

# اصول شبیه سازی

---

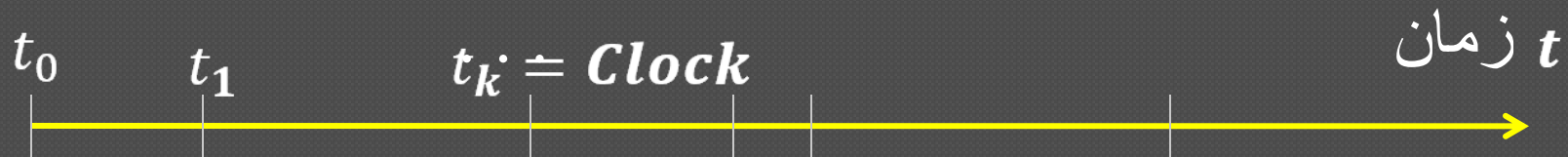
1- شبیه سازی زمان

2- شبیه سازی رفتار تصادفی

## گذر زمان در مدل شبیه سازی:

❖ در طول شبیه سازی، زمان را در متغیری به نام Clock نگه می داریم. (ربطی به ساعت کامپیوتر ندارد.)

⊙ گذر زمان توسط فایلی به نام FEL (Future Event List) که پیشامدهای در راه را به صف می کند، صورت می گیرد.



زمان وقوع پیشامدهای در راه (درون لیست FEL)

# لیست FEL

- لیست FEL لیستی است مرتب از اطلاعات پیشامدها به صورت دوتایی های (زمان وقوع ، نوع پیشامد) که بر حسب زمان وقوع مرتب شده اند.
- به محض آنکه زمان وقوع پیشامدی مشخص شود، به FEL اضافه می شود.

(زمان وقوع، نوع پیشامد)  $\longrightarrow$  (C,t\_3)  $\longrightarrow$  (B,t\_2)  $\longrightarrow$  (A,t\_1)

# مدل بندی یک سیستم صف:

◎ سیستم صف با یک سرویس دهنده:



◎ مفروضات: در هر لحظه فقط یک مشتری وارد می شود.

## پارامترهای سیستم:

---

◎ فاصله زمانی بین دو ورود متغیر تصادفی، یکنواخت و گسسته است که می تواند مقادیر 1,2,3,4,5,6 واحد را به خود اختصاص دهد.

◎ زمان خدمت دهی به هر مشتری، متغیری است تصادفی، یکنواخت و گسسته که می تواند مقادیر 1,2,3,4 واحد زمانی را به خود اختصاص دهد.

## پیشامدها، فعالیتها و متغیرهای وضعیت:

---

○ پیشامدها: 1- پیشامد ورود 2- پیشامد خروج

○ فعالیتها: فعالیت سرویس دهنده

○ متغیرهای وضعیت: 1- طول صف: Q

2- وضعیت سرویس دهنده (S): مشغول (S=1) و بیکار (S=0)

پیشامد ورود

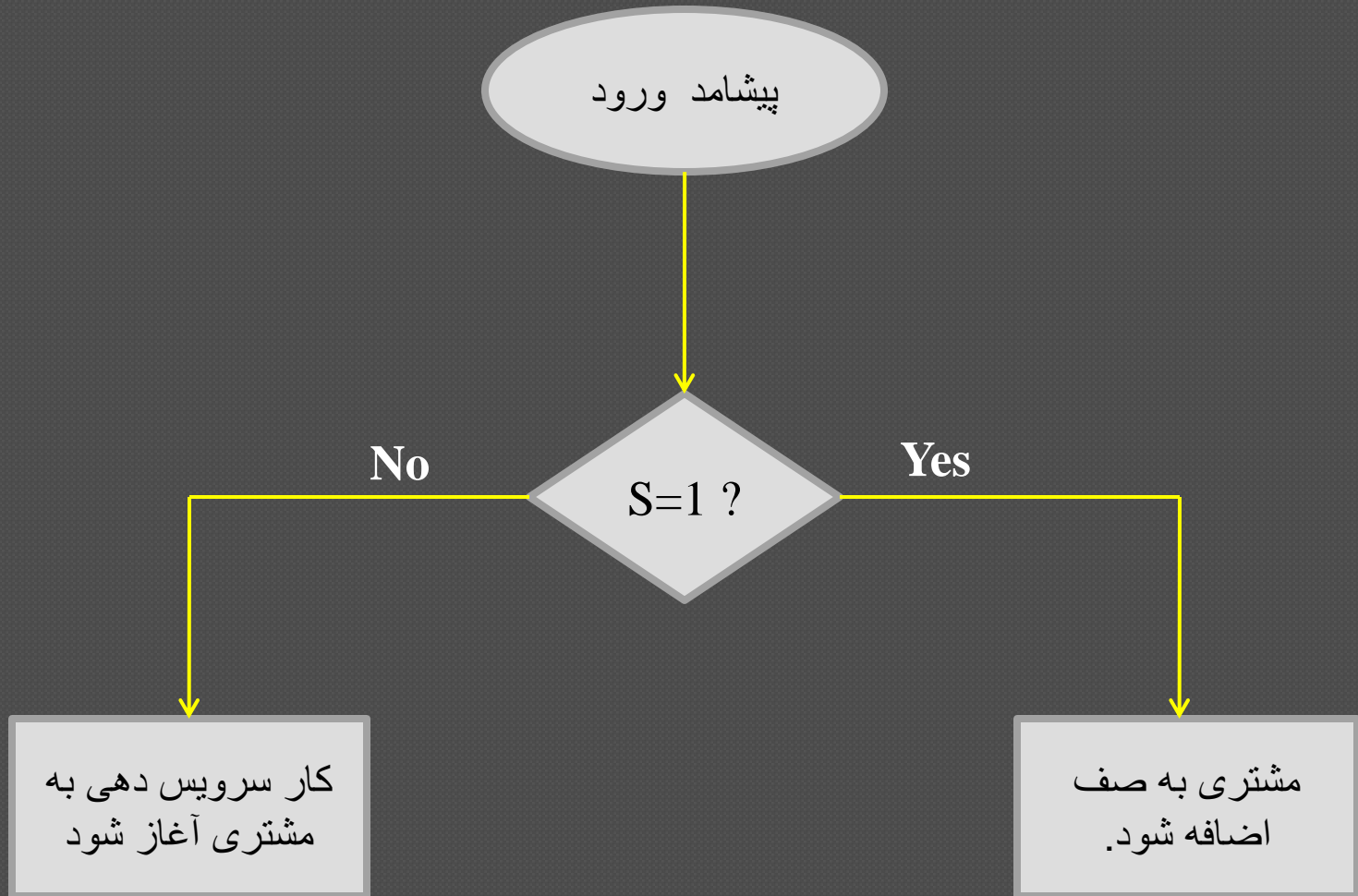
S=1 ?

No

Yes

کار سرویس دهی به  
مشتری آغاز شود

مشتری به صف  
اضافه شود.



پیشامد ترک

Q = 0  
?

No

Yes

کار سرویس دهی به مشتری  
بعدی آغاز شود

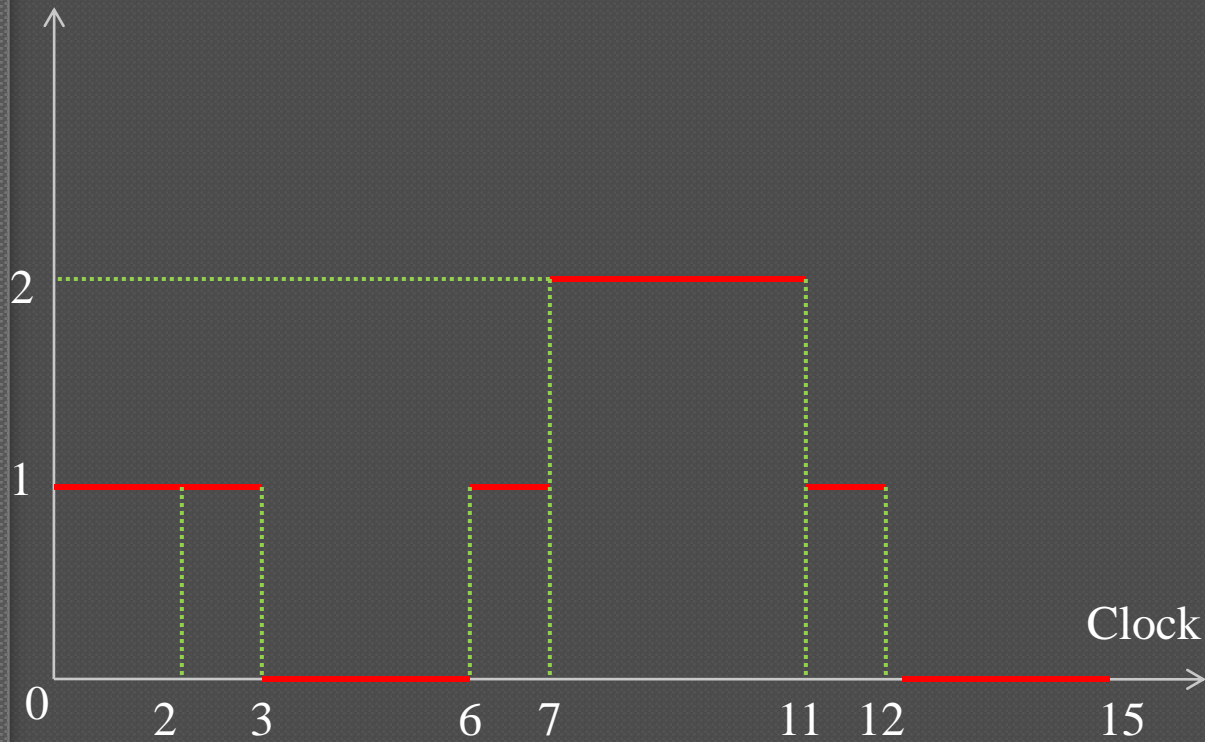
شروع زمان بیکاری  
سرویس دهنده

زمان ترک	مدت خدمت گیری	ساعت ورود	فاصله زمانی ورود	مشتری
2	2	0	---	1
3	1	2	2	2
9	3	6	4	3
11	2	7	1	4
12	1	9	2	5
19	4	15	6	6

Clock	مشتری	نوع پیشامد
0	1	A
2	1	D
2	2	A
3	2	D
6	3	A
7	4	A
9	3	D
9	5	A
11	4	D
12	5	D
15	6	A
19	6	D

به طور تصادفی تولید شده اند

(با احتساب فرد سرویس گیرنده) طول صف



Clock	مشتری	نوع پیشامد
0	1	A
2	1	D
2	2	A
3	2	D
6	3	A
7	4	A
9	3	D
9	5	A
11	4	D
12	5	D
15	6	A
19	6	D

حداکثر طول صف برابر 2 است.

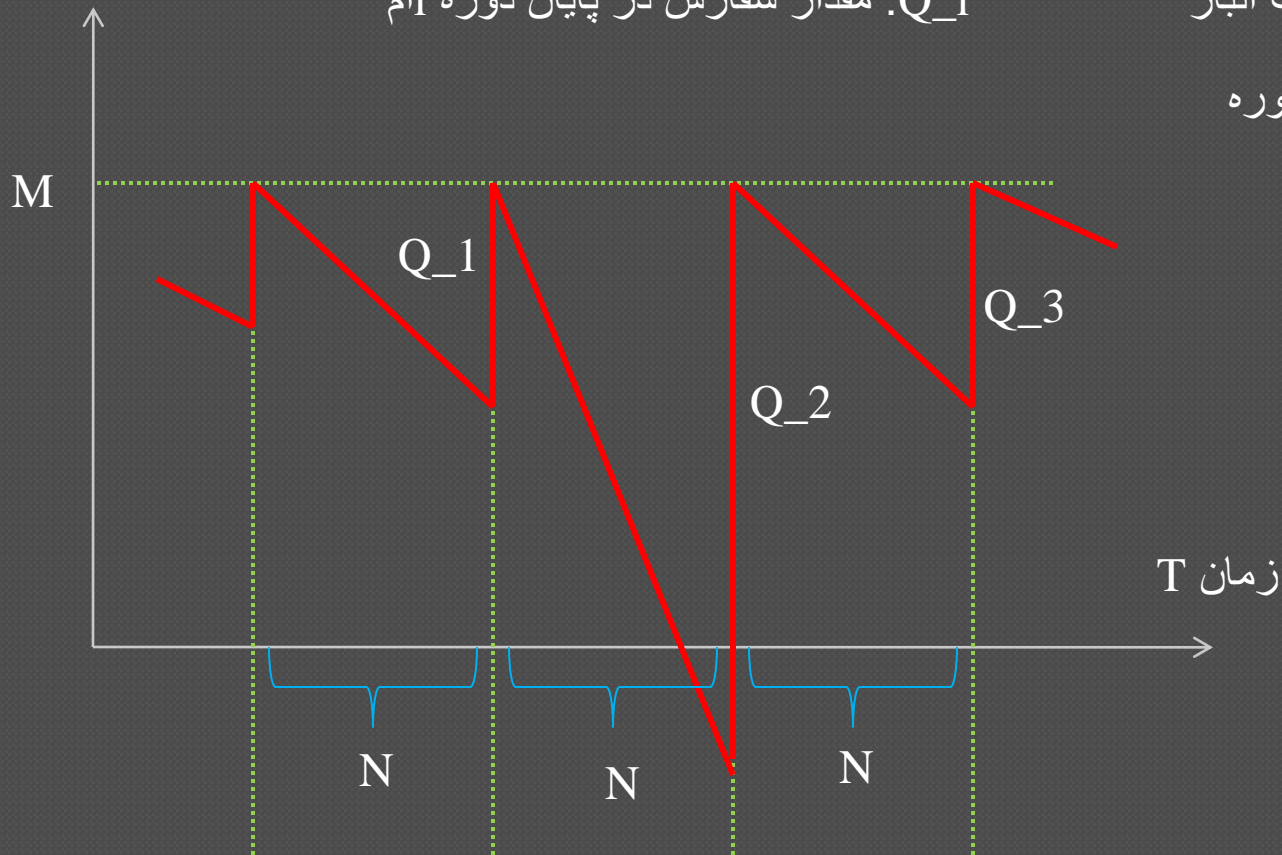
# شبیه سازی سیستمهای موجودی

I مقدار موجودی

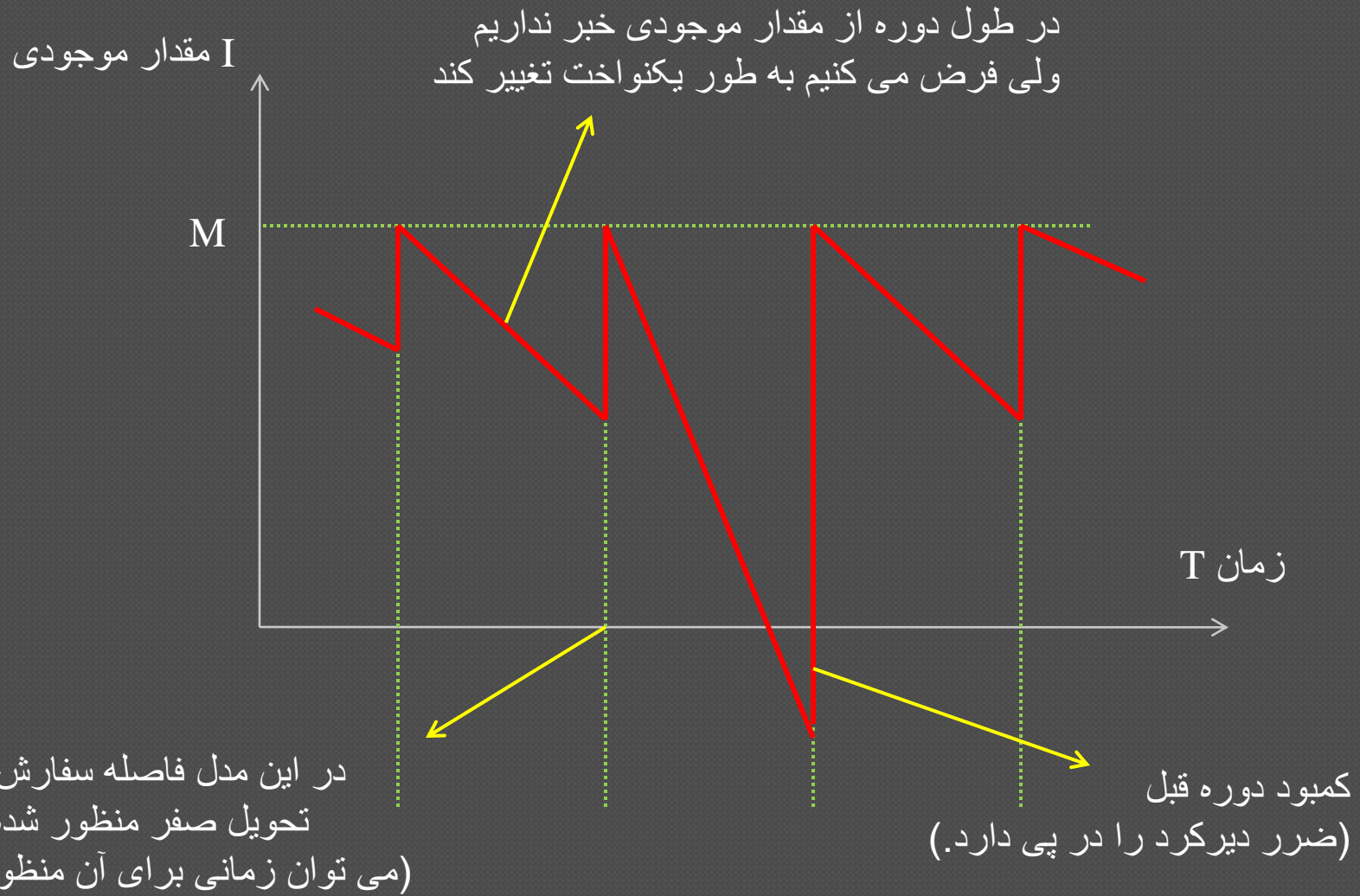
$Q_i$ : مقدار سفارش در پایان دوره  $i$ ام

M: ظرفیت انبار

N: طول دوره



# شبیه سازی سیستمهای موجودی



## هزینه های سیستم و هدف شبیه سازی:

---

- ◉ مشاهده انبار هزینه بر است بنابراین هر چه طول دوره بیشتر باشد به صرفه تر است.
- ◉ کمبود در انبار موجب دیرکرد تحویل سفارش، جریمه و است.
- ◉ ظرفیت بالای انبار هزینه بیشتری را موجب می شود.
- ◉ **هدف شبیه سازی** بسته به مورد، می تواند تعیین طول دوره یا ظرفیت انبار باشد.

## مثال: روزنامه فروشی

◎ روزنامه فروشی روزنامه ها را 33 سنت خریده، به قیمت 50 سنت می فروشد. روزنامه ای که در روز فروش نرود به عنوان باطله به قیمت 5 سنت فروخته می شود. روزنامه فروش باید روزنامه ها را در بسته های 10 تایی خریداری کند. روزها بر حسب فروش، به خوب، متوسط و بد تقسیم می شوند. یک روز به احتمال 0.35 خوب، به احتمال 0.45 متوسط و به احتمال 0.20 بد است. تقاضاها در این سه نوع روز به صورت جدول زیر است:

روز بد	روز متوسط	روز خوب	تقاضا / روز
0.44	0.10	0.03	40
0.22	0.18	0.05	50
0.16	0.40	0.15	60
0.12	0.20	0.20	70
0.06	0.08	0.35	80
0.00	0.04	0.15	90
0.00	0.00	0.07	100

( سود از دست رفته از زیادی تقاضا) – ( هزینه خرید) – (درآمد فروش) = سود  
 + (سود حاصل از فروش روزنامه باطله)

هدف: سطح بهینه سفارش را بیابید به طوری که سود ماکزیمم شود.

شبیه سازی را به ازای سفارشهای مختلف به مدت  
 20 روز انجام داده بهترین را انتخاب می کنیم.

## تولید اعداد تصادفی:

تولید روزهای خوب، متوسط و بد به طور تصادفی!

اعداد متناظر	احتمال تجمعی	احتمال	روز
01-35	0.35	0.35	خوب
36-80	0.80	0.45	متوسط
80-00	1.00	0.20	بد

# تولید اعداد تصادفی متناظر با تعداد فروش:

احتمال تجمعی فروش در روزهای:

ارقام متناظر با احتمال تجمعی:

تعداد فروش	احتمال تجمعی فروش در روزهای:			ارقام متناظر با احتمال تجمعی:		
	خوب	متوسط	بد	خوب	متوسط	بد
40	0.03	0.10	0.44	01-03	01-10	01-44
50	0.08	0.28	0.66	04-08	11-28	45-66
60	0.23	0.68	0.82	09-23	29-68	67-82
70	0.43	0.88	0.94	24-43	69-88	83-94
80	0.78	0.96	1.00	44-78	89-96	95-00
90	0.93	1.00	1.00	79-93	97-00	
100	1.00	1.00	1.00	94-00		

# فلوچارت شبیه سازی

شروع

تنظیم وضعیت اولیه مدل

جلوبری زمان تا پیشامد بعدی

اعمال تغییرات مربوط به پیشامد و انجام محاسبات لازم

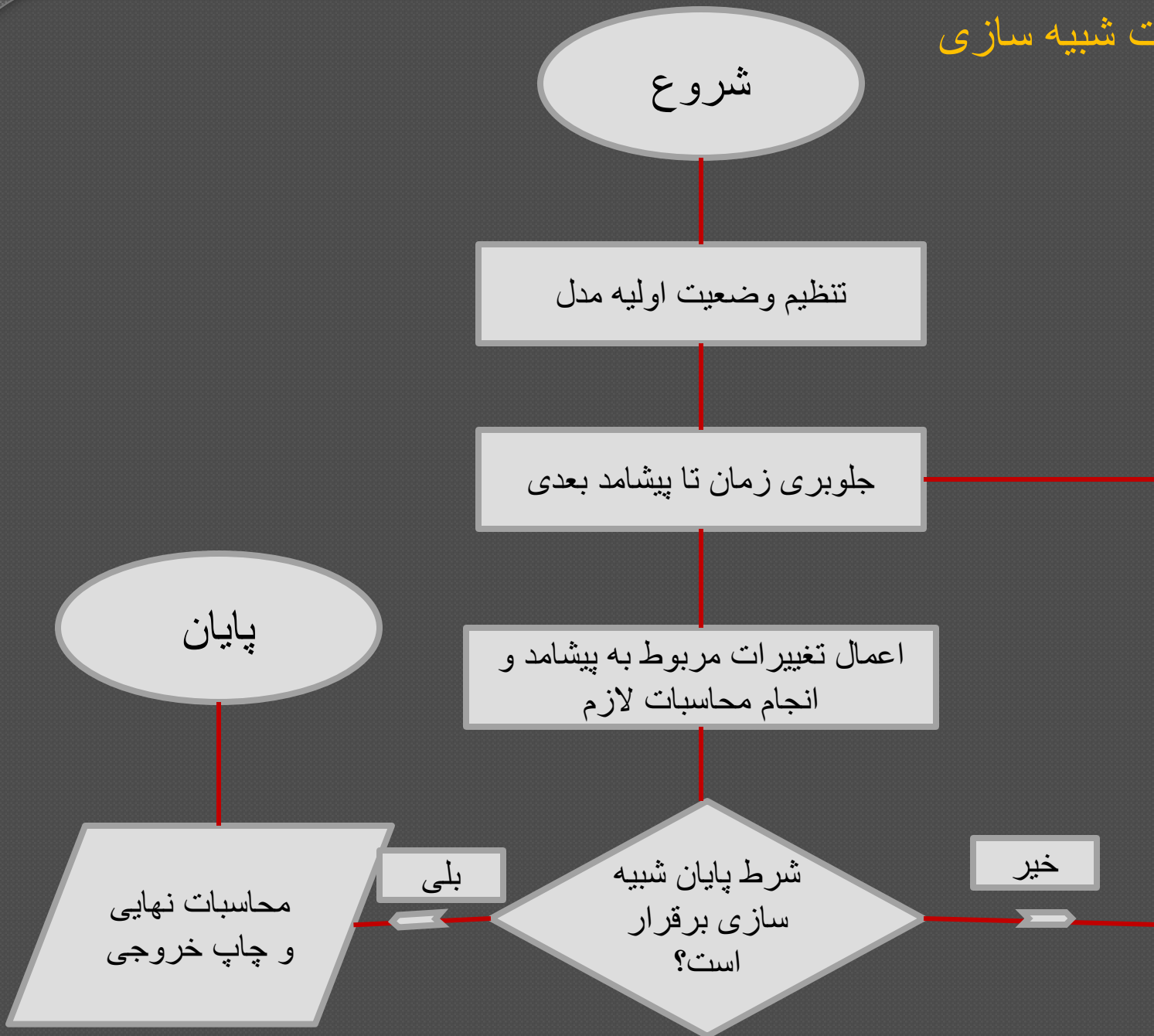
پایان

محاسبات نهایی و چاپ خروجی

بلی

شرط پایان شبیه سازی برقرار است؟

خیر



# تنظیم وضعیت اولیه مدل:

---

- ساعت را صفر می کنیم:  $\text{Clock}=0$ .
- مقدار دهی اولیه به متغیرهای وضعیت.
- معرفی و مقدار دهی متغیرهای کمکی با توجه به اهداف شبیه سازی. (طول صف، متوسط زمان انتظار و ...)
- تشکیل لیست FEL

## جلوبری ساعت شبیه سازی:

---

◉ اولین عضو از لیست FEL را حذف و متغیر زمان را به زمان وقوع آن تغییر می دهیم.

◉ برنامه را به روال مربوط به پیشامد رخ داده هدایت می کنیم. تا تمام تغییراتی که توسط این پیشامد در سیستم ایجاد می شود، در مدل لحاظ شود.

## تغییرات ناشی از پیشامد:

---

- ◉ درون یک تابع تمام تغییراتی را که پیشامد در مدل موجب می شود اعمال می کنیم. یک پیشامد ممکن است:
- ◉ متغیرهای وضعیت را تغییر دهد.
- ◉ متغیرهای کمکی را تغییر دهد.
- ◉ موجب آغاز یک فعالیت شود.
- ◉ موجب پایان پروسه شبیه سازی شود.

## شرایط پایان شبیه سازی:

---

◉ اگر پایان شبیه سازی زمان مشخصی مانند  $T_e$  بود، از ابتدا،  $(T_e)$  ،  
پیشامد پایان) را در FEL قرار می دهیم.

◉ اگر پایان شبیه سازی با شرط دیگری بیان شده بود، بعد از اعمال روال  
پیشامدها این شرط را چک می کنیم اگر شرط برقرار بود پیشامد پایان  
را (خارج از FEL) فراخوانی می کنیم.

# از این پس مدل‌های شبیه سازی را با **فلوچارت** نمایش می دهیم.

