



درس شبیه سازی کامپیوتری

فصل دوم - مثال هایی از شبیه سازی

حسین مومنی

momeni@iust.ac.ir

۲- مثال هایی از شبیه سازی

■ هدف این فصل ارائه مثال هایی از شبیه سازی است که بدون کامپیوتر قابل اجراست.

■ عمل شبیه سازی در سه گام انجام می شود

1. ویژگی های هر یک از ورودی های شبیه سازی را تعیین کنید.

2. یک جدول شبیه سازی ایجاد کنید

3. در نوبت i ام تکرار، مقداری برای هر یک از p ورودی تولید و تابع محاسبه کننده مقدار پاسخ y_i ارزیابی کنید

جدول ۱-۲ جدول شبیه سازی.

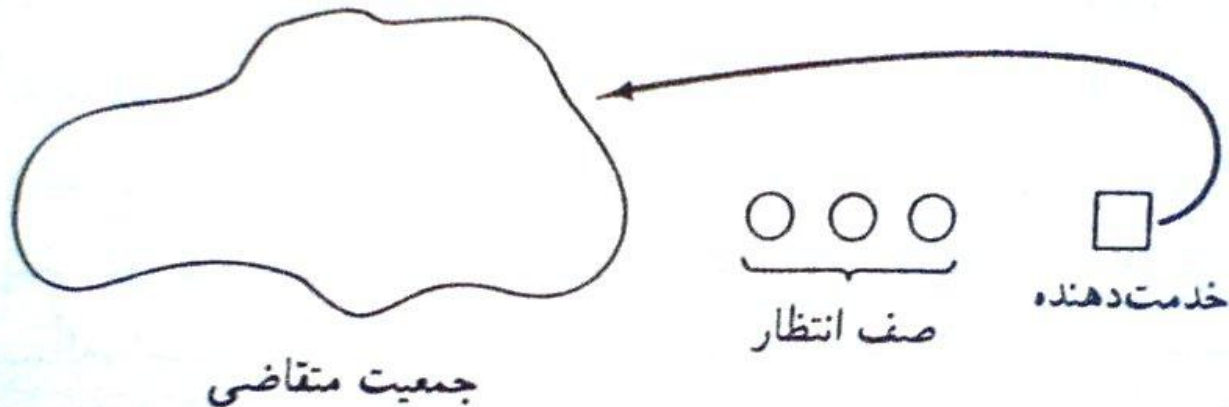
دفعات تکرار	ورودیها					پاسخ (y_i)
	x_{i1}	x_{i2}	...	x_{ip}	...	
۱						
۲						
۳						
⋮						
n						

۱-۲ شبیه سازی سیستم های صف

■ یک سیستم صف بطور عمده متشکل است از خدمت دهنده ها و متقاضیان.

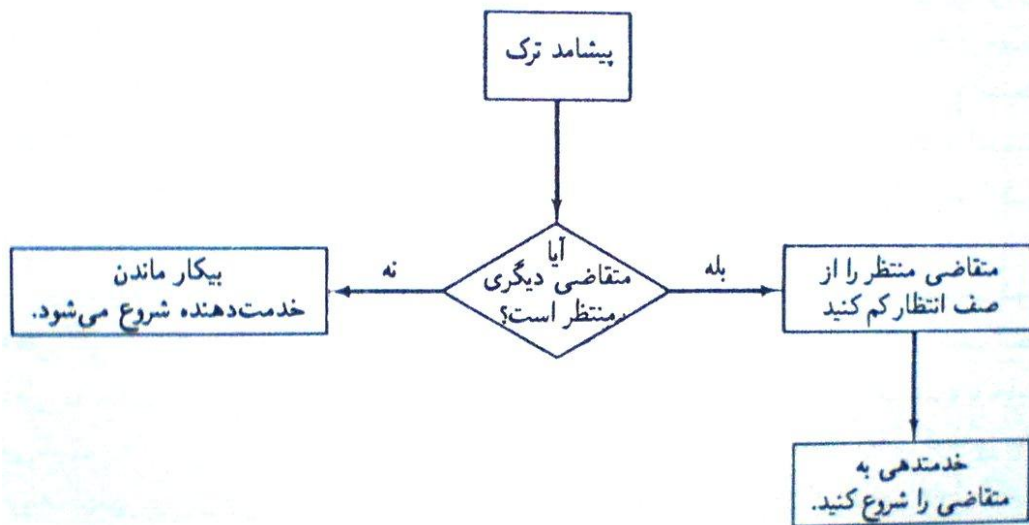
■ در مدل های صف اکثرا جمعیت متقاضی نامحدود در نظر گرفته می شود.

□ یعنی اگر یک نفر جمعیت متقاضی را ترک کند و به صف انتظار ملحق شود یا به محل دریافت خدمت برود، هیچ گونه تغییری در آهنگ ورود سایر متقاضیان نیازمند خدمت روی ندهد.

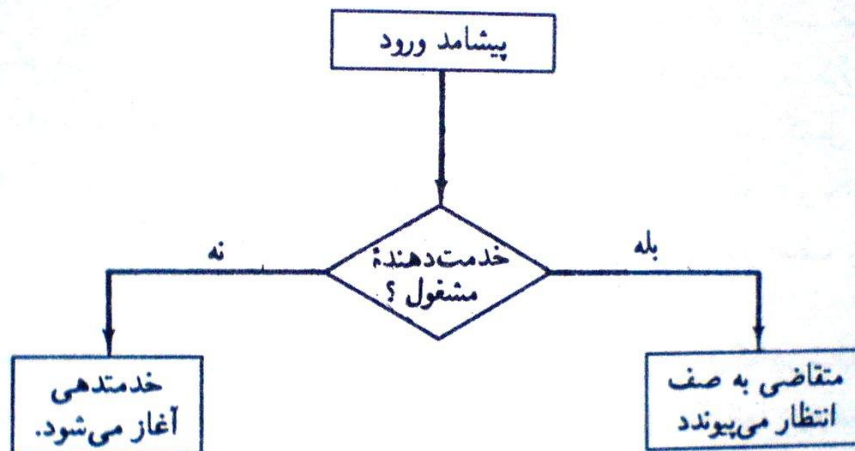


۱-۲ شبیه سازی سیستم های صف (ادامه)

- آهنگ موثر ورود باید از ماکسیمم آهنگ خدمتدهی کمتر باشد وگرنه طول صف انتظار بطور نامحدود افزایش می یابد که به آن حالت انفجار آمیز یا ناپایدار می گویند.
- پیشامدها برای صف تک مجرای: ورود و ترک (تکمیل خدمتدهی)



۱-۲ شبیه سازی سیستم های صف (ادامه)



		وضعیت صف	
		غیر خالی	خالی
وضعیت خدمت دهنده	مشغول		ناممکن
	بیکار	ناممکن	

شکل ۲-۵ وضعیت خدمت دهنده پس از تکمیل خدمت دهی.

		وضعیت صف	
		غیر خالی	خالی
وضعیت خدمت دهنده	مشغول	ورود به صف	ورود به صف
	بیکار	غیرممکن	شروع خدمت دهی

شکل ۲-۴ عملیات متصور به هنگام ورود یک متقاضی.

۱-۲ شبیه سازی سیستم های صف (ادامه)

جدول ۲-۲ مدت‌های بین دو ورود و زمانهای ورود.

مشتري	مدت بين دو ورود	زمان ورود برحسب ساعت شبیه سازی
۱	-	۰
۲	۲	۲
۳	۴	۶
۴	۱	۷
۵	۲	۹
۶	۶	۱۵

تاس

■ در تولید اعداد تصادفی بین ۰ و ۱ می‌توان ارقامی را بصورت تصادفی یکنواخت از مجموعه ۰ تا ۹ انتخاب و با کنار هم قرار دادن تعدادی از آنها (متناسب با دقت مورد نیاز) و قرار دادن ممیز در سمت چپ به مقصود رسید.

جدول ۳-۲ مدت‌های خدمت‌دهی.

مشتري	مدت خدمت‌دهی
۱	۲
۲	۱
۳	۳
۴	۲
۵	۱
۶	۴

نوشتن روی ۴ مهره

■ با استفاده از جدول پ-۱ یک عدد تصادفی انتخاب و سمت چپ ممیز قرار داده و تا دو رقم اعشار آن را برای مثال استفاده می‌کنیم.

۱-۲ شبیه سازی سیستم های صف (ادامه)

- برای مثال مشتری ۴ در زمان ۷ وارد سیستم می شود ولی تا زمان ۹ خدمت دهی نمی شود

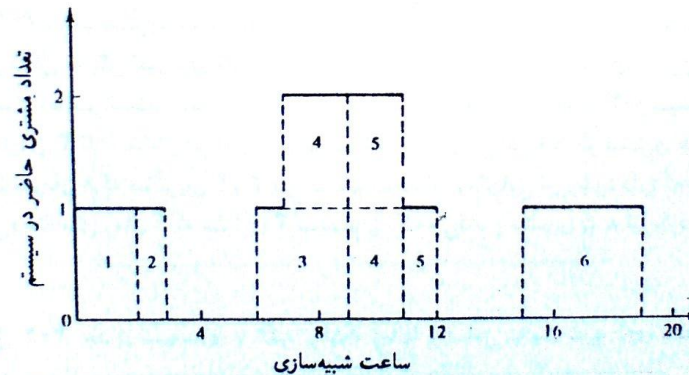
جدول ۴-۲ جدول شبیه سازی با تأکید بر اینکه زمانها بر اساس ساعت شبیه سازی باشد.

مشتری	زمان ورود	زمان شروع خدمت	مدت خدمتدهی	زمان پایان خدمتدهی
۱	۰	۰	۲	۲
۲	۲	۲	۱	۳
۳	۶	۶	۳	۹
۴	۷	۹	۲	۱۱
۵	۹	۱۱	۱	۱۲
۶	۱۵	۱۵	۴	۱۹

۱-۲ شبیه سازی سیستم های صف (ادامه)

جدول ۲-۵ ترتیب زمانی پیشامدها.

نوع پیشامد	مشتری	ساعت شبیه سازی
ورود	۱	۰
ترک	۱	۲
ورود	۲	۲
ترک	۲	۳
ورود	۳	۶
ورود	۴	۷
ترک	۳	۹
ورود	۵	۹
ترک	۴	۱۱
ترک	۵	۱۲
ورود	۶	۱۵
ترک	۶	۱۹



شکل ۲-۶ تعداد مشتری حاضر در سیستم.

مثال ۱-۲: صف تک مجرای

یک فروشگاه غذایی تنها یک باجه صندوق دارد. مشتریها بطور تصادفی با فواصل زمانی یک تا ۸ دقیقه به صندوق مراجعه می کنند.

مدت های خدمتدهی بین ۱ تا ۶ دقیقه طبق احتمال زیر می باشد.

جدول ۸-۲ تعیین مدت های بین دو ورود.

مشتری	ارقام تصادفی	مدت بین دو ورود (دقیقه)	مشتری	ارقام تصادفی	مدت بین دو ورود (دقیقه)
۱	-	-	۱۱	۱۰۹	۱
۲	۹۱۳	۸	۱۲	۰۹۳	۱
۳	۷۲۷	۶	۱۳	۶۰۷	۵
۴	۰۱۵	۱	۱۴	۷۳۸	۶
۵	۹۴۸	۸	۱۵	۳۵۹	۳
۶	۳۰۹	۳	۱۶	۸۸۸	۸
۷	۹۲۲	۸	۱۷	۱۰۶	۱
۸	۷۵۳	۷	۱۸	۲۱۲	۲
۹	۲۳۵	۲	۱۹	۴۹۳	۴
۱۰	۳۰۲	۳	۲۰	۵۳۵	۵

جدول ۶-۲ توزیع مدت های بین دو ورود.

مدت های بین ورود (دقیقه)	احتمال	احتمال تجمعی	تخصیص ارقام تصادفی
۱	۰٫۱۲۵	۰٫۱۲۵	۰۰۱-۱۲۵
۲	۰٫۱۲۵	۰٫۲۵۰	۱۲۶-۲۵۰
۳	۰٫۱۲۵	۰٫۳۷۵	۲۵۱-۳۷۵
۴	۰٫۱۲۵	۰٫۵۰۰	۳۷۶-۵۰۰
۵	۰٫۱۲۵	۰٫۶۲۵	۵۰۱-۶۲۵
۶	۰٫۱۲۵	۰٫۷۵۰	۶۲۶-۷۵۰
۷	۰٫۱۲۵	۰٫۸۷۵	۷۵۱-۸۷۵
۸	۰٫۱۲۵	۱٫۰۰۰	۸۷۶-۱۰۰۰

جدول ۹-۲ مدت های تولید شده برای خدمتدهی.

مشتری	ارقام تصادفی	مدت خدمتدهی (دقیقه)	مشتری	ارقام تصادفی	مدت خدمتدهی (دقیقه)
۱	۸۴	۴	۱۱	۳۲	۳
۲	۱۰	۱	۱۲	۹۴	۵
۳	۷۴	۴	۱۳	۷۹	۴
۴	۵۳	۳	۱۴	۰۵	۱
۵	۱۷	۲	۱۵	۷۹	۵
۶	۷۹	۴	۱۶	۸۴	۴
۷	۹۱	۵	۱۷	۵۲	۳
۸	۶۷	۴	۱۸	۵۵	۳
۹	۸۹	۵	۱۹	۳۰	۲
۱۰	۳۸	۳	۲۰	۵۰	۳

جدول ۷-۲ توزیع مدت های خدمتدهی.

مدت خدمتدهی (دقیقه)	احتمال	احتمال تجمعی	تخصیص ارقام تصادفی
۱	۰٫۱۰	۰٫۱۰	۰۱-۱۰
۲	۰٫۲۰	۰٫۳۰	۱۱-۳۰
۳	۰٫۳۰	۰٫۶۰	۳۱-۶۰
۴	۰٫۲۵	۰٫۸۵	۶۱-۸۵
۵	۰٫۱۰	۰٫۹۵	۸۶-۹۵
۶	۰٫۰۵	۱٫۰۰	۹۶-۱۰۰

مثال ۱-۲: صف تک مجرای (ادامه)

جدول ۱۰-۲ جدول شیبه‌سازی برای مسأله صف.

مدت سپری شده از آخرین ورود (دقیقه)	زمان ورود	مدت خدمتدهی (دقیقه)	زمان شروع خدمت (دقیقه)	مدت ماندن مشری در صف (دقیقه)	زمان پایان خدمت (دقیقه)	مدت ماندن مشری در سیستم (دقیقه)	مدت بیکاری خدمت‌دهنده (دقیقه)	مشری
-	۰	۲	۰	۰	۲	۴	۰	۱
۸	۸	۱	۸	۰	۹	۱	۴	۲
۶	۱۲	۲	۱۴	۰	۱۸	۲	۵	۳
۱	۱۵	۳	۱۸	۳	۲۱	۶	۰	۴
۸	۲۳	۲	۲۳	۰	۲۵	۲	۲	۵
۳	۲۶	۴	۲۶	۰	۳۰	۴	۱	۶
۸	۳۴	۵	۳۴	۰	۳۹	۵	۴	۷
۷	۴۱	۴	۴۱	۰	۴۵	۴	۲	۸
۲	۴۳	۵	۴۵	۲	۵۰	۷	۰	۹
۳	۴۶	۳	۵۰	۴	۵۳	۷	۰	۱۰
۱	۴۷	۳	۵۳	۶	۵۶	۹	۰	۱۱
۱	۴۸	۵	۵۶	۸	۶۱	۱۳	۰	۱۲
۵	۵۳	۴	۶۱	۸	۶۵	۱۲	۰	۱۳
۶	۵۹	۱	۶۵	۶	۶۶	۷	۰	۱۴
۳	۶۲	۵	۶۶	۴	۷۱	۹	۰	۱۵
۸	۷۰	۴	۷۱	۱	۷۵	۵	۰	۱۶
۱	۷۱	۳	۷۵	۴	۷۸	۷	۰	۱۷
۲	۷۳	۳	۷۸	۵	۸۱	۸	۰	۱۸
۴	۷۷	۲	۸۱	۴	۸۳	۶	۰	۱۹
۵	۸۲	۳	۸۳	۱	۸۶	۴	۰	۲۰
۵۶	۶۸		۱۲۴	۱۸				

مثال ۱-۲: صف تک مجرای (ادامه)

■ متوسط مدت انتظار هر مشتری

$$(مجموع تعداد مشتریان) / (مجموع مدت انتظار مشتریان در صف) = متوسط مدت انتظار (دقیقه) = 56/20 = 2.8$$

■ احتمال مجبور شدن هر مشتری به انتظار کشیدن در صف

$$(مجموع تعداد مشتریان) / (تعداد مشتریانی که در انتظار می مانند) = احتمال انتظار = 13/20 = 0.65$$

■ نسبت مدت بیکاری خدمتدهنده

$$(مجموع مدت اجرای شبیه سازی) / (مجموع مدت بیکاری خدمتدهنده) = احتمال بیکاری خدمتدهنده = 18/86 = 0.21$$

■ متوسط مدت خدمت دهی

$$(مجموع تعداد مشتریان) / (مجموع مدت خدمت دهی) = متوسط مدت خدمت دهی = 68/20 = 3.4 m$$

مثال ۱-۲: صف تک مجرای (ادامه)

■ متوسط مدت انتظار آنهایی که به انتظار می مانند

$$= (مجموع تعداد مشتریانی که در صف به انتظار می مانند) / (مجموع مدتی که مشتریان در صف انتظار می مانند) = 56/13 = 4.3m$$

■ متوسط مدتی که هر مشتری در سیستم می گذراند

$$= (مجموع تعداد مشتریان) / (مجموع مدت ماندن مشتریان در سیستم) = 124/20 = 6.2$$

$$= 2.8 + 3.4 = 6.2 = \text{متوسط مدتی که مشتری برای خدمتگیری صرف می کند} + \text{متوسط مدتی که مشتری در صف به انتظار می ماند}$$

۲-۲ اتو رستوران هابیل و خباز

جدول ۱۱-۲ توزیع مدت‌های بین ورود خودروها.

مدت‌های بین دو ورود (دقیقه)	احتمال	احتمال تجمعی	تخصیص ارقام تصادفی
۱	۰٫۲۵	۰٫۲۵	۰۱-۲۵
۲	۰٫۴۰	۰٫۶۵	۲۶-۶۵
۳	۰٫۲۰	۰٫۸۵	۶۶-۸۵
۴	۰٫۱۵	۱٫۰۰	۸۶-۰۰

جدول ۱۲-۲ توزیع خدمت‌دهی هابیل.

مدت خدمت‌دهی (دقیقه)	احتمال	احتمال تجمعی	تخصیص ارقام تصادفی
۲	۰٫۳۰	۰٫۳۰	۰۱-۳۰
۳	۰٫۲۸	۰٫۵۸	۳۱-۵۸
۴	۰٫۲۵	۰٫۸۳	۵۹-۸۳
۵	۰٫۱۷	۱٫۰۰	۸۴-۰۰

جدول ۱۳-۲ توزیع خدمت‌دهی خباز.

مدت خدمت‌دهی (دقیقه)	احتمال	احتمال تجمعی	تخصیص ارقام تصادفی
۳	۰٫۳۵	۰٫۳۵	۰۱-۳۵
۴	۰٫۲۵	۰٫۶۰	۳۶-۶۰
۵	۰٫۲۰	۰٫۸۰	۶۱-۸۰
۶	۰٫۲۰	۱٫۰۰	۸۱-۰۰

- آورندگان غذا سفارش را دریافت و به خودروها می‌آورند.
- هابیل سریعتر است
- اگر هر دو بیکار باشند هابیل مشتری از راه رسیده را می‌گیرد.

۲-۲ اتو رستوران هابیل و خباز (ادامه)

جدول ۱۴-۲ جدول شبیه‌سازی برای مثال رستوران.

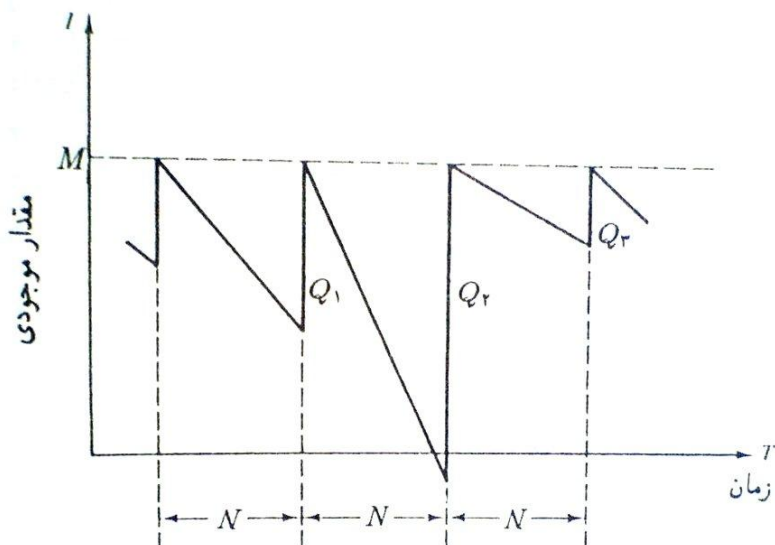
مدت انتظار در صف	خباز			هابیل			ارقام تصادفی خدمتدهی	زمانهای ورود برحسب ساعت شبیه‌سازی	ارقام تصادفی بین دو ورود	ارقام تصادفی ورود	مشتری
	زمانهای پایان خدمت	زمانهای خدمتدهی	زمانهای شروع خدمت	زمانهای پایان خدمت	زمانهای خدمتدهی	زمانهای شروع خدمت					
۰				۵	۵	۰	۹۵	۰	-	-	۱
۰	۵	۳	۲				۲۱	۲	۲	۲۶	۲
۰				۹	۳	۶	۵۱	۶	۴	۹۸	۳
۰				۱۵	۵	۱۰	۹۲	۱۰	۴	۹۰	۴
۰	۱۸	۶	۱۲				۸۹	۱۲	۲	۲۶	۵
۱				۱۸	۳	۱۵	۳۸	۱۴	۲	۳۲	۶
۱				۲۰	۲	۱۸	۱۳	۱۷	۳	۷۴	۷
۰				۲۴	۴	۲۰	۶۱	۲۰	۳	۸۰	۸
۰	۲۷	۴	۲۳				۵۰	۲۳	۳	۶۸	۹
۰				۲۷	۳	۲۴	۴۹	۲۴	۱	۲۲	۱۰
۱				۳۰	۳	۲۷	۳۹	۲۶	۲	۴۸	۱۱
۰	۳۲	۴	۲۸				۵۳	۲۸	۲	۳۴	۱۲
۰				۳۵	۵	۳۰	۸۸	۳۰	۲	۴۵	۱۳
۱	۳۵	۳	۳۲				۰۱	۳۱	۱	۲۴	۱۴
۲				۳۹	۴	۳۵	۸۱	۳۳	۲	۳۴	۱۵
۰	۳۹	۴	۳۵				۵۳	۳۵	۲	۶۳	۱۶
۲				۴۳	۴	۳۹	۸۱	۳۷	۲	۳۸	۱۷
۰	۴۵	۵	۴۰				۶۴	۴۰	۳	۸۰	۱۸
۱				۴۵	۲	۴۳	۰۱	۴۲	۲	۴۲	۱۹
۱				۴۹	۴	۴۵	۶۷	۴۴	۲	۵۶	۲۰
۰	۵۱	۳	۴۸				۰۱	۴۸	۴	۸۹	۲۱
۰				۵۲	۳	۴۹	۴۷	۴۹	۱	۱۸	۲۲
۰	۵۶	۵	۵۱				۷۵	۵۱	۲	۵۱	۲۳
۰				۵۷	۳	۵۴	۵۷	۵۴	۳	۷۱	۲۴
۱	۶۲	۶	۵۶				۸۷	۵۵	۱	۱۶	۲۵
۰				۶۲	۳	۵۹	۴۷	۵۹	۴	۹۲	۲۶
۱۱		۳۳			۵۶						

۲-۲ اتو رستوران هابیل و خباز (ادامه)

- در دوره ۶۲ دقیقه ای هابیل ۹۰ درصد وقت به خدمتدهی مشغول بوده
- خباز تنها ۶۹ درصد وقت به خدمتدهی مشغول بوده (قاعده حق تقدم)
- ۹ نفر از ۲۶ نفر یا ۳۵ درصد انتظار کشیده اند که متوسط میزان انتظار برای کل مشتریان ۲۵ ثانیه بوده که مقداری بسیار کم است
- متوسط انتظار برای آن ۹ مشتری ۱.۲۲ دقیقه بوده است که مقدار کمی است.
- سیستم با این دو نفر خوب کار می کند. یک نفر کم و دو نفر زیاد است و اکثر بیکار خواهد بود

۲-۲ شبیه سازی سیستم های موجودی

- مروری دوره ای بطول N دارد که سطح موجودی بررسی می شود
- سفارشی صادر می شود که سطح موجودی را به M بالا می برد.
- در پایان اولین دوره بررسی سفارشی به مقدار Q_1 صادر می شود که مدت تحویل آن در این سیستم صفر است
- مقادیر احتمالی برای تقاضا و مدت تحویل واقع بینانه است
- وقتی سفارشی برسد ابتدا به تقاضاهای تحویل نشده رسیدگی می شود



شکل ۲-۷ سیستم موجودی احتمالی سطح سفارش.

۲-۲ شبیه سازی سیستم های موجودی (ادامه)

■ هزینه نگهداری در انبار

■ اجاره فضای انبار

■ استخدام نگهبان

■ بجای نگهداری موجودی فراوان < بررسی وضعیت انبار به دفعات بیشتر و در نتیجه خریده‌ها یا بازسازی های موجودی به دفعات بیشتر

□ هزینه سفارش دهی

■ کم بودن موجودی نیز هزینه دارد

□ نارضایتی مشتریان و از دست رفتن شهرت تجاری

■ هزینه کل یا سود کل سیستم موجودی معیار سنجش می باشد

□ شبیه سازی اینکه تغییر N یا M چه تاثیری روی معیار سنجش دارد؟

■ پیشامدها

□ تقاضا برای اقلام موجود در انبار

□ بررسی وضعیت موجودی و صدور سفارش در پایان هر دوره بررسی

□ دریافت سفارش

۳-۲ مسئله روزنامه فروش

- تنها به یک دوره محدود زمانی مربوط است و تهیه موجودی تنها یکبار صورت می گیرد.
 - موجودی باقیمانده در پایان یک دوره به عنوان باطله فروخته یا دور ریخته می شود.
 - هر روزنامه را ۱۳ واحد پول می خرد و ۲۰ واحد می فروشد (سود ۷ واحد)
 - روزنامه در بسته های ده تایی قابل خرید است
 - از لحاظ چگونگی اخبار سه روز خوب ، بد ، متوسط به ترتیب با احتمالات ۰.۳۵ و ۰.۲ و ۰.۴۵ وجود دارد.
 - هدف تعیین تعداد بهینه روزنامه هایی است که روزنامه فروش باید بخرد
 - شبیه سازی برای خرید ۷۰ روزنامه انجام گردیده است
- درآمد ناشی + سود از دست رفته بخاطر فزونی تقاضا-هزینه خرید روزنامه-درآمد ناشی از فروش = سود
از فروش روزنامه های باطله

۳-۲ مسئله روزنامه فروش (ادامه)

جدول ۱۹-۲ تخصیص ارقام تصادفی برای تقاضای روزانه.

تقاضا	احتمال	احتمال تجمعی	تخصیص ارقام تصادفی
۰	۰,۱۰	۰,۱۰	۰۱-۱۰
۱	۰,۲۵	۰,۳۵	۱۱-۳۵
۲	۰,۳۵	۰,۷۰	۳۶-۷۰
۳	۰,۲۱	۰,۹۱	۷۱-۹۱
۴	۰,۰۹	۱,۰۰	۹۲-۰۰

جدول ۱۵-۲ توزیع روزنامه‌های مورد تقاضا.

تقاضا	توزیع احتمال تقاضا		
	بد	متوسط	خوب
۴۰	۰,۴۴	۰,۱۰	۰,۰۳
۵۰	۰,۲۲	۰,۱۸	۰,۰۵
۶۰	۰,۱۶	۰,۴۰	۰,۱۵
۷۰	۰,۱۲	۰,۲۰	۰,۲۰
۸۰	۰,۰۶	۰,۰۸	۰,۳۵
۹۰	۰,۰۰	۰,۰۴	۰,۱۵
۱۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۷

جدول ۲۰-۲ تخصیص ارقام تصادفی برای مهلت تحویل.

مهلت تحویل (روز)	احتمال	احتمال تجمعی	تخصیص ارقام تصادفی
۱	۰,۶	۰,۶	۱-۶
۲	۰,۳	۰,۹	۷-۹
۳	۰,۱	۱,۰	۰

۲-۳ مسئله روزنامه فروش (ادامه)

جدول ۲-۱۸ شییه سازی برای خرید ۷۰ روزنامه.

روزانه	سود فروش به قیمت باطله	درآمد ناشی از سود از دست رفته به خاطر فزونی تقاضا	درآمد حاصل از فروش	ارقام تصادفی		نوع روز	ارقام تصادفی	
				تقاضا	برای تقاضا		برای تعیین نوع روز	روز
۳۱۰	۲۰	-	۱۲۰۰	۶۰	۸۰	بد	۹۴	۱
۱۳۰	۴۰	-	۱۰۰۰	۵۰	۲۰	متوسط	۷۷	۲
۱۳۰	۴۰	-	۱۰۰۰	۵۰	۱۵	متوسط	۴۹	۳
۴۹۰	-	-	۱۴۰۰	۷۰	۸۸	متوسط	۴۵	۴
۳۵۰	-	۱۴۰	۱۴۰۰	۹۰	۹۸	متوسط	۲۳	۵
۴۲۰	-	۷۰	۱۴۰۰	۸۰	۶۵	خوب	۳۲	۶
۴۹۰	-	-	۱۴۰۰	۷۰	۸۶	متوسط	۴۹	۷
۳۱۰	۲۰	-	۱۲۰۰	۶۰	۷۳	بد	۰۰	۸
۴۹۰	-	-	۱۴۰۰	۷۰	۲۴	خوب	۱۶	۹
۴۲۰	-	۷۰	۱۴۰۰	۸۰	۶۰	خوب	۲۴	۱۰
۴۲۰	-	۷۰	۱۴۰۰	۸۰	۶۰	خوب	۳۱	۱۱
۴۹۰	-	-	۱۴۰۰	۷۰	۲۹	خوب	۱۴	۱۲
۱۳۰	۴۰	-	۱۰۰۰	۵۰	۱۸	متوسط	۴۱	۱۳
۴۲۰	-	۷۰	۱۴۰۰	۸۰	۹۰	متوسط	۶۱	۱۴
۴۹۰	-	-	۱۴۰۰	۷۰	۹۳	بد	۸۵	۱۵
۴۲۰	-	۷۰	۱۴۰۰	۸۰	۷۳	خوب	۰۸	۱۶
۳۱۰	۲۰	-	۱۲۰۰	۶۰	۲۱	خوب	۱۵	۱۷
۱۳۰	۴۰	-	۱۰۰۰	۵۰	۴۵	بد	۹۷	۱۸
۴۹۰	-	-	۱۴۰۰	۷۰	۷۶	متوسط	۵۲	۱۹
۴۲۰	-	۷۰	۱۴۰۰	۸۰	۹۶	متوسط	۷۸	۲۰
۷۲۶۰	۲۲۰	۵۶۰	۲۵۸۰۰					

■ سود کل

$$=25800-18200-560+220=7260$$

۴-۲ شبیه سازی سیستم موجودی (M,N)

جدول ۱۹-۲ تخصیص ارقام تصادفی برای تقاضای روزانه.

تقاضا	احتمال	احتمال تجمعی	تخصیص ارقام تصادفی
۰	۰٫۱۰	۰٫۱۰	۰۱-۱۰
۱	۰٫۲۵	۰٫۳۵	۱۱-۳۵
۲	۰٫۳۵	۰٫۷۰	۳۶-۷۰
۳	۰٫۲۱	۰٫۹۱	۷۱-۹۱
۴	۰٫۰۹	۱٫۰۰	۹۲-۰۰

■ M برابر ۱۱ واحد و N برابر با ۵ روز در نظر گرفته شده است.

■ برآورد متوسط واحدهای مانده در انبار در پایان روز و تعداد روزهایی که شرایط کمبود در آنها وجود دارد.

جدول ۲۰-۲ تخصیص ارقام تصادفی برای مهلت تحویل.

مهلت تحویل (روز)	احتمال	احتمال تجمعی	تخصیص ارقام تصادفی
۱	۰٫۶	۰٫۶	۱-۶
۲	۰٫۳	۰٫۹	۷-۹
۳	۰٫۱	۱٫۰	۰

۴-۲ شبیه سازی سیستم موجودی (M,N) - ادامه

شرایط آغازین: سطح موجودی برابر ۳ و ورود یک سفارش ۸ واحدی در مدت دو روز برنامه ریزی شده است.

براساس ۵ دور شبیه سازی متوسط موجودی در پایان روز تقریباً ۳.۵ واحد و در دو روز از ۲۵ روز شرایط کمبود وجود دارد

جدول ۲-۲۱ جدول شبیه سازی برای سیستم موجودی (M, N).

دور روز		موجودی در ابتدای روز	ارقام تصادفی تقاضا برای روز	موجودی در انتهای روز	مقدار سفارش	مقدار سفارش مهلت تحویل	ارقام تصادفی روزهای مانده تا ورود سفارش	
۱	۱	۳	۲۴	۲	۰	-	۱	
۲	۲	۲	۳۵	۱	۰	-	۰	
۳	۳	۹	۶۵	۷	۰	-	-	
۴	۴	۷	۸۱	۴	۰	-	-	
۵	۵	۴	۵۴	۲	۰	۹	۱ ←	
۶	۱	۲	۰۳	۲	۰	-	۰	
۷	۲	۱۱	۸۷	۸	۰	-	-	
۸	۳	۸	۲۷	۷	۰	-	-	
۹	۴	۷	۷۳	۴	۰	-	-	
۱۰	۵	۴	۷۰	۲	۰	۹	۳ ←	
۱۱	۱	۲	۴۷	۲	۰	-	۲	
۱۲	۲	۰	۴۵	۲	۲	-	۱	
۱۳	۳	۰	۴۸	۲	۰	-	۰	
۱۴	۴	۹	۱۷	۴	۰	-	-	
۱۵	۵	۴	۰۹	۴	۰	۷	۱	
۱۶	۱	۴	۴۲	۲	۲	-	۰	
۱۷	۲	۹	۸۷	۶	۰	-	-	
۱۸	۳	۶	۲۶	۵	۰	-	-	
۱۹	۴	۵	۳۶	۳	۰	-	-	
۲۰	۵	۳	۴۰	۲	۰	۱۰	۱	
۲۱	۱	۱	۰۷	۱	۱	-	۰	
۲۲	۲	۱۱	۶۳	۹	۰	-	-	
۲۳	۳	۹	۱۹	۸	۰	-	-	
۲۴	۴	۸	۸۸	۵	۰	-	-	
۲۵	۵	۵	۹۴	۴	۰	۱۰	۲	
				۸۷				

۷-۲ تقاضا در مهلت تحویل

شرکتی در کار فروش کاغذ روزنامه بصورت تویی است

جدول ۲۹-۲ جدول شبیه‌سازی برای تقاضا در مهلت تحویل.

تقاضا در مهلت تحویل	تقاضا	ارقام تصادفی برای تقاضا	مهلت تحویل (روز)	ارقام تصادفی برای مهلت تحویل	دور
۶	۸۷	۲	۵۷	۱	
۱۰	۳۴	۱	۳۳	۲	
۵	۸۲	۳	۹۳	۳	
۴	۲۸	۳	۱۹	۳	
۱۲	۶۳	۲	۵۵	۴	
۶	۹۱	۲	۵۵	۴	
۱۰	۲۶	۲	۵۵	۴	
.	
.	
.	

تقاضای روزانه (توب)	۳	۴	۵	۶
احتمال	۰٫۲۰	۰٫۳۵	۰٫۳۰	۰٫۱۵

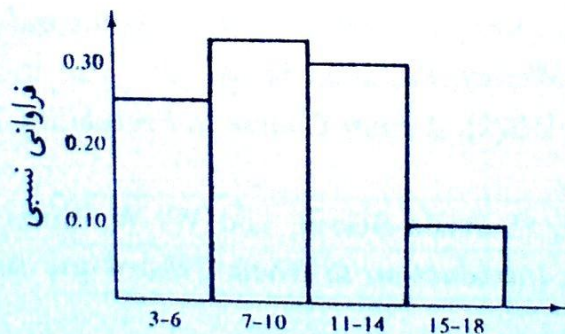
مدت تحویل (روز)	۱	۲	۳
احتمال	۰٫۳۶	۰٫۴۲	۰٫۲۲

جدول ۲۷-۲ تخصیص ارقام تصادفی برای تقاضا.

تقاضای روزانه	احتمال	احتمال تجمعی	تخصیص ارقام تصادفی
۳	۰٫۲۰	۰٫۲۰	۰۱-۲۰
۴	۰٫۳۵	۰٫۵۵	۲۱-۵۵
۵	۰٫۳۰	۰٫۸۵	۵۶-۸۵
۶	۰٫۱۵	۱٫۰۰	۸۶-۰۰

جدول ۲۸-۲ تخصیص ارقام تصادفی برای مهلت تحویل.

مهلت تحویل (روز)	احتمال	احتمال تجمعی	تخصیص ارقام تصادفی
۱	۰٫۳۶	۰٫۳۶	۰۱-۳۶
۲	۰٫۴۲	۰٫۷۸	۳۷-۷۸
۳	۰٫۲۲	۱٫۰۰	۷۹-۰۰



شکل ۲-۹ هیستوگرام برای تقاضا در مهلت تحویل.