النموذج الكمي ودوره في اتخاذ القرارات

هناك الكثير من القرارات التي يمكن الاستفادة فيها من أساليب بحوث العمليات أو النماذج الكمية والتي تجعل من القرار أو أكثر صوابا ودقة خصوصًا وأن الحياة والأعمال تتطور بشكل سريع وتتغير بفترات زمنية قصيرة.

11 January 2024 | الكاتب: **د. محمد العامري** | المشاهدات: 6,042



النموذج أداة تساعد على مقارنة البدائل، لكنه لا يُغني عن السؤال عمّا يمثّله وعن الافتراضات التي بُني عليها. يبدأ المقال بشروط صحة النموذج، ثم يعرض أمثلة على مصفوفات القرار وشجرته.

خريطة القراءة

- مفهوم النموذج وصحته
- مجالات الاستخدام وأنواع النماذج
- أمثلة النماذج في حالة المخاطرة
- حالة عدم التأكد ومعايير الاختيار
- شجرة القرارات
- المرجع

مفهوم النموذج Model Concept

لا يمكن دراسة الكيانات المادية والنظم الكبيرة بكافة خصائصها وحل مشاكلها من خلال هذه الدراسة بل كثيرًا ما يتم التركيز على الخصائص والمكونات الرئيسية للنظام بدلاً من دراسة كافة تفاصيله.

هذا التبسيط أو المدخل الذي يحتفظ بالعناصر الرئيسية للنظام والتي تتم صياغتها أو بناؤها بطرق مختلفة من خلال تحديد العلاقات بين بعض المتغيرات المحددة الأساسية وبعض المعلمات في النظام يسمى النموذج Model فالنموذج أذن التبسيط أو التجريد أو التصغير لحقائق كبرى أو كيانات مادية ضخمة في الحياة العملية باستخدام المعادلات والرموز الرياضية أو مواد أخرى مثل الخشب أو البلاستيك (في حالة النموذج المجسمة) أو المخططات والخرائط، بشرط التمثيل الصادق لهذا النظام أو الكيان. ويمكن أن تستخلص الحقائق التالية المتعلقة بالنموذج:

> * النموذج Model تبسيط أو تجريد أو تصغير لحقائق كبرى أو كيانات مادية ضخمة في الحياة العملية وذلك باستخدام معادلات أو رموز رياضية أو مواد أخرى أو مخططات وخرائط لكي تمثل النظم تمثيلاً صادقًا.

1- هو صورة مصغرة لحقيقة أكبر في الحياة العملية فالنماذج الرياضية ولعب الأطفال والخرائط والمجسمات الهندسية كلها تمثل حقائق كبرى في حياتنا.

2- لا يحاول النموذج استنساخ الحقيقة أو النظام بكافة تفاصيله بل إنه ليس من الممكن ذلك فعلاً، وإنما يركز على المتغيرات والخصائص الرئيسية، فلو أردنا صياغة نموذج معين متعلق بإحدى خطوط الإنتاج يمكن أن نرسم مخططا على الورق يوضح المصنع وأجزائه وموقع التجهيزات والعاملين ولكن لا حاجة لتحديد ألوان المكائن وأطوال العاملين أو درجة حرارة البناية وغير ذلك من التفصيلات.

3- أن صياغة نموذج ما تأتي بهدف تحسين أداء النظام المراد دراسته، لذا فإن موثوقية النتيجة تعتمد على مدى صدق وصحة النموذج، كذلك فإن دراسة التغيرات المحتملة يجب أن لا تعرقل سير العمليات في النظام وأن لا يكون تطبيق النموذج سببًا في خلق إشكالات للعاملين أو الإدارة.

4- يجب أن يكون النموذج بسيطا قدر الإمكان مركزًا على المتغيرات الأساسية كما أشرنا أعلاه والتي تؤثر في معايير قياس الأداء المحددة ولكن بالمقابل لا يجب أن يكون التبسيط شديدًا بحيث يغفل بعض المتغيرات والعلاقات الرئيسية الأمر الذي يؤدي إلى خطأ في النتائج وعدم دقة في إعطاء حلول ناجحة للمشكلة التي تمت دراستها.

* شروط صحة النموذج Model Validity Conditions

لكي يكون النموذج فاعلاً ومحققا للهدف يجب أن يتوفر فيه شرطان أساسيان:

1- أن يكون ممتثلاً للعناصر الرئيسية للنظام المراد دراسته من خلال وجود المتغيرات الرئيسية فيه، فعلى سبيل المثال لو أخذنا النموذج الخاص بحساب الكلفة في منظمات الأعمال:

التكاليف الكلية = الكلفة الثابتة + (التكلفة المتغيرة للوحدة الواحدة * عدد الوحدات المنتجة)

ويمكن تبسيط هذا النموذج بالصورة التالية:

(TC = FC +(VC* Q

فلو كتب هذا النموذج بالصيغة التالية فإنه لن يكون صحيحًا لغياب أحد العناصر.

TC = FC + Q

2- أن تكون العلاقات بين عناصر النموذج صحيحة، وهذا أمر هام في أي نموذج سواء كان رياضيا أو مجسما وكذا الحال بالنسبة للشرط الأول، فلو كتب النموذج السابق بالشكل التالي لأصبح نموذج خاطئًا:

(TC = FC +(VC* Q

ولو لجأنا إلى مثال آخر للنماذج المجسمة وأبسط صورها هو لعب الأطفال حيث أن اللعبة الصغيرة من البلاستيك التي تمثل سيارة لو كانت لا تتضمن الإطارات فإن الطفل سيلاحظ ذلك بعد أن يقارنها بالسيارة الفعلية التي يراها في الشارع حيث سينتبه لنقصان عنصر أساس في النموذج المجسم وهو الإطارات.



أي تفصيل ينبغي أن يمثّله النموذج؟

يوضح المجسّم ترتيب الرفوف، لكن الحكم على إمكان الدخول يتطلب تمثيل عرض المدخل الفعلي والتحقق منه.

مزايا وفوائد النماذج Model Advantages

أن اعتماد النماذج من قبل العاملين في الإدارات وفي مختلف منظمات الأعمال يحقق لها فوائد جمة نجمل أهمها في الآتي:

1- يوفر النموذج وسيلة اقتصادية تساعد في توفير الكثير من التكاليف عند تحليل ودراسة النظم الكبيرة المعقدة وفهمها ومتابعة عملها، فإن تمثيل ورسم مكونات مصنع على الورق وفهم أسلوب عمله وإجراء تعديلات في آليات تشغيله وتنظيم أقسامه وتبديل مواقع بعضها يكون ذو كلفة أقل مما لو تم إجراء ذلك على الأرض مباشرة في المصنع بطريقة التجربة والخطأ.

2- سهولة تدريب المدراء والعاملين في مختلف الأقسام على عملية اتخاذ القرارات وممارسة العمل الإداري والتنظيمي وكذلك الأمر في عمليات التدريس في الكليات العلمية كالطبية والهندسية عن طريق استخدام النماذج المجسمة لجسم الإنسان أو المكائن في المصانع والمباني والجسور وغيرها.

3- من خلال النماذج يمكن النظر إلى المشكلة بأكملها أو النظام بكافة أجزائه وبالتالي يكون هناك فهم أفضل للموقف المراد اتخاذ قرار بشأنه.

4- أنها وسيلة لنقل الأفكار إلى الأفراد العاملين في منظمات الأعمال، فاعتماد خرائط سير العمليات في منظمة ما يمكن أن تعتمد في توصيل أفكار حول تحسين العمليات وتدريب العاملين عليها.

5- تسمح النماذج بتحليل وأجزاء التجارب للنظم المعقدة جدًّا في مواقف يكون من المستحيل إجراؤها عمليًّا على النظم الفعلية لأنها مكلفة جدًّا أو أنها تحتاج إلى وقت طويل جدًّا كما هو الحال في بعض التجارب للمركبات الفضائية والأقمار الاصطناعية.

6- تساعد النماذج في تبسيط البحث في الحقول المعرفية المختلفة وتوفر وسيلة فعالة للتنبؤ بالمستقبل واستشراقه لأداء النظم والكيانات المختلفة وإجراء تحليل الحساسية لاختبار مختلف الحالات التي قد تحصل مثل تغير الظروف الطبيعية أو ظروف السوق أو

غيرها.

* مدى فعالية النموذج Model effectiveness

خلاصة لما تقدم فإن قدرة النموذج على إنجاز الهدف الذي صيغ من أجله يمكن أن نستشفها من خلال العناصر التالية والتي قد تكون سبقت الإشارة لها في ثنايا السطور السابقة:

1- صدق النموذج Model Validity: ويقصد به مدى إظهاره للعناصر والمتغيرات الهامة في الموقف أو النظام موذوع البحث والدراسة ومدى قدرته على تمثيلها تمثيلاً واضحًا.

> * صدق النموذج Model Validity مدى إظهار النموذج للعناصر والمتغيرات الهامة في الموقف أو النظم موضوع البحث والدراسة ومدى قدرته على تمثيلها.

2- قيمة النموذج للزبون Model Value: أن النماذج تصاغ لصالح جهة مستفيدة داخل منظمة الأعمال أو خارجها لذا فإن كلفة بناء النموذج والمردود المتوقع منه والوقت اللازم لإنجازه كلها عوامل مهمة تجعل الزبون أو المستفيد من النموذج يتقبله أو لا.

> * قيمة النموذج Model Value مدى تقبل الزبون أو المستفيد للنموذج المصاغ بناء على كلفة بنائه أو المردود المتوقع منه والوقت اللازم لإنجازه.

3- القدرة على استخدام النموذج Model Usability: ويقصد بها مدى إمكانية استخدام النموذج والاستفادة منه بشكل سريع للوصول إلى الأهداف المنتقاة.

> * القدرة على استخدام النموذج Model Usability مدى إمكانية الاستفادة من النموذج بشكل سريع للوصول إلى الأهداف المحددة.

4- إمكانية تعديل النموذج مستقبلاً Model Modification: ويعني هذا مدى إمكانية إجراء تعديلات في النموذج عند حصول تطورات مستقبلية حيث أن طبيعة الحياة هي التغير وأن ميدان الأعمال هو أكثر جوانب الحياة سرعة في التطور والتغيرات.

> * إمكانية تعديل النموذج Model Modification مدى إمكانية إجراء تغييرات في النموذج عند حصول تطورات مستقبلية.

مجالات تطبيق النماذج الكمية في قرارات منظمات الأعمال:

هناك الكثير من القرارات التي يمكن الاستفادة فيها من أساليب بحوث العمليات أو النماذج الكمية والتي تجعل من القرار أو أكثر صوابا ودقة خصوصًا وأن الحياة والأعمال تتطور بشكل سريع وتتغير بفترات زمنية قصيرة. ويمكن أن نجمل أهم القرارات التي أثبتت الأساليب الكمية فاعليتها فيها عند اتخاذها في الآتي: (علمًا أن هناك الكثير جدًّا من الحالات الدراسية العملية والتي نشرت نتائجها في

المجالات المتخصصة في بحوث العمليات يمكن الرجوع إليها والاستفادة منها):

1- المحاسبة والإدارة المالية Finance and Accounting

- الاستثمار وإدارة المحافظ المالية.
- تحليل الميزانية الختامية وقائمة التدقيق النقدي.
- تخصيص ورقابة التكاليف.
- تحليل نقطة التعادل.
- الموازنات الرأسمالية.
- التخطيط المالي.

2- التسويق Marketing

- اختيار التشكيلة المثلى من المنتجات.
- تخطيط الدعاية والإعلان.
- اختيار وسائل وبدائل التغليف والتعبئة.
- تخصيص جهود البيع.
- اختيار الوقت الملائم لإطلاق المنتجات الجديدة.
- التنبؤ بمدى ولاء الزبائن للعلامات التجارية.

3- الشراء والعمليات اللوجستية Purchdsing and Logistics

- حجم الوجبة الاقتصادية عند الشراء.
- خصوم الكميات ومدى الاستفادة منها.
- طرق النقل والتوزيع.
- سياسات الإحلال للمكائن والتجهيزات.
- تحليل العروض المقدمة من قبل الموردين.

4- تخطيط المرافق الإنتاجية Facilities Planning

- اختيار موقع الوحدة الإنتاجية.
- تخطيط مواقع التوزيع والمستودعات.
- التصميم الهندسي لمواقع الوحدات الإنتاجية.
- تخطيط النقل.
- جدولة العمليات الإنتاجية.

5- التصنيع Manufacturing

- التخطيط الإجمالي للإنتاج.
- موازنة خط الإنتاج.
- المزيج الأمثل للمنتجات.
- نماذج الرقابة على المخزون.
- تدريب العاملين وجدولة طواقم العمل.
- ضبط جودة المنتجات.
- تخصيص موازنة البحث والتطوير بشكل فاعل.

6- الصيانة وجدولة المشاريع Maintenance and Project Scheduling

- سياسات الصيانة والصيانة الوقائية.
- تصميم منظمات الأعمال وهياكلها بشكل فاعل.
- تحديد حجوم طواقم الصيانة.
- جدولة عمل أقسام الصيانة.
- جدولة وتخطيط المشاريع وتخصيص الموارد لها.

7- إدارة الموارد البشرية Human Resources Management

- تخطيط القوة العاملة.
- إدارة الأجور والرواتب.
- المساومات الجماعية مع النقابات العمالية.
- برامج التدريب وجدولتها لتحقيق أكبر ما يمكن من المهارات.

8- الحكومة Government

- التخطيط الاقتصادي.
- استثمار الموارد الطبيعية.
- التخطيط الاجتماعي.
- إدارة وتنظيم شؤون الطاقة.
- التخطيط الحضري وحل مشاكل الإسكان.
- رقابة وتنظيم أنشطة الشرطة والأمن والجيش.
- إدارة ورقابة التلوث.

* أهم أنواع النماذج الكمية المعتمدة في حل المشاكل الإدارية:

هناك الكثير من النماذج الكمية التي أثبتت نجاحها في حل مشاكل الإدارة باختلاف أنواعها وحققت نجاحا باهرا في ميدان توفير التكاليف أو زيادة الأرباح أو اختصار المدة الزمنية للكثير من المشاريع، ولا يمكن حصر هذه النماذج جميعًا في هذا الملحق ولكن سنقدم نبذة مختصرة عن النماذج الأكثر شيوعا في كتب بحوث العمليات والأساليب الكمية التي تحاول تقديم حلول للمشاكل الإدارية من خلال تطبيقات عملية لهذه النماذج.

1- نماذج تحليل القرارات Decisions Analysis Models

تتعامل هذه النماذج مع المواقف التي يطلب فيها اتخاذ قرار في ظل حالات التأكد أو عدم التأكد أو المخاطرة أو النزاع، حيث يجري البحث عن البديل الأمثل في ظل وجود معلومات أو عدم وجودها حيث يسعى متخذ القرار إلى تعظيم دالة الهدف الذي يسعى إليه أو تدنيتها مثل تعظيم الأرباح أو تدنية التكاليف أو غير ذلك.

2- نماذج المخزون Inventory Models

وهذا النوع من النماذج يسعى إلى تحديد الكمية المثلى للطلب في كل وجبة ومتى تتم عملية إعادة الطلب في منظمات الأعمال من المواد المختلفة والهدف الأساس لهذه النماذج هو تخفيض مجموع التكاليف المختلفة للمخزون والتي تبدو متناقضة وهي كلفة الاحتفاظ بالمخزون وكلفة إصدار أمر شراء وجبة أو طلبية وكلفة نفاد أو نضوب المخزون، كذلك يستعان بنوع من هذه النماذج

لتحديد مدى الاستفادة من خصم الكمية عندما تتاح عروض لتخفيض أسعار المواد المختلفة عند شراء كميات كبيرة.

3- نماذج التنافس (نظرية المباراة) (Competitive Models (Game Theory

تطبق هذه النماذج لتوصيف وتحديد خصائص الأطراف المتنافسة أو المتنازعة (يطلق عليهم اللاعبون) من أجل أن يحقق كل طرف هدفه المناقض لأهداف الأطراف الأخرى.
وهذه النماذج تصنف وفقًا لعدة عوامل مثل عدد المتنافسين ومجموع الخسارة أو الربح ونوع الاستراتيجية التي سينجم عنها أفضل ربح أو أسوأ خسارة.

4- نماذج تخصيص الموارد Allocation Models

يستخدم هذا النمط من النماذج في تخصيص الموارد المختلفة للأنشطة المتنوعة التي تقوم بها منظمات الأعمال وغيرها من المنظمات بطريقة يتم معها البحث عن الأمثلية في عملية التخصيص هذه مسترشدين بدالة هدف معينة نلجأ لتعظيمها أو تدنيتها.
والمصطلح العام المستخدم للنماذج الكمية التي يلجأ لها متخذ القرار هنا تسمى بشكل عام البرمجة الرياضية Mathematical Programming. وهنا يمكن أن نجد أنواعًا من النماذج حسب طبيعة كل مشكلة يراد حلها وكالآتي:
- نماذج برمجة خطية Liner Programming Models تطلق هذه التسمية على النماذج التي تستخدم في حل مشكلة تتسم بوجود مقياس للفاعلية (تعظيم ربح أو تدنية كلفة) ممثلة بشكل دالة خطية بعدة متغيرات وهناك قيود أو محددات Constraints على الموارد يمكن تمثيلها بشكل معادلات أو متباينات خطية.
- نماذج برمجية لا خطية Non-Liner Programming وهي النماذج التي لا يمكن فيها صياغة دالة الهدف أو القيود (كلها أو أي منها) بشكل معادلات أو متباينات خطية.
- نماذج البرمجة الصحيحة (الكاملة) Integer Porgramining Models وهي النماذج التي يشترط فيها أن تكون قيم الحل (Solution Values) فيها أعدادًا صحيحة ولا تقبل الأرقام الكسرية. وفي بعض الأحيان يشترط أن تكون قيم الحل صفر أو واحد صحيح في هذه الحالة تسمى النماذج Zero-One Models.
- نماذج برمجة الأهداف Goal Programming Models يطلق هذا الاسم على النماذج التي تعالج مشاكل ذات أهداف متعددة وقد تكون متناقضة.

5- النماذج الشبكية Network Models

تساعد هذه النماذج الإدارة في تخطيط ورقابة وجدولة المشاريع خصوصًا الكبيرة منها وأهم نموذجين تم تطويرهما في هذا الميدان نموذج PERT ونموذج CPM حيث يمكن بواسطتهما إجراء تخطيط سليم للمشروع ويسهمان في التخصيص السليم لموارد المشروع ومتابعته وتحديد الأنشطة الحرجة فيه وتلك التي تتطلب تعجيلا في الإنجاز مع إمكانية المقارنة بين زيادة الكلفة وتقليص الوقت ومدى إمكانية إنجاز المشروع بوقت أقل وإن كان بكلفة أكبر.

6- نماذج صفوف الانتظار Waiting Lines (Or Queuing) Models

طور هذا النوع من النماذج ليتعامل مع مشكلة المفارقة (المبادلة) Trade- off بين كلفة تزويد خدمة معينة والوقت الذي يقضيه الزبون في صف الانتظار للحصول على الخدمة. وبناء النموذج هنا يحتاج إلى تشخيص ووصف دقيق لمكونات النظام: مثل معدل وصول الزبائن ومتوسط عدد الزبائن الذين تقدم لهم الخدمة خلال وحدة الزمن والتوزيع الإحصائي الذي تخضع له الحالة. ويقاس أداء الوحدة الإنتاجية أو أي وحدة أخرى بحساب مؤشرات مثل طول صف الانتظار والزمن الذي يقضيه الزبون في صف الانتظار وكذلك طول صف الانتظار والزمن الذي يقضيه الزبون في النظام أو الوحدة الإنتاجية مع التكاليف الناجمة عن ذلك.

وتساعد هذه النماذج كثيرًا في تحديد العدد الأمثل من العاملين في الوحدة الإنتاجية أو أقسامها المختلفة.

7- نماذج سلسلة ماركوف Markov- Chain Models

تستخدم هذه النماذج لتحليل نظام معين يتغير عبر الفترة الزمنية ويتخذ حالات متباينة، ويصف هذا النموذج الحالات الانتقالية المختلفة بشكل مصفوفة احتمالات للحالات المختلفة. ويستخدم هذا النموذج في تخطيط القوى العاملة وفي تحديد الكسب أو الفقدان للزبائن في المصارف والجامعات أو يمكن من خلاله قياس مدى ولاء الزبائن لعلامة تجارية معينة.

8- نماذج المحاكاة Simulation Models

عبارة نماذج تقوم بوصف نظام معين أو مشكلة واقعية وتطوير نموذج لها ثم إجراء تجارب عليها بشكل منظم لتقدير سلوك النظام أو المشكلة عبر الزمن، ولمعرفة ردود فعل النظام الحقيقي أو المشكلة الفعلية حول بعض التغييرات أو التصرفات فإنه يمكن إحداث هذه التغيرات أولاً على النموذج وملاحظة سلوكه بعد حدوثها مثال ذلك التجارب التي تحصل للطائرات عند تصنيعها أو في عمليات النقل وعمل المطارات ومحاكاة المعارك والعمليات العسكرية وعمليات الصيانة وغيرها.
ويستخدم الحاسوب اليوم على نطاق واسع في إجراء عمليات المحاكاة ولكن هناك الأسلوب التقليدي المسمى Monte Carlo Simulation (أسلوب مونت كارلو) الذي يعتمد على توليد الأرقام العشوائية، وأسلوب المحاكاة هو أداة فعالة في حل المشكلات الإدارية واتخاذ القرارات في المسائل المعقدة.
وسنقتصر هنا على إعطاء أمثلة لبعض هذه النماذج وبالتحديد بعض نماذج تحليل القرارات حيث سنركز على حالتي المخاطرة وعدم التأكد وشجرة القرارات علمًا بأن هناك بعض الأمثلة الأخرى على بعض النماذج في الفصول التالية (نماذج المخزون وشبكات الأعمال).

* أمثلة على بعض النماذج الكمية

أولاً: حالة المخاطرة: Risk

وفي هذه الحالة توجد عدة استراتيجيات أو خيارات أمام متخذ القرار وكذلك هناك عدة حالات طبيعية ولكن من خلال خبرته السابقة أو من السجلات التاريخية فإن متخذ القرار يعرف احتمال حصول حالة الطبيعة، لذا فإن حسبا القيمة المتوقعة Expected Value للاستراتيجيات المختلفة هو أمر أساسي لتحديد الاستراتيجية المثلى والتي ستكون أعلى النتائج في حالة تعظيم الأرباح. ولغرض التوضيح نستعين بالمثال أدناه.

مثال (1):

يرغب أحد المستثمرين باستثمار مبلغ من المال حيث هناك ثلاثة مجالات يمكن أن يستثمر فيها وهي: افتتاح محل لبيع الملابس أو افتتاح مطعم أو إيداع المبلغ في المصرف. فإذا علمت بأن العائدات المتحققة (بالوحدات النقدية) تعتمد على حالة السوق من حيث كونه منتعشا أو متوسطًا أو راكدًا وكما في الجدول أدناه، كذلك فإن احتمال حصول حالة الطبيعة (حالات السوق) مشار إليها في نفس الجدول. والمطلوب: تحديد الاستراتيجية المثلى (مجال الاستثمار) لهذا المستثمر.

بدائل الاستثمار وحالات السوق

حالات الطبيعة / بدائل الاستثمار	سوق منتعش	سوق متوسط	سوق راكد
افتتاح مطعم	75000	25000	- 40000
افتتاح محل	100000	35000	- 60000
وديعة مصرفية	10000	10000	10000
احتمالات حصول حالات الطبيعة	0.20	0.50	0.30

* حالة المخاطرة Risk حالة تتعدد فيها الاستراتيجيات وحالات الطبيعة ولكن متخذ القرار يعرف احتمال حصول حالات الطبيعة منم خبرته السابقة أو السجلات التاريخية.

الحل:

تحسب القيمة المتوقعة للاستراتيجيات الثلاث في ظل المخاطرة وكالآتي:

القيمة المتوقعة للاستراتيجية الأولى: (75000 * 0.20) + (25000 * 0.50) + (40000- * 0.30) = 15500 وحدة نقدية

القيمة المتوقعة للاستراتيجية الثانية: (10000 * 0.20) + (35000 * 0.50) + (60000- * 0.30) = 15500 وحدة نقدية

القيمة المتوقعة للاستراتيجية الثالثة: (10000 * 0.20) + (10000 * 0.50) + (10000- * 0.30) = 15500 وحدة نقدية

من خلال النتائج أعلاه فإن الاستراتيجية المثلى التي تعطي أعظم عائد هي الاستراتيجية الثانية أي أن المستثمر يفتتح محلاً لبيع الألبسة.

ثانيًا: حالة عدم التأكد Uncertainty

وهذه الحالة هي حالة معقدة يواجه فيها متخذ القرار صعوبة بالغة وذلك بسبب عدم وجود معلومات ولا احتمالات لحصول حالات الطبيعة لذا وفي ظل تعدد حالات الطبيعة وكذلك الاستراتيجيات المتاحة فإنه لابد من الاستعانة ببعض الأساليب أو المعايير المساعدة في اتخاذ القرار وعموما فإن هناك أربعة معايير شائعة الاستخدام في ظل ظروف عدم التأكد سنتناولها في الفترات التالية:



متى نستخدم احتمالات، ومتى نقارن سيناريوهات؟

إذا دعمت البيانات تقدير الاحتمالات، اذكر مصدره وقارن النتائج المتوقعة. وإذا لم تدعمه، قارن نتائج الخيارات في كل سيناريو وفق معيار واضح.

نصّ الرسم

- توجد معلومات تصلح لتقدير الاحتمالات: وضّح مصدرها وافتراضاتها.
- المعلومات غير كافية: قارن نتائج البدائل في السيناريوهات الممكنة.
- اذكر معيار القرار، وأعد الفحص حين تتغير المعلومات.

* عدم التأكد Uncertainty حالة تتعدد فيها الاستراتيجيات وحالات الطبيعة مع دم وجود معلومات ولا احتمالات لحصول حالات الطبيعة.

* معيار والد (المتشائم) Wald

وينسب تطوير هذا المعيار إلى Abraham Wald ويسمى أيضًا (أقصى الأدنى) أو (أفضل الأسوأ) ويرمز له كذلك Maximin. ويقوم هذا المعيار على أساس تحديد أسوأ النتائج في كل استراتيجية من الاستراتيجيات ومن ثم يتم اختيار البديل الأفضل الذي سيكون أعلى الأرقام في حالة الأرباح . أما في حالة تدنيه (تخفيض التكاليف) فإن أسوأ النتائج أعلاه ومن ثم فإن البديل الأمثل سيكون اختيار أدنى رقم فيها.

مثال (2):

اعتمد معيار والد لاختيار الاستراتيجية المثلى لحالة تعظيم الأرباح التالية علمًا أن الأرقام تمثل آلاف الريالات:

العوائد وفق حالات الطبيعة

حالات الطبيعة / الاستراتيجيات	N4	N3	N2	N1
S1	15	18	40	35
S2	26	19	28	17
S3	40	36	41	26
S4	28	22	32	19

الحل: نحدد أدنى القيم في كل استراتيجية من الاستراتيجيات لأن المصفوفة هنا مصفوفة أرباح وكالآتي:

أسوأ نتيجة في كل استراتيجية

الاستراتيجية	أسوأ النتائج
S1	15
S2	17
S3	26
S4	19

والآن فإن القرار هو اختيار أو تبني الاستراتيجية الثالثة فهي تمثل أفضل الأرقام أو أعلاها من بين أسوأ الأرقام أو أدناها أي أننا اخترنا أقصى أو أعلى أدنى Maximum of the Minimum، وبذلك سيكون العائد المتحقق هو ربح مقداره 26 ألف وحدة نقدية في ظل هذه الاستراتيجية.

مثال (3):

المصفوفة التالية تخص تكاليف تنفيذ أحد المشاريع في ظل ظروف مختلفة ووجود أساليب متعددة للتنفيذ.
والمطلوب: اختيار الأسلوب الأفضل للتنفيذ باعتماد معيار والد (الأرقام بآلاف الوحدة النقدية).

تكاليف أساليب التنفيذ حسب الحالة

حالات الطبيعة / أساليب التنفيذ	N1	N2	N3	N4
S1	40	55	43	35
S2	32	41	48	40
S3	45	38	36	51

الحل: نحدد أولاً أسوأ النتائج لكل من الاستراتيجيات الثلاث وهي أعلى الأرقام لأن الحالة هنا حالة تدنيه تكاليف وكالآتي:

مقارنة أساليب التنفيذ وفق الكلفة

أسلوب التنفيذ	الكلفة (ألف وحدة نقدية)
S1	55
S2	48
S3	51

وسيكون القرار هو تبني الاستراتيجية الثانية أو الأسلوب الثاني (S2) لتنفيذ المشروع حث أن الكلفة هي أدنى التكاليف الموجودة.

* معيار هيروتيز Horwez

يسمى هذا المعيار أيضًا «معيار الواقعية » وينسب إلى العالم الذي طوره وهوLeonid Horweiz ويقوم هذا المعيار على أساس الأخذ بنظر الاعتبار أسوأ النتائج وأفضلها في كل استراتيجية وكذلك مراعاة الحالة النفسية لمتخذ القرار ومدى كونه متفائلاً أو متشائمًا حيث يتم تحديد ما يسمى معامل التفاؤل، والذي تتراوح قيمته بين 0 و 1 . ويتم اختيار البديل الأمثل وفق الخطوات التالية:

1- يتم اختيار أفضل النتائج في كل استراتيجية وكذلك أسوأ النتائج فيها.

2- تحديد معامل تفاؤل وسيكون متمم هذا المعامل هو معامل التشاؤم فإذا كان مثلاً معامل التفاؤل 0.6 فإن معامل التشاؤم سيكون 0.4 .

3- ضرب أفضل النتائج من كل استراتيجية في معامل التفاؤل وكذلك ضرب معامل التشاؤم في أسوأ النتائج وجمع القيمتين.

4- اختيار أعلى الأرقام في حالة تعظيم الربح لمتخذ القرار (الأرقام بآلاف الوحدات النقدية)، وإن معامل التفاؤل هو 0.6 .

البدائل ونتائجها حسب الحالة

حالات الطبيعة / البدائل	N1	N2	N3
S1	10	8	4
S2	12	10	8
S3	8	5	12
S4	20	16	18

الحل: تحدد أسوأ النتائج في كل استراتيجية وكذلك أفضلها ثم تضرب الأفضل في معامل التفاؤل (0.6) والأسوأ في معامل التشاؤم (0.4) ثم تجمع النتيجتين لكل استراتيجية.

حساب العائد وفق معامل التفاؤل

	العائد المتوقع	أفضل النتائج	أسوأ النتائج	الاستراتيجية

S1	(0.4 * 4)	+ (0.6 * 10)	= 7.6	
S2	(0.4 * 8)	+ (0.6 * 12)	= 10.4	
S3	(0.4 * 5)	+ (0.6 * 12)	= 9.2	
S4	(0.4 * 16)	+ (0.6 * 20)	= 18.4	

والقرار الأمثل كما هو واضح تبني الاستراتيجية الرابعة (S4) لأنها تمثل أعظم الأرباح (18.4) ألف وحدة نقدية.

مثال (5)

افترض أن البيانات الواردة في المثال السابق تخص حالة تكاليف تنفيذ أحد المشاريع، ما هي الاستراتيجية المثلى باعتماد نفس المعيار ونفس معامل التفاؤل.

الحل: يتم اختيار أفضل النتائج لكل استراتيجية (وهي أدنى الأرقام) وكذلك أسوأ النتائج لكل منها (وهي أعلى الأرقام) ثم نطبق نفس القاعدة السابقة وكما يلي:

حساب الكلفة وفق معامل التفاؤل

الاستراتيجية	أسوأ النتائج	أفضل النتائج	الكلفة المتوقعة
S1	(0.4 * 10)	+ (0.6 * 4)	= 6.4
S2	(0.4 * 12)	+ (0.6 * 8)	= 9.6
S3	(0.4 * 12)	+ (0.6 * 5)	= 7.8
S4	(0.4 * 20)	+ (0.6 * 16)	= 17.6

وبهذا سيكون القرار الأمثل تبني الاستراتيجية الأولى (S1) لأنها تعطي أدنى التكاليف (6.4) ألف وحدة نقدية.

* معيار لابلاس (الاحتمالات المتساوية) Laplace

يقدم هذا المعيار على أساس الفلسفة التي تفترض أنه طالما لا يمكن معرفة احتمال حصول كل حالة من حالات الطبيعة فإنه يجب معاملتها بالتساوي من حيث احتمال حدوثها لذا تفترض أن كل حالات الطبيعة لها نفس الاحتمال بإمكانية الحدوث فإذا كان هناك خمسة حالات طبيعة متوقعة فإن احتمال حصول كل منها هو 0.20 . ويتم اتخاذ القرار هنا عن طريق جمع القيم الخاصة بكل استراتيجية في ظل حالات الطبيعة المختلفة وقسمتها على عدد حالات الطبيعة ثم نختار أعلى الأرقام إذا كان الهدف تعظيم الربح أو أدنى الأرقام عندما يكون الهدف تدنية التكلفة.

مثال (6):

مصفوفة القرار التالية تخص إحدى الشركات التي ترغب باستثمار مبلغ معين من المال حيث هناك بدائل أو مجالات متعددة للاستثمار كما أن هناك ظروف خارجية أو حالات طبيعية تؤثر في قرارها، والأرقام تمثل العوائد المتوقعة (بآلاف الوحدات النقدية) عند تبني كل استراتيجية وحصول كل حالة من حالات الطبيعة، والمطلوب: تحديد البديل الأمثل للاستثمار باعتماد معيار لابلاس.

البدائل وحالات الطبيعة: معيار لابلاس

حالات الطبيعة / أساليب التنفيذ	N1	N2	N3	N4
S1	10	14	8	12
S2	16	12	6	8
S3	11	9	10	8
S4	15	16	13	12

الحل:

S1 = (10 + 14 + 8 + 12) / 4 = 11

S2 = (16 + 14 + 6 + 8) / 4 = 10.5

S3 = (11 + 9 + 10 + 8) / 4 = 9.5

S4 = (15 + 13 + 16 + 12) / 4 = 14

سيتم اختيار الاستراتيجية الرابعة (S4) لأن الأرباح المتوقعة ستكون 14 ألف وحدة نقدية.

والآن افترض أن المصفوفة في المثال السابق (6) هي مصفوفة تكاليف، ما هو القرار الأمثل؟

الحل:

S1 = 11

S2 = 10.5

S3 = 9.5

S4 = 14

يتم اختيار الاستراتيجية الثالثة (S3) لأن الكلفة فيها هي الأدنى.

* معيار الندم (سافاج) Regret (Savage)

من الطبيعي أن يشعر متخذ القرار بالأسف أو الندم عندما لا يختار البديل الأفضل من بين البدائل المتاحة، لذا فإن هذا المعيار يحاول أن يخفض هذا الأسف أو الندم إلى أدنى ما يمكن. فعلى سبيل المثال، لو اشترى أحد الأشخاص سلعة معينة بسعر 15 وحدة نقدية ووجد نفس هذه السلعة بنفس المواصفات بسعر 10 وحدات نقدية فإنه يشعر بندم أو أسف لأنه لم يشتريها بسعر 10 وحدات نقدية أي أن مقدار ندمه أو أسفه سيكون 5، وكذا الحال بالنسبة للربح. فالندم إذن هو الفرق بين العائد الذي حصل عليه متخذ القرار وبين ما يجب أن يحصل عليه لو أنه اتخذ أو اختار القرار (البديل) الأفضل، ولغرض اتخاذ القرار باعتماد معيار الندم فإن مصفوفة الندم أو الفرص الضائعة Opportunity Loss Matrix هي ما يجب إعداده أولاً ثم يتم تطبيق مبدأ أدنى الأقصى Minimax أو أفضل الأسوأ.

> * الندم Regret الفرق بين العائد الذي حصل عليه متخذ القرار وبين ما يجب أن يحصل عليه لو أنه اتخذ أو اختار البديل الأفضل.

مثال (7):

اعتمد معيار الندم لاختيار البديل الأمثل في مصفوفة الأرباح التالية:

مصفوفة الأرباح: مثال الندم

حالات الطبيعة / الاستراتيجيات	N1	N2	N3
S1	12	18	15
S2	17	10	14
S3	22	16	10
S4	14	14	14

الحل:

بما أن المصفوفة هنا هي مصفوفة أرباح فإن بناء مصفوفة الندم يكون عن طريق تحديد أعلى الأرقام في كل عموم من الأعمدة وطرح باقي أرقام العمود منه وكما يلي:

القيم المستخدمة في مثال الندم

حالات الطبيعة / الاستراتيجيات	N1	N2	N3
S1	10	0	0
S2	5	8	1
S3	0	2	5
S4	8	4	1

ثم نحدد أعلى الأرقام في كل استراتيجية والتي تمثل أعلى ندم والاستراتيجية المثلى هي التي تقابل أقل ندم:

أعلى ندم في كل استراتيجية

الاستراتيجية	أعلى ندم	
S1	10	
S2	8	
S3	5	الاستراتيجية المثلى (أقل ندم)
S4	8	

مثال (8):

افترض أن المصفوفة في المثال السابق هي مصفوفة تكاليف، كيف ستكون الاستراتيجية المثلى باعتماد معيار الندم:

الحل: عندما تكون المصفوفة مصفوفة تكاليف فإن مصفوفة الندم ستحسب عن طريق تحديد أدنى القيم في كل عمود وطرحها من باقي القيم في ذلك العمود وكالآتي:

مصفوفة الندم في مثال التكاليف

حالات الطبيعة / الاستراتيجيات	N1	N2	N3
S1	0	8	5
S2	5	0	4
S3	10	6	0
S4	2	4	4

بعد إعداد مصفوفة الندم سنحدد أعلى الأرقام في كل استراتيجية وهذه الأرقام تمثل أعلى ندم في كل منها ومن ثم يكون القرار باختيار أدنى الأرقام أيضًا والذي يمثل أقل ندم.

أعلى كلفة أو ندم بحسب أسلوب التنفيذ

الكلفة (ألف وحدة نقدية)	أسلوب التنفيذ	
S1	8	
S2	5	
S3	10	
S4	4	الاستراتيجية المثلى (أقل ندم)

ثالثًا: شجرة القرارات Decisions Tree

إن القرارات قد تتخذ بشكل متتابع أي قد تكون متسلسلة حيث يتوقف بعضها على البعض الآخر وأن ناتج القرار يؤثر في الذي يليه، لذا جاءت شجرة القرار كأداة مساعدة لمتخذ القرار لفحص البيانات الخاصة بالقرار بشكل مخطط بياني واضح يهدف إلى تسهيل عملية صنع واتخاذ القرار. وبهذا يمكن تعريف شجرة القرارات على أنها تمثيل بياني لعملية صنع واتخاذ القرار تعرض فيه الاستراتيجيات وحالات الطبيعة والعوائد لمساعدة متخذ القرار في اختيار القرار الصائب. وتتكون شجرة القرار عادة من العناصر التالية:

> * شجرة القرارات Decisions Tree تمثيل بياني لعملية صنع واتخاذ القرار تعرض فيه الاستراتيجيات وحالات الطبيعة والعوائد لمساعدة متخذ القرار في اختيار القرار الصائب.

1- نقاط الانبثاق Nodes: وهي نقاط انطلاق يمكن تصنيفها إلى:
- نقاط قرار Decisions Node : وهي النقاط التي يتعين عندها اتخاذ قرار معين (تبني أحد البدائل أو الاستراتيجيات) ويرمز لها بمربع صغير
- نقاط الأحداث Chance Nodes وهي نقاط تشير إلى الأحداث أو الظروف (حالات الطبيعة) ويتم تمثيلها بشكل دائرة صغيرة
2- الفروع المنبثقة من النقاط Braches: وهي أشبه بأغصان الشجرة حيث تنبثق من النقاط المختلفة وكالآتي:
فروع قرار Decision Branches: وهي فروع تنبثق من نقاط القرار ( ) وتمثل الاستراتيجيات أو الخيارات المتاحة لمتخذ القرار (تمثل في بعض الأحيان بخطين متوازيين لتمييزها عن فروع الأحداث).
- فروع الأحداث Chance Branches: وتمثل حالات الطبيعة أو الظروف الخارجية.
- الفروع النهائية Terminal Branches: وهي الفروع التي لا تنتهي بنقطة حدث أوقرار.
3- احتمالات حصول حالات الطبيعة Porbabilities: وهي كما سبق وأن درسنا في حالة المخاطرة احتمالات يتم تحديدها من واقع الخبرة الشخصية لمتخذ القرار أو السجلات التاريخية التي يحتفظ بها.
4- العوائد Outcomes: وهي النتيجة التي تحصل عند تبني استراتيجية معينة وحصول حالة طبيعية محددة وقد تكون موجبة أو سالبة.

* أنواع شجرة القرارات

لقد أشرنا إلى أن شجرة القرارات هي أداة مساعدة لمتخذ القرار خصوصًا عندما يتطلب الأمر اتخاذ سلسلة من القرارات المتتابعة. وهنا سنشير إلى نوعين رئيسيين من شجرة القرارات بناء على عدد القرارات التي ستتخذ وفي أبسط صورها يكون الموضوع واسع

جدًّا وفيه تفصيلات كثيرة لا محل لاستعراضها.

1- شجرة القرارات ذات المرحلة الواحدة (قرار واحد)

وهذا النمط يشتمل على نقطة قرار (مفاضلة بين الاستراتيجيات) واحدة أو أكثر من نقاط الأحداث (حالات الطبيعة ويتم اتخاذ القرار بناء على أفضل قيمة متوقعة (احتمالات حصول حالة الطبيعة معروفة).



كيف يتبدّل المسار إذا تغيّر الشرط؟

قبل متابعة المسار، يتحقق المشرف من العائق ومن توافر بديل. الصورة تبيّن نقطة القرار، ولا تفترض أن المسار المفتوح هو الأفضل في كل وضع.

المرجع:

العامري، صالح مهدي محسن، وطاهر محسن منصور الغالبي، (2011م)، (كتاب : الإدارة والأعمال)، الصادر عن دار وائل للنشر والتوزيع، الأردن، عمان، الطبعة الثالثة.