



# تکنیک های اقتصاد مهندسی و کاربرد آنها

ابتدای فصل ۴



# روش معادل (یکنواخت) سالانه

## روش A

روش هزینه یکنواخت سالیانه، روش دیگری برای ارزیابی اقتصادی پروژه ها می باشد. در این روش درآمد یکنواخت تبدیل کرده یعنی تمام فلش ها در نمودار جریان نقدی را به فلش های سالیانه تبدیل می کنیم سپس هزینه یکنواخت سالانه را می یابیم و پروژه ای را انتخاب میکنیم که دارای کمترین هزینه سالانه باشد.

این روش برای حالتی که عمر پروژه ها نابرابر است سریعتر و آسان تر از سایر روش ها جوابگوی حل مسائل می باشد.



## روش معادل (یکنواخت) سالانه

### روش اول:

$P =$  هزینه اولیه طرح  
 $n =$  عمر مفید طرح  
 $SV =$  ارزش اسقاط

• ارزش سالیانه هزینه فعلی و درآمد حاصل از فروش اسقاط طرح و ... را بدست می آوریم.

$$A_{\text{طرح}} = P(A/P, i\%, n) - SV(A/F, i\%, n) + \dots$$

**مثال:** هزینه خرید یک ماشین ۸۰۰۰۰ واحد پولی و ارزش اسقاط آن ۵۰۰۰ واحد پولی است. عمر مفید این ماشین ۸ سال می باشد. اگر هزینه عملیاتی ماشین سالانه ۹۰۰۰ واحد پولی باشد و نرخ بهره ۶٪ در سال فرض شود، هزینه یکنواخت سالیانه این ماشین را محاسبه نمایید.

$$A_{\text{خرید ماشین}} = ۸۰۰۰۰(A/P, ۶\%, ۸) + ۹۰۰۰ - ۵۰۰۰(A/F, ۶\%, ۸) = ۲۱۳۸۰$$



## روش دوم

در این روش کلیه هزینه ها و درآمدهای طرح را به ارزش فعلی تبدیل نموده و سپس نتیجه را به هزینه یکنواخت سالیانه تبدیل می نماییم.

## روش سوم

در این روش ابتدا اختلاف ارزش اسقاطی و هزینه اولیه تعیین میکنیم و حاصل را در فاکتور  $(A/P, i\%, n)$  ضرب نموده و در نهایت حاصلضرب ارزش اسقاطی در نرخ بهره بدست آورده و به آن اضافه می نماییم.



$$(P - SV) + \left(\frac{A}{P}, i, n\right) + (SV \times i) \rightarrow ?$$

$$A = P \left(\frac{A}{P}, i, n\right) - SV \left(\frac{A}{P}, i, n\right) + SV(i)$$

$$A = P \left(\frac{A}{P}, i, n\right) - F \left(\frac{A}{F}, i, n\right)$$

$$\Rightarrow A = P \left(\frac{A}{P}, i, n\right) - \underbrace{F \left[ \frac{i}{(1+i)^n - 1} \right]}_{-F \left[ \frac{i(1+i)^n - i}{(1+i)^n - 1} \right]}$$

$$\Rightarrow -F \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] + F(i)$$

$$\Rightarrow -F \left(\frac{A}{P}, i, n\right) + F(i)$$

$$\Rightarrow (P - F) \left(\frac{A}{P}, i, n\right) + F(i)$$



۱) دو دستگاه زیر را از طریق روش EUAC با شرط نرخ بهره ۱۵٪ مقایسه نمایید. خرید کدامیک را توصیه می نماید.

A	B	
۲۶۰۰۰	۳۶۰۰۰	هزینه خرید
۸۰۰	۳۰۰	هزینه تعمیرات سالانه
۱۱۰۰۰	۹۶۰۰	هزینه پرسنلی سالانه
۲۰۰۰	۳۰۰۰	ارزش اسقاط
۶	۱۰	عمر مفید

$$A_A = 26000 \cdot (A/P, 15\%, 6) - 2000 \cdot (A/F, 15\%, 6) + 11000 + 800 = 18442$$

$$A_B = 36000 \cdot (A/P, 15\%, 10) - 3000 \cdot (A/F, 15\%, 10) + 9600 + 300 = 16925$$

خرید دستگاه B توصیه می شود زیرا  $A_B < A_A$  است.



۲) گزینه برای بهبود عملیات در خط مونتاژ مورد مطالعه است. هزینه تجهیزات بسته به نوع **منافع سالیانه ای** که می تواند داشته باشد فرق می کند، هر گزینه ۱۰ سال عمر داشته و ارزش اسقاط آنها ۱۰٪ **قیمت اولیه** است. چنانچه **نرخ برگشت** ۸٪ باشد، با استفاده از آنالیز معادل **ارزش سالیانه** کدام گزینه را باید انتخاب نمود؟

	C	B	A	
هزینه خرید و نصب	۳۳۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	
<b>صرفه جویی (سالیانه)</b>	۱۴۰۰۰۰	۹۰۰۰۰	۱۴۰۰۰۰	
هزینه عملیات (سالیانه)	۶۰۰۰۰	۶۰۰۰۰	۸۰۰۰۰	
<b>ارزش اسقاط</b>	۳۳۰۰۰	۲۵۰۰۰	۱۵۰۰۰	



$$(A)_A = 140000 - \left[ 150000 f\left(\frac{A}{P}, 8\%, 10\right) + 80000 \right] + 15000 f\left(\frac{A}{F}, 8\%, 10\right) = 30690$$

$$(A)_B = 90000 - \left[ 250000 f\left(\frac{A}{P}, 8\%, 10\right) + 60000 \right] + 25000 f\left(\frac{A}{F}, 8\%, 10\right) = -5530$$

$$(A)_C = 140000 - \left[ 330000 f\left(\frac{A}{P}, 8\%, 10\right) + 60000 \right] + 33000 f\left(\frac{A}{F}, 8\%, 10\right) = 33110$$

$B < A < C \quad \Rightarrow C \rightarrow \text{best}$





۲) دو پمپ برای خرید مورد نظر است چنانچه نرخ برگشت ۷٪ باشد کدام پمپ انتخاب می شود ؟

B	A	
۵۰۰۰۰	۷۰۰۰۰	هزینه اولیه
۱۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	ارزش اسقاط
۶	۱۲	عمر (سال)



$$(A)_A = 70000 f\left(\frac{A}{P}, 7\%, 12\right) - 15000 f\left(\frac{A}{F}, 7\%, 12\right) = 7970$$

$$(A)_B = 50000 f\left(\frac{A}{P}, 7\%, 6\right) - 10000 f\left(\frac{A}{F}, 7\%, 6\right) = 9090$$

$$A < B \quad \Rightarrow \quad A \rightarrow best$$



در ساختمان قنات برای توسعه آب منبع یک شهر ۲ گزینه در دست مطالعه است .

۱- حفر تونل از میان کوه

۲- خط لوله در امتداد دامنه کوه

اگر یک نیاز مداوم برای قنات باشد و نرخ برگشت ۶٪ باشد کدام گزینه انتخاب می شود ؟

خط لوله (۱)	حفر تونل (۲)	
۵۰۰۰۰۰۰۰	۵۵۰۰۰۰۰۰	هزینه اولیه
.	.	تعمیرات
۵۰	بینهایت	عمر
.	.	ارزش اسقاطی

$$(A)_1 = 500000000 f\left(\frac{A}{P}, 6\%, 50\right) = 3170000$$

$$(A)_2 = P * i = 55000000 * 0.06 = 3300000$$

$$1 < 2 \Rightarrow 1 \rightarrow best$$



مثال) دو طرح با شماره‌های ۱ و ۲ با فرضیات زیر وجود دارد:

در طرح اول یک ماشین دارای هزینه اولیه ۶۰,۰۰۰ ریال است. هزینه عملیاتی سالیانه ۴,۰۰۰ ریال و هر

سال ۵۰۰ ریال اضافه شود و دارای ارزش اسقاطی ۶,۰۰۰ ریال و عمر مفید ماشین ۴ سال است.

در طرح دوم یک ماشین دارای هزینه اولیه ۳۰,۰۰۰ ریال، هزینه عملیاتی سالیانه ۷,۰۰۰ ریال است و ارزش

اسقاطی آن برابر ۵,۰۰۰ ریال و عمر مفید ماشین ۳ سال است.

همچنین بعد از پایان عمر مفید هر ماشین، نیاز است ماشین دیگری برای استفاده تا انتهای سال ششم

کرایه شود. هزینه سالیانه کرایه برابر ۱۴,۰۰۰ ریال و هزینه سالیانه نگهداری آن برابر ۷,۰۰۰ ریال می‌باشد.

اگر حداقل نرخ بازگشت جذاب برابر ۱۵٪ باشد.

الف) با استفاده از روش یکنواخت سالیانه، کدام طرح توصیه می‌شود؟

ب) هزینه اولیه ماشین در طرح اول چقدر باشد تا نسبت به طرح دوم اقتصادی باشد؟



$$1 \text{ طرح } A = 9 \dots \dots f\left(\frac{A}{P}, 15, 6\right) + 4 \dots \dots f\left(\frac{P}{A}, 15, 4\right) f\left(\frac{A}{P}, 15, 4\right)$$

$$+ 5 \dots \dots f\left(\frac{P}{Q}, 15, 4\right) f\left(\frac{A}{P}, 15, 4\right) - 9 \dots \dots f\left(\frac{P}{F}, 15, 4\right) f\left(\frac{A}{P}, 15, 4\right)$$

$$+ 11 \dots \dots f\left(\frac{P}{A}, 15, 2\right) f\left(\frac{P}{F}, 15, 4\right) f\left(\frac{A}{P}, 15, 4\right) = 23921, 2$$

$$2 \text{ طرح } A = 3 \dots \dots f\left(\frac{A}{P}, 15, 6\right) + 7 \dots \dots f\left(\frac{P}{A}, 15, 3\right) f\left(\frac{A}{P}, 15, 6\right)$$

$$- 8 \dots \dots f\left(\frac{P}{F}, 15, 3\right) f\left(\frac{A}{P}, 15, 6\right)$$

$$+ 11 \dots \dots f\left(\frac{P}{A}, 15, 3\right) f\left(\frac{P}{F}, 15, 3\right) f\left(\frac{A}{P}, 15, 6\right) = 19607, 17$$

== طرح ۲ انتخاب می شود



$$\text{ب) } x f\left(\frac{A}{\rho}, 1.15, 4\right) + 7799, 2 < 19907, 15$$

$$\Rightarrow x(0, 2442) < 11131, 47 \quad \Rightarrow x < 44109, 5$$



## روش ارزش فعلی

حالاتهای مختلف در روش ارزش فعلی:

- حالت اول: عمر پروژه ها با یکدیگر و افق زمانی تصمیم گیر برابر است .
- حالت دوم: عمر مفید طرحها بیشتر از افق زمانی تصمیم گیر است.
- حالت سوم: عمر مفید طرحها کمتر از افق زمانی تصمیم گیر است.
- حالت چهارم: افق زمانی تصمیم گیر معادل حداکثر مدت لازم جهت انجام یک طرح است.
- حالت پنجم: افق زمانی تصمیم گیر نامشخص است.
- حالت ششم: عمر مفید طرحها نامحدود است.



## حالت اول: عمر پروژه ها با یکدیگر و افق زمانی تصمیم گیر برابر است

- این ساده ترین حالت است که در آن **عمر مفید** طرحها با یکدیگر **برابر** است و افق زمانی تصمیم گیر نیز با آن برابر می باشد.
- در این حالت **ارزش فعلی خالص** هر یک از طرحها محاسبه و **طرحی که دارای بیشترین ارزش فعلی است انتخاب می شود**.





## مثال)

دو ماشین A و B را با اطلاعات زیر از طریق ارزش فعلی مقایسه نمائید. فرض کنید حداقل نرخ جذب کننده 10٪ در سال باشد و انتظار می رود 5 سال از این ماشین استفاده شود.

<u>ماشین نوع B</u>	<u>ماشین نوع A</u>	
3500	2500	هزینه اولیه
700	900	هزینه عملیاتی سالیانه
350	200	ارزش اسقاطی
5	5	عمر مفید



## پاسخ)

در این مثال اطلاعات درآمد وجود ندارد و با فرض اینکه بازده هر دو ماشین یکسان باشد، لذا درآمدهایشان نیز یکسان بوده و برای مقایسه اقتصادی آنها از ارزش فعلی هزینه ها استفاده می شود.

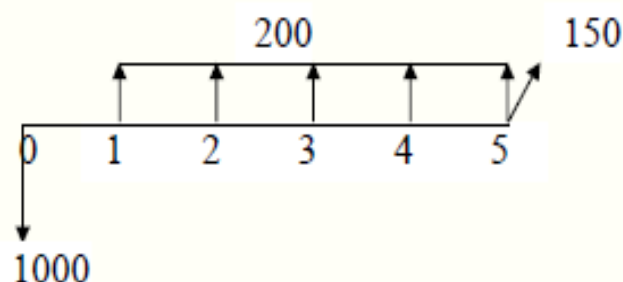
$$PWC_A = 2500 + 900(P/A, 10\%, 5) - 200(P/F, 10\%, 5) = 5788$$

$$PWC_B = 3500 + 700(P/A, 10\%, 5) - 350(P/F, 10\%, 5) = 5936$$

بنابراین ماشین A بدلیل ارزش فعلی هزینه های کمتر انتخاب خواهد شد.



طرح تفاوت (B - A)	ماشین B	ماشین A	
$-3500 - (-2500) = -1000$	-3500	-2500	هزینه اولیه
$-700 - (-900) = 200$	-700	-900	هزینه عملیاتی سالانه
$350 - 200 = 150$	350	200	ارزش اسقاطی
5	5	5	عمر مفید



$$\Delta NPW = -1000 + 200(P/A, 10\%, 5) + 150(P/F, 10\%, 5) = -148.665$$

با توجه به منفی بودن  $\Delta NPW$ ، لذا ماشین با هزینه اولیه کمتر یعنی ماشین A برای خرید توصیه خواهد شد.



حالت دوم: عمر مفید طرحها بیشتر از افق زمانی تصمیم گیر است

طرح در افق زمانی استفاده می شود و بعد از آن زمان برای تصمیم گیر بلااستفاده می باشد.

در این حالت باید تخمینی از ارزش طرح (ارزش اسقاطی) در پایان افق زمانی تصمیم گیر بدست آورد



## مثال طرح (۲)

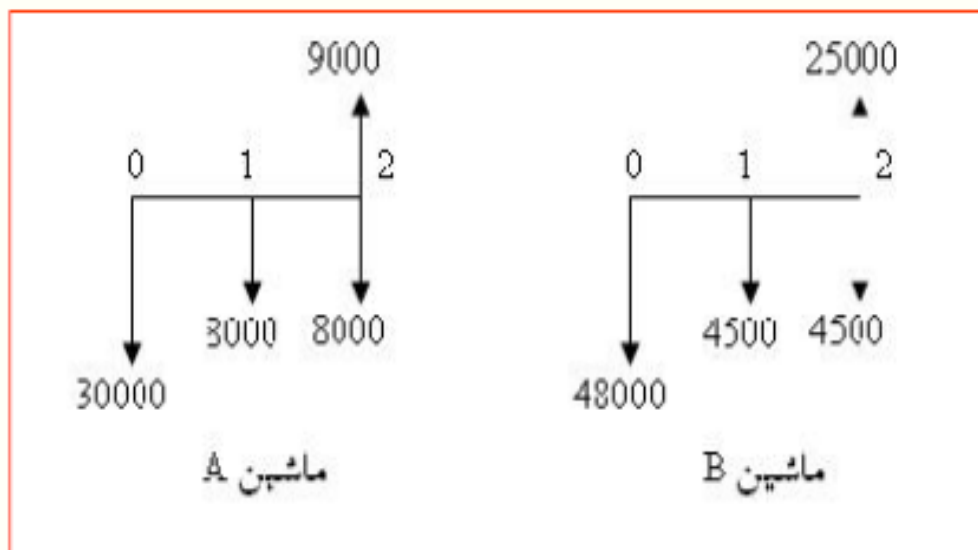
- دو نوع ماشین A و B جهت انجام نوعی خدمات با مشخصات زیر وجود دارند. در صورتیکه لازم باشد برای مدت 2 سال یکی از این دو دستگاه مورد استفاده قرار گیرد، کدام از آنها اقتصادی تر خواهند بود؟  $MARR = 15\%$

<u>ماشین A</u>	<u>ماشین B</u>	
30000	48000	هزینه اولیه
8000	4500	هزینه عملیاتی سالیانه
5000	6000	ارزش اسقاطی
3	5	عمر مفید

- همانطوریکه ملاحظه می شود، عمر دو طرح از افق زمانی (2 سال) بیشتر هستند. لذا فرض می شود در پایان سال دوم ارزش ماشین A برابر با 9000 و ماشین B برابر با 25000 باشد.



با این وضعیت فرآیند مالی دو طرح بصورت زیر تغییر خواهند نمود.



حال برای دو فرآیند مالی فوق ارزش فعلی هزینه ها را محاسبه می کنیم. بنابراین داریم:

$$PWC_A = 30000 + 8000(P/A, 15\%, 2) - 9000(P/F, 15\%, 2) = 36200$$

$$PWC_B = 48000 + 4500(P/A, 15\%, 2) - 25000(P/F, 15\%, 2) = 36412$$

بنابراین ماشین A با ارزش فعلی هزینه های کمتر اقتصادی می باشد.