





مبانی اقتصاد مهندسی

ارزیابی اقتصادی پروژه های بهبود در حوزه مدیریت انرژی

ارائه دهنده

سید مهدی جبّاری

امور پژوهش و فناوری شرکت گاز استان خراسان رضوی

۲۴ آبان ۱۳۹۶

فهرست موضوعی

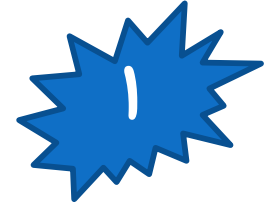
۱ مفاهیم اقتصاد مهندسی

۲ روشهای استاندارد ارزیابی طرح های اقتصادی

۳ طرحهای اقتصادی برای بهینه سازی انرژی

۴ نرم افزار اکسل

۵ تمرین



مفاهیم اقتصاد مهندسی

- اصول مقدماتی
- معرفی انواع سرمایه ها
- نمودار جریان مالی

اصول مقدماتی

بهره (Interest)

- هزینه استفاده از سرمایه

ارزش زمانی پول

- جمع مقدار اصل و فرع سرمایه

تورم

- افزایش قیمتها و کاهش قدرت خرید

استهلاک

- کاهش ارزش یک دارایی بوسیله پیشرفت تکنولوژی، فرسودگی و تغییر مقررات

هزینه های سرمایه ای

هزینه های سرمایه ای

- مجموعه منابع مالی اختصاص یافته برای خرید و نصب و راه اندازی سیستمها و تجهیزات در شروع بهره برداری

واحد

- واحد پولی به توان
- Rial/kW

علامت اختصاصی

I_0

هزینه های سالانه ثابت

هزینه های ثابت

- هزینه های مالی صرف شده برای آماده به کار نگهداشتن سیستمها و تجهیزات

واحد

- واحد پولی به توان در سال
- Rial/kW.Year

علامت اختصاصی

• F_t

هزینه های سالانه متغیر

هزینه های متغیر

• هزینه های حادث شده در فرآیند عملیات سیستمها و تجهیزات

واحد

• واحد پولی به انرژی
• Rial/kWh

علامت اختصاصی

• V_t

راهکارهای بهینه سازی

فایده

- کاهش هزینه متغیر سالانه

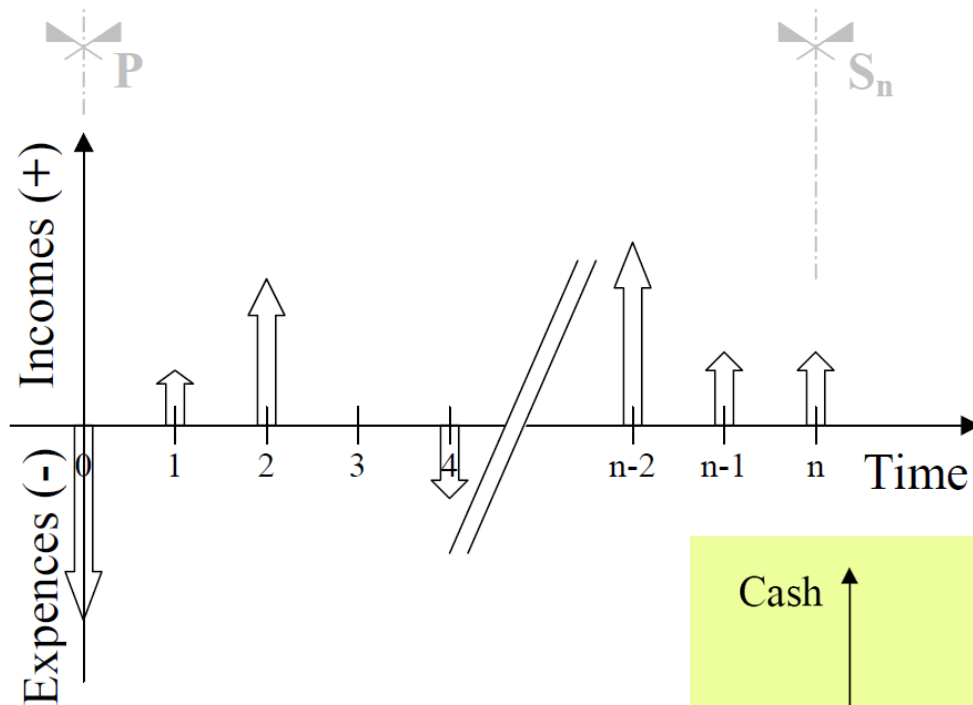
هزینه

- سرمایه گذاری + هزینه ثابت سالانه + هزینه متغیر سالانه

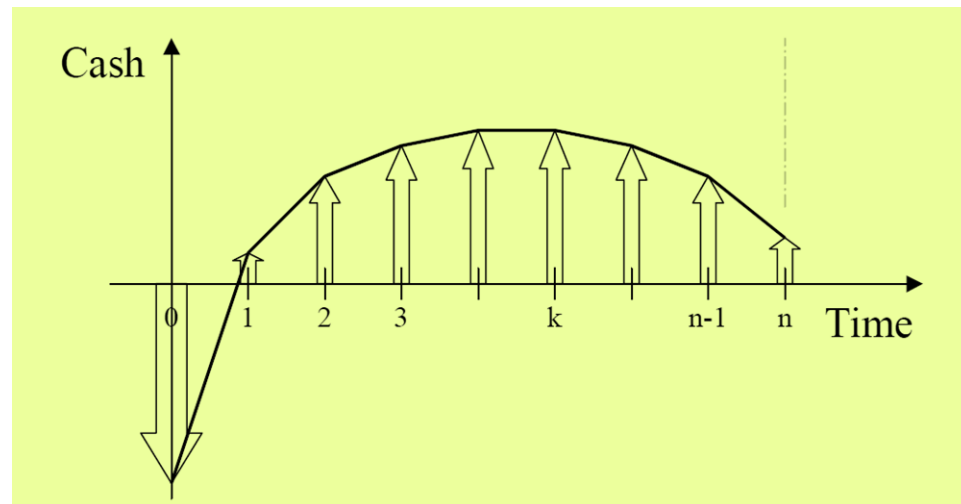
نتیجه

- هزینه - فایده

نمودار جریان مالی



بطور مثال



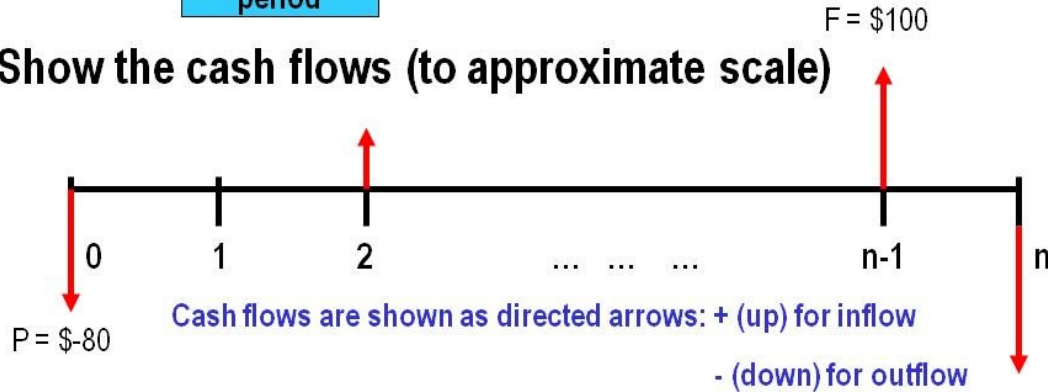
ترسیم نمودار جریان مالی

Draw a time line

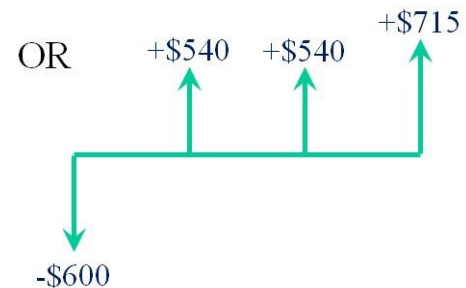
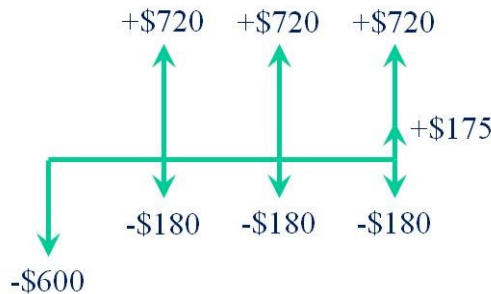
Always assume end-of-period cash flows

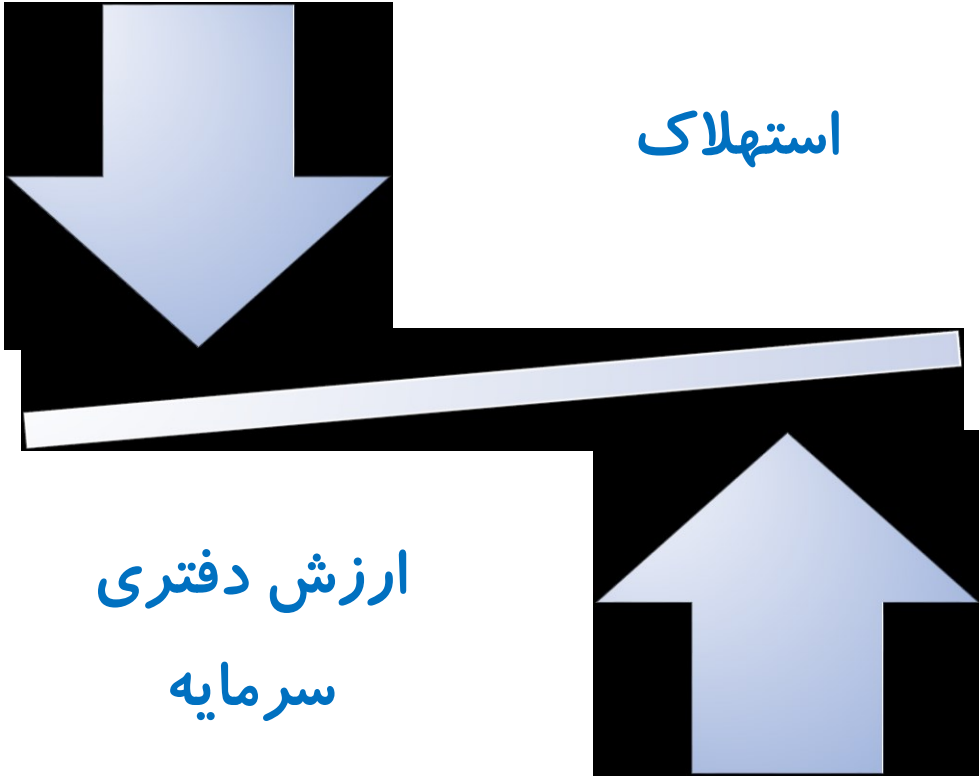
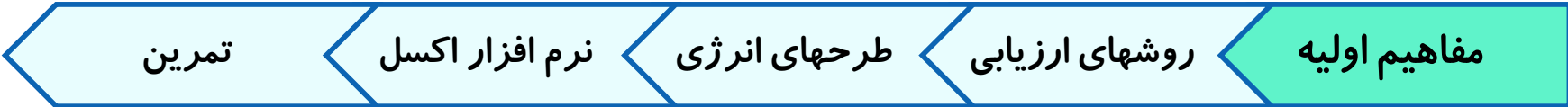


Show the cash flows (to approximate scale)



بطور مثال







روشهای استاندارد ارزیابی طرح های اقتصادی

- روشهای مرسوم ارزیابی اقتصادی
- بیان مزایا و معایب هر یک

روشهای مرسوم ارزیابی اقتصادی

Present Value

- Point of view of a trade's investor

Uniform Series

- Point of view of a trade's operator

Rate of Return

- Point of view of a financial investor

Pay-Back Time

- Point of view of a trade's developer

Cost/Benefit Analysis

- Point of view of a governor

Break-Even Analysis

- Point of view of a designer/estimator

Sensitivity Analysis

- Point of view of an expert/consultant

مفاهیم اولیه

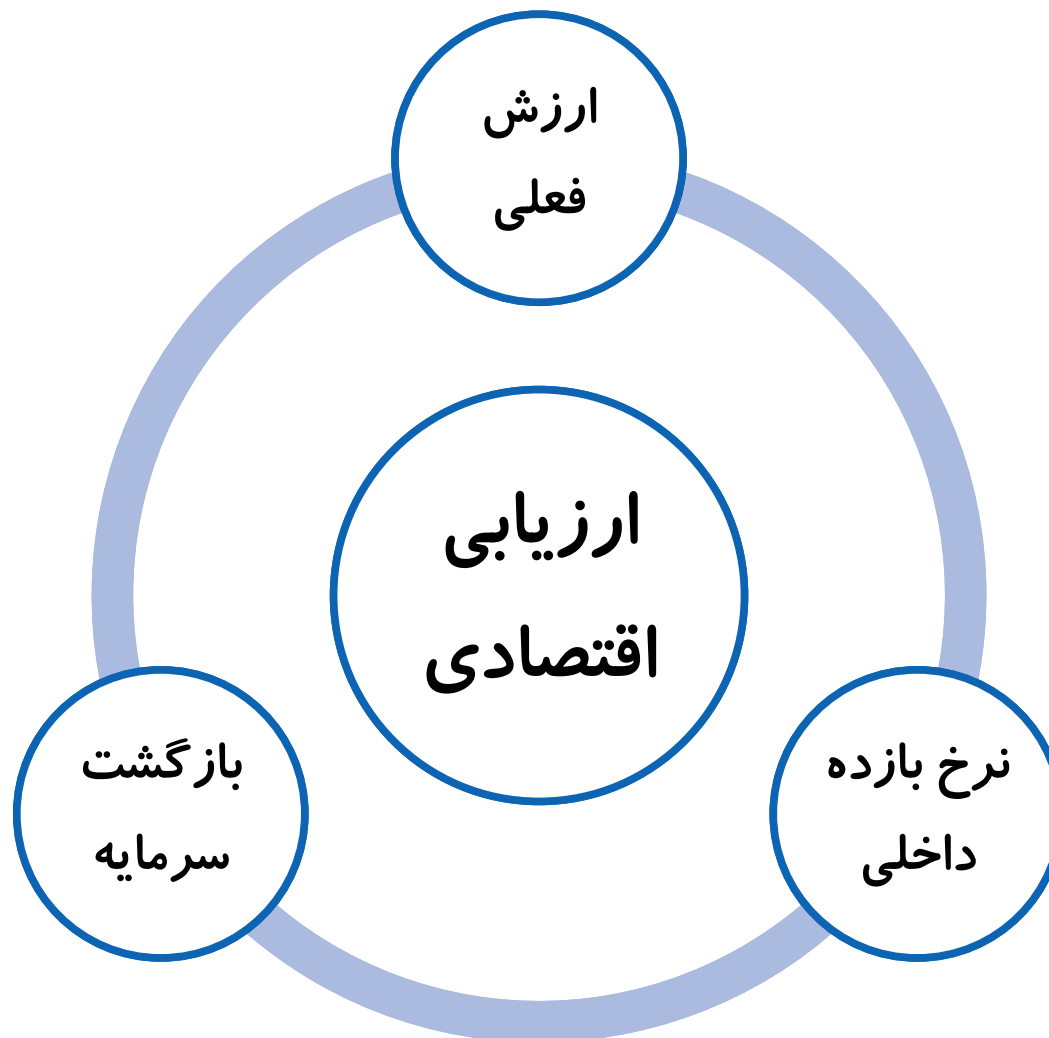
روشهای ارزیابی

طرحهای انرژی

نرم افزار اکسل

تمرین

محاسبات ارزیابی اقتصادی



فایده: B_t

هزینه: V_t, F_t, I_0

$$\pi = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - (F_t + V_t)}{(1 + r)^t} - I_0$$

ارزش کنونی خالص (Net Present Value)

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - (F_t + V_t)}{(1 + r)^t} - I_0$$

در علم اقتصاد مهندسی، یکی از روش های استاندارد ارزیابی طرح های اقتصادی است. در این روش، جریان نقدینگی (درآمدها و هزینه ها) بر پایه زمان وقوع (درآمد یا هزینه) به نرخ روز تنزیل می شود. به این ترتیب در جریان نقدینگی، ارزش زمان انجام هزینه یا به دست آمدن درآمد نیز لحاظ می گردد. ارزش خالص فعلی در محاسبات اقتصادی، اقتصاد مهندسی، بودجه کشورها و مباحث اقتصاد خرد و اقتصاد کلان، تجارت و صنعت به طور گسترده ای به کار می رود.

ارزش کنونی خالص (Net Present Value)

$$NPV < 0$$

- پروژه غیر اقتصادی به ازای حداقل نرخ جذب سرمایه

$$NPV = 0$$

- پروژه اقتصادی به ازای حداقل نرخ جذب سرمایه

$$NPV > 0$$

- پروژه غیر اقتصادی به ازای حداقل نرخ جذب سرمایه

روش تحلیل برای پروژه های خاص

مقایسه دو پروژه با عمر متفاوت

● در نظر گرفتن کوچکترین مضرب مشترک طول عمر پروژه ها

تحلیل پروژه های با عمر نامحدود

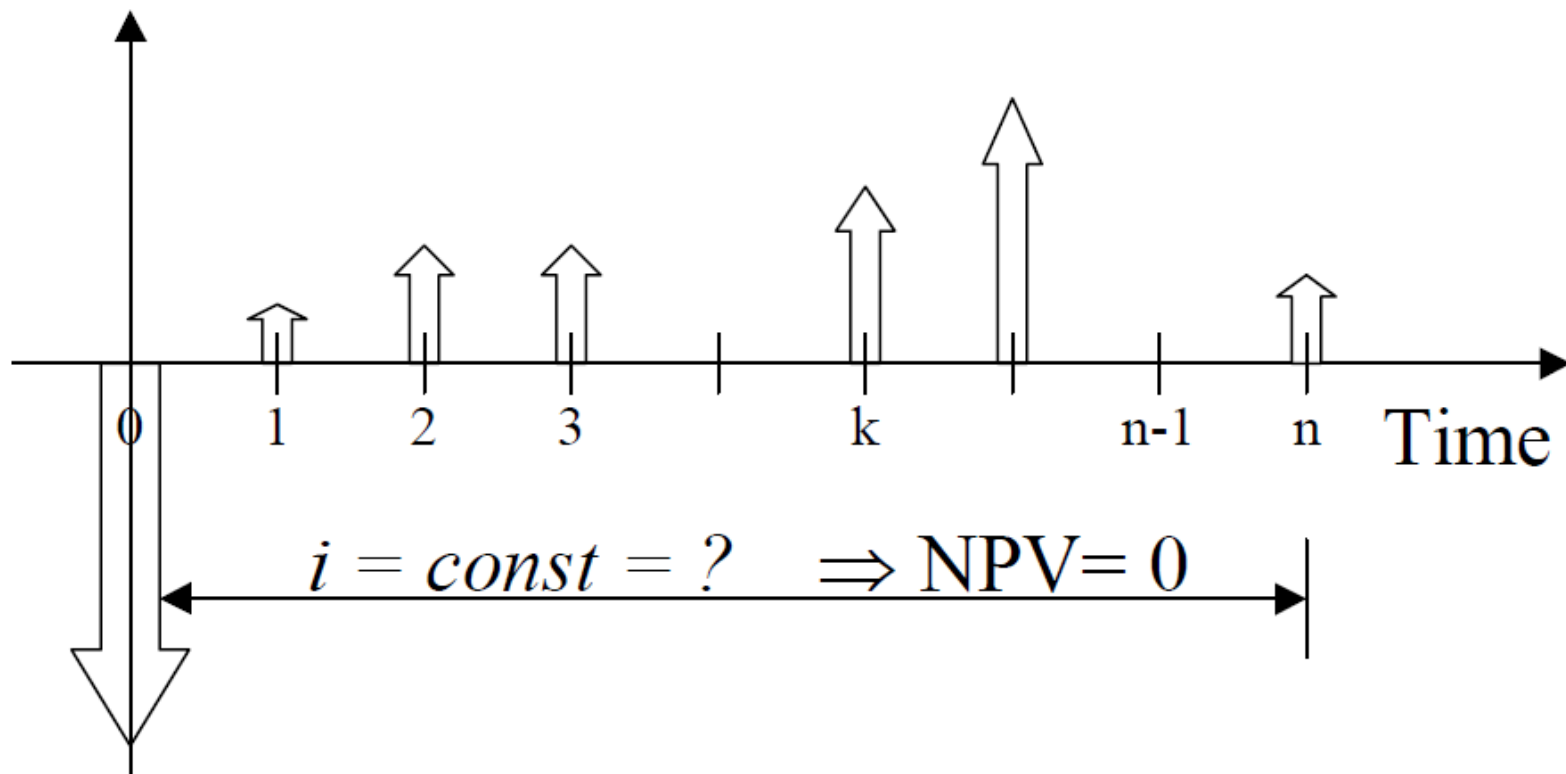
● استفاده از فرمول: $NPV = I_0 r$

نرخ بازگشت داخلی (Internal Rate of Return)

$$\sum_{t=1}^n \frac{B_t - (F_t + V_t)}{(1 + \text{IRR})^t} - I_0 = 0$$

در این روش تلاش می شود تا جریان نقدینگی با نرخ بازگشت نامعلومی به نرخ کنونی تنزیل داده شوند. به عبارت دیگر درآمدهای تنزیل شده در طول دوره بازگشت سرمایه با هزینه های تنزیل شده در همین دوره برابر قرارداد می شوند و بر این اساس نرخ بازگشت نامعلوم، تعیین می شود. اگر این نرخ بازگشت از نرخ بهره واقعی بیشتر باشد، طرح سودآور و قابل اجرا بوده و اگر نرخ بازگشت محاسبه شده کمتر از نرخ بهره واقعی باشد، طرح زیان ده و غیرقابل اجرا است.

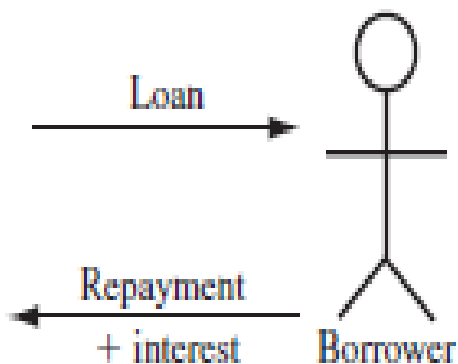
نرخ بازگشت داخلی (Internal Rate of Return)



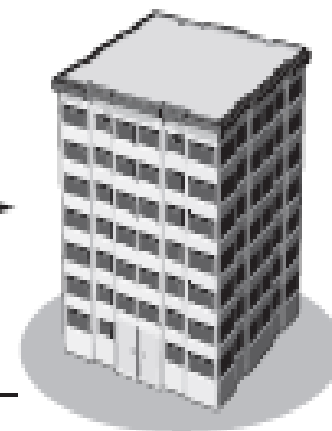
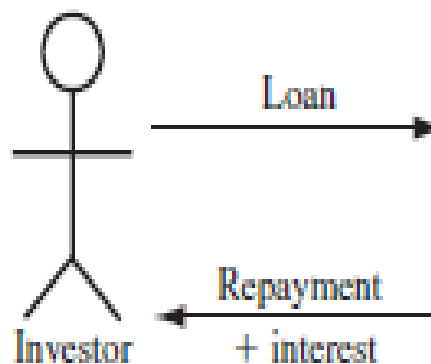
تفاوت بهره و نرخ بازگشت سرمایه



Bank



بهره



Corporation

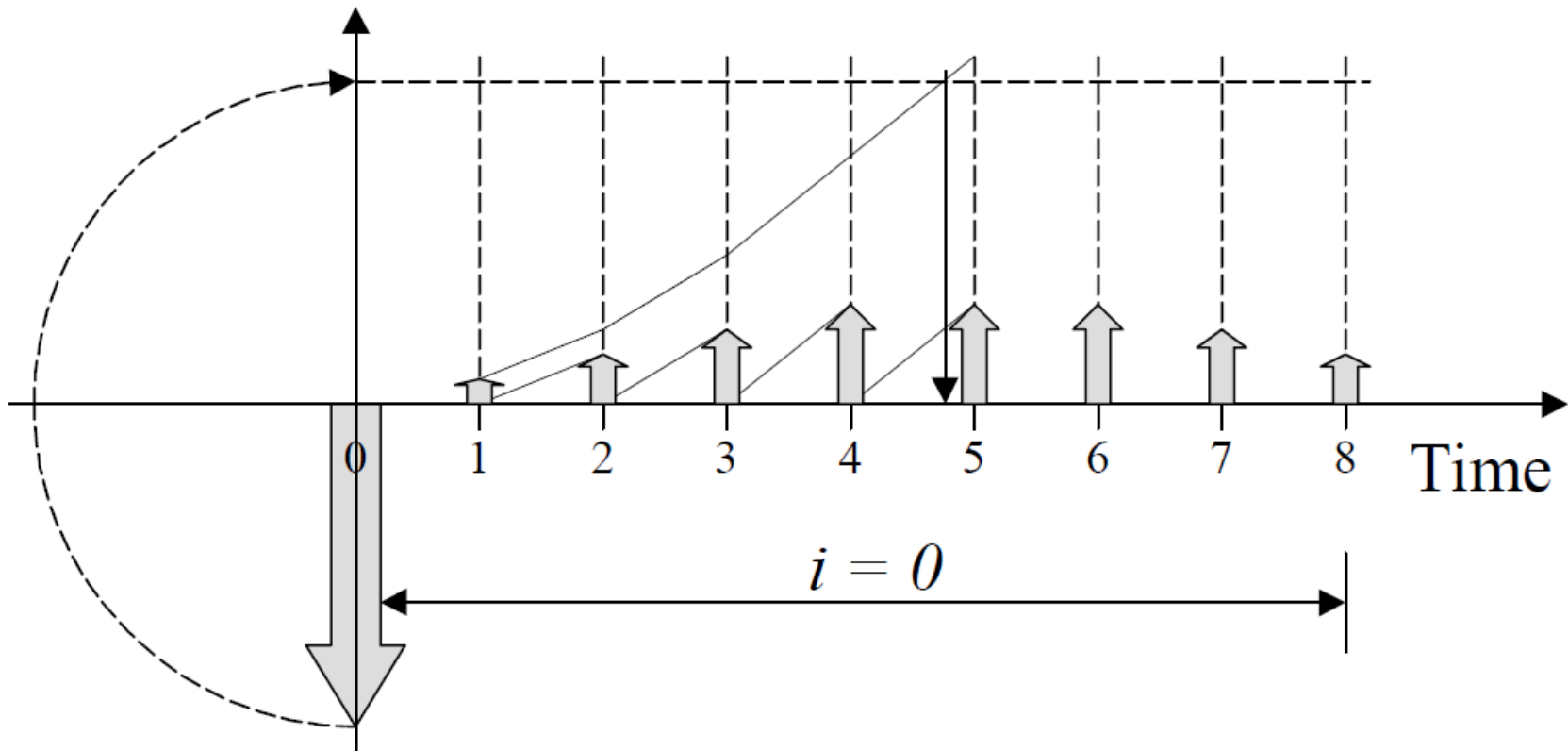
نرخ بازگشت سرمایه

زمان برگشت سرمایه

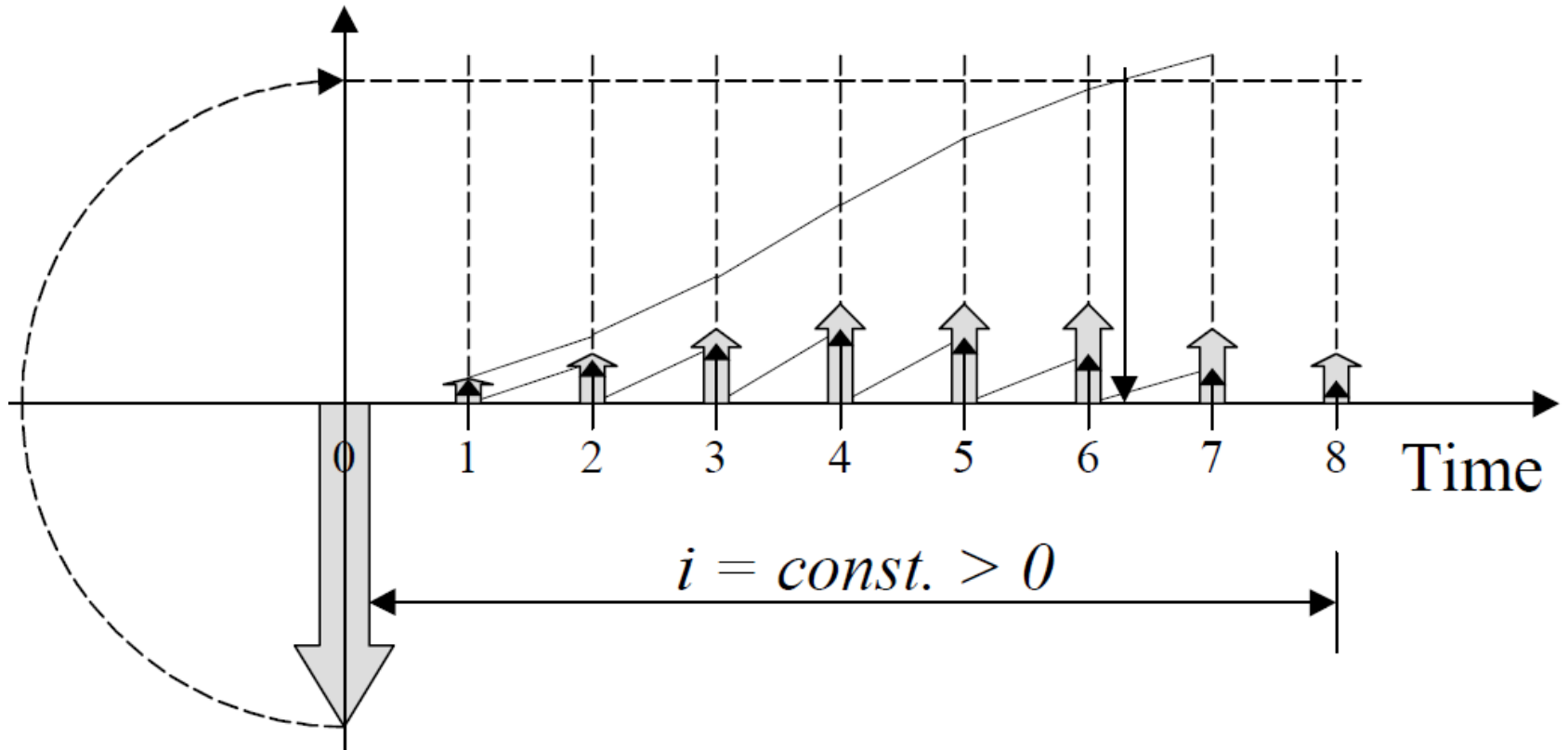
$$\sum_{t=1}^T \frac{B_t - (F_t + V_t)}{(1 + r)^t} - I_0 = 0$$

در علم اقتصاد مهندسی، یکی از روشهای استاندارد ارزیابی طرحهای اقتصادی است. در این روش معیار ارزیابی طرح، کوتاهی و بلندی زمان بازگشت سرمایه است. طرحهای با دوره بازگشت سرمایه کوتاهتر جذابیت بیشتری نسبت به طرحهایی با دوره بازگشت بلندتر دارند. این روش بخصوص در هنگام مقایسه دو یا چند طرح با یکدیگر کاربرد دارد.

زمان عادی برگشت سرمایه (Nominal Pay-Back Time)



زمان عادی برگشت سرمایه (Discounted Pay-Back Time)



روشهای محاسبه استهلاک

روش خط مستقیم (سالیانه)

● (قیمت اولیه - قیمت قراضه) / طول عمر

روش جمع ارقام سنوات (سالیانه)

● (قیمت اولیه - قیمت قراضه) × سالهای باقیمانده عمر / جمع ارقام سنوات

روش موجودی نزولی (سالیانه)

● نرخ ثابت × ارزش دفتری سال قبل

● حداکثر نرخ ثابت: ۲/ طول عمر

روش وجوه استهلاکی (افزایش استهلاک در طول پروژه)

روش های تعداد تولید / مدت عملیات

تجزیه و تحلیل اقتصادی با احتساب مالیات

فرآیند مالی
قبل از مالیات



درآمد
ناخالص



هزینه
عملیاتی

درآمد مشمول
مالیات



فرآیند مالی
قبل از مالیات



استهلاک

تجزیه و تحلیل اقتصادی با احتساب مالیات

مالیات


 درآمد
مشمول
مالیات

 نرخ
مالیات

 درآمد
خالص

 فرآیند مالی
قبل از مالیات

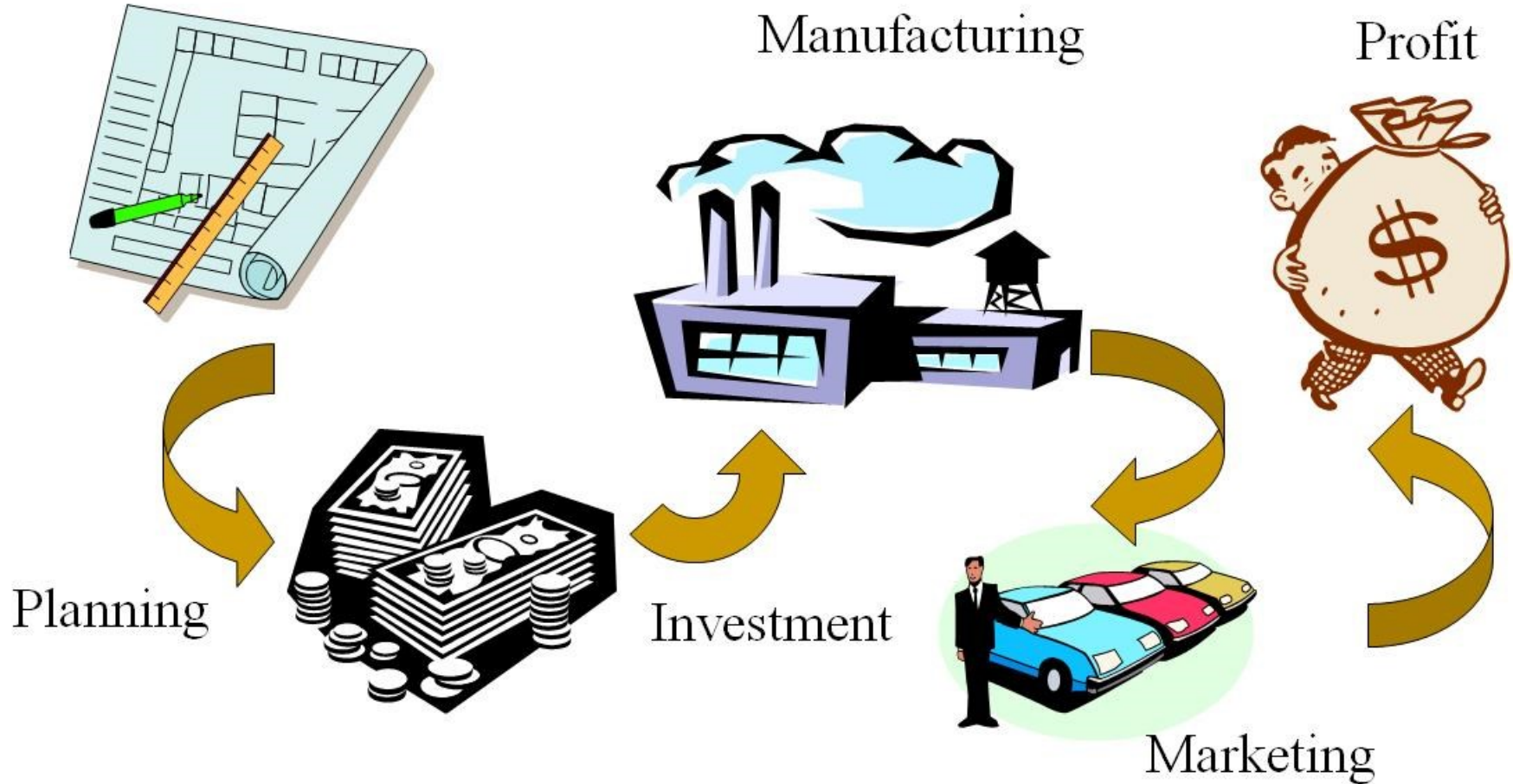

مالیات



طرح‌های اقتصادی برای بهینه سازی انرژی

- اهمیت اقتصاد مهندسی در تولید محصول
- تجزیه و تحلیل طرح جایگزین

فرآیند تولید ثروت در طرحهای سرمایه گذاری



تمرین

نرم افزار اکسل

طرحهای انرژی

روشهای ارزیابی

مفاهیم اولیه

فرآیند تولید ثروت در طرحهای بهینه سازی

Evaluating past performance



Accounting

Past

Evaluating and predicting future events

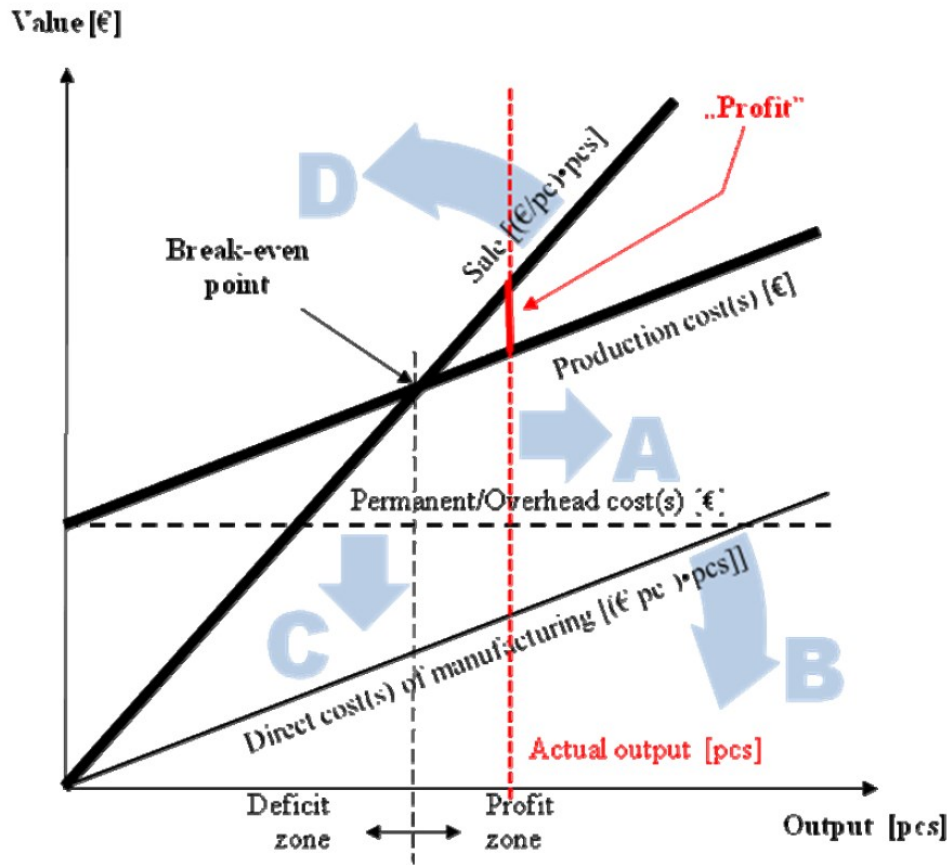


Engineering Economy

Future

Present

راهکارهای بهینه سازی



Increasing output

Decreasing direct cost(s) of manufacturing

Decreasing company's permanent/overhead cost(s)

Increasing sale prices

تحلیل مالی در گزینه های مختلف

	Option 1	Option 2	Option 3
Now	-\$1,000	-\$5,000	-\$10,000
End 1 st year	+\$500	+\$1,000	+\$9,000
End 2 nd year	+\$500	+\$2,400	+\$6,500
End 3 rd year	+\$500	+\$8,000	+\$500
CASH TOTAL	+\$500	+\$6,400	+\$6,000

تحلیل هزینه - فایده

	10% factor	Option 1	Option 2	Option 3
Now	1.0000	-\$1,000	-\$5,000	-\$10,000
For 1 year	0.9091	+\$500	+\$1,000	+\$9,000
For 2 year	0.8264	+\$500	+\$2,400	+\$6,500
For 3 year	0.7513	+\$500	+\$8,000	+\$500

PV Factor	Project 1	Project 2	Project 3
1.0000	-\$1,000	-\$5,000	-\$10,000
0.9091	+\$455	+\$909	+\$8,182
0.8624	+\$431	+\$1,983	\$5,372
0.7513	+\$376	+\$6,010	\$376
TOTALS	+\$261	+\$3,903	\$3,929

تجزیه و تحلیل جایگزینی

رقیب

طرح جدید

عمر اقتصادی مورد انتظار
قیمت مبادله ای / بازاری

مدافع

طرح موجود

قیمت اصلی / فعلی
قیمت دفتری
قیمت بازاری / مبادله ای

تجزیه و تحلیل جایگزینی



تجزیه و تحلیل جایگزینی

عمر مفید رقیب < عمر باقیمانده مدافع

● تعویض با رقیب

عمر مفید رقیب > عمر باقیمانده مدافع

● استفاده از مدافع

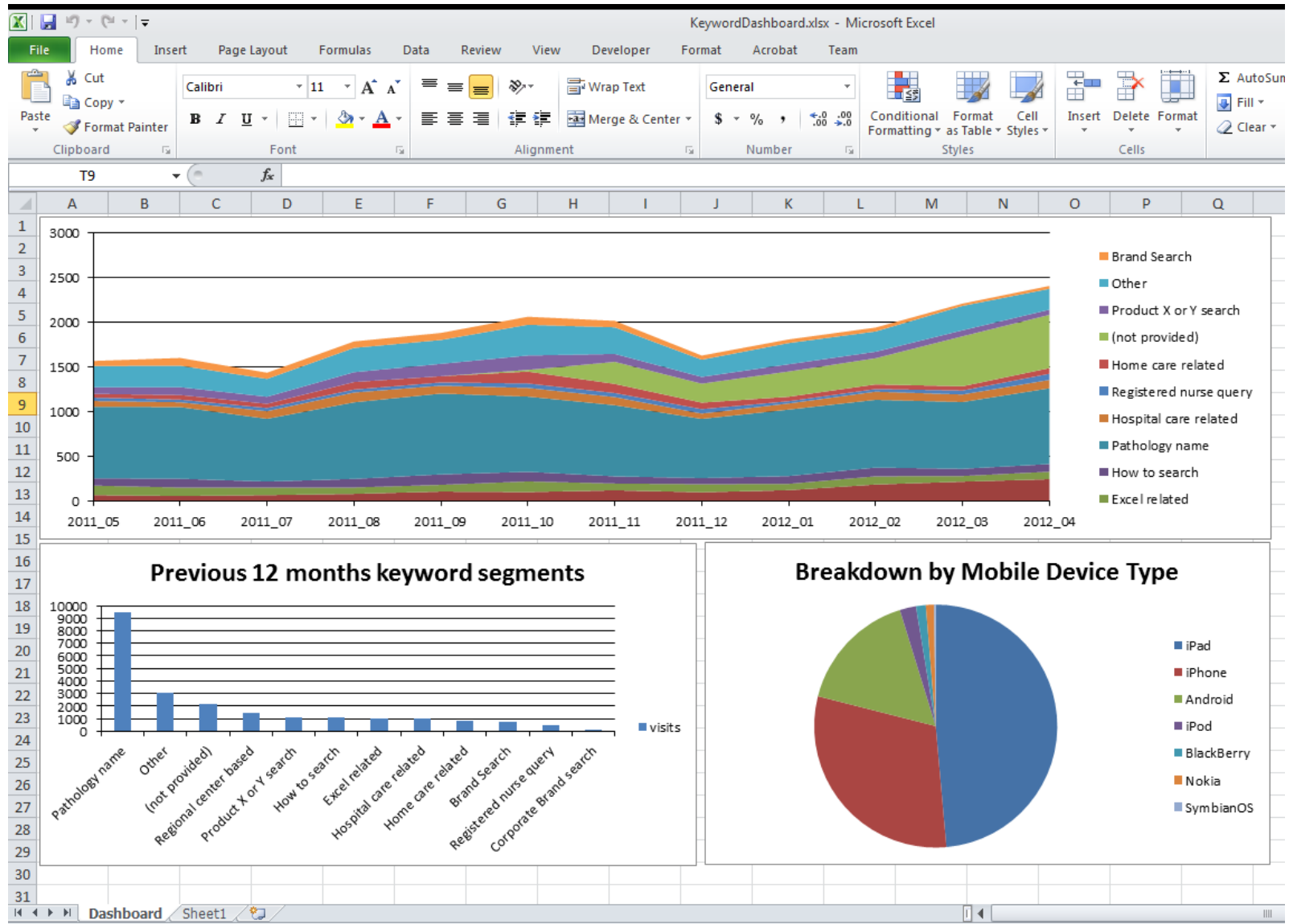
عمر مفید رقیب برابر عمر باقیمانده مدافع

● استفاده از مدافع



نرم افزار اکسل

- تهیه نمودار جریان مالی
- معرفی توابع کاربردی



$PV(\text{rate}, \text{nper}, \text{pmt}, \text{fv}, \text{type})$

Rate is the interest rate per period.

Nper is the total number of payment periods in an annuity.

Pmt is the payment made each period and cannot change over the life of the annuity.

Fv is the future value, or a cash balance you want to attain after the last payment is made.

Type is the number 0 or 1 and indicates when payments are due.

ارزش فعلی

Function Arguments

PV

Rate	8%	= 0.08
Nper	20*12	= 240
Pmt	-500	= -500
Fv		= number
Type		= number

= 6249.999941

Returns the present value of an investment: the total amount that a series of future payments is worth now.

Pmt is the payment made each period and cannot change over the life of the investment.

Formula result = 6249.999941

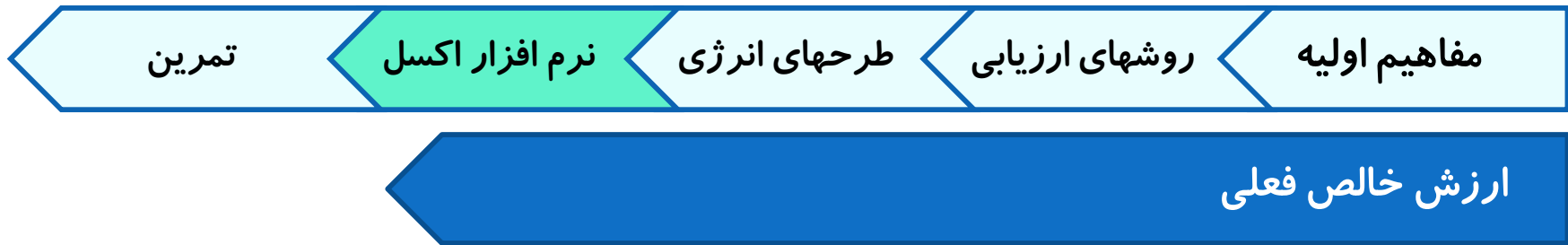
[Help on this function](#)

OK Cancel

سود

تعداد دریافت ها

مقدار پرداخت



$$NPV = \sum \text{Present Value (Cash Benefits)} - \sum \text{Present Value (Cash Costs)}$$

NPV(rate,value1,value2, ...)

Rate: is the rate of discount over the length of one period.

Value1, ...: are 1 to 254 arguments representing the payments and income.

تمرین

نرم افزار اکسل

طرحهای انرژی

روشهای ارزیابی

مفاهیم اولیه

ارزش خالص فعلی

	A	B
1	Data	Description
2	10%	Annual discount rate
3	-10,000	Initial cost of investment one year from today
4	3,000	Return from first year
5	4,200	Return from second year
6	6,800	Return from third year
	Formula	Description (Result)
	=NPV(A2, A3, A4, A5, A6)	Net present value of this investment (1,188.44)

تمرین

نرم افزار اکسل

طرحهای انرژی

روشهای ارزیابی

مفاهیم اولیه

توابع اکسل

1

A

B

Data

Description

2

500

Money paid out of an insurance annuity at the end of every month

3

8%

Interest rate earned on the money paid out

4

20

Years the money will be paid out

Formula

Description (Result)

=PV(A3/12, 12*A4, A2, , 0) Present value of an annuity with the terms above (-59,777.15).

$FV(\text{rate, nper, pmt, pv, type})$

Rate is the interest rate per period.

Nper is the total number of payment periods in an annuity.

Pmt is the payment made each period; it cannot change over the life of the annuity.

Pv is the present value, or the lump-sum amount that a series of future payments is worth right now

Type is the number 0 or 1 and indicates when payments are due. If type is omitted, it is assumed to be 0.

تمرین

نرم افزار اکسل

طرحهای انرژی

روشهای ارزیابی

مفاهیم اولیه

ارزش آینده سرمایه

	A	B
1	Data	Description
2	6%	Annual interest rate
3	10	Number of payments
4	-200	Amount of the payment
5	-500	Present value
6	1	Payment is due at the beginning of the period (see above)
	Formula	Description (Result)
	=FV(A2/12, A3, A4, A5, A6)	Future value of an investment with the above terms (2581.40)

تمرین

نرم افزار اکسل

طرحهای انرژی

روشهای ارزیابی

مفاهیم اولیه

ارزش آینده سرمایه

	A	B
1	Data	Description
2	12%	Annual interest rate
3	12	Number of payments
4	-1000	Amount of the payment
	Formula	Description (Result)
	=FV(A2/12, A3, A4)	Future value of an investment with the above terms (12,682.50)

تمرین

نرم افزار اکسل

طرحهای انرژی

روشهای ارزیابی

مفاهیم اولیه

نرخ بازگشت داخلی

IRR(values,guess)

Values is an array or a reference to cells that contain numbers for which you want to calculate the internal rate of return..

Guess is a number that you guess is close to the result of IRR.

نرخ بازگشت داخلی

یک آرایه از پرداخت ها و دریافت ها

Function Arguments

IRR

Values: C3:C8 = {-70000; 12000; 15000; 18000; 21000; ...}

Guess: = number

= 0.083412824

Returns the internal rate of return for a series of cash flows.

Values is an array or a reference to cells that contain numbers for which you want to calculate the internal rate of return.

Formula result = 0.083412824

[Help on this function](#)

OK Cancel

Cell	Value
C3	-70000
C4	12000
C5	15000
C6	18000
C7	21000
C8	25000

	A	B
1	Data	Description
2	-70,000	Initial cost of a business
3	12,000	Net income for the first year
4	15,000	Net income for the second year
5	18,000	Net income for the third year
6	21,000	Net income for the fourth year
7	26,000	Net income for the fifth year
	Formula	Description (Result)
	=IRR(A2:A6)	Investment's internal rate of return after four years (-2%)
	=IRR(A2:A7)	Internal rate of return after five years (9%)
	=IRR(A2:A4,-10%)	To calculate the internal rate of return after two years, you need to include a guess (-44%)

XIRR

value	date
-10000	1/1/2008
2750	3/1/2008
4250	10/30/2008
3250	2/15/2008
2759	4/1/2009

ROR= XIRR(A2:A6,B2:B6)

Function Arguments

XIRR

Values: A2:A6 = [-10000;2750;4250;3250;2759]

Dates: B2:B6 = [30448;30408;30751;30403;30004]

Guess: = any

= 0.01733234

Returns the internal rate of return for a schedule of cash flows.

Dates is a schedule of payment dates that corresponds to the cash flow payments.

Formula result = 0.01733234

[Help on this function](#)

OK Cancel

RATE (nper,pmt,pv,fv,type,guess)

Nper is the total number of payment periods in an annuity.

Pmt is the payment made each period and cannot change over the life of the annuity.

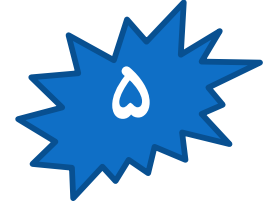
Pv is the present value – the total amount that a series of future payments is worth now.

Fv is the future value, or a cash balance you want to attain after the last payment is made. If fv is omitted, it is assumed to be 0.

Type is the number 0 or 1 and indicates when payments are due.

	A	B
1	Data	Description
2	4	Years of the loan
3	-200	Monthly payment
4	8000	Amount of the loan
	Formula	Description (Result)
	=RATE(A2*12, A3, A4)	Monthly rate of the loan with the above terms (1%)
	=RATE(A2*12, A3, A4)*12	Annual rate of the loan with the above terms (0.09241767 or 9.24%)

		-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
		1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	1397	1398	1399
Results of Heat Recovery System - ORC for Power Generation												
Capacity	MW			5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
Cash Flow	k \$	0	-8510	1265	2916	2897	2877	2856	2834	2810	2785	2759
IRR	% / a	25%	0%	#NUM!	-34%	-8%	6%	14%	19%	22%	24%	25%
NPV	k \$	9735	0	-6958	-4439	-2056	199	2330	4344	6246	8042	9735
Results of Heat Recovery System - ORC + Electro Compressor												
Capacity	MW			5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
Cash Flow	0	0	-11955	1299	2950	2932	2912	2891	2868	2845	2820	2793
IRR	0	16%	0%	#NUM!	#NUM!	-20%	-6%	3%	8%	12%	14%	16%
NPV	k \$	6687	0	-10208	-7659	-5247	-2966	-809	1230	3155	4973	6687



تمرین

تمرین

نرم افزار اکسل

طرحهای انرژی

روشهای ارزیابی

مفاهیم اولیه

تحلیل اقتصادی نیروگاه تولید همزمان برق و حرارت ۳ مگاواتی

