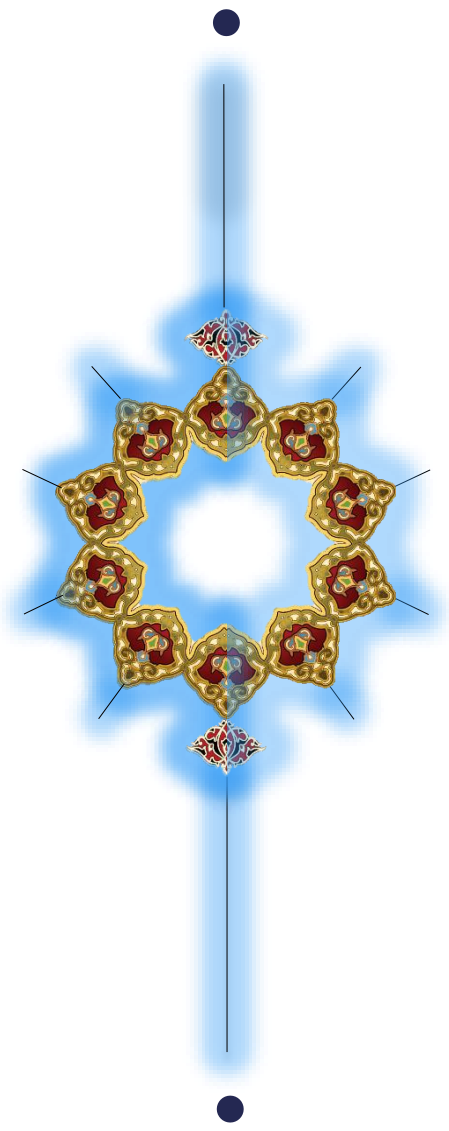


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ





اقتصاد و مدیریت صنعتی

بخش دوم

اقتصاد مهندسی

روش‌های ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها

مدرس: زهره قاسمی



روش نرخ بازگشت سرمایه (Rate of Return)

- روش نرخ بازگشت سرمایه (ROR) یکی از پرکاربردترین روش های ارزیابی اقتصادی طرح هاست.
- نرخ بازگشت سرمایه نرخي است که در آن، ارزش درآمدها (درآمدهای سالیانه، ارزش اسقاطی و ...) و هزینه ها (سرمایه اولیه، هزینه های سالیانه و ...) معادل هم می باشد.

روش های محاسبه ROR یک پروژه:

- محاسبه ارزش فعلی پروژه: ارزش فعلی خالص پروژه را با نرخ مجهول i محاسبه کرده و برابر صفر قرار می دهیم تا مقدار i به دست آید.
 $NPW(i) = 0 \rightarrow i = ROR$
- محاسبه ارزش آینده: ارزش آینده خالص پروژه را با نرخ مجهول i محاسبه کرده و برابر صفر قرار می دهیم تا مقدار i به دست آید.
 $NFW(i) = 0 \rightarrow i = ROR$
- محاسبه جریان یکنواخت خالص: جریان یکنواخت خالص پروژه را با نرخ مجهول i محاسبه کرده و برابر صفر قرار می دهیم تا مقدار i بدست آید.
 $NEUA(i) = 0 \rightarrow i = ROR$

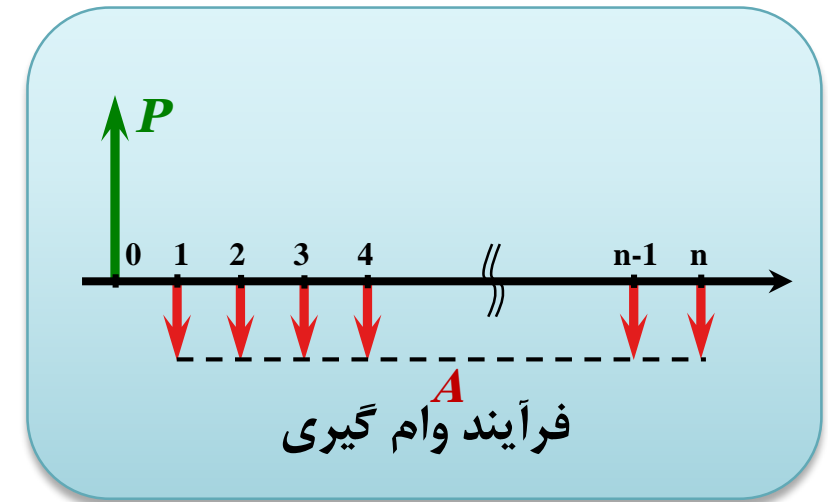
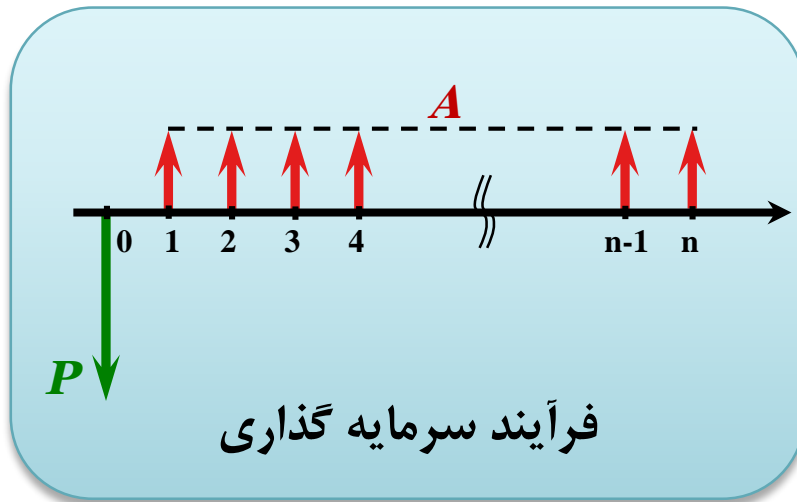


حالت‌های مختلف در استفاده از روش ROR



نکاتی در مورد روش ROR

✓ به طور کلی می توان فرایندهای مالی را به دو دسته تقسیم نمود:



✓ روش ROR برای طرح های سرمایه گذاری مطرح است و نه طرح های وام گیری.

✓ برای طرح های وام گیری باید نرخ بهره وام را با حداکثر نرخ بهره قابل قبول مقایسه کرد. حداکثر نرخ بهره قابل قبول می تواند برابر، کوچکتر و یا حتی بزرگتر از MARR باشد.



روش ROR – ارزیابی اقتصادی یک پروژه

- مثال: یک شرکت سرمایه گذاری طرح سرمایه گذاری زیر را پیشنهاد نموده است:
«پرداخت سالانه ۱۰۰۰ واحد پولی به مدت ۱۰ سال و سپس دریافت ۲۵۰۰۰ واحد پولی در انتهای سال دهم»
الف) نرخ بازگشت سرمایه این طرح سرمایه گذاری چقدر است؟
ب) آیا با $MARR = 15\%$ حاضر به سرمایه گذاری در این طرح هستید؟

$$NPW(i) = 0 \Rightarrow -1000f(P/A, i, 10) + 25000f(P/F, i, 10) = 0$$

روش اول

i	NPW
0.18	283.4
ROR	0
0.20	-155

درون یابی خطی

$$\frac{0 - 283.4}{(i - 0.18)} = \frac{-155 - 283.4}{0.2 - 0.18}$$

$$ROR = i = 19.3\%$$



روش ROR – ارزیابی اقتصادی یک پروژه

- مثال: یک شرکت سرمایه گذاری طرح سرمایه گذاری زیر را پیشنهاد نموده است:
«پرداخت سالانه ۱۰۰۰ واحد پولی به مدت ۱۰ سال و سپس دریافت ۲۵۰۰۰ واحد پولی در انتهای سال دهم»

الف) نرخ بازگشت سرمایه این طرح سرمایه گذاری چقدر است؟

بله

ب) آیا با $MARR = 15\%$ حاضر به سرمایه گذاری در این طرح هستید؟

$$NEUA(i) = 0 \Rightarrow -1000 + 25000f(A/F, i, 10) = 0 \Rightarrow f(A/F, i, 10) = 0.04$$

روش دوم

i	$f(A/F, i, 10)$
0.18	0.0425
ROR	0.0400
0.2	0.0385

درون یابی خطی

$$\frac{0.0400 - 0.0425}{(i - 0.18)} = \frac{0.0385 - 0.0425}{0.2 - 0.18} \longrightarrow ROR = i = 19.3\%$$



مثال

Example: “By Hand”

<u>EOY</u>	<u>CF</u>
0	-\$500,000
1-10	\$92,500
10	\$50,000

<u>i</u>	<u>FW</u>
12%	\$120,333.90
15%	-\$94,684.90

$$FW(i^*\%) = -\$500,000 f(F|P, i^*\%, 10) + \$50,000 + \$92,500 (F|A, i^*\%, 10) = \$0$$

$$i^* \approx 13.67893\%$$





مثال

Example: “Excel”

	A	B
1	<u>EOY</u>	<u>CF</u>
2	0	-\$500,000
3	1	\$92,500
4	2	\$92,500
5	3	\$92,500
6	4	\$92,500
7	5	\$92,500
8	6	\$92,500
9	7	\$92,500
10	8	\$92,500
11	9	\$92,500
12	10	\$142,500
13	IRR=	[=IRR(B2:B12)]
	IRR=	13.8003%



روش ROR – ارزیابی اقتصادی چند پروژه

در روش ROR، لزوماً پروژه ای که بیشترین ROR را دارد اقتصادی ترین نیست. از این رو جهت شناسایی اقتصادی ترین پروژه می بایست گام های زیر را پیمود:

گام ۱: پروژه ها را بر حسب هزینه اولیه به صورت صعودی مرتب نماید.

گام ۲: ROR هر پروژه را محاسبه کنید.

گام ۳: اگر ROR پروژه ای کمتر از مقدار MARR بود آن را حذف نماید.

گام ۴: برای پروژه های باقیمانده، با استفاده از تحلیل سرمایه گذاری اضافی، پروژه ها را دو به دو مقایسه کنید تا اقتصادی ترین پروژه شناسایی شود.

• نکته: برای مقایسه ارزش اقتصادی پروژه ها می توان جریان های کاملاً مشابه (از نظر مقدار، زمان، جهت) در پروژه ها را حذف نمود. در این صورت، دیگر مقدار ROR پروژه ها را نمی توان محاسبه کرد و لذا گام های ۲ و ۳ لحاظ نمی گردد.



روش ROR – ارزیابی اقتصادی چند پروژه

• فرض کنید هزینه اولیه پروژه B بیشتر از پروژه A باشد. به شرطی پروژه B اقتصادی تر از A است که این سرمایه گذاری اضافی توجیه اقتصادی داشته باشد. لذا می توان جهت مقایسه این دو پروژه به اختلاف هزینه ها و درآمدهای آن دو توجه کرد:

♦ $\Delta ROR = ROR_{B-A} \geq MARR$ پروژه B اقتصادی تر است (اضافه سرمایه گذاری B نسبت به A اقتصادی است).

♦ $\Delta ROR = ROR_{B-A} < MARR$ پروژه A اقتصادی تر است (اضافه سرمایه گذاری B نسبت به A اقتصادی نیست).



مثال

- اقتصادی ترین پروژه را با استفاده از روش نرخ بازگشت سرمایه مشخص نمایید. (MARR=10%)

سال	A	B	A-B
۰	-۱۰۰۰۰	-۷۰۰۰	-۳۰۰۰
۱	۵۰۰۰	۹۰۰۰	-۴۰۰۰
۲	۷۰۰۰	۵۰۰۰	۲۰۰۰
۳	۹۰۰۰	۲۰۰۰	۷۰۰۰
ROR	%۴۲/۹۸	%۷۷/۷۹	

$$\Delta NPW = 0$$

$$-3000 - 4000 \left(\frac{P}{F}, i\%, 1 \right) + 2000 \left(\frac{P}{F}, i\%, 2 \right) + 7000 \left(\frac{P}{F}, i\%, 3 \right) = 0$$

$$i = \Delta ROR = 12.04\% \quad \text{-----} \rightarrow \quad \Delta ROR > MARR = 10\%$$

پروژه با سرمایه اولیه بیشتر، یعنی پروژه A
انتخاب می شود.



مثال

زمانی که هزینه اولیه یکسان باشد:

✓

E-F	F-E	سال
۰	۰	۰
-۵۳۲۰	۵۳۲۰	۱
۴۵۰	-۴۵۰	۲
۴۵۵۰	-۴۵۵۰	۳
۲۲۱۹	-۲۲۱۹	۴



✗

E	F	سال
-۹۰۰۰	-۹۰۰۰	۰
۴۸۰	۵۸۰۰	۱
۳۷۰۰	۳۲۵۰	۲
۶۵۵۰	۲۰۰۰	۳
۳۷۸۰	۱۵۶۱	۴



روش ROR – ارزیابی اقتصادی چند پروژه

پروژه	B	A	C
هزینه اولیه	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۶۰۰۰
درآمد سالیانه	۴۱۰	۶۳۹	۷۶۱
نرخ بازگشت سرمایه	۲۰٪	۱۵٪	۱۱٪

مثال: اطلاعات زیر در مورد سه پروژه A، B و C در دست است. کدام پروژه اقتصادی تر است؟ فرض کنید عمر پروژه‌ها ۲۰ سال و $MARR = 0.08$ باشد.

A - B	
هزینه اولیه	۲۰۰۰
درآمد سالیانه	۲۲۹

$$NPW_{A-B} = 0 \rightarrow 229 \times f\left(\frac{P}{A}, i, 20\right) - 2000 = 0 \rightarrow f\left(\frac{P}{A}, i, 20\right) = 8.73 \rightarrow i \cong 10\% > MARR$$

اضافه سرمایه‌گذاری A نسبت به B اقتصادی است. بنابراین پروژه A اقتصادی تر از B است.

C - A	
هزینه اولیه	۲۰۰۰
درآمد سالیانه	۱۲۲

$$NPW_{C-A} = 0 \rightarrow 122 \left(\frac{P}{A}, i, 20\right) - 2000 = 0 \rightarrow \left(\frac{P}{A}, i, 20\right) = 16.39 \rightarrow i \cong 2\% < MARR$$

اضافه سرمایه‌گذاری C نسبت به A اقتصادی نیست. بنابراین پروژه A اقتصادی تر از C است.



درونیابی

$$\left(\frac{P}{A}, i, 20\right) = 8.73$$

$\left(\frac{P}{A}, i, 20\right)$	i
۹/۱۲۸۵	%۹
۸/۷۳	$i = ?$
۸/۵۱	%۱۰

$$\frac{8.51 - 9.1285}{8.73 - 9.1285} = \frac{1}{i - 9} \rightarrow \frac{-0.6185}{-0.3985} = \frac{1}{i - 9} \rightarrow$$

$$(i - 9) * (-0.6185) = -0.3985 \rightarrow i - 9 = \frac{-0.3985}{-0.6185} = 0.64 \rightarrow \mathbf{i = 9.64}$$



9.00% COMPOUND INTEREST FACTORS

SINGLE PAYMENTS			UNIFORM SERIES PAYMENTS				
N	COMPOUND AMOUNT F/P	PRESENT WORTH P/F	SINKING FUND A/F	COMPOUND AMOUNT F/A	CAPITAL RECOVERY A/P	PRESENT WORTH P/A	N
1	1.0900	0.9174	1.00001	1.000	1.09001	0.9174	1
2	1.1881	0.8417	0.47847	2.090	0.56847	1.7591	2
3	1.2950	0.7722	0.30506	3.278	0.35506	2.5313	3
4	1.4116	0.7084	0.21867	4.573	0.30867	3.2397	4
5	1.5386	0.6499	0.16709	5.985	0.25709	3.8896	5
6	1.6771	0.5963	0.13292	7.523	0.22292	4.4859	6
7	1.8280	0.5470	0.10869	9.200	0.19869	5.0329	7
8	1.9926	0.5019	0.09068	11.028	0.18068	5.5348	8
9	2.1719	0.4604	0.07680	13.021	0.16680	5.9952	9
10	2.3673	0.4224	0.06582	15.193	0.15582	6.4176	10
11	2.5804	0.3875	0.05695	17.560	0.14655	6.8052	11
12	2.8126	0.3555	0.04965	20.140	0.13965	7.1607	12
13	3.0658	0.3262	0.04357	22.953	0.13357	7.4869	13
14	3.3417	0.2992	0.03843	26.019	0.12843	7.7861	14
15	3.6424	0.2745	0.03406	29.360	0.12406	8.0607	15
16	3.9703	0.2519	0.03030	33.003	0.12030	8.3125	16
17	4.3276	0.2311	0.02705	36.973	0.11705	8.5436	17
18	4.7171	0.2120	0.02421	41.301	0.11421	8.7556	18
19	5.1416	0.1945	0.02173	46.018	0.11173	8.9501	19
20	5.6043	0.1784	0.01955	51.159	0.10955	9.1285	20

10.00% COMPOUND INTEREST FACTORS

SINGLE PAYMENTS			UNIFORM SERIES PAYMENTS				
N	COMPOUND AMOUNT F/P	PRESENT WORTH P/F	SINKING FUND A/F	COMPOUND AMOUNT F/A	CAPITAL RECOVERY A/P	PRESENT WORTH P/A	N
1	1.1000	0.9091	1.00000	1.000	1.10001	0.9091	1
2	1.2100	0.8264	0.47619	2.100	0.57619	1.7355	2
3	1.3310	0.7513	0.30212	3.310	0.40212	2.4868	3
4	1.4641	0.6830	0.21547	4.641	0.31547	3.1698	4
5	1.6105	0.6209	0.16380	6.105	0.26380	3.7908	5
6	1.7716	0.5645	0.12961	7.716	0.22961	4.3552	6
7	1.9487	0.5132	0.10541	9.487	0.20541	4.8684	7
8	2.1436	0.4665	0.08744	11.436	0.18744	5.3349	8
9	2.3579	0.4241	0.07364	13.579	0.17364	5.7590	9
10	2.5937	0.3855	0.06275	15.937	0.16275	6.1445	10
11	2.8531	0.3505	0.05396	18.531	0.15396	6.4950	11
12	3.1384	0.3186	0.04676	21.384	0.14676	6.8137	12
13	3.4522	0.2897	0.04078	24.522	0.14078	7.1033	13
14	3.7975	0.2633	0.03575	27.975	0.13575	7.3667	14
15	4.1772	0.2394	0.03147	31.772	0.13147	7.6061	15
16	4.5949	0.2176	0.02782	35.949	0.12782	7.8237	16
17	5.0544	0.1978	0.02466	40.544	0.12466	8.0215	17
18	5.5599	0.1799	0.02193	45.599	0.12193	8.2014	18
19	6.1158	0.1635	0.01955	51.159	0.11955	8.3649	19
20	6.7274	0.1486	0.01746	57.274	0.11746	8.5136	20



مثال

MARR=10%

Inf.	Alternative A	Alternative B
Investment	\$ 300,000	\$ 450,000
Annual revenue	\$ 55,000	\$ 80,000

Alternative	IRR
Alternative A	12.87%
Alternative B	12.11%
B-A	10.56%

MARR=10%

Inf.	Alternative A	Alternative B
Investment	\$ 300,000	\$ 450,000
Annual revenue	\$ 55,000	\$ 80,000

Alternative	IRR
Alternative A	=RATE(10,D6,-D5)
Alternative B	RATE(nper, pmt, pv, [fv], [type], [guess])
B-A	10.56%



روش ROR – ارزیابی اقتصادی چند پروژه

مثال: یک شرکت تولیدی لباس بچه گانه، خرید یک ماشین خیاطی را با در اختیار داشتن اطلاعات زیر در مورد ماشین خیاطی اتوماتیک و نیمه اتوماتیک بررسی می کند. سایر درآمدها و هزینه های این دو ماشین یکسان است. اگر $MARR=0.15$ خرید کدام نوع ماشین خیاطی اقتصادی تر است؟

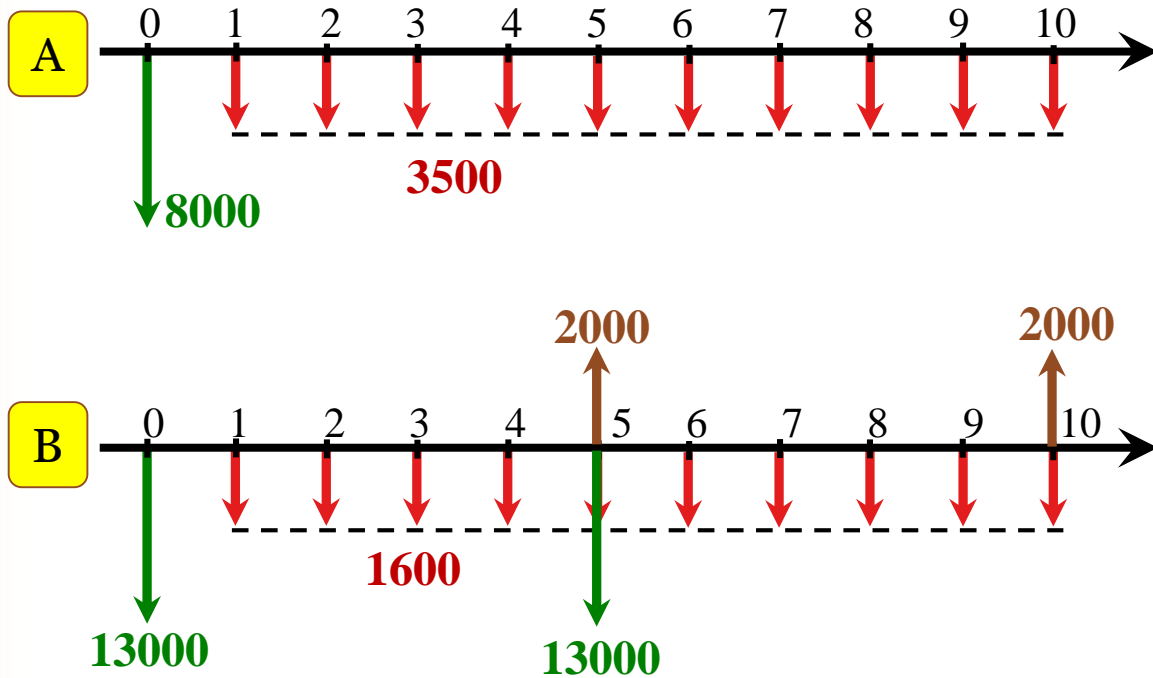
	نیمه اتوماتیک (A)	اتوماتیک (B)
قیمت خرید	۸۰۰۰	۱۳۰۰۰
هزینه سالیانه	۳۵۰۰	۱۶۰۰
ارزش اسقاطی	۰	۲۰۰۰
عمر مفید	۱۰	۵

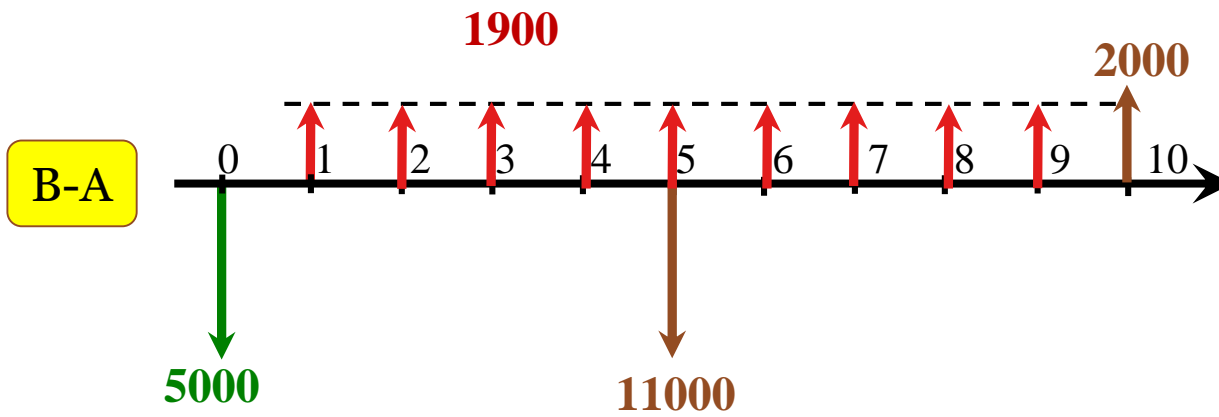


روش ROR - ارزیابی اقتصادی چند پروژه

روش اول: محاسبه NPV

اتوماتیک (B)	نیمه اتوماتیک (A)	
-۱۳۰۰۰	-۸۰۰۰	قیمت خرید
-۱۶۰۰	-۳۵۰۰	هزینه سالیانه
+۲۰۰۰	۰	ارزش اسقاطی
۵	۱۰	عمر مفید





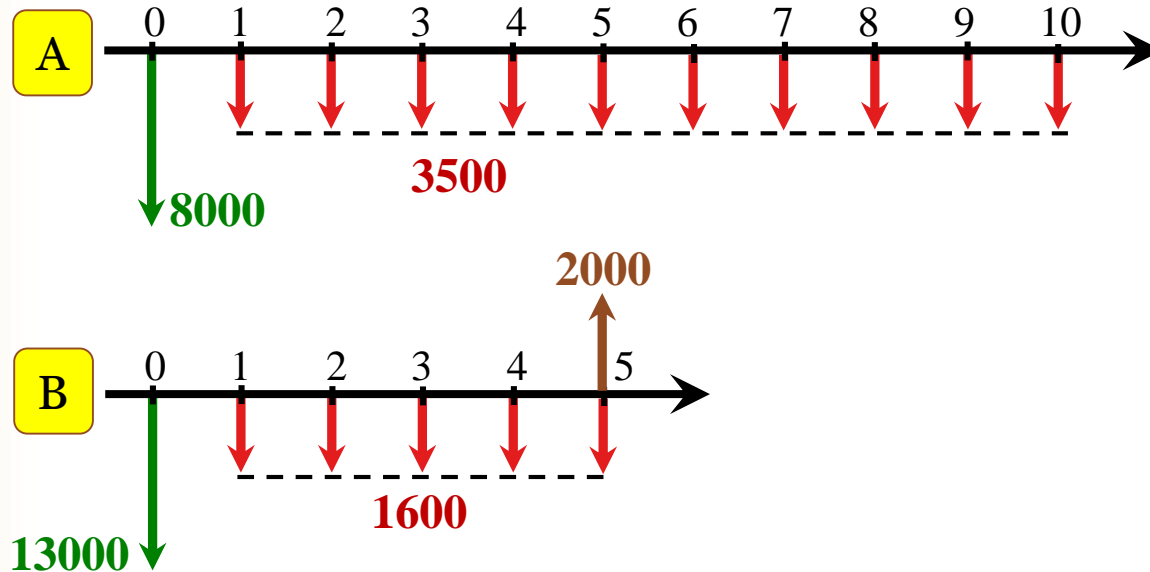
$$\Delta NPW = NPW_{B-A} = 0 \quad -5000 + 1900f(P/A, i, 10) - 11000f(P/F, i, 5) + 2000f(P/F, i, 10) = 0$$

$$\Delta ROR = ROR_{B-A} = 12.7\% < MARR$$

خرید ماشین A اقتصادی تر است.



روش ROR – ارزیابی اقتصادی چند پروژه



روش دوم: محاسبه NEUA

اتوماتیک (B)	نیمه اتوماتیک (A)	
۱۳۰۰۰	۸۰۰۰	قیمت خرید
۱۶۰۰	۳۵۰۰	هزینه سالیانه
۲۰۰۰	۰	ارزش اسقاطی
۵	۱۰	عمر مفید

$$NEUA_A = -3500 - 8000f(A/P, i, 10)$$

$$NEUA_B = -1600 - 13000f(A/P, i, 5) + 2000f(A/F, i, 5)$$

$$NEUA_{B-A} = 1900 - 13000f(A/P, i, 5) + 2000f(A/F, i, 5) + 8000f(A/P, i, 10) = 0$$

$$\Delta ROR = ROR_{B-A} = 12.7\% < MARR$$

خرید ماشین A اقتصادی تر است.



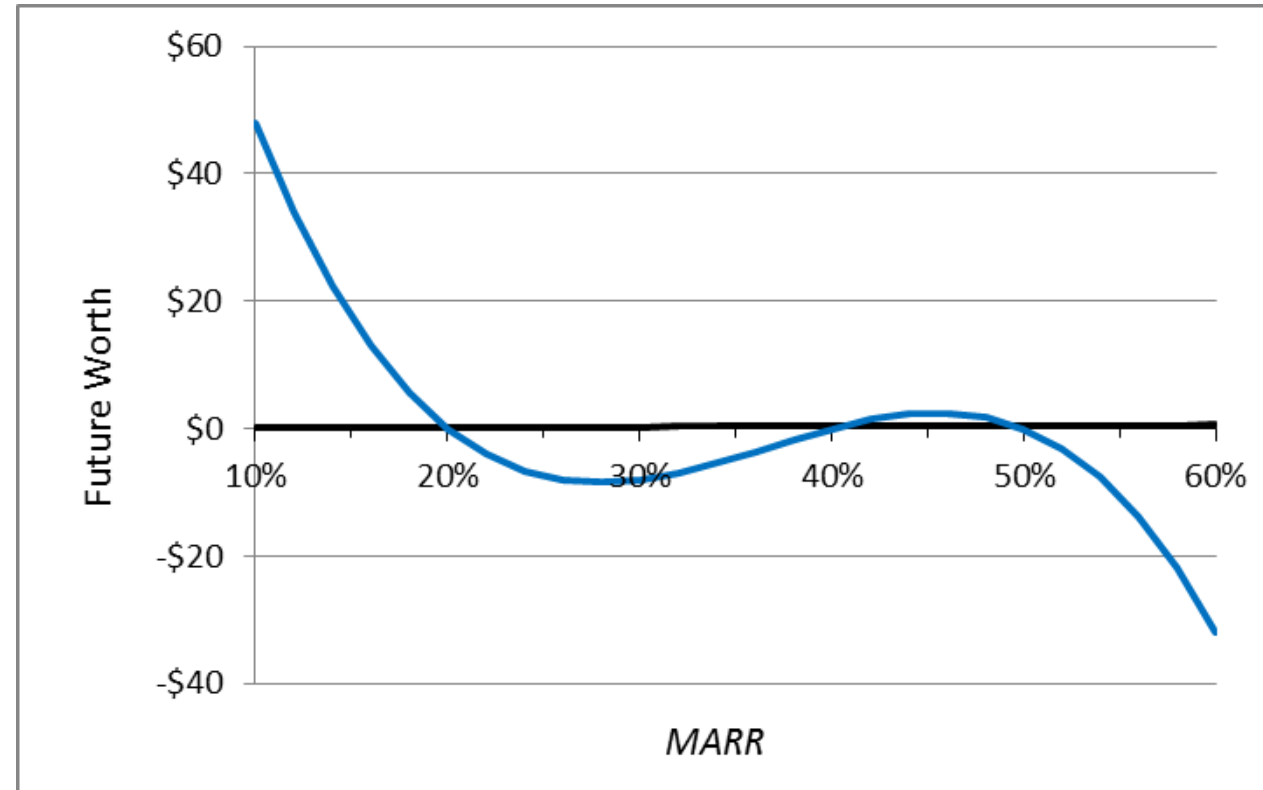
مشکلات محاسبه نرخ بازگشت سرمایه

- گاهی اوقات ممکن است با استفاده از روش های اشاره شده، برای یک فرآیند مالی چندین نرخ بازگشت سرمایه بدست آید. در این صورت هیچ یک از این نرخ ها قابل قبول نمی باشد. زیرا منطقی نیست که یک فرآیند بیش از یک نرخ بازگشت سرمایه داشته است.
- تعداد نرخ بازگشت سرمایه ای که برای یک فرآیند مالی بدست می آید حداکثر به میزان تعداد دفعات تغییر علامت (جهت) در آن فرآیند است. لذا اگر فرآیندی یک تغییر علامت داشت حداکثر یک نرخ بازگشت سرمایه دارد. اگر دو تغییر علامت داشت، حداکثر دو نرخ بازگشت سرمایه بدست می آید.



مثال

EOY	CF
0	-\$4,000.00
1	\$16,400.00
2	-\$22,320.00
3	\$10,080.00





قانون تغییر علامت در فرآیند مالی

تعداد جواب‌های مثبت و منطقی برای i	تعداد تغییر علامت
۰	۰
۰ یا ۱	۱
۰ یا ۱ یا ۲	۲
۰ یا ۱ یا ۲ یا ۳	۳



مثال

سال	A	B	C	D	E
۰	۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	۵۰	۵۰
۱	۱۰	۱۰	۰	۴۰	-۵۰
۲	۵۰	۵۰	-۵۰	-۱۰۰	۵۰
۳	۲۰	۲۰	۰	۱۰	-۱۰
۴	۴۰	۴۰	۸۰	۱۰	-۳۰

نرخ بازگشت سرمایه وجود ندارد.

حداکثر **یک** جواب مثبت برای i

حداکثر **یک** جواب مثبت برای i

حداکثر **دو** جواب مثبت برای i

حداکثر **سه** جواب مثبت برای i