النماذج الرياضية واتخاذ القرارات الادارية

د. دحو عبد الكريم
egilibn@yahoo.fr
جامعة ابن خلدون – تيارت

الملخص:

لقد صار استخدام الطرق الرياضية في دراسة الظواهر الطبيعية مقياساً لعملية تلك الدراسة ولصحة نتائجها. ومنذ زمن غير بعيد نسبياً ابتدأت الرياضيات تستعمل على نطاق واسع في الدراسات والتحليلات للظواهر الاجتماعية أيضاً. وكان هذا انعكاساً لتلك النزعة العلمية التي راحت تأخذ مداها في كلّ دراسة سواء كانت تلك الدراسة تتعلق بالظواهر الطبيعية أو الاجتماعية.

نظراً للأهمية العظمى لنظام الإدارة، فإن سلامتها تتوقف على سلامة الأسلوب العلمي الذي تتبعه حيث تمارس وظائفها تبعاً للأصول العلمية الحديثة، إذ تستخدم الأساليب الفنية الكمّية المتطورة بتطبيق النماذج الرياضية المختلفة التي تمكن من حلّ المشاكل والوصول إلى نتائج لم يكن التوصل إليها ممكناً.

تمثل النماذج الرياضية أساساً طريقة لعلاج مجموعة خاصة من المشكلات الإدارية التي تتصف بشكل عام بأنها تتعلق بتخصيص موارد نادرة أو محدّودة ويطلق عليها مشكلات تخصيص الموارد، وتتميز هذه المجموعة من المشكلات الإدارية بوجود أحد الموارد النادرة أو المحدّودة الكمّية، بينما تتركز المشكلة في كيفية اتخاذ القرار بتوزيع هذا المورد المحدّود بين الاستخدامات البديلة بحيث يتحقق عن هذا النمط

من التوزيع الحدّ الأقصى من الكفاءة (أو الفعالية الاقتصادية).

Résumé :

L'emploi des méthodes mathématiques représente l'un des critères opérationnels dans l'étude et la caractérisation
de la dimension de l'aspect naturel et de sa fiabilité au niveau des résultats.

Les mathématiques sont aussi employées à une grande échelle dans l'étude et les analyses des dimensions de l'aspect social.

Ce système scientifique est opérationnel au niveau des dimensions de l'aspect naturel et social.

La sécurisation de l'importance du système administratif est intrinsèquement liée au mode des mécanismes d'application dont le rôle est essentiellement établi en fonction des préceptes scientifiques modernes.

Ce mode opératoire est adapté suivant les modèles mathématiques différents en vue de concrétiser les résultats escomptés.

Ces modèles mathématiques représentent une méthodologie adaptée à la résolution des problèmes liés essentiellement aux ressources rares limitées dénommées « spécification des ressources ».

Le contexte de la problématique se caractérise par la présence d'une des ressources rares ou limitées quantitativement. Cette configuration est inhérente au niveau de la prise de décision dont l'opération consiste à répartir ces ressources limitées entre les emplois alternatifs pour mieux assurer un maximum d'efficacité économique.

مقدمة

حدث تطوراً ملموساً خلال السنوات الأخيرة نحو استخدام النماذج الرياضية في ترشيد الإدارة عند قيامها بوظائفها المتجسدة في التخطيط، رسم السياسات، اتخاذ القرارات، الرقابة وتقييم الأداء، الأمر الذي تطلب ضرورة إلمام المعنيين بالعمل الإداري بالرياضيات، لكي يتسنى لهم الاستفادة منها في معالجة المشاكل الإدارية وحلّها من خلال منهج علمي منظم ومتكامل.

تتعدد الأساليب المساعدة لاتخاذ القرارات الإدارية من الأسهل إلى الأصعب من حيث الجهد والوقت والتكلفة، ويعد الحدس والتخمين والرأي الشخصي إزاء حلّ معين لمشكلة قائمة، أسهل وسائل اتخاذ القرارات. وتتدرج بعد ذلك هذه الوسائل في الصعوبة لتصل إلى استخدام الطرق العلمية والرياضية المعقدة، ويتوقف استخدام هذه الأساليب دون الأخرى على طبيعة المشكلة وعلى تقدير القائد أو المدير الإداري.

1- مفهوم النماذج الرياضية

يُعبر النموذج عن تقديم أو عرض مبسط وعام للوضعية المعقدة التي عادةً ما تكون عليها الظاهرة في الطبيعة، إذ يعكس العناصر الأساسية التي تتحكم في هذه الظاهرة المدروسة وعلاقات التأثير المتبادل بينها. فالنموذج يمثل الأداة التي يستعملها الباحث من أجل محاولة فهم وتفسير الظواهر أولاً، ثم التمكن من تقديرها والحصول على توقعات بتطورها في المستقبل.

يمثل النموذج شكل مجسم أو رسم مجموعة من الرموز أو المعادلات الرياضية بحيث تكون الأجزاء التي يتألف منها صورة مبسطة وواضحة للمشكلة التي وضع النموذج من أجلها. ويمكن بواسطة النموذج توضيح العلاقات بين أجزاء المشكلة المراد حلّها مما يساعد على التنبؤ بما سيحدث إذا تغير أحد هذه الأجزاء وفي الوقت الحاضر لا المسير أن يتخذ قرار أو يرسم سياسة اقتصادية ما بدون إمكانية حصوله على تقديرات كمّية لمختلف المتغيرات، إذ أن مصداقية وفعالية تلك القرارات والسياسات تعتمد على إمكانية معرفة آثارها المحتملة بصفة كمّية ودقيقة.

وعند اختيار النموذج الرياضي يجب مراعاة ناحيتين أساسيتين هما:

أ- أن هنالك مبدأً أساسياً في الرياضيات يؤكد على الباحث أن يحدّد بوضوح جميع المتغيرات التي قام بتجريدها، كما يؤكد عليه وجوب توضيح فرضياته التي بني عليها نموذجه؛

ب- الرياضيات تكون أسلوباً قوياً لإيجاد العلاقة بين المتغيرات ولاشتقاق النتائج المنطقية من فرضيات معطاة. فهي تجعل من الممكن معالجة مشكلات تتطلب نماذج بالغة التعقيد.

غير أنه ينبغي التحذير بأن الإداري يجب أن لا يكون أسيراً للنماذج الرياضية، بحيث يتبنى جميع النتائج التي قد يتم التوصل إليها عن طريق هذه النماذج دون أي تمحيص لها أو أي دراسة لمدى مطابقة هذه النماذج لعالم الواقع. وذلك لأن النتائج المشتقة من النماذج قد تحوي بعض الأخطاء الناتجة عن عملية تجريد الحياة العملية من متغيرات كثيرة لتحويلها إلى نماذج مبسطة تحتوي على بعض المتغيرات الهامة. وبما أنه قد لا يمكن تحدّيد مقدار الخطأ في النتيجة المشتقة من النماذج الرياضية، لذلك فإن هذا الأمر يترك عادةً لحكمة الإدارة التي قد تقوم بتعديل النتيجة إذا وجدت أن مقدار الخطأ أكبر مما يسمح به. كذلك هنالك بعض المشكلات وخاصة في الإدارة، قد لا يمكن إيجاد تمثيل عددي لها، ولذلك فإن على المدير الاعتماد على النماذج والحلّول غير العددية أو المجسمة كما هي الحال في وضع التصميم الداخلي لبناء مصنع وترتيب الآلات فيه ترتيباً مثالياً يضمن عناصر الأمن والسلامة وحرّية الانتقال للمواد والأشخاص ويضمن تسلسل الآلات حسب تتابع العمليات مع الاقتصاد في مسافات نقل المواد تحت التشغيل والتامة الصنع[i].

2- خصائص النماذج الرياضية

تمتاز النماذج الرياضية بخصائص ضرورية يمكن استنباطها من تعريف هذه النماذج وأهمها:

أ- إتباع الأسلوب العلمي في التحليل من حيث الملاحظة وتعريف المشكلة وتطوير حلّول بديلة، واختبار الحلّ الأمثل باستخدام التجريب، وإثبات الحلّ الأمثل من خلال التنفيذ ومراجعة ومراقبة النموذج باستعمال ضوابط القياس؛

ب- إمكانية الكشف عن مشاكل جديدة قد تظهر أثناء معالجة المشكلة الأساسية، حيث تكون ذات علاقة متبادلة معها[ii].

3- فوائد استخدام النماذج الرياضية

تمتاز النماذج الرياضية إذا ما طُبقت بالشكل الصحيح بفوائد عديدة منها:

- تُسهل التحليل المتعمق وتزيد من سرعة وثبات التحليل في العمليات المتكررة؛
- تساعد في تحدّيد معايير صنع القرار من خلال إيجاد متغيرات عملية صنع القرارات؛
- يساهم الاستخدام الناجح للأساليب الرياضية في خلق الحاجة المتزايدة للإعداد العلمي لاتخاذ القرارات وعلى كافة المستويات الإدارية؛
- تساهم الأساليب الرياضية في إيجاد إجراءات أكثر فاعلية وإيجاد الهياكل الضرورية واللاّزمة للمعلومات؛

4- خطوات منهج النماذج الرياضية المساعدة في اتخاذ القرارات الإدارية

تتبع النماذج الرياضية المساعدة في اتخاذ القرارات الإدارية عدد من الخطوات التي تتشابه بشكل عام لجميع الأساليب، ولقد ذكر بعض الباحثون بشكل عام ثلاثة مراحل متبعة وهي كالآتي:

4- 1- تحدّيد الأهداف

تهدف أي دراسة أو بحث إلى تحدّيد ما الذي تريده الإدارة أو المستخدم أن يصل إليه من هذه الدراسة؟ أو ماذا يفترض بالبحث أن ينجز؟

إن عملية تعريف الهدف من الدراسة يجب أن يكون على شكل قرار أو قرارات حيث يتم توجيه البحث نحوها، وإن التعريف الدقيق للأهداف ضروري لاستغلال البحث الناجح.

4- 2- صياغة المشكلة

تُعد عملية المشكلة من الخطوات المهمة جداً، حيث أن مشروع الأساليب الكمّية قد يفشل في خدمة المنظمة نتيجة التعريف السيئ للمشكلة. يتطلب التعريف الجيّد معرفة علاقة ارتباط المشكلة مع غيرها من المشاكّل الأخرى. أما المسألة الأولى في صياغة المشكلة فهي تقرير ما إذا كانت هذه المشكلة سيتم تحليلها إلى مشاكل جزئية أم لا ؟ وهل ستُبحث هذه المشاكل بشكل فردي أو بتوازي أو تتابع، وهذا مهم خاصةً عند التعامل مع أنشطة كبيرة ومعقدة، وبالتالي الحصول على درجة مرغوبة من التفصيل. وتتمثل المسألة الثانية في تحدّيد مدى وأبعاد النماذج التي سيتم تطويرها واستخدامها[iii].

4- 3- صياغة النموذج

تُعد عملية تطوير النموذج بشكل مناسب متطلب أساسي لنجاح مشروع الأساليب الكمّية، وإلا فإنه سيكون مضللاً في استنتاجاته، أو يكون غير اقتصادي في استعمالاته.

يتطلب تطوير النموذج الصحيح إضاءات إبداعية للنشاط الذي سيُبحث، ويتطلب في نفس الوقت الكمّيات الفعلية من البيانات التي تُجمع وتُحّلل بدقة ليتم فهم المشكلة، وتحسم عادةً مسألة ملائمة الأرقام المطلوبة أو العلاقات بالمصداقية[iv].

4- 4- برمجة النماذج الكمّية

تعتبر برامج الحاسوب متطلب مهم لدراسة النماذج الرياضية وخاصةً المعقدة منها، ولكن عملية البرمجة هذه تحتاج إلى جهد كبير ومهارات عالية، وحالياً تتوفر برامج حاسوب متخصصة للنماذج الكمّية، مثل البرمجة الرياضية، نظرية القرار، المحاكاة والتحليل الإحصائي، ...

4- 5- التنفيذ

إن الخطوة الأخيرة في عملية التحليل الرياضي، هي تحضير التقرير الإداري المبني على حلّ النموذج، ويتضمن التقرير على أفضل البدائل لتحقيق الهدف المحدّد أو مجموعة الأهداف.

تتضمن هذه الخطوة أمرين وهما:

– لا تنتهي عادةً مسؤولية محّلل النماذج الرياضية بتطوير ومعرفة مصداقية الأسلوب، وإنما تظهر الصعوبات عند عملية التنفيذ والمراقبة. وتعتمد فعالية الدراسة ككلّ على الحصول على التعاون والمشاركة من المستويات الإدارية المختلفة، وذلك ضمن المشكلة التي تُبحث أو ضمن الوظائف التي ستتأثر.

– في كثير من الأحيان يكون هناك مقاومة من قبل المديرين للحلّ الجديد المقترح، وإن الحلّ العملي المناسب لمثل هذه الأمور يكمن في مراقبة التنفيذ عن قرب، والتي قد تستدعي تغييرات وتعديلات على الحلّ الأصلي مع مرور الزمن، كتغير الاقتصاد وتقلبات الطلب وتحسينات على النموذج تُطلب من قبل متخذي القرار.

5– التعريف ببعض النماذج الرياضية المستخدمة في عملية اتخاذ القرارات الإدارية

يتمثل القرار الجيّد في ذلك المبني على المنطق، وهو الذي يأخذ في حساباته كافة البيانات والمعلومات المتاحة، ويعطي لكلّ البدائل المحتملة اهتماما، كما يستخدم أساليب التحليل الكمّي المساعدة في تقييم البدائل لاختيار البديل الأفضل من خلال استخدام بعض النماذج الرياضية في حلّ المشاكل الإدارية، حيث أصبحت تعتمد هذه الأساليب الكمّية في عملية اتخاذ القرار الذي يمثل جوهر العملية لإدارية،

ومن بين أهم الأساليب الكمّية المعتمدة في اتخاذ القرارات:

5– 1– بحوث العمليات

يعتبر علم بحوث العمليات من العلوم الرياضية التطبيقية التي أحرزت انتشارا واسعا خاصة بعد الحرب العالمية الثانية وذلك في مجال العلوم الإدارية، حيث يعتبر هذا العلم من الوسائل العلمية المساعدة في اتخاذ القرارات بأسلوب أكثر دقة وبعيد عن العشوائية الناتجة عن تطبيق أسلوب المحاولة والخطأ، لاعتماده على المعلومات الملائمة في اختيار البديل الأمثل لحلّ المشاكل التي يمكن أن تواجه متخذ القرار.

ونظراً لاستعمالات بحوث العمليات في مجالات مختلفة فقد تعددت التعريفات المقدمة حولها، فهناك من يعرفها على أنها: "مجموعة من الأدوات القياسية التي تمكن الإدارة من الوصول إلى قرارات أكثر دقة وموضوعية، وذلك بتقديم

الأساس الكمّي لتحليل البيانات والمعلومات"[v] وهناك من يعرفها على أنها: "مدخل كمّي أو رياضي لاتخاذ القرارات، يعتمد على بعض المعالجات الرياضية في حلّ مشاكل متعددة تواجه الإدارة"[vi].

من خلال هذه التعريفات يمكن القول أن بحوث العمليات تلعب دورا مهما لدراسة أنواع المشاكل، ومنها المتعلقة بإدارة الأعمال

من خلال النظر إلى المشكلة من زاوية كمّية، ومن تم صياغتها حسب الوظائف المتاحة، وتتضح أهمية بحوث العمليات والأساليب الكمّية لدراسة الأمور الكمّية في إدارة الأعمال من خلال:

– المساهمة في تقريب المشكلة الإدارية إلى الواقع.

– صياغة نماذج رياضية معينة تعكس مكونات المشكلة.

– عرض النموذج في مجموعة من العلاقات الرياضية وإعطاء فرص مختلفة (بدائل) لعملية اتخاذ القرارات وبما يساهم في تفسير عناصر المشكلة والعوامل المؤثرة فيها.

– تطبيق هذه النماذج الرياضية في المستقبل عندما تواجهنا مشكلة مماثلة[vii].

من أهم النماذج الرياضية لبحوث العمليات:

5- 1- 1- البرمجة الخطية

تُمثل البرامج الخطية طريقة رياضية لتخصيص الموارد النادرة أو المحدّودة من أجل تحقيق هدف معين، حين يكون من المستطاع التعبير عن الهدف والقيود التي تحدّ من القدرة على تحقيقه في صورة معادلات أو متباينات. فهي بمثابة وسيلة رياضية، لمساعدة الإدارة في اتخاذ أفضل القرارات لحلّ العديد من المشاكل.

تقوم البرامج الخطية على افتراضين أساسيين هما:

أ- فرض الخطية، ويقصد به أن هناك علاقة ثابتة بين المتغيرات المؤثرة في المشكلة موضع البحث، بحيث أن أي تغير في قيمة أحدها سوف يحدث تغيرات متناسبة وثابتة في قيمة الآخر.

تمثل هذه العلاقة بصورة رياضية بالتعبير: $x = f(y)$. أي أن المتغير x يتحدّد بقيمة المتغير y.

يُعبر رياضياً عن العلاقات الخطية في صورة معادلات تتخذ الشكل: $x = ay + b$، حيث تُمثل x المتغير التابع الذي يتغير نتيجة التغير في y الذي يمثل المتغير المستقل. وa، b عبارة عن كمّية ثابتة.

لا شك أن فرض الخطية يحدّ بعض الشيء من شيوع البرامج الخطية في تحليل المشكلات الإدارية، إلا أنه من اليسر قصور عدد كبير من هذه المشكلات على أنها تعكس علاقة خطية.

ب- فرض التأكد، ويشير إلى أنه ليس من المتوقع حدوث تغيرات ذات معنى في قيم المتغيرات التي تؤثر في مشكلة ما. فعلى سبيل المثال يمكن استخدام النفقة المتوسطة للإنتاج كأساس في اتخاذ القرارات على الرغم من النفقة الفعلية التي قد تنحرف بعض الشيء عن هذا المتوسط.

5- 1- 2- نماذج نظرية الألعاب واتخاذ القرارات الإدارية

في أوائل الأربعينات وأثناء الحرب العالمية الثانية خرج العالم الرياضي فون نويمان Von Neumann وزميله مورجنستيرن Morgenstern بكتابيهما عن نظرية المباريات أو الألعاب التي اعتبرت فتحاً جديداً في التحليل الاقتصادي، الرياضي والاجتماعي، حيث توسع بعدها استخدام هذه النظرية على نطاق واسع في مجال الإدارة والعمل الإداري. ويبرز من النظرية مفهوم جديد للإستراتيجية، مفهوم يرتكز على المخاطرة وعدم التأكد للظواهر الاقتصادية[viii].

يقوم مفهوم نظرية المباريات الإدارية في مجال اتخاذ القرارات الإدارية على افتراضات مبنية على أساس التفكير المنطقي المسبق الذي يقول بأن الإنسان يسعى إلى تحقيق أكبر قدر ممكن من الأرباح مع أقل قدر من الخسارة، وأنه يتصرف بحكمة، وأن منافسه سيكون على نفس القدر من الفهم والحكمة في تصرفه.

وقد أسهمت هذه النظرية في حلّ المشكلات التي تتعلق بوجود منافسة، حيث ثبت جدواها كأسلوب علمي في اتخاذ القرارات في مواقف وظروف المنافسة ؛ إذ في مثل هذه المواقف يجد متخذ القرار أن المفاضلة بين البدائل المتاحة تتم في إطار المنافسة لقرارات تتخذها شركة أخرى أو حتى دولة أخرى، إذ أن المباراة في اتخاذ القرارات قد تكون بين شركتين أو محتكر وآخر، أو شركة مع حكومة أخرى.

5- 1- 3- شبكات الأعمال Net Work

تنطوي عملية اتخاذ القرارات الإدارية على برامج زمنية تبين توقيت كلّ مرحلة وما تستغرقه من وقت تسلسل زمني على ارتباطات عملية، ونجد من أهم الأساليب المساعدة على اتخاذ القرارات تحقيقاً للهدف الأساسي لإدارة المشروع شبكات الأعمال Net Work، التي تفيد في دراسة العلاقة بين الوقت والتكاليف لدى تنفيذ المشاريع والبرامج وإمكانية الإحلال والتبادل بغرض التنفيذ في أقل وقت ممكن، كما تساعد على اتخاذ القرارات فيما يتصل باحتمالات التنفيذ وبدائل الاستفادة من الموارد، والإمكانيات المتاحة بغرض استخدامها بكفاية وفاعلية وفي مراجعة الفروقات بين الأوقات المجدولة في المخطط الزمني والعمليات الفعلية لتنفيذ هذه المهام، وعما إذا كان العطل أو الخلل الطارئ في تنفيذ إحدى العمليات سيؤدي إلى تأخير إنهاء المشروع، أم أنه يمكن استيعابه من خلال الوقت الفائض مع

تبيان الأساليب العلمية الصحيحة الكمّية في ترشيد المشاريع. لذا أوجب علينا طرح التساؤلات التالية حول هذه التقنية:

كيف يمكن تحدّيد الوقت اللاّزم لإتمام حلّ نشاط في المشروع؟ كيف يمكن توزيع الموارد الضرورية على الأنشطة المكونة للمشروع؟

ما هو الشيء الذي يجعل مجموع التكاليف أدنى ما يمكن؟ كيف يمكن تحقيق أفضل تشغيل في حدّود الموارد متاحة؟

إذن فالتخطيط الشبكي من الطرق الشائعة الاستخدام لتخطيط ومراقبة تنفيذ مشاريع وأعمال متوفرة عنها معلومات سابقة بما يتعلق بالتكاليف والزمن المطلوب لانجاز العمليات التي يتضمنها المشروع، بهدف تمكين المسؤولين من تخطيط وتنفيذ انجاز مشاريع الأعمال في أقصر وقت وبأقل تكاليف.

لقد تم تطوير مجموعة من الوسائل أو الأساليب التي يمكن استخدامها في تخطيط وجدولة المشاريع منذ بداية الحرب العالمية الثانية وكان أهمها:

*- طريقة المسار الحرج CMP – The Critical Path Method

*- طريقة تقويم ومراجعة البرامج PERT – Program Eveluation and Review Technique

في كثير من المواقف يكون المدير مسؤولاً عن تخطيط، جدولة، ورقابة عدد من المشروعات، والتي تتكون من العديد من المراحل، أو الوظائف، أو المهام المنفصلة والتي يمكن أن تُؤَدَى بواسطة العديد من الإدارات والأفراد. وغالبا ما تكون مثل هذه المشروعات معقدة أو كبيرة الحجم بحيث لا يمكن للمدير أن يتذكر كافة المعلومات المتعلقة بعملية تخطيطها، وجدولتها وتقدم مراحل تنفيذها، وفي مثل هذا الموقف فإن ما يسمى بأسلوب تقييم ومراجعة البرامج، وكذلك ما يسمى بطريقة المسار الحرج قد أثبتا أنهما ذا قيمة عالية[ix].

يعتبر أسلوب تقويم ومراجعة البرامج PERT أحد النماذج التي تستخدمها الإدارة في عمليات التخطيط والرقابة في المشروعات المعقدة بحيث تتمكن الإدارة من تقليل الحدّ الأدنى من التوقعات والتأخير في مختلف مراحل المشروع.

يتعامل أسلوب تقويم ومراجعة البرامج PERT مع المشاريع في ظروف عدم التأكد، أما أسلوب المسار الحرج CMP فيرتكز على كيفية التأثير على المسارات الحرجة من أجل الإسراع في تنفيذ المشروع

في أقل وقت ممكن، وكذلك تحدّيد تكاليف الإسراع في الإنجاز من أجل أن يتسنى للإدارة أن تقرر الإسراع في التنفيذ[x].

5– 2– التحليل الرياضي وشجرة القرار

ترجع جذور أسلوب شجرة القرارات إلى مدخل النظم في اتخاذ القرارات والذي يقوم على التفاعل بين الأدوات والوسائل المستخدمة لاتخاذ القرار وبين البيئة المحيطة باتخاذ القرار. كما يفترض هذا المدخل أن هناك سلسلة من العوامل تؤثر في عملية اتخاذ القرارات، بمعنى أن اتخاذ أي قرار في نظام فرعي ينتج تأثيراً تكون له ردود فعل تنتشر في سلسلة متعاقبة في النظام، ومن هنا يجب على متخذ القرار أن يأخذ في الحسبان سلسلة التأثيرات هذه بقدر الإمكان عند اتخاذ القرار، وأنه من الوسائل التي تساعد المدير في تطبيق سلسلة التأثيرات سواء في فهمه للنظام أو التنبؤ بتأثير قراراته في المستقبل، استعمال أسلوب شجرة القرارات الذي يقوم على افتراض مؤداه أن أي حالة انتقالية يترتب عليها مظهران؛ تأثير فوري، وحالة جديدة أو موقف به مشكلة اختيار.

يمثل هذا الأسلوب شجرة تتفرع منها ثلاثة متغيرات هي البدائل المطروحة لحلّ المشكلة موضوع القرار، الاحتمالات التي تمثل الكسب المتوقع أو الفشل والقيم التي تمثل إجمالي العوائد المتوقعة خلال فترة محدّدة، فإذا كان هناك مثلاً مشكلة يواجهها المدير وكان أمامه بديلان وقرر اختيار أحدهما، فإنه سينتقل إلى حالة جديدة قد يواجهه فيها ثلاثة بدائل، وطبقاً لمفهوم هذا الأسلوب فإن تحدّيد ما إذا كان الحدث المتوقع حدوثه مناسباً أم لا يتطلب من المدير متخذ القرار أن يحّلل نتائج القرار واحتمالاته من نهاية الشجرة إلى بدايتها حتى يصل إلى اختيار البديل المناسب على ضوء معايير واعتبارات كالنتائج المتوقعة من كلّ بديل، الإمكانيات والموارد المتاحة لتنفيذ البديل، ودرجة المخاطرة ودرجة النجاح المتوقعة من البديل.

وأسلوب شجرة القرارات كغيره من الأساليب العلمية يمكن متخذ القرار من رؤية البدائل المتاحة والأخطار والنتائج المتوقعة لكّل منها بوضوح، إلا أن تطبيق هذا الأسلوب بفعالية يتطلب استعانة متخذ القرار، وخاصة في المواقف والحالات غير المؤكدة أو في المواقف المعقدة، بالحاسب الالكتروني لتقدير وتحدّيد درجة الاحتمالات المتوقعة، وكذلك تحدّيد إجمالي العوائد المتوقعة خلال فترة محدّدة من خلال تجميع الحاسب الالكتروني للبيانات والمعلومات الخاصة بهذه الأمور وتحليلها للاستعانة بها في اختيار البديل الذي يحقق النتائج المطلوبة.

5– 3– نظرية الاحتمالات

سبق أن بينا عند تحليل مراحل عملية اتخاذ القرارات وهي اختيار الحلّ الأفضل، أنه من أسباب صعوبة وتعقد هذه المرحلة هو أن اختيار البديل الأفضل ستتبعه اختيارات لاحقة مما يتطلب من متخذ القرار التأكد من احتمالات المستقبل وقياسها إن أمكن، وأن هذه الصعوبة تزداد كلّما ازدادت احتمالات عدم التأكد في توقع حدوث أحداث معينة في المستقبل واحتمالات النجاح للبديل المطروح، ومن هنا ظهرت بعض المحاولات التي تستهدف تطبيق نظرية الاحتمالات في مجال عملية اتخاذ القرارات عن طريق تسجيل عدد مرات حدوث واقعة معينة للاستفادة من هذا التسجيل في التوصل إلى توقعات سليمة ببيانات تاريخية لنشاطات ومشاكل معينة لتكون معياراً تستند إليه في حساب الاحتمالات[xi].

ومن أهم المعايير التي يمكن استخدامها لقياس الاحتمالات في مجال اتخاذ القرارات والتي كشفت عنها بعض الدراسات والبحوث في هذا المجال ثلاثة معايير أو طرق هي كالآتي:

– الاحتمال الشخصي، الذي تتحدّد بموجبه درجة اعتقاد متخذ القرار في وقوع حدث ما، ويتم تحدّيد درجة الاعتقاد بعد الأخذ في الحسبان عوامل متعددة كالخبرة السابقة لمتخذ القرار، وتجربته وممارسته العلمية، ومستوى تطلعاته وتوقعاته وآماله.

– الاحتمال الموضوعي، الذي يتحدّد عن طريق إجراء تجربة قد تكون ميدانية وذلك بحساب نسب وقوع حدث ما وفقاً لنتائج التجربة.

– الاحتمال التكراري، وفيه يتم حساب الاحتمال على أساس أنه معدّل تكرار الحدث في الأجل الطويل[xii].

وقد أثبتت بعض التطبيقات العملية أن تطبيق نظرية الاحتمالات في مجال اتخاذ القرارات، يساعد متخذ القرار في مواقف وحالات عدم التأكد وحالات المخاطرة في تحدّيد درجة احتمال حدوث أحداث معينة تؤثر في تنفيذ القرار أو في تحقيق النتائج المطلوبة، وقد لجأ الكثير من المديرين إلى تطبيق هذه النظرية في اتخاذ القرارات الخاصة بتحدّيد جودة الإنتاج عن طريق فحص عينات محدّدة من السلع التي تنتج أو الأسعار المقترحة على أساس حصة المنتج في السوق. إلا أن ذلك لا يعني أن تطبيق هذه النظرية يتم بسهولة، فهناك بعض الصعوبات التي قد تعترض المدير في تطبيقها، وتتمثل هذه الصعوبات في عدم توافر البيانات والمعلومات الدقيقة والوافية وخاصة التاريخية منها والتي تساعد متخذ القرار على تقدير الاحتمالات.

كما أن اتجاهات المديرين بالنسبة لعدم التأكد تختلف باختلاف السمات والقدرات الشخصية والاتجاهات والقيم فيما بينهم، وهذا ينعكس بدوره على إمكانية تطبيق النظرية، يضاف إلى ما سبق من

صعوبات أن التطور الكبير الذي تشهده المنظمات الإدارية وتعقّد وتشابك نشاطاتها وتعقّد المشاكل الإدارية التي تواجه قياداتها، كلّ ذلك يشكل عقبة في عملية التوقع أو تحدّيد درجة الاحتمال من خلال نظرية الاحتمالات[xiii].

5- 4- التحليل الحدِّي

يهدف أسلوب التحليل الحدّي إلى دراسة وتحليل البدائل المتعددة المطروحة أمام متخذ القرار والمفاضلة بين البدائل لمعرفة مدى الفائدة أو المنفعة المتحققة عن البدائل مستخدماً في ذلك قواعد التي أوجدها التحليل الحدّي كأساس للمفاضلة بين تلك البدائل.

ومن أهم المعايير التي يستخدمها أسلوب التحليل الحدّي في عملية المفاضلة بين بدائل الحلّول المطروحة أمام متخذ القرار معياران يتمثلان في التكلفة الحدّية والعائد الحدّي. فالتكلفة الحدّية هي التكلفة التي تترتب على إنتاج وحدة إضافية، أما العائد الحدّي فيمثل الإيراد الإضافي المترتب على بيع وحدة إضافية، واتخاذ القرار بتطبيق أسلوب التحليل الحدّي يفترض على متخذ القرار أن يختار البديل الذي يحقق عائداً أو إيراداً حدياً أعلى من غيره[xiv].

ومن أهم مجالات تطبيق هذا الأسلوب القرارات التي تتخذ في ظل ظروف متغيرة والتي تتطلب من متخذ القرار الدّقة في تقدير أحداث المستقبل التي يصعب التكهن بها، ويمكن للمدير متخذ القرار عند اتخاذ مثل هذه القرارات الاستعانة بخبرات وآراء الاختصاصيين الذين غالباً ما يكون لديهم خبرة في استخدام الطرق العلمية التي تساعد في الوصول إلى درجة عالية من الدّقة في عملية التنبؤ بأحداث المستقبل. وقد كشفت التطبيقات العملية لهذا الأسلوب من جدواه وفائدته في مساعدة المديرين، وخاصةً في المواقف والظروف المتغيرة في وضع معايير وأسس معينة لتقديراتهم للمستقبل يتحسسون من خلالها العوامل والاتجاهات المتعلقة بالمشكلة محّل القرار، وتمكنهم من تحدّيد أي من الأحداث محتمل الحدوث أكثر من الآخر، الأمر الذي يساهم في النهاية على تخفيض احتمالات المستقبل، والتركيز على عدد محدّود من هذه الاحتمالات وتقدير إمكانية حدوثها من عدمه.

وهناك أساليب ونماذج كمِّية أخرى يمكن استخدامها في عملية اتخاذ القرارات نماذج خطوط الانتظار، سلاسل ماركوف، نماذج المخزون، تقنيات المحاكاة، نماذج التنبؤ، ...

6- تطبيق لاستعمال التحليل الحدّي كنموذج رياضي في عملية اتخاذ القرار

6- 1- تطبيق التحليل الحدِّي وتوازن المستهلك

يهدف أسلوب التحليل الحدّي إلى دراسة وتحليل البدائل المتعددة المطروحة أمام متخذ القرار والمفاضلة بين البدائل لمعرفة مدى الفائدة أو المنفعة المتحققة عن البدائل مستخدماً في ذلك قواعد التي أوجدها التحليل الحدّي كأساس للمفاضلة بين تلك البدائل.

بما أن علم الاقتصاد يمثل فرع من العلوم الاجتماعية يهتم بدراسة الجنس البشري، فيبحث في ذلك الجزء المتعلق بكيفية الحصول على المقومات المادية بالشكل الذي يحقق أكبر قدر من المنفعة، فالمستهلك الرشيد أو العقلاني يسعى دائماً لتعظيم منفعته باستعمال التحليل الحدِّي الرياضي.

إن المستهلك الذي يملك دخلاً محدّوداً يحاول أن يُنفق هذا الدخل بين السلع والخدمات المختلفة بحيث يحقق أكبر قدر من الإشباع، علماً بأنه لا يستطيع أن يؤثر في مشترياته.

طبقاً للمدخل الرياضي الذي يرجع إلى الاقتصادي ألفريد مارشال Alfred Marshall فإن لكلّ مستهلك دالة منفعة حيث يستمد هذا المستهلك منفعته من عدد الوحدات التي يحصل عليها من السلع المختلفة؛ هذا يعني أنه يمكن التعبير رياضياً عن دالة المنفعة مستهلك لسلعتين كالآتي: $U = f(x_1, x_2)$

إن مشكلة المستهلك في شراء الكمّيات المختلفة من السلعتين x_2 وx_1 تتمثل في محاولة تحقيق التوازن أي تحقيق أقصى منفعة ممكنة في حدّود دخله، أي تعظيم دالة المنفعة: $U = f(x_1, x_2)$

طبقاً للقيد: $R - \sum_{i=1}^{2} P_{xi} x_i = 0$

حيث P_{xi} يمثل سعر السلعة x_i ويمثل R دخل المستهلك.

يمكن حلّ هذه المشكلة باستخدام التحليل الحدِّي كنموذج رياضي بإيجاد نقاط النهاية العظمى لدالة المنفعة باستخدام دالة لاغرانج "Fonction de Lagrange" كالتالي:

$$L = f(x_1, x_2) + \lambda(R - \sum_{i=1}^{2} P_{xi} x_i)$$

$$L = f(x_1, x_2) + \lambda(R - P_{x1}x_1 - P_{x2}x_2)$$

حيث تمثل L دالة لاغرانج وλ مضاعف لاغرانج.

تبلغ L مستواها الأقصى عندما:

الشروط الضرورية:

$$\frac{\partial L}{\partial x_1} = \frac{\partial f}{\partial x_1} - \lambda P_{x1} = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_2} = \frac{\partial f}{\partial x_2} - \lambda P_{x2} = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = R - \sum_{i=1}^{2} P_{xi} x_i = 0$$

الشرط الكافي:

يتطلب الشرط الكافي لتحقيق توازن المستهلك أن تحمل محدِّدة هيشيان المطوقة إشارة موجبة.

أي لابد أن تكون: $H_2 > 0$.

وتُعرف محدِّدة هيشيان المطوقة H_2 كالتالي:

$$H_2 = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2 L}{\partial x_1^2} & \frac{\partial^2 L}{\partial x_1 \partial x_2} & \frac{\partial^2 L}{\partial x_1 \partial \lambda} \\ \frac{\partial^2 L}{\partial x_1 \partial x_2} & \frac{\partial^2 L}{\partial x_2^2} & \frac{\partial^2 L}{\partial x_2 \partial \lambda} \\ \frac{\partial^2 L}{\partial x_1 \partial \lambda} & \frac{\partial^2 L}{\partial x_2 \partial \lambda} & \frac{\partial^2 L}{\partial \lambda^2} \end{vmatrix}$$

وحيث أن:

$$\frac{\partial L}{\partial x_1} = \frac{\partial f}{\partial x_1} - \lambda P_{x1} = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial x_2} = \frac{\partial f}{\partial x_2} - \lambda P_{x2} = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = R - \sum_{i=1}^{2} P_{xi} x_i = 0$$

فإن محدِّدة هيشيان تصبح كالتالي:

$$H_2 = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2 U}{\partial x_1^2} & \frac{\partial^2 U}{\partial x_1 \partial x_2} & -P_{x1} \\ \frac{\partial^2 U}{\partial x_1 \partial x_2} & \frac{\partial^2 U}{\partial x_2^2} & -P_{x2} \\ -P_{x1} & -P_{x2} & 0 \end{vmatrix}$$

6- 2- تطبيق التحليل الحدِّي وتسيير المخزون

لقد استعمل ويلسن Wilson التحليل الحدِّي كنموذج رياضي في ظروف التأكد يساعد على تحدّيد الكمّية من المواد واللّوازم أو البضائع الواجب التموين بها والتي تتماشى والسير الحسن للنشاط الاستغلالي في المؤسسّة والوقت الضروري لإعادة التموين من طرف المؤسسّة بأقل التكاليف سواء كانت هذه التكاليف خاصة بإعداد الطلبيات أو الاحتفاظ بالمخزون أو النفاذ.

يرتكز هذا النموذج على مجموعة من المعطيات، تكون معلومة مسبقاً:

*- عدد الطلبيات $X = \frac{D}{N}$ حيث تمثل D الكمّية الكلّية من الطلبيات وN الكمّية الواحدة المطلوبة.

*- مدة إعادة التموين $\theta = TX$ حيث تمثل T المدة الفاصلة بين طلبيتين.

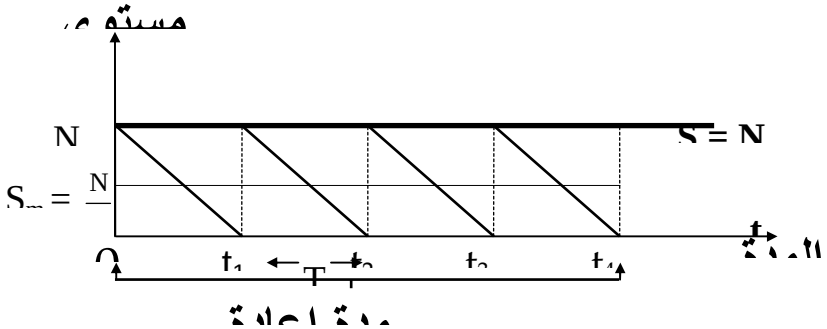
يمكن إيجاد المدة الفاصلة بين طلبيتن من المعادلة $T = \frac{\theta}{X}$.

*- تكلفة إصدار أو انتقال كلّ الطلبيات $C_L = X\, c_L$ أو $C_L = c_L\, \frac{D}{N}$ حيث تمثل c_L تكلفة إصدار أو انتقال طلبية واحدة وc_S تكلفة تخزين طلبية واحدة.

*- تكلفة تخزين كلّ الطلبيات $C_S = Xc_ST$ أو $C_S = c_S\theta\, \frac{N}{2}$.

*- التكلفة الكلّية $C = C_L + C_S$.

الشكل 01:
مدة إعادة التموين والفترة الفاصلة بين طلبيتين
في نموذج الكمّية الاقتصادية الأساسي



المصدر: عبد الغفار حنفي، إدارة المشتريات والمخازن، الدار الجامعية الجديدة للنشر، الإسكندرية 2002، ص. 237.

6 – 2 – 1 – حساب الكمّية الاقتصادية الواجب طلبها

بما أن تكلفة إصدار، انتقال وتخزين كلّ الطلبيات تكون متناسبة مع الكمّية المطلوبة، فإن الكمّية المفضلة الواجب طلبها تُحمل المؤسسّة أدنى حجم لهذه التكاليف.

من أجل المدة θ نجد التكلفة الكلّية $C = C_L + C_S$ أو $C = \frac{D}{N}c_L + c_S\theta\frac{D}{N}$

تبلغ التكلفة الكلّية مستواها الأدنى أو الأقصى عندما $\frac{dC}{dN} = 0$ أي أن $\frac{1}{2}c_L + -c_S\theta\frac{D}{N^2} = 0$

$$D\frac{c_L}{N^2} = c_S\theta\frac{1}{2} \Leftrightarrow$$

$$\frac{2Dc_L}{c_S\theta} = c_S\theta \Rightarrow$$

$$N^2 = \frac{2Dc_L}{N^2}$$

$$N = \sqrt{\frac{2DC_L}{c_S\theta}}$$

حتى نعرف إن كان المستوى أدنى أو أقصى نحسب:

$$\frac{d^2C}{dN} = \frac{D}{N^3}c_L > 0$$

لأن: $N > 0$، $D > 0$ و $c_L > 0$.

إذن تبلغ التكلفة الكلّية مستواها الأقصى عندما $N = \sqrt{\frac{2DC_L}{c_S\theta}}$ حيث نسمي هذه الأخيرة بالكمّية الاقتصادية الواجب طلبها ونعينها بـ: N^*. أي أن $N^* = \sqrt{\frac{2DC_L}{c_S\theta}}$.

تبلغ التكلفة الكلّية مستواها الأدنى أو الأقصى عندما $\frac{dC}{dN} = 0$ أي أن $\frac{1}{2}c_L + -c_S\theta\frac{D}{N^2} = 0$

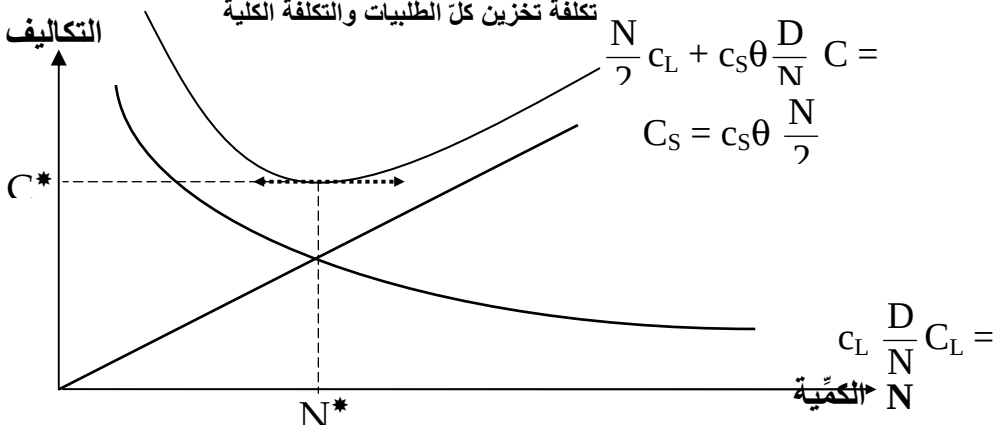
$$\frac{1}{2}c_L = c_S\theta\frac{D}{N^2} \Leftrightarrow$$

$$N \Rightarrow C_L = C_S \frac{1}{2} c_L = c_S \theta \frac{1}{2} \Leftrightarrow$$

وبالتالي ينتج بأن تكلفة إصدار أو انتقال كلّ الطلبيات تتساوى مع تكلفة تخزين كلّ الطلبيات في الحدّ الأدنى للتكلفة الكلّية[xv].

الشكل 02:

التمثيل البياني لتكلفة إصدار أو انتقال كلّ الطلبيات، تكلفة تخزين كلّ الطلبيات والتكلفة الكلّية



المصدر: عبد الغفار حنفى، إدارة المشتريات والمخازن، مرجع سابق ذكره، ص.

يلاحظ على معادلة الكمّية الاقتصادية الواجب طلبها ما يلي:

*- لتحدّيد كمّية الشراء المثلى يلزم معرفة إجمالي الاحتياطات السنوية D، التكاليف الكلية لإصدار الطلبيات C_L وتكلفة تخزين واحدة خلال مدة إعادة التموين θ.

*- إذا كانت أرقام الاحتياجات معطاة في شكل شهري أو يومي أو أسبوعي، فيجب تحويلها إلى سنوية قبل استخدامها في المعادلة. وكذلك الحال بالنسبة لتكلفة تخزين الوحدة. فهي على أساس سنوي[xvi].

خاتمة

تعتبر النماذج الرياضية بمثابة حقل واسع يتضمن كافة المداخل الرشيدة لعملية صنع القرارات الإدارية، معتمدةً استخدام الطريقة العلمية كأساس ومنهج في البحث العلمي. فهناك العديد من الأدوات أو الأساليب الكّمية التي يعتقد بأنها مفيدة في عملية اتخاذ القرارات الإدارية.

في ضوء التقدم والتطور السريع في شتى المجالات، فقد ظهرت حاجة ماسة لوجود أدوات علمية ومنطقية تساعد في اتخاذ القرارات وتُقدم المشورة المناسبة لحلّ المشاكل التي تواجه منظمات الأعمال. ومن هذه الأدوات الأساليب الكمّية التي لم تجد لها مكاناً في أغلب منظمات الأعمال والمؤسسّات في الدّول النامية، حيث تعاني هذه المنظمات من الإحجام في استخدام الأساليب الكمّية.

تُعد الأساليب الكمّية إحدى الوسائل التي تستطيع المنظمات استخدامها في حلّ الصعوبات التي تواجهها أو على الأقل تقدم المشورة المناسبة لها، فهي أساليب تعتمد على المنهج العلمي والمنطقي وتستخدم لنماذج الرياضية والإحصائية وتوفر أرضية مناسبة لعملية صنع القرار، وتساعد على تقوية الاتصالات من خلال العلاقة بين محللي العمليات وباقي العاملين في المنظمة.

الهوامش:

[i] منعم زمرير الموسوي، اتخاذ القرارات الإدارية – مدخل رياضي، دار اليازوري العلمية، عمان 1998، ص. 84.

[ii] Thirauf, Robert J., An introductory Approach to Operation Research, 1st Edition, Wiley / Hamilton Publication 1978, P. 13.

[iii] Bernard Walliser, L'intelligence de l'économie, quatrième édition, Odile Jacob, Paris 2008, P. 123.

[iv] بوشنافة أحمد، النماذج الرياضية في عملية اتخاذ القرارات الإدارية، جامعة الجزائر 2001، ، ص. 102.

[v] علي السلمي، إدارة التميز – نماذج وتقنيات الإدارة في عصر المعرفة، دار غريب، القاهرة 2002، ص. 211.

[vi] ديفيد أندرسون وآخرون، تعريب محمد توفيق البلقيني ومرفت طلعت المحلاوي، التحليل الرياضي في الإدارة، دار المريخ للنشر والطباعة، الرياض 2006، ص. 129.

[vii] سمير محمد عبد العزيز، الاقتصاد الإداري – مدخل تحليل رياضي لاتخاذ القرارات في منظمات الأعمال، الطبعة الثانية، مكتبة الإشعاع، الإسكندرية 1998، ص. 63 - 67.

[viii] بوشنافة أحمد، النماذج الرياضية في عملية اتخاذ القرارات الإدارية، مرجع سابق ذكره، جامعة الجزائر 2001، ص. 118.

[ix] منعم زمرير الموسوي، اتخاذ القرارات الإدارية – مدخل رياضي، مرجع سابق ذكره، ص. 201.

[x] فريد عبد الفتاح زين الدين، بحوث العمليات وتطبيقاتها في حلّ المشكلات واتخاذ القرارات، جامعة الزقازيق، محافظة مصر الشرقية 1997، ص. 245.

[xi] مكيد علي، الاقتصاد القياسي، مرجع سابق ذكره، ص. 50.

[xii] إبراهيم أحمد مخلوف، التحليل الرياضي في الإدارة، الطبعة الأولى، مطابع جامعة الملك سعود، الرياض 1995، ص. 73.

[xiii] إسماعيل السيد، النماذج الرياضية في مجال الأعمال، دار الجامعة للنشر، التوزيع والطباعة، الإسكندرية 2001، ص. 56.

[xiv] عبد الحي مرعى، بحوث العمليات في اتخاذ القرارات، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية 1993، ص. 312.

[xv] عبد الغفار حنفي، إدارة المشتريات والمخازن، مرجع سابق ذكره، ص. 239.

[xvi] محمد صالح حناوي، محمد توفيق ماضي، بحوث العمليات في تخطيط ومراقبة الإنتاج، الدار الجامعية، الإسكندرية 2006، ص. 69.