بحوث العمليات

Operation Research

الاهداف التعليمية

يتمكن الطالب من فهم المواضيع التالية :

- نشأة بحوث العمليات وتطورها
- المراحل المتبعة في حل مشاكل بحوث العمليات
- البرمجة الخطية ومعالجة مشاكل الامثلية
- القيود وصياغة دالة الهدف
- حل مشاكل الامثلة لمتغيرين بالطريقة البيانية .

1-10 نشأة وتطور بحوث العمليات

هناك اجماع مبدئي على ان النصف الثاني من القرن العشرين شهد انجازا مهما وهو التوسع في استعمال بحوث العمليات لحل المشاكل الادارية المستحدثة والتي زامنت بدأ الدورة الصناعية . يساهم هذا التوجه العلمي الجاد اليوم في تصويب القرار وفي توفير اموال طائلة في المنشأت الصناعية والخدمية الصغيرة والكبيرة . على الرغم من اختلاف وجهات النظر حول تاريخ بحوث العمليات الى انه هناك اتفاق على اعتبار (1871 \ Charles Babbage) هو الاب لهذا العلم عندما طبق وبنجاح مباديء بحوث العمليات في تصنيف ونقل البريد في انكلترا (1840) .

لقد حدث تطور تاريخي مهم في انكلترا يخص بحوث العمليات في الجانب العسكري أبان الحرب العالمية الثانية , عندما بدأ فريق من العلماء والباحثين من مختلف الاختصاصات عام (1940) بدأو بدراسة المشاكل بعد شحة الموارد التي تواجه الدفاعات الجوية والبرية لغرض التعرف على افضل الاستخدامات للمعدات الحربية المتاحة ومنها استخدام الرادار وقاذفات القنابل.

استعمل الامريكان تقنيات بحوث العمليات في نفس الفترة لمعالجة مشاكل نقل المعدات والذخائر والمؤن لوحداتهم العسكرية المنتشرة في ارجاء العالم .

ومنها جاءت تسمية هذا العلم الجديد (بحوث العمليات) من وحي تطبيقاته العسكرية . قلد الكنديون التجربة الانكليزية الرائدة والتجربة الامريكية اللاحقة لاغراض الاستخدام الافضل لمواردهم في تصنيع المعدات الحربية . انتقلت وبتوسع اكبر هذه الانواع من النشاطات بعد نهاية الحرب العالمية الثانية الى الحياة المدنية بنشاطاتها الانتاجية والخدمية .

وهناك اشارات تاريخية قديمة على استخدام الحضارات القديمية (البابلية والفرعونية والفارسية والهندية والصينية) ومن خالال الشواهد القائمة لحد الان بانهم استخدموا بحوث العمليات (طبعا ليس تحت هذا المسمى الحديث) بالاضافة الى اعلاه يقال ان الاغريق في القرن الثالث قبل الميلاد كلفوا ارخميدس بتحديد طرق مبتكرة للدفاع عن مدنهم فكان المنجنيق والمرايا العاكسة لضوء الشمس التي دمرت واحرقت السفن الرومانية . وفي عام (1530) كلف ليونارد دافنشي بتصنيع مدافع وسفن ومعدات عسكرية لمواجهة الفرس مستندا على مبادئ شكلت بدايات استعمال بحوث العمليات.

ساهم رياضيو القرن السابع عشر والثامن عشر في ايجاد طرق رياضية لحل مشاكل النهاية العظمى والصغرى التي استعملت في تدنية الكلف وتعظيم الارباح في النشاطات الصناعية والخدمية .

2-10 مفهوم بحوث العمليات و اهميتها (Concept of operation research)

ارتبط مفهوم بحوث العمليات في بداية نشأتها كما مر بنا بالنجاح في معالجة النواحي العسكرية ابان الحرب العالمية الثانية . وادى انتشارها لاحقا الى التطبيقات المدنية في مجالات ترشيد استخدام الموارد المتاحة بما يحقق اعلى فائدة ممكنة وهناك تسميات متعددة مرادفة لهذا النشاط فاحيانا تسمى بالطرق الكمية (Quantitative methods) واحيان اخرى تسمى بالادارة العلمية (Scientific methods) .

يتفق غالبية المختصين في هذا المجال على تعريف بحوث العمليات كالتالي (استخدام الاساليب العلمية لحل المعضلات المعقدة في ادارة انظمة كبيرة من القوى العاملة والمعدات والمواد الاولية والموارد). تهدف بحوث العمليات الى استخدام الموارد المتاحة بطريقة مثلى وتساعد على ايجاد حلول لبعض المشاكل الادارية وصولا الى القرار الافضل . بدأت اهمية بحوث العمليات مع بداية التوسع في المنشأت الانتاجية والخدمية في العصر الحديث بعد بروز مشاكل معقدة ترتبط بالمنافسة والانتاج والتسويق والنقل ولم يكن من مجال امام المعنين الا

ضرورة الاستخدام الامثل للموارد المادية والبشرية باستخدام الاساليب الرياضية الرصينة والدقيقة .

تطرح بحوث العمليات بدائل متعددة لحل المشاكل وتمكننا من صياغة الاهداف والنتائج وكيفية تأثرها بالعوامل والمتغيرات وارتباطاتها الرياضية التي تكمم المتغيرات لتسهيل تحليلها .

وبايجاز فان بحوث العمليات تستخدم في مجالات متعددة اهمها :

- تخطيط الانتاج بما يحقق تعظيم الارباح باستعمال البرمجة الخطية .
- تحسين الخدمات باستعمال حل مشاكل صفوف الانتظار .
- تخطيط وتقييم ومتابعة المشاريع باستعمال طريقة المسار الحرج (CPM)
- تحديد اقل كلفة نقل وتوزيع المنتجات باستعمال نماذج نقل .
- تحديد افضل السياسات للخزين باستعمال نماذج السيطرة على المخزون .
- تعظيم المنافع وتقليل الخسائر باستعمال نضرية المباريات .

3-10 المراحل الاساسية في بحوث العمليات

تبدأ بحوث العمليات بوضع النوذج قيد الحل بمعنى وضع صيغة للمشكلة المطلوب حلها . ان النموذج يعبر عن عملية تمثيل لمكونات المشكلة والعوامل المؤثرة عليها والضروف المحيطة بها وكيفية الربط بينها . تتبنى بحوث العمليات مفهوم النموذج للتعبير الوصفي لمنضومة محددة واضحة .

تعالج بحوث العمليات وفق المراحل التالية :

- صياغة المشكلة.
- عمل نموذج للمشكلة .
- ايجاد حلول للنموذج .
- اختيار النموذج والحل الناتج عن استخدامه .
- اخضاع الحل للرقابة .
- تطبيق الحل .

لاشك بان اي مشكلة لها ارتباطات بعوامل ومؤثرات متنوعة لا تدرك الا بالتعمق في دراستها . لغرض صياغة المشكلة لا بد من تحديد (الاهداف , البدائل , القيود) . قد تكون

الاهداف المطلوبة زيادة الانتاج في مصنع ما او تقليل الكلف او تعظيم الارباح . ومن اجل المقارنة بين البدائل فلابد من معايير قياسية لتحديد كفائة البدائل واختيار انسبها . وبشكل عام لا توجد مشكلة بدون قيود والتي تشمل (الاموال , المواد الاولية , الوقت , الايدي العاملة ,.....) ولا بد ان يأخذ الحل هذه القيود المحددة بعين الاعتبار لانها مفروضة وهية جزء مهم من طبيعة المشكلة .

4-10 عمل نموذج المشكلة :

النموذج عبارة عن عملية تمثيل لمكونات المشكلة والعوامل المؤثرة والضروف المحيطة واسلوب الربط بينها يساعد على فهم المشكلة للوصول الى حل سليم .

هناك انواع متعددة من النماذج الرياضية واهمها:

1. نماذج التخصيص (Allocation models) : وهي من النماذج التي تعادل بالبرمجة الرياضية الخطية (Linear programming) وتعالج المشاكل التالية :
   - توزيع الموارد على اماكن الطلب
   - خفض التكاليف (cost minimization).
   - تعظيم الارباح (profit maximization)

فمثلا اذا كان لدينا عدد من المخازن الفرعية التي تتغذى بالبضائع من مخزن رئيسي فنقوم بتوزيع البضائع بما يحقق اقل التكاليف واكبر الدخل , او اذا كانت موارد الشركة محدودة (مثل الاموال , المواد الخام , المكائن والمعدات , الايدي العاملة) وعلينا ان ننتج مزيج سلعي امثل (Optimal) يساهم توزيع مواردها بين المنتجات في تعظيم الارباح .

2. نماذج التخصيص (Assignment models) :

يعالج هذا النموذج توزيع موارد محددة (الات , عمال , أطباء , مدرسين ,...) على عدد من الانشطة (وظائف , اعمال , مستشفيات , مدارس ,....) لضمان اهداف محددة (تحقيق اقصى منفعة).

فمثلا اذا كانت لدينا عدة مصانع تنقل منتجاتها الى عدد من المنافذ التسويقية فستلعب كلفة نقل الوحدة الواحدة من المنتجات دورا اساسيا في طريقة التوزيع .

3. نماذج التتابع (Sequencing models) : اذا كان لدينا عدد من المنتجات المختلفة في مصنع إنتاجي وكان زمن انتاج وكلفة المنتجات يتوقفان على ما صنع قبلا من منتجات فرعية ستمكننا نماذج التتابع من تحديد التسلسل الامثل الذي يحقق اقل تكلفة باقل وقت مستغرق .
4. نماذج الصفوف (Queuing models) :

نضرا لمحدودية عدد الذين يقدمون الخدمة والاجهزة المستعملة في مستشفى مثلا او في ورشة التصليح فبامكاننا باستعمال نماذج الصفوف لتحديد العدد الامثل للزبائن الذين يمكن خدمتهم ضمن الطاقة الاستيعابية المتوفرة .

5. نماذج المحاكات (Simulation techniques) :

اذا زاد الطلب على منتج معين فمن الممكن ان يقوم المصنع بشراء مكائن جديدة او زيادة عدد العمال او ساعات العمل وكلها بدائل تتطلب صرف رأسمال نادر او غير متوفر.

في كل الكالات المذكورة نستعمل نماذج المحاكات للدراسة بعيدا عن احداث مثل هذه التغييرات الكبيرة في النظام القائم ببناء نموذج تدرس فيه كل الاحتمالات قبل الدخول الى النظام .

6. نماذج المنافسة (Competition models) :

يهدف هذا النموذج الى معالجة المنافسة بين شركتين او اكثر بهدف تعظيم المنفعة لبعضها دون الاخرين ونتيجته تشبه نتيجة الفوز في مباراة شطرنج .

7. النماذج الديناميكية (Dynamic models) :

ان الكثير من المشاكل ذات طبيعة متغيرة مع الزمن وبموجب هذا النموذج تجزأ المشكلة قيد الدراسة الى مشاكل جزئية بسيطة متعددة ومتتابعة وبتحديد وربط الحل الامثل لكل منها نتوصل الى الحل الامثل للمشكلة ككل .

8. نماذج التعادل (Break even models):

عند نقطة التعادل يتساوى العائد مع التكاليف فاذا كان مستوى العمل اكبر من نقطة التعادل فان المنظمة تكزن في طور نمو . تستخدم هذه النماذج في تخطيط الانتاج .

9. نماذج التخزين : (Inventory models)

ان اي زيادة او نقصان في مستوى الخزين للشركات يعرضها الى مشاكل ومعالجتها وفق هذا النموذج تمكننا من السيطرة علة المخزون دون زيادة رأسمال المجمد.

10.النماذج السلوكية (Behavioral models) :

يعنى هذا النموذج بدراسة سلوك الفرد والجماعة والتنظيم . ان قناعات العاملين بالتحفيز لها مردود ايجابي مثلها مثل الاستئناس برأي المستهلك حول منتج او خدمة معينة .

5-10 مراحل تطبيق اساليب بحوث العمليات :

تمر المنهجية العلمية للاساليب الكمية في اتخاذ القرارات والتي تمثل بحوث العمليات احداها تمر بالمراحل الخمسة التالية:

1. تحديد المشكلة التي يراد حلها فمبدئيا نبين نوعها ومواصفاتها وموقعها كأن تكون مشكلة انتاج او تسويق او افراد ....ثم نقوم بتحديد دقيق للهدف , فاذا كان متعلقا بخط انتاجي مثلا فسنبحث عن الحل الامثل للكمية والنوعية . اما اذا كانت المشكلة تسويقية فسنبحث عن امثل الحلول التي لا تحمل المنشأة اعباء مالية
2. تحديد الاسلوب الكمي لمعالجة المشكلة وذلك باختيار احد اساليب وادوات بحوث العمليات المناسبة لطبيعة المشكلة وبالتأكيد نحن نعرف القسم الذي تحدث فيه المشكلة (الانتاج او المخازن او التسويق ...) لان لكل نمط من المشاكل له الاسلوب الملائم لحله:
   - فالبرمجة الخطية تساعدنا في تحديد كمية ونوعية الانتاج
   - اساليب السيطرة على المخزون تساعدنا في تحديد خزين الحد الاعلى والادنى وتحديد حجم الطلبية المخزنية
   - اساليب نماذج النقل تساعدنا في حل مشاكل توزيع المنتجات على المنافذ التسويقية .
3. تسمية عوامل المشكلة برموز واضحة واحرف ثابتة مع ضمان عدم التداخل والتكرار .
4. بناء النموذج الرياضي للمشكلة : ان النموذج يعبر عن الواقع بشكل مبسط تعبيرا كميا وهية في العادة معادلات رياضية تعبر عن المشكلة والهدف المطلوب الذي يتطلب تحقيقها شريطة ان تكون المعادلات الرياضية معبرة بشكل شامل وصحيح عن المشكلة
5. حل النموذج الرياضي : وهو الخطوة الاخيرة للوصول الى النتائج المطلوبة فاذا كانت المعادلات بسيطة غتحل بجهد فردي اما في حالة المشكلات المتعددة المتغيرات ومعقدة العلاقات نلجأ الى استعمال الحاسبة الالكترونية .

ومن الممكن اعتبار مرحلة التنفيذ والمتابعة لمعرفة واقعية الحل وقابلية تطبيقه هو المرحلة النهائية .

لا تعتبر المراحل اعلاه تتابعية جامدة بل على العكس فاننا غالبا نستعمل اسلوب التغذية العكسية في اي مرحلة لاحقة لنعود الى المراحل السابقة .

ويمكننا الاشارة قبل الانتهاء من هذا الموضوع الى الاساليب غير الكمية (الوصفية) لحل المشاكل والتي ترتكز على اربع اسس (البديهية والحدس , الخبرة السابقة , الحوادث , الاراء المستفيضة بتمعن).

وفي الختام فان خطوات المنهج الفني لاتخاذ القرار في تفسير المشكلة تتضمن (تحديد المشكلة , جمع البيانات عنها , تحديد البدائل , تقييم البدائل , اختيار افضلها , التطبيق)

6-10 عملية صنع القرار وبحوث العمليات

تتضمن عملية صنع القرار الخطوات التالية

1- تعريف المشكلة .
2- تحديد البدائل . } بناء المشكلة
3- اختيار مقياس للمقارنة بين البدائل .
4- تقييم البدائل . } تحليل المشكلة
5- اختيار احد البدائل .

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

وباستخدام التحليل الكمي يكون تركيز المحلل على فهم الحقائق الكمية والبيانات المتعلقة بالمشكلة ، ثم يكون نموذجاً رياضياً من واقع فهمه والمامه بالمشكلة . ويجب إن يمثل النموذج

الهدف ، والقيود ، والعلاقات المتداخلة في المشكلة افضل تمثيل . وباستخدام الاساليب الكمية يستطيع المحلل إن يحلل النموذج ويقترح الحل الامثل للمشكلة .

7-10 أسباب الحاجة الى اساليب بحوث العمليات

هناك حاجة لاساليب بحوث العمليات حينما نلاحظ أي من العلامات الاتية على المنظمة ، مما يجعل من المفيد الاستعانة بأخصائي بحوث العمليات ، ولعل اهمها :

1- وجود مشكلة معقدة جداً ، حيث تتداخل عوال عدة وتعجز النظم المتوفرة عن ايجاد حل مناسب .

2- حينما يتطلب القرار تبريراً كمياً .

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

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

5- لتحسين مستوى الاداء وتقليل المخاطرة وتحقيق الميزة التنافسية للمنظمة .

8-10 استخدام النماذج في بحوث العمليات

اهم النماذج المستخدمة هي النماذج الرياضية Mathematical Models والمحاكاة الالية Computer Simulation .

ويتم بناء النماذج الرياضية في بحوث العمليات من خلال كتابة المشكلة الادارية في شكل معادلات تضم في تكوينها مجموعة المتغيرات التي يمكن التحكم فيها ، ومجموعة اخرى من المتغيرات التي لاتستطيع المنظمة التحكم فيها . فمثلاً نجد إن القرار الاداري الخاص بتغيير اسعار منتجات الشركة لايقف عند حد تغيير الاسعار بل لابد من دراسة تاثير هذا القرار على الانتاج ، والمبيعات والطلب ... الخ . وعلى هذا فان النماذج الرياضية لاتقف عند حد استعراض هذه المتغيرات ، ولكن ايظاً تحليل العلاقة والتفاعل بينها ، وذلك من خلال سلسلة من المعادلات الرياضية ، ويمكننا القول بأن النماذج الرياضية تساعد :

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

2- المحلل على رؤية المشكلة بوضوح وتحديد ماهي البيانات ذات العلاقة .

3- في توضيح العلاقة بين السبب والاثر والتي قد لاتكون واضحة بدون تجسيم رياضي .

وبالرغم من هذه المزايا الا إن التمثيل الرياضي لايخلو من العيوب ، فالنموذج تمثيل بسيط لموقف واقعي ، وكثيراً ما نضطر لعمل فرضيات وتقديرات وتخمينات ونحن في مرحلة تمثيل المشكلة رياضياً .

9-10 خطوات التحليل الكمي

1-تحديد المشكلة

تعتبر خطوة تحديد المشكلة من اهم الخطوات ، ويتوقف عليها نجاح أو فشل المنهج الكمي في اتخاذ القرار . حيث يتطلب الامر الكثير من الخيال والابداع والعمل الجماعي من اجل صياغة المشكلة ووضعها في اطار يمكن تناولة كمياً . وغالباً ماتكون المشكلة :

1- وضع جديد لم يتخذ بشأنه قرار من قبل .

2- مجال لم يحقق نجاحاً كما هو متوقع له .

3- في حالة اعادة تقييم للسياسة الحالية لمعرفة امكانية تحسينها .

2- تكوين النموذج الرياضي

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

أ- المدخلات التي لاتستطيع المنظمة التحكم فيها ، مثل سعر السلعة أو تكلفة الانتاج ، 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 للادارة ، ونمثله بدالة رياضية للمتغيرات المتحكم فيها . ونحصل على الحل الامثل حينما تحقق قيمة المتغيرات المتحكم فيها احسن قيمة للدالة في حدود القيود المفروضة .

3- جمع البيانات

وهي مرحلة تجميع البيانات عن المتغيرات غير المتحكم فيها .

4- حل النموذج

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

5- كتابة التقرير

يجب إن يكتب بلغة بسيطة موضحاً فيه الحل وطريقة تنفيذه .