متتاليتين من المقياس E_3 لكل موقع تمثل آثار بناء المفاعل في هذا الموقع (لدينا 9 واحدات قياس وبالتالي 8 مجالات للتقييم)؛ والتوزيع الاحتمالي في هذه الحالة لهذا البُعد هو تكرار آراء الخبراء.
- البُعد الرابع (الآثار الاقتصادية): جرى التقييم بنفس الطريقة على البعد الثالث.
- البُعد الخامس (طول أسلاك التوتر): كل موقع يأخذ قيمة أكيدة هي طول الأسلاك بالميل.
- البُعد السادس (التكلفة): قام كل خبير اقتصادي بتقدير التكلفة الوسطية $\bar{x}_6(a)$ لكل موقع a، وجرى حساب الانحراف المعياري بنسبة 25% من هذا المتوسط، عدا الموقع الثاني فتقييمه يساوي صفر كونه الأقل تكلفةً حيث أجريت التقديرات بالفرق عنه.

بناءً على المقاييس السابقة، فقد تم وضع جدول تقييم المواقع التسعة على هذه الأبعاد، الجدول [7–2].

الجدول [7–2] تقييم البدائل وفق المعايير

	d_1	d'_2	d''_2	d_3	d_4	d_5	d_6
A_1	0.057	75	8	0.9 :2-1 0.1 :3-2	0.2 :2–1 0.65 :3–2 0.15 :4–3	1	2.035
A_2	0.04	75	8	0.9 :2-1 0.1 :3-2	0.25 :2–1 0.55 :3–2 0.1 :4–3 0.1 :5–4	1	0
A_3	0.025	75	8	0.8 :2-1 0.2 :3-2	0.3 :2–1 0.45 :3–2 0.15 :4–3 0.1 :5–4	7	1.535

1.933	6	0.2 :3−2 0.5 :4−3 0.3 :5−4	0.2 :3-2 0.8 :4-3	15	5.5	0.048	A_4
12.347	12	0.2 :2−1 0.45 :3−2 0.2 :4−3 0.15 :5−4	0.2 :4-3 0.5 :5-4 0.3 :6-5	15	17	0.044	A_5
17.713	1	0.1 :3−2 0.55 :4−3 0.3 :5−4 0.05 :6−5	0.2 :4-3 0.5 :5-4 0.3 :6-5	15	5	0.023	A_6
4.834	0	0.2 :3−2 0.5 :4−3 0.2 :5−4 0.1 :6−5	0.3 :2-1 0.6 :3-2 0.1 :4-3	15	3	0.052	A_7
10.936	0	0.1 :3−2 0.4 :4−3 0.4 :5−4 0.1 :6−5	0.1 :1-0 0.5 :2-1 0.4 :3-2	1	430	0.011	A_8
11.423	0	0.05 :2−1 0.6 :3−2 0.2 :4−3 0.15 :5−4	0.7 :1-0 0.3 :2-1	1	365	0.018	A_9

4.4. توابع المنفعة:

من أجل الحكم على المواقع بشكل إجمالي، ومعرفة أفضل المواقع لبناء المفاعل، فقد لجأ الباحثان إلى وضع تابع منفعة من الشكل الضربي، كما جرى بناء تابع منفعة جزئي لكل بُعد من الأبعاد السابقة.

تابع المنفعة الإجمالي: اعتمد فريق الدراسة تابع له الشكل الآتي من أجل موقع ما A:

$$u(A)=\frac{1}{k}.\left[\left(\prod_{i=1}^{6} 1+k.k_i.u(e_i)\right)\right]$$

حيث: $e_1, e_2, e_3, \ldots, e_6$ هي تقييمات الموقع على الأبعاد الستة،

$u(e_1), u(e_2), u(e_3), \ldots, u(e_6)$ هي منافع تقييمات الموقع على الأبعاد الستة،

$k_1, k_2, \ldots, k_6$ هي أوزان الأبعاد الستة، و k هو ثابت خاص بالتابع الضربي.

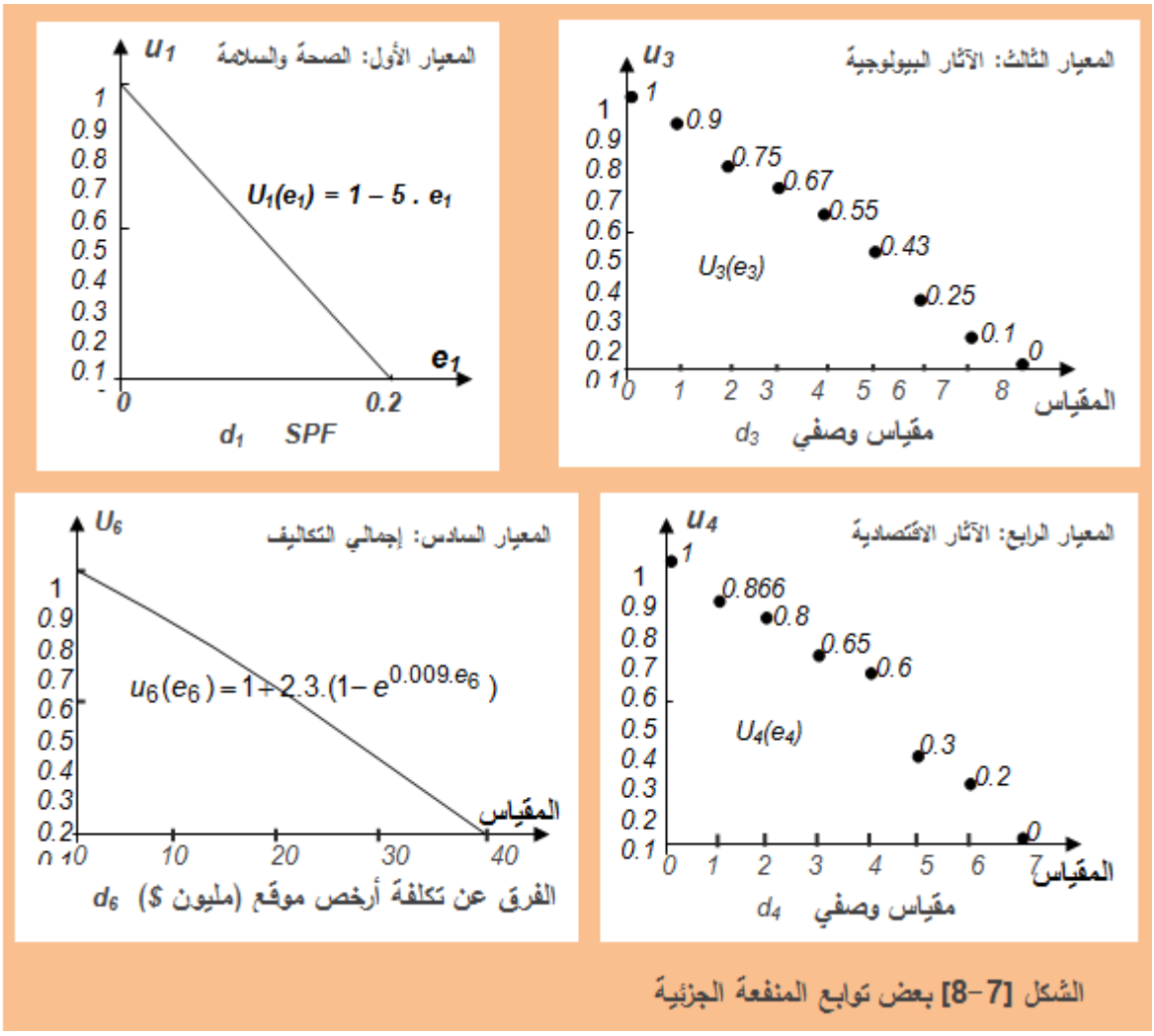
كما تم اعتبار أن المنفعة المتوقعة من أسوأ واحدة قياس على كل معيار تساوي الصفر $u_i(e_{i*})=0$ والمنفعة المتوقعة من أفضل واحدة على كل معيار تساوي الواحد $u_i(e_i^*)=1$.

لتحديد قيم هذه الأوزان والثابت وبالتالي التابع الكلي، يكفي بناء 6 توابع منفعة جزئية (لدينا 6 قيم k_i)، ثم نُحدد قيمة الثابت k من معادلة تابع المنفعة الإجمالي.

توابع المنفعة الجزئية:

تم اعتماد الطريقة التقليدية (أوراق الحظ) في بناء توابع المنفعة الجزئية للأبعاد الأول U_1، الثالث U_3، الرابع U_4، الخامس U_5 والسادس U_6. في حين كان بناء تابع المنفعة الجزئي للمعيار الثاني U_2 أكثر تعقيداً بسبب طبيعته المركبة من بُعدين، كما قادت الدراسة إلى تمييز الأنهار الكبيرة (الخسارة أكبر من 300 ألف سمكة) عن الأنهار الصغيرة (الخسارة أقل من 100 ألف سمكة). من أجل الأنهار الكبيرة، أُخذت كمية الأسماك التي ستموت فقط ثم اعتمدت الطريقة التقليدية في بناء التابع مع الأخذ بالاعتبار لفرضية خاصة متعلقة بالمخاطرة، بينما بالنسبة للأنهار الصغيرة فقد اعتمد تابع من الشكل الخطي.

ن الضروري الإشارة إلى أن الحصول على الصيغ التحليلية لهذه التوابع ليس أقل فائدةً من الحصول على شكل التابع، لكنها ليست مجال بحثنا في المقرر الحالي. نجد فيما يلي بعض أشكال هذه التوابع للأبعاد الستة، ويمكن مراجعة الأشكال الأخرى في النص الأساسي للحالة (Keeny & Nair, 1976).



الشكل [7-8] بعض توابع المنفعة الجزئية

بعد بناء هذه التوابع، تم تحويل تقييمات كل من المواقع a المذكورة في جدول التقييم السابق [7-2] إلى منفعة باستخدام وذلك باستخدام تقنية المنفعة المتوقعة وفق كل من هذه التوابع، نستعرض بعض الأمثلة في حسابها، مع الإشارة إلى مستوى تعقيد هذه الحسابات.

المعيار الأول: صيغة التابع هي $U_1=1-5e_1$ حيث يمثل e1 تقييم البديل المعني وفق هذا المعيار، لنأخذ مثلاً البديل الأول a1 حيث قيمة مؤشر التلوث SPF هو 0.057 فيكون المنفعة من هذه القيمة $U_1(a1)=1-5*(0.057)=0.715$، وهي القيمة الظاهرة في الجدول [7-3] في خانة البديل الأول مع المعيار الأول.

المعيار الثالث: يأخذ البديل الأول تقييمين: احتمال 90% أن يكون المجال 1-2 واحتمال 10% أن يكون المجال 2-3، ومن صيغة تابع المنفعة نجد U(1)=0.9 و U(2)=0.75 و U(3)=0.67، نأخذ منفعة تقييم المجال 1-2 كوسطي لمنفعتي طرفيه 1 و 2 أي أنها تساوي (0.9+0.75)/2=0.825، وكذلك منفعة المجال 2-3 كوسطي لمنفعتي طرفية 2 و 3 أي (0.75+0.67)/2=0.71، ثم نثقل منفعتي المجالين باحتمالاتهما فنجد: $U_2(a1)=90\%*0.825+10\%*0.71=0.8135$ وهي القيمة الظاهرة في الخانة المقابلة للبديل الأول والمعيار الثالث في الجدول اللاحق [7-3].

المعيار السادس: لنأخذ البديل الأول a_1 حيث القيمة الحالية الصافية تساوي 2.035، وبتطبيق صيغة تابع المنفعة وفق هذا المعيار $U_6(a_1)=1+2.3.(1-e^{0.009x2.035})=0.9575$ وهي القيمة الظاهرة في خانة البديل الأول مقابل المعيار السادس في الجدول اللاحق [7-3].

الجدول [7-3]

الجدول [7-3] تقديرات المنفعة للمواقع المرشحة وفق كل من المعايير

	المعيار d_1	المعيار d_2	المعيار d_3	المعيار d_4	المعيار d_5	المعيار d_6
a_1	0.715	0.9895	0.8135	0.7316	0.98	0.9575
a_2	0.8	0.9895	0.8135	0.7145	0.98	1
a_3	0.875	0.9895	0.802	0.7149	0.86	0.968
a_4	0.76	0.9978	0.63	0.5925	0.88	0.9596
a_5	0.78	0.9936	0.469	0.6854	0.76	0.7287
a_6	0.885	0.9980	0.469	0.5638	0.98	0.6004
a_7	0.74	0.999	0.7345	0.5725	1	0.8976
a_8	0.945	0.991	0.7915	0.5275	1	0.7613
a_9	0.91	0.9924	0.9125	0.6692	1	0.7501

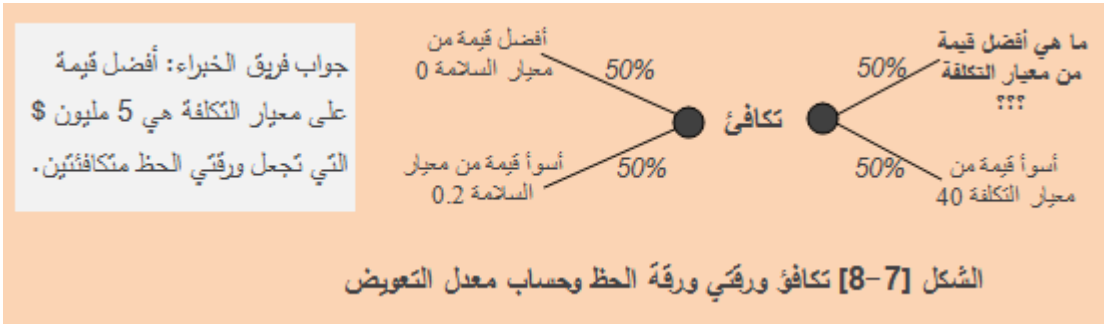
5.4. حساب أوزان المعايير وثابت التابع:

من أجل استكمال نموذج التفضيلات الذي تم اعتماده، فلا بد من تقدير أوزان المعايير K_i الظاهرة في تابع المنفعة الإجمالي وكذلك ثابت التابع k. ولأجل ذلك يمكن اللجوء دوماً إلى مقارنات لأوراق يانصيب، لكن هذه الطريقة ستكون صعبة للغاية بالنسبة للمُجيب (متخذ القرار)؛ لذلك لجأ فريق الدراسة في تحديد الأوزان إلى ثلاثة مراحل:

المرحلة الأولى: ترتيب المعايير حسب الأهمية وبالتالي ترتيب الأوزان K_i، يسمح هذا الترتيب بتجنب حالات عدم الانسجام في المراحل اللاحقة، كان المعيار السادس (التكلفة) الأكثر أهميةً، وتم الحصول على الترتيب التالي لأوزان المعايير الستة $k_6 > k_1 > k_2 > k_4 > k_5 > k_3$.

المرحلة الثانية: تقدير معدلات التعويض بين واحدات قياس المعايير المُعبّرة عن أوزان المعايير. المقصود بمعدل التعويض بين معيارين هو التعويض بين ربح قيمة واحدة من المعيار الأول مقابل خسارة عدد من الواحدات من المعيار الآخر.

لنرى كيفية تحديد هذه المعدلات على مثال واحد وليكن المعيار الأول (الصحة والسلامة) مقابل المعيار السادس (التكاليف)؟ إذ تم سؤال فريق الخبراء المفوض عن ثنائيات من القيم كما يبين الشكل [7–8].

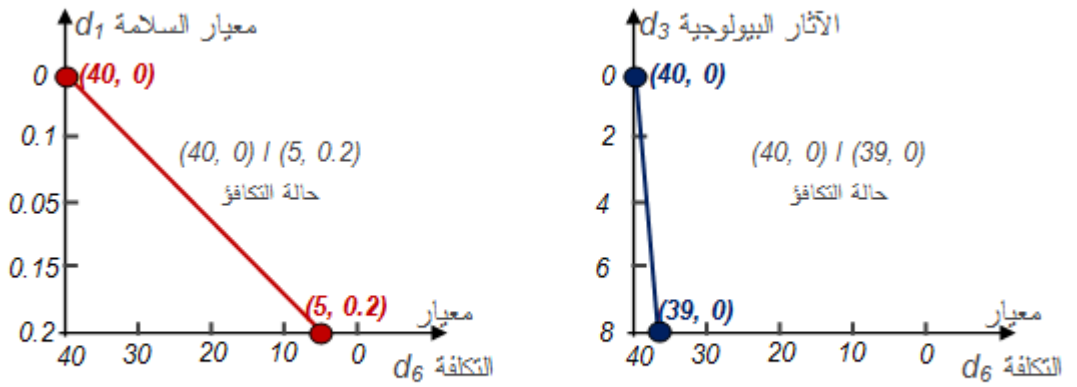


الشكل [7–8] تكافؤ ورقتي ورقة الحظ وحساب معدل التعويض

بمعنى أن فريق الخبراء مستعد لزيادة 35 مليون دولار (من 5 مليون إلى 40 مليون) على التكلفة مقابل الانتقال على المعيار الأول من أسوأ قيمة أي 0.2 إلى أفضل قيمة أي 0، وبإسقاط خطي بالنسبة لباقي القيم نكون قد حددنا معدل التعويض بين كل واحدتي قياس من المعيارين، حيث يبين الشكل [7–9] مثالاً عن قيم هذه المعدلات لكل من المعيار الأول (d_1 السلامة) والثالث (d_3 الآثار البيولوجية) مقابل معيار التكلفة d_6، وكما نلاحظ أن هذه المعدلات متغيرة حسب قيم واحدات القياس.

المرحلة الثالثة: التقدير النهائي للأوزان. نبدأ مباشرةً بتقدير قيمة k_1 وزن المعيار الأكثر أهمية أي التكاليف، وبعد سلسلة من أسئلة أوراق الحظ تم التوصل $k_6 = 0.4$، تسمح معدلات التعويض المحسوبة سابقاً باستنتاج كافة الأوزان المتبقية انطلاقاً من k_6. بإجراء الحسابات نجد قيم الأوزان كما يلي:

$$k_1 = 0.358 \ , \ k_2 = 0.218 \ , \ k_3 = 0.013 \ , \ k_4 = 0.104 \ , \ k_5 = 0.059 \ , \ k_6 = 0.4$$



الشكل [7–9] معدلات التعويض بين معيار التكلفة d_6 وكل من معياري السلامة d_1 والآثار البيولوجية d_3

نلاحظ بأن المجموع أكبر من الواحد بل 1.152 (يمكن إعادة المجموع إلى 1، وذلك بتقسيم كل وزن على مجموع الأوزان). وأخيراً، لتحديد قيمة الثابت الإجمالي k، نبدل في المعادلة $1+k=\prod_{i=1}^{6}(1+k.k_i)$ قيم الأوزان ونحلها بالنسبة للثابت k فيأخذ القيمة k = −0.33166.

6.4. التقييم الإجمالي واختيار الموقع:

بتطبيق تابع المنفعة الإجمالي $U(A)=\frac{1}{k}\left[\prod_{i=1}^{6}(1+k.k_iU_i(A))-1\right]$ على كل من المواقع بعد حساب كافة ثوابته نحصل على التقييم الإجمالي Score لكل موقع كما هو مبين في الجدول [7–4].

الجدول [7–4] الترتيب النهائي للمواقع

الترتيب	الموقع	النتيجة Score
الأول	A3	0.926
الثاني	A2	0.920
الثالث	A1	0.885
الرابع	A4	0.883
الخامس	A8	0.872
السادس	A9	0.870
السابع	A7	0.862
الثامن	A5	0.813
التاسع	A6	0.804

مثال عن حساب تقييم البديل ذو الترتيب الأول A3:

	منفعة A3	وزن البعد	$(1+k.k_iU_i(A))$
البعد الأول	0.875	0.358	0.8961
البعد الثاني	0.9895	0.218	0.9285
البعد الثالث	0.802	0.013	0.9965
البعد الرابع	0.7149	0.104	0.9753
البعد الخامس	0.86	0.059	0.9832
البعد السادس	0.968	0.4	0.8716

$$U(A3)=\frac{1}{-0.33166}\ 0.8961x0.9285x0.9965x0.9753x0.9832x0.8716-1=0.926$$

جرى بعد ذلك دراسة حساسية لاختبار مدى ثبات هذا الترتيب، مثل تغيير قيم أوزان المعايير بشكل إفرادي، تغيير قيم المتوسط على المعيار السادس (التكلفة) بين 20% و 50% من قيمته الأولية، تغيير نسبة الانحراف المعياري إلى المتوسط على المعيار السادس من ربع إلى نصف، وغيرها، حيث لاحظ فريق الدراسة ثبات شبه تام على الترتيب الذي تم الحصول عليه بعد إجراء هذه التعديلات؛ ونذكر بأن الهدف من الدراسة هو الإبقاء على المواقع التي يصعب رفضها من قبل الحكومة الفيدرالية، وبعد دراسة الحساسية والنتائج السابقة، اقترح الفريق اعتماد أحد المواقع الأربعة الأولى: A3، A2، A1، A4 دون تمييز، والتحفظ على المواقع الأخرى.

5. أهم انتقادات الطرق وحيدة المعيار:

تعرفنا على مجموعة من الطرق وحيدة المعيار المساعدة في اتخاذ القرار وكانت نظرية المنفعة من أهمها، ولاحظنا أن النتائج تختلف باختلاف الطريقة مما يؤثر على مصداقية الحلول المقترحة، ولكنها بالتأكيد مفيدة لاستكشاف بعض جوانب المشكلة وفضاء الحلول ولمراجعة آراء وأحكام متخذ القرار.

تعتمد الفكرة الجوهرية لهذه الطرق على تجميع المعايير بشكل تابع إجمالي وحيد (ندعوه المعيار الإجمالي) وتختلف صيغ التجميع Aggregation (جمع، ضرب،...) بمعنى أن القرار النهائي يتم وفقاً للقيم التي تأخذها البدائل وفق التابع الإجمالي، فالبديل ذو القيمة الأكبر يعتبر الأفضل يليه البديل ذو القيمة الأقل ... الخ.

في أغلب الأحيان، يعود الاعتماد على الطرق وحيدة المعيار إلى بساطتها وسهولة تطبيقها، لكنها تعاني بشكلٍ عام من نقاط ضعف عديدة سنستعرض بعضها.

1.5. ظاهرة التعويض:

يمكن تعويض الخسارة في تقييم البديل على أحد المعايير من تقييماته على معايير أخرى بنسب التثقيل. لنأخذ مثلاً طالبين a وb متساويين في جميع المقررات عدا مقرري الرياضيات (مثلان) واللغة العربية (مثل واحد)، حيث حصل الأول على 0 و 100، وحصل الثاني على 25 و 50، بحسب طريقة الجمع المثقل، يُحكم على الطالبين بالتكافؤ، رغم أنه من الواضح أنهما ليسا متكافئين؛ مع الإشارة إلى أن تغيير الأمثال أو سلم القياس لن يحل المشكلة، إذ يمكن إيجاد تركيبة أخرى من التقييمات تُظهر نفس المشكلة.

2.5. أوزان المعايير:

تُعبر الأمثال المعطاة للمعايير عن معدلات تعويض بين واحدات قياس المعايير، ففي المثال السابق تعني تماماً بأن علامة رياضيات = علامتي لغة عربية. مع ملاحظة بأن وحدات القياس رغم أنها تحمل نفس التسمية فإن مفهومهما يختلف، فمفهوم علامة رياضيات هو غير مفهوم علامة لغة عربية (بالقياس، هل يمكن جمع ليرة سورية وليرة تركية!)؛ ويمكن تجاوز هذه المشكلة بتحييد واحدات القياس كما فعلنا بإدخال مفهوم المنفعة، وفي حال عدم إجراء هذا التعديل فيمكن الإثبات بأن تغيير واحدات القياس يُمكن أن يؤدي إلى تغيير ترتيب البدائل (راجع القضية الثانية في مجموعة الأسئلة (أسئلة \ قضايا للمناقشة)).

3.5. حول مقارنة تفضيلات متخذ القرار:

تفترض النماذج وحيدة المعيار أن كافة الإجابات على الأسئلة متوفرة في ذهن متخذ القرار، وأنه يستطيع التعبير عن تفضيلاته بشكل صريح، وينحصر دور النموذج في توصيف وصياغة هذه التفضيلات، لكن يبقى السؤال عن فروقات التفضيل؟

في الواقع عندما نفرض طريقة وحيدة المعيار فإننا نفترض بأن متخذ القرار يقارن بين البدائل عبر جمع تقييماتها وفق المعايير وينتهي دوره عند هذه التقييمات، لكن ما نريده فعلياً هو حكم إجمالي على تموضع البدائل بالنسبة لبعضها البعض، ولذلك يتوجب أن يؤخذ نموذج أحكام متخذ القرار في المرحلة النهائية لتجميع تقييمات البدائل أيضاً.

4.5. حول ظاهرة التعدي:

تفرض طرق المعيار الوحيد أن التقييم الإجمالي هو علاقة متعدية، ولكن يمكن أن نحصل على تقييمات إجمالية مختلفة، (للمزيد راجع القضية الثالثة في مجموعة الأسئلة (أسئلة \ قضايا للمناقشة))؛ كذلك الحال بالنسبة للتكافؤ، فإذا قبلنا أن فرقاً بسيطاً بين البديلين لا يعبر عن فرق في التفضيل بينهما، فقد نحصل على مجموعة من "التعديات المتتالية" تؤدي إلى تكافؤ بدائل بفروقات كبيرة كما وضحها Luce عام 1956 (راجع القضية الأولى في مجموعة الأسئلة (أسئلة \ قضايا للمناقشة)).

إذ ليس بالضرورة أن تكون علاقة المقارنة الإجمالية متعدية بشكلٍ قوي رغم كونها متعدية في التقييمات الجزئية وفق المعايير؛ يجب أن يكون هناك "شيء" من التعدي، لكن وضعها كفرضية يعتمد على شدة التعدي المطلوب ودرجة انسجامه مع منظومة وبيئة متخذ القرار.

5.5. حول دقة المعلومات:

رأينا أن تقييم البدائل وفق المعايير تأخذ قيماً نقطية، ورغم إمكانية تعدد التقييمات لنفس البديل في بعض الحالات لكنها تبقى محدودة التطبيق بسبب كثرة الحالات وعدم إمكانية أخذها في النمذجة بشكلٍ صريح. إذ أن تعريف واحدات القياس وأوزان المعايير وتقييم البدائل ليست حقائق مطلقة بل يشوبها الكثير من عدم الدقة والنقص في المعلومات، وهناك أسباب عديدة لهذا النقص نستعرض أهمها.

- تعريف المقياس بشكل تقريبي وتداخل واحدات القياس، تظهر هذه الحالة عندما نلجأ إلى تعريف المقياس بشكل واحدات وصفية.
- تغيير القيمة مع الزمن أو الحالة، نواجه هذه الحالة عند قياس مؤشر يتغير مع الزمن أو البيئة بسرعة أكبر من سرعة اتخاذ القرار، مثلاً قيمة سهم في البورصة، أو كمية مادة غريبة في دم المريض، أو درجة تعقيد معاملة إدارية (جواز سفر، رخصة بناء، رخصة سير، ...) بين محافظة وأخرى.
- حالات التقييم الاحتمالية وهي حالات نواجهها بكثرة، كما رأينا في تقييم المواقع المرشحة لبناء مفاعل لتوليد الطاقة وفق المعيارين الثالث والرابع في الحالة العملية (الفقرة 4).
- التقييم غير معروف سابقاً أو يواجه لأول مرة، حيث يجري البحث عن الاستراتيجيات والسلوكيات الممكنة لمواجهة الحالة، مع الإشارة إلى أن هذه الحالة تختلف عن التقييم الاحتمالي لأنها لا تخضع لتوزيع قابل للقياس موضوعياً، ومن الصعب أيضاً تمييز أي القيم أكثر قابليةً للظهور من غيرها.
- تقييم الحالة بالنسبة لسيناريوهات مختلفة أو حالة الطبيعة، وهي حالة مشابهة للتقييمات الاحتمالية لكنّها أكثر تعقيداً، هنا ليس لأي طرف سيطرة على الطبيعة باعتبارها أيضاً طرف مهم في صناعة القرارات، لذلك يمكن أن نتخيل سيناريوهات مختلفة ثمّ يتم التقييم حسب السيناريو بشكل مختلف.

تشكّل هذه الانتقادات حافزاً كبيراً للتفكير بنماذج جديدة وبمنطق مختلف كما سنرى في الفصل اللاحق بعض المفاهيم لنماذج وأساليب مختلفة تستطيع التعامل بشكل أفضل مع غالبية هذه الانتقادات.

أسئلة صح / خطأ True/False:

	السؤال	صح	خطأ
1	تستند نظرية المنفعة إلى توصيف نموذج القرار الموجود في ذهن متخذ القرار	✓	
2	تقارن نظرية المنفعة بين بديلين وفق محور تفضيلي واحد	✓	
3	يُحسب تقييم البديل في نظرية المنفعة وفق الأمل الرياضي لتحقق جميع القيم الممكنة	✓	
4	تعني فرضية الوضوح التام في نظرية المنفعة أن حالة اللامقارنة موجودة بين البديلين		✓
5	في نظرية المنفعة، تتمتع كل علاقتي التفضيل الأكيد والتكافؤ بخاصية التعدي	✓	
6	تعبر فرضية الاستمرارية في نظرية المنفعة أنه من أجل كل بديلين احتماليين، هناك بديل ثالث يكافئهما	✓	
7	تنص فرضية الإبدال في نظرية المنفعة على أنه يمكن استبدال أية خيارات احتمالية بالمكافئ الأكيد دون أية تأثيرات أخرى	✓	
8	تابع المنفعة هو دوماً تابع متزايد مع تزايد التفضيلات		✓
9	لكل متخذ قرار تابع منفعة وحيد يستخدم في جميع الظروف		✓
10	الطريقة الأكثر رواجاً لبناء تابع المنفعة هي أوراق الحظ أو اليانصيب	✓	
11	الشكل العام لتابع المنفعة هو دوماً خطي أي مستقيم		✓
12	تستخدم المنفعة الهامشية لتابع المنفعة لدراسة نزعة متخذ القرار تجاه المجازفة	✓	
13	تكون نزعة المجازفة كبيرة لدى متخذ القرار إذا كانت المنفعة الهامشية لتابع المنفعة ثابتة		✓
14	المنفعة الهامشية هي المشتق الأول لتابع المنفعة	✓	
15	لا يجوز أن يكون تابع المنفعة للتفضيلات الإجمالية إلا من شكل الجمع أو الضرب		✓
16	لا يمكن حساب توابع المنفعة بالنسبة لمعايير تستخدم مقاييس وصفية		✓
17	تعتمد الطرق وحيدة المعيار مفهوم التعويض بين تقييمات البديل وفق المعايير	✓	
18	لا تختلف نتائج أي من الطرق وحيدة المعيار في حال تغيير واحدات القياس		✓
19	نواجه حالة عدم دقة في تقييم البدائل في حالة المقاييس الوصفية بشكل خاص	✓	
20	لا تختلف أبداً تقييمات البديل مع الزمن أو في الفضاء الجغرافي		✓

أسئلة خيارات متعددة Multiple Choices:

1. تستند نظرية المنفعة إلى توصيف نموذج تفضيلات متخذ القرار، بفرض ما يلي:

أ. وجود مجموعة معروفة ومحددة من البدائل

ب. وجود تابع حقيقي يعبر عن التفضيلات

ج. يمكن إيجاد أفضل قيمة للتابع

د. جميع الأجوبة صحيحة

2. ليكن تابع منفعة لدرجات الطلبة له الشكل $U(x) = x/100$، فإن منفعة طالب حصل على درجة 70، هي:

أ. 7

ب. 0.7

ج. 70

د. جميع الأجوبة خاطئة

3. في نظرية المنفعة، تعني فرضية الوضوح التام للمقارنة بين بديلين ما يلي:

أ. تحقق حالة تكافؤ أو أحد البديلين أفضل من الآخر فقط

ب. أن كل من البديلين أفضل من الآخر

ج. أن التكافؤ محقق دوماً بين البديلين

د. جميع الأجوبة خاطئة

a. ليكن لدينا ثلاثة مشاريع حيث قيمة الأول 100$ والثاني 99$ والثالث 98$، يعتبر متخذ القرار أن فرق دولار واحد لا يعني فرقاً في تفضيل مشروع على آخر، فإن:

أ. الأول أفضل من الثاني والثاني أفضل من الثالث

ب. المشاريع الثلاثة متكافئة

ج. علاقة التعدي محققة على التفضيل

د. جميع الأجوبة خاطئة

4. ليكن لدينا خيارين احتماليين تقييم الأول a باحتمال p وتقييم الثاني b باحتمال 1−p، فإن تقييم البديل الثالث المكافئ لهما c يُحسب بالشكل الآتي:

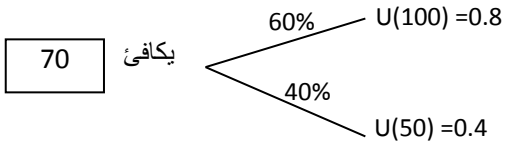
أ. c = a.b

ب. c = 0.5 a + 0.5 b

ج. c = p.a + (1−p).b

د. جميع الأجوبة خاطئة

5. ليكن لدينا ورقة الحظ المقابلة، فإن منفعة القيمة 70 تساوي:



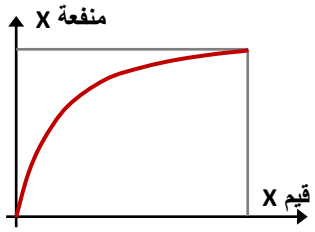
أ. U(70) = 0.8

ب. U(70) = 0.64

ج. U(70) = 0.2

د. جميع الأجوبة خاطئة

6. نزعة المجازفة لمتخذ القرار لديه تابع منفعة وفق الشكل المقابل عند القيم الصغيرة تكون:



أ. مرتفعة

ب. منخفضة

ج. حيادي

د. جميع الأجوبة خاطئة

7. تُحسب المنفعة الهامشية U_m لتابع المنفعة U(x) بالشكل:

أ. $Um = \frac{\Delta U}{\Delta x}$

ب. $Um = \frac{\Delta x}{\Delta U}$

ج. $Um = \Delta U . \Delta x$

د. جميع الأجوبة خاطئة

8. ليكن لدينا تابع منفعة من الشكل U(x) = 1 − 5 x، فإن منفعة القيمة x=0.05 تساوي:

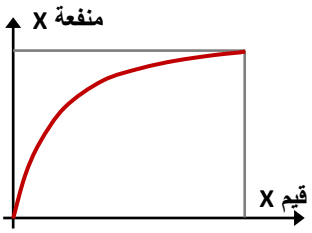
أ. 0.75

ب. 0.25

ج. 0.05

د. جميع الأجوبة خاطئة

9. نزعة المجازفة لمتخذ القرار لديه تابع منفعة وفق الشكل المقابل عند القيم الكبيرة تكون:



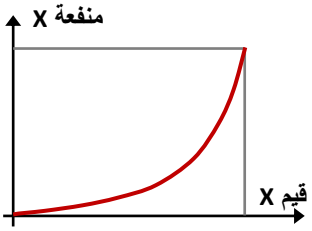
أ. مرتفعة

ب. منخفضة

ج. حيادي

د. جميع الأجوبة خاطئة

10. نزعة المجازفة لمتخذ القرار لديه تابع منفعة وفق الشكل المقابل عند القيم الصغيرة تكون:



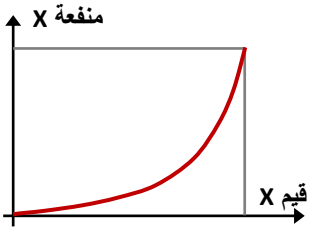
أ. مرتفعة

ب. منخفضة

ج. حيادي

د. جميع الأجوبة خاطئة

11. نزعة المجازفة لمتخذ القرار لديه تابع منفعة وفق الشكل المقابل عند القيم الكبيرة تكون:



أ. مرتفعة

ب. منخفضة

ج. حيادي

د. جميع الأجوبة خاطئة

12. من أهم أسباب عدم الدقة ونقص معلومات عناصر مشكلة القرار ما يلي:

أ. عدم دقة المقياس

ب. تغير التقييم عبر الزمن أو الحالة

ج. التقييمات احتمالية أو غير موجودة

د. جميع الأجوبة صحيحة

رقم السؤال	الإجابة الصحيحة
1	د
2	ب
3	أ
4	ب
5	ج
6	ب
7	أ
8	أ
9	أ
10	ب
11	ب
12	أ
13	د

أسئلة \ قضايا للمناقشة:

السؤال (1) أسس نظرية المنفعة.

1. ما هي طبيعة المشكلة التي تعالجه نظرية المنفعة؟
2. اشرح بإيجاز الفرضيات الأساسية لنظرية المنفعة؟
3. ما هي النتيجة الرئيسية لفرضيات نظرية المنفعة؟

{مدة الإجابة: 20 دقيقة. الدرجات من 100: 30. (توجيه للإجابة: الفقرة 7-2)}

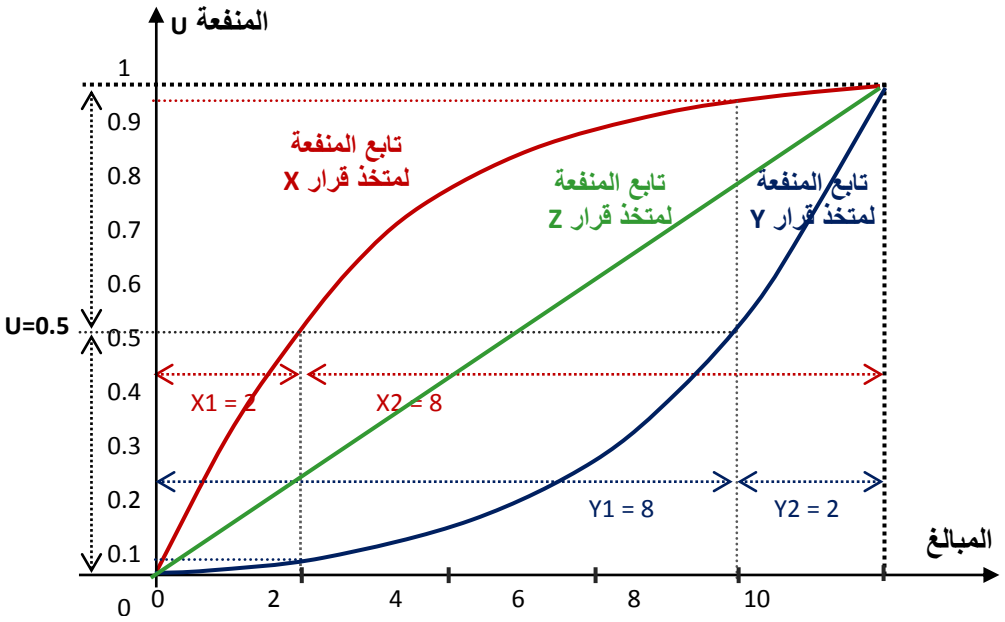
السؤال (2) بناء تابع المنفعة.

اشرح بإيجاز الطريقة الأكثر استخداماً في بناء تابع المنفعة؟ يُنصح باستخدم الرسم للمساعدة في شرح أفكارك.

{مدة الإجابة: 20 دقيقة. الدرجات من 100: 20. (توجيه للإجابة: الفقرة 7-3-1)}

السؤال (3) تفسير المنفعة الهامشية كمؤشر عن النزعة تجاه المجازفة.

ليكن لدينا توابع المنفعة لثلاثة متخذي قرارات X, Y, Z كما يبين الشكل الآتي، والمطلوب: دراسة المنفعة الهامشية لكل من متخذي القرارات الثلاث، واستخدامها للمقارنة فيما بينهم من حيث النزعة تجاه المجازفة. علماً بأن المبالغ مقدرة بآلاف الدولارات.



{مدة الإجابة: 30 دقيقة. الدرجات من 100: 30. (توجيه للإجابة: الفقرة 7-3-2)}

السؤال (4) انتقادات الطرق وحيدة المعيار.

اذكر بإيجاز أهم الانتقادات الموجهة للطرق وحيدة المعيار.

{مدة الإجابة: 10 دقائق. الدرجات من 100: 15. (توجيه للإجابة: الفقرة 7-5)}

القضية الأولى: تناقض Luce قهوة بدون سكر.

لنفرض أن أحد الأشخاص لا يحب القهوة بسكر، لكنه لا يرى فرقاً بين فنجانين الأول بدون سكر والثاني يحتوي كمية صغيرة جداً من السكر ولتكن غرام واحد فقط أي يعتبر الفنجانين متكافئين، أي أن فرق غرام واحد لا يُعتبر معبراً لتفضيل أحد الفنجانين، لنضع 100 فنجان من القهوة بالتتالي كما يلي: الأول بدون سكر، الثاني مع غرام واحد، الثالث مع غرامين، ... الأخير 100 غرام. فإذا كان كل اثنين متتالين متكافئين كون الفرق بسيط، سنحصل على أن الأول والأخير متكافئين أيضاً، أي أنه يجب ألا يرى فرقاً بين الأول بدون سكر والأخير يحوي 100 غرام من السكر!

(لمزيد من التفاصيل، مراجعة مقال R. Duncan Luce لعام 1965 أو Lehrer & Wagner لعام 1985)

القضية الثانية: مشكلة واحدات القياس وجمع ما لا يُمكن جمعه.

لديك موازنة 200 ألف ل.س لشراء سيارة ولديك خيارين، حيث تم أخذ سعر السيارة وسرعتها فقط بالاعتبار وأن السيارتين متكافئتين على جميع المعايير الباقية، سعر الأولى 80 ألف ل.س وسعر الثانية 110 آلاف ل.س. ما هي نتيجة التقييم الإجمالي لكل سيارة بجمع السعر والسرعة في حال احتساب السرعة بالكيلومتر في الساعة ثم بالمتر في الثانية؟

	قبل تغيير وحدة القياس			بعد تغيير وحدة القياس		
	المبلغ المتبقي	سرعة السيارة متر/ثانية	المجموع	المبلغ المتبقي	سرعة السيارة كم/ساعة	المجموع
سيارة A	120	50	170	120	180	300
سيارة B	90	60	150	90	216	306
النتيجة وفق المجموع	A أفضل			B أفضل		

في حال حساب السرعة بالمتر/ثانية تكون السيارة A أفضل، وفي حال حسابها بالكم/سا تكون السيارة الثانية B أفضل، نلاحظ أن النتيجة تختلف في الحالتين رغم أنه لم يتم أي تغيير في السرعة الحقيقية!!

القضية الثالثة: ألا يمكن الخروج من هذه الحلقة الجهنمية؟

ليكن لدينا ثلاث طلاب حصلوا على الدرجات في ثلاثة مقررات كما يبين الجدول اللاحق، نلاحظ أم متوسط الدرجات هو نفسه، لذلك تم اعتماد طريقة أخرى لمعرفة أي من الطلبة هو الأفضل وترتيبهم، تنص الطريقة الجديدة على مقارنة ثانية بين كل طالبين وأخذ عدد المقررات التي يكون فيها طالب أفضل من آخر بغض النظر عن الفرق بينهما في الدرجات، وكذلك اعتبار أن فرق علامة واحدة بين الطالبين يعني أنهما متكافئين ولا يؤدي لتفضيل أحدهما على الآخر.

	الاقتصاد	المالية	الإدارة	المتوسط
الطالب الأول A	70	70	70	70
الطالب الثاني B	68	71	71	70
الطالب الثالث C	66	72	72	70

حاول إجراء المقارنة الثنائية بين كل طالبين بتطبيق الطريقة الجديدة، واستنتج أي من الطلبة هو الأفضل.

(الإجابة الصحيحة: الأول أفضل من الثاني، والثاني أفضل من الثالث، والثالث أفضل من الأول)

المراجع المستخدمة في الفصل السابع:

1. عبود، طلال. 2014. نظرية القرارات. نوطة تدريسية لطلاب المعهد العالي لإدارة الأعمال (غير منشور)، دمشق.
2. Bouyssou, D., Marchant, Th., Pirlot, M, Tsoukias, A., &Vincke, Ph. 2006. Evaluation and Decision Models with Multiple Criteria Stepping stones for the analyst. LAMSADE, Universite Paris-Dauphine, France.
3. Keeny R.L. & Nair K. (1976). Evaluating Potential Nuclear Power Plan Sites in the Pacific Northwest Using Decision Analysis. IIASA Professional Paper, 76-1.
4. Keeny, R. L., & Raiffa, . (1976). Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs. John Wiley, New York.
5. Lehrer, K., & Wagner, C. (1985). Intransitive Indifference: The Semi-Order Problem. Synthese, Vol. 65, No. 2, Action Theory (Nov. 1985), pp. 249-256. Eds. Springer.
6. Luce, R. Duncan. (1956). Semiorders and a Theory of Utility Disrimination. Econometrica, Vol. 24, No 2. April 1956, pp. 178-191.

الفصل الثامن:
مقدمة إلى النماذج متعددة المعايير
Introduction to Multiple Criteria Models

كلمات مفتاحية:

أمثلية باريتو Pareto Optimal، نموذج Borda، نموذج Copeland، نموذج Condorcet، نموذج ELECTRE–III، عتبات التفضيل Preference Thresholds، التوافق Concordance، المعارضة Discordance.

ملخص الفصل:

لا تعتبر مفاهيم الطرق متعددة المعايير جديدة في صناعة القرارات، لكن تطبيقاتها حديثة نسبياً كونها تتطلب الكثير من الحسابات، وكان للبرمجيات المعلوماتية دوراً مهماً ساهم في انتشارها في العقود الأخيرة؛ وتعتمد هذه النماذج على مفاهيم المقارنة الثنائية بين البدائل، ولا تفرض قيود كثيرة على تفضيلات متخذ القرار، لذلك تُعتبر من الطرق الأكثر واقعيةً لنمذجة هذه التفضيلات، سنرى العديد من هذه النماذج بعد التعرف إلى مفاهيمها الأساسية، ثم كيفية تطبيقها عبر أمثلة توضيحية تُظهر حسنات ومساوئ كل منها.

المخرجات والأهداف التعليمية:

- توسيع ذهن الطلبة للبحث عن نماذج جديدة لاتخاذ القرارات
- التمكن من المفاهيم الأساسية لنماذج المقارنة الثنائية
- التمكن من تطبيق بعض الطرق متعددة المعايير
- فهم بعض أوجه التشابه بين طرق الانتخابات والنماذج متعددة المعايير

مخطط الفصل:

1. مقدمة Introduction.
2. أمثلية باريتو Pareto Optimum & Dominance.
3. نماذج التعداد أو النماذج الانتخابية Election Models.
4. علاقة الأولوية Outranking Relation.
5. عتبات التفضيل Preference Thresholds.
6. مفهوم التوافق والمعارضة Concordance & Discordance.
7. طريقة ELECTRE III.
8. تطبيق على النماذج متعددة المعايير Application of Multiple Criteria Decision Models.

1. مقدمة:

رأينا العديد من الانتقادات ونقاط الضعف التي تعاني منها الطرق وحيدة المعيار الموجهة للبحث عن الحل الأمثل والبديل الأفضل، وأهمها التعويض والتعدي والاقتصار على علاقتي تفضيل وغيرها، يُمكن تجاوز بعض نقاط الضعف هذه، وذلك عبر وضع نماذج جديدة لا تفرض قيود بشكل مسبق لدى المفاضلة بين البدائل وإن كنا نفضل تواجدها، بمعنى آخر سنحاول الانتقال من مفاهيم الأمثلية Optimality إلى مفاهيم الحل بالتراضي Comromise عبر مفاهيم جديدة في مقدمتها المقارنة الثنائية وتخفيف الفرضيات.

مثال (8-1) مثال تمهيدي: مقارنة بعض الحالات الصعبة.

ليكن لدينا جدول درجات الطلبة في مجموعة من المقررات متساوية في الأهمية g_4 ,..., g_1، كما يلي:

الجدول [8-1] مثال تمهيدي

	مقرر g1	مقرر g2	مقرر g3	مقرر g4	المجموع
طالب a	50	50	50	50	200
طالب b	53	50	49	48	200
طالب c	92	58	40	10	200
طالب d	94	40	59	7	200

بغض النظر عن أية طريقة في تجميع التقييمات (مجموع الدرجات هو نفسه 200 لجميع الطلبة)، لنحاول المقارنة بين هؤلاء الطلبة بالنظر إلى درجاتهم ودون أية فرضيات مسبقة، فقد نجد ما يلي:

- يمكن قبول أن الطالبين a وb متقاربين وربما هناك أرجحية بسيطة لصالح b، فنقول أن b ليس أسوأ من a أو على الأقل متكافئين.
- بنفس المنطق، فقد نقبل نفس الحكم لدى مقارنة الطالبين c وd رغم الفروقات المتبادلة بينهما وفق المقررين الثاني والثالث، وذلك أن الفروقات البسيطة يمكن تعويضها من مقررات أخرى.
- وعلى الأغلب أن نجد صعوبة في مقارنة الطالب a مع كل من الطالبين c وd، وذلك بسبب الفروقات الكبيرة في بعض المقررات والتي نجد صعوبة في قبول تعويضها من مقررات أخرى، كذلك الأمر لدى مقارنة الطالب b مع c وd.

يتبين من المثال السابق، أن بعض الفروقات يمكن تعويضها وفروقات أخرى لا يُمكن أو لا يجب تعويضها، وأحياناً نقبل أن فروقات بسيطة بين بديلين (فرق درجة أو درجتين بين الطالبين مثلاً) لا تعني أن أحد البديلين أفضل فعلاً من الآخر.

سنحاول في هذا الفصل التوجيه نحو نماذج جديدة تساعد في الخروج من منطق التكافؤ والتفضيل فقط، أو كيفية التعبير عن نقص المعلومات بعتبات التفضيل، أو حتى كيفية اتخاذ القرار في حال تقييمات غير كمية، والتي تعبّر في العديد من مشكلات القرار عن نماذج التفضيلات الفعلية لمتخذي القرارات.

2. أمثلية باريتو Pareto Optimum & Dominance :

تُعتبر طريقة الهيمنة Dominance من الطرق الأولية في صناعة القرارات، حيث لا يوجد أية فرضيات أو خصائص مسبقة على علاقة المقارنة بين البدائل، ومعروفة بالأدبيات الاقتصادية بأمثلية باريتو [1] Pareto، تعتمد الطريقة على مفاهيم التغطية أو الهيمنة Dominance وهي قريبة من مفاهيم الأمثلية، وسنرمز لها بالشكل a D b للقول بأن a يهيمن على b.

ليكن لدينا بديلين a, b ولتكن مجموعة المعايير g_j حيث j=1, 2, …, J ، نقول أن البديل b يهيمن على البديل a إذا وفقط إذا كان تقييم b أكبر أو يساوي تقييم a وفق جميع المعايير، ويوجد معيار واحد على الأقل يكون فيه تقييم b أكبر تماماً من تقييم a أي:

$$b\ D\ a \Leftrightarrow g_j(b) \geq g_j(a)$$ مهما يكن j=1, 2, …J،

و $\exists\ k \in \{1,2,\dots J\}$ حيث يكون $g_k(b) > g_k(a)$ (تُقرأ ∃ يوجد على الأقل).

ونقول عن بديل أن فعّال بمفهوم باريتو Pareto Efficiency إذا لم نتمكن من إيجاد أي بديل آخر يهيمن عليه، أي لا يُمكن إيجاد أي معيار يكون فيه تقييم بديل آخر أكبر من تقييمه.

مثال (8-2) درجات الطلبة في مقررين.

ليكن لدينا جدول العلامات لمجموعة من الطلبة في مقرري الاقتصاد والمالية كما يلي:

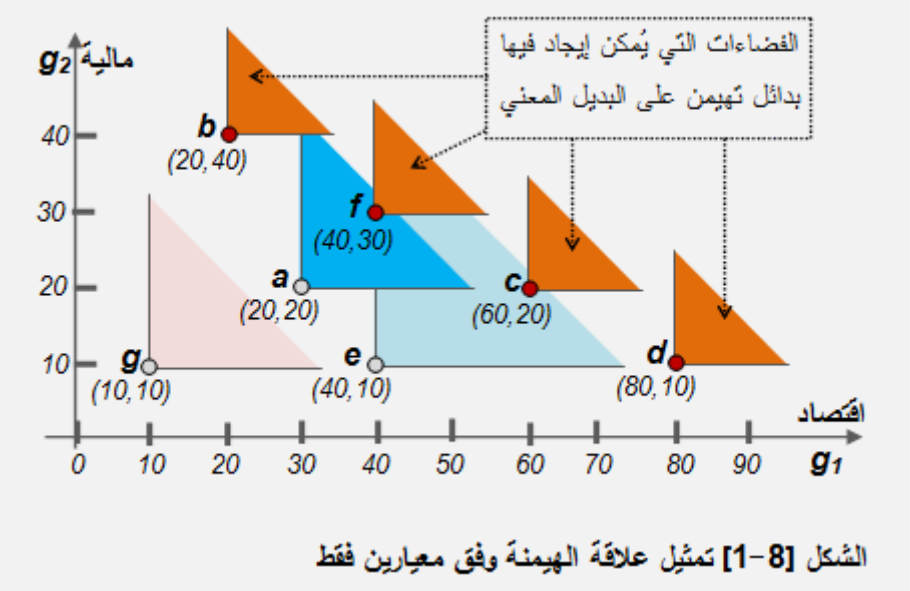
	الطالب a	الطالب b	الطالب c	الطالب d	الطالب e	الطالب f	الطالب g
مقرر الاقتصاد g1	20	20	60	80	40	40	10
مقرر المالية g2	20	40	20	10	10	30	10

حسب تعريف علاقة الهيمنة أعلاه وبالنظر إلى الشكل اللاحق [8-1]، نجد ما يلي:

- الطالب g مهيمن عليه من جميع الطلبة الآخرين، فيُستبعد من المفاضلة.
- الطالب a مهيمن عليه من قبل الطالب f، فيُستبعد a من المفاضلة.
- الطالب e مهيمن عليه من قبل الطالب c، فيُستبعد e من المفاضلة.
- الطلبة b, f, c, d جميعها فعالة بمفهوم باريتو، إذ لا يوجد أي طالب يهيمن على أي منها.

---

1. Vilfredo Frederico Damaso Pareto (1848-1923)، عالم اقتصاد إيطالي، لديه العديد من المساهمات الهامة في علوم الاقتصاد خصوصاً في توزيع الدخل وخيارات الأفراد، هو صاحب مبدأ باريتو 20-80 أي أن 20% من أفراد المجتمع يملكون 80% من ثرواته و80% يملكون 20% من هذه الثروات.



الشكل [8-1] تمثيل علاقة الهيمنة وفق معيارين فقط

نلاحظ أن هذه الطريقة تعتمد على مفهوم المقارنة الثنائية بين كل بديلين، وتستخدم الترتيب الناجم عن تقييم البدائل فقط وذلك بغض النظر عن القيم ذاتها أو الفروقات بين تقييمات البدائل، وكان يكفي لتطبيق الطريقة ترتيب الطلبة في كل مقرر بغض النظر عن الدرجات.

تعتبر طريقة الهيمنة من الطرق الوصفية الفعالة جداً، لكنها فقيرة على صعيد الحكم الإجمالي والتمييز بين البدائل، ويمكن تلمس أهم تطبيقاتها في الانتخابات، إذ أن الناخب يختار مرشح واحد بغض النظر عن شدة تفضيلاته بين المرشح الذي اختاره والمرشحين الآخرين.

3. نماذج التعداد أو النماذج الانتخابية:

تعتمد هذه النماذج على تعداد أصوات الناخبين لصالح كل من المرشحين أو في أحسن الأحوال توزيع نقاط للمرشحين حسب ترتيب كل منهم، وبالقياس إلى تعريف مشكلة القرار، نرى بوضوح أنه يمكن تمثيل البدائل بالمرشحين وتمثيل المعايير بالناخبين وطريقة الحكم الإجمالي بنموذج تجميع الأصوات؛ وتُطرح مشكلة الانتخابات كما يلي:

لدينا عدد من الناخبين وعدد من المرشحين، حيث يقوم كل ناخب ترتيب المرشحين كلياً حسب الأفضلية بالنسبة له فنحصل على ترتيبات بعدد الناخبين، تبقى المعضلة الكبيرة في إيجاد الطريقة الإجمالية لتجميع هذه الترتيبات للمرشحين في ترتيب إجمالي واحد.

لن نتعرض إلى المشكلة من وجهة نظر العلوم السياسية المتعلقة بأساليب تفويض السلطة عبر الانتخابات وهو ما ندعوه جوازاً بالممارسة الديمقراطية[2]، بل سنعرض لمجموعة من الطرق التي تصنف ضمن فئة النماذج متعددة المعايير، حيث يمكن تطبيقها في مجالات عديدة غير الانتخابات "السياسية" مثل انتخاب رئيس مجلس إدارة، انتقاء عرض من بين مجموعة العروض، انتقاء موظفين من خلال مسابقات ولجان التوظيف، ... الخ.

2. ننصح بالعودة إلى دراسات حامل جائزة نوبل في الاقتصاد لعام 1972 Kenneth Arrow في الخمسينات من القرن الماضي حول الخيارات الجماعية Social Choices، الذي درس المسألة بعمق وأثبت عدم وجود أسلوب انتخابات ديموقراطي إلا الطريقة الديكتاتورية.

1.3. الطريقة البسيطة بتعداد الأصوات:

الطريقة الأولى والبدائية لاختيار أحد المرشحين، هي بتعداد عدد أصوات كل من المرشحين الحائزين على المرتبة الأولى، واختيار المرشح الذي يحوز على أكبر عدد من الأصوات.

مثال (8-3) الطريقة البسيطة بتعداد الأصوات، نفس بيانات المثال التمهيدي.

لنأخذ نفس الطلبة (المرشحون) والمقررات (الناخبون) في المثال التمهيدي (8-1)، فنجد ما يلي:

الطالب a: أتى مرة واحدة في المرتبة الأولى وهي في المقرر الرابع g_4.

الطالب b: لم يأتِ في المرتبة الأولى أبداً.

الطالب c: أتى مرة واحدة في المرتبة الأولى وهي في المقرر الثاني g_2.

الطالب d: أتى مرتين في المرتبة الأولى وفق المقررين الأول والثالث.

فيكون الترتيب النهائي: الطالب d في المرتبة الأولى، يليه الطالبين a و c في المرتبة الثانية، وفي المرتبة الأخيرة الطالب b.

نلاحظ من المثال أعلاه أن الطالبين a و b متقاربين جداً ومع ذلك أتيا في مرتبتين مختلفتين، وليست هذه نقطة الضعف الوحيدة في تطبيق هذه الطريقة، ففي العديد من الحالات لا نحصل على نتائج مرضية لعدم فعاليتها، كما سنرى من خلال الحالتين الآتيتين:

- الحالة الأولى: إذا كان لدينا 3 مرشحين، و3 ناخبين، وقام كل من الناخبين باختيار مرشح مختلف، فسنحصل على صوت واحد لكل مرشح، وبالتالي لا يمكن الاختيار فيما بينهم!
- الحالة الثانية: إذ كان لدينا 3 مرشحين زيد وعمر وخالد، ولدينا 100 ناخب، حيث قام الناخبون بترتيب المرشحين كما يلي: 40 ناخب اختاروا زيد في المرتبة الأولى، و35 ناخب اختاروا عمر، و25 ناخب اختاروا خالد، فالفائز سيكون طبعاً زيد؛ لنلاحظ أن 60 ناخب (وهم الغالبية) لا يريدون زيد في المرتبة الأولى، وبالتالي سيعترضون دوماً على قراراته ولن يستطيع أن يمارس أية سلطة فعلية، أي لديهم القدرة على تعطيل القرار[3].
- يمكن أن نحصل على حالات أكثر تعقيداً، مثلاً إذا امتنع 60% من الناخبين عن التصويت (أي الغالبية)، فحتى لو حصل أي من المرشحين على جميع الأصوات المتبقية أي 40%، فإنه لا يحوز على الأغلبية! إذ لا يجب النظر إلى عدم تصويت بعض الناخبين بأنهم يرون المرشحين متكافئين، بل يمكن اعتبار بأنهم لا يريدون أي من المرشحين.

3. يُقصد بتعطيل القرار تمكن بعض الأطراف من القدرة (قانونية، الأمر الواقع، ...) على منع تنفيذ القرار دون أن يكون لدى هذه الاطراف القدرة على اعتماد قرار آخر.

2.3. طريقة النقاط أو طريقة Borda [4]:

تنص هذه الطريقة على إسناد نقاط لكل مرتبة ثم جمع نقاط المرشحين حسب ترتيب الناخبين لهم، ويتم الترتيب النهائي للمرشحين وفق مجموع النقاط التي حصلوا عليها.

ليكن لدينا N ناخب، و M مرشح، حيث يتم إسناد النقاط كما يلي: M نقطة للمرتبة الأولى، M−1 للمرتبة الثانية، M−2 للمرتبة الثالثة، ...، نقطتين للمرتبة ما قبل الأخيرة، ونقطة واحدة للمرتبة الأخيرة.

ويكون مجموع نقاط كل مرشح m هو: $X_m = \sum_{i=1}^{n} x_{mi}$ حيث x_{mi} نقاط ترتيب الناخب i للمرشح m.

مع الإشارة إلى أن الناخب قد يكون حزب أو تكتل من الناخبين لديهم نفس التفضيلات.

مثال (8−4) طريقة Borda.

ليكن لدينا 5 مرشحين: زيد، عمر، خالد، علي، محمد، وثلاثة ناخبين قاموا بترتيب المرشحين كما هو مبين في الجدول الآتي [8−2].

الجدول [8−2] ترتيب المرشحين للناخبين

الترتيب / النقاط	الأول 5	الثاني 4	الثالث 3	الرابع 2	الخامس 1
الناخب الأول	زيد	عمر	خالد	علي	محمد
الناخب الثاني	زيد	عمر	خالد	محمد	علي
الناخب الثالث	خالد	علي	محمد	زيد	عمر

بحساب نقاط كل من المرشحين الخمسة، نجد:

زيد: 5+5+2 = 12 نقطة. عمر: 4+4+1 = 9 نقاط.

خالد: 5+3+3 = 11 نقطة. علي: 2+1+4 = 7 نقاط.

محمد: 1+2+3 = 6 نقاط.

وبالتالي، يكون ترتيب المرشحين كما يلي: الأول زيد، يليه خالد، ثم عمر، علي، وأخيراً محمد.

تعاني هذه الطريقة من ضعف خطير يتعلق بمجموع نقاط المرشحين في حال دخول أو استبعاد أحد المرشحين، كما يلي:

لنفترض بأن عمر قد انسحب أو أُبعد لسبب ما حيث يتم إسناد المرتبة الأخيرة له، ويتم إعادة ترتيب المرشحين دون تغيير الترتيب السابق للناخبين فيما بينهم، وبإعادة حساب مجموع نقاط كل من المرشحين: يحصل زيد على 12 نقطة، وخالد على 13 نقطة، وعلي على 9 نقاط، ومحمد على 8 نقاط، ويحصل عمر طبعاً على 3 نقاط. ويصبح الترتيب النهائي، الأول: خالد، الثاني: زيد، الثالث: علي، الرابع: محمد، الخامس: عمر.

4. الفارس Jean Charles de Borda (1733−1799) عضو الأكاديمية الفرنسية للعلوم، اعتمدت طريقته بشأن انتخاب رئيس للأكاديمية عام 1781.

نلاحظ أن ترتيب زيد وخالد قد تغير كلياً، فبعد أن كان زيد قبل خالد في الحالة الأولى، أصبح بعده في هذه الحالة، أي أن ترتيب زيد وخالد لا يتعلق بترتيب الناخبين لهما فقط، بل يتعلق أيضاً بترتيب الناخبين لمرشح ثالث هو عمر، وهذا يناقض فرضية أساسية في صناعة القرارات المتعلقة باستقلالية البدائل، ويناقض أيضاً مبدأ مماثل من مبادئ الديموقراطية والمتعلق بالاستقلالية بين المرشحين.

3.3. طريقة الأغلبية البسيطة أو طريقة Condorcet [5]:

تعتمد هذه الطريقة على تصويت الناخبين لكل الثنائيات الممكنة من المرشحين، ثم ترتيب المرشحين بحسب عدد المرات التي يفوز فيها كل مرشح على المرشحين الآخرين.

مثال (8-5) طريقة Condorcet.

لنأخذ بيانات المثال السابق (8-4)، نجد أن: زيد أفضل من عمر، زيد أفضل من خالد، زيد أفضل من علي، عمر أفضل من خالد، عمر أفضل من علي، خالد أفضل من علي، ويُصبح الترتيب النهائي أن زيد أفضل من عمر أفضل من خالد أفضل من علي أفضل من محمد.

قد تبدو هذه الطريقة أفضل من السابقة ولكن للأسف قد نحصل على حالات عدم تعدي، إذ لا يوجد ما يمنع أن نحصل على "زيد أفضل من عمر" و"عمر أفضل من خالد" و"خالد أفضل من زيد"! (راجع القضية الثانية في مجموعة الأسئلة (أسئلة/قضايا للمناقشة)، تناقض Condorcet).

4.3. طريقة الموافقة والمعارضة أو طريقة Copeland [6]:

تعتمد هذه الطريقة على تعداد الأصوات الموافقة لكل ثنائية من المرشحين ثم إقرار الأفضلية لمن يحصل على أكبر عدد من الأصوات بينهما، حيث يحصل الفائز في هذه الحالة على 1 والخاسر على -1 ويحصل الاثنان على صفر في حال التساوي، ومن ثم يتم جمع نقاط كل مرشح، أي أن نقاط كل مرشح هي عدد الحالات التي يكون فيها المرشح أفضل من البقية مطروحاً منها عدد الحالات التي يكون فيها الآخرون أفضل منه، وليست مجموع أصوات "مع" وأصوات "ضد".

---

5. الماركيز Caritat de Condorcet (1743-1794) عضو في أكاديمية العلوم الفرنسية في سن 26 سنة وسكرتير أبدي للأكاديمية منذ عام 1776 حتى وفاته.

6 .Copeland A.H. Copeland. A 'reasonable' social welfare function. Seminar on Mathematics in Social Sciences, University of Michigan, 1951.

مثال (8-6) طريقة Copeland.

لدينا أربعة مرشحين زيد وعمر وخالد وعلي، وثلاثة ناخبين رتبوا المرشحين كما يلي:

	الأول	الثاني	الثالث	الرابع
الناخب الأول	زيد	عمر	خالد	علي
الناخب الثاني	زيد	عمر	علي	خالد
الناخب الثالث	عمر	خالد	علي	زيد

بالمقارنة الثنائية بين كل مرشحين اثنين، نحصل مجموع حالات فوز كل مرشح:

	زيد	عمر	خالد	علي	المجموع
زيد		1	1	1	3
عمر	1-		1	1	1
خالد	1-	1-		1	1 -
علي	1-	1-	1-		3 -

مثلاً، لدى مقارنة زيد وعمر، نجد أن زيد قد أتى مرتين قبل عمر، فيحصل زيد على 1 فقط وعمر على 1-، وليس 2 لزيد وواحد لعمر.

وبالتالي الترتيب النهائي للمرشحين: زيد أولاً، ثم عمر، ثم خالد، وأخيراً علي.

أيضاً، لا تخلو هذه الطريقة من أعراض الطرق السابقة، ففي حالات عديدة قد نحصل على نفس مجموع النقاط، وبالتالي لا يمكن الحسم لصالح أي من المرشحين (راجع القضية الثانية في مجموعة الأسئلة (أسئلة/قضايا للمناقشة).

تُعتبر النماذج السابقة سواء طريقة باريتو أو الطرق الانتخابية حالات خاصة من الحالة العامة لعلاقة المقارنة الثنائية بين كل بديلين، والتي سنتعرف على بعض مفاهيمها وخصائصها في الفقرة اللاحقة.

4. علاقة الأولوية Outranking Relation:

سنقوم ببناء علاقة ثنائية ندعوها علاقة الأولوية Outranking بين أي بديلين للتعبير عن حالات التفضيل الإجمالي الممكن تواجدها بينهما.

لنعرّف العلاقة الثنائية S بين بديلين a, b من مجموعة البدائل A وفق معيار محدد j كما يلي:

$a\,S_j\,b \Leftrightarrow g_j(a) \geq g_j(b)$ حيث S تعني أن البديل a ليس أسوأ من البديل b وفق المعيار j.

و$g_j(a)$: تقييم البديل a وفق المعيار j، $g_j(b)$: تقييم البديل b وفق نفس المعيار j.

رأينا مثل هذه العلاقة في نظرية المنفعة ضمن فرضيات محددة، حيث كان التقييم الإجمالي هو المنفعة المتوقعة ويتم حسابها من تابع المنفعة، ورأينا أن علاقة الأكبر > تُعبر عن حالة التفضيل الأكيد، وعلاقة المساواة = تعبر عن حالة التكافؤ بين البديلين، فنحصل على علاقتي التفضيل والتكافؤ (الفقرة 7-2).

لا يوجد ما يمنع من تعريف علاقة الأولوية هذه بشكل إجمالي وفق جميع المعايير مجتمعةً بين كل بديلين، كما يلي:

$a\,S\,b \quad \forall a,b \in A\,x\,A$ تعني أن a ليست أسوأ من b بشكل إجمالي.

يتم الأخذ بالاعتبار في تعريف العلاقة تقييمات البديلين وفق جميع المعايير، وأوزان المعايير، وكذلك عتبات التفضيل وأية معلومات أخرى تفيد في المقارنة؛ لنترك حالياً الصيغ التحليلية لهذه العلاقة، ولنناقش كيف يمكنها المقارنة بين أي بديلين.

نأخذ بديلين a, b ونختبر شدة أولوية كل منهما على الآخر، أي (أولوية a على b) ثم (أولوية b على a)[7]، فنحصل على أربع حالات للتفضيل سبق أن أشرنا إليها في الفقرة (4-1)، والمبينة في الجدول [8-3]، كما يلي:

- لدى اختبار a S b، فقد تكون مقبولة (تُكتب بالشكل a S b) أو غير مقبولة (تكتب a $\bar{S}$ b) مع الإشارة إلى أن عدم قبول العلاقة a S b لا يعني قبول الحالة المعاكسة b $\bar{S}$ a بشكل تلقائي.
- وكذلك لدى اختبار العلاقة b S a، فقد نحصل على إحدى الحالتين: إما أنها مقبولة أو أنها غير مقبولة b $\bar{S}$ a.

الجدول [8-3] تعريف حالات التفضيل الأربعة استناداً إلى علاقة الأولوية

		نتائج اختبار b S a	
		مقبولة (b S a)	غير مقبولة (b $\bar{S}$ a)
نتائج اختبار a S b	مقبولة (a S b)	تكافؤ: a I b	تفضيل لصالح a: a P b
	غير مقبولة (a $\bar{S}$ b)	تفضيل لصالح b: b P a	لا مقارنة: a R b

[7]. بمعنى لا نفرض خاصية التناظر على العلاقة بشكل مسبق العلاقة S.

يجب أن تُحقق هذه العلاقة بعض الخصائص أهمها (Roy, 1991):

- أن تكون انعكاسية أي $\forall a \in A$ فإن $a\ S\ a$، أي أن العلاقة محققة دوماً من أجل نفس البديل.
- $a\ S_j\ b\ \ \forall j \in J \Rightarrow a\ S\ b$ أي إذا كانت مقبولة وفق جميع المعايير، فيجب أن تكون مقبولة بشكل إجمالي.

تأخذ الصيغ التحليلية (الرياضية) لتمثيل هذا النمط من العلاقات الثنائية بالاعتبار عوامل عديدة، يأتي في مقدمتها:

- طبيعة المعلومات المأخوذة عن المعايير مثل الأهمية النسبية للمعايير، أو عتبات التفضيل.
- مفهومي التوافق Concordance والمعارضة Discordance، المشابهين لمفهوم الأغلبية في واحترام رأي الأقلية في الانتخابات.
- مبررات قبول العلاقة وشدة المصداقية المطلوبة من قبل متخذ القرار أو مدى توفر المعلومات.

لنفترض أنه يُمكن إيجاد مؤشر رياضي يُعبّر عن شدة الأولوية للعلاقة a S b ندعوه مؤشر المصداقية Credibility Index، ونرمز له من أجل كل ثنائية من البدائل a S b بالشكل σ(a,b)، بحيث يأخذ هذا المؤشر قيماً بين الصفر والواحد أي على المجال [0، 1]، ويُفسر كما يلي:

- كلما اقتربت قيم مؤشر المصداقية من 1 كلما كانت مبررات القبول قوية وذات مصداقية عالية،
- كلما اقتربت قيمه من الصفر كلما كانت المبررات ومصداقية القبول ضعيفة،
- في حين تُشير القيم القريبة من النصف إلى حالات تردد وحذر في قبول أو رفض العلاقة.

كما يعود تحديد عتبة قبول أو رفض الفرضية إلى متخذ القرار الذي يرى أن لديه مبررات كافية لتحديد عتبة مرتفعة قريبة من الواحد أو منخفضة قريبة من الصفر.

مثال (8-7) مؤشر المصداقية لعلاقة الأولوية.

لنفرض أنه قد حصلنا على قيم لمؤشرات المصداقية لدى المقارنة بين بديلين a, b كما يلي:

لدى اختبار a S b حصلنا على σ(a,b)=0.6 ولدى اختبار b S a حصلنا على σ(b,a)=0.3

- لتكن عتبة القبول المحددة من قبل متخذ القرار تساوي 50%. نستنتج أن a S b مقبولة، وبأن b S a غير مقبولة، وبالعودة إلى الجدول [8-3] أعلاه نجد أن حالة التفضيل المقابلة هي هناك تفضيل لصالح البديل a ضد البديل b.
- إذا غير متخذ القرار من عتبة القبول لتصبح 20%، نجد أن a S b مقبولة وكذلك b S a مقبولة، وتقابل حالة التكافؤ وفق نفس الجدول [8-3].
- وإذا تشدّد متخذ القرار ليطلب مصداقية أكبر أي رفع مستوى عتبة القبول لتصبح 70% مثلاً، فنجد أن a S b غير مقبولة وكذلك b S a غير مقبولة أيضاً، وتقابل حالة اللامقارنة وفق الجدول [8-3].

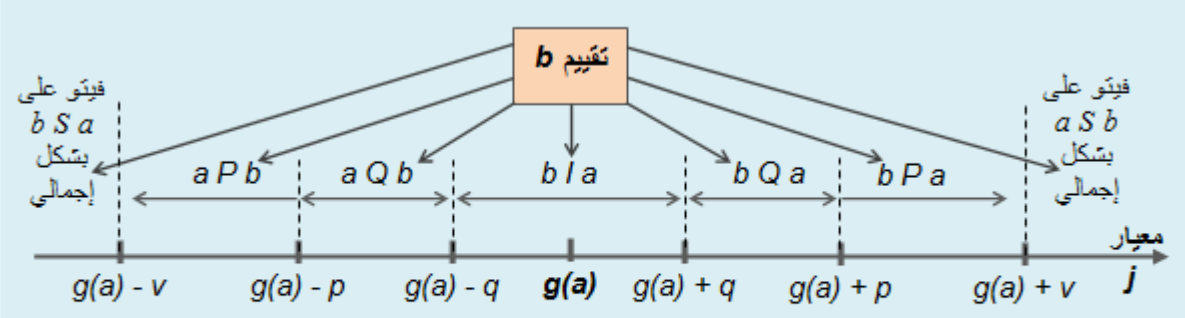
5. عتبات التفضيل Preference Thresholds:

رأينا سابقاً كيفية الأخذ بالاعتبار لحالات نقص المعلومات عبر التقديرات الإحتمالية، ولكن الاحتمالات ليست الطريقة الوحيدة لتمثيل نقص المعلومات، إذ يمكن اعتبار بعض الفروقات بين تقييمات البدائل معبرة أو غير معبرة للانتقال من حالة تفضيل إلى أخرى، ندعو مثل هذه الفروقات بعتبات التفضيل Preference Thresholds، ويُقصد بالعتبة قيمة الفرق بين تقييمي بديلين لدى المقارنة بينهما وفق معيار محدد، ويمكن تعريف هذه العتبات على معيار واحد أو أكثر كما يلي:

- **عتبة التكافؤ q_j:** العتبة التي لا تسمح بالتمييز بين البديلين، أي إذا كان الفرق بين تقييمي البديلين أقل منها فنعتبر أنهما متكافئان وفق المعيار j فقط.
- **عتبة التفضيل الأكيد p_j:** إذا كان الفرق بين تقييمي البديلين أكبر من هذه العتبة، فنعتبر أن البديل ذو التقييم الأكبر أفضل بالتأكيد من البديل الآخر وفق المعيار j فقط.
- **عتبة الفيتو v_j:** إذا كان الفرق بين تقييمي البديلين أكبر من هذه العتبة وفق المعيار j، فلا يجوز قبول أن يكون البديل ذو التقييم الأقل بأولوية البديل الآخر بشكل إجمالي، وذلك مهما كان وضع البديلين في المعايير الأخرى، وتُعبّر هذه العتبة في حال وجودها عن أهمية كبيرة للمعيار.

في حال تعريف العتبات، يجب أن تكون عتبة الفيتو أكبر من عتبة التفضيل الأكيد وبدورها يجب أن تكون عتبة التفضيل الأكيد أكبر من عتبة التكافؤ وفق المعيار المعرفه عليه $v_j \geq p_j \geq q_i$.

لنلاحظ الشكل [8-2]، ولنميز حالات التفضيل وفق معيار واحد فقط، وذلك بعد إدخال العتبات المعرفة أعلاه:



الشكل [8-2] تمثيل عتبات التفضيل

1. إذا كان تقييم البديل b أكبر من القيمة g(a) + p، يمكن الجزم بأن b أفضل بشكل أكيد من a وفق هذا المعيار فقط: $b\ P\ a \Leftrightarrow g(b) > g(a) + p$.
2. إذا كان تقييم البديل b بين القيمتين g(a) + p و g(a) + q، يكون لدينا تفضيل ضعيف لصالح b وفق هذا المعيار فقط: $b\ Q\ a \Leftrightarrow g(a) + q < g(b) \leq g(a) + p$.

3. إذا كان تقييم البديل b بين القيمتين g(a) – q و g(a) + q، يكون لدينا حالة تكافؤ بين البديلين وفق هذا المعيار فقط: $a\ I\ b \Leftrightarrow g(a) - q < g(b) \leq g(a) + q$.
4. إذا كان تقييم البديل b بين القيمتين g(a) – p و g(a) – q، يكون لدينا تفضيل ضعيف لصالح a وفق هذا المعيار فقط: $a\ Q\ b \Leftrightarrow g(a) - p < g(b) \leq g(a) - q$.
5. إذا كان تقييم البديل b أصغر من القيمة g(a) – p، يمكن الجزم بأن a أفضل بشكل أكيد من b وفق هذا المعيار فقط: $a\ P\ b \Leftrightarrow g(b) \leq g(a) - p$.
6. حالة فيتو: إذا كان تقييم البديل b أكبر من القيمة g(a) + v وفق هذا المعيار فقط، فلا يمكن قبول أفضلية a على b بشكل إجمالي مهما كان وضع البديلين.
7. حالة فيتو: إذا كان تقييم البديل b أصغر من القيمة g(a) – v وفق هذا المعيار فقط، فلا يمكن قبول أفضلية b على a بشكل إجمالي مهما كان وضع البديلين.

مثال (8–8) نفس بيانات المثال التمهيدي.

لنضع نفس قيم العتبات لجميع المعايير، علماً بأنه لا يمنع من أن تكون مختلفة لكل معيار، كما يلي:

- عتبة التكافؤ q = 5 وذلك لجميع المعايير.
- عتبة التفضيل الأكيد p = 10 لجميع المعايير.
- عتبة الفيتو v = 40 لجميع المعايير.

لنناقش بعض الحالات:

- الطالبين a و b متكافئين وفق جميع المقررات لأن الفرق بين درجاتهم أقل من عتبة التكافؤ 5، وبالتالي يكونان متكافئين بشكل إجمالي.
- الطالب a أفضل من الطالب c وفق المقررين الثالث والرابع لكون الفرق بين الدرجات أكبر من عتبة التفضيل الأكيد 10، في حين أن c أفضل من a في المقررين الأول والثاني لنفس السبب، وبالتالي لا يمكن الحسم لأفضلية أي منهما بشكل إجمالي.
- الفرق بين درجتي الطالبين a و c تساوي 42 وهي أكبر من عتبة الفيتو 40، وبالتالي لا يجوز ترتيب a قبل c بشكل إجمالي مهما كان وضعهما في المقررات الأخرى حتى لو كانت جميعها لصالح a.
- وهكذا ...، نتابع المقارنة بين جميع الطلبة مثنى مثنى.

6. مفهوم التوافق والمعارضة Concordance & Discordance:

تستند علاقة الأولوية المعرفة أعلاه S إلى تقدير حجم المعلومات التي لصالح الفرضية a S b وهو ما ندعوه بمفهوم التوافق، وكذلك تقدير حجم المعلومات التي تعارض الفرضية وهو ما ندعوه بمفهوم المعارضة؛ إذ يمكن مقاربة هذه المفاهيم بما يتم في الانتخابات حيث يمثل الناخبون المعايير ويمثل المرشحون البدائل، ومن أجل القبول النهائي للفرضية a S b يجب أن تجمع "غالبية كافية" مع احترام رأي "الأقلية" وعدم تعطيلها للقرار (انظر القضية الأولى في مجموعة الأسئلة (أسئلة/قضايا للمناقشة)).

1. التوافق Concordance: تقدير حجم الموافقة للفرضية a S b سواء من حيث عدد المعايير المتوافقة معها أو أوزانها أو فروقات التقييم؛ نقول عن معيار j أنه متوافق مع الفرضية a S b إذا كان $g_j(b) \geq g_j(a) - q_j$، وندعو هذه المجموعة من المعايير بالتحالف Coalition الموافق ونرمز له C(a S b)؛ كما نلاحظ أن هذا التحالف يمكن أن يشمل حالات تكافؤ أو تفضيل ضعيف أو تفضيل أكيد لصالح b وذلك حسب وضع البديلين وفق المعايير.
2. مفهوم المعارضة Discordance: تقدير حجم المعارضة للفرضية a S b سواء من حيث عدد أو أوزان المعايير أو فروقات التقييم، ويُمكن أن تأتي هذه المعارضة بأسلوبين:
   - معارضة دون تعطيل للقرار تؤخذ بالاعتبار للتخفيف من مصداقية قبول الفرضية، ونقول عن معيار j أنه معارض للفرضية a S b إذا كان a أفضل تماماً من b وفق هذا المعيار أي $g_j(a) > g_j(b) + p_j$، وندعو هذه المجموعة من المعايير بالتحالف المعارض ونرمز له C(a P b).
   - تعطيل كامل للقرار أي استخدام حق النقض Veto، ونقول عن معيار j أنه يعطل أو يستخدم الفيتو ضد قبول الفرضية a S b بشكل إجمالي إذا كان الفرق بين التقييمين لصالح a أكبر من عتبة الفيتو لهذا المعيار أي $g_j(a) - g_j(b) > v_j$؛ ولإلغاء مفعول الفيتو، يجب إما عدم تعريف قيمة للعتبة أو تعريف قيمة كبيرة أكبر من المقياس.
3. مجموعة المعايير المترددة: أي تلك التي تبدو في جزء منها موافقة وفي جزء آخر معارضة، وتُشكل تكتل المعايير الخاصة بحالة التفضيل الضعيف لصالح a ونرمز لها بالشكل C(a Q b) أي كل معيار j يحقق العلاقة: $g_j(a) - p < g_j(b) \leq g_j(a) - q$.

وبالتالي، من أجل كل مقارنة ثنائية بين أي بديلين a S b، يتم تجزئة المعايير إلى ثلاث مجموعات:

- مجموعة متوافقة مع الفرضية C(b S a): المعايير التي يكون فيها حالات التكافؤ أو التفضيل الضعيف أو التفضيل الأكيد لصالح b.
- مجموعة معارضة تشكل C(a P b): المعايير التي يكون فيها حالات التفضيل الأكيد لصالح a.
- مجموعة مترددة بين الموافقة والمعارضة C(a Q b): المعايير التي يكون فيها تفضيل ضعيف لصالح a.

مثال (8–9) نفس بيانات المثال التمهيدي (8–1).

الجدول [8–4] بيانات المثال التمهيدي لحساب تكتلات الموافقة والمعارضة

	مقرر g1	مقرر g2	مقرر g3	مقرر g4	المجموع
طالب a	50	50	50	50	200
طالب b	53	50	49	48	200
طالب c	92	58	40	10	200
طالب d	94	40	59	7	200

لنحاول إيجاد مجموعات المعايير التي تشكل التحالفات السابقة والفيتو لبعض الحالات.

حالة (1) الطالب b ليس أسوأ من الطالب a أي اختبار العلاقة a S b.

- **التحالف الموافق C(b S a)**: نلاحظ أن جميع الفروقات هي أقل من عتبة التكافؤ وفق جميع المقررات (المعايير)، وبالتالي فإن جميع المقررات تدخل ضمن التحالف الموافق بأن b ليس أسوأ من a. نكتب $C(b\ S\ a) = \{g_1, g_2, g_3, g_4\}$.
- **التحالف المعارض C(a P b)**: لا يوجد أي مقرر يكون فيه الطالب a أفضل تماماً من الطالب b. نكتب $C(a\ P\ b) = \phi$ حيث ϕ هي المجموعة الخالية.
- **التحالف المتردد C(a Q b)**: لا يوجد أي مقرر يكون فيه الطالب a أفضل بشكل ضعيف تماماً من الطالب b. نكتب $C(a\ Q\ b) = \phi$.
- **الفيتو**: لا يوجد أي مقرر يعترض بشكل مطلق على قبول الفرضية (لا يوجد فيتو).

باعتبار أن العلاقة $a\ S_j\ b$ محققة وفق جميع المعايير j ولا يوجد أية معارضة، وبالتالي فهي محققة بشكل إجمالي، أي نقبل بشكل إجمالي أن الطالب b ليس أسوأ من الطالب a، ونكتب b S a.

في حال اختبار العلاقة العكسية، أي فيما إذا كان a ليس أسوأ من b أي اختبار العلاقة a S b، نجد أيضاً أن التحالف الموافق لهذه العلاقة يشكل جميع المعايير أي $C(a\ S\ b) = \{g_1, g_2, g_3, g_4\}$، وباقي التحالفات خالية ولا يوجد فيتو من قبل أي من المعايير، وبالتالي فهي محققة بشكل إجمالي، أي نقبل بشكل إجمالي أن الطالب a ليس أسوأ من الطالب b، ونكتب a S b.

باعتبار أن الحالتين a S b و b S a مقبولتين، وبالعودة إلى الجدول [8–3] نستنتج أن الطالبين مكتافئين a I b.

حالة (2) الطالب d ليس أسوأ من الطالب a أي اختبار العلاقة d S a.

- **التحالف الموافق C(d S a)**: نلاحظ أن الفرق وفق المقرر الأول g1 هو أكبر من عتبة التكافؤ وكذلك الفرق وفق المقرر الثالث g3، وبالتالي يدخل هذين المقررين في التحالف الموافق بأن d ليس أسوأ من a. نكتب $C(d\ S\ a) = \{g_1, g_3\}$.
- **التحالف المعارض C(a P d)**: نلاحظ أن الفرق في المقرر الرابع g4 فقط هو أكبر من عتبة التفضيل الأكيد لصالح a، وبالتالي يدخل هذا المقرر في التحالف المعارض لقبول العلاقة. نكتب C(a P d) = {g4}.
- **التحالف المتردد C(a Q d)**: نلاحظ أن الفرق في المقرر الثاني g2 يساوي 10 لصالح a وبالتالي هناك تفضيل ضعيف لصالح a، وبالتالي يدخل هذا المقرر في التحالف المتردد حول قبول العلاقة. نكتب C(a Q d) = {g2}.
- **الفيتو**: نلاحظ من درجتي الطالبين وفق المقرر الرابع g_4 أن الفرق يساوي 43 لصالح a وهو أكبر من عتبة الفيتو 40، وبالتالي يعطل هذا المقرر بشكل مطلق قبول الفرضية (فيتو).

باعتبار أن هناك مقرر واحد على الأقل يرفض بشكل مطلق قبول العلاقة d S a، وبالتالي لا نقبل بشكل إجمالي أن الطالب d بأولوية الطالب a وذلك بغض النظر عن أية نتائج أخرى حتى لو كانت جميعها لصالح d، ونكتب $d\bar{S}a$.

في حال اختبار العلاقة العكسية، أي فيما إذا كان a ليس أسوأ من d أي اختبار العلاقة a S d، نجد:

- **التحالف الموافق C(a S d)** يتشكل من المقررين الثاني g2 والرابع g4، وبالتالي يدخل هذين المقررين في التحالف الموافق بأن a ليس أسوأ من d. نكتب $C(a\ S\ d) = \{g_2, g_4\}$.
- **التحالف المعارض C(d P a)** يتشكل من مقرر واحد هو الأول g1، وبالتالي يدخل هذا المقرر في التحالف المعارض لقبول العلاقة. نكتب $C(d\ P\ a) = \{g_1\}$.
- **التحالف المتردد C(d Q a)** يتشكل من مقرر واحد هو الثالث g3، وبالتالي يدخل هذا المقرر في التحالف المتردد حول قبول العلاقة. نكتب C(d Q a) = {g3}.
- **الفيتو**: نلاحظ أن الفرق 44 لصالح d وهو أكبر من عتبة الفيتو التي تساوي 40، وبالتالي يعطل هذا المقرر بشكل مطلق قبول الفرضية بأن a بأولوية d.

باعتبار أن هناك مقرر واحد على الأقل يرفض بشكل مطلق قبول العلاقة a S d، وبالتالي لا نقبل بشكل إجمالي أن الطالب a بأولوية الطالب d وذلك بغض النظر عن أية نتائج أخرى، ونكتب $a\bar{S}d$.

حيث أن العلاقتين a S b و b S a غير مقبولتين، وبالعودة إلى الجدول [3-8]، نستنتج أن الطالبين غير قابلين للمقارنة أي a R b.

تجدر الإشارة إلى الكم الهائل من المقارنات الثنائية التي يجب أن تتم، ففي المثال أعلاه يجب مقارنة كل بديل (الطلاب) مع الثلاثة الآخرين، فيكون لدينا 12 مقارنة ثنائية، وهذا مبرر مهم جداً للجوء إلى البرمجيات المعلوماتية، إذ لا يمكن إجراء مثل هذه الحسابات يدوياً هذا إذا استثنينا الأخطاء الحسابية.

رأينا في الفقرات السابقة المفاهيم الأساسية لبناء علاقة الأولوية بغض النظر عن الصيغ الرياضية لمؤشرات هذه العلاقة، وسنحاول في الفقرة اللاحقة شرح مؤشرات الطريقة الأكثر انتشاراً لترتيب البدائل معروفة باسم ELECTRE III (Roy, 1991).

7. طريقة ELECTRE III:

نظراً لتعقيد الصيغ التحليلة لهذه الطريقة، يمكن للطلبة الاستعانة دوماً بالمراجع ولا داعي لحفظها، لكن يجب التمكن من تطبيقها.

نذكر أننا نبحث عن مؤشرات لاختبار علاقة الأولوية a S b بين كل بديلين a, b، حيث يستند حساب المؤشرات إلى أوزان المعايير وفروقات التقييمات بين البدائل المُقارنة، وبالتالي فإن المعلومات التي تحتاجها المؤشرات تتمثل بما يلي:

- أوزان المعايير $g_1, g_2, \ldots, g_j$، ولتكن $k_1, k_2, \ldots, k_j$ حيث مجموعها $K = k_1+k_2+ \ldots + k_j$.
- تقييمات البدائل: نرمز لتقييم كل بديل a وفق المعيار j بالشكل $g_j(a)$.
- عتبات التفضيل وفق جميع أو بعض المعايير q_j, p_j, v_j، وتُعرف فقط للمعايير التي يرى مهندس القرار ضرورة الأخذ بها، إذ أنه ليس بالضرورة تعريفها لجميع المعايير.

1.7. مؤشر التوافق c(b,a):

يُحسب مؤشر التوافق كمجموع لجزأين أي $c(b,a) = c_1 + c_2$، حيث:

- الأول c1 يأتي من تكتل المعايير المتوافقة مع الفرضية C(b S a)، ويُحسب كنسبة لمجموع أوزان هذا التكتل إلى المجموع الكلي لأوزان المعايير بالشكل الآتي: $c_1 = \frac{1}{K}\sum_{j\in C(bSa)} k_j$.
- الثاني c2 يأتي من تكتل المعايير حيث التفضيل ضعيف لصالح a أي C(a Q b)، ويؤخذ نسبة tj من وزن كل معيار ينتمي إلى هذا التكتل كما يلي:

$$c_2 = \frac{1}{K}\sum_{j\in C(aQb)} t_j k_j$$ حيث $t_j = \frac{p_j+g_j(b)-g_j(a)}{p_j-q_j}$.

نلاحظ أن مؤشر التوافق المعرف أعلاه:

- يأخذ قيماً بين الصفر والواحد $0 \le c(b,a) \le 1$.
- يأخذ القيمة صفر c(b,a)=0 إذا كان C(a P b) = F أي إذا كانت جميع المعايير معارضة للفرضية.
- يأخذ القيمة c(b,a)=1 إذا كان C(b S a) = F أي إذا كانت جميع المعايير موافقة للفرضية.

2.7. مؤشر المعارضة والفيتو d(b,a):

تأتي المعارضة للفرضية من جانبين:

- الأول، معارضة قوية جداً من أحد المعايير للفرضية ومنع قبولها وهو ما دعوناه سابقاً بالفيتو، وبالتالي يكون مؤشر المعارضة يساوي القيمة العظمى 1 في هذه الحالة.
- الثاني، من معايير معارضة ولكنها لا تستخدم الفيتو، أي إذا كان تقييم البديل b بين عتبتي التفضيل الأكيد p_j والفيتو v_j.

ويُحسب مؤشر المعارضة لكل معيار $d_j(b,a)$ كما يلي:

- في حال عدم وجود معارضة من المعيار j أي إذا كان $g_j(a) - g_j(b) \leq p_j$ فنضع $d_j = 0$.
- في حال وجود فيتو من المعيار j أي إذا كان $g_j(a) - g_j(b) > v_j$ فنضع $d_j = 1$.
- وإلا هناك معارضة جزئية أو ضعيفة للمعيار j أي إذا كان $p_j < g_j(a) - g_j(b) \leq v_j$ وبالتالي يكون: $d_j = \frac{g_j(a)-g_j(b)-p_j}{v_j-p_j}$

ويُحسب المؤشر الإجمالي d(b,a) لتكتل جميع المعايير المعارضة Dc(b,a) بحاصل جداء كما يلي:

مؤشر المعارضة الإجمالي: $d(b,a) = \prod_{j \in D_c(b,a)} \frac{1-d_j(b,a)}{1-c(b,a)}$

حيث $Dc(b,a) = \{ j \ / \ j \in F, dj(b,a) > c(b,a)\}$، هو تكتل معايير معارضة والتي يكون فيها قيمة مؤشر معارضة المعيار أكبر من قيمة مؤشر التوافق، بمعنى أن معارضة المعيار مبررة للأخذ بالاعتبار.

3.7. تعريف مؤشر المصداقية σ(b,a) :

استناداً إلى مؤشري الموافقة والمعارضة السابقين، يتم حساب مؤشر المصداقية Credibility Index الإجمالي للفرضية المختبرة a S b بحاصل جداء المؤشرين كما يلي: $\sigma(b,a) = c(b,a) \,.\, d(b,a)$

يأخذ مؤشر المصداقية قيماً بين الصفر والواحد، ويُفسر كما يلي:

- كلما اقتربت قيمته من الواحد كلما كانت مصداقية مبررات قبول الفرضية مرتفعة،
- كلما اقتربت من الصفر كلما كانت مصداقية مبررات قبولها ضعيفة،
- وكلما اقتربت من النصف كلما كان هناك تردد وشك في قبولها، أي أن هناك مبررات وحجج لقبولها وهناك أخرى لرفضها.

وعادةً ما يضع متخذ القرار عتبة لقبول الفرضية تتجاوز 50%، ويتم إقرار القبول أو الرفض بمقارنة قيمة مؤشر المصداقية مع هذه العتبة، مع الانتباه إلى أن رفض الفرضية لا يعني قبول الفرضية المعاكسة تلقائياً، أي أن رفض a S b لا يعني بالضرورة قبول b S a.

8. تطبيق على النماذج متعددة المعايير:

سنحاول فيما يلي تطبيق معظم النماذج التي رأيناها في هذا الفصل على مثال توضيحي.

لنأخذ نفس بيانات المثال التمهيدي بعد إضافة طالب آخر e، وكذلك أوزان المعايير كما هو مبين في الجدول الآتي [8-5]، ولم يتم أي تعديل على عتبات التفضيل التي كانت 5 للتكافؤ، و10 للتفضيل الأكيد، و40 للفيتو وذلك على جميع المعايير، ولنفترض أن عتبة قبول مصداقية الفرضية هو 50%.

الجدول [8-5] بيانات تطبيق نماذج متعددة المعايير

	مقرر g1	مقرر g2	مقرر g3	مقرر g4	المعدل
وزن المعيار	6	4	3	2	15
طالب a	50	50	50	50	50.00
طالب b	53	50	49	48	50.73
طالب c	92	58	40	10	61.60
طالب d	94	40	59	7	50.00
طالب e	60	55	50	35	53.33

1.8. طريقة ELECTRE III:

سنقوم بالحسابات التفصيلية لبعض الحالات، على أن يقوم الطلبة بحسابها للحالات الأخرى على سبيل التدريب.

حالة (1) الطالب b ليس أسوأ من الطالب a: اختبار العلاقة a S b.

تم في المثال (8-9) تحديد تكتلات المعايير الموافقة والمعارضة للعلاقة a S b، حيث كانت:

- التحالف الموافق $C(b\ S\ a) = \{g_1, g_2, g_3, g_4\}$ ويُشكل جميع المعايير.
- التحالف المعارض $C(a\ P\ b) = \phi$.
- التحالف المتردد $C(a\ Q\ b) = \phi$.
- الفيتو: لا يوجد أي مقرر يعارض بشكل مطلق قبول الفرضية.

مؤشر التوافق c(b,a)=1 كمجموع لجزأين:

وزن التكتل الموافق من مجموع أوزان المعايير يساوي الواحد: $c_1 = \frac{6+4+3+2}{15} = 1$

وزن التكتل المتردد c2 يساوي الصفر، إذ لا يوجد أي معيار في هذا التكتل.

مؤشر المعارضة d(b,a): نلاحظ أنه لا يوجد أي معيار معارض، وبالتالي قيمة هذا المؤشر غير معرفة، ولا يعني ذلك أنها صفر.

مؤشر المصداقية $\sigma(b,a)$: في هذه الحالة هو نفسه مؤشر التوافق باعتبار أنه لا يوجد أي معيار معارض، أي $\sigma(b,a) = c(b,a) = 1$، وبالتالي نقبل b S a باعتبار أن مؤشر المصداقية أكبر من عتبة القبول المحددة .%50

في حال اختبار العلاقة العكسية، فيما إذا كان a ليس أسوأ من b (a S b)، نجد أيضاً أن التحالف الموافق يشكل جميع المعايير أي C(a S b) = {g_1, g_2, g_3, g_4}، وباقي التحالفات خالية ولا يوجد فيتو من قبل أي من المعايير، وبالتالي فإن مؤشر المصداقية يساوي الواحد، فيتم قبول العلاقة a S b.

النتيجة: باعتبار أن العلاقتين a S b و b S a مقبولتين، وبالعودة إلى الجدول [3–8] نستنتج أن الطالبين متكافئين a I b.

حالة (2) الطالب d ليس أسوأ من الطالب a أي اختبار العلاقة d S a.

- التحالف الموافق C(d S a): C(d S a) = {g_1, g_3}.
- التحالف المعارض C(a P d): C(a P d) = {g4}.
- التحالف المتردد C(a Q d): C(a Q d) = {g2}.
- الفيتو: هناك رفض مطلق (فيتو) للفرضية وفق المقرر الرابع g_4.

مؤشر التوافق c(d,a)=0.6 كمجموع لجزأين:

وزن التكتل الموافق من مجموع أوزان المعايير يساوي $c_1 = \frac{6+3}{15} = 0.6$

وزن التكتل المتردد c2 يساوي الصفر، ويُحسب كما يلي للمعيار الثاني g2:

$t_2 = \frac{10+40-50}{10-5} = 0$ حيث $c_2 = \frac{0x4}{15} = 0$

مؤشر المعارضة d(d,a): نلاحظ أنه يوجد معيار يُعارض بشكل مطلق الفرضية أي يستخدم الفيتو وهو المقرر الرابع g4، وبالتالي قيمة هذا المؤشر تساوي الصفر.

مؤشر المصداقية $\sigma(d,a) = 0$ يساوي حاصل جداء المؤشرين السابقين، وبالتالي لا نقبل d S a، وكان هذا واضحاً، إذ يكفي أن نجد معيار واحد يستخدم الفيتو لرفض الفرضية.

في حال اختبار العلاقة العكسية، أي فيما إذا كان a ليس أسوأ من d أي a S d، نجد أن المقرر الأول يستخدم الفيتو، وبالتالي لا ضرورة لاستكمال حساب المؤشرات الأخرى، ويكون مؤشر المصداقية $\sigma(d,a) = 0$، ونرفض الفرضية a S d.

تبين مؤشرات المصداقية أن a S d غير مقبولة وكذلك d S a غير مقبولة، وبالعودة إلى الجدول [3–8] نجد أنها تقابل حالة اللامقارنة بين الطالبين.

تم استكمال الحسابات لجميع حالات المقارنة بين البدائل، فحصلنا على مؤشرات المصداقية الآتية:

مؤشرات المصداقية لأولوية بديل السطر على بديل العمود

	طالب a	طالب b	طالب c	طالب d	طالب e
طالب a	1	1	0	0	0.60
طالب b	1	1	0.02	0	0.64
طالب c	0	0	1	0.80	0.67
طالب d	0	0	0.73	1	0.60
طالب e	0.87	0.87	0.4	0.14	1

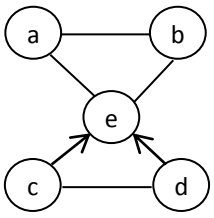
بالانتقال من هذه المؤشرات إلى قبول أو رفض علاقة الأولوية، حيث تُقبل في حال كانت قيمة مؤشر المصداقية أكبر من عتبة القبول المحددة 0.5 وإلا تُرفض، نجد ما يلي:

	طالب a	طالب b	طالب c	طالب d	طالب e
طالب a	S	S	$\bar{S}$	$\bar{S}$	S
طالب b	S	S	$\bar{S}$	$\bar{S}$	S
طالب c	$\bar{S}$	$\bar{S}$	S	S	S
طالب d	$\bar{S}$	$\bar{S}$	S	S	S
طالب e	S	S	$\bar{S}$	$\bar{S}$	S

ومن هذه العلاقات ننتقل إلى تحديد علاقات التفضيل الإجمالية بين كل بديلين:

	طالب a	طالب b	طالب c	طالب d	طالب e
طالب a	I	I	R	R	I
طالب b		I	R	R	I
طالب c			I	I	P
طالب d				I	P
طالب e					I

أي أننا حصلنا على نموذج تفضيلات بثلاث علاقات للتفضيل هي التكافؤ I واللامقارنة R والتفضيل الأكيد، يلخص حالات التفضيل بين الطلاب كما يلي:



- **الطالب a:** متكافئ مع b و e، وغير قابل للمقارنة مع c و d.
- **الطالب b:** متكافئ مع a و e، وغير قابل للمقارنة مع c و d.
- **الطالب c:** متكافئ مع d، وغير قابل للمقارنة مع a و b، وأفضل من e.
- **الطالب d:** متكافئ مع c، وغير قابل للمقارنة مع a و b، وأفضل من e.
- **الطالب e:** متكافئ مع a و b، وليس أفضل من c و d.

الترتيب النهائي:

الطلبة a و b و e متكافئين جميعه، وبالتالي يجب أن يكونوا في نفس الترتيب.

الطالبين c و d يجب أن يكونا في نفس الترتيب باعتبارهما متكافئين.

الطالب e يجب أن يكون بعد c و d في الترتيب بسبب كونهما أفضل منه.

لدينا معضلة بترتيب e فمن ناحية يجب أن يكون في نفس ترتيب a وb، ومن ناحية أخرى يجب أن يكون بعد c وd، مع الإشارة إلى أن كل من a و b غير قابلين للمقارنة مع c وd، ولذلك نُطبق القاعدة البديهية بأنه طالما أنه يمكن إيجاد بديل أفضل من e فنزيحه مرتبة في الترتيب أو نستبعده حسب أمثلية باريتو، وبالتالي يُصبح لدينا الترتيب النهائي كما يلي:

المرتبة الأولى: a, b وفي نفس المرتبة c, d، وليس لأنهم متكافئين لكن لأنه لا يوجد أي بديل آخر أفضل منهم، فلا يوجد مبرر لوضع أحدهم قبل أو بعد الآخر، لذلك يقعان في نفس المرتبة.

المرتبة الثانية: الطالب e فقط.

نلاحظ صعوبة الحصول على بديل واحد واعتباره الأفضل أو ترتيب البدائل بشكل كامل، ولا يجب النظر إلى هذه الصعوبة على أنها ضعفاً في الطريقة، بل هي نتيجة طبيعية للبيانات المتوفرة، سواء من حيث التقييمات أو من حيث العتبات أو الأوزان، بالإضافة إلى خصائص النموذج المتمثلة بعدم وضع أية فرضيات مسبقة على تفضيلات متخذ القرار.

في العديد من الحالات، قد نحصل على مخططات معقدة لحالات التفضيل، لذلك يُمكن اللجوء إلى استخدام خوارزميات المخططات الشبكة Graph Theory للبحث عن أفضل بديل أو ترتيب البدائل أو غيرها، وليست مجال بحثنا في المقرر الحالي[8].

8. يمكن العودة إلى المراجع المختصة في نظرية البيانات Graph Theory، أو اللجوء إلى البرمجيات المعلوماتية التي تساعد كثيراً في إنجاز الحسابات.

2.8. طريقة النقاط Borda:

لنضع النقاط حيث يأخذ من يأتي في المرتبة الأولى 5 نقاط، والثانية 4 نقاط، الثالثة 3 نقاط، الرابعة نقطتين، ونقطة للمرتبة الأخيرة، ونجمعها لكل طالب كما يبين الجدول الآتي:

المرتبات	مقرر g1	مقرر g2	مقرر g3	مقرر g4	مجموع النقاط
طالب a	5	3	2	1	13
طالب b	4	3	3	2	12
طالب c	2	1	4	4	13
طالب d	1	4	1	5	13
طالب e	3	2	2	3	14

وبالتالي يُصبح الترتيب النهائي كما يلي:

المرتبة الأولى: الطالب e بـ 14 نقطة.

المرتبة الثانية: الطلبة a وc وd وكل منهم بـ 13 نقطة.

المرتبة الثالثة: الطالب b بـ 12 نقطة.

3.8. طريقة الأغلبية البسيطة Condorcet:

بإجراء الحسابات لكل ثنائية، نجد ما يلي:

	طالب a	طالب b	طالب c	طالب d	طالب e
طالب a		a أفضل	تكافؤ	تكافؤ	e أفضل
طالب b			تكافؤ	تكافؤ	e أفضل
طالب c				تكافؤ	تكافؤ
طالب d					تكافؤ
طالب e					

لنضع قاعدة بترتيب البديل لا يوجد بديل آخر أفضل منه، فنحصل على الترتيب الآتي:

المرتبة الأولى: الطلبة e ، c ، d.

المرتبة الثانية: الطالب a.

المرتبة الثالثة: الطالب b.

4.8. طريقة الموافقة والمعارضة Copeland:

بحساب أصوات كل ثنائية من الطلاب، نجد الجدول الآتي:

	طالب a	طالب b	طالب c	طالب d	طالب e	مجموع
طالب a		1	0	0	1−	0
طالب b	1−		0	0	1−	2−
طالب c	0	0		0	0	0
طالب d	0	0	0		0	0
طالب e	1	1	0	0		2

وبالتالي يُصبح ترتيب الطلبة كما يلي:

المرتبة الأولى: الطالب e،

المرتبة الثانية: الطلبة a, c,d،

المرتبة الثالثة: الطالب b.

5.8. مقارنة نتائج بعض النماذج:

نلخص في الجدول الآتي نتائج ترتيب الطرق السابقة لكل من الطلبة:

	طريقة المعدل	طريقة ELECTRE III	النقاط Borda	الأغلبية Condorcet	الموافقة والمعارضة Copeland
طالب a	الخامسة	الأولى	الثانية	الثانية	الثانية
طالب b	الرابعة	الأولى	الثالثة	الثالثة	الثالثة
طالب c	الأولى	الأولى	الثانية	الأولى	الثانية
طالب d	الثانية	الأولى	الثانية	الأولى	الثانية
طالب e	الثالثة	الثانية	الأولى	الأولى	الأولى

نلاحظ التباين الكبير في نتائج الترتيب بين نموذج وآخر، وكما أشرنا في أكثر من موقع في هذا المقرر، بأن كل نموذج له حسناته ومساوئه، ولا يوجد نموذج واحد يمكن اعتباره هو الأفضل، إذ يعتمد اختيار هذا النموذج أو ذاك على عدد من العوامل يأتي في مقدمتها:

- درجة تعقيد وصعوبة المشكلة، وارتباطها بمشكلات أخرى،
- مدى توفر المعلومات ودقتها ومصداقيتها، وإمكانية الحصول عليها،
- مدى توفر الموارد خصوصاً الزمن المخصص لحل المشكلة واتخاذ القرار،
- مدى حرجية القرار المطلوب اتخاذه، ومستويات التبرير المطلوبة من متخذ القرار،
- معارف وخبرات مهندس القرار ومقدراته التحليلية،
- الخصائص الواجب توفرها في النموذج للتمثيل السليم لتفضيلات متخذ القرار.

أسئلة صح / خطأ True/False:

	السؤال	صح	خطأ
1	تُحاول الطرق متعددة المعايير الانتقال من مفاهيم الأمثلية إلى مفاهيم الحل بالتراضي	✓	
2	تعتمد النماذج متعددة المعايير على جمع تقييمات كل بديل والحكم على أساس المجموع		✓
3	تعتمد النماذج متعددة المعايير على مفاهيم المقارنة الثنائية بين كل بديلين	✓	
4	في النماذج متعددة المعايير، يمكن تعويض الخسارة على أحد المعايير من المعايير الأخرى		✓
5	تستند طريقة أمثلية باريتو إلى مفاهيم الهيمنة والمقارنة الثنائية	✓	
6	تعتمد النماذج الانتخابية على تعداد أصوات الناخبين بغض النظر عن شدة التفضيلات	✓	
7	تستند طريقة النقاط Borda إلى مجموع النقاط للمرشحين وذلك حسب ترتيب الناخبين لهم	✓	
8	لا تتأثر طريقة النقاط Borda في حال انسحاب أو دخول مرشح جديد		✓
9	تستند طريقة الأغلبية البسيطة Condorcet إلى ترتيب المرشحين وفق الترتيب الأبجدي		✓
10	تعتمد طريقة الموافقة والمعارضة Copeland على الفرق بين عدد الأصوات "مع المرشح" و"ضد المرشح"		✓
11	تعني علاقة الأولوية Outranking بين بديلين اثنين أن كل منهما ليس أفضل من الآخر		✓
12	تُعتبر علاقات التفضيل الناتجة عن نظرية المنفعة حالة خاصة من علاقة الأولوية	✓	
13	تُعبر علاقة الأولوية a S b بأن البديل b ليس أسوأ من البديل a	✓	
14	عدم قبول العلاقة a S b يعني قبول عكسها b S a		✓
15	تؤدي علاقة الأولوية Outranking إلى تعريف علاقات التفضيل الأساسية الأربعة	✓	
16	إذا كانت علاقة الأولوية Outranking محققة وفق جميع المعايير، فيجب أن تكون محققة بشكل إجمالي	✓	
17	في علاقة الأولوية Outranking، دوماً يكون مؤشر التوافق يساوي مؤشر المصداقية		✓
18	يُقصد بعتبة التفضيل Preference Threshold على أحد المعايير الفرق بين تقييمي بديلين وفق هذا المعيار	✓	
19	يُقصد بمفهوم التوافق Concordance حجم الموافقة على الفرضية المختبرة سواء من حيث عدد المعايير أو أوزانها أو فروقات التقييم	✓	
20	يُقصد بمفهوم المعارضة Disconcordance حجم المعارضة للفرضية المختبرة سواء	✓	

	من حيث عدد المعايير أو أوزانها أو فروقات التقييم		
21	يُقصد بمفهوم التعطيل أو الفيتو Veto منع أولوية البديل ذو التقييم الأقل على البديل ذو التقييم الأكبر بشكل إجمالي	✓	
22	نحصل دوماً وفق طريقة الترتيب ELECTRE–III على ترتيب كامل للبدائل		✓
23	تُعطي طرق الانتخابات دوماً نفس النتائج لناحية ترتيب المرشحين		✓
24	تؤدي النماذج متعددة المعايير دوماً إلى نفس النتائج التي تعطيها نظرية المنفعة		✓
25	تحتاج جميع النماذج متعددة المعايير إلى تقييمات كمية متجانسة للمقارنة بين البدائل		✓

أسئلة خيارات متعددة Multiple Choices:

1. نقول عن بديل b أنه يهيمن على آخر a (أمثلي بمفهوم باريتو) إذا وفقط إذا تحقق ما يلي:
   - أ. تقييم البديل a أكبر أو يساوي تقييم b وفق جميع المعايير وأكبر تماماً وفق معيار واحد على الأقل
   - ب. تقييم البديل b أكبر أو يساوي تقييم a وفق جميع المعايير وأكبر تماماً وفق معيار واحد على الأقل
   - ج. تقييم البديلين متساويين وفق جميع المعايير
   - د. جميع الأجوبة خاطئة

2. لدينا ثلاث مرشحين a,b,c وثلاث ناخبين، حيث قام كل من الناخبين باختيار مرشح مختلف، فالمرشح الفائز في هذه الحالة هو:
   - أ. المرشح a
   - ب. المرشح b
   - ج. المرشح c
   - د. جميع الأجوبة خاطئة

3. لدينا ثلاث مرشحين a,b,c، حيث تم توزيع نقاط لكل منهم حسب ترتيب الناخبين لهم وفق طريقة Borda، فحصل a على 30 نقطة وحصل b على 20 نقطة، وحصل c على 30 نقطة، فالمرشح الفائز في هذه الحالة هو:
   - أ. المرشحين a و c
   - ب. المرشح b
   - ج. المرشحين الثلاثة إذ لا معنى للنقاط
   - د. جميع الأجوبة خاطئة

4. لدينا ثلاث مرشحين a,b,c، حيث حصلنا على المقارنة بينهم وفق طريقة الأغلبية البسيطة Condorcet كما يلي: a أفضل من b، و b أفضل من c، و c أفضل من a، فالمرشح الفائز في هذه الحالة هو:

أ. المرشحين a

ب. المرشح b

ج. المرشح c

د. جميع الأجوبة خاطئة

5. لدينا ثلاث مرشحين a,b,c، حيث كان عدد حالات فوز كل منهم وفق طريقة الموافقة والمعارضة Copeland كما يلي: a فاز مرتين، و b فاز مرة واحدة، و c خسر مرتين، فالمرشح الفائز في هذه الحالة هو:

أ. المرشح a

ب. المرشح b

ج. المرشح c

د. جميع الأجوبة خاطئة

6. يتم الأخذ بالاعتبار لتعريف علاقة الأولوية Outranking بين بديلين، ما يلي:

أ. تقييمات البديلين وفق جميع المعايير

ب. أوزان المعايير

ج. عتبات التفضيل

د. جميع الأجوبة صحيحة

7. تم استخدام علاقة الأولوية S للمقارنة بين بديلين a و b، فحصلنا على a S b مقبولة وكذلك b S a مقبولة أيضاً، ندعو حالة التفضيل الإجمالية بين البديلين في هذه الحالة:

أ. تكافؤ a I b

ب. تفضيل لصالح a: a P b

ج. لا مقارنة a R b

د. جميع الأجوبة خاطئة

8. تم استخدام علاقة الأولوية S للمقارنة بين بديلين a و b، فحصلنا على a S b مقبولة و b S a غير مقبولة، ندعو حالة التفضيل الإجمالية بين البديلين في هذه الحالة:

أ. تكافؤ a I b

ب. تفضيل لصالح a: a P b

ج. لا مقارنة a R b

د. جميع الأجوبة خاطئة

9. تم استخدام علاقة الأولوية S للمقارنة بين بديلين a و b، فحصلنا على a S b غير مقبولة وكذلك b S a غير مقبولة، ندعو حالة التفضيل الإجمالية بين البديلين في هذه الحالة:

أ. تكافؤ a I b

ب. تفضيل لصالح a: a P b

ج. لا مقارنة a R b

د. جميع الأجوبة خاطئة

10. تأخذ الصيغ الرياضية للتعبير عن علاقات المقارنة الثنائية بين البدائل ما يلي:

أ. الأهمية النسبية للمعايير وعتبات التفضيل

ب. مفهومي التوافق والمعارضة

ج. مبررات القبول وشدة المصداقية

د. جميع الأجوبة صحيحة

11. يتم تفسير قيم مؤشر المصداقية لقبول فرضية أولوية Outranking بديل على آخر كما يلي:

أ. كلما اقتربت من الواحد، كلما كانت مبررات القبول قوية

ب. كلما اقتربت من الصفر، كلما كانت مبررات القبول ضعيفة

ج. كلما اقتربت من النصف، كلما كان هناك تردد وحذر في القبول أو الرفض

د. جميع الأجوبة صحيحة

12. لدينا عتبات التفضيل q التكافؤ، p التفضيل الأكيد، و v الفيتو، وفق أحد المعايير، ولدينا تقييمي بديلين a, b، فإذا كان تقييم b بين a−q و a+q، تكون علاقة التفضيل بين البديلين:

أ. تكافؤ a I b وفق هذا المعيار

ب. تفضيل لصالح b وفق هذا المعيار

ج. لامقارنة a R b وفق هذا المعيار

د. جميع الأجوبة خاطئة

13. لدينا عتبات التفضيل q التكافؤ، p التفضيل الأكيد، و v الفيتو، وفق أحد المعايير، ولدينا تقييمي بديلين a, b، فإذا كان تقييم b أكبر من a+p، تكون علاقة التفضيل بين البديلين:

أ. تكافؤ a I b وفق هذا المعيار

ب. تفضيل لصالح b وفق هذا المعيار

ج. لامقارنة a R b وفق هذا المعيار

د. جميع الأجوبة خاطئة

14. لدينا عتبات التفضيل q التكافؤ، p التفضيل الأكيد، و v الفيتو، وفق أحد المعايير، ولدينا تقييمي بديلين a, b، فإذا كان تقييم b أكبر من a+v، تكون علاقة التفضيل بين البديلين:

أ. تكافؤ a I b وفق هذا المعيار

ب. تفضيل لصالح a وفق هذا المعيار

ج. فيتو على a S b بشكل إجمالي

د. جميع الأجوبة خاطئة

15. يأخذ مؤشر المصداقية في علاقة الأولوية Outrankig بالاعتبار ما يلي:

أ. مؤشر التوافق

ب. مؤشر المعارضة

ج. مؤشر التعطيل أو الفيتو

د. جميع الأجوبة صحيحة

16. يعتمد اختيار نموذج متعدد المعايير للقرار الإجمالي على عدد من العوامل أهمها:

أ. مدى توفر المعلومات ومصداقيتها

ب. مدى حرجية القرار المطلوب اتخاذه

ج. درجة تعقيد وصعوبة المشكلة

د. جميع الأجوبة صحيحة

17. لدى المقارنة بين النماذج متعددة المعايير، نجد أن أفضل هذه النماذج هي:

أ. الطرق الانتخابية

ب. طريقة ELECTRE–III

ج. أمثلية باريتو

د. جميع الأجوبة خاطئة

رقم السؤال	الإجابة الصحيحة
1	ب
2	د
3	أ
4	د
5	أ
6	د
7	أ
8	ب
9	ج
10	د
11	د
12	أ
13	ب
14	ج
15	د
16	د
17	د

أسئلة \ قضايا للمناقشة:

السؤال (1) أمثلية باريتو Pareto Optimum.

تعتبر طريقة الهيمنة المعروفة بأمثلية باريتو من الطرق الأولية في صناعة القرارات، والمطلوب:

1. اشرح بإيجاز مفاهيم الطريقة؟
2. ما هو المقصود بالبديل الفعال بمفهوم باريتو؟
3. وضح بالرسم فضاءات الهيمنة لبعض البدائل.

مدة الإجابة: 20 دقيقة. الدرجات من 100: 15. (توجيه للإجابة: الفقرة 8-2)}

السؤال (2) طرق الانتخابات.

تتشابه كثيراً طرق الانتخابات والنماذج متعددة المعايير، والمطلوب:

1. ما هي أوجه التشابه بين هاتين الفئتين من النماذج لناحية مشكلة القرار التي تحاول معالجتها؟
2. اشرح بإيجاز المفاهيم التي تعتمد عليها طرق الانتخابات؟
3. اختر واحدة فقط من الطرق الآتية وحاول شرحها مع مثال قدر الإمكان: طريقة النقاط Borda، طريقة الأغلبية البسيطة Condorcet، طريقة الموافقة والمعارضة Copeland.

{مدة الإجابة: 25 دقيقة. الدرجات من 100: 20. (توجيه للإجابة: الفقرة 8-3)}

السؤال (3) علاقة الأولوية Outranking Relation.

يُمكن دوماً بناء علاقة للمقارنة الثنائية S بين بديلين، والمطلوب:

1. اشرح بإيجاز مفاهيم علاقة الأولوية a S b بين بديلين a و b؟
2. كيف يتم الحصول على علاقات التفضيل الأربعة استناداً إلى علاقة الأولوية S؟
3. كيف يتم تفسير مؤشر المصداقية الذي نحصل عليه وفق هذه العلاقة؟

{مدة الإجابة: 30 دقيقة. الدرجات من 100: 20. (توجيه للإجابة: الفقرة 8-4)}

السؤال (4) عتبات التفضيل Preference Thresholds.

لتعويض نقص المعلومات، يُمكن تعريف عتبات للتفضيل وفق كل من المعايير، والمطلوب:

1. ما هو المقصود بعتبة التفضيل؟
2. وضح بإيجاز أهم عتبات التفضيل التي يمكن تعريفها وفق معيار محدد.
3. وضح علاقات التفضيل الممكن تواجدها وفق معيار محدد في حال تعريف عتبات التفضيل.

{مدة الإجابة: 30 دقيقة. الدرجات من 100: 20. (توجيه للإجابة: الفقرة 8-5)}

القضية الأولى: مجلس الأمن.

لتوضيح آلية عمل الفيتو في الانتخابات والمشابه لقدرة التعطيل في صناعة القرارات، لنأخذ آلية عمل مجلس الأمن.

هناك 15 مقعداً في مجلس الأمن، 5 منها دائمة للدول الكبرى المنتصرة في الحرب العالمية الثانية عام 1945 (الولايات المتحدة، روسيا، الصين، بريطانيا، فرنسا)، تتمتع هذه الدول بحق الفيتو أي إسقاط أي قرار تعترض عليه، ولكي يُعتمد القرار يجب أن يتوفر له شرطان: موافقة ثلثي الأعضاء أي 9 من 15، وعدم استخدام الفيتو أي من الدول دائمة العضوية، ولا يُعتبر عدم التصويت اعتراض أو فيتو.

يمكنك إجراء بحث عبر الإنترنت وإحصاء عدد مرات استخدام كل دولة من الدول الخمس لحق الفيتو، والتفكير بمصطلح الديموقراطية التي تطالب بها الدول دائمة العضوية "حاملة راية الديموقراطية" وستكون المفاجأة عظيمة!!

{توجيه للإجابة: بحث عبر الانترنت}

القضية الثانية: تناقض Condorcet و Copeland.

لدينا ثلاثة مرشحين زيد، عمر،خالد، و 60 ناخباً، رتب الناخبون المرشحين كما هو مبين في الجدول الآتي:

الترتيب الأول	الترتيب الثاني	الترتيب الثالث	عدد أصوات الترتيب
خالد	زيد	عمر	10
خالد	عمر	زيد	8
زيد	عمر	خالد	23
عمر	خالد	زيد	17
عمر	زيد	خالد	2

أولاً) قارن بين كل اثنين من المرشحين الثلاثة وحاول ترتيبهم وفق طريقة الأغلبية البسيطة Condorcet.

ثانياً) أعد المقارنة بحسب طريقة الموافقة والمعارضة Copeland.

{النتائج: أولاً، زيد أفضل من عمر أفضل من خالد أفضل من زيد!، الطريقة غير متعدية

ثانياً، تساوي نقاط المرشحين الثلاثة وهي صفر لكل من المرشحين الثلاث أي لا يوجد فائز!}

المراجع المستخدمة في الفصل الثامن:

1. عبود، طلال. 2014. نظرية القرارات. نوطة تدريسية لطلاب المعهد العالي لإدارة الأعمال (غير منشور)، دمشق.
2. Arrow, K.J. (1986). Social Choice and Multicriterion Decision Making. MIT Press, Cambridge Ma.
3. Bouyssou, D., Marchant, Th., Pirlot, M, Tsoukias, A., &Vincke, Ph. 2006. Evaluation and Decision Models with Multiple Criteria Stepping stones for the analyst. LAMSADE, Universite Paris-Dauphine, France.
4. Keeny, R. L., & Raiffa, H. (1976). Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs. John Wiley, New York.
5. Lehrer, K., & Wagner, C. (1985). Intransitive Indifference: The Semi-Order Problem. Synthese, Vol. 65, No. 2, Action Theory (Nov. 1985), pp. 249-256. Eds. Springer.
6. Luce, R. Duncan. (1956). Semiorders and a Theory of Utility Disrimination. Econometrica, Vol. 24, No 2. April 1956, pp. 178-191.
7. Pomerol, J.Ch. & Barba-Romero, S. (2000). Multicriterion Decision in Management: Principles and Practice. Springer.
8. Roy, B. (1991). The Outranking Approach and the Foundations of ELECTRE Methods. Theory and Decision 31: 49-73, 1991. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

ملحق رياضي
Mathematical Annexes

1. التوابع من الدرجة الأولى Linear Functions:

هو كثير حدود من الشكل $F(x)=ax+b$ ، حيث a, b أعداد ثابتة حقيقية و a غير معدوم. يُدعى الثابت a بميل التابع ويُمثل ظل الزاوية التي يصنعها الخط البياني مع محور السينات، في حين يمثل الثابت b قيمة F(x) عندما x=0 أي نقطة تقاطع الخط البياني للتابع مع محور العينات. تكون إشارة F(x) مخالفة لإشارة a قبل جذر المعادلة F(x)=0 وموافقة لإشارة a بعد الجذر. جذر المعادلة F(x)=0 هو $x=-\frac{b}{a}$. ويكون الخط البياني على شكل خط مستقيم.

2. التوابع من الدرجة الثانية Second Order Functions:

له الشكل $F(x)=ax^2+bx+c$ ، حيث a,b,c أعداد حقيقية و a غير معدوم.

لإيجاد جذور المعادلة F(x) = 0، نحسب المميز $\Delta=b^2-4ac$ ، فإذا كان:

- $\Delta>0$ للمعادلة جذران حقيقيان هما $x_2=\frac{-b-\sqrt{\Delta}}{2a}$ $x_1=\frac{-b+\sqrt{\Delta}}{2a}$ ، تكون الإشارة بين الجذرين مخالفة لإشارة a وخارج الجذرين موافقة لإشارة a.
- $\Delta=0$ للمعادلة جذر مضاعف، وتكون الإشارة موافقة لإشارة a عدا عند الجذر.
- $\Delta<0$ ليس للمعادلة جذور، وتكون الإشارته موافقة لإشارة a.

3. المتراجحات Inequalities:

لها الشكل a>b أو a<b، حل المتراجحة يعني إيجاد قيم المتغيرات التي تحققها.

- إضافة عدد حقيقي $c\in\Re$ إلى طرفي المتراجحة لا يغير اتجاه المتراجحة.
- الضرب بعدد موجب تماماً $c\in\Re^{+*}$ لا يغير اتجاه المتراجحة.
- الضرب بعدد سالب تماماً $c\in\Re^{-*}$ يغير اتجاه المتراجحة.
- إن قلب العددين a, b حيث a, b لهما نفس الإشارة يغير اتجاه المتراجحة.

4. المتتاليات:

المتتالية هي تطبيق منطلقه مجموعة الأعداد الطبيعية N ومستقره الحقيقية $\Re$ أو أية مجموعة جزئية منها.

ندعو u_n الحد العام للمتتالية من المرتبة n.

نقول عن متتالية u_n أنها حسابية إذا أمكن استنتاج أي حد من حدودها من الحد الذي يسبقه بإضافة ثابت.

ونكتبها بالشكل $u_{n+1} = u_n + r$ حيث r ثابت نسميه أساس المتتالية.

نقول عن متتالية u_n أنها هندسية إذا أمكن استنتاج أي حد من حدودها من الحد الذي يسبقه بالضرب بثابت.

نكتبها بالشكل $u_{n+1} = u_n.q$ حيث q ثابت نسميه أساس المتتالية.

نقول عن متتالية أنها متزايدة إذا تحقق: $\forall n \in N, \quad u_{n+1} > u_n$

نقول عن متتالية أنها متناقصة إذا تحقق: $\forall n \in N, \quad u_{n+1} < u_n$

- كل متتالية حسابية أساسها موجب تكون متز
- –ايدة. وكل متتالية حسابية أساسها سالب تكون متناقصة
- كل متتالية هندسية أساسها موجب وأكبر من الواحد تكون متزايدة. وكل متتالية هندسية أساسها موجب وأصغر من الواحد تكون متناقصة. وكل متتالية هندسية أساسها سالب تكون غير متزايدة وغير متناقصة

نهاية متتالية: هو دراسة سلوك المتتالية عندما تسعى n إلى اللانهاية، أو إلى قيمة محددة مسبقاً. نقول أن القيمة l تمثل نهاية المتتالية u_n عندما تسعى n إلى اللانهاية.

نقول عن متتالية أنها تسعى نحو l عندما تسعى n إلى اللانهاية إذا أمكن إيجاد عدد طبيعي $p \in N$ وذلك من أجل كل عدد حقيقي α بحيث $\forall \alpha \in \Re, \quad \exists p \in N, \quad \forall n > p, \quad |u_n - l| < \alpha$

العمليات على النهايات: بفرض أن u_n, v_n متتاليتين ونهاية $\lim_{n\to\infty} u_n = l$ و $\lim_{n\to\infty} v_n = l'$ فإن:

$$\lim_{n\to\infty}(u_n + v_n) = l + l' \qquad \lim_{n\to\infty}(u_n . v_n) = l.l'$$

$$\lim_{n\to\infty}(u_n - v_n) = l - l' \qquad \lim_{n\to\infty}\left(\frac{u_n}{v_n}\right) = \frac{l}{l'} \quad (l' \neq 0)$$

5. التوابع العددية:

التابع هو كل تطبيق f منطلقه $\Re$ أو مجموعة جزئية منها (نرمز لها I) ومستقره $\Re$. نرمز له بالشكل $f: I \to \Re$ $x \to y = f(x)$ حيث $y = f(x)$ تدعى قاعدة ربط التابع.

مجموعة التعريف D_f: مجموعة جزئية من $\Re$ والتي يأخذ فيها المتحول x قيمه.

المستقيمات المقاربة: ليكن ℓ الخط البياني للتابع العددي $y = f(x)$ والمرسوم في جملة متعامدة نظامية oxy.

يوجد ثلاثة أنواع من المقاربات للخط البياني للتابع f.

- مستقيم مقارب y=a يوازي Ox إذا تحقق $\lim_{x\to\pm\infty} f(x) = a$.
- مستقيم مقارب x=b يوازي Oy إذا $\lim_{x\to b} f(x) = \pm\infty$.
- مستقيم مقارب مائل D إذا تحقق $\lim_{x\to\pm\infty} f(x) = \pm\infty$ ، بفرض $Y = ax + b$ معادلة هذا المستقيم, نقول إن D مستقيم مقارب مائل للتابع $f(x)$ إذا كان $f(x) - Y = \varepsilon(x)$ حيث $\varepsilon(x)$ تابع يسعى إلى الصفر عندما تسعى x إلى اللانهاية.

الحد الأعلى M لتابع (إن وجد) هو العنصر الأكبر الأصغري على مجموعة قيمه: $\forall x \in D_f , f(x) \le M$

الحد الأدنى m لتابع (إن وجد) هو العنصر الأصغر الأعظمي على مجموعة قيمه: $\forall x \in D_f , f(x) \ge m$

نقول عن f أنه مستمر عند النقطة x_0 إذا كان $x_0 \in D_f$ و $\lim_{x\to x_0} f(x) = f(x_0)$

نقول عن f أنه قابل للاشتقاق عند النقطة x_0 إذا كان $x_0 \in D_f$ وموجودة $(\neq \infty)$ $\lim_{x\to x_0} \frac{f(x) - f(x_0)}{x - x_0}$ ونرمز لها بالرمز $f'(x_0)$ ونرمز للمشتق f'.

العمليات على المشتقات: ليكن f, g تابعين حقيقيين وليكن f', g' مشتقي التابعين السابقين، فإن:

$$(f+g)' = f' + g'$$
$$(f-g)' = f' - g'$$
$$(f.g)' = f'g + g'f$$
$$\left(\frac{f}{g}\right)' = \frac{f'g - g'f}{g^2} \qquad (g \neq 0)$$

نقول عن $f(x)$ أنه متزايد (متزايد تماماً) على هذا المجال إذا كان $f'(x)$ موجباً (موجباً تماماً) على هذا المجال. ونقول عن $f(x)$ أنه متناقص (متناقص تماماً) على هذا المجال إذا كان $f'(x)$ سالباً (سالباً تماماً) على هذا المجال.

6. الأمل الرياضي Math Esperance:

الأمل الرياضي E(X) أو μ لمتغير X متقطع هو المتوسط الحسابي لقيمه مثقلةً باحتمالاتها:

$$E(X)=\sum_i x_i P(X=x_i)$$

وفي حال كان المتغير مستمراً ويقبل تابع كثافة f(x) نعرف الأمل الرياضي كما يلي:

$E(X)=\int_R x.f(x)dx$ إذا كان التكامل متقارباً.

أهم خصائص الأمل الرياضي تأتي من خصائص التكامل:

- قد لا يكون الأمل الرياضي موجوداً دوماً.
- E(a) = a.
- E(a.x) = a.E(x).
- E(X+a) = E(X) + a.
- خاصية الجمع: $E(X_1+X_2)=E(X_1)+E(X_2)$.
- إذا كان المتغيرين مستقلين فالأمل الرياضي لضربهما يساوي حاصل ضرب الأملين الرياضيين (العكس ليس صحيحاً).

7. العلاقات الثنائية Binary Relation:

ليكن لدينا مجموعة A تحوي عدداً منتهياً من العناصر: A = {a, b, c, …}.

نعرف علاقة ثنائية S من أجل أي زوج من العناصر a و b على الجداء الديكارتي A x A: a S b.

ليكن لدينا علاقتان S و T معرفتان على نفس المجموعة A.

- **الاحتواء Inclusion:** $S\subseteq T \quad iff \quad aSb\Rightarrow aTb \quad \forall a,b\in A$
- **الاجتماع union:** $a(S\cup T)b \quad iff \quad aSb \quad or \quad aTb$
- **التقاطع Intersection:** $a(S\cap T)b \quad iff \quad aSb \quad and \quad aTb$

أهم خصائص العلاقات الثنائية:

- **انعكاسية Reflexive:** $\forall a\in A \quad aSa$ ونكتب إذا كانت غير إنعكاسية $a\bar{S}a$
- **متناظرة Symmetric:** $\forall a,b\in A \quad aSb\Rightarrow bSa$
- **متعدية Transitive:** $\forall a,b,c\in A \quad aSb,bSc\Rightarrow aSc$
- **تامة Complete:** $\forall a,b\in A \quad aSb \quad or \quad bSa$

بعض العلاقات الثنائية الشهيرة:

- **علاقة التكافؤ Equivalence**: هي علاقة ثنائية انعكاسية، متناظرة، ومتعدية.
- **ترتيب الجزئي Partial Order**: انعكاسية، غير متناظرة، ومتعدية.
- **ترتيب شبه تام Preorder**: انعكاسية، ومتعدية.

8. القيمة الحالية الصافية Net Present Value:

يستند منطق حساب القيمة الحالية الصافية (Net Present Value) على مفهوم التراكم أي على منطق التبديل بين المنفعة الحالية والمنفعة المستقبلية.

ليكن لدينا مجموعة من التدفقات المستقبلية $x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n$ في فترات زمنية متساوية $i=1, 2, \ldots, n$ ومعدل التراكم في كل فترة هو ti، فيتم حساب قيمة هذه التدفقات في اللحظة الحالية كما يلي:

$$NPV = \frac{x_1}{1+t_1} + \frac{x_2}{(1+t_2)^2} + \ldots + \frac{x_n}{(1+t_n)^n}$$

إذا كانت التدفقات متساوية ومعدلات التراكم متساوية، فتصبح الصيغة بالشكل الآتي:

$$NPV = x\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{(1+t)^i}$$

يستخدم معيار القيمة الحالية الصافية كمعيار للمفاضلة بين مشاريع استثمارية:

- إذا كانت القيمة الحالية الصافية > الصفر: فالاستثمار مربح
- إذا كانت القيمة الحالية الصافية < الصفر: فالاستثمار خاسر
- وإذا كانت = الصفر فالاستثمار لا رابح ولا خاسر

وإذا كانت لدينا عدة مشاريع استثمارية نختار المشروع ذو القيمة المالية NPV الأكبر شريطة أن تكون أكبر من الصفر.