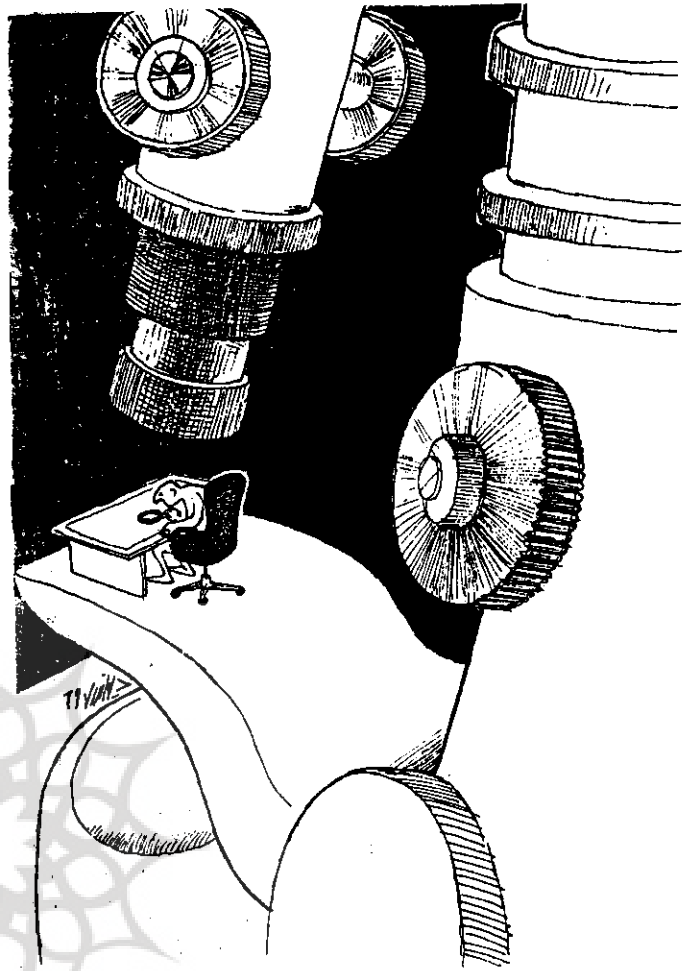


آقای مدیر! «تحقیق  
در عملیات» به شما  
می‌گوید که:

چه کالائی،  
کدام خدمات،  
چقدر، چگونه؟



در چند دهه اخیر پیشرفتهای شگرف تکنولوژی و مدرنیزه شدن موسسات صنعتی، و تجاری و دولتی را شاهد بوده‌ایم. سیستمهای اقتصادی، صنعتی و دولتی بسیار پیچیده شده است. این امر مشکل تر شدن مساله تصمیم‌گیری در تمام سطوح سازمانی را بدنبال داشته است. تجربیات نشان میدهد که اگر روشهای علمی و تکنولوژی جدید مدیریت در تصمیم‌گیری مدیران موسسات مورد استفاده قرار نگیرد، اگر چه موسسات از آخرین تکنولوژی پیشرفته استفاده کرده و بسیار مدرن باشند در دنیای رقابتی امروز این سازمانها محکوم به نابودی‌اند. بعبارت دیگر اگر تصمیمات صحیحی گرفته نشود که چه کالائی یا چه خدماتی، چه موقع و به چه میزان و چگونه تولید یا ارائه شود، پیشرفته‌ترین موسسات در رسیدن به اهداف مالی یا خدماتی مناسب، شکست خواهند خورد.

اشاره:  
چه کالائی تولید کنیم؟ چه خدماتی عرضه کنیم؟ تولید به چه میزان باشد؟ موجودی انبار، طراحی، ترکیب کالاها و نحوه حمل و نقل به چه صورت باشد؟ سئوالاتی است که مدیران هرروزه با آنها مواجه‌اند. راهبری موسسات بزرگ و مدرن امروزی نمی‌تواند مبتنی بر حدس و گمان و بدون برنامه باشد. بنابراین در راه تصمیم‌گیری و پاسخگویی به چنین سئوالاتی ضرورت یکارگیری روشهای علمی و تکنولوژی پیشرفته مدیریت آشکار می‌شود. استفاده از روشهای علمی برای تصمیم‌گیری، در فضای روش جدیدی بنام «تصمیم‌گیری عملیاتی» را به روی مدیران کشود. روشی که برای اولین بار در جنگ اول جهانی به‌کار رفت. پیش‌بینی نتایج عملیات جنگی بکار گرفته شد اما امروز کاربرد وسیعی در تجارت و مدیریت دارد. نمود مشخص در عملیات، در عرضه صنعت، مدیریت و کجارت است. مختصر به شکل کلی روشهای ارتش به پیشنهادی منابع و «علم مدیریت» شده است.

نوشته: دکتر حسین سروش

تصمیم‌گیری نباید برپایه حدس‌های خودسرانه و یا تجربیات گذشته باشد بلکه باید برپایه اصول علمی قرار گیرد. هدف «تحقیق در عملیات» (Operations) (Research) بررسی، تجزیه و تحلیل و بکارگیری روشهای علمی برای تصمیم‌گیری است.

### «تحقیق در عملیات» چیست؟

«تحقیق در عملیات» برای اولین بار در جنگ جهانی اول با به عرصه وجود گذاشت. یک دانشمند انگلیسی بنام «لنچستر»، نخستین فردی بود که براساس یکسری معادلات ریاضی توانست نتیجه یک جنگ را پیش‌بینی کند و این معادلات بنام «معادلات لنچستر» معروف است. تا زمان جنگ جهانی دوم «تحقیق در عملیات» در رکود بود تا اینکه در این نبرد «تحقیق در عملیات» بطور عملی در عملیات جنگی بکار گرفته شد. دانشمندان انگلیسی این بکارگیری روش‌های علمی برای حل مسائل عملی را «تحقیق در عملیات» نامیدند.

آنها خواهان بکارگیری رادار در بررسی عمق بهینه برای شناسایی و از بین بردن زیر دریایی بوسیله هواپیماهای ضد زیردریایی بودند. سران با تجربه نظامی براین عقیده بودند که عمق ۱۰۰ پائی بهترین و کاراترین عمق برای شناخت و از بین بردن زیر دریایی است اما دانشمندان «تحقیق در عملیات» بطور علمی و بعد بطور عملی نشان دادند که بهترین عمق ۳۰ پائی است که این درست مخالف نظریه صاحب‌نظران نظامی بود. موفقیت «تحقیق در عملیات» در جنگ دوم بحدی رسید که آنرا بنام «هنر برنده شدن در جنگ بدون نبرد کردن» نامیدند.

این حقیقت که یک گروه متخصص غیر نظامی بطور موفقیت‌آمیز یک پروژه نظامی را بررسی و تجزیه‌تحلیل کرده و به انجام رسانده بود باعث انگیزه‌های بسیاری در جهت بکارگیری «تحقیق در عملیات» در زمینه‌های غیر نظامی در ایام بعداز جنگ شد. بطوریکه امروزه این رشته موارد استعمال گسترده‌ای در زمینه‌های صنعتی، تجاری، نظامی و دولتی دارد. استفاده «تحقیق در عملیات» در صنعت منجر به پیدایش رشته مهندسی صنایع (Industrial Engineering) و در تجارت به پیدایش رشته «علم مدیریت» (Management Science) شد. می‌توان گفت رشته «تحقیق در عملیات» در بیشتر رشته‌های علمی نفوذ داشته و باعث دگرگونی عمیقی در آنها شده است.

### تعریف «تحقیق در عملیات»

تعاریف بسیاری از «تحقیق در عملیات» شده است اما از میان همه آنها تعریف گویائی می‌باشد

که بوسیله «جامعه تحقیق در عملیات امریکا» از این رشته به عمل آمده است:

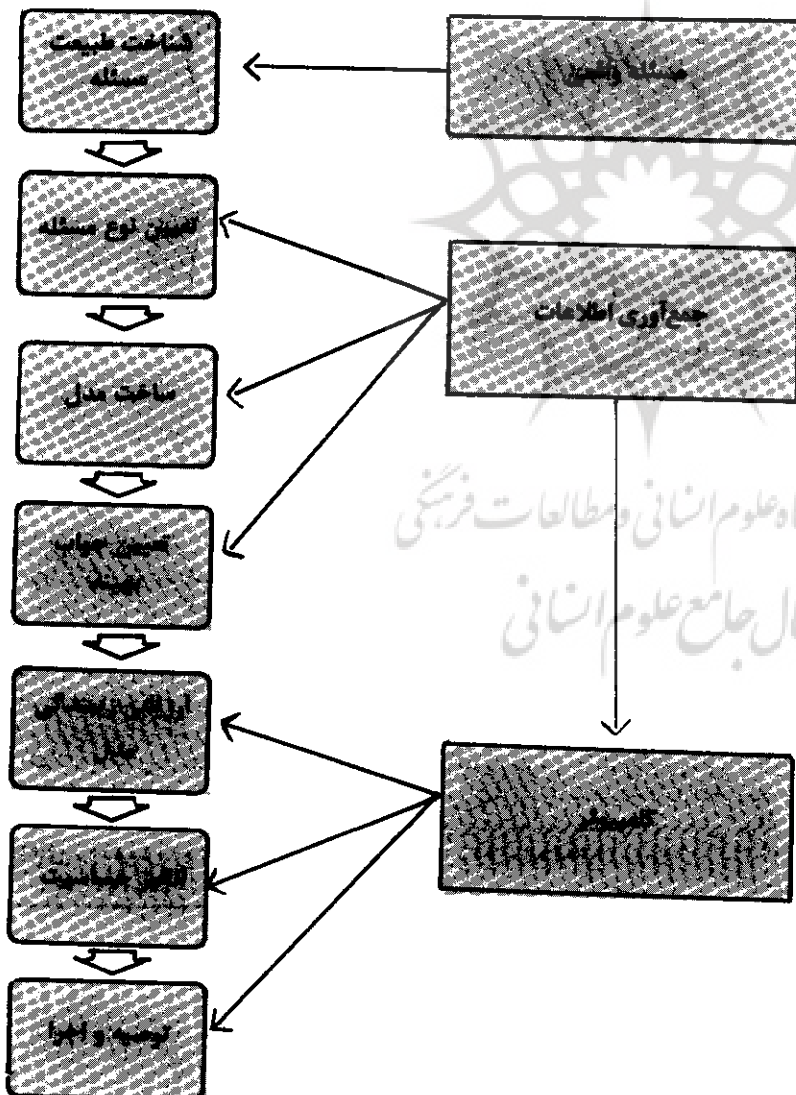
– «تحقیق در عملیات» علمی است که برای طراحی، تجزیه و تحلیل و کنترل بهینه سیستم‌هایی که تحت تاثیر منابع محدود واقع شده‌اند بکار می‌رود.

– «تحقیق در عملیات» یک مبنای علمی برای تصمیم‌گیری است.

### موارد استعمال

«تحقیق در عملیات» در چند دهه اخیر رشد سریعی داشته و در کلیه زمینه‌های صنعتی، تجاری، مدیریت، نظامی و دولتی بطور گسترده‌ای بکار گرفته شده است. «تحقیق در عملیات» در پیوند با مسائل مربوط به عملیات، فعالیت‌ها و تصمیمات یک سازمان یا یک پرو سه عنوان شده است. این مسائل معمولاً اهدافی چون بهینه

کردن عملکرد یک سری عملیات، مثل زمانبندی سفارش‌ها روی یک خط تولید و یا اختصاص بهینه منابع محدود، مثل تولید کالاهایی که برای منابع اولیه رقابت دارند را شامل می‌شود. این اهداف می‌توانند به عنوان نمونه حداکثر کردن سود، کارائی، رضایت مشتری و... و یا حداقل کردن هزینه، موجودی انبار، کار در جریان و... باشند. «تحقیق در عملیات» در زمینه‌های زیر بصورت وسیعی بکار گرفته شده است: کنترل موجودی انبار، تولید، طراحی سازمان، تعیین ترکیب کالاها، تصمیمات سرمایه‌گذاری، زمانبندی و سری کردن، برنامه‌ریزی حمل و نقل، طراحی سیستم‌های اطلاعاتی، اختصاص منابع محدود، مدیریت و کنترل پروژه، تصمیمات در مورد کالاهای جدید، تحقیقات، بازاریابی، تحقیق و توسعه، اکتشاف نفت، گاز و معادن، کنترل کیفیت، تصمیمات توزیع، ارتباطات، کامپیوتر برنامه‌ریزی و کنترل نیروی انسانی، بازار بورس،



آنالیز خط‌مشی‌های اعتباری، کنترل جمعیت، سیستم‌های آموزشی، برنامه‌ریزی شهری و ناحیه، کشاورزی و...

## متدولوژی «تحقیق در عملیات»

متدولوژی «تحقیق در عملیات» شامل قدم‌های زیر است که در زیر بیان شده است.  
الف: شناخت طبیعت مساله: آیا مساله یک مساله تحقیق در عملیات است؟  
ب: تعیین نوع مساله: مساله «تحقیق در عملیات» از چه نوع است؟  
مثال، برنامه‌ریزی خطی، مساله خط نوبت  
پ: ساخت مدل ریاضی: چه مدل ریاضی مساله را بنحو احسن بیان می‌کند؟  
ت: تعیین بهینه: بهترین جواب برای رسیدن به هدف چیست؟  
ث: ارزیابی زیبندگی مدل: آیا نتایج مدل قابل قبول است؟  
ج: آنالیز حساسیت: تغییر داده‌ها یا پارامترها روی جوابهای بهینه مساله چیست؟  
چ: توصیه و اجرا: توصیه‌های ناشی از مدل چیست و چگونه باید نتایج مدل اجرا شود؟

## نگرش‌های تحقیق در «تحقیق در عملیات»

نگرش سیستماتیک (Systematic Approach): در این نگرش مسایل به صورت سیستمی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. بعنوان مثال در یک کارخانه که مسئول تولید و توزیع کالای تولیدی خود می‌باشد. تصمیمات مربوط به مساله

تاسیس کارخانه نمی‌تواند بدون توجه به محل بازار مصرف انجام گیرد. به عبارت دیگر باید کارخانه در محلی احداث شود که نه فقط هزینه حمل و نقل بلکه مجموع هزینه تولید و حمل و نقل حداقل گردد.

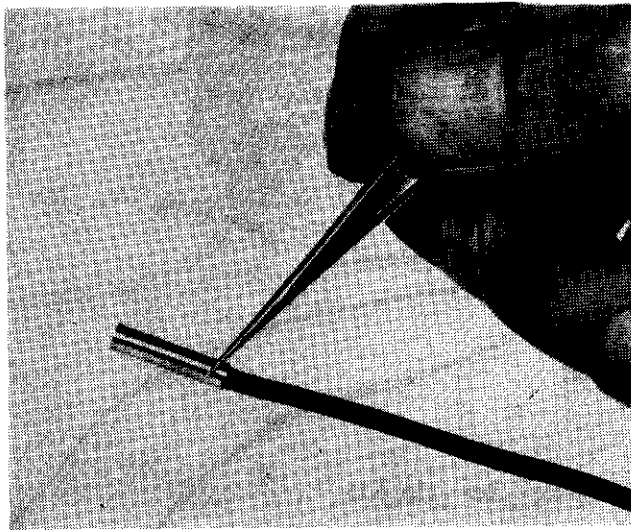
## نگرش اینتر دیسپلینری

### (Inter-Disciplinary Approach)

یک تیم از متخصصان با معلومات و اطلاعات متفاوت جهت بررسی و تجزیه مساله اقدام می‌کند بعنوان مثال برای بررسی علل کاهش تقاضا برای یک کالا باید از گروهی، شامل روانشناسان بازار، بازاریاب، مدیر کنترل کیفیت، طراح، مدیر تولید، مدیر سیستم قیمت‌گذاری و فروش و غیره استفاده کرد.

### (Scientific Approach)

با استفاده از مدل مساله مورد بررسی و تجزیه



بصورت الگوهای ریاضی نشان داده می‌شود. بدلائل زیر مدل‌های «تحقیق در عملیات» از نوع مدل‌های ریاضی است:

الف: این نوع مدل‌ها می‌توانند بوسیله کامپیوتر خیلی سریع حل شوند. سالها عملیات یک کارخانه را می‌توان در چند دقیقه در کامپیوتر حل کرد.

ب: مدیر را قادر می‌سازد کلیه آنالیزها را مورد بررسی قرار دهد

پ: تغییرات در مدل سریعتر از تغییرات در سیستم واقعی است. آزمایشها ساده‌تر است

ث: چون در سیستم، متغیرهای احتمالی وجود دارند، بوسیله مدل مدیر می‌تواند ریسک هر تصمیم را اندازه‌گیری کند.

ج: هزینه آنالیز مدل خیلی کمتر از هزینه در روی سیستم واقعی است.

## انواع مدل‌ها در «تحقیق در عملیات»

مدل‌های کیفی:

مدل‌های کیفی مدلی هستند که مساله را بصورت (زبان غیر ریاضی) بیان می‌کند.

مدل‌های کمی:

مدل‌های کمی یا مدل‌های ریاضی از طریق زبان ریاضی قابل تجزیه و تحلیل و حل بوده و دارای اجزا زیر است:

- متغیرهای تصمیم‌گیری:

اینها ناشناخته‌های مدل هستند که با حل مدل جوابهای آنها مشخص می‌شود

- تابع هدف: تابعی از متغیرهای تصمیم‌گیری است که برای ارزیابی جوابهای مساله بکار می‌رود.

- محدودیت‌ها: توابعی از متغیرهای تصمیم‌گیری‌اند که دامنه متغیرها را مشخص می‌سازند.

و تحلیل قرار می‌گیرد. یک مدل نمونه خلاصه شد و تا حد امکان شرایط مساله واقعی را دارد. مدل‌ها سه نوع است:

الف: مدل‌های قیاسی (Iconic) مانند مدل‌های پلاستیک، عکس، مجسمه و غیره که برای نشان دادن اجسام بکار می‌روند.

ب: مدل‌های (Analog) مانند نقشه، دماسنج که با مقیاس‌های متفاوت مساله واقعی را نشان می‌دهند.

ج: مدل‌های ریاضی (Mathematical) یا سمبولیک که فاکتورهای مساله واقعی در آن،

«تحقیق در عملیات» علمی است که برای طراحی، تجزیه و تحلیل و کنترل بهینه سیستم‌هایی که تحت تأثیر منابع محدود واقع شده‌اند بکار می‌رود.

«تحقیق در عملیات» یک مبنای علمی برای تصمیم‌گیری است.

«تحقیق در عملیات» در زمینه‌های وسیعی شامل کنترل موجودی انبار، تولید، طراحی سازمان، برنامه‌ریزی حمل و نقل، طراحی سیستم‌های اطلاعاتی، مدیریت و کنترل پروژه، تحقیق و توسعه، تصمیمات سرمایه‌گذاری و... بکار گرفته می‌شود.

• «لینچستر» انگلیسی، نخستین فردی بود که بر اساس یک سری معادلات ریاضی توانست نتیجه یک جنگ را پیش‌بینی کند.

• قسمت اعظم موارد استعمال «تحقیق در عملیات» در زمینه‌های صنعتی، تجاری، نظامی و دولتی است.



### مدل‌های خطی و غیر خطی

در مدل‌های خطی کلیه روابط ریاضی بصورت خطی است. اما در مدل‌های غیر خطی حداقل یکی از روابط به صورت غیر خطی بیان شده است.

### برنامه‌ریزی خطی و غیر خطی

یک برنامه‌ریزی خطی یک مدل خطی است که در آن تابع هدف و محدودیتها بصورت روابط خطی می‌باشد. یک برنامه‌ریزی غیر خطی یک مدل غیر خطی است که در آن حداقل یکی از محدودیتها و یا تابع هدف بصورت غیر خطی باشد.

- پارامترها: اطلاعات و داده‌های مدل هستند که ارتباط متغیرها را با تابع هدف و محدودیتها مشخص می‌سازند.

### انواع مدل‌های کمی

مدل‌های توصیفی و توضیحی:

مدلهای توصیفی مساله را فقط توصیف کرده و هیچ تصمیمی را مشخص نمی‌کنند. مدل‌های خط انتظار و مدل‌های شبیه‌سازی از این نوع است. مدل‌های توضیحی بهترین تصمیم را بصورت تحلیلی ارائه می‌دهند. مدل‌های بهینه‌سازی شامل برنامه‌ریزی خطی و غیر خطی از این نوع است.

### مدل‌های غیر احتمالی و احتمالی

در مدل‌های غیر احتمالی کلیه متغیرها و روابط ریاضی بصورت ثابت و با اطمینان صد درصد مشخص شده‌اند. در مدل‌های احتمالی متغیرها و روابط ریاضی به صورت احتمالی داده می‌شود.

### مدل‌های ایستا و پویا

مدل‌های ایستا مساله را در یک واحد زمان با یک پرئود بررسی می‌کند. مدل‌های پویا مساله را در بیشتر از یک پرئود مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهند.

کار با هزینه ۴۰۰۰ تومان برای هر واحد و تا ۲۰ کولر در ساعات اضافه کار با هزینه ۶۰۰۰ تومان برای هر واحد تولید کند. در آخر هر فصل هزینه‌ای برابر ۲۰۰ تومان بعنوان هزینه انبارداری به هر کولر تعلق می‌گیرد این مساله را بصورت یک برنامه‌ریزی خطی فرموله کنید تا تقاضاها با حداقل هزینه تامین شود.

**مثال دوم:** یک شرکت تعمیر ماشین‌های زیر اگس، تعداد ساعت‌های تعمیر که در ۵ ماه آینده مورد نیاز است را بشرح زیر مشخص کرده است:

ماه	۱	۲	۳	۴	۵
ساعات کارکرد	۶۰۰۰	۷۰۰۰	۸۰۰۰	۹۵۰۰	۱۱۰۰۰

در ابتدای ماه اول ۵۰ تکنسین ماهر مشغول بکار می‌شوند و هر یک می‌توانند تا ۱۶۰ ساعت در ماه کار کنند. بخاطر تامین تقاضای ساعت تعمیر آیسند

باید تکنسین‌های جدید استخدام شود. برای کارآموزی یک تکنسین جدید یکماه وقت لازم است که طی این یکماه کارآموزی طی مدت ۵۰ ساعت بوسیله یک تکنسین ماهر کارآموزی می‌شود (کارآموز در ماههای کارآموزی اجازه تعمیر ندارد) حقوق تکنسین ماهر ماهی ۱۵۰۰۰ تومان است اگرچه برای مدتی کمتر از ۱۶۰ ساعت کار کند. حقوق کارآموز در ماه کارآموزی برابر ۷۰۰۰ تومان است. در آخر هر ماه ۵ درصد از تکنسین‌های ماهر این کمپانی به قصد انتقال به کمپانی دیگر کارشان را ترک می‌کنند. (کارآموزان نمی‌توانند بلافاصله بعد از دوره کارآموزی کمپانی را ترک کنند) این مساله را به صورت یک برنامه‌ریزی خطی فرموله کنید تا کل هزینهها حداقل شود.

### موارد استعمال و مشکلات روش‌های تحقیق در عملیات

نتایج زیر حاصل از بررسی ۱۵۰ موسسه و

### مدل‌های ابتکاری

مدل‌های ابتکاری جوابهای خوب را خیلی سریع به جای جواب بهینه که مستلزم زمان بیشتری است ارائه می‌دهد.

### مدل‌های شبیه‌سازی

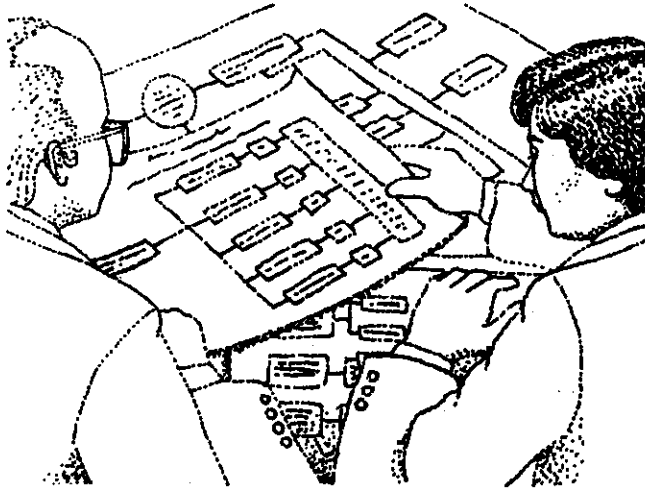
مدل‌هایی از سیستم‌های پیچیده‌اند که راه حل تحلیلی برای آنها یا وجود ندارد و یا خیلی مشکل است. در این مدل‌ها از کامپیوتر استفاده می‌شود که رفتار سیستم را بیان و بررسی کرده تا مورد تجزیه و تحلیل مدیران قرار گیرد.

### دو مثال برنامه‌ریزی خطی

**مثال اول:** یک کارخانه تولیدی کولر می‌خواهد بسازد در هر فصل یک سال

باید چند کولر تولید کند تا تقاضای آن را که در فصول بترتیب برابر ۷۰، ۶۰، ۷۵ و ۲۵ کولر است برآورد کند. در ابتدای فصل یک، موجودی انبار برابر ۱۰ کولر است. در هر فصل این کارخانه می‌تواند تا ۴ کولر در ساعات عادی

بانک می‌باشد که در سال ۱۹۷۹ بوسیله «توماس» و «داکوستا» (Thomas & Dacosta) در مورد کاربرد روشهای «تحقیق در عملیات» انجام گرفته است:



درصد موسساتی که روش را بکار گرفته‌اند	روش تحقیق در عملیات
۹۳	آنالیزهای آماری
۸۴	شبیه‌سازی
۷۹	برنامه‌ریزی خطی
۷۰	پرت/سی پی ام
۵۷	تئوری انبارداری
۴۵	تئوری صف
۳۶	برنامه‌ریزی غیر خطی
۲۲	آنالیز تصمیم‌گیری
۲۷	برنامه‌ریزی پویا
۲	برنامه‌ریزی عدد صحیح

مشکل در اجرای روشهای تحقیق در عملیات	درصد موسساتی که از مشکل نام برده‌اند
عدم تعهد استفاده کننده	۳۲
استقامت در مقابل تغییر	۳۰
عدم درک، استفاده کننده	۲۷
کمبودها، بودجه، نیروی انسانی و دسترسی به کامپیوتر	۲۷
عدم دسترسی به اطلاعات	۲۰
عدم تعهد محققین	۲۰
عدم ارتباط	۱۸
مشکلی نیست	۱۷

روش تحقیق در عملیات	درصد استفاده		
	کم	معمولی	زیاد
آنالیزهای آماری	۱/۶	۳۸/۲	۵۹/۷
شبیه‌سازی	۱۲/۹	۵۳/۲	۳۴/۹
پرت/سی پی ام	۲۵/۸	۵۳/۹۲	۲۲/۰
برنامه‌ریزی خطی	۲۵/۸	۵۹/۷	۱۴/۵
تئوری صف	۴۰/۳	۵۰/-	۹/۷

• در «تحقیق در عملیات» مسائل بصورت سیستمی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و یک تیم از متخصصان با معلومات و اطلاعات متفاوت جهت بررسی و تجزیه و تحلیل مسأله اقدام می‌کند.

• در «تحقیق در عملیات» با استفاده از مدل، مسأله مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد بطوریکه یک مدل نمونه خلاصه شده تا حد امکان شرایط مسأله واقعی را دارد.