الفصل الأول
نشأة بحوث العمليات وتطورها

بحوث العمليات هي المنهج العلمي لاتخاذ القرارات المتعلقة بالعمليات؛ حيث إن الإضافة الرئيسة لبحوث العمليات، هي استحداثها لنماذج مساعدة لاتخاذ القرارات في الإدارة والمحاسبة.

نشأة بحوث العمليات وتطورها:

وقد نشأت بحوث العمليات عام ١٩٣٨م في بريطانيا، وكانت مرتبطة بتطوير وزيادة فاعلية محطات الرادار [١]؛ فقد كان على بريطانيا – وهي تتوقع هجوم ألمانيا الجوي عليها - أن تجد وسيلة للإنذار المبكر، يتيح لمقاتلاتها فترة كافية للطيران والاشتباك مع طائرات العدو قبل وصولها للعمق الإستراتيجي، وهكذا بدأت مجموعة من العلماء بقيادة رويدت واطسون عام ١٩٣٥ في تكثيف الجهد لاختراع هذه الوسيلة، التي أُطلق عليها فيما بعد الرادار. ولكنه لوحظ بعد إنشاء محطات الرادار، وإجراء التجارب الميدانية أن المعلومات المستقاة من المحطات المختلفة، تكون غير واضحة، وأحيانًا متعارضة، ولذلك تطلب الأمر تكوين مجموعة عمل لبحث عملية الإنذار باستخدام الرادار، شاملة تحليل البيانات من أفراد التشغيل، وعلاقة ذلك بتوجيه المقاتلات نحو العدو غير المنظور.

وأنشأ لهذا الغرض قسم بحوث العمليات في القوات الجوية الملكية، تحت إشراف ويليامز عام ١٩٣٨م، وخلال هذه السنوات التالية اتضحت أهمية الدراسات التي قام بها هذا القسم في زيادة وفاعلية تطوير الرادار، كما قدم تحليلات علمية مهمة في دراسة معدل استنزاف المقاتلات، وكان وراء قرار تشرشل في سحب أسراب الطيران من فرنسا.

وبالرغم من ظهور بحوث العمليات حديثًا مع بداية الحرب العالمية الثانية - كما سبق إيضاحه - إلا أن لها جذور قديمة تسبق الحرب العالمية الثانية بكثير؛ حيث إنه قدر الاقتصاديون قويزني Quesnay عام ١٧٥٩م وأيضًا وارلز Warles عام ١٨٧٤م، والنماذج الأولية للبرمجة الرياضية، ثم اقترح فان نيومان Van Neumann عام ١٩٣٧م وكانتور فيتش عام ١٩٣٩م بعض النماذج الاقتصادية المعقدة.

كذلك فإن أساسيات النماذج الخطية قدمها جوردن عام ١٨٧٣م، ومنكوسكس عام ١٨٩٦م، وفاركس عام ١٩٠٣م، كما قدم ماركوف دراسات مبدئية عن النماذج الديناميكية، ولقد تضمنت الدوريات التي صدرت في مجالات الهندسة الصناعية التجارية خلال الفترة من ١٩٢٠ حتى ١٩٢٩ اقتراحات وآراء مبتكرة في مجال تحقيق الرقابة الاقتصادية على المخزون. ويرجع الفضل إلى أرالانج، الذي أعد دراسات رائعة في مجال خطوط الانتظار، وذلك خلال الفترة من عام ١٨٧٨م وحتى ١٩٢٩م.

وقد ظهرت بحوث العمليات في الولايات المتحدة في أواخر عام ١٩٤٠م في دراسة الألغام المغناطيسية الألمانية، وشل حركتها بمعادلة مغناطيسية السفن واستحداث ألغام أخرى متطورة؛ حيث اتضح للمشتغلين في هذه العملية، أنه يمكن تطوير العملية والتنبؤ بفاعلية ونتائج نظام التلغيم باستخدام النظريات الرياضية والإحصاء، وقد أفادت الدراسات البحرية الأمريكية في اختيار نوعية وطريقة نشر الألغام بالقاذفات (ب - ٢٩) في مياه الجزر اليابانية، وقد أدى ذلك إلى شل البحرية اليابانية تمامًا، وقطع الإمدادات عنها في منتصف عام ١٩٤٥م. ويعتقد الكثير من الدارسين العسكريين أن هذا العمل كان النصر الحقيقي لحرب الباسفيك، حتى قبل إسقاط القنابل الذرية على هيروشيما ونجازاكي.

وقد تم تشكيل فرق بحوث عمليات في بريطانيا، ثم الولايات المتحدة بعد ذلك؛ نتيجة الحصول على نتائج مشجعة في بريطانيا، وهي إجراء بحوث على العمليات العسكرية، وذلك من خلال استخدام الأسلوب العلمي، والدراسات المتكاملة التي يقوم بها أفراد الفريق؛ للوصول إلى أحسن استخدام للموارد المحدودة.

ولقد حققت فرق بحوث العمليات نتائج ناجحة؛ حيث كانت الدراسات التي قامت بها وسيلة لتحقيق الانتصارات في معركة بريطانيا الجوية ومعركة شمال الأطلنطي وغزوة الجزيرة في المحيط الهادي. ومن أوجه النجاح الأخرى التي حققتها فرق بحوث العمليات في الحرب العالمية الثانية، سياسات نشر الرادار، ومراقبة ميزان مضادات الطائرات المهاجمة، واكتشاف

غواصات العدو، وربما يرجع نجاح فرق بحوث العمليات في ذلك الوقت إلى تشكيل تلك الفرق من أفراد موهوبين، بالإضافة إلى ضغوط فترة الحرب، واستخدام أساليب مختلفة [1]، وبعد الحرب اتجه كثير من العاملين الذين كانوا يعملون في فرق بحوث العمليات - والتي كانت مهتمة أساسًا بالنواحي العسكرية - إلى استتخدام أساليب بحوث العمليات في الأغراض المدنية.

حيث عاد بعضهم إلى الجامعات، وركزوا جهودهم من أجل تأصيل الأساليب التي سبق اكتشافها، في حين ركز البعض الآخر على اكتشاف أساليب جديدة، وركز آخرون على تطبيق أساليب بحوث العمليات في قطاعات ومجالات اقتصادية مختلفة.

ولقد تأسست جمعية بحوث العمليات الأمريكية في عام ١٩٥٢م Operations Research Society Of America (O R S A)؛ من أجل تنظيم وعلاج المشكلات التي تواجه العلماء والباحثين في مجال بحوث العمليات، كما تأسس معهد علوم الإدارة في عام ١٩٤٣ The Institute if management scinces (TIMS). ولقد نظمت تلك الجهتين (الجمعية والمعهد) العديد من المؤتمرات العلمية لأعضائها، بالإضافة إلى إصدار مجلة بحوث العمليات Operations Reswarch.

علم الإدارة Management Science:

ولقد ساعد على تطوير بحوث العمليات وانتشارها واتساع تطبيقها الرواج الاقتصادي الذي أعقب الحرب العالمية الثانية، وما صاحب ذلك من الاتساع في استخدام الميكنة والوسائل الآلية، وتقسيم العمل، وتفويض السلطة.

ولقد أدى ذلك إلى ظهور الكثير من المشكلات الإدارية المعقدة؛ مما دفع بعض العلماء والباحثين إلى دراسة تلك المشكلات، وإيجاد أفضل الحلول لها، باستخدام أساليب بحوث العمليات. كذلك أدى أيضًا التطور السريع في الحاسبات الإلكترونية إلى تطوير بحوث العمليات وانتشارها، واتساع تطبيقها؛ حيث ساعد الحاسب الإلكتروني عالم بحوث العمليات، في أداء العمليات الحسابية المعقدة والمتشابكة في وقت قصير جدًا، وبأقل مجهود؛

نتيجة للطاقة الحسابية الكبيرة للحاسب الإلكتروني، وقدرته التخزينية للمعلومات واسترجاعها، ويرجع إلى الحاسب الإلكتروني وتطوره الفضل في إيجاد طرق نمطية لحل الكثير من المشكلات التي نواجهها اليوم؛ كذلك فقد ساعد على انتشار بحوث العمليات واستمرار كثير من الباحثين في بحوثهم بعد الحرب، ولقد أدى ذلك إلى ابتكار الكثير من أساليب بحوث العمليات؛ حيث ابتكر جورج دانترج طريقة السميلكس لحل البرمجة الخطية عام ١٩٤٧م؛ نتيجة استمراره في البحث. كما أن الكثير من نماذج بحوث العمليات - مثل البرمجة الديناميكية وصفوف الانتظار وأساليب المخزون- قد عرفت جديًا عام ١٩٥٠م.

وبالرغم من ذلك، فإن علماء بحوث العمليات يجمعون على أن أهم الموضوعات في بحوث العمليات - وهو "العملية" - لم يتم دراسته بالعمق الكافي، الذي يؤدي إلى استخلاص مبادئ مبسطة وعامة، تفيد في تحليل وتركيب العمليات المعقدة[١]، كما هو الحال في علوم الميكانيكا والفيزياء وأن لتحقيق مستقبل أفضل لبحوث العمليات من الناحية الأكاديمية والتطبيقية، يتطلب الأمر توجيه الجهد لدراسة "العملية" وفك غموضها.

وتعتمد بحوث العمليات على قدرة المحلل على ترجمة المسألة القرارية إلى شكل "عادة نموذج رياضي"، يمكن استخدامه لمقارنة البدائل المختلفة، والمفاضلة بينها، واختبار مدى تحقيقها للأهداف الموضوعة.

وخلال الخبرات الطويلة المستقاة من الدراسة التطبيقية، استقر الرأي أن الأسلوب التالي هو أكثر الأساليب فاعلية في استخدام بحوث العمليات واتخاذ القرارات[٢].

١- تميز المشكلة.
٢- تحديد المشكلة وتعريفها.
٣- خلق بدائل ما قبل الحل.
٤- صياغة المسألة وتحليلها.
٥- جمع البيانات - أو توليدها.
٦- استحداث النماذج.

٧- استحداث برامج الحاسب الآلي وتنفيذها.
٨- تقييم البدائل وتحليل الحساسية واختبار المخاطرة.
٩- تحليل النتائج وتفسيرها.
١٠- تركيب وتصميم واختراع بدائل ما بعد الحل.
١١- استحداث التوصيات.
١٢- تطبيق.

حيث إن صياغة المسألة، واستحداث النماذج، تعتبر من أهم مراحل استخدام بحوث العمليات في اتخاذ القرارات؛ لذلك فمن الضروري تقييم هذا النموذج، والتأكد من:

أ- صدق النموذج.
ب- صلاحية النموذج.

والمقصود بصدق النموذج أو صحته، هو التأكد من صحة جميع البيانات وتوثيقها، وصحة طرية الحل وبرامج الحاسب الآلي المستخدمة، وسلامتها وخلوها من الأخطاء.

بينما صلاحية النموذج تشمل:

أ- الصلاحية الفنية:

التأكد من صلاحية النموذج من حيث الافتراضات والمعلومات والمنطق والمصادر، ومطابقته للواقع العملي، وصحة العلاقات الرياضية والمنطقية، وقد عرفت جمعية بحوث العمليات الإنجليزية بأنها [1]: تطبيق الطرق العلمية على حل المشاكل المعقدة، التي تنشأ عند توجيه وإدارة النظم الكبيرة؛ من القوى البشرية والآلية والخامات والأموال في الصناعة ومشروعات الأعمال الحكومية والدفاع. والمدخل الأساسي هو إعداد نموذج علمي للنظام، يتضمن مقاييس موحدة للعوامل، مثل الصدفة والخطر، والتي يمكن عن طريقه مقارنة نتائج القرارات البديلة والإستراتيجيات أو الرقابة؛ وذلك بهدف مساعدة الإدارة في تحديد سياساتها وإجراءاتها علميًا.

أما جمعية بحوث العمليات الأمريكية، فقد عرفت بحوث العمليات بأنها: هي التي تهتم بالتحديد العلمي لكيفية الحصول على أحسن تصميم وتشغيل

للنظم البشرية الآلية، تكون عادة في ظل الظروف التي تتطلب تخصيص الموارد المحدودة.

ويتضح من التعريفين السابقين أنهما يركزان على الآتي:

١- أن بحوث العمليات تستخدم الطريقة العلمية كأساس ومنهج في البحث والدراسة.

٢- أن جوهر بحوث العمليات هو بناء النماذج والاعتماد عليها.

٣- أن الهدف من بحوث العمليات هو المساعدة في اتخاذ القرارات الإدارية.

بحوث العمليات والطريقة العلمية:

يلاحظ أن بحوث العمليات يمكن القول أنها "بحوث على العمليات"؛ فهي تعني رؤية خاصة للعمليات، والأهم من ذلك فهي تتضمن نظرة خاصة للعمليات، ونوعًا خاصًّا من البحوث؛ حيث إنه ينظر إلى العمليات بشكل متكامل، فلا تقتصر النظرة على المعدات المستخدمة في المشكلة قيد البحث، أو الخصائص الطبيعية للمخرجات، بل تكون نظرة إلى العمليات، كعملية اقتصادية، تخضع للتحليل، وذلك من خلال الطريقة العلمية.

والطريقة العلمية تهدف إلى ترشيد الأشياء والظواهر، من خلال التعرف على النظام أو التركيب الذي يفسر الشيء أو الظاهرة ومسببات حدوثها، كما أن الطريقة العلمية تتضمن عدة مراحل، تبدأ بتحليل المشكلة والبيئة المحيطة والفروض والأهداف والمؤثرات والمقاييس، وتتضمن مرحلة البحث: البحث عن البيانات الملائمة للمشكلة موضوع البحث، والمتغيرات المتعلقة بالمشكلة، والعلاقة بين المتغيرات والبدائل المتاحة. وبالطبع فإن عملية البحث لها تكاليفها ومنافعها، ويجب أن تزيد - أو على الأقل تتعادل - المنافع على التكاليف. وتشمل مرحلة الشرح تكوين النموذج الملائم لحل المشكلة، وتحديد الأسلوب الذي سيستخدم في حل المشكلة، واختبار حساسية الحل للتغيرات في البيانات التي أعد على أساسها النموذج. وبعد الوصول إلى حل المشكلة، يتم تحليل النتائج وتفسيرها ودراسة آثار العوامل التي يتضمنها النموذج الذي أعد لحل المشكلة، وإلى أي مدى تختلف النتائج إذا ما أخذنا تلك العوامل في الاعتبار، وتنتهي مرحلة التحليل والتفسير باختيار أفضل بديل

"أو بدائل" لحل المشكلة. وتختبر النتائج والحلول التي استقر عليها الأمر، عن طريق تحديد مدى قدرة النتيجة أو الحل الذي تم الوصول إليه على وصف حقائق الموقف بوضوح، وتفسير النتائج الماضية، وقد تؤدي عملية اختيار النتائج إلى إعادة النظر في المشكلة من جديد، إذا لم يكن الحل الذي تم الوصول إليه مرضيًا.

بحوث العمليات وبناء النماذج:

تعتبر عملية بناء النماذج هي الهدف الأول لبحوث العمليات، والنموذج هو "تمثيل مبسط لشيء ما حقيقي، قد يكون ظواهر معينة، أو نظامًا فرعيًّا، وهو تجريد للواقع الحقيقي المحيط بها"[1]. فالنموذج - لأنه تمثيل مبسط للواقع الحقيقي فهو - أقل تعقيدًا وتركيبًا من هذا الواقع، وهو يسمح للعالم بمواصلة تجاربه بطريقة بديلة؛ إذ إنه يستطيع أن يغير - بطريقة منظمة - بعض عناصر النظام، ويبقي بعض العناصر الأخرى كما هي، ويستطيع أن يحدد كيف سيتأثر النظام في مجموعه لو حدث أي تغيير فعلي في هذا الواقع. بمعنى أن العالم يستطيع - عن طريق النموذج - محاكاة الواقع الحقيقي وتجربته في صورة مجردة.

وتتم عملية بناء النموذج خلال المراحل التالية:

المرحلة الأولى: تجريد الواقع أو محاكته:

ويتم هذا التجريد عن طريق تكوين فروض توضح العلاقات والارتباطات المنطقية - سواء أكانت كمية أو وصفية - بين عناصر الواقع. وهذه المرحلة تستلزم اتخاذ مجموعة من القرارات التي يجب أن تتسق فيما بينها وهي:

١- ما هي العناصر الأساسية الخاصة بالواقع التي يجب إدخالها في النموذج.
٢- ما هي العناصر التي يمكن تجاهلها واستبعادها من النموذج.
٣- ما هي الفروض التي يجب وضعها، وتحكم العلاقات والارتباطات بين العناصر.
٤- في أي صورة أو شكل يمكن صياغة النموذج.

من الواضح أن اختيار بعض العناصر الأساسية المميزة للواقع، واستبعاد بعض العناصر الأخرى غير الجوهرية، مسألة تستلزم نوعًا من المهارة والقدرة على التوقع؛ لأن الباحثين المختلفين قد ينظرون إلى الواقع نفسه، ولكن يخرجون بنماذج مختلفة كليًّا، وإذا ما تم الاتفاق والتنسيق بين القرارات السابقة وأمكن تحديد المشكلة وتكوينها، فإن أكثر الخطوات العلمية في بناء النماذج قد بدأت.

المرحلة الثانية: الاستدلال أو الاستنباط:

أي استخدام الأساليب المختلفه لحل النموذج، واستخراج النتائج منه، وتتوقف هذه الأساليب على طبيعة النموذج وشكله وطريقة صياغته، فقد تكون حل المعادلات، أو تشغيل برامج الحاسب الإلكتروني، أو عمليات رياضية ومنطقية متتابعة، وكل ما هو ضروري لحل النموذج.

المرحلة الثالثة: تفسير نتائج النموذج:

ولتفسير نتائج النموذج يستلزم الأخذ في الاعتبار الخطوات التالية:

١- ترجمة ونقل نتائج النموذج إلى الواقع، مع العلم والمعرفة التامة بكل الاختلافات أو التناقضات بين الواقع والنموذج الذي يمثله، ومحاولة تضييق أي اختلافات بينهما.

٢- مراجعة الفروض التي بني عليها النموذج منذ البداية؛ فعناصر الواقع التي تكون قد استبعدت عند بناء النموذج - لأنها غير جوهرية - قد تكون ذات أهمية الآن.

٣- التأكد من عدم إغفال أي عناصر جوهرية عند تكوين فروض النموذج.

إن أهم ما يوضحه الإطار السابق لبناء النموذج، هو كيفية الربط بين النموذج والنظام الحقيقي، ويعتبر هذا الربط هو المعوض عن الاتجاه المباشر بين النظام الحقيقي ونتائجه الحقيقية المتوقعة منه.

خطوات بناء نماذج في بحوث العمليات:

تمر عمليات النماذج في بحوث العمليات بالخطوات الآتية:

١- تكوين وتركيب المشكلة:

حيث يجب تحديد المشكلة محل البحث تحديدًا دقيقًا واضحًا؛ حيث إنه من غير المعقول التوصل إلى إجابة صحيحة عن مشكلة تحددت تحديدًا خاطئًا. وتحديد أو تكوين المشكلة معناه تشخيصها، والتعرف على أسبابها وعناصرها المختلفة، والعلاقات والارتباطات بين هذه العناصر. ويتحقق ذلك بتحديد النقاط التالية:

أ- ما هي أهداف صانع القرار؟

ب- ما هي البدائل المختلفة لتحقيق هذه الأهداف؟

ج- ما هي العناصر المشكلة التي تخضع لرقابة صانع القرار؟ أي ما هي المتغيرات المراقبة؟

د- ما مدى رقابة هذه المتغيرات؟ بمعنى ما هي القيود المفروضة؟

هـ- ما هي المتغيرات الأخرى غير المراقبة؟

ويلاحظ أنه عند تحديد أهداف المشكلة، فإنه يجب مراجعة هذه الأهداف بصورة مستمرة خلال مدة البحث كما أنه - عند تحليل النظام- يجب وضع حدود للتحليل، ووضع هذه الحدود مسألة تخضع للحكم الشخصي لخبراء بحوث العمليات، ولكن المهم هو عدم إغفال أي عناصر جوهرية تتعلق بالمشكلة.

٢- بناء هيكل النموذج:

بعد تحديد وتكوين المشكلة، فإن الخطوة التالية هي التفصيل الدقيق لهذه المشكلة، والتقرير عن المدخلات الصحيحة للبيانات، والتصميم المناسب للمخرجات، وتحديد كل العناصر، وتمثيل كل العلاقات المتداخلة بين هذه العناصر في صورة من المعادلات والمتباينات، وهما:

أ- القيود المفروضة على تحقيق هذا الهدف:

وتتضمن معدلات الهدف والقيود كل المتغيرات المراقبة والمتغيرات غير المراقبة. بالإضافة إلى ذلك، فإنه تلزم الحاجة إلى معادلة أو عدد من المعادلات

أو المتباينات؛ لأن بعض أو كل المتغيرات المراقبة لا يمكن تحديدها إلا في ضوء حدود أو قيود معينة. والنموذج باحتوائه على معادلات الهدف والقيود يعتبر بمثابة نموذج للقرار.

٣- استخراج الحل من النموذج:

بعد أن يتحدد هيكل النموذج الرياضي ويتم بناؤه، فإن الخطوة التالية هي التوصل إلى حل المشكلة من النموذج، أي تحديد الحل الأمثل للنموذج، وتطبيق هذا الحل على المشكلة الحقيقية.

ويتم التوصل إلى الحل عن طريق إيجاد - بالتحديد أو التقريب - القيم المثلى لمتغيرات المراقبة في ضوء القيم المحددة للمتغيرات غير المراقبة، والتي تعظم الهدف.

ويمكن استخراج الحل من النموذج؛ إما بالطرق الاستنباطية أو بالطرق الاستقرائية. وأيًّا كان الإجراء المستهدم في حل النموذج، فإن ما نبحث عنه في الحل الأمثل أو الحل الذي يقترب من الأمثل، أي الحل الذي يعظم أو يخفض - إلى أدنى حد - مقاييس الأداء في النموذج.

٤- اختبار النموذج والحل:

قبل أن يوضع الحل المستخرج من النموذج موضع التنفيذ، فإنه يجب أولا اختبار النموذج ذاته، واختبار الحل المستخرج منه أيضًا. ويعني اختبار النموذج، التأكد من أنه في صورته المتكاملة يمثل النظام الذي أعد من أجله. وإذا فشل نموذج في تحقيق ذلك فلابد من معرفة الأسباب وتصحيحها، وقد ترجع هذه الأسباب إلى:

أ- قد يكون النموذج متضمنًا متغيرات غير ضرورية أو غير ملائمة يجب استبعادها.

ب- قد تكون قيمة واحدة أو أكثر من المتغيرات تحددت بصورة غير سليمة، ويجب تصحيحها.

ج- قد يكون استبعدت بعض المتغيرات الضرورية، ويجب إدراجها في النموذج.

د- قد يكون هناك خطأ في هيكل النموذج، أي في نوع العلاقة الدالية التي تربط الهدف بالمتغيرات المراقبة والمتغيرات غير المراقبة؛ حيث يجب التأكد من نوع هذه العلاقة.

أما اختيار الحل المستخرج من النموذج، فيعني اختبار صلاحية النموذج، أي التحقق من صحة المعلومات التي يوفرها، وإمكانية الاعتماد عليها في اتخاذ القرارات.

٥- تنفيذ الحل:

بعد التأكد من صحة النموذج وصحة الجدوى العملية للحل المستخرج منه، فإن الخطوة التالية هي وضع هذا الحل موضع التنفيذ والتطبيق، أي تفسير الحل للإدارة المسئولة، وترجمته في صورة إجراءات عمل يسهل فهمها وتنفيذها. وتتحدد إمكانية النموذج في ضوء مساندة وتأييد الإدارة، بتطبيق مبدأ المشاركة والالتزام، أي مشاركة كافة المستويات الإدارية بجهودهم وقدراتهم في كل جوانب دراسة بحوث العمليات؛ لوضع الحل موضع التنفيذ.

٦- رقابة النموذج والحل:

إن القاعدة الأساسية السارية هي أن يظل النموذج صحيحًا، طالما أن الفروض الأساسية التي بني عليها لم تتغير. كما أن الحل المستخرج منه يظل صحيحًا طالما يحقق النتائج التي وضع من أجلها النموذج.

ولكن عندما يمتد تطبيق النموذج وتنفيذ الحل المستخرج منه على مدى فترات طويلة من الزمن، فإنه من المحتمل أن تتغير الظروف التي بني على أساسها. وقد تؤثر هذه التغيرات - بصورة جوهرية - على طبيعة المشكلة، وعلى النموذج المعد لحلها، وعلى مدى كفاءة الحل المستخرج منه.

أما الرقابة على الحل، فهي تنبع أساسًا من مدى مساهمته في تحقيق الأهداف المرجوة منه، وتأخذ هذه الأهداف أحد المظهرين التاليين:

أ- تحسين في طرق الأداء التي كانت تتم في الماضي، ووضع الحل من أجلها.

ب- تحسين في مستوى هذا الأداء.

والرقابة على الحل يجب أن تتضمن اختيارات دورية؛ لتحديد ما إذا كان يتفق الأداء الفعلي للحل مع هذه الأهداف ويحققها، أي أن الرقابة على

النموذج والحل المستخرج منه، تتضمن نوعين من الرقابة: الرقابة على أخطاء التنبؤ؛ لإجراء التعديلات اللازمة على النموذج وتصحيحه تصحيحًا سليمًا، والرقابة على الأداء الفعلي، عن طريق مقارنة هذا الأداء بالأداء المتنبأ به من النموذج.

المبادئ الواجب مراعاتها عند إعداد النماذج:

تعتبر أهم المبادئ التي يجب أخذها في الاعتبار عند إعداد نماذج بحوث العمليات هي ما يلي:

١- في مرحلة صياغة النموذج وتركيبه:

أ- اختيار النموذج الرياضي المناسب للمشكلة قيد البحث.

ب- تبسيط النموذج الرياضي، وعدم تعقيده - قدر الإمكان.

ج- عدم استخدام نماذج رياضية معقدة لحل مشكلة يمكن حلها بنماذج مبسطة، وتحقق الغرض نفسه.

د- التأكد من عدم سقوط بيانات مهمة أو متغيرات جوهرية بالمشكلة عند تركيب النموذج الرياضي.

٢- في مرحلة استخراج النتائج من النموذج الرياضي:

أ- ضرورة اختبار صلاحية نتائج النموذج قبل تنفيذه.

ب- يجب تفسير نتائج النموذج الرياضي في حدود ما صمم من أجله النموذج أي عدم التمسك بالحرفية التامة، ولكن يجب أن يتم تفسير النتائج من الفروض التي بني عليها النموذج في ضوء الهدف منه.

ح- لا يجب توجيه النموذج الرياضي لتحقيق هدف لم يكن يقصده أصلًا.

د- يجب عدم الاعتقاد بأن النماذج الرياضية لبحوث العمليات تحل محل متخذي القرارات؛ فعنصر التقدير الشخصي لمتخذي القرارات يوجد في أغلب مراحل إعداد النماذج الرياضية.

هـ- يجب مشاركة المستخدم النهائي لنتائج النماذج الرياضية في كافة مراحل إعداده وتنفيذه.

بحوث العمليات واتخاذ القرارات:

إن المفهوم الثالث والأخير لبحوث العمليات هو مساعدة صانع القرارات في معالجة المشاكل المركبة في العالم الحقيقي، عن طريق التأكيد على تحليل القرار وتحسين صنع هذا القرار. ويعتبر هذا المفهوم أساسيًّا وموحدًا في كل تطبيقات بحوث العمليات.

وتحليل القرار معناه تقسيم وتجزئة المشكلة كبيرة الحجم إلى أجزاء فرعية يسهل دراستها، وبعد أن يتم دراسة كل جزء فرعي بدقة وعناية، فإنه يتم تركيب وتأليف النتائج؛ لتعطي رؤية دقيقة للمشكلة الأصلية.

وتحسين صنع القرار معناه توجيه الاهتمام نحو عنصر أساسي في كل مشاكل بحوث العمليات، وهو البدائل المختلفة للأداء، التي يجب الاختيار فيما بينها، عن طريق دراسة وتحليل كل عملية دراسة علمية؛ بهدف إيضاح العلاقة بين بدائل الأداء المختلفة، وتحديد نتائج كل بديل، وتحديد مقاييس الأداء التي تعكس أهداف المشروع، وتكون بحوث العمليات بذلك أداة مساعدة للإدارة في صنع أفضل القرارات.

مزايا وحدود بحوث العمليات وأساليبها:

أولا: مزايا بحوث العمليات: لبحوث العمليات مزايا عديدة، منها:

١- إيجاد حلول لبعض مشاكل بعض الصناعات، التي لا تحل بكفاية باستخدام الخبرة القديمة في المواقف المتشابهة؛ نظرًا لوجود عدة بدائل، وعدم وجود معايير للمتغيرات المتعلقة بالمشكلة؛ ولذلك يصبح ضروريًّا وجود نموذج رياضي لتحليل نتائج البدائل، وتطبيق أساليب بحوث العمليات بمساعدة الحاسبات الإلكترونية.

٢- تقدم بحوث العمليات - عادة - منهجًا لتحليل مشاكل طرق التخطيط واتخاذ القرارات المتعلقة بأكثر من وظيفة واحدة في آن واحد، وذلك باستخدام الوسائل الكمية التي تبعد عن دائرة حسن التقدير، وتقترب من دقة التحديد على أساس علمي سليم.

٣- تقدم بحوث العمليات تفصيلًا كميًّا لتصحيح الأوضاع وحل المشاكل التي تتطلب دقة تحديد الهدف، وتحدد أحسن الحلول للعوامل المعنوية والبدائل في كثير من المشاكل.

٤- تقدم بحوث العمليات أفضل الحلول في الأجل الطويل، وتبحث دراستها في تخطيط الإنتاج والقوى العاملة ومستويات المخزون من مجموعة من القوانين المتحركة التي تصلح لأجيال طويلة.

٥- تساعد بحوث العمليات الإدارة في وزن النواحي المختلفة المتعلقة بالقرارات، وفي اندماج الأجزاء الكمية للتكاليف وعائدها باستخدام أساليب رياضية مختلفة. وقد كانت الإدارة تقوم دائمًا بهذه التقييمات باستخدام أساليب بسيطة ومقارنات ومناهج تقليدية، ولكن ساهمت بحوث العمليات في زيادة الدقة بطرق التقييم والتفصيل، وفي عرض هذه التقييمات بطريقة أفضل؛ لتمكين مستويات الإدارة المختلفة من استخدامها، وقد ساعدت الحاسبات الإلكترونية في الوقت نفسه في سرعة استخراج النتائج، وتوفير وقت الإدارة، وتخفيض التكلفة؛ إذ إن تكلفة استعمال الحاسب الإلكتروني لدقائق - مهما زادت - أقل بكثير من تكلفة عدة أفراد عاملين لمدة طويلة، وكذلك لزيادة قيمة النتائج والفوائد التي تعود على المشروع، وتحقيق إدارة أفضل.

٦- تساعد بحوث العمليات المديرين، وتوجه نظرهم في النواحي الآتية:

أ- تحديد من له الدراية بالقرارات المتخذة.

ب- متى وكيف يتم الاتصال بين الأجهزة المختلفة؛ لتداول المعلومات الخاصة بالقرارات موضع الدراسة.

ج- تحديد ماذا يحتاج إليه كل مدير - على اختلاف مستوياتهم - للنظر إليه عند محاولة تحسين نتائج أعماله إلى أقصى حد.

حدود بحوث العمليات:

رغم المزايا العديدة التي تعود على الإدارة من بحوث العمليات، إلا أن هناك حدودًا لاستخدام بحوث العمليات في حل المشاكل، منها:

١- يجب معرفة أن بحوث العمليات - في كثير من الحالات – لا تستطيع تعريف مشكلة الإدارة، أو اتخاذ أي قرار إداري إلا بمساعدة المديرين في المستويات التنفيذية المختلفة بالمشكلة.

٢- تحتاج بحوث العمليات إلى خبراء في الرياضة والإحصاء؛ ليستطيعوا التعمق في البحث الرياضي واستخدام أساليبه المختلفة في حل مشاكل الإدارة، كما يجب أن يكونوا في الوقت نفسه متفهمين لطبيعة الإدارة، وليس من السهل العثور على من يجمع بين الإلمام بالإدارة ومشاكلها، والتعمق في الرياضة ونظرياتها في الوقت نفسه، ويعتبر هذا العامل هو السبب الرئيس لنفور بعض المديرين من استخدام أساليب بحوث العمليات، والاكتفاء بالأساليب التقليدية البسيطة لحل مشاكلهم. ولكن يرد على ذلك أنه يكفي للمديرين تفهم مبادئ بحوث العمليات وتتبع خطواته، تاركين النواحي الفنية للخبراء المختصين، كما أن الأساليب التقليدية لن تكفي لحل المشاكل المعقدة التي تقابل الإدارة الحديثة في كثير من المشروعات الكبيرة.

٣- يعتبر الحد الرئيس لاستخدام بحوث العمليات، ملاحظة أنه ليس كل عامل من عوامل الإدارة والمتغيرات المؤثرة في المشكلة قابلًا للتقييم المادي، وحتى إذا أمكن تقييمه، ربما يكون ذلك راجعًا للتقدير والحكم الشخصي، الذي يتوقف على أساسه نجاح حل المشكلة المقترح باستخدام بحوث العمليات، فإذا لم يكن أساس التحكيم الشخصي صحيحًا، كان كل شيء مبني عليه غير صحيح، ولن يأتي بأي فائدة للإدارة وما فائدة تطبيق أسلوب علمي على بيانات تقديرية بحتة؟!

٤- تعقيد النظام الإداري الحديث للمشروعات الصناعية تزيد من المتغيرات، وتزيد من تداخلها، إلى أن تصبح النماذج الرياضية الممثلة لها في غاية من التعقيد، وزيادة على ذلك، فإن التغيرات السريعة التي تطرأ على الطرق الفنية والآلات، تدعو إلى تغيير هذه النماذج المعدة من آن لآخر؛ مما يزيد من تكاليف استخدام بحوث العمليات في اتخاذ القرارات الإدارية.

٥- يجب مراعاة أن بحوث العمليات ووسائلها ما هي إلا وسيلة ولسيت غاية؛ حيث إن بحوث العمليات ليست علاجًا لمشاكل الإدارة، وإنما تقدم للإدارة أساليب علمية وطرقًا شاملة لمعالجة المشاكل التي تقابل الإدارة، مع اعتبار ظروف المشروع وعملياته المختلفة.

٦- يجب مراعاة أن بحوث العمليات لها وظيفة استشارية فقط في المشروع، أما مسئولية اتخاذ القرارات وتوقيعها فتقع على عاتق الإدارة.

٧- يجب مراعاة أن بحوث العمليات ليست مسئولة عن تحسين الأداء أو رفع الكفاءة في حالة وجود هيكل تنظيمي سيئ للمنشأة؛ حيث إن بحوث العمليات تتطلب تحديدًا واضحًا للسلطة والمسئولية على كافة المستويات الإدارية المختلفة.

٨- لا يدخل في نطاق نماذج بحوث العمليات إلا ما يمكن التعبير عنه كميًا، وبذلك نجد أن العوامل والآثار التي لا يمكن التعبير عنها كميًا، تخرج عن نطاق ومجال بحوث العمليات.

علاقة بحوث العمليات بالعلوم الأخرى:

يرتبط علم بحوث العمليات بباقي العلوم الأخرى، ويتضح ذلك كالآتي:

من المعروف أن الوظائف الرئيسة للإدارة، تتمثل في التخطيط واتخاذ القرارات والرقابة وتقييم النتائج والتنسيق.

والأساليب المختلفة لبحوث العمليات تساعد الإدارة في ممارسة وظائفها بشكل علمي سليم، بدلًا من الاعتماد الكلي على الاجتهاد والتقدير الشخصي. وتخدم بحوث العمليات وظائف الإدارة كالآتي:

١- مساعدة الإدارة في التخطيط واتخاذ القرارات:

لأن نماذج بحوث العمليات غالبًا ما ينتج عنها نتائج وإجراءات وخطط، تؤدي إلى ترشيد متخذي القرارات. فالإدارة كثيرًا ما تواجه مواقف ومشاكل معقدة يصاحبها الكثير من البيانات والتفصيلات والتداخل والتشابك بين النواحي المختلفة، بالإضافة إلى عدم التأكد.

كل ذلك يستلزم الاستعانة ببحوث العمليات؛ حتى يمكن مساعدة الإدارة في الوصول إلى أفضل الخطط واتخاذ القرارات، من خلال تجميع البدائل المختلفة المتاحة، والقيود المفروضة على البدائل، والأهداف المراد تحقيقها، والتقييم العلمي السليم لكل بديل باستخدام العوامل الكمية.

٢- مساعدة الإدارة في الرقابة:

ترى الإدارة في المشروعات الكبيرة أن الإشراف المستمر على القرارات الروتينية أمر مرتفع التكاليف. ولقد ساعدت أساليب بحوث العمليات - من خلال استخدام الطريقة العلمية والخبرة - في إيجاد إجراءات نمطية موثوق بها لمعالجة المشكلات اليومية، والتعرف على الاتجاهات ورصدها، وقد أدى ذلك إلى مساعدة الإدارة في التركيز على الأمور الإستراتيجية.

إن الخطط المثلى الناتجة عن استخدام نماذج بحوث العمليات أداة للرقابة وتقييم الأداء.

حيث يتم قياس الفعاليات في ضوء مخططات محسوبة بطريقة علمية، متناسبة مع الموارد والإمكانات المتاحة بالمنشأة، بدلًا من تقييم الأداء في ضوء مخططات محسوبة بشكل اجتهادي.

٣- مساعدة الإدارة في التنسيق:

تفيد أساليب بحوث العمليات الإدارة في تحقيق التنسيق، بحيث تتناسق الخطط الفرعية للمنشأة مع بعضها البعض ومع الخطط الكلية للمنشأة؛ فاستخدام أحد نماذج التخطيط التي توفرها بحوث العمليات، مثل البرمجة الخطية، يمكن من تحقيق التناسق بين خطة الإنتاج وخطة المبيعات وموارد وإمكانات المنشأة.

٤- بحوث العمليات والحاسب الآلي:

إن كثيرًا من نماذج بحوث العمليات عبارة عن نماذج رياضية معقدة، وتتضمن حجمًا هائلًا من المعادلات والمتباينات، ويستلزم حلها العديد من العمليات الحسابية المعقدة. لذلك فإن الحاسب ذا السرعة الفائقة كان ضرورة ملحة لأداء هذه العمليات، واستخراج حلول النماذج في أقصر وقت ممكن وأقل قدر من التكلفة.

أضف إلى ذلك أن هناك بعض النماذج من بحوث العمليات التي تعتبر من النماذج الحديثة - مثل نماذج المحاكاة، والتي تتميز بشدة التركيب والتعقيد - لم تصبح ممكنة من الناحية العملية، وذات سهولة في التنفيذ إلا بفضل الحاسب الإلكتروني.

ويمكن القول إن تطور بحوث العمليات وانتشار استخدامها وتطبيقها كان مقترنًا بوجود الحاسبة الإلكترونية؛ إذ كان عاملًا مشجعًا على استخدام نماذج وبحوث العمليات في حل العديد من مشاكل الإدارة.

ومن ناحيه أخرى، فقد ساهمت بحوث العمليات في تطور الحاسب الإلكتروني، وفي العمل على نمو قدراته وتعدد مجالات استخدامه.

فلا غنى لدراسة بحوث العمليات في الوقت الحاضر عن دراسة كيفية الاستفادة من الحاسب الإلكتروني في الوصول إلى الحلول المرغوب بها، ولا غنى للمتخصص في تحليل النظم أو وضع برامج الحاسب الإلكتروني عن دراسة نماذج بحوث العمليات.

وبالفعل، فإن معظم المشروعات الاقتصادية في كافة المجالات الإنتاجية والخدمية، تستعين بالحاسب الإلكتروني؛ إما بالامتلاك أو التأجير.

أساليب بحوث العمليات:

تتعدد أساليب بحوث العمليات، حتى أصبحت الآن كثيرة، بحيث يتناسب كل أسلوب - من خلال خصائصه - مع ظروف مشكلة معينة يمكن حلها.

وهذه الأساليب - على سبيل المثال لا الحصر - كالآتي:

١- البرمجة الرياضية:

يدخل تحت البرمجة الرياضية كثير من الأساليب، كل أسلوب له خصائص مختلفة عن الآخر، وهي مثل البرمجة الخطية، والبرمجة الخطية متعددة الأهداف، وبرمجة الأهداف، والبرمجة الخطية بوحدات صحيحة، والبرمجة الحركية، والبرمجة غير الخطية، والبرمجة التوفيقية. وسوف يتم تناول هذه الأساليب في الباب الثاني.

٢- نظرية المباريات:

تختص نظرية المباريات بدراسة إستراتيجيات الآخرين ذوي المصالح المتعارضة. وتبنى هذه النظرية على أساس أن المشروع يشترك في مباراة مع منافسه (أي المشروع الآخر)، وأن كلا المشروعين يعرف الموقع الإستراتيجي للآخر، ويمكن عن طريق نظرية المباريات تكوين مجموعة من القرارات

المتابعة بكل من المشروعين؛ ليتفادى بها أثر قرارات المشروع الآخر، ويمكن استخدام نظرية المباريات في حل مشاكل كبيرة.

٣- نماذج صفوف الانتظار:

تتبع هذه النظرية في المواقف الحقيقية لانتظار الأفراد في خط مستقيم؛ لحين تأدية الخدمات لهم. وتهدف تلك النماذج إلى إيجاد الحلول المثلى للمشاكل التي تتضمن صفوف الانتظار، مثل انتظار عوامل الإنتاج المختلفة والآلات، وغيرها، وتستعمل أيضًا في حل مشاكل المخزون.

٤- نموذج النقل:

وهذا النموذج أحد نماذج البرمجة الخطية، ولكن لحل مشاكل ذات طبيعة خاصة. وهي تهدف لتحقيق التوزيع الأمثل لنقل المنتجات من مناطق الإنتاج إلى مناطق التخزين أو البيع، وذلك بأدنى تكلفة ممكنة أو بأقصى أرباح ممكنة.

٥- نموذج التعيين:

وهذا النموذج أيضًا يعتبر أحد أشكال البرمجة الخطية لحل مشاكل ذات طبيعة خاصة. وهو يهدف لتحقيق التوزيع الأمثل لرجال الإنتاج أو البيع على الآلات أو على مناطق البيع، وذلك بأدنى تكلفة ممكنة، أو بأقصى أرباح ممكنة.

٦- أسلوب تقييم ومراجعة البرامج (بيرت):

وهو أسلوب يستخدم في مجال التخطيط والتنسيق والرقابة، خاصة في المشروعات الكبيرة المعقدة. كما يرشد الإدارة ويوجه المستويات الإدارية لتؤدي عملها بأكثر كفاية، كما يسمح بتقديره وتخطيطه ومتابعته مقدمًا ويبين أيضًا مراحل التقدم وخطوات النشاط الجاري، كما يحذر من العقبات والاختناقات المتوقعة مستقبلًا في الوقت الملائم؛ حتى يتمكن تجنبها، وتفادي الكثير من الخسائر نتيجة توقف الإنتاج، وتعطل الموارد المختلفة بدون استغلال.

٧- أسلوب ماركوف:

ويعتمد أسلوب ماركوف على أن أسلوب أي متغير يتحدد في المستقبل بناء على سلوكه في الفترة السابقة مباشرة. فإذا أمكن تطوير وتحليل الموقف

السابق للمتغير مباشرة، فإنه يمكن استخدام هذا التصوير في التوقع الرياضي لسلوك المتغير مستقبلاً. ويستخدم أسلوب ماركوف كأداة مساعدة في إدارة التسويق لفحص سلوك المستهلكين، والتنبؤ للعلامات التجارية، وانصراف المستهلكين عن علامة تجارية معينة إلى علامة أخرى خلال الزمن، وبذلك تستطيع الإدارة تحديد نصيبها من السوق في فترة زمنية مقبلة، وتستطيع بذلك رسم سياساتها التسويقية، وتخطيط طاقتها ومواردها في ضوء ذلك.

٨- نماذج الرقابة على المخزون:

حيث تهدف هذه النماذج إلى تحديد الكمية الاقتصادية للشراء، وتحديد نقطة إعادة الطلب، وتحديد الحد الادنى للمخزون، وذلك بما يؤدي إلى تحمل المشروع أقل تكاليف ممكنة.

٩- نماذج المحاكاة:

وهي نماذج تقوم بتمثيل المشكلة الحقيقية، وتجريبها عدة مرات؛ للوصول إلى أفضل بديل من البدائل الممكنة للحل. ومعظم هذه النماذج تحتاج إلى قدرة حسابية هائلة، يفضل حل هذه النماذج عن طريق حاسبات إلكترونية.

* * *