المحاضرة الأولى

مقدمة في بحوث العمليات

نبذة تاريخية في بحوث العمليات

يعود استخدام أساليب بحوث العمليات إلى الحرب العالمية الثانية عندما لجأ الأمريكيون والإنجليز إلى الأساليب الكمية في حل المشاكل التي واجهتهم حينئذ. وقد تم ذلك عن طريق تكوين فريق من العلماء المتخصصين في الرياضيات، والهندسة، والسلوكيات...الخ، بحيث يقوم الفريق بدراسة المشكلة واقتراح الحلول المناسبة مستخدماً الأسلوب العلمي في ذلك. ومن ضمن القرارات التي نوقشت واتخذت بهذه الطريقة تحديد الأهداف العسكرية، وتوقيت الضربات الجوية، وتحديد أفضل الوسائل وأكثرها أمناً للإنزال العسكري، ونقل المؤن والأفراد.

وقد حفز نجاح استخدام هذه الأساليب خلال الحرب في اتخاذ القرارات العسكرية، وتوسيع قاعدة الاستعمالات من خلال استعمال المبادئ الأساسية في مختلف نواحي الإدارة غير العسكرية. وقد ظهر أول كتاب في بحوث العمليات في العام ١٩٤٦م باسم "طرق بحوث العمليات: لموريس وكمبال، وكان أهم الاكتشافات في هذا الصدد لجورج دانترج عام ١٩٤٧م لطريقة السمبلكس لحل مشاكل البرمجة الخطية وتبع ذلك تطورات أدت إلى ظهور كتاب بحوث العمليات عام ١٩٥٧م.

ما هي بحوث العمليات

تتعرض مادة بحوث العمليات للأساليب الكمية المستخدمة في اتخاذ القرارات. حيث تم في السنوات الأخيرة تطوير العديد من الأساليب الكمية بهدف المساعدة في اتخاذ القرار.

ويمكن تعريف مصطلح بحوث العمليات Operations Research بأنه مصطلح يطلق على عملية صنع القرار المبنية على المنهج العلمي مع الاعتماد بصفة رئيسية على أساليب التحليل الكمي في حل المشكلة الإدارية بهدف الوصول إلى البديل الأمثل Optimum في حدود الإمكانيات المتاحة وذلك بناء على بيانات

تفصيلية ودراسة دقيقة للمخرجات وتقدير المخاطر لكل البدائل المتاحة، وبلغة أخرى هو علم التمثيل الرياضي لمشاكل عملية اتخاذ القرار وإيجاد طرق حل لهذه النماذج الرياضية.

أما التعريف الذي قدمته جمعية بحوث العمليات الأمريكية فهو "تهتم بحوث العمليات بالاختيار العلمي لأفضل تصميم وتشغيل لأنظمة الإنسان – الآلة – وفي ظروف تتطلب تخصيصاً للموارد المحدودة".

من التعريف الأول يتضح أن علم بحوث العمليات تعتمد على استخدام النماذج الرياضية كقالب تصاغ فيه المشكلة الإدارية، إلا أن نجاح تكوين النموذج وتطبيقه يعتمد على قدرة متخذ القرار الخلاقة، حيث يتوقف نجاح عملية جمع البيانات للنموذج والتحقق من صحة تمثيله للواقع وتطبيقه على القدرة على إيجاد خطوط اتصال جيدة بين هؤلاء الذين لديهم المعلومات وبين من سيقوم بالتطبيق وفريق بحوث العمليات.

والجدير بالذكر أن نوع المنظمة ليس له أي علاقة بمجال التطبيق، حيث إن أساليب بحوث العمليات تطبق في مختلف المجالات، مثل إدارة التجارة، والصناعة، والمستشفيات، والقطاع العام...الخ. وتعتمد بحوث العمليات على استخدام المنهج العلمي وذلك بهدف إيجاد الحل الأمثل Optimal للمشكلة محل الدراسة. ومن أجل الوصول للهدف لابد من تحديد مقياس كفاية يضع في اعتباره أهداف المنظمة ككل. حيث يستخدم المقياس لمقارنة البدائل المتاحة.

وتعتمد بحوث العمليات على استخدام الحاسب الآلي نتيجة تعقد النماذج الرياضية، وكثرة البيانات، وتعدد العمليات الحسابية المطلوبة أداؤها قبل الوصول إلى حل. كما أدى تطور الحاسب إلى وجود شركات متخصصة في إعداد البرمجيات Software المتعلقة بأساليب بحوث العمليات.

عملية صنع القرار وبحوث العمليات

تتضمن عملية صنع القرار الخطوات الآتية:

بناء المشكلة:
١- تعريف المشكلة.
٢- تحديد البدائل.

تحليل المشكلة:
٣- اختيار مقياس للمقارنة بين البدائل.
٤- تقييم البدائل.
٥- اختيار أحد البدائل.

وبفحص الخطوة الرابعة (تقييم البدائل) نجد أن عملية التقييم قد تأخذ اتجاهين أساسيين: تحليل نوعي Qualitative أو تحليل كمي Quantitative، ويقوم الاتجاه الأول على خبرة المدير، ويتضمن ذلك قدرته البديهية أو ما نعرفه بالعامي "بالحاسة السادسة"، فإذا كانت المشكلة سبق وأن حدثت، أو كانت سهلة نسبياً، فكثيراً ما يستخدم المدير فطنته وخبرته في معالجتها. ولكن إذا لم يكن لديه الخبرة اللازمة وكانت المشكلة صعبة ومعقدة، فلابد إذاً من الاتجاه الكمي في تحليل المشكلة ومن ثم اختيار البديل الأفضل.

وباستخدام التحليل الكمي يكون تركيز المحلل على فهم الحقائق الكمية والبيانات المتعلقة بالمشكلة، ثم يكون نموذجاً رياضياً من واقع فهمه وإلمامه بالمشكلة. ويجب أن يمثل النموذج الهدف، والقيود، والعلاقات المتداخلة في المشكلة أفضل تمثيل. وباستخدام الأساليب الكمية يستطيع المحلل أن يحلل النموذج ويقترح الحل الأمثل للمشكلة.

أسباب الحاجة إلى أساليب بحوث العمليات

هناك حاجة لأساليب بحوث العمليات حينما نلاحظ أي من العلامات الآتية على المنظمة، مما يجعل من المفيد الاستعانة بأخصائي بحوث العمليات، ولعل أهمها:

١- وجود مشكلة معقدة جداً، حيث تتداخل عوامل عدة وتعجز النظم المتوفرة عن إيجاد حل مناسب.

٢- حينما يتطلب القرار تبرير كمياً.

٣- الحاجة إلى تقييم أو تقليل المخاطرة كما هو الحال عند البدء في مشروع جديد حيث لا توجد خبرة مسبقة عن كيفية اتخاذ قرار منطقي.

٤- تكرار المشكلة، وعدم قدرة المنشأة على الاستفادة من البيانات لحل المشكلة.

٥- لتحسين مستوى الأداء وتقليل المخاطرة وتحقيق الميزة التنافسية للمنظمة.

استخدام النماذج في بحوث العمليات

أهم النماذج المستخدمة هي النماذج الرياضية Mathematical Models والمحاكاة الآلية Computer Simulation.

ويتم بناء النماذج الرياضية في بحوث العمليات من خلال كتابة المشكلة الإدارية في شكل معادلات تضم في تكوينها مجموعة من المتغيرات التي يمكن التحكم فيها، ومجموعة أخرى من المتغيرات التي لا تستطيع المنظمة التحكم فيها. فمثلاً نجد أن القرار الإداري الخاص بتغيير أسعار منتجات الشركة لا يقف عند حد تغيير الأسعار بل لابد من دراسة تأثير هذا القرار على الإنتاج، والمبيعات، والطلب...الخ. وعلى هذا فإن النماذج الرياضية لا تقف عند حد استعراض هذه المتغيرات، ولكن أيضاً تحليل العلاقة والتفاعل بينها، وذلك من خلال سلسلة من المعادلات الرياضية، ويمكننا القول بأن النماذج الرياضية تساعد:

١- في التعامل مع المشكلة ككل (أي بصفة شاملة).

٢- المحلل على رؤية المشكلة بوضوح وتحديد ما هي البيانات ذات العلاقة.

٣- في توضيح العلاقة بين السبب والأثر والتي قد لا تكون واضحة بدون تجسيم رياضي.

وبالرغم من هذه المزايا إلا أن التمثيل الرياضي لا يخلو من العيوب، فالنموذج تمثيل بسيط لموقف واقعي، وكثيراً ما نضطر لعمل فرضيات وتقديرات وتخمينات ونحن في مرحلة تمثيل المشكلة رياضياً.

خطوات التحليل الكمي

١- تحديد المشكلة

تعتبر خطوة تحديد المشكلة من أهم الخطوات، ويتوقف عليها نجاح أو فشل المنهج الكمي في اتخاذ القرار. حيث يتطلب الأمر الكثير من الخيال، والإبداع، والعمل الجماعي من أجل صياغة المشكلة ووضعها في إطار يمكن تناوله كمياً. وغالباً ما تكون المشكلة:

١- وضع جديد لم يتخذ بشأنه قرار من قبل.

٢- مجال لم يحقق نجاحاً كما هو متوقع له.

٣- في حالة إعادة تقييم للسياسة الحالية لمعرفة إمكانية تحسينها.

٢- تكوين النموذج الرياضي

صياغة المشكلة Problem Formulation في نموذج رياضي هي أهم ما يميز علم بحوث العمليات عن غيره من العلوم القائمة على استخدام الأساليب الكمية، ويتم تكوين النموذج الرياضي عن طريق ترجمة التعبيرات اللغوية إلى علاقة رياضية.

أ- المدخلات التي لا تستطيع المنظمة التحكم فيها، مثل سعر السلعة أو تكلفة الإنتاج، وكذلك المدخلات التي تستطيع المنظمة التحكم فيها، مثل عدد الوحدات المنتجة، أو كمية البضاعة، ونعرفها بالمجاهيل والتي يجب تحديدها لحل النموذج.

ب- المحددات Constraints وهذه تمثل القيود الفنية والاقتصادية وغيرها والتي تحد من قيمة الحلول الممكنة.

ج- دالة الهدف Objective Function وتحدد مقياس الكفاية للإدارة، ونمثله بدالة رياضية للمتغيرات المتحكم فيها. ونحصل على الحل الأمثل حينما تحقق قيمة المتغيرات المتحكم فيها أحسن قيمة للدالة في حدود القيود المفروضة.

٣- جمع البيانات

وهي مرحلة تجميع البيانات عن المتغيرات غير المتحكم فيها.

خطوات التحليل الكمي

١- تحديد المشكلة

تعتبر خطوة تحديد المشكلة من أهم الخطوات، ويتوقف عليها نجاح أو فشل المنهج الكمي في اتخاذ القرار. حيث يتطلب الأمر الكثير من الخيال، والإبداع، والعمل الجماعي من أجل صياغة المشكلة ووضعها في إطار يمكن تناوله كمياً. وغالباً ما تكون المشكلة:

١- وضع جديد لم يتخذ بشأنه قرار من قبل.

٢- مجال لم يحقق نجاحاً كما هو متوقع له.

٣- في حالة إعادة تقييم للسياسة الحالية لمعرفة إمكانية تحسينها.

٢- تكوين النموذج الرياضي

صياغة المشكلة Problem Formulation في نموذج رياضي هي أهم ما يميز علم بحوث العمليات عن غيره من العلوم القائمة على استخدام الأساليب الكمية، ويتم تكوين النموذج الرياضي عن طريق ترجمة التعبيرات اللغوية إلى علاقة رياضية.

أ- المدخلات التي لا تستطيع المنظمة التحكم فيها، مثل سعر السلعة أو تكلفة الإنتاج، وكذلك المدخلات التي تستطيع المنظمة التحكم فيها، مثل عدد الوحدات المنتجة، أو كمية البضاعة، ونعرفها بالمجاهيل والتي يجب تحديدها لحل النموذج.

ب- المحددات Constraints وهذه تمثل القيود الفنية والاقتصادية وغيرها والتي تحد من قيمة الحلول الممكنة.

ج- دالة الهدف Objective Function وتحدد مقياس الكفاية للإدارة، ونمثله بدالة رياضية للمتغيرات المتحكم فيها. ونحصل على الحل الأمثل حينما تحقق قيمة المتغيرات المتحكم فيها أحسن قيمة للدالة في حدود القيود المفروضة.

٣- جمع البيانات

وهي مرحلة تجميع البيانات عن المتغيرات غير المتحكم فيها.

٤- حل النموذج

ويعني ذلك محاولة معرفة قيم المتغيرات المتحكم فيها والتي تعطي أفضل حل ممكن بدون تجاوز القيود المفروضة على المشكلة.

٥- كتابة التقرير

يجب أن يكتب بلغة بسيطة، موضحاً فيه الحل وطريقة تنفيذه.

استخدام التمثيل الكمي في حل المشاكل الإدارية

مثال رقم (١ - ١)

شركة ترغب في تحقيق أقصى ربح ممكن من إنتاج حقائب جلدية، ومعدل ربح الحقيبة الواحدة ١٢ ريال. ويلزم لإنتاج الحقيبة الواحدة أربع ساعات عمل.
ويتوفر لدى الشركة ٤٠ ساعة عمل فقط في الأسبوع الواحد. فما هو عدد الحقائب الممكن إنتاجها في الأسبوع من أجل تحقيق هدف الشركة (أقصى ربح)؟

تعريف المتغيرات:

د: دالة الهدف

س: عدد الوحدات الممكن إنتاجها من الحقائب

صياغة المشكلة رياضياً:

يمكن صياغة المشكلة على مرحلتين:

المرحلة الأولى: تمثيل الهدف

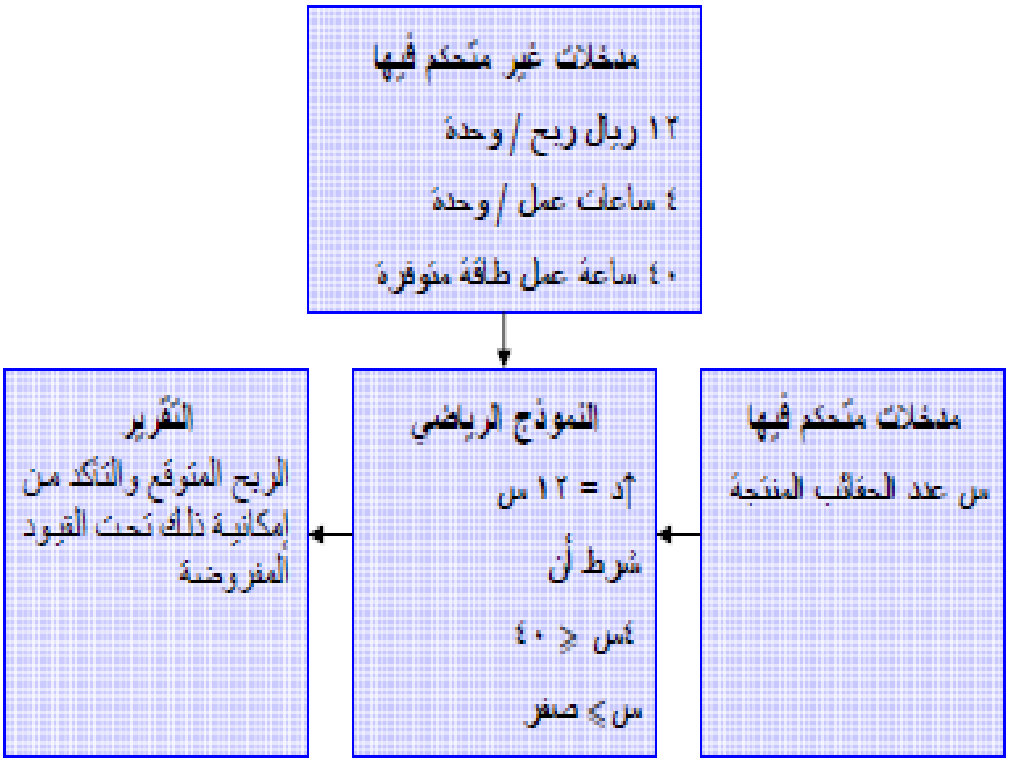
حقق أقصى ربح: د = ١٢ س

المرحلة الثانية: القيود المفروضة على الإنتاج

٤س ≤ ٤٠ (١)

س ≥ صفر (٢)

الشرط الثاني يكاد يكون بديهياً ويعني أنه يجب أن يكون العدد المنتج من الحقائب إيجابياً، ويعرف بشرط عدم السالبية.



خطوات حل مشكلة الإنتاج

ومن ثم يكون النموذج الكامل لمشكلة الإنتاج:

حقق أقصى ربح د = ١٢س

بشرط أن:

٤س ≤ ٤٠ (١)

س ≥ صفر (٢)

أساليب بحوث العمليات

تعتبر أساليب البرمجة الخطية والبرمجة العبيدة وتحليل الشبكات والمحاكاة ونموذج سلاسل ماركوف هي الأكثر استخداماً في الواقع العملي.

المحاضرة الثانية
البرمجة الخطية (الصياغة الرياضية)

مفهوم البرمجة الخطية

هي أداة رياضية تساهم في مساعدة المديرين عل اتخاذ قرارات إدارية تتعلق باستخدام الموارد المتاحة بهدف تحقيق أقصى عائد ممكن أو أقل تكلفة ممكنة. ولكن لا يعتبر هذا الاستخدام الوحيد لها فلا يكاد يخلو مجال من مجالات استخدام بحوث العمليات إلا ونجد البرمجة الخطية تمثل جزءاً مباشراً أو غير مباشر من أسلوب الحل.

مجالات تطبيق البرمجة الخطية

- الصناعة: مسائل تخطيط الإنتاج والطاقة، ومسائل المزيج ذو الكلفة الأقل للإنتاج.
- توزيع ونقل البضائع: مسائل النقل والتخصيص وتوزيع المنتجات.
- التسويق: مسائل التوظيف وتنظيم المزيج التسويقي الأفضل.
- لقياس الوحدة النسبية الإدارية المتماثلة الأهداف (قياس أداء فروع الشركات).

خواص البرمجة الخطية:

يتكون نموذج البرمجة الخطية من ثلاثة عناصر:

١- دالة الهدف: الهدف في جميع مشاكل البرمجة الخطية يكون إما تحقيق "أقصى" أو "أقل" كمية ما.

مثال رقم (١ - ٢)

إذا كان لديك نوعين من المنتجات، المنتج الأول سعر بيعه ١٥ ريال، وتكلفة إنتاجه ١٠ ريال، والنوع الثاني سعر بيعه ١٠ ريال وتكلفة إنتاجه ٧ ريال، المطلوب إيجاد دالة الهدف؟

حل مثال رقم (١ – ٢)

ربح السلعة الأولى = ١٥ – ١٠ = ٥ ريال.

ربح السلعة الثانية = ١٠ – ٧ = ٣ ريال.

∴ دالة الهدف ↑ = ٥س١ + ٣س٢

٢- **القيود:** وجود قيود أو محددات أو متباينات على إمكانية تحقيق الهدف.

ملاحظة:

- إذا كان المتاح أو المتوفر مشروط بأحد الكلمات التالية: لا يقل عن أو الحد الأدنى أو على الأقل أو أكثر من أو يزيد عن، جميع هذه الكلمات تعني أكبر من أو يساوي (≥).
- إذا كان المتوفر أو المتاح مشروط بأحد الكلمات التالية: لا يزيد عن أو الحد الأقصى أو على الأكثر أو أقل من أو لا يزيد عن، جميع هذه الكلمات تعني أصغر من أو يساوي (≤).

ويمكن وضع هذه القيود في جدول بحيث يسهل علينا استنتاج القيود منها.

مثال رقم (٢ – ٢)

إذا كان لديك نوعين من المنتجات يحتاج المنتج الأول إلى ساعة عمل وساعتين تجميع، ويحتاج المنتج الثاني إلى ساعة عمل وساعة تجميع علماً بأن المتاح من ساعات العمل هو ٦ ساعات والمتاح من ساعات التجميع هو ١٠ ساعات وأن ربح الوحدة الأولى ٣ ريال، وربح الوحدة الثانية ٤ ريال، وأن السوق لا يستوعب أكثر من ٤ وحدات من المنتج الثاني. والمطلوب صياغة نموذج البرمجة الخطية الذي يحقق أعظم ربح؟

حل مثال رقم (٢ – ٢)

أولاً: نقوم بعمل جدول كالتالي:

المنتجات / القيود	المنتج الأول س١	المنتج الثانى س٢	المتاح (المتوفر)
عمل	١	١	٦ ≥
تجميع	٢	١	١٠ ≥
طلب السوق	—	ص	٤ ≥
الربح	٣	٤	

ملاحظة:

- إذا كان القرار تعظيم ربح وكانت الطاقة غير مشروطة نجعل المتراجحة أقل من أو يساوس ≥ .
- إذا كان القرار تقليل تكلفة وكانت الطاقة غير مشروطة نجعل المتراجحة أكبر من أو يساوي ≤ .

ثانياً: يكون نموذج البرمجة الخطية كالآتي

١- دالة الهدف ↑ = ٣س١ + ٤س٢

٢- القيود

- قيد العمل ١س١ + ١س٢ ≥ ٦
- قيد التجميع ٢س١ + ١س٢ ≥ ١٠
- قيد السوق ١س٢ ≥ ٤

٣- قيد عدم السالبية: ويعني الحل يجب أن يكون دائماً في الربع الأول الموجب.

مثال رقم (٣ - ٢)

نفرض أن شركة الثوب السعودي تنتج ثلاثة أنواع من الثياب وتمر بمراحل كما في الجدول التالي:

العمليات / النوع	القص	الحياكة	الكي	الربح
كبير	٢	٣	٢	٦٠
وسط	٢	٤	٣	٩٠
صغير	١	٢	١	٥٥
الزمن	١٢٠	١٨٠	١٥٠	