



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

الكاتب : د. محمد العameri عدد المشاهدات : 4673 January 11, 2024



النموذج الكمي ودوره في اتخاذ القرارات

جميع الحقوق محفوظة
www.mohammedaameri.com

مفهوم النموذج Model Concept

لا يمكن دراسة الكيانات المادية والنظم الكبيرة بكافة خصائصها وحل مشاكلها من خلال هذه الدراسة بل كثيراً 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 المعلومات في النظام يسمى النموذج Model فالنموذج أدنى التبسيط أو التجريد أو التغفير لحقائق كبرى أو كيانات مادية ضخمة في الحياة العملية باستخدام المعادلات والرموز الرياضية أو مواد أخرى مثل الخشب أو البلاستيك (في حالة النموذج المجمدة) أو المخططات والخرائط، بشرط التمثيل الصادق لهذا النظام أو الكيان. ويمكن أن تستخلص الحقائق التالية

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

- 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 فعلًا، وإنما يركز على المتغيرات والخصائص الرئيسية، فلو أردنا صياغة نموذج معين متعلق بإحدى خطوط الإنتاج يمكن أن نرسم مخططاً على الورق يوضح المصنع وأجزائه وموقع التجهيزات والعاملين ولكن لا حاجة لتحديد ألوان المكائن وأطوال العاملين أو درجة حرارة البناء وغير ذلك من التفصيات.
- 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 سبباً في خلق إشكالات للعاملين أو الإدارة.
- 4- يجب أن يكون النموذج بسيطاً قدر الإمكان مركزاً على المتغيرات الأساسية كما أشرنا أعلاه والتي تؤثر في معايير قياس الأداء المحددة ولكن بالمقابل لا يجب أن يكون التبسيط شديداً 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 ومحقاً للهدف يجب أن يتتوفر فيه شرطان أساسيان:

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

$$\text{التكليف الكلية} = \text{الكلفة الثابتة} + (\text{التكلفة المتغيرة للوحدة الواحدة} * \text{عدد الوحدات المنتجة})$$

ويمكن تبسيط هذا النموذج بالصورة التالية:

$$(TC = FC + VC * Q)$$

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

$$TC = FC + Q$$

- 2- أن تكون العلاقات بين عناصر النموذج صحيحة، وهذا أمر هام في أي نموذج سواء كان رياضياً أو مجسماً وكذلك الحال بالنسبة للشرط الأول، فلو كتب النموذج السابق بالشكل التالي لأصبح نموذج خاطئاً:

$$(TC = FC + VC * Q)$$

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 لنقطان عنصر أساس في النموذج المجسم وهو الإطارات.

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 مصنوع 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 المحسنة 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 جدًا في مواقع يكون من المستحيل إجراؤها عمليًا على النظم الفعلية لأنها مكلفة جدًا أو أنها تحتاج إلى وقت طويل جدًا كما هو الحال في بعض التجارب للمركبات الفضائية والأقمار الصناعية.
- 6- تساعد النماذج في تبسيط البحث في الحقول المعرفية المختلفة وتتوفر وسيلة فعالة للتنبؤ بالمستقبل واستشرافه لأداء النظم والبيانات 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 تستشفها 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 موجّع البحث والدراسة ومدى قدرته على تمثيلها تمثيلًا 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 للزيون Model Value: أن النماذج تصاغ لصالح جهة مستفيدة داخل منظمة الأعمال أو خارجها لذا فإن كلفة بناء النموذج والمحدود المتوقع منه والوقت اللازم لإنجازه كلها عوامل مهمة تجعل الزيون أو المستفيد من النموذج يتقبله أو لا.

* قيمة النموذج Model Value: مدى تقبل الزيون أو المستفيد للنموذج المصاغ بناء على كلفة بنائه أو

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

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

- 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 صواباً ودقة خصوصاً 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: (علماً أن هناك الكثير جداً 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.
- تحصيص ورقابة التكاليف.
- تحليل نقطة التعادل.
- الموازنات الرأسمالية.
- التخطيط المالي.

2- التسويق Marketing

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

3- الشراء والعمليات اللوجستية Purchasing 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 موقع 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 حجم طواقم الصيانة.
- جدولة عمل أقسام الصيانة.
- جدولة وتخطيط المشاريع وتخصيص الموارد لها.

7- إدارة الموارد البشرية Human Resources Management

- تخطيط القوة العاملة.
- إدارة الأجر و الرواتب.
- المساممات 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 نجاحاً باهراً في ميدان توفير التكاليف أو زيادة الأرباح أو اختصار المدة الزمنية للكثير من المشاريع، ولا يمكن حصر هذه النماذج جميعاً في هذا الملحق ولكن سنقدم نبذة مختصرة عن النماذج الأكثر شيوعاً 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*

تعامل هذه النماذج مع المواقف التي يتطلب فيها اتخاذ قرار في ظل حالات التأكيد أو عدم التأكيد أو المخاطرة أو النزاع، حيث يجري البحث عن البديل الأمثل في ظل وجود معلومات أو عدم وجودها حيث يسعى متعدد القرار إلى تعظيم دالة الهدف الذي يسعى إليه أو تدنتها مثل تعظيم الأرباح أو تدني التكاليف أو غير ذلك.

2- نماذج المخزون *Inventory Models*

وهذا النوع من النماذج يسعى إلى تحديد الكمية المثلى للطلب في كل وجية 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 وجية أو طلبية وكلفة نفاد أو نضوب المخزون، كذلك يستعان بنوع من هذه النماذج لتحديد مدى الاستفادة من خصم الكمية عندما تناح عروض لتخفيض أسعار المواد المختلفة عند شراء كميات كبيرة.

3- نماذج التنافس (نظرية المبارزة) *(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 وفقاً 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 لأنشطة المتنوعة التي تقوم بها منظمات الأعمال وغيرها من المنظمات بطريقة يتم معها البحث عن الأمثلية في عملية التخصيص هذه مسترشدين بدالة هدف معينة نجأ لتعظيمها أو تدنتها. والمصطلح العام المستخدم للنماذج الكمية التي يلجأ لها متعدد القرار هنا تسمى بشكل عام البرمجة الرياضية *Mathematical Programming*. وهنا يمكن أن نجد أنواعاً 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 مقاييس للفاعلية (تعظيم ربح أو تدني 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 (الكافمالة) *Integer Programming Models* وهي النماذج التي يشترط فيها أن تكون قيم الحل (*Solution Values*) فيها أعداداً 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 الإدارية في تحديد ورقابة وجدولة المشاريع خصوصاً الكبيرة منها وأهم نموذجين تم تطويرهما في هذا الميدان نموذج PERT ونموذج CPM حيث يمكن بواسطتهما إجراء تحديد سليم للمشروع ويسمحان في التخصيص السليم لموارد المشروع ومتابعته وتحديد الأنشطة الحرجية فيه وتلك التي تتطلب تعجيلها في الإنجاز مع إمكانية المقارنة بين زيادة الكلفة وتقليل 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. ويقيس أداء الوحدة الإنتاجية أو أي وحدة أخرى بحساب مؤشرات مثل طول صف الانتظار والזמן الذي يقضيه الزبون في صف الانتظار وكذلك طول صف الانتظار والזמן الذي يقضيه الزبون في النظام أو الوحدة الإنتاجية مع التكاليف الناجمة عن ذلك.

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

7- نماذج سلسلة ماركوف Chain Models

تستخدم هذه النماذج لتحليل نظام معين يتغير عبر الفترة الزمنية ويتخذ حالات متباعدة، ويصف هذا النموذج الحالات الانتقالية المختلفة بشكل مصفوفة احتمالات للحالات المختلفة. ويستخدم هذا النموذج في تحديد القوى العاملة وفي تحديد الكسب أو فقدان الزبائن في المصادر 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 التغييرات أولاً على النموذج وملاحظة سلوكه بعد حدوثها مثل 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.

و سنقتصر هنا على إعطاء أمثلة لبعض هذه النماذج وبالتحديد بعض نماذج تحليل القرارات حيث سنركز على والتي المخاطرة وعدم التأكد وشجرة القرارات علماً 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 متعدد القرارات وكذلك هناك عدة حالات طبيعية ولكن

من خلال خبرته السابقة أو من السجلات التاريخية فإن متى تتخذ القرار يعرف احتمال حصول حالة الطبيعة، لذا فإن حسباً القيمة المتوقعة Expected Value لل استراتيجيات المختلفة هو أمر أساسي لتحديد الاستراتيجية المثلثي والتي ستكون أعلى النتائج في حالة تعظيم الأرباح. ولفرض التوضيح نستعين بالمثال أدناه.

مثال (١)

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 المتقدمة (بالوحدات النقدية) تعتمد على حالة السوق من حيث كونه متبايناً أو متواصلاً أو راكداً وكما في الجدول أدناه، كذلك فإن احتمال حصول حالة الطبيعة (حالات السوق) مشار إليها في نفس الجدول. والمطلوب: تحديد الاستراتيجية المثلثي (مجال الاستثمار) لهذا المستثمر.

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

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

الحل:

تحسب القيمة المتوقعة لل استراتيجيات الثلاث في ظل المخاطرة وكالآتي:

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

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

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

من خلال النتائج أعلاه فإن الاستراتيجية المثلثي التي تعطي أعظم عائد هي الاستراتيجية الثانية أي أن

المستثمر يفتح محلًا لبيع الألبسة.

ثانية: حالة عدم التأكيد Uncertainty

وهذه الحالة هي حالة معقدة يواجهها 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 وعموماً فإن هناك أربعة معايير شائعة الاستخدام في ظل ظروف عدم التأكيد سنتناولها في الفترات التالية:

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

* معيار واحد (المترادف)

ويُنسب 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 (تحفيض التكاليف) فأن أسوأ النتائج أعلى ومن ثم فإن البديل الأمثل سيكون اختيار أدنى رقم فيها.

مثال (2)

اعتمد معيار ولد لاختبار الاستراتيجية المثلثي لحالة تعظيم الأرباح التالية علماً أن الأرقام تمثل آلاف الريالات:

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

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

الاستراتيجية أسوأ النتائج

17	S2
26	S3
19	S4

والآن فإن القرار هو اختيار أو تبني الاستراتيجية الثالثة فهي تمثل أفضل الأرقام أو أعلىها من بين أسوأ الأرقام أو أدناها أي أنها 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).

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

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

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

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

يسعى هذا المعيار أيضًا [المعيار الواقعية] وينسب إلى العالم الذي طوره Leonid Horweiz ويقوم هذا المعيار على أساس الأخذ بنظر الاعتبار أسوأ النتائج وأفضلها في كل استراتيجية وكذلك مراعاة الحالة النفسية لمتخذ القرار ومدى كونه متفاوتًا أو متباينًا حيث يتم تحديد ما يسمى معامل التفاؤل، والذي تراوح 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 لهذا المعامل هو معامل التشاوُم فإذا كان مثلاً معامل التفاؤل 0.6 فإن معامل التشاوُم سيكون 0.4 .

3- ضرب أفضل النتائج من كل استراتيجية في معامل التفاؤل وكذلك ضرب معامل التشاوُم 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 .

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

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

الاستراتيجية	أسوأ النتائج	أفضل النتائج	العائد المتوقع
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 المثلث 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:

	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 اختيار أعلى الأرقام إذا كان الهدف تعظيم الربح أو أدنى الأرقام عندما يكون الهدف تدنية الكلفة.

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.

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

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 (Savage) (Regret)

من الطبيعي أن يشعر متخذ القرار بالأسف أو الندم عندما لا يختار البديل الأفضل من بين البديل المتاحة، لذا فإن هذا المعيار يحاول أن يخفض هذا الأسف أو الندم إلى أدنى ما يمكن. فعلى سبيل المثال، لو اشتري أحد الأشخاص سلعة معينة بسعر 15 وحدة نقدية وووجد 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، ولفرض 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:

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

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 وكمما يلي:

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

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

الاستراتيجية	أعلى ندم
10	S1
8	S2

الاستراتيجية المثلث (أقل ندم)	5	\$3
	8	\$4

مثال (8):

افترض أن المصفوفة في المثال السابق هي مصفوفة تكاليف، كيف ستكون الاستراتيجية المثلث 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:

N3	N2	N1	حالات الطبيعة / الاستراتيجيات
5	8	0	\$1
4	0	5	\$2
0	6	10	\$3
4	4	2	\$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 أيضاً والذي يمثل أقل ندم.

الاستراتيجية المثلث (أقل ندم)	أسلوب التنفيذ	الكلفة (ألف وحدة نقدية)
	8	\$1
	5	\$2
	10	\$3
	4	\$4

ثالثاً: 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 لتخاذل 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. وتكون 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 الانطلاق Nodes: وهي نقاط انطلاق يمكن تصنيفها إلى:
 - نقاط قرار Decisions Node : وهي النقاط التي يتبعن 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 Branches: وهي أشيه بأغصان الشجرة حيث تنبع من النقاط المختلفة وكالآتي:
 - فروع قرار Decision Branches: وهي فروع تنبع 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 النهاية Terminal Branches: وهي الفروع التي لا تنتهي بنقطة حدث أو قرار.
- 3- احتمالات حصول حالات الطبيعة Probabilities: 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 لتخاذل القرار خصوصاً 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 جداً 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)).

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