



2<sup>nd</sup>  
National Conference on

# Systems Thinking In Practice

دومین کنفرانس ملی (مجازی)

## تفکر سیستمی در عمل



عنوان کارگاه:

عملیات رفتاری و پویایی‌شناسی سیستم‌ها

ارائه دهنده: دکتر فرزاد دهقانیان

عضو هیئت علمی گروه مهندسی صنایع

دانشگاه فردوسی مشهد

f.dehghanian@um.ac.ir

- آنچه می خواهیم بگوییم:

- انسانها در تصمیم‌گیری کاملاً عقلانی رفتار نمی‌کنند. به دلیل وجود محدودیتهای زمانی و اطلاعات ناقص و محدودیتهای شناختی عقلانیت ما در تصمیم‌گیری محدود است.

- با توجه به اینکه پویایی شناسی سیستمها به ساختارهای فیزیکی (سخت افزار) و ساختارهای تصمیم‌گیری (نرم افزار) در کنار هم توجه دارد، می‌توان در مدلسازی تصمیم‌گیری به ملاحظات عقلانیت محدود توجه کرد.



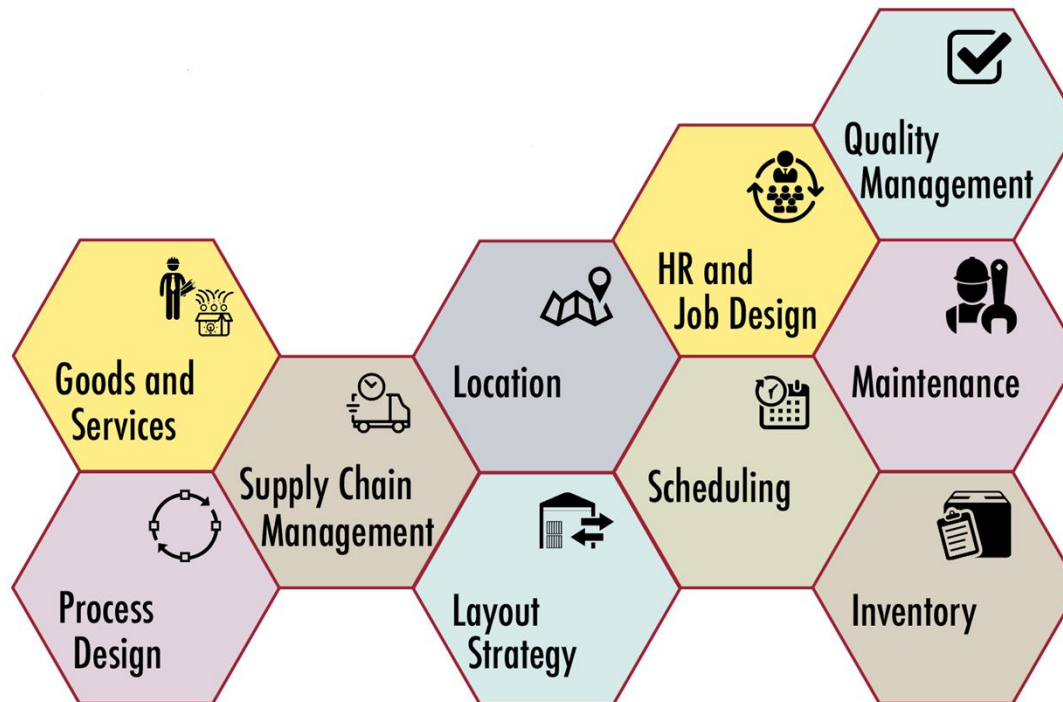
## • سر فصل مطالب

- تعریف مدیریت عملیات رفتاری
- سیستم‌های تصمیم‌گیری 1 و 2
- عقلانیت محدود
- سوگیری‌ها
- تلفیق پویایی‌شناسی سیستمها و عملیات رفتاری
- پویایی‌شناسی سیستمها در عمل



## • مدیریت عملیات (Operations Management)

- تبدیل ورودیهای سازمان (مواد اولیه، نیروی انسانی و ...) به کالاها و خدمات با بالاترین سطح کارایی ممکن



## • مدیریت عملیات رفتاری (Behavioral Operations Management)

• بررسی رفتارها، شهود و احساسات انسانی و اثر آن در فرایندها و سیستمهای عملیاتی

• Operations management + Behavioral sciences



## مثال‌هایی از کاربردهای مدیریت عملیات رفتاری

- معیارهای کمی میزان رضایت مشتری در مدیریت عملیات: کاهش زمان انتظار مشتریان و افزایش سرعت ارائه خدمت

### • معیارهای کیفی در مدیریت عملیات رفتاری: توجه به کیفیت انتظار

- یک زمان انتظار ده‌دقیقه‌ای در یک محیط سرشار از هیجان و شادمانی می‌تواند بسیار ناچیز احساس شود در حالی که این میزان انتظار در یک محیط پر استرس، شلوغ و با شرایط دمایی نامناسب می‌تواند بسیار طولانی برآورد شود.
- این رویکرد توجه به طراحی المان‌های انسانی و روان‌شناختی در طراحی صف نظیر چیدمان فضای انتظار، استفاده از عوامل جذاب کننده محیطی، افزایش راحتی، کاهش اضطراب و ارائه اطلاعات مرتبط با برآورد زمان انتظار را مورد توجه قرار می‌دهد.



- ساختار ارائه خدمت به مشتری در سیستم‌های صف

- **مدیریت عملیات:** بر اساس پیش‌بینی‌های مبتنی بر تئوری صف، سیستم صف واحد همراه با چند ارائه‌دهنده خدمت (Single Queue - Multi Server) با افزایش بهره‌وری ارائه‌دهندگان خدمت و کاهش زمان بیکاری آنان، موجب کاهش زمان انتظار مشتریان می‌شود.

- **مدیریت عملیات رفتاری:** تحقیقات نشان می‌دهند که در سیستم صف واحد فعالیت‌های افراد ارائه‌دهنده خدمت مستقل از هم نیستند و بر روی یکدیگر اثر می‌گذارند.

- ممکن است افزایش عملکرد یک ارائه‌دهنده، دیگری را به کاهش عملکرد تشویق کند (سواری مجانی - Free Riding)

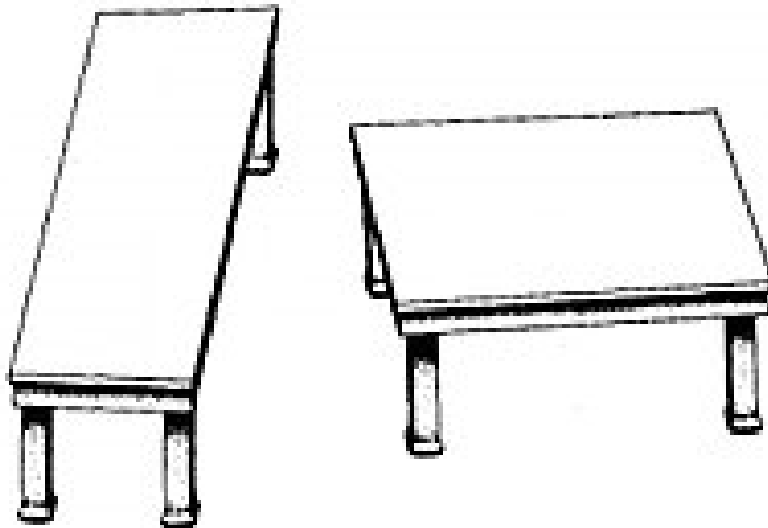
- همچنین به دلیل وجود تنها یک صف برای همه ارائه‌دهندگان خدمت امکان گرفتن بازخورد از طول صف برای هر ارائه‌دهنده از بین می‌رود.

- در چنین سیستم‌هایی مشاهده شده است که تعامل مستقیم بین مشتری و ارائه‌دهنده خدمت کاهش می‌یابد چراکه در این حالت هر ارائه‌دهنده صف مجزایی را مقابل خود ندارد. این عوامل منجر می‌شود که اثرات مثبت این ساختار بر زمان انتظار مشتریان کاهش یابد.



## سیستم 1 و سیستم 2 فکر کردن

- دیوید کانمن (برنده نوبل اقتصاد در 2002) دو سیستم فکر کردن را به صورت زیر توضیح می‌دهد:
- **سیستم 1 فکر کردن:** ناظر بر نظام شهودی ماست که نوعاً سریع، خودکار، بدون زحمت، مبهم و همراه با احساسات است.

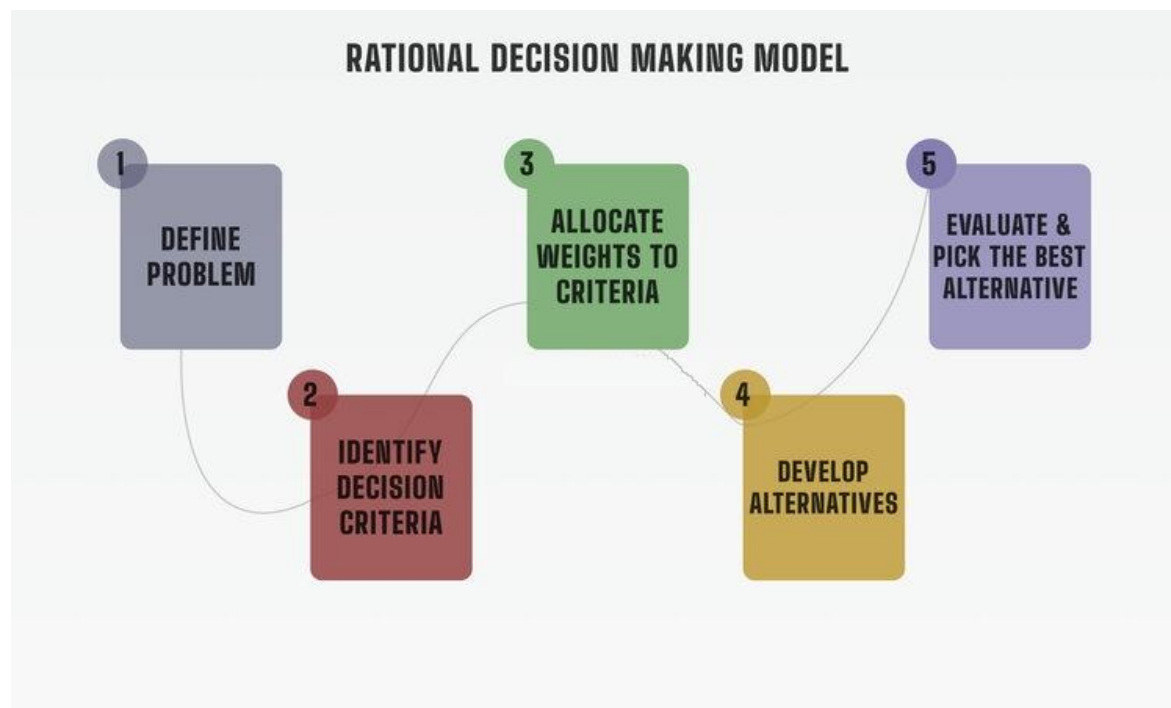


- میزهای شپارد



- سیستم 2 فکر کردن: ناظر بر شیوه استدلالی است که کندتر، آگاهانه، پرزحمت، شفاف و منطقی است.

- یک الگوی نمونه برای سیستم 2





- غالباً هر دو سیستم با یکدیگر کار می کنند به این صورت که پاسخ اولیه و سریع سیستم 1 با تفکر عمیق تر سیستم 2 اصلاح می شود.
- گاهی اوقات سیستم 2 فکر کردن چندان هم تعدیل نمی شود.
- برای مثال دیده شده است که انسانها از خوردن شکر از ظرفی که روی آن نوشته شده «مواد سمی» پرهیز می کنند، حتی اگر خود آنها این کلمه را روی ظرف نوشته و به چشم خود دیده باشند داخل ظرف شکر ریخته شده است. 😊

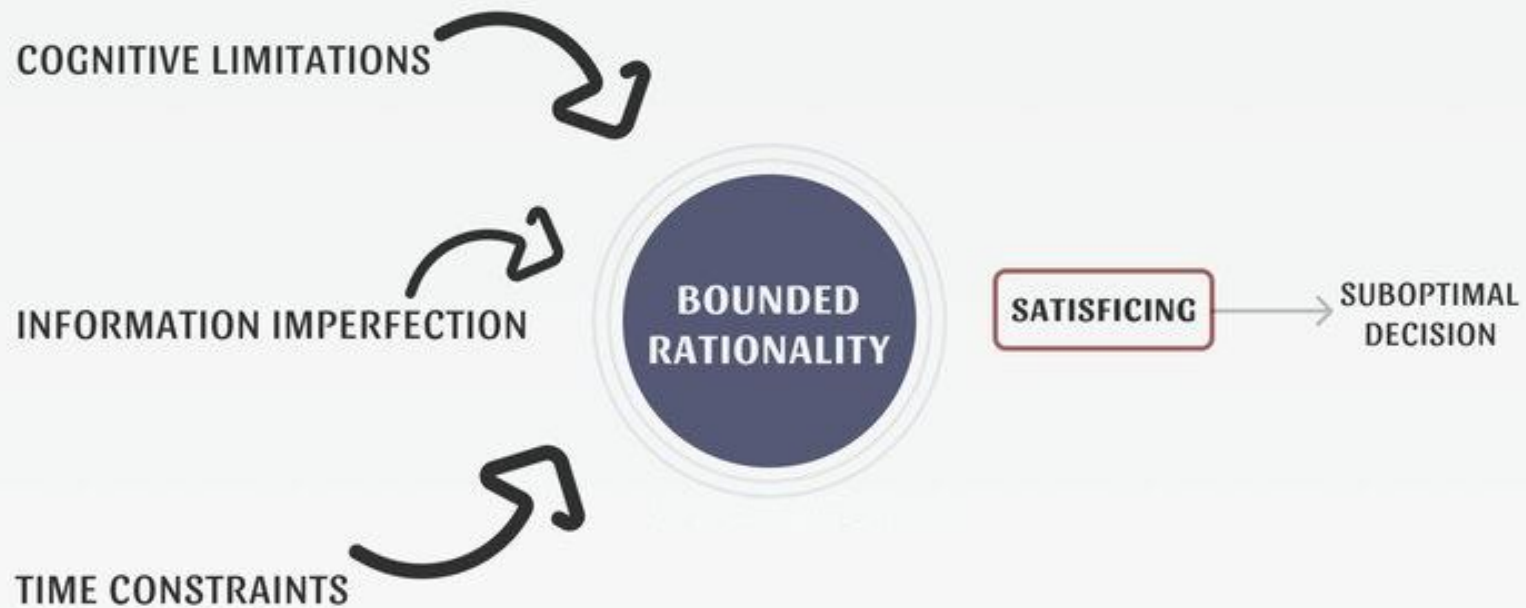


## • عقلانیت محدود (Bounded Rationality)

- سایمون (برنده جایزه نوبل اقتصاد در 1978) این نکته را مطرح کرد که قضاوت‌های افراد از حیث عقلانیت محدود است.
- سایمون معتقد بود که مدل عقلانی تجویز می‌کند که چگونه تصمیم‌گیری باید صورت گیرد به جای اینکه توضیح دهند در عمل چگونه تصمیم‌گیری انجام می‌شود.



## BOUNDED RATIONALITY DECISION MAKING MODEL



- پانزده سال بعد از انتشار آثار سایمون، تیورسکی و کانمن (1974) در ادامه کار سایمون، جزییات دقیقی از سوگیریهای نظام‌مندی که قضاوت‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد عرضه کردند.
- به طور خاص محققان دریافته‌اند که انسانها در تصمیم‌گیریهای خود بر استراتژیهای ساده‌کننده و قواعد سرانگشتی تکیه می‌کنند. (قاعده‌های خود ساخته : Heuristics)



- عقلانیت محدود به عنوان مفهوم تلفیق کننده پژوهش های مربوط به تصمیم گیری رفتاری مورد استفاده قرار گرفته است.
- تیلر (برنده نوبل اقتصاد در 2017) دو محدودیت دیگر در تصمیم گیری را اضافه کرد:
- قدرت اراده ما محدود است. ما گرایش داریم که وزن بیشتری به دغدغه های امروز بدهیم تا دغدغه های فردا. (پس انداز ناکافی برای دوران بازنشستگی، وسوسه خوردن و قرض گرفتن و ...)
- خود محوری نیز محدود است. بر خلاف تصور کلیشه ای رایج در علم اقتصاد، ما نه تنها به دنبال نفع خود هستیم، بلکه به نتیجه کارهای دیگران نیز توجه داریم.



• با یک هواپیما سفر می‌کنید و در ردیف کناری نشسته‌اید. خانمی با لباس عجیب و غریب در ردیف وسط نشسته است (ویویان). در کنار او، یعنی صندلی کنار پنجره، فردی با تیپ رسمی تاجران (مارک) نشسته است. نیم ساعت بعد از پرواز، ویویان به سراغ شما و مارک می‌آید و می‌گوید فردی پولدار است و چون از طولانی بودن سفرهای هوایی خسته می‌شود میل دارد با کسی یک بازی فکری را شروع کند. او پنجاه عدد اسکناس 100 دلاری از کیفش درمی‌آورد و پیشنهاد می‌کند:

• من به شما دو نفر 5000 دلار خواهم داد اگر بتوانید با یکدیگر بر سر نحوه تقسیم پول میان خود به تفاهم برسید. برای تقسیم پول دو شرط وجود دارد: نخست اینکه مارک باید در این مورد تصمیم‌گیری کند که چگونه پول تقسیم شود. دوم، شما باید در مورد قبول یا رد این نوع تقسیم نظر دهید. اگر شما قبول کنید، پول بر اساس پیشنهاد مارک تقسیم خواهد شد. اما اگر این تقسیم را نپذیرید به هیچ کدام پولی نخواهد رسید.

• شما و مارک تصمیم می‌گیرید در این بازی وارد شوید. مارک لحظه‌ای با خود فکر می‌کند و سپس می‌گوید:

• من پیشنهاد می‌کنم 4900 دلار به من برسد و تنها 100 دلار به تو اختصاص یابد.

• اینک نوبت شماست، آیا این نوع تقسیم را قبول می‌کنید؟





- قواعد خودساخته و سوگیری‌ها

- قاعده در دسترس بودن

- قاعده نمایندگی

- قاعده تایید

- قاعده احساسات



## • قاعده در دسترس بودن

• مردم ارزیابی خود در مورد میزان تکرار، احتمال و علل احتمالی یک پدیده را بر حسب میزان حضور یا وقوع این پدیده یا نمونه‌های مشابه که به راحتی در حافظه «در دسترس» است شکل می‌دهند.

## • سوگیری 1: سهولت یادآوری

• لطفاً از میان دلایلی که در زیر برای علل مرگ و میر در جهان در سال 2008 ذکر شده، رتبه آنها را از حیث اهمیت تعیین کنید.

- جنگ و منازعات داخلی
- رژیم غذایی نامناسب از جمله گرسنگی
- سرطان ریه و نای
- بیماری‌های صعب‌العلاج ریه
- عفونت دستگاه تنفسی



- قاعده در دسترس بودن

- سوگیری 2: قابلیت فراخواندن از حافظه

- درصد کلمات انگلیسی‌ای را که با حرف a شروع می‌شوند حدس بزنید.
- درصد کلمات انگلیسی‌ای را که حرف a سومین حرف آنهاست حدس بزنید.



- قاعده نمایندگی

- سوگیری 3: عدم حساسیت به نرخهای پایه

- بیشتر کسانی که می‌خواهند نوعی کارآفرینی را شروع کنند، زمان زیادی را صرف تصور این امر که موفق خواهند شد می‌کنند، اما غالباً به اطلاعات پایه مبنی بر درصد ورشکستگی در این حوزه کسب و کار بی‌توجه‌اند.



## • قاعده نمایندگی

### • سوگیری 4: عدم حساسیت به اندازه نمونه

- مردم در قضاوت خود به اندازه نمونه حساس نیستند. مثلاً اگر در ذهن آنها چند دزد سیاهپوست وجود داشته باشد درصد دزدانی که سیاه پوست هستند را بالا تخمین می زنند.
- در نسبت دادن یک صفت به مردم یک شهر هم این سوگیری وجود دارد.
- بازاریابی هم از این سوگیری به نفع خود استفاده می کند: «از هر پنج دندانپزشک که مورد بررسی قرار گرفت، چهار نفر آنها آدامسهای بدون شکر را به بیماران خود توصیه می کنند» بدون ذکر تعداد دقیق پزشکانی که در پیمایش به کار گرفته شدند، نتیجه پیمایش بی معنا خواهد بود.



## • قاعده نمایندگی

### • سوگیری 5: درک نادرست از پدیده شانس

- شما و همسرتان سه فرزند دارید که همه آنها دخترند. احتمال دختر یا پسر شدن فرزند برابر است. شما منتظر به دنیا آمدن فرزند چهارم هستید. شما امیدوارید که این نوبت فرزند چهارم پسر باشد. احتمال اینکه فرزند جدید دختر باشد چقدر است؟

## • قاعده نمایندگی

### • سوگیری 6: بازگشت به میانگین

- اصل اساسی آمار به ما می‌گوید که عملکردهای خیلی غیرعادی طی زمان به حالت میانگین خود بازگردانده می‌شوند. بازیکن یا شرکتی که در یک سال خیلی خوش‌شانس بوده است نمی‌تواند انتظار داشته باشد در سال بعد نیز به همان شکل خوش‌شانس باشد.
- وقتی زمان آن می‌رسد که افراد این آگاهی را به انتظار عملکرد اعمال کنند، بیشتر افراد این کار را به صورت نظام‌مند انجام نمی‌دهند.



## • قاعده نمایندگی

### • سوگیری 7: خطای ترکیب

• لیندا دختری 31 ساله، مجرد، صریح و بسیار باهوش است. او مدرک کارشناسی رشته فلسفه دارد. به عنوان یک دانشجوی، نسبت به مسئله تبعیض نژادی و عدالت اجتماعی حساس است و در تظاهرات علیه تسلیحات هسته‌ای شرکت می‌کند. سه توصیف زیر را بر حسب احتمال سازگاری با شخصیت لیندا رتبه‌بندی کنید:

الف - لیندا در جنبش زنان فعال است.

ب - لیندا کارمند بانک است.

ج - لیندا کارمند بانک است و در جنبش زنان فعالیت دارد.

• مهمترین دغدغه‌ای که از خطای ترکیب ایجاد می‌شود این است که می‌تواند پیش‌بینی ما برای آینده را به شدت تضعیف کند و موجب شود ما برای مواجهه با حوادث پیش‌بینی نشده چندان آماده نباشیم.



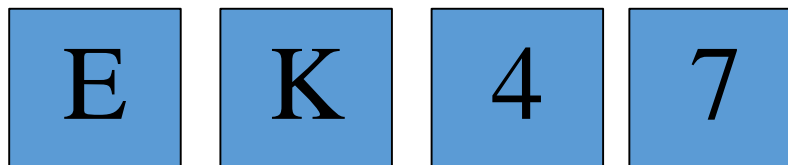


## • قاعده تایید

### • سوگیری 8: تله تایید

- وقتی ما با اطلاعاتی روبرو می شویم که با باورهایمان سازگار است، آن را با آغوش باز و با کمال میل می پذیریم.
- معمای کارت ویسون: کمترین تعداد حرکتی را پیدا کنید که به وسیله آن بتوانید صحت قانون زیر را نشان دهید:

«در پشت کارتهایی که حروف مصوت دارند، عدد زوج درج گردیده است»



## • قاعده تایید

### • سوگیری 9: لنگر اندازی

- سه رقم آخر شماره تلفن همراه خود را برداشته و عدد یک را به ابتدای آن اضافه کنید. حال عدد چهاررقمی دارید. آن عدد را به عنوان یک سال در نظر بگیرید. آن عدد را بنویسید.
- اینک تلاش کنید سال تکمیل بنای تاج محل را تخمین بزنید. سال تخمینی شما قبل یا بعد از سال ساخته شده با شماره تلفن شماست؟
- حالا بهترین تخمین خود از سال تکمیل تاج محل را بنویسید.



## • قاعده تایید

### • سوگیری 10: سوگیری به رویدادهای مرتبط و غیرمرتبط

- یک نظام پیچیده نظیر راکتور اتمی یا بدن انسان، اگر یکی از اجزا آن درست کار نکند، به کلی مختل می‌شود. حتی وقتی احتمال از کار افتادن هر بخش بسیار کم باشد، احتمال اینکه کل نظام متوقف شود، زیاد خواهد بود به ویژه اگر تعداد بخشهای مختلف آن زیاد باشد.
- اما انسانها این وقایع مستقل و غیرمرتبط را کمتر از حد واقع تخمین می‌زنیم.
- این موضوع باعث می‌شود که پروژه‌ها به ندرت سروقت و با بودجه اولیه در نظر گرفته شده پایان یابند.

## • قاعده تایید

### • سوگیری 11: واپس‌نگری و آفت دانستن

- معمولا وقتی نتایج یک تصمیم مشخص می‌شود، انسانها نمی‌توانند به راحتی وضعیت تصمیم‌گیری و شرایط عدم قطعیت موجود را به یاد آورند یا آن را به همان شکل در ذهن تداعی کنند.

• گفتمان!!!! 😊

- سوگیرهای دیگر

- سوگیری بیش اطمینانی

- سوگیری ماندن در وضع موجود



## • جمع بندی سوگیری‌ها

- اتکا به داده‌های خودساخته وقتی عقلانی است که کاهش کیفیت تصمیمات با میزان زمانی که صرفه جویی می‌شود جبران شود.
- دانستن اینکه افراد عموماً در واقعیت چگونه تصمیم‌گیری می‌کنند به ما در مدلسازی دقیق‌تر تصمیم‌گیری در مدل‌های پویایی‌شناسی سیستم‌ها کمک می‌کند.

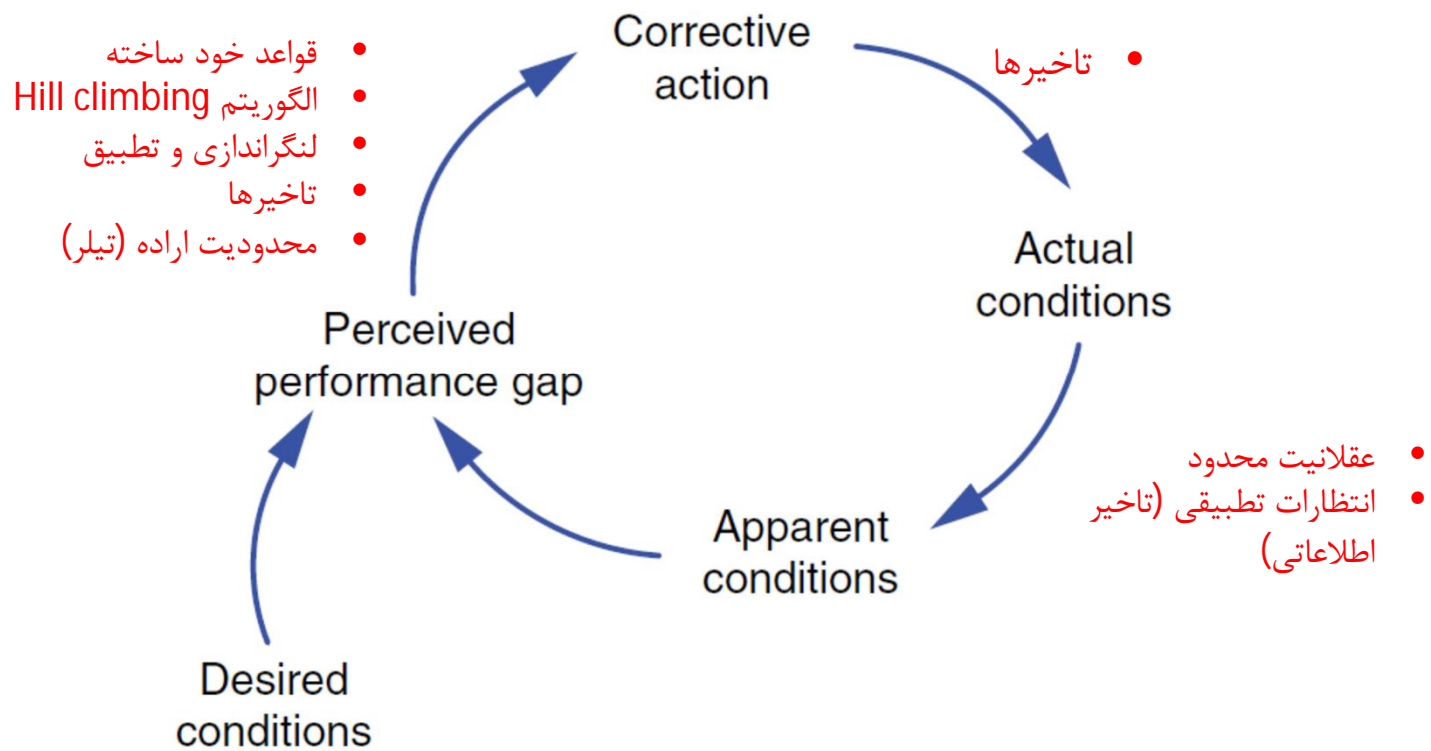


## • پویایی شناسی سیستمها و عملیات رفتاری

- مدل‌های پویایی شناسی سیستمها در واقع تلفیق جنبه‌های عملیاتی و رفتاری یک سیستم است.
- اگر ما قواعد تصمیم‌گیری (شامل قواعد خودساخته) انسانها در دنیای واقعی را وارد مدل‌های شبیه‌سازی پویایی سیستمها کنیم، می‌توانیم تاثیر این قواعد تصمیم‌گیری را شبیه‌سازی نموده و یادگیری افراد تصمیم‌گیرنده را ارتقا دهیم.



## • تصمیم‌گیری به صورت یک فرایند باز خور



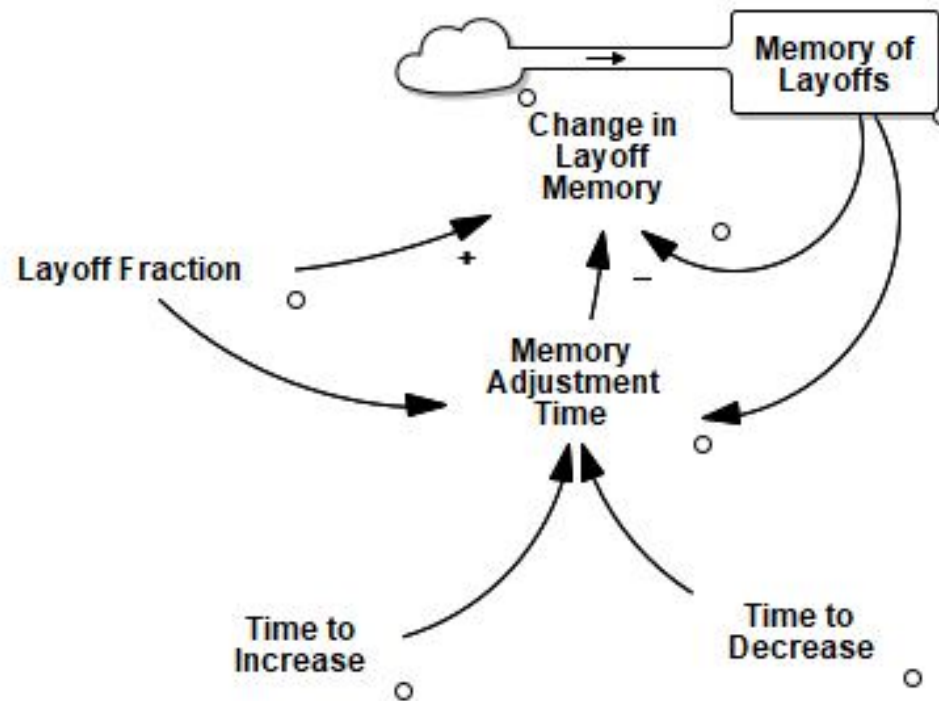


## • تلفیق پویایی شناسی سیستم‌ها و عملیات رفتاری در عمل

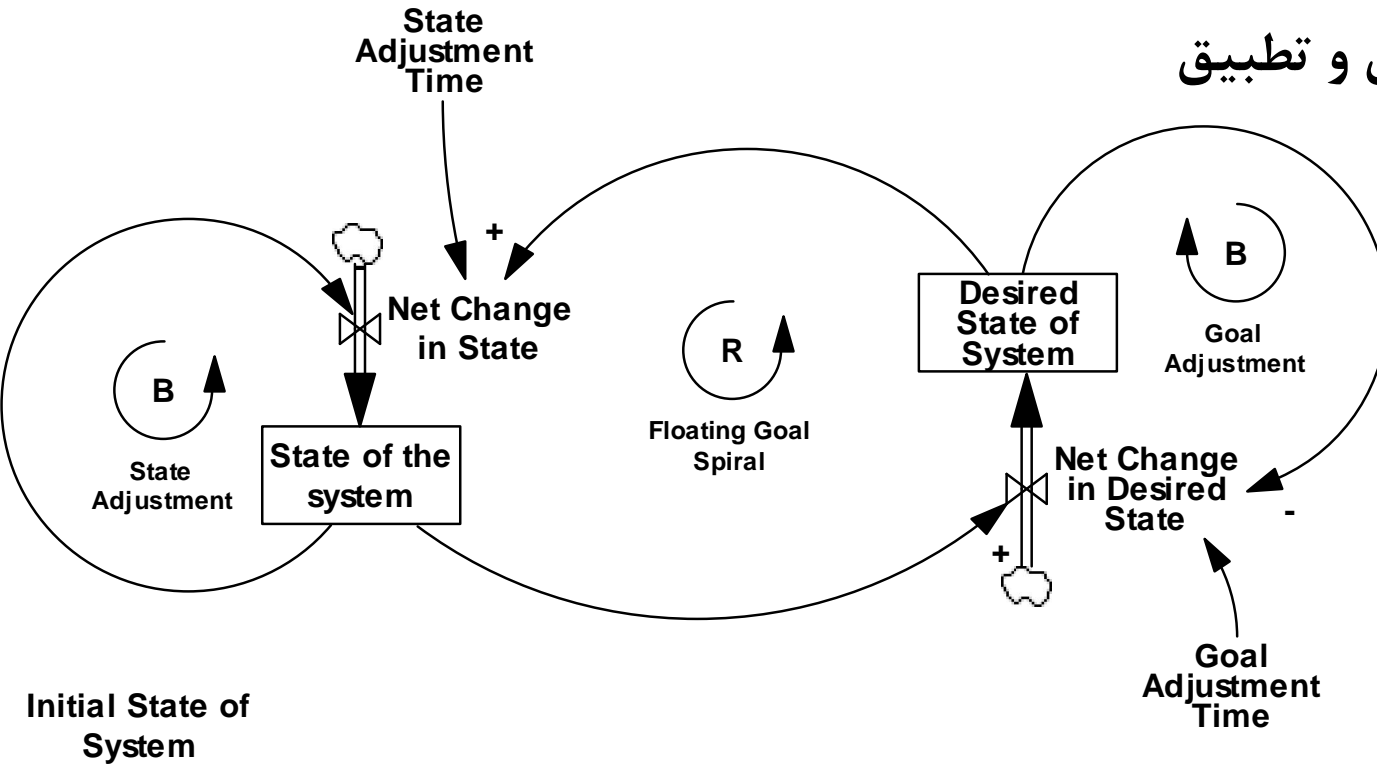
- مردم خود را با درآمد بالاتر سریع‌تر تطبیق می‌دهند تا با درآمد کمتر.
- دوزنبیری اقتصاددان در دهه 1940 این فرضیه را مطرح کرد که افراد با افزایش درآمدشان، به سرعت میزان مورد انتظار از درآمد آینده‌شان را افزایش می‌دهند که خود منجر به افزایش سریع هزینه‌های مصرفی‌شان می‌شود. اما در زمان کاهش درآمد، به کندی از سطح رفاه قبلی‌شان دست برمی‌دارند.
- بنابراین زمان تطبیق می‌تواند متناسب با اختلاف وضعیت فعلی و مورد انتظار متفاوت باشد. برای این کار باید از ساختار هموارسازی غیرخطی استفاده کرد.

- استرمن، ریپنینگ و کافمن (1997) از ساختار هموارسازی غیرخطی جهت نشان دادن واکنش کارگران با اخبار مربوط به از کار بیکار شدن‌ها در یک برنامه بهبود فرایند استفاده کردند.
- در برنامه‌های بهبود در صورتی که بهره‌وری سریع‌تر از تقاضای محصول رشد کند نیروی کار اضافه ایجاد می‌شود. فرض شد که تمایل کارگران به شرکت در برنامه‌های بهبود، به امنیت شغلی درک شده توسط کارگران بستگی دارد.
- امنیت شغلی درک شده در شرکتی که برای چندین سال کسی در آن بیکار نشده است بالاتر از شرکتی است که در آن بیکار شدن‌ها چیزی معمول است.
- مطالعات میدانی نشان می‌داد که درک کارگران از امنیت شغلی با شنیدن اخبار بیکار شدن‌ها سریع افت کرده و حتی اگر دیگر هیچ از کار بیکار شدنی اتفاق نیفتد، سالها طول می‌کشد تا این درک دوباره به حالت اول بازگردد.





• تعدیل هدف با لنگراندازی و تطبیق

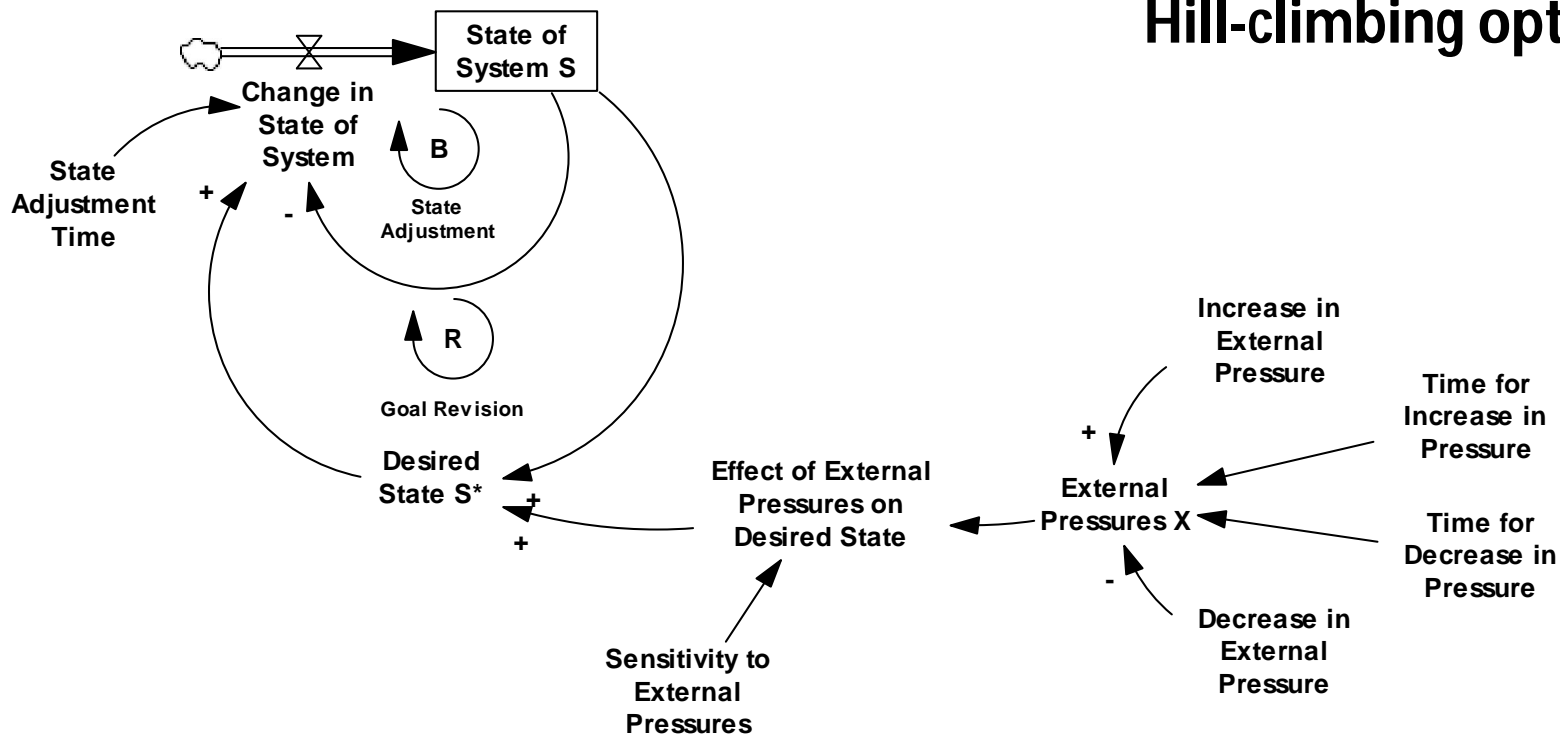


Initial State of System

Initial Desired State of System



# Hill-climbing optimization •

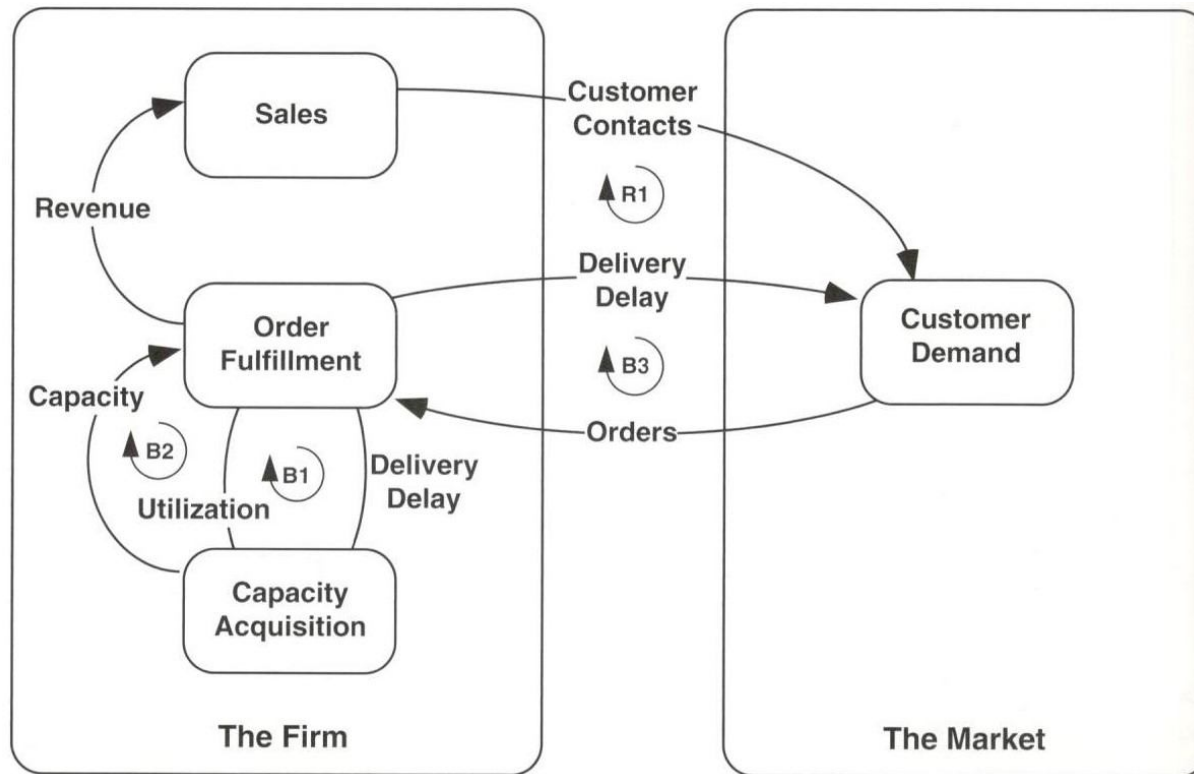


## مطالعه موردی

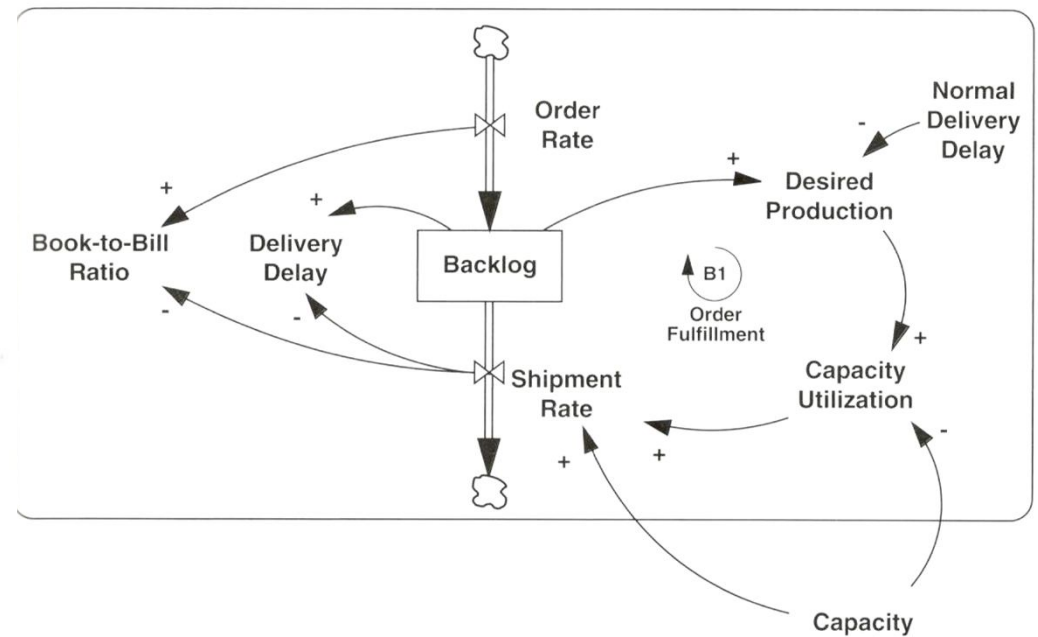
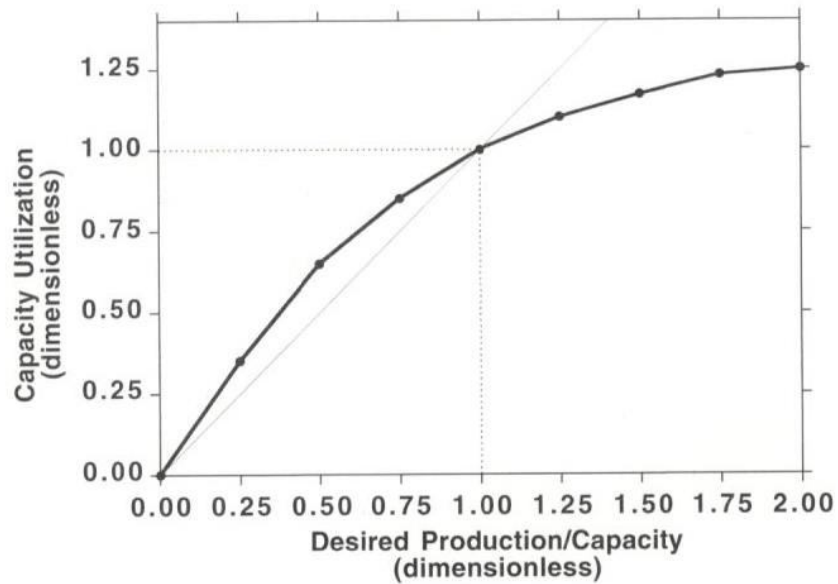
- مدل رشد بازار فارستر (1968) نشان می‌دهد که چگونه عقلانیت محدود می‌تواند در مدلها ارائه شده و تاثیر عقلانیت جزئی بررسی شود.
- این مدل بر اساس تجربیات فارستر در صنایع های تک استخراج شده است.
- این مدل و توسعه‌های آن در واقع به دنبال پاسخ این معما است که چگونه است که اکثر شرکتهای جدید شکست می‌خورند. بعضی‌ها ابتدا رشد می‌کنند و سپس راکد می‌مانند و تعدادی از آنها رشد می‌کنند ولی رشد و نزول نوسانی دارند.
- فارستر متوجه شد که اختلاف معناداری بین این شرکتهای از دیدگاه کیفیت محصول، خلاقیت مهندسان آنها و سایر مسائل اساسی مربوط به محصول وجود ندارد. مسئله آنها در قواعد تصمیم‌گیری آنها است اکثر به صورت جزئی معقول به نظر می‌رسند.
- فارستر مدل ساده‌ای را برای درک تاثیر این نوع تصمیم‌گیری‌ها ایجاد کرد و برای اینکه تاثیر تصمیمات مبتنی بر عقلانیت جزئی را در کل سیستم نشان دهد فرض کرد که تقاضا برای محصول نامحدود است.



# ساختار کلی مدل



# Order Fulfillment

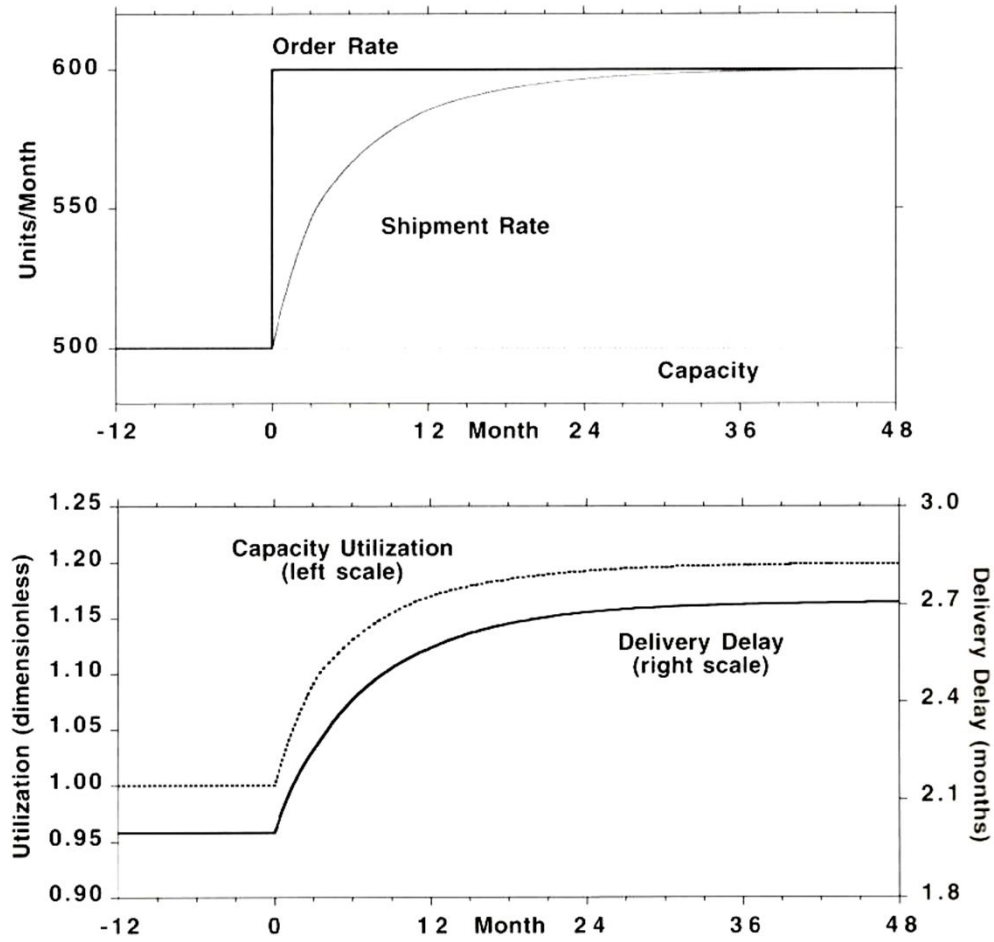




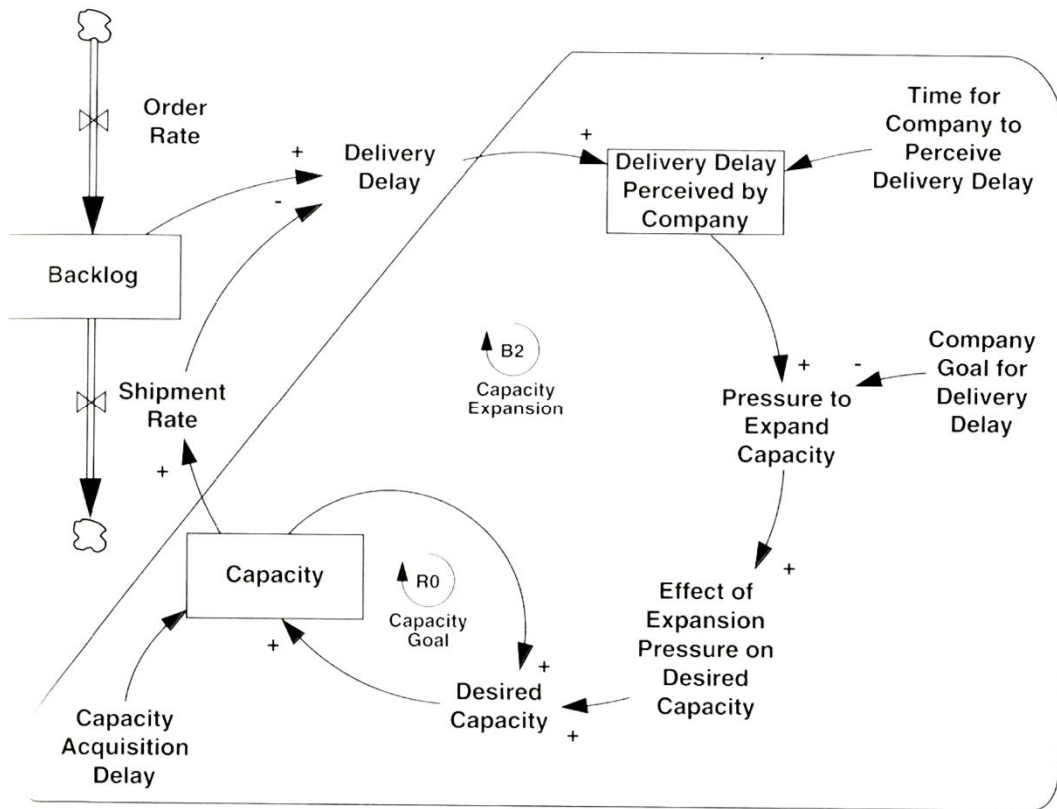
## • بررسی رفتار جزئی مدل

- برای بررسی قاعده تصمیم‌گیری این بخش از مدل، فرض می‌کنیم ظرفیت یک متغیر برون‌زا و ثابت است. ظرفیت 500 واحد در ماه است و مقدار کالای در سفارش اولیه را 1000 واحد در نظر می‌گیریم.
- از آنجا که زمان تحویل نرمال 2 ماه است تولید مورد انتظار نیز 500 واحد در ماه خواهد بود و بنابراین ضریب بهره‌برداری از ظرفیت نیز 100 درصد است. در ماه صفر سفارشات را به 600 واحد در ماه افزایش می‌دهیم.
- مواد در سفارش افزایش یافته و مدیران ضریب بهره‌برداری را افزایش می‌دهند. از آنجا که ظرفیت ثابت است زمان تحویل از زمان نرمال بالاتر می‌رود. نرخ تحویل کالا به نقطه تعادل 600 واحد در ماه می‌رسد. در نقطه تعادل، نرخ بهره‌برداری از ظرفیت به 120 درصد ظرفیت عادی می‌رسد زمان تحویل به 2.7 ماه خواهد رسید.





# Capacity Acquisition

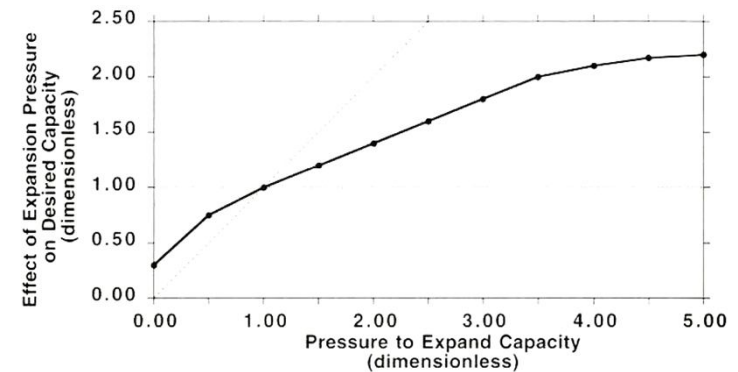


$$\text{Desired Capacity} = \text{Capacity} * \text{Effect of Expansion Pressure on Desired Capacity}$$

$$\text{Effect of Expansion Pressure on Desired Capacity} = f(\text{Pressure to Expand Capacity})$$

$$\text{Pressure to Expand Capacity} = \frac{\text{Delivery Delay Perceived by Company}}{\text{Company Goal for Delivery Delay}}$$

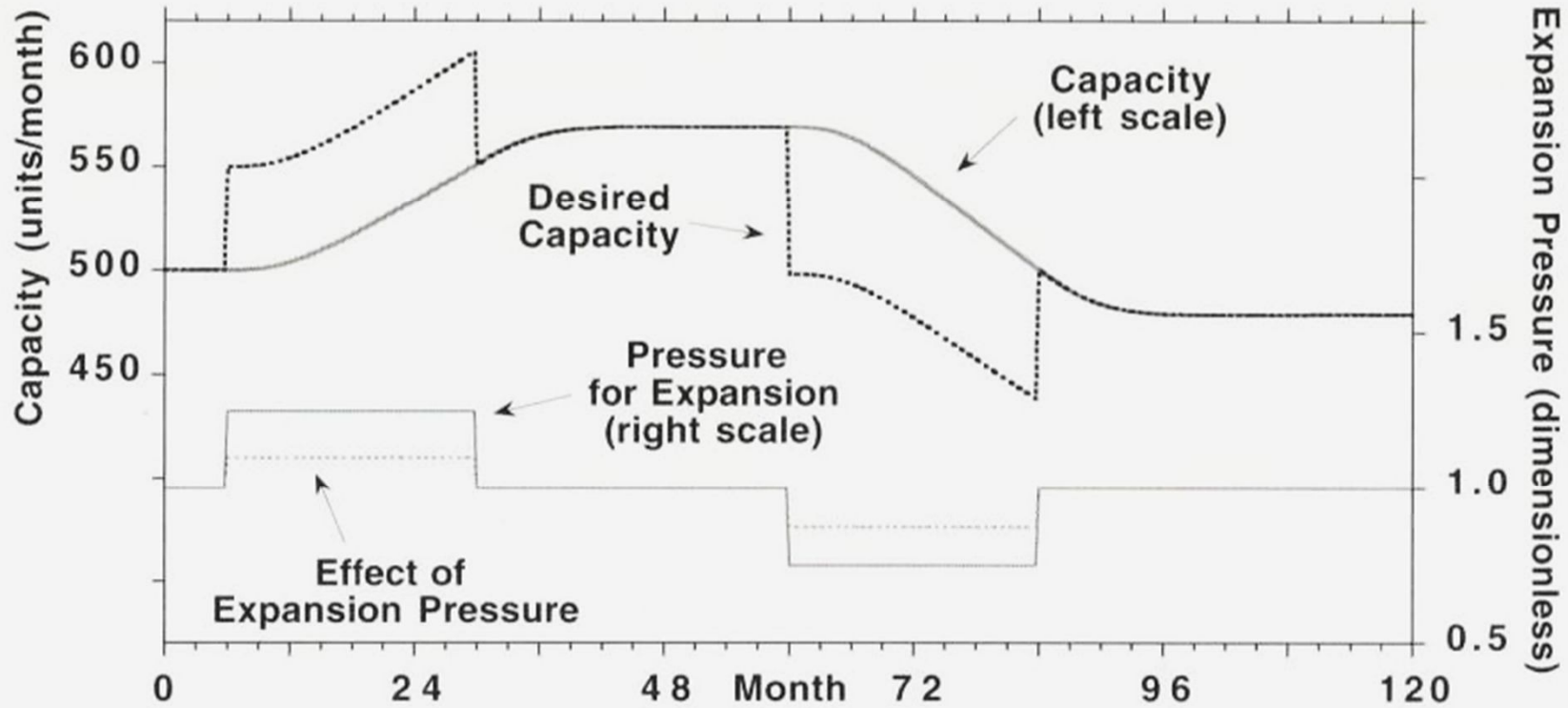
$$\text{Delivery Delay Perceived by Company} = \text{SMOOTH}\left(\text{Delivery Delay}, \frac{\text{Time for Company to Perceive Delivery Delay}}{\text{Company Goal for Delivery Delay}}\right)$$

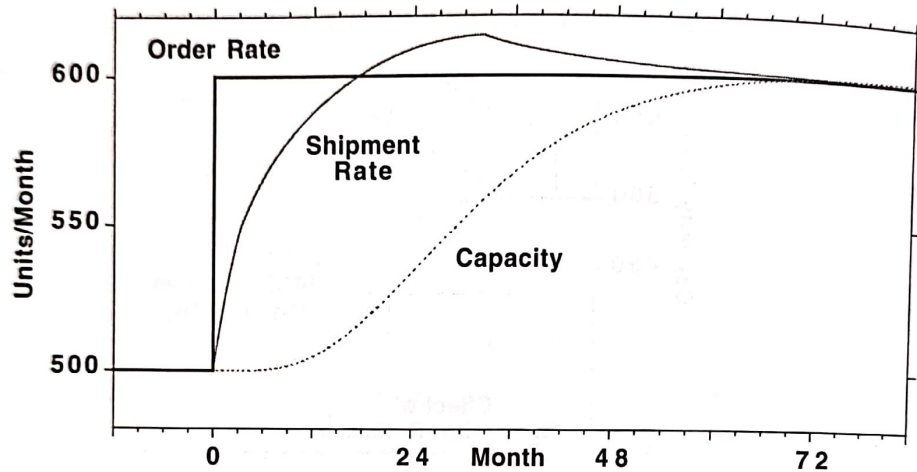


## • تست جزئی

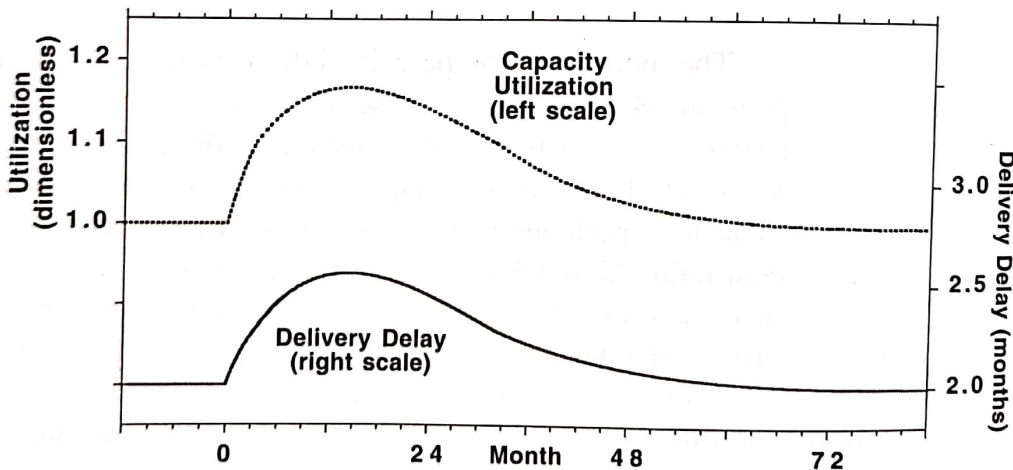
• برای تست این بخش از مدل حلقه B2 را قطع می‌کنیم و فرض می‌کنیم که تاخیر در تحویل درک شده توسط شرکت یک متغیر برون‌زا است.

• فرض می‌کنیم که تاخیر در تحویل به مدت دو سال 25 درصد افزایش می‌یابد و بعد از آن در ماه 60 به اندازه 75 درصد مقدار نرمال خود کاهش یافته و بعد دو سال به مقدار نرمال خود بازمی‌گردد. و بعد رفتار مدل را بررسی می‌کنیم

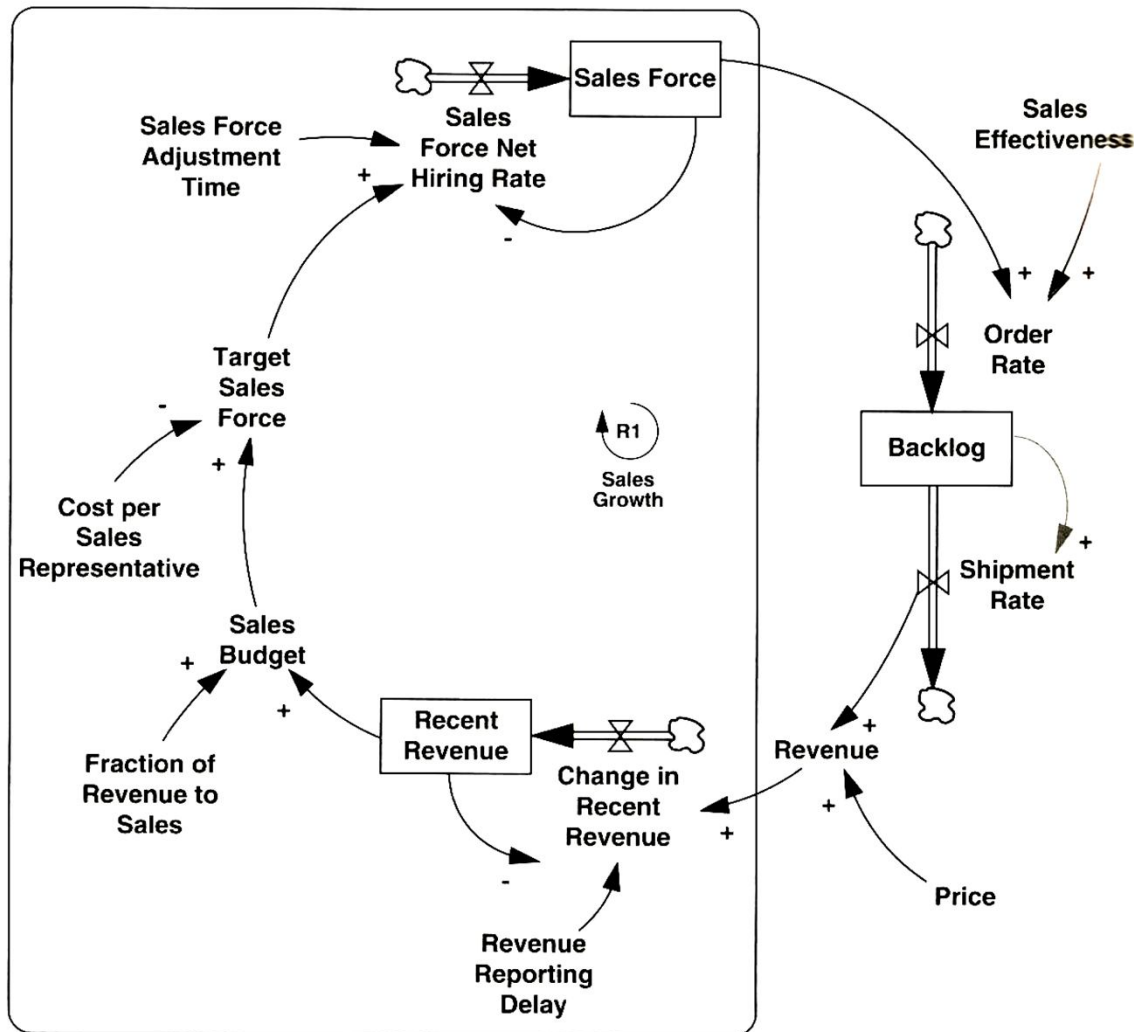


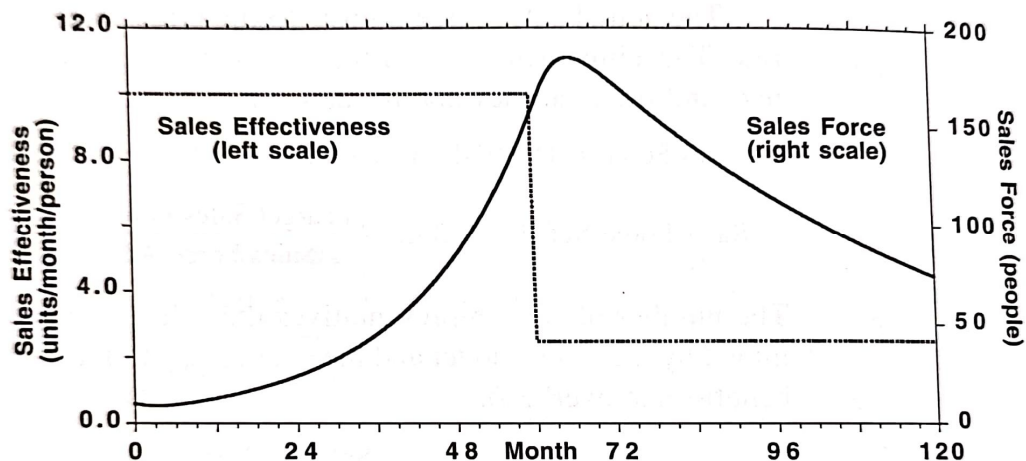


● در تست بعدی حلقه B2 را نیز در نظر می‌گیریم. فرض می‌کنیم این زیربخش در تعادل اولیه است که در آن نرخ سفارش، تحویل و ظرفیت 500 عدد در ماه است. در ماه صفر نرخ سفارش به 600 عدد در ماه خواهد رسید.

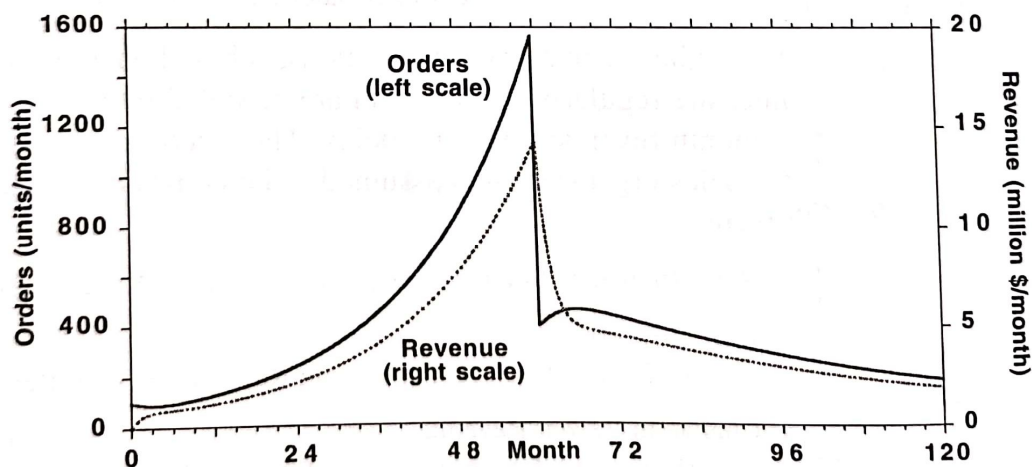


# بخش فروش





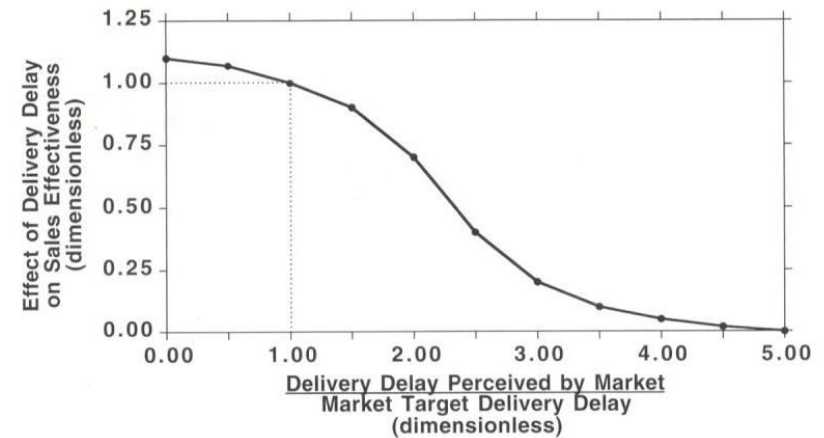
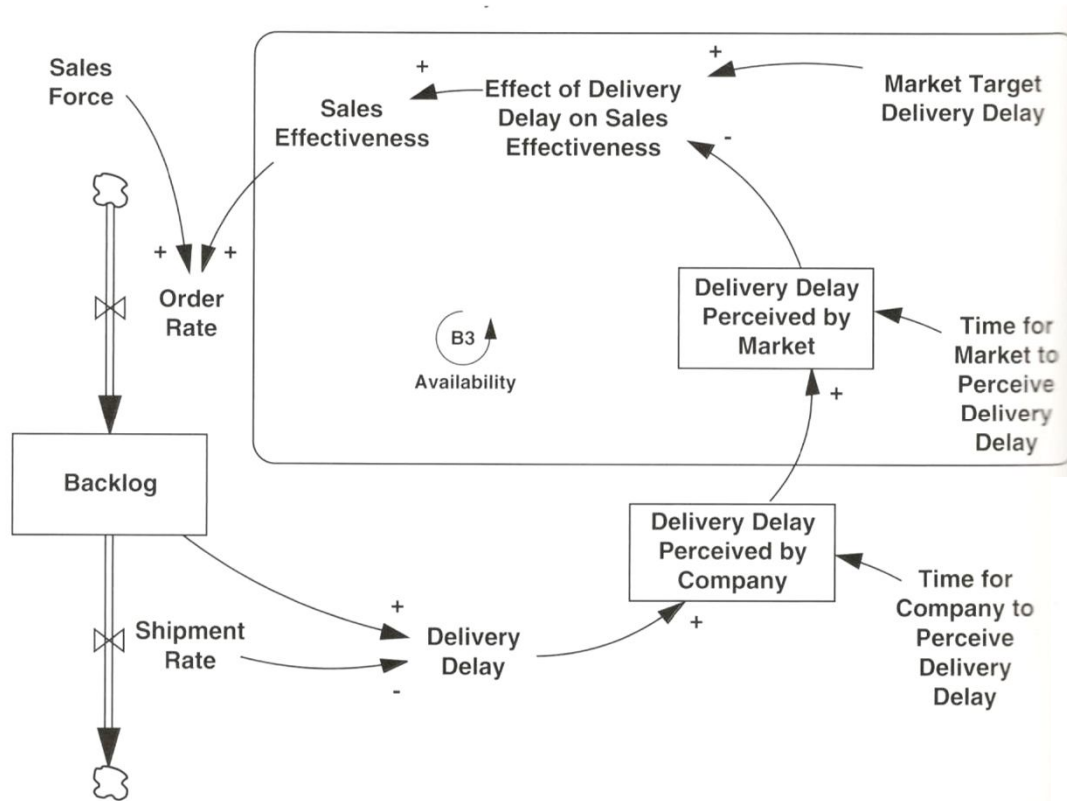
• برای تست این زیربخش فرض می‌کنیم که هزینه به ازای هر فرد 8000 دلار در ماه است. درصد درآمد تخصیص یافته به بخش فروش 20 درصد است و قیمت محصول 10000 دلار به ازای هر واحد است. ظرفیت نیز کاملاً منعطف در نظر گرفته می‌شود که در واقع می‌تواند همیشه به اندازه تولید مورد انتظار باشد. اثربخشی فروش هم برون‌زا در نظر گرفته می‌شود.



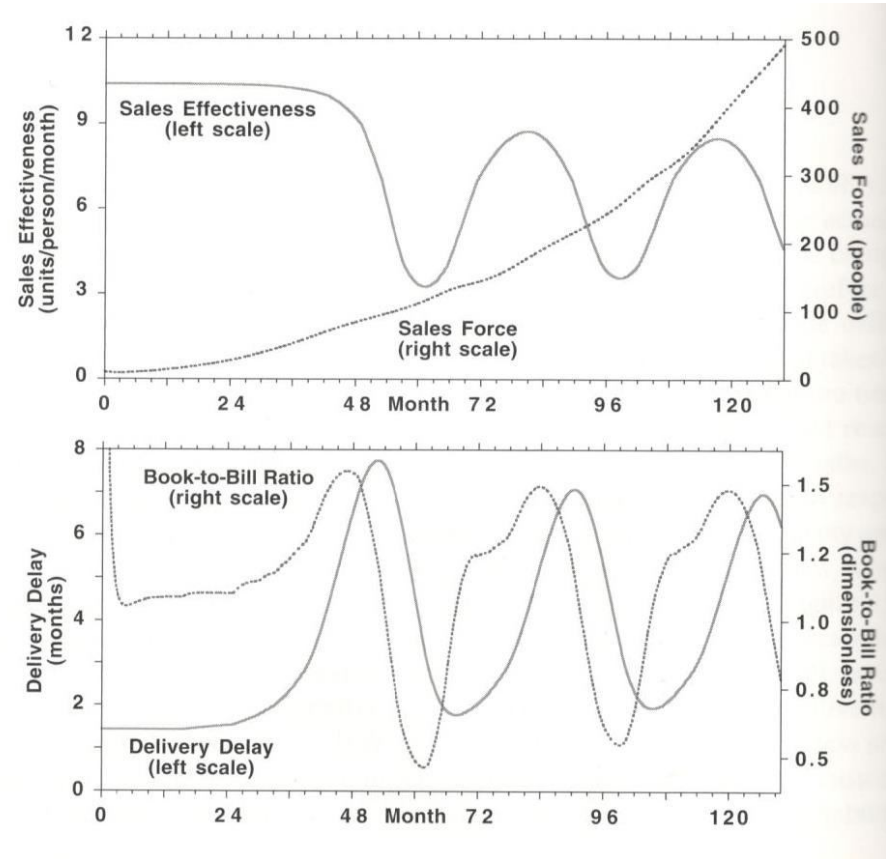
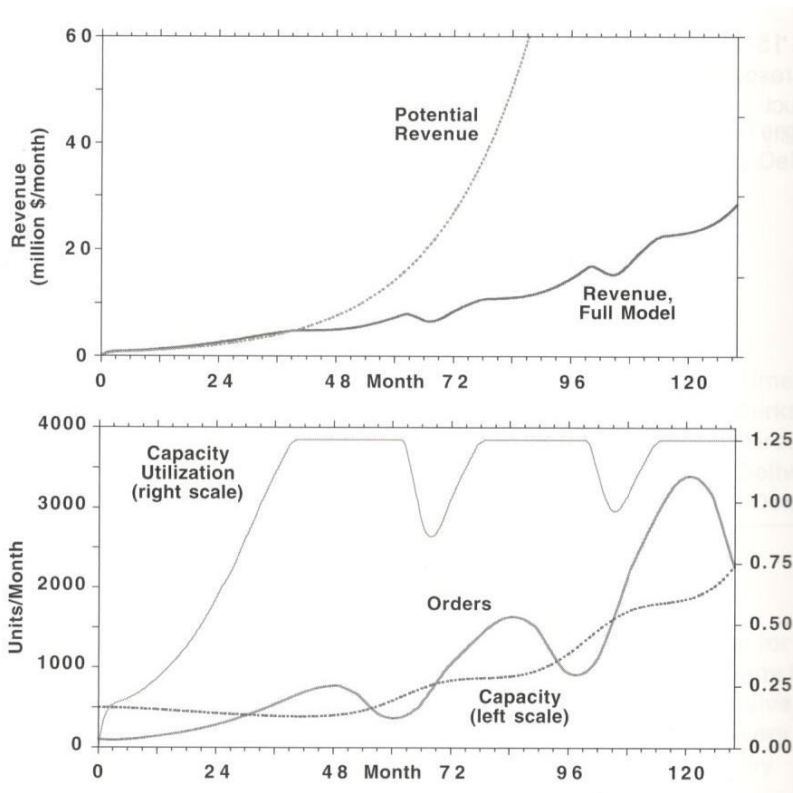


## بخش بازار

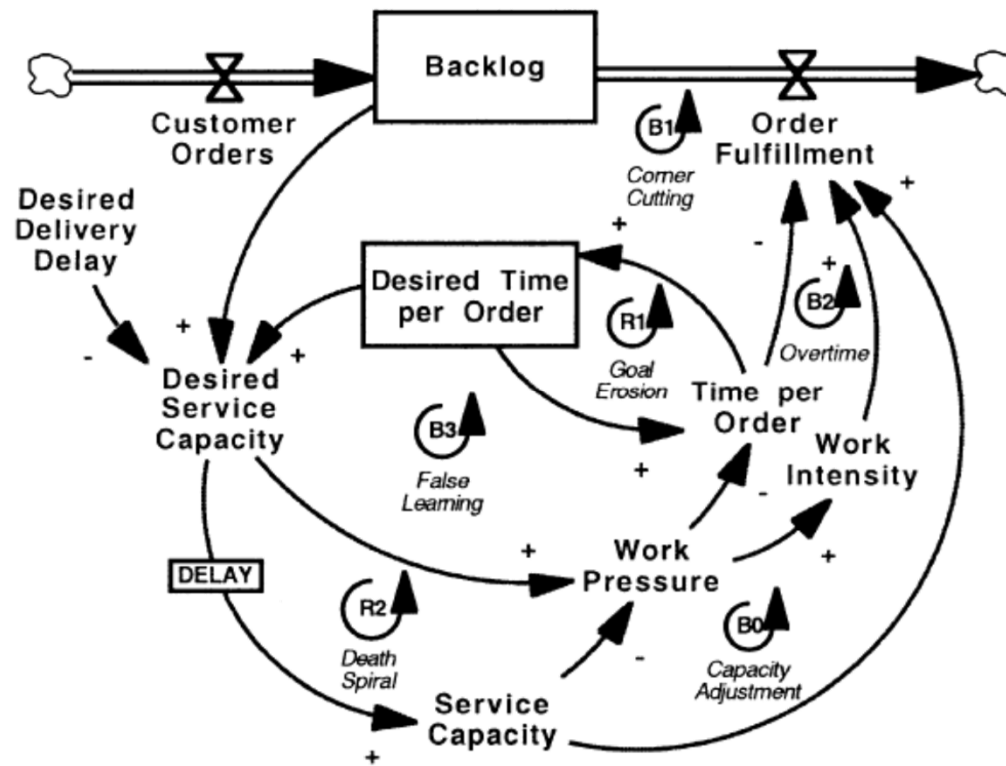
- اثر بخشی فروش به جذابیت محصول در بازار بستگی دارد. فارستر فرض می‌کند که جذابیت محصول فقط متاثر از در دسترس بودن محصول باشد که آن هم متاثر از زمان تحویل خواهد بود.

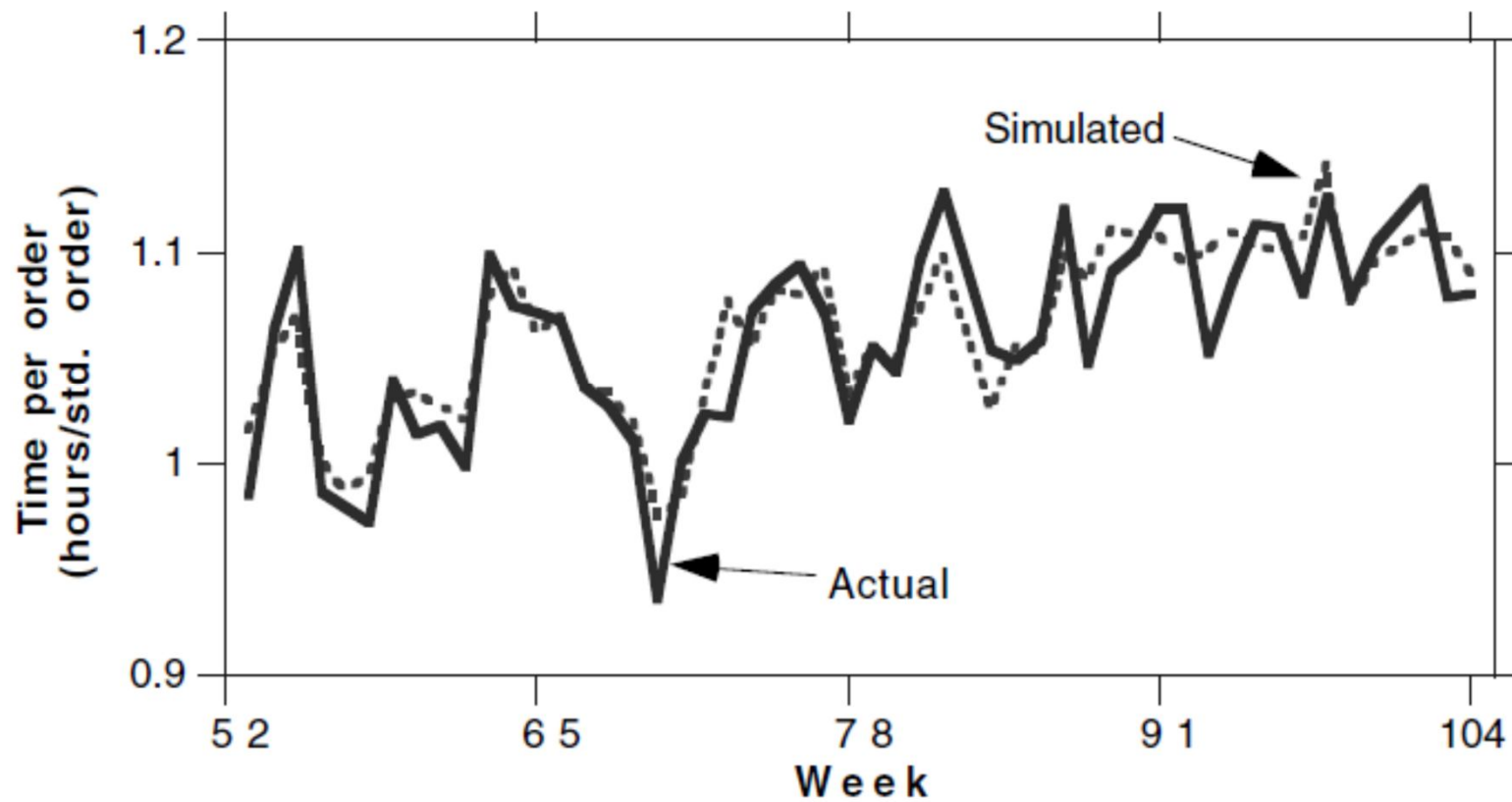


# رفتار کل سیستم



- اولیوا و استرمن (2001) در مقاله ای به طور مشابه نشان دادند که چگونه عقلانیت محدود باعث فرسایش کیفیت خدمات در سازمانهای خدماتی می شود.





## • جمع بندی

- ابزارهای مدلسازی پویایی‌های سیستم، برای بررسی اثر عوامل رفتاری در عملکرد یک سیستم بسیار مناسب هستند.
- شبیه‌سازی ابزار ارزان‌تری برای اصلاح مدل‌های ذهنی مدیران با توجه به عقلانیت محدود است.

## مراجع

- ماکس اچ بیزرمن، دون ای مور، ترجمه: علی سرزعی، **مدیران و چالشهای تصمیم‌گیری، درآمدی به روان‌شناسی تصمیم‌گیری و قضاوت**، چاپ ششم، نشر کرگدن، 1396
- ریچارد تیلر، کاس آر سانستین، ترجمه: مه‌ری مدآبادی، **سقلمه**، بهبود تصمیمات درباره تندرستی، ثروت و خوشبختی، نشر هورمزد، 1399
- Sterman, J.D. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Boston: Irwin/McGraw-Hill.
- *J. Bradley Morrison and Rogelio Oliva, Integration of Behavioral and Operational Elements Through System Dynamics, Chapter 8 in The Handbook of Behavioral Operations, First Edition. Edited by Karen Donohue, Elena Katok, and Stephen Leider. 2019, John Wiley & Sons.*
- Oliva, R. and Sterman, J.D. (2001). Cutting corners and working overtime: quality erosion in the service industry. *Management Science* 47 (7): 894–914.

