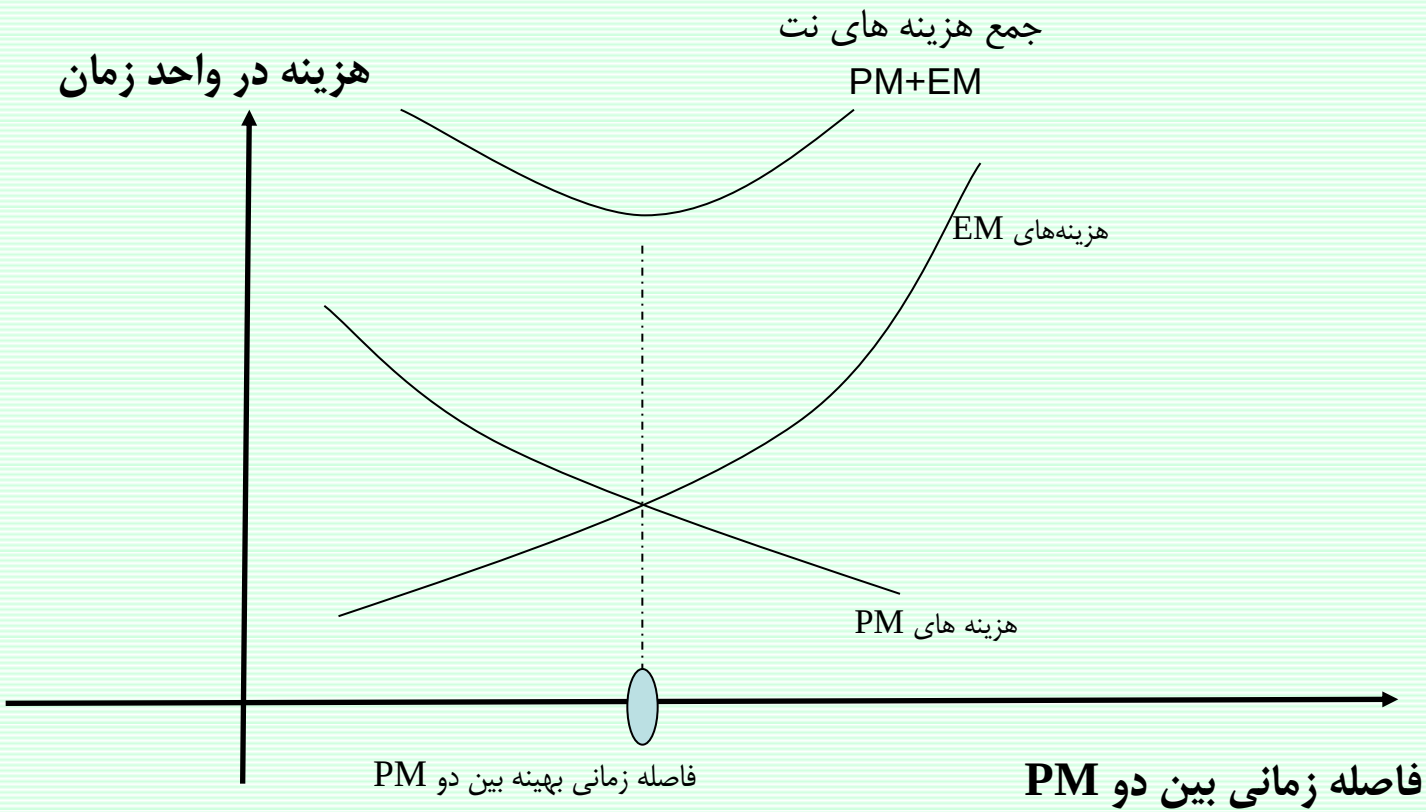
بنام خدا

برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات

مدلهای تعویض پیشگیرانه

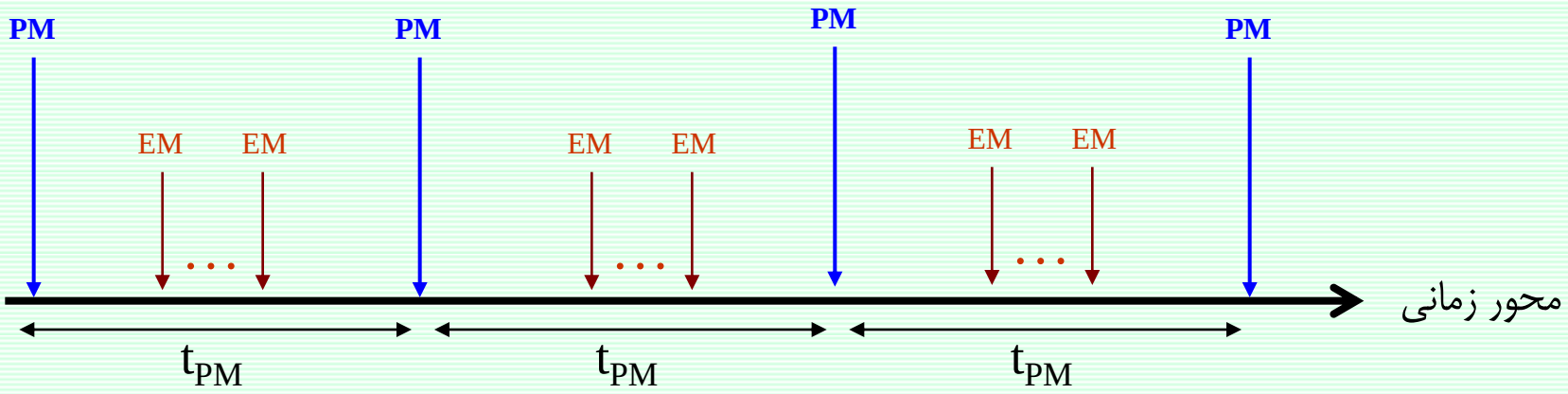
استاد: امیرعباس نجفی

مدلهای تعویض پیشگیرانه



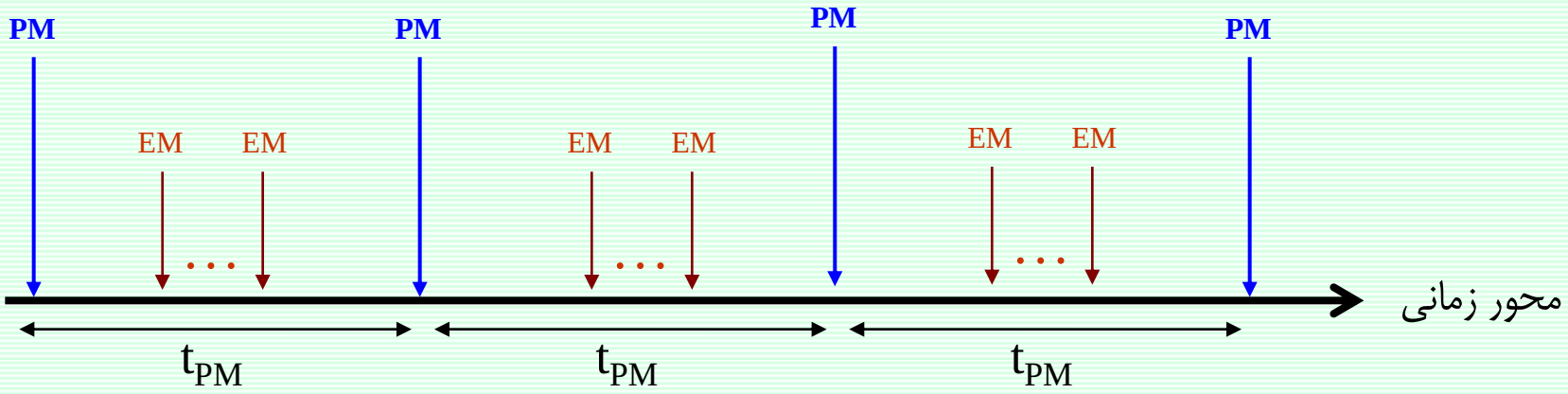
مدلهای تعویض پیشگیرانه

مدل ۱ – سیاست فاصلهٔ زمانی ثابت



مدلهای تعویض پیشگیرانه

مدل ۱ – سیاست فاصلهٔ زمانی ثابت



نمادها:

tpm: فاصله زمانی بین دو PM متوالی

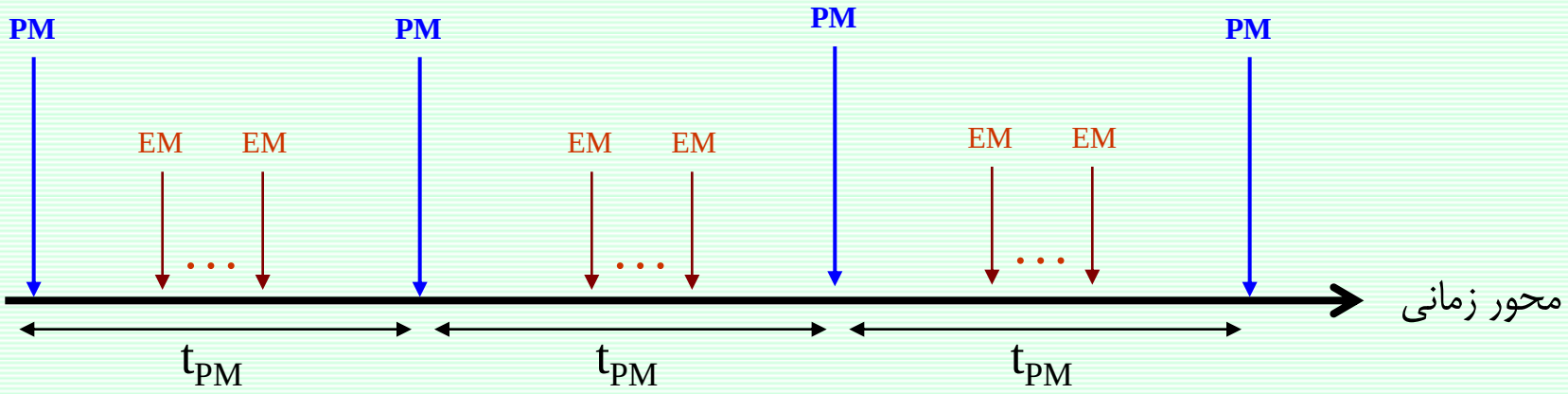
C_{PM}: هزینه هر بار PM

C_{EM}: هزینه هر بار EM

f(t) : تابع چگالی عمر قطعه

مدلهای تعویض پیشگیرانه

مدل ۱ – سیاست فاصلهٔ زمانی ثابت

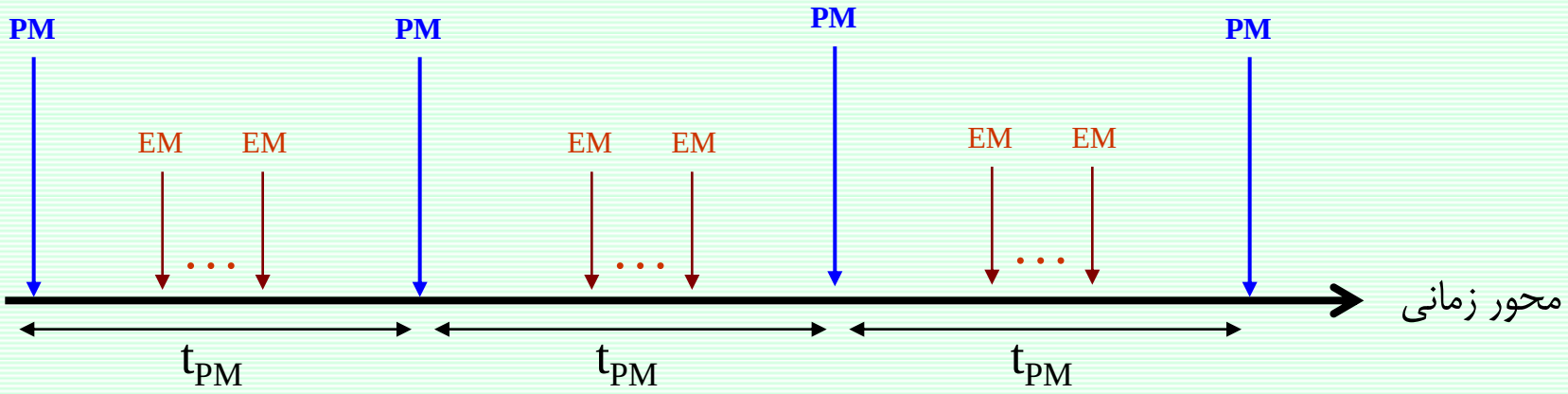


هدف

به حداقل رساندن مجموع هزینه های نت ≡ به حداقل رساندن مجموع هزینه های نت در واحد زمان

مدلهای تعویض پیشگیرانه

مدل ۱ – سیاست فاصلهٔ زمانی ثابت



تابع هدف

$$MIN\ Z(t_{PM}) = \frac{1 \times C_{PM} + n_{EM} \times C_{EM}}{t_{PM}}$$

$$n_{EM} = \int_0^{t_{PM}} r(t)dt \qquad ,r(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad \Rightarrow \quad MIN\ Z(t_{PM}) = \frac{C_{PM} + C_{EM} \int_0^{t_{PM}} r(t)dt}{t_{PM}}$$

مدلهای تعویض پیشگیرانه

مثال: قطعه ای دارای طول عمر با توزیع یکنواخت در فاصلهٔ صفر تا ده می باشد. در صورتیکه هزینهٔ هر بار نت پیشگیرانه برای این قطعه برابر ۵ واحد پولی و هزینهٔ هر بار نت اضطراری برابر با ۵۰ واحد پولی باشد. فاصله زمانی بهینه نت پیشگیرانه را بر اساس مدل فاصله زمانی ثابت بدست آورید.

مدلهای تعویض پیشگیرانه

مدل ۱ – سیاست فاصلهٔ زمانی ثابت

$$f(t)=\frac{1}{10} \quad , \quad 0\le t\le 10 \quad , C_{PM}=5 \quad , C_{EM}=50$$

$$r(t)=\frac{f(t)}{R(t)}=\frac{\frac{1}{10}}{\frac{10-t}{10}}=\frac{1}{10-t} \qquad , \quad 0\le t\le 10$$

$$R(t)=\int_t^{10}\frac{1}{10}dt=1-\frac{t}{10}=\frac{10-t}{10} \qquad , \quad 0\le t\le 10$$

$$\int_0^{t_{PM}} r(t)dt=\int_0^{t_{PM}}\frac{1}{10-t}dt=-Ln(10-t)\Big|_0^{t_{PM}}=-Ln(10-t_{PM})+Ln10=Ln(\frac{10}{10-t_{PM}})$$

$$Z(t_{PM})=\frac{5+50\,Ln(\frac{10}{10-t_{PM}})}{t_{PM}}$$

مدلهای تعویض پیشگیرانه

مدل ۱ – سیاست فاصلهٔ زمانی ثابت

راه حل ها:

۱. استفاده از مشتق

۲. گسسته کردن فضای جستجو

۳. روش تکه طلایی GSM

مدلهای تعویض پیشگیرانه

مدل ۱ – سیاست فاصلهٔ زمانی ثابت

۲. گسسته کردن فضای جستجو

t_{PM}	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Z	∞	10.26	8.08	7.61	7.63	7.93	8.46	9.31	10.68	13.34	∞

$$t_{PM}^{*} = 3$$

حداکثر خطا یک واحد است.

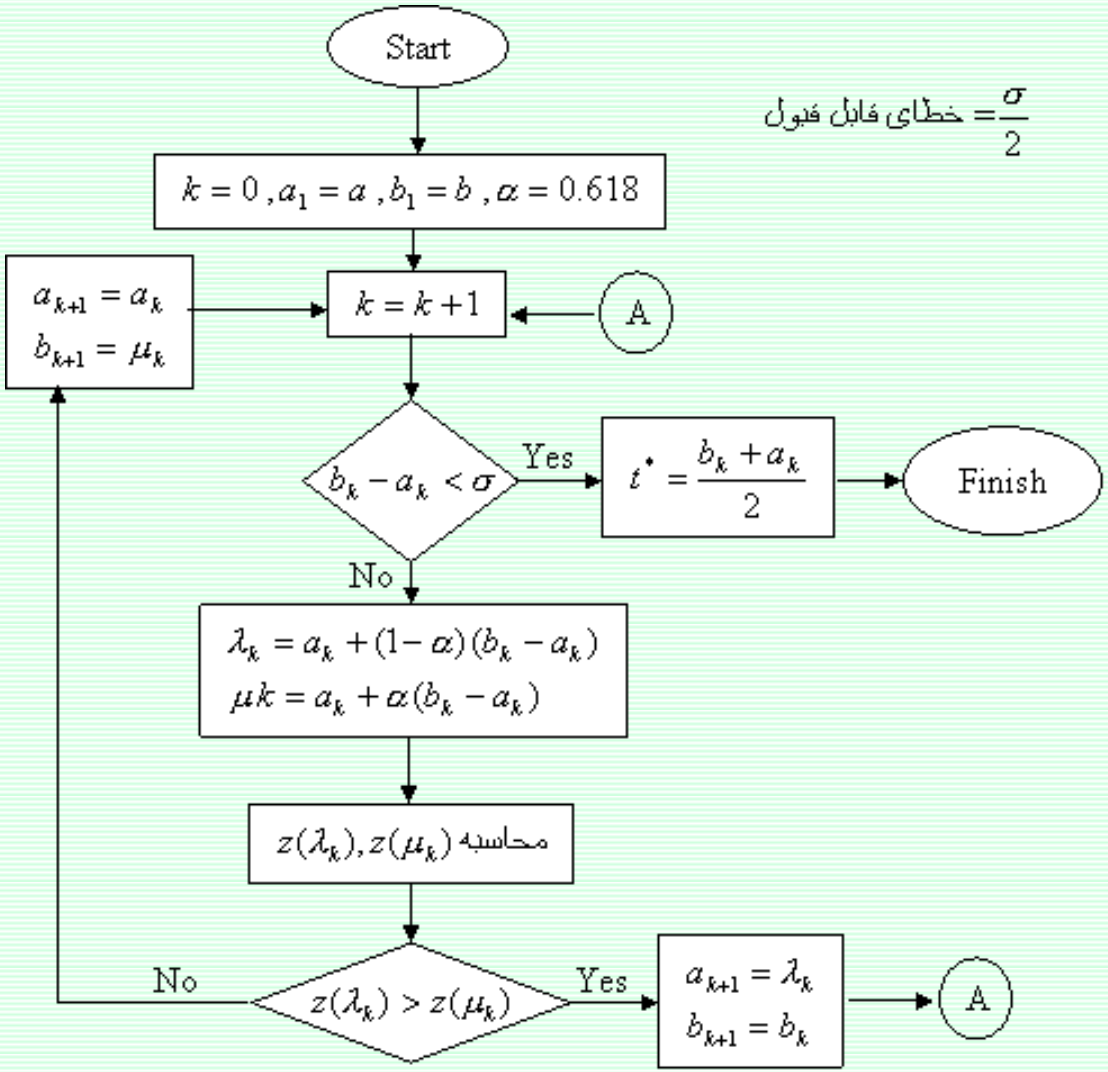
مدلهای تعویض پیشگیرانه

۳. روش تکه طلایی GSM

Golden Section Method

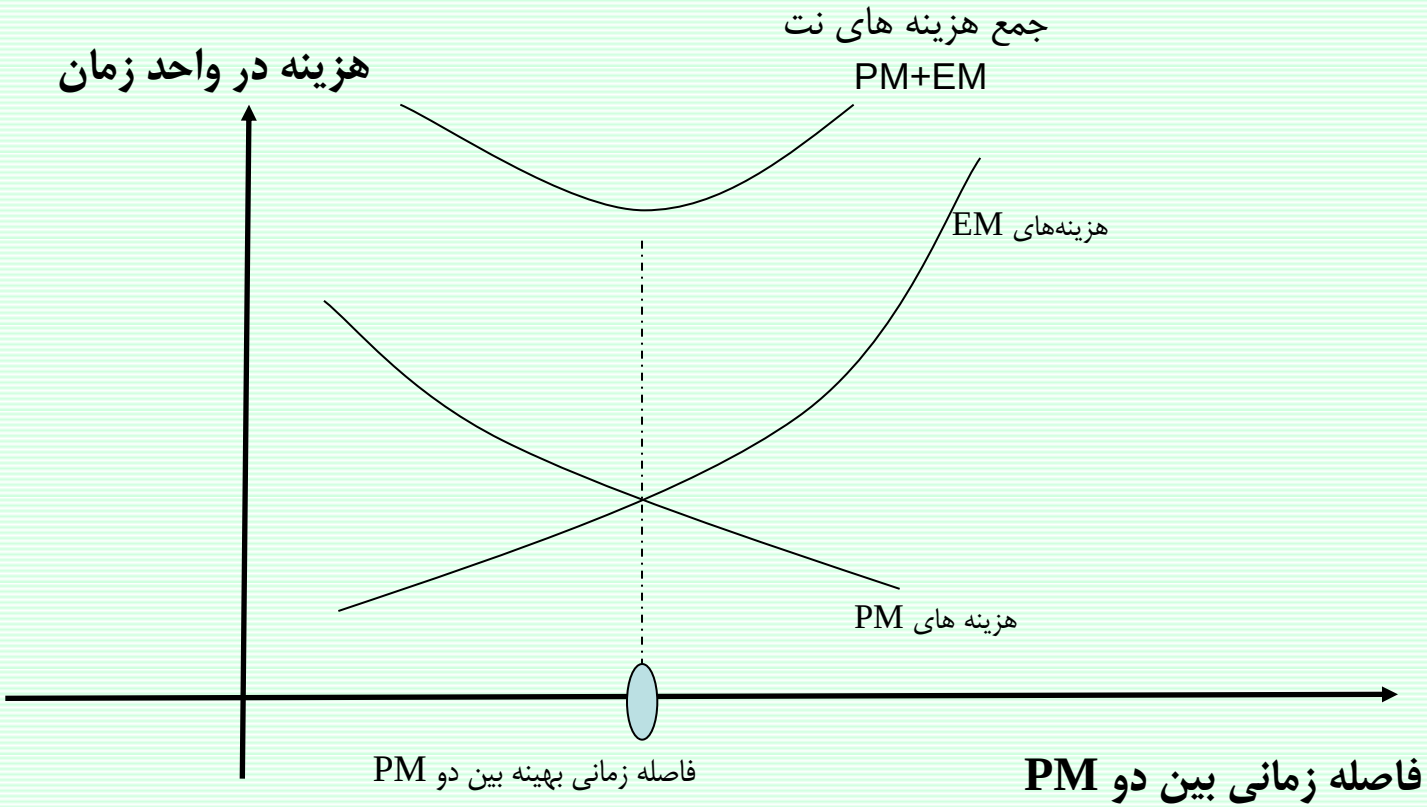
Min Z(t)

S.T. a<t<b



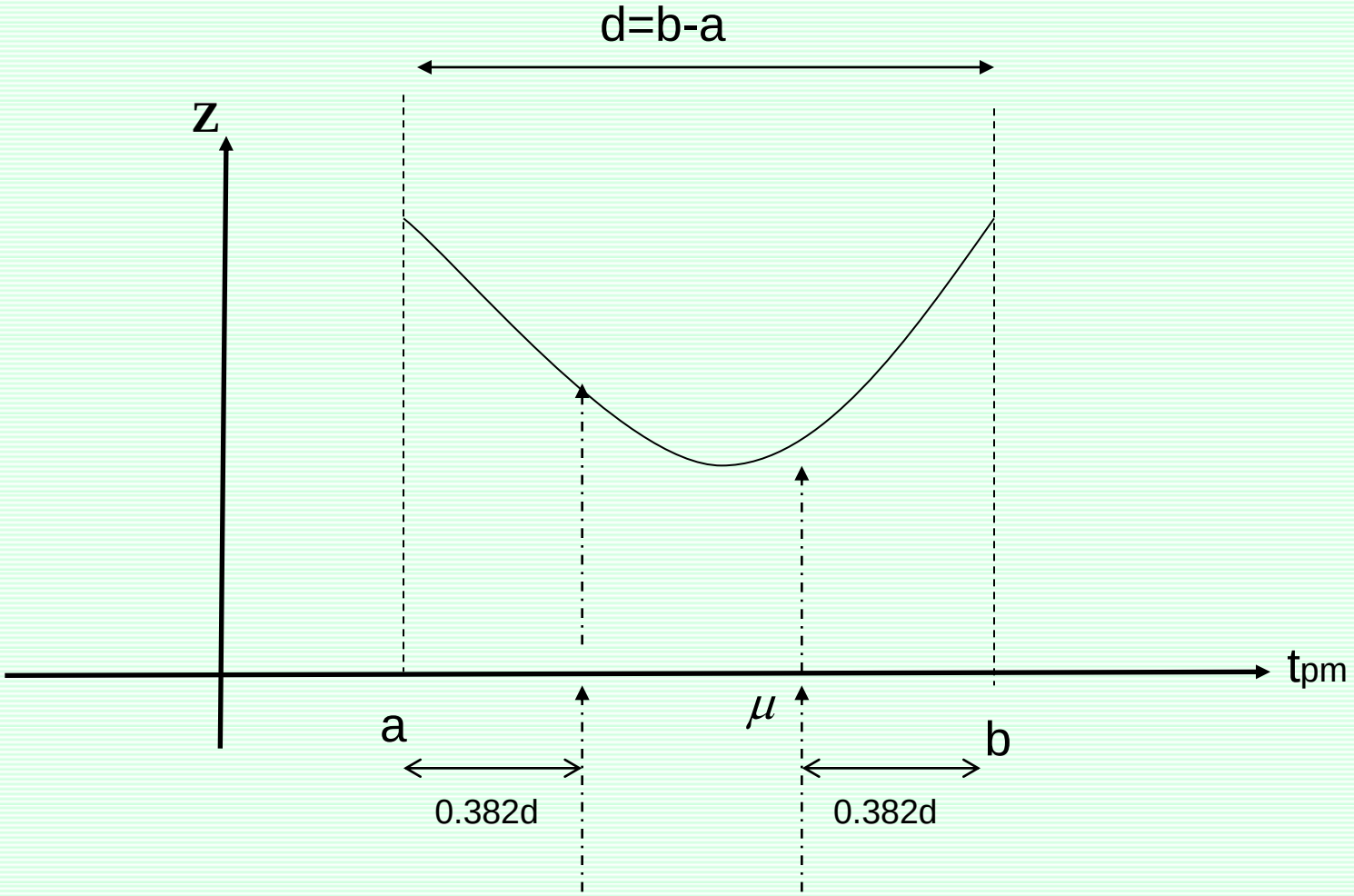
مدلهای تعویض پیشگیرانه

یادآوری



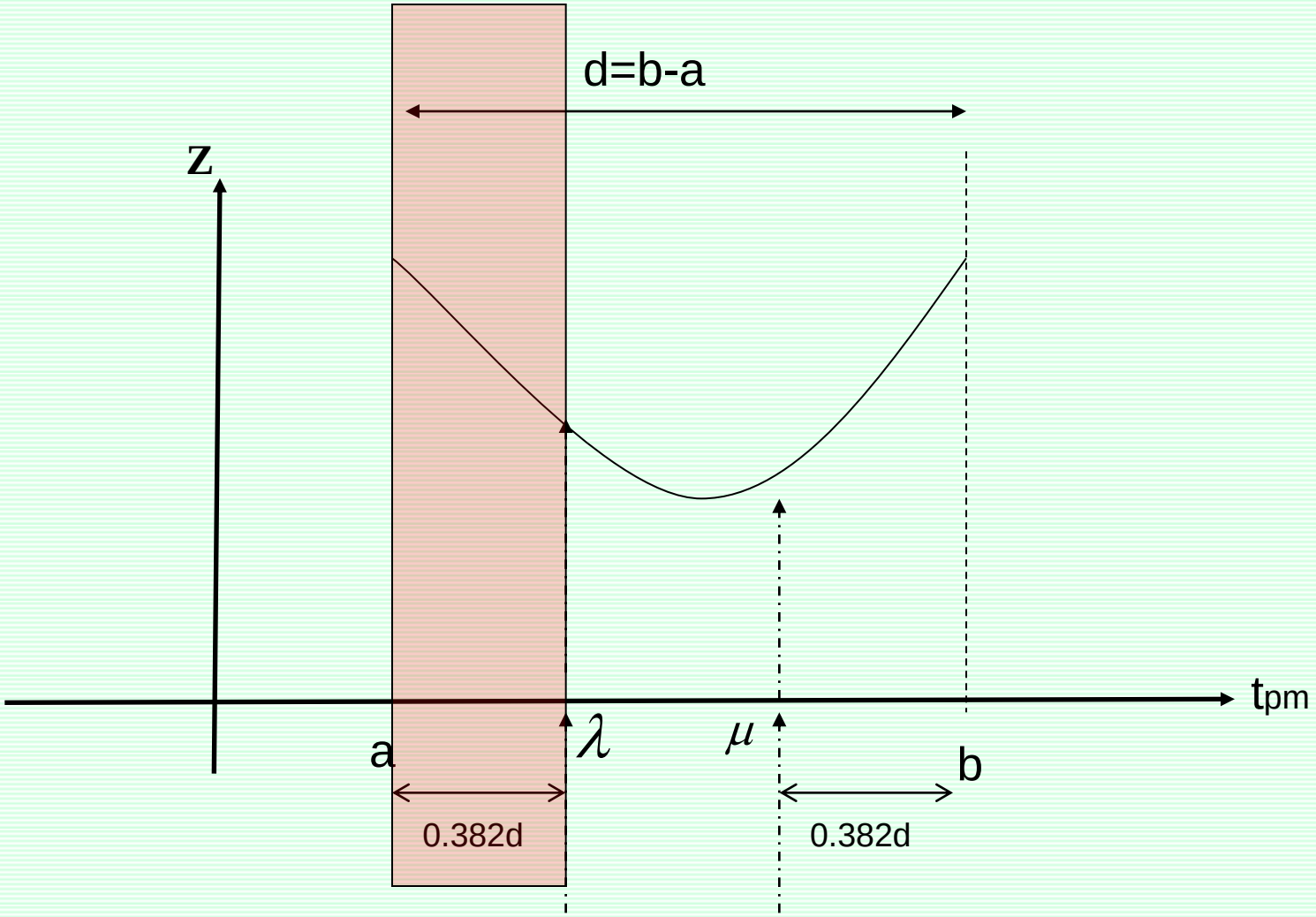
مدلهای تعویض پیشگیرانه

۳. روش تکه طلایی GSM



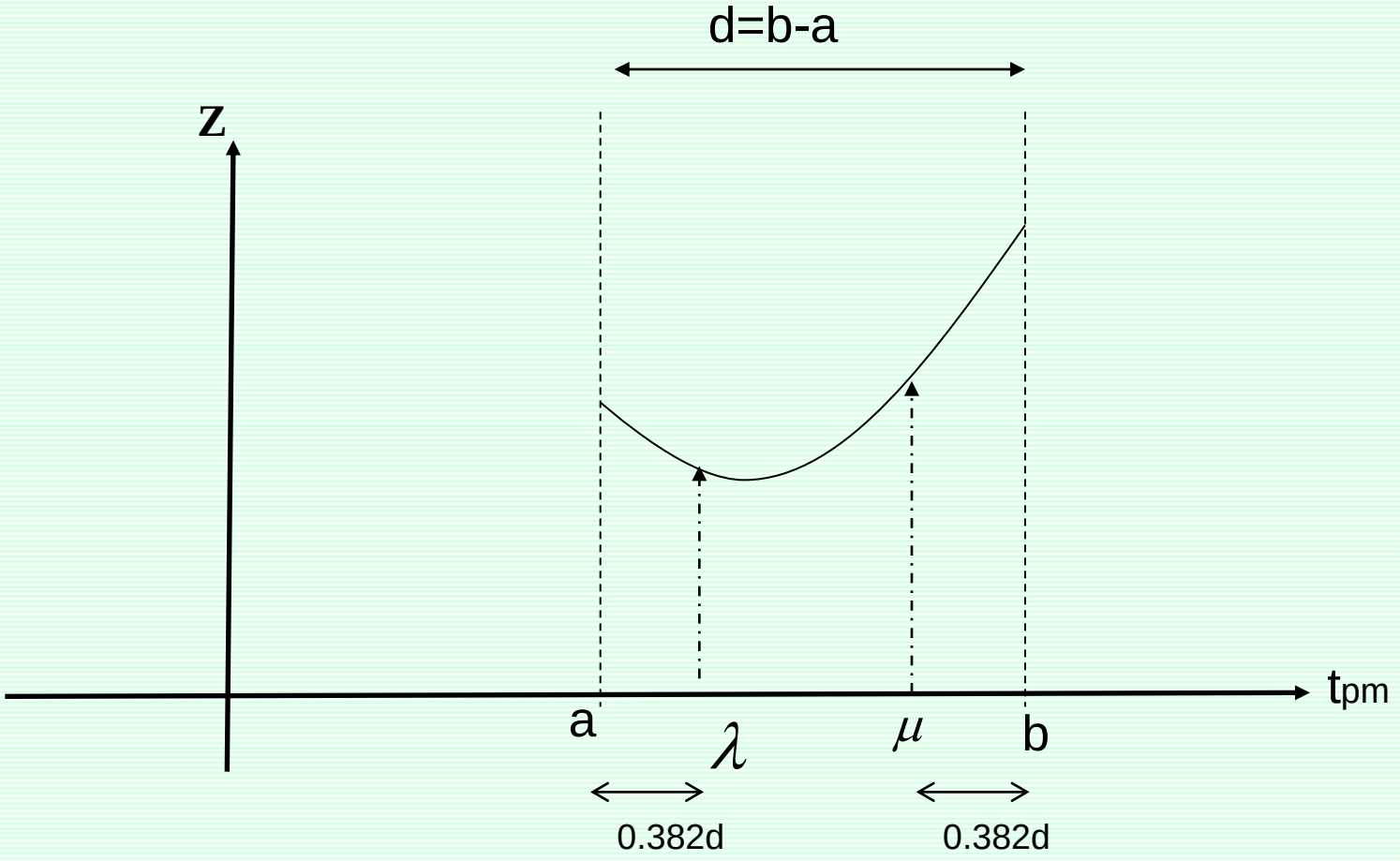
مدلهای تعویض پیشگیرانه

۳. روش تکه طلایی GSM



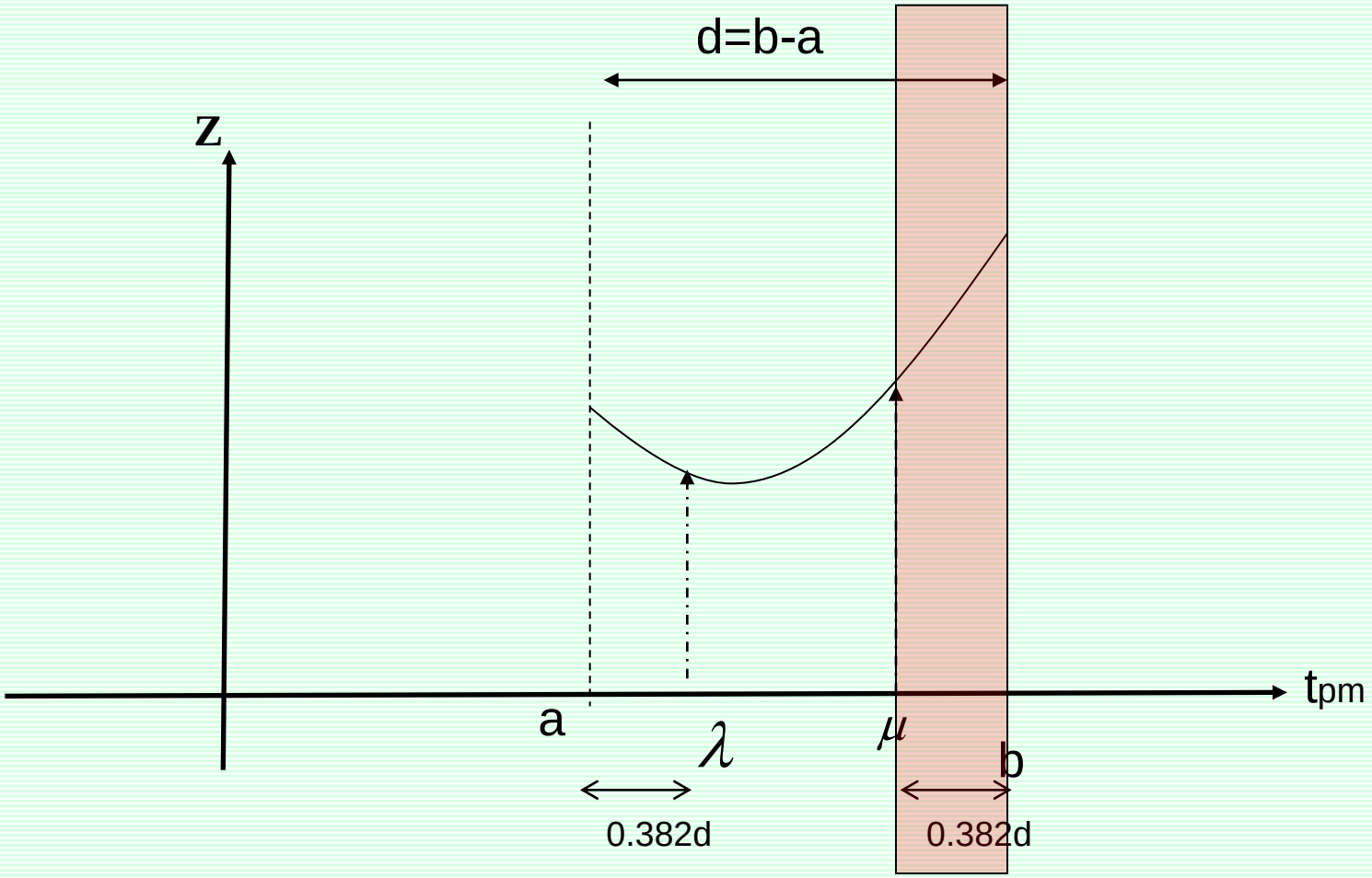
مدلهای تعویض پیشگیرانه

۳. روش تکه طلایی GSM



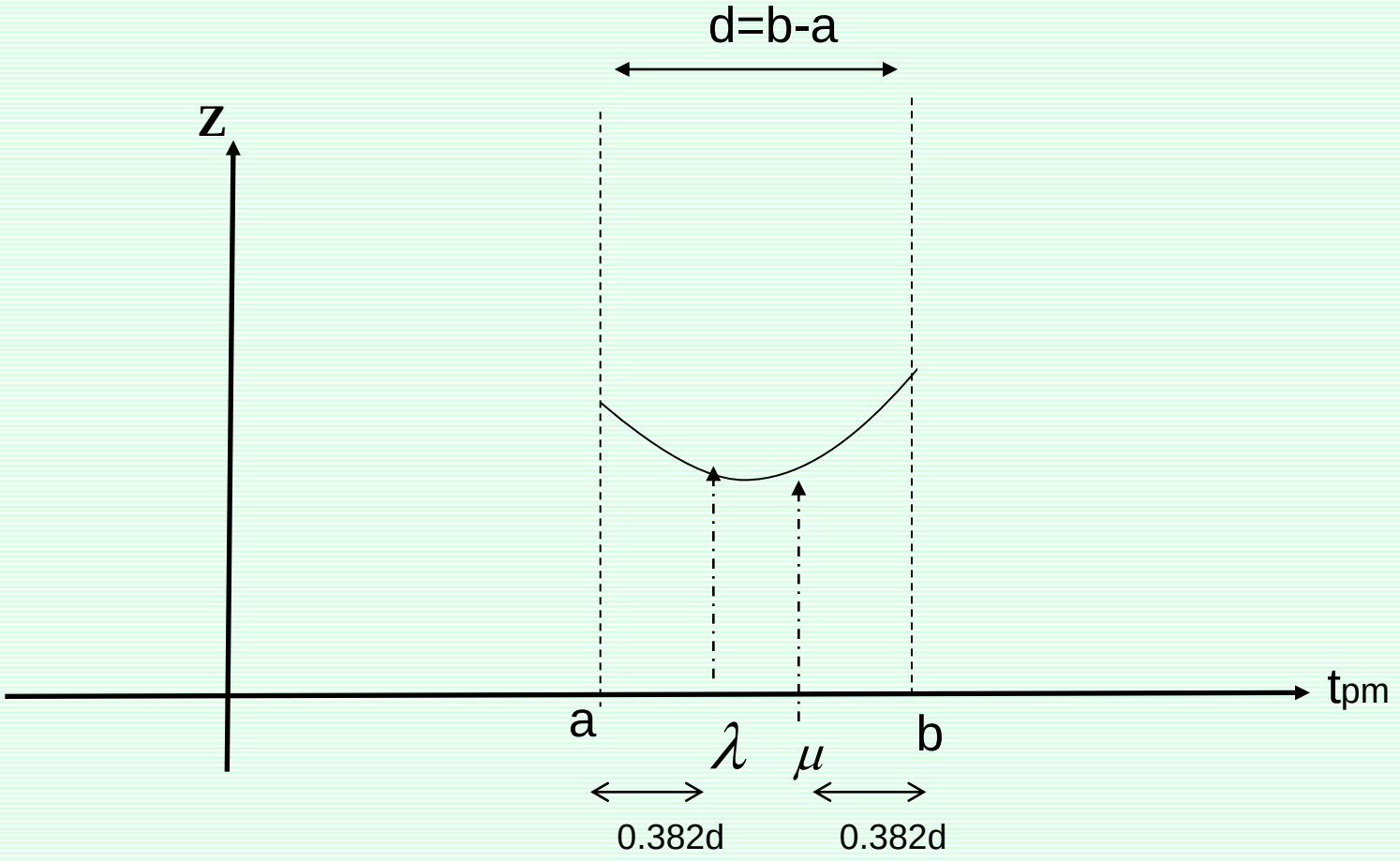
مدلهای تعویض پیشگیرانه

۳. روش تکه طلایی GSM



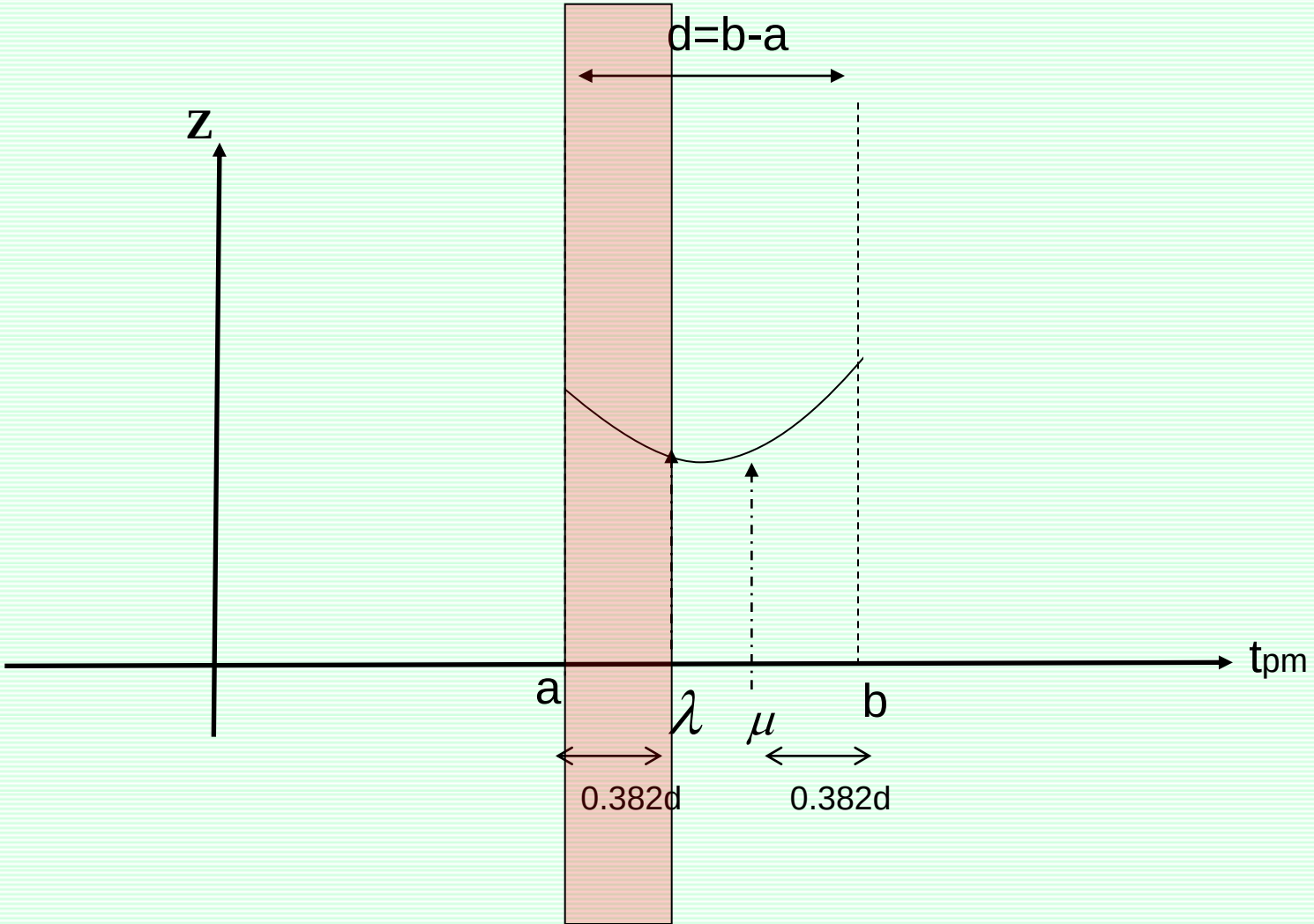
مدلهای تعویض پیشگیرانه

۳. روش تکه طلایی GSM



مدلهای تعویض پیشگیرانه

۳. روش تکه طلایی GSM



مدلهای تعویض پیشگیرانه

$$f(t)=\frac{1}{10} \quad , \quad 0\le t\le 10 \quad , C_{PM}=5 \quad , C_{EM}=50$$

$$r(t)=\frac{f(t)}{R(t)}=\frac{\frac{1}{10}}{\frac{10-t}{10}}=\frac{1}{10-t} \qquad , \quad 0\le t\le 10$$

$$R(t)=\int_t^{10}\frac{1}{10}dt=1-\frac{t}{10}=\frac{10-t}{10} \qquad , \quad 0\le t\le 10$$

$$\int_0^{t_{PM}} r(t)dt=\int_0^{t_{PM}}\frac{1}{10-t}dt=-Ln(10-t)\Big|_0^{t_{PM}}=-Ln(10-t_{PM})+Ln10=Ln(\frac{10}{10-t_{PM}})$$

$$Z(t_{PM})=\frac{5+50\,Ln(\frac{10}{10-t_{PM}})}{t_{PM}}$$

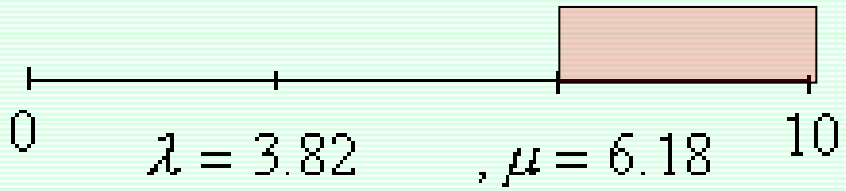
مدلهای تعویض پیشگیرانه

حداکثر خطا (فرض) = ۱ $\rightarrow$ $\sigma = 2$

Step 1

$a = 0 , b = 10$

$0.382d = 0.382(10 - 0) = 3.82$



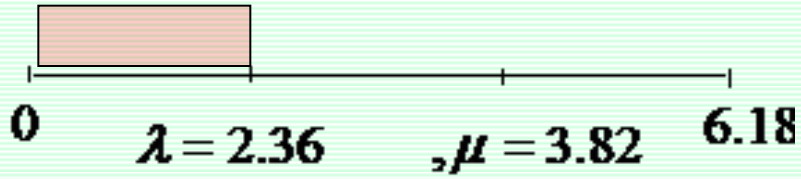
$z(\lambda) = 7.608 \qquad , z(\mu) = 8.59$

مدلهای تعویض پیشگیرانه

Step 2

$a = 0\ , b = 6.18$

$0.382d = 0.382(6.18 - 0) = 2.36$



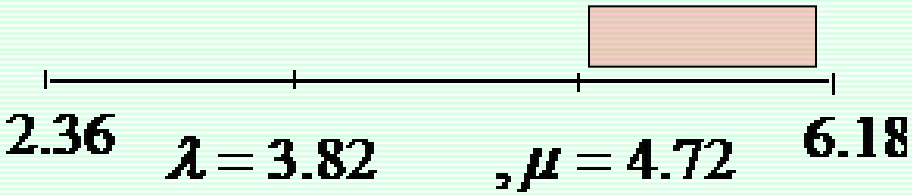
$z(\lambda) = 7.82 \qquad , z(\mu) = 7.608$

مدلهای تعویض پیشگیرانه

Step 3

$$a = 2.36\,, b = 6.18$$

$$0.382d = 0.382(6.18 - 2.36) = 1.46$$



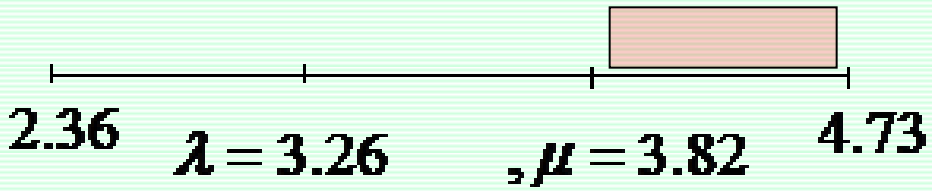
$$z(\lambda) = 7.68 \qquad , z(\mu) = 7.82$$

مدلهای تعویض پیشگیرانه

Step 4

$$a = 2.36\,, b = 4.74$$

$$0.382d = 0.382(4.72 - 2.36) = 0.9$$



$$z(\lambda) = 7.58 \qquad , z(\mu) = 7.608$$

مدلهای تعویض پیشگیرانه

Step 5

$$a = 2.36 , b = 3.82$$

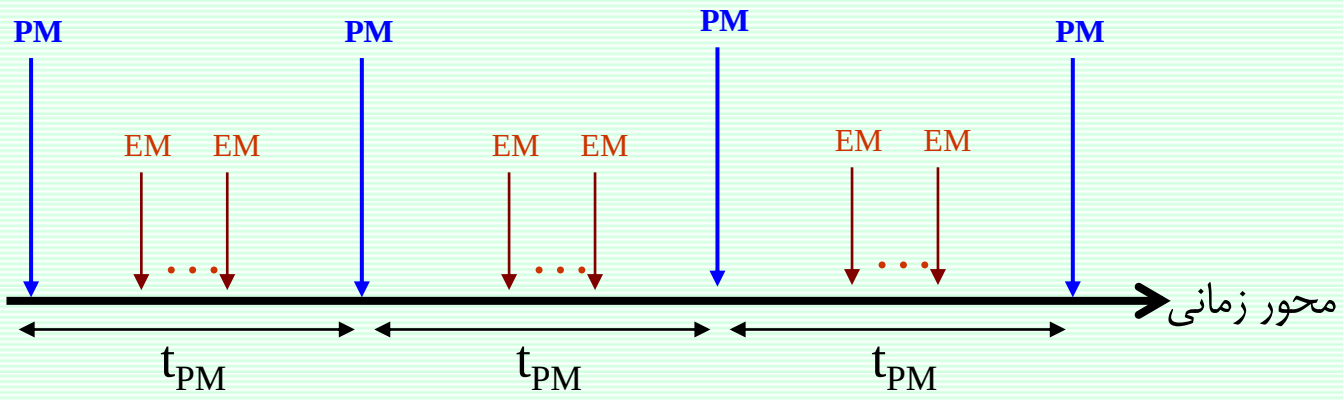
$$d = b - a = 3.82 - 2.36 < \sigma$$

$$t^* = \frac{b + a}{2} = 3.09$$

مدلهای تعویض پیشگیرانه

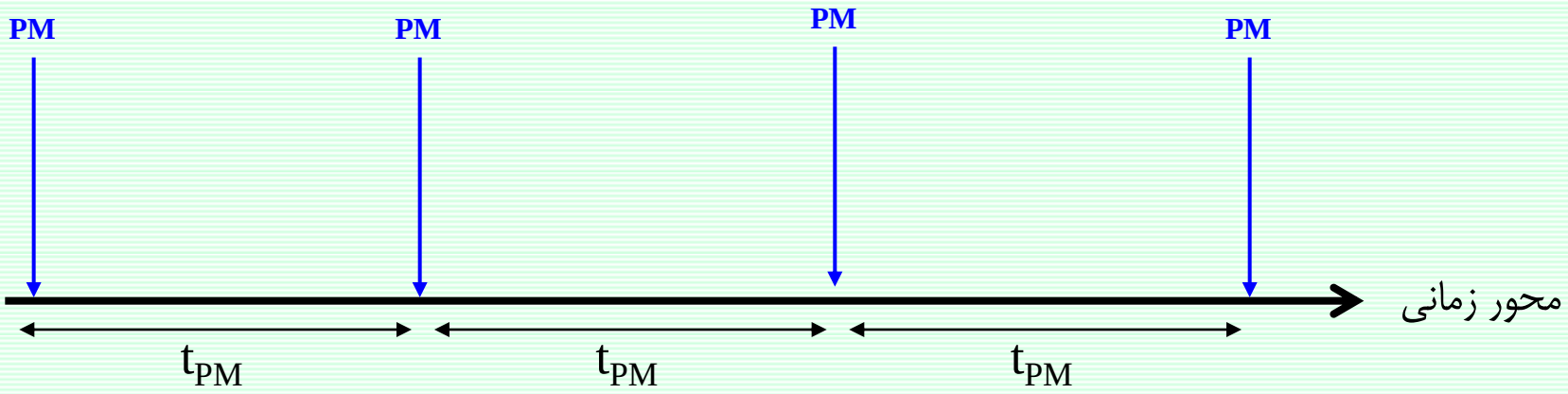
مدل ۲ – سیاست مبتنی بر عمر

یکی از مشکلات سیاست فاصله زمانی ثابت این است که ممکن است قطعه ای با عمر کوتاه تعویض شود. این امر در شکل زیر که بیانگر سیاست فاصله زمانی ثابت است نشان داده می‌شود:



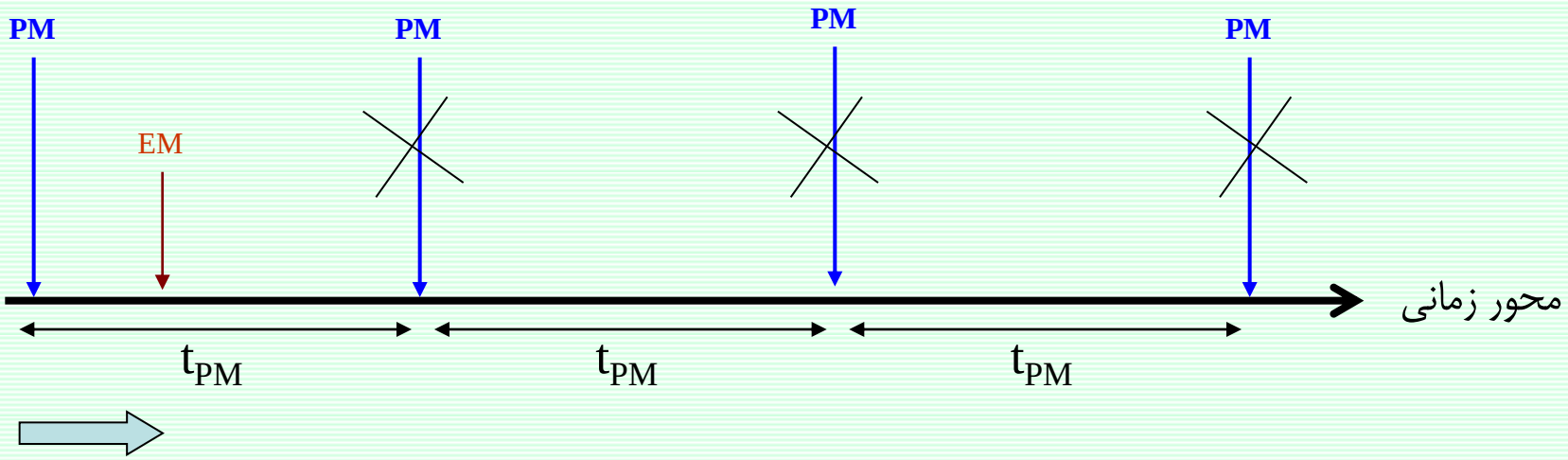
مدلهای تعویض پیشگیرانه

مدل ۲ – سیاست مبتنی بر عمر



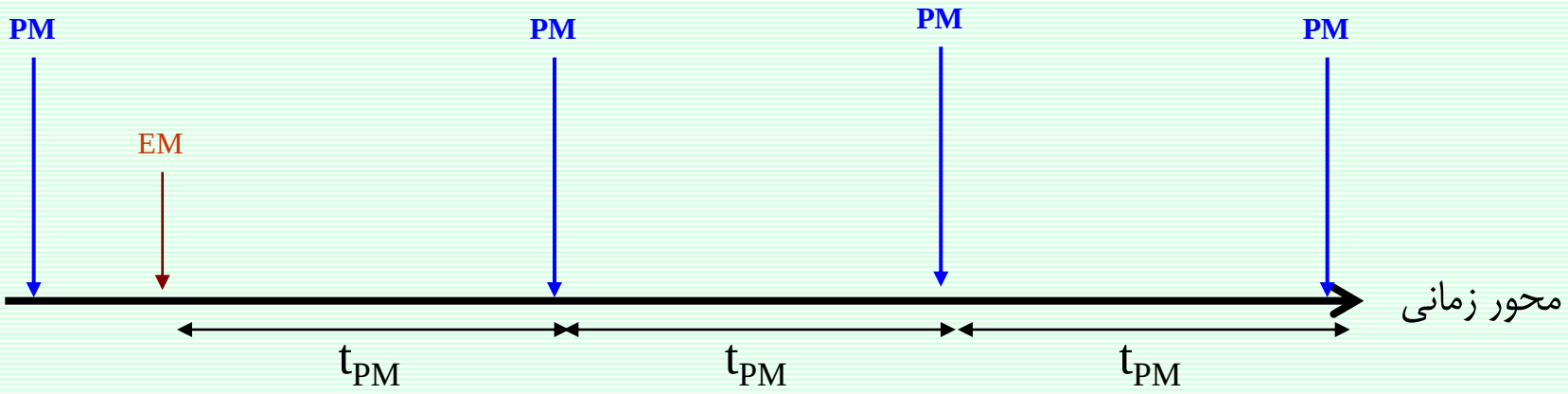
مدلهای تعویض پیشگیرانه

مدل ۲ – سیاست مبتنی بر عمر



مدلهای تعویض پیشگیرانه

مدل ۲ – سیاست مبتنی بر عمر



مدلهای تعویض پیشگیرانه

مدل ۲ – سیاست مبتنی بر عمر

نمادها:

t_{pm}: عمر در هنگام تعویض پیشگیرانه

C_{PM}: هزینه هر بار PM

C_{EM}: هزینه هر بار EM

$f(t)$: تابع چگالی عمر قطعه

هدف

به حداقل رساندن مجموع هزینه های نت $\equiv$ به حداقل رساندن مجموع هزینه های نت در واحد زمان

مدلهای تعویض پیشگیرانه

دو حالت ممکن:

1. عمر قطعه به t_{PM} می رسد و PM صورت می گیرد.
2. عمر قطعه به t_{PM} نمی رسد و EM صورت می گیرد.

مدلهای تعویض پیشگیرانه

مدل ۲ – سیاست مبتنی بر عمر

حالت های ممکن	احتمال رخ دادن	هزینه نت	متوسط عمر
حالت ۱	$R(t_{PM})$	C_{PM}	t_{PM}
حالت ۲	$1-R(t_{PM})$	C_{EM}	$E(t \mid t < t_{PM}) = \frac{\int_0^{t_{PM}} t\, f(t)\, dt}{1 - R(t_{PM})}$

مدلهای تعویض پیشگیرانه

مدل ۲ – سیاست مبتنی بر عمر

$$Min\ Z(t_{PM}) = \frac{\text{امید ریاضی هزینه در یک دوره}}{\text{امید ریاضی هزینه طول دوره زمانی}} = \frac{C_{PM}(R(t_{PM})) + C_{EM}(1-R(t_{PM}))}{R(t_{PM})\,t_{PM} + \frac{\int_0^{t_{PM}} t\,f(t)\,dt}{1-R(t_{PM})}\,(1-R(t_{PM}))}$$

$$Min\ Z = \frac{C_{PM}(R(t_{PM})) + C_{EM}(1-R(t_{PM}))}{t_{PM}(R(t_{PM})) + \int_0^{t_{PM}} t\,f(t)\,dt}$$

مدلهای تعویض پیشگیرانه

مثال: قطعه ای دارای طول عمر با توزیع یکنواخت در فاصلهٔ صفر تا پنج می باشد. در صورتیکه هزینهٔ هر بار نت پیشگیرانه برای این قطعه برابر ۴ واحد پولی و هزینهٔ هر بار نت اضطراری برابر با ۱۰ واحد پولی باشد. فاصله زمانی بهینه نت پیشگیرانه را بر اساس مدل **مبتنی بر عمر** بدست آورید.

مدلهای تعویض پیشگیرانه

مدل ۲ – سیاست مبتنی بر عمر

$$f(t)=\frac{1}{5} \qquad 0\le t\le 5 \qquad C_{PM}=4 \qquad C_{EM}=10$$

$$R(t)=\int_t^5 \frac{1}{5}\,dt=\frac{1}{5}t\Big|_t^5=1-\frac{t}{5}=\frac{5-t}{5} \qquad R(t_{PM})=\frac{5-t_{PM}}{5}$$

$$Min\ Z(t_{PM})=\frac{4(\frac{5-t_{PM}}{5})+10(1-\frac{5-t_{PM}}{5})}{t_{PM}(\frac{5-t_{PM}}{5})+\int_0^{t_{PM}}\frac{t}{5}\,dt}$$

$$Min\ Z(t_{PM})=\frac{4+\frac{6t_{PM}}{5}}{t_{PM}-\frac{t_{PM}^2}{5}+\frac{t_{PM}^2}{10}}=\frac{4+1.2t_{PM}}{t_{PM}-\frac{t_{PM}^2}{10}}$$

حداکثر خطا= ۰.۵

Step	a	b	d	0.382d	λ	μ	Z (λ)	Z (μ)	anew	bnew
1	0	5	5	1.91	1.91	3.09	4.07	3.60	1.91	5
2	1.91	5	3.09	1.18	3.09	3.82	3.60	3.63	1.91	3.82
3	1.91	3.82	1.91	0.73	2.64	3.09	3.68	3.60	2.63	3.82
4	2.63	3.82	1.19	0.45	3.09	3.36	3.609	3.600	3.09	3.82
5	3.09	3.82	0.72							

t* = (3.09+3.82)/2= 3.45

مدلهای تعویض پیشگیرانه

مدل ۲ – سیاست مبتنی بر عمر

تمرین: قطعه ای دارای عمر با توزیع نمایی و میانگین عمر ۴۰۰ روز است اگر $C_{PM} = 40$ و $C_{EM} = 100$ باشد هر در مدل فوق را محاسبه کنید