



# تکنولوژی مولد قدرت

:



# دسته بندی موتورها: احتراق داخلی و احتراق خارجی

## ● احتراق خارجی

– احتراق مخلوط سوخت و هوا گرما را به سیال دوم انتقال می دهد که این سیال به عنوان سیال محرک یا سیال عامل شناخته می شود و توان را تولید می کند .

– مثال: موتورهای بخار

## ● احتراق داخلی

– محصولات حاصل از احتراق در داخل موتور توان را تولید می کنند و سیال کاری حساب می شوند .

## دسته بندی موتورها :

# احتراق جرقه ای توسط شمع و احتراق تراکمی

### ● موتورهای احتراق جرقه ای (SI)

- مخلوط متراکم شده هم جنس و یکنواخت سوخت و هوا (نسبت جرمی سوخت به هوا ۱:۱۵) توسط شمع محترق می شود. مبنای کاری این موتورها سیکل اتو (Otto cycle) می باشد.

### ● موتورهای احتراق تراکمی (CI)

- تراکم سریع هوا به فشار بالا موجب افزایش دما می ود بطوریکه هنگامیکه سوخت به داخل محفظه احتراق انتقال داده می شود، به طور خود به خودی محترق می شود بدون اینکه به شمع احتیاج باشد.

- اغلب در موتورهای دیزلی استفاده می شود.

# موتور احتراق جرقه ای

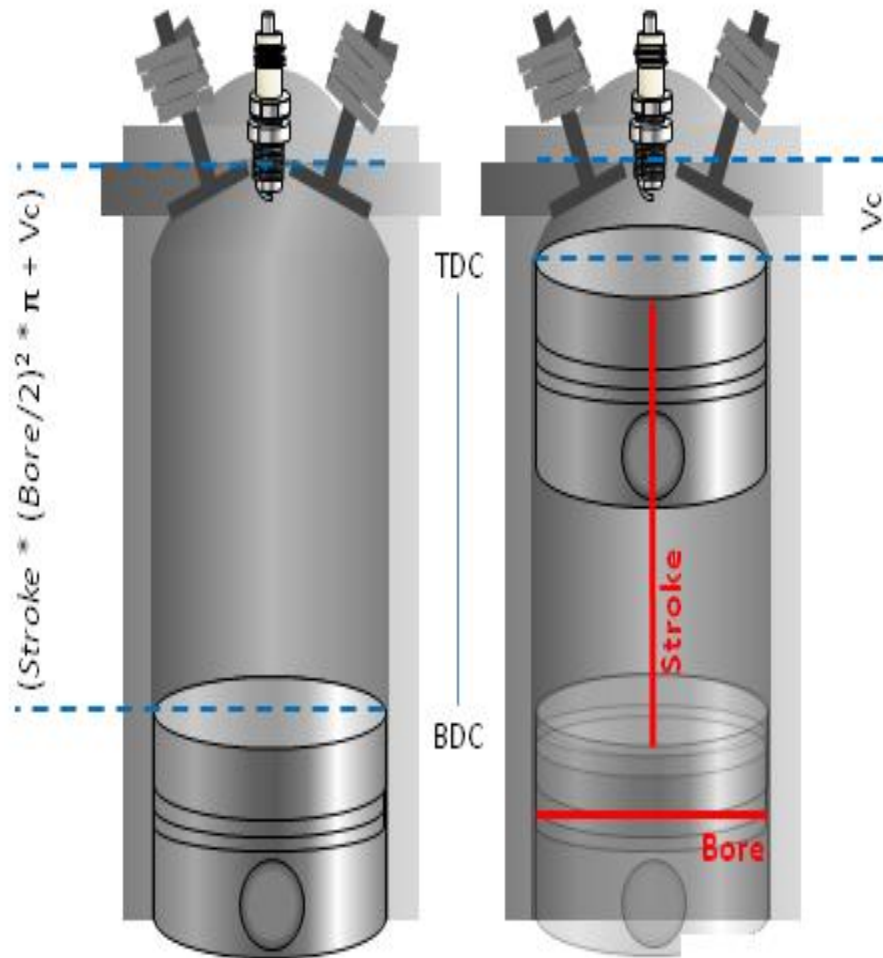


# اصطلاحات

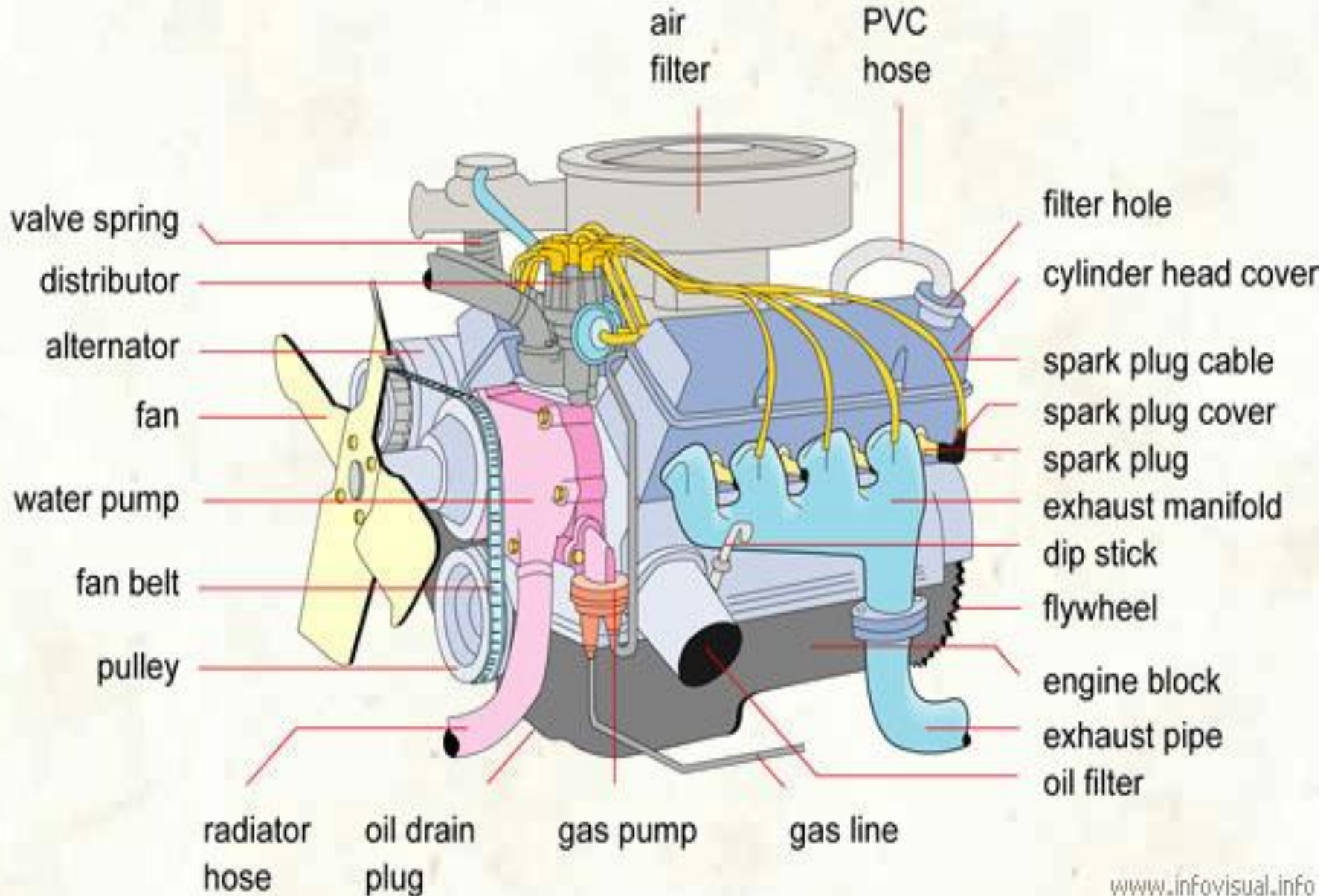
- **T.D.C** : بالاترین نقطه ای که پیستون در داخل سیلندر بالا می آید .

- **B.D.C** : پایین ترین نقطه ای که پیستون در داخل سیلندر پایین می آید .

- **کورس پیستون** : فاصله بین نقطه مرگ بالا و پایین



# AUTOMOBILE ENIGNE

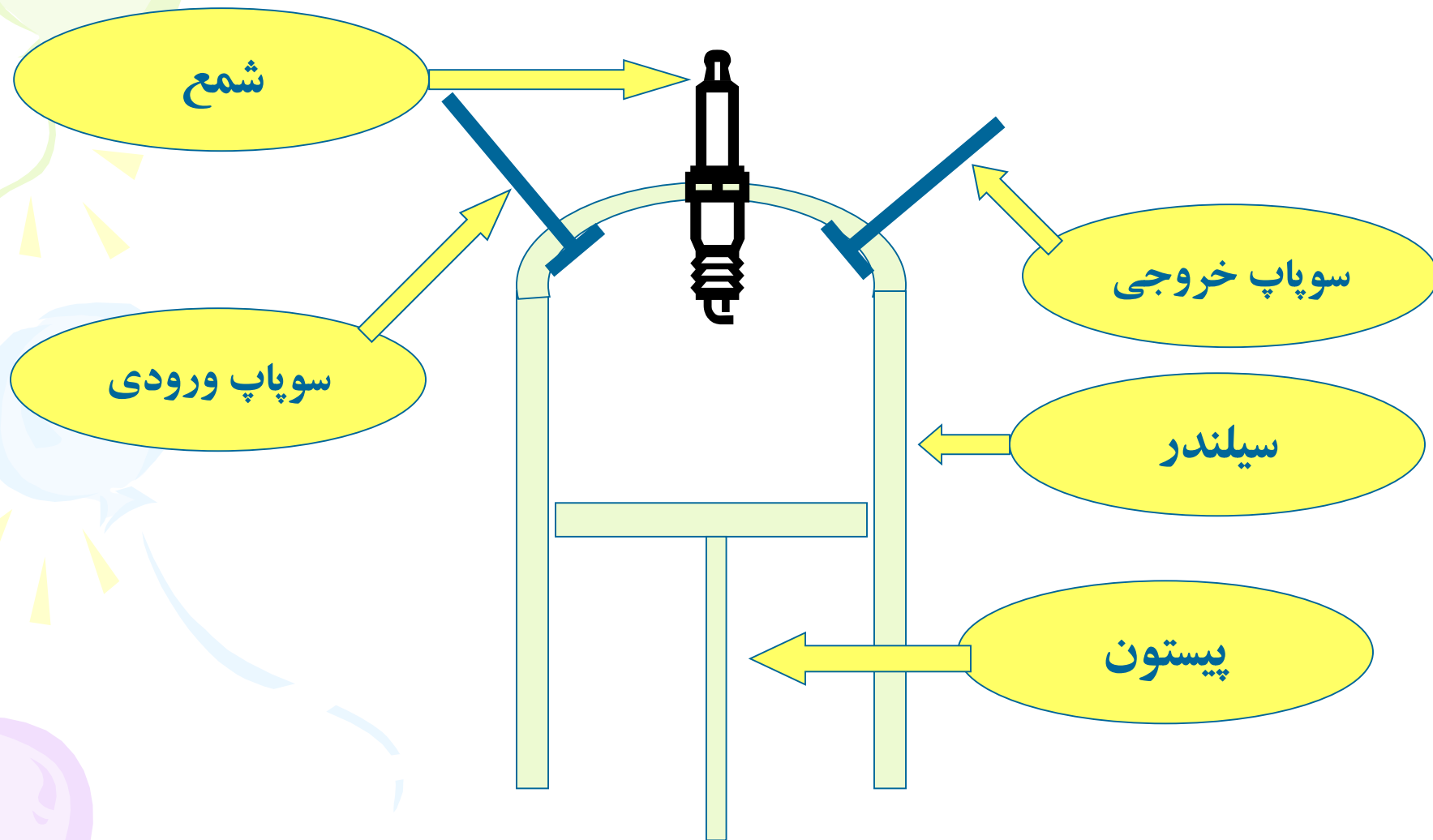




## مراحل تولید توان در موتور چهار زمانه

- در موتور احتراق داخلی که بر اساس سیکل اتو کار می کند چهار زمان انجام می گیرد تا توان تولید شود :
  - کورس مکش ( intake stroke )
  - کورس تراکم ( compress stroke )
  - کورس قدرت ، کار یا انفجار ( power stroke )
  - کورس تخلیه ( exhaust stroke )

## موتور چهار زمانه

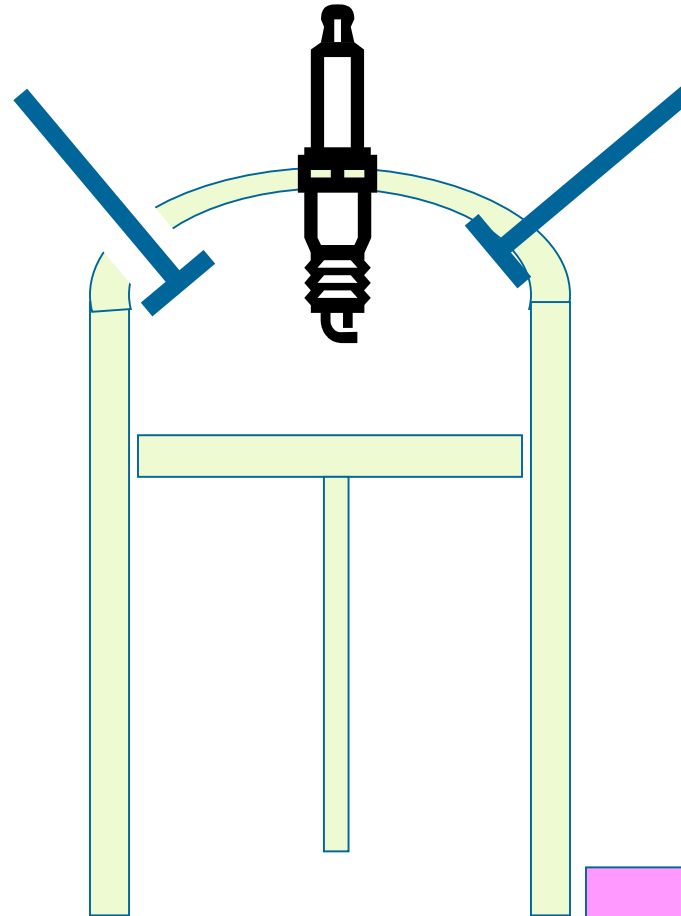




## موتور چهار زمانه

سوپاپ ورودی  
باز

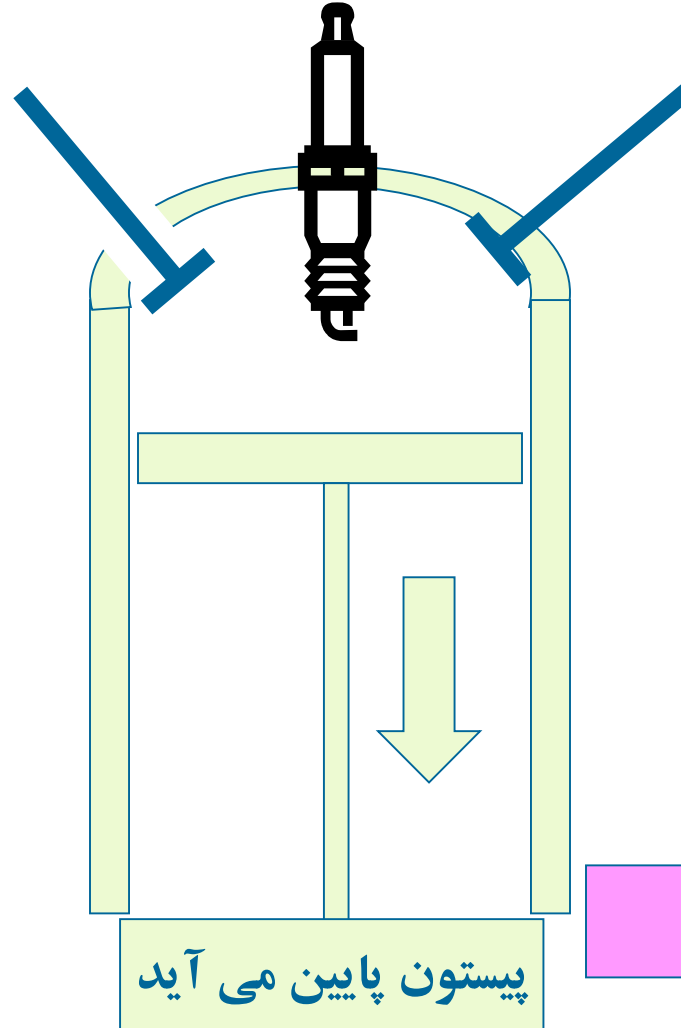
سوپاپ دود بسته



کورس مکش

## موتور چهار زمانه

سوپاپ ورودی  
باز



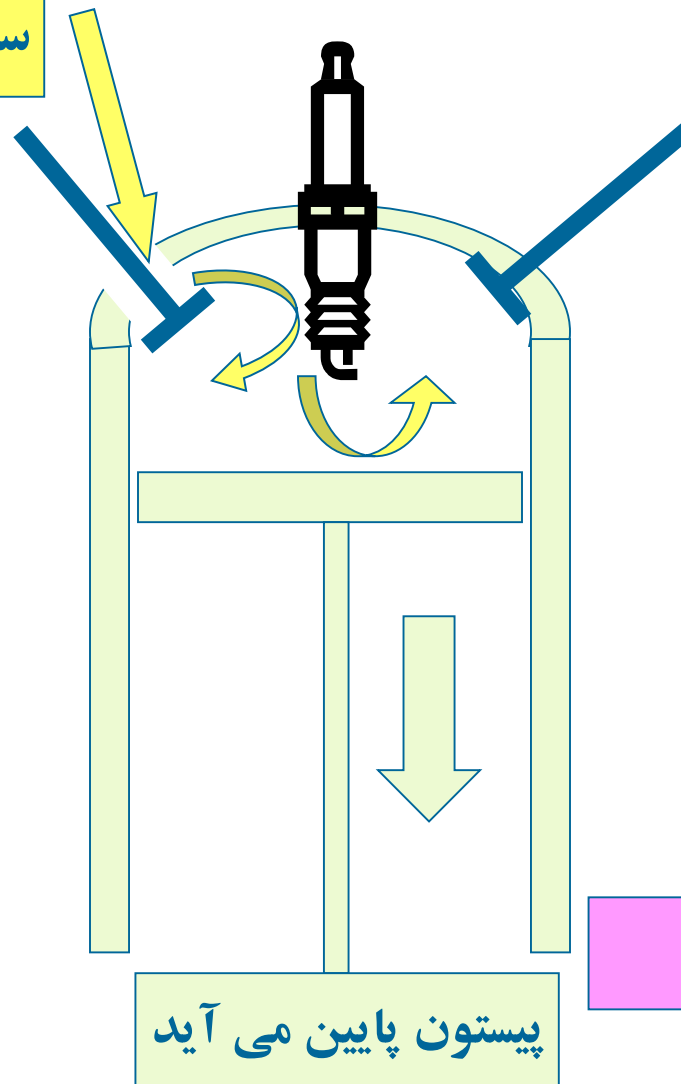
پیستون پایین می آید

کورس مکش

## موتور چهار زمانه

سوخت وارد می شود

سوپاپ ورودی  
باز



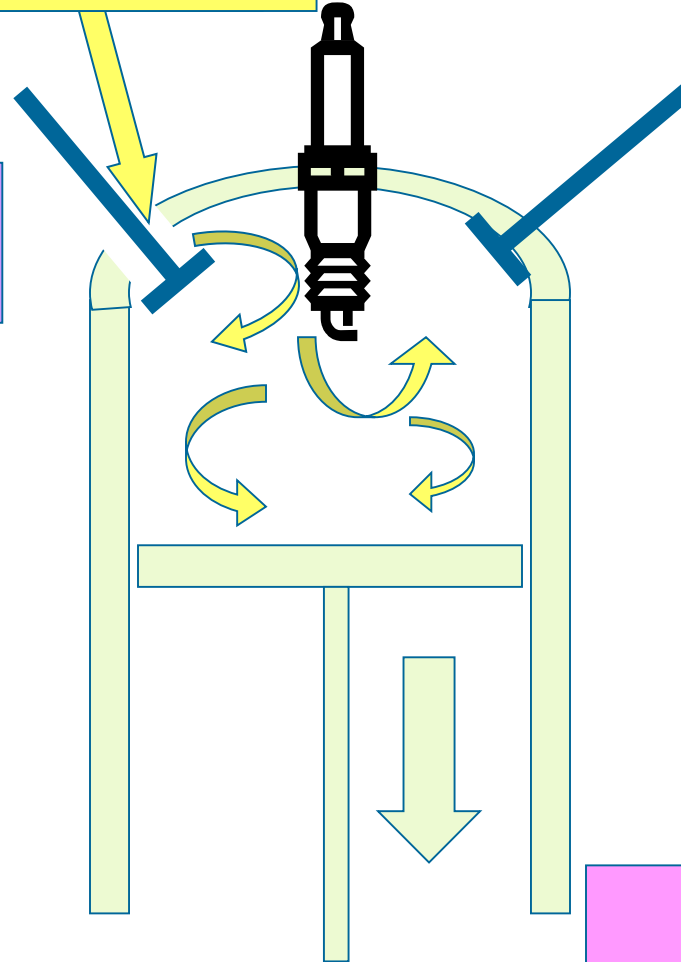
کورس مکش

پیستون پایین می آید

# موتور چهار زمانه

سوخت وارد می شود

سوپاپ ورودی باز



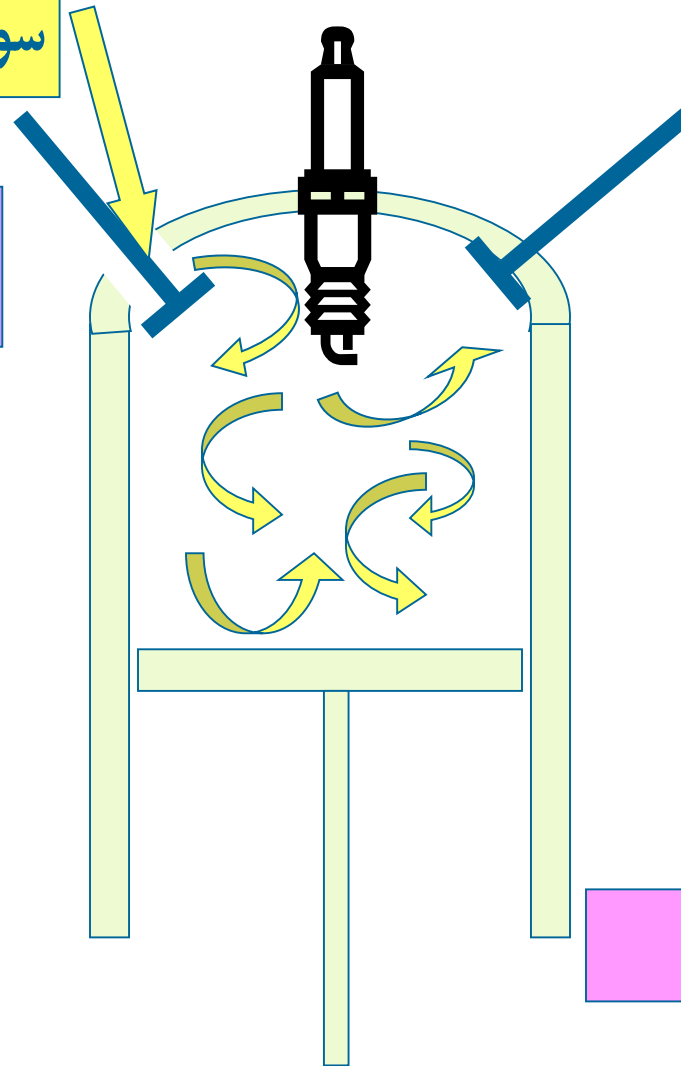
کورس مکش

پیستون پایین می آید

## موتور چهار زمانه

سوخت وارد می شود

سوپاپ ورودی باز

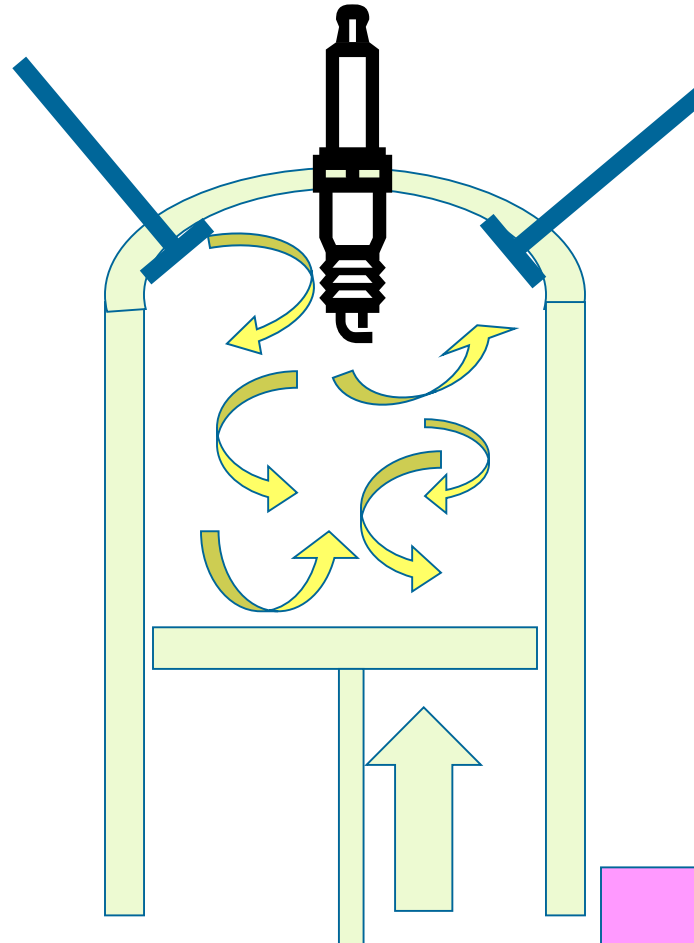


کورس مکش

## موتور چهار زمانه

سوپاپ ورودی  
بسته

سوپاپ دود بسته



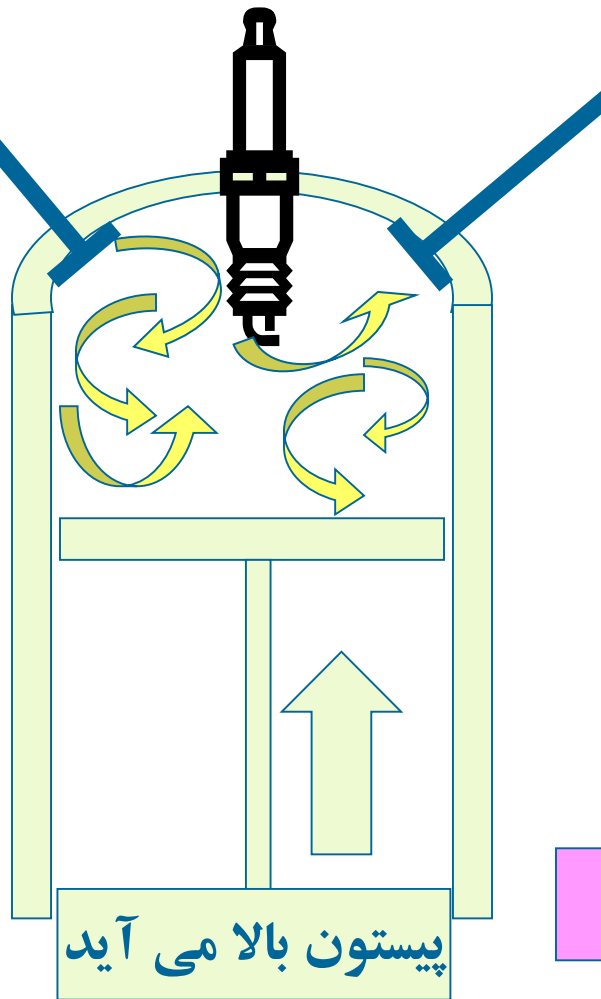
پیستون بالا می آید

کورس تراکم

## موتور چهار زمانه

سوپاپ ورودی  
بسته

سوپاپ دود بسته



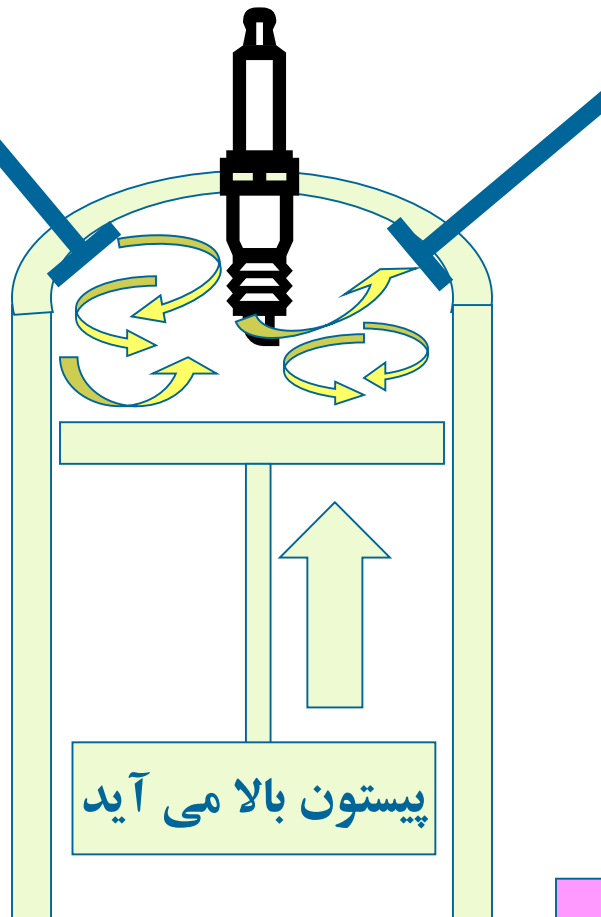
کورس تراکم



## موتور چهار زمانه

سوپاپ ورودی  
بسته

سوپاپ دود بسته



پیستون بالا می آید

کورس تراکم

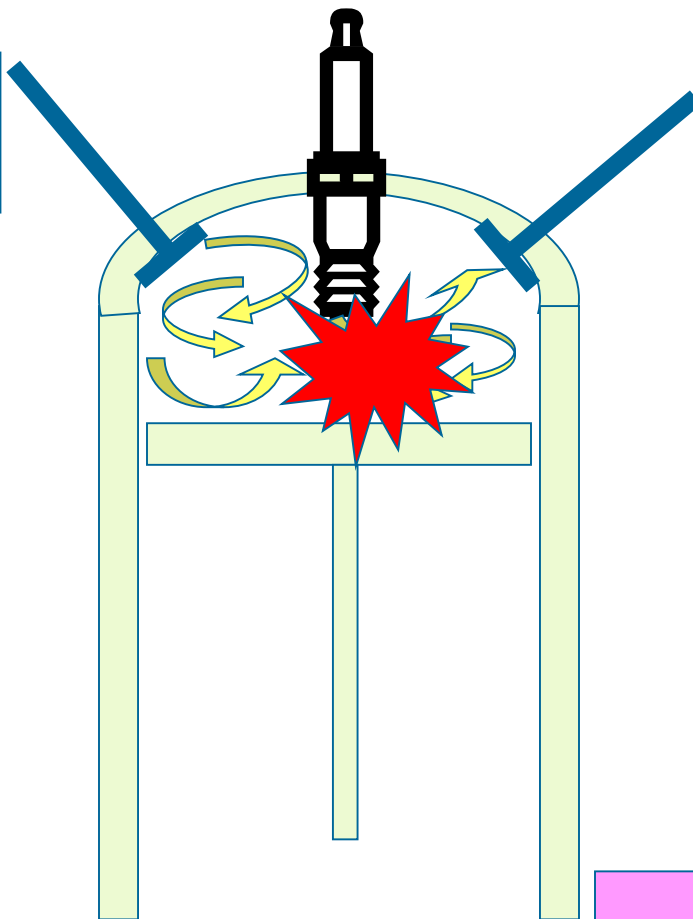
## موتور چهار زمانه

سوپاپ ورودی  
بسته

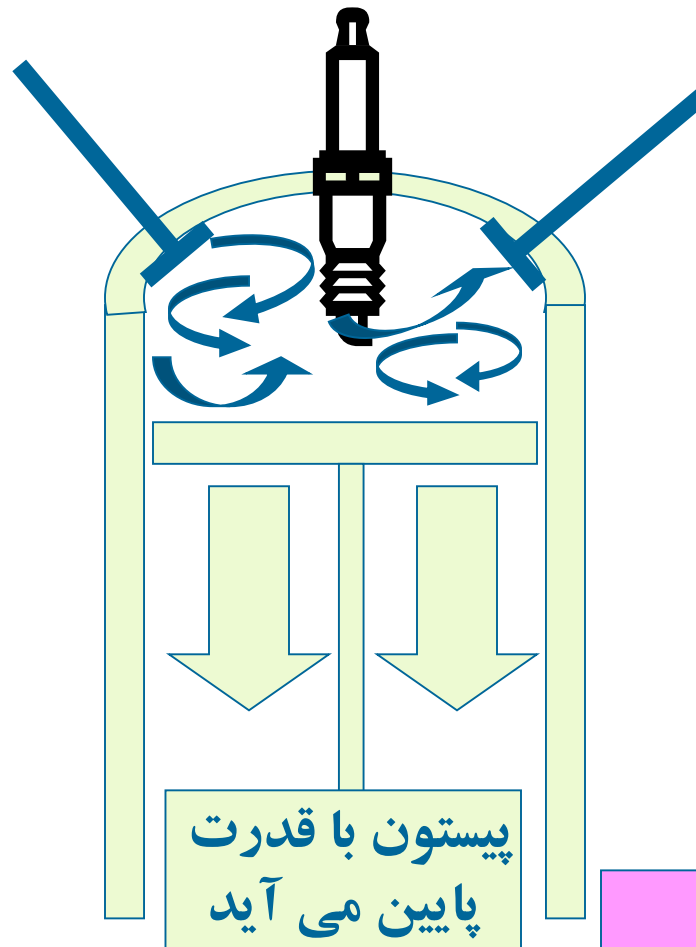
سوپاپ دود بسته

انفجار

کورس قدرت

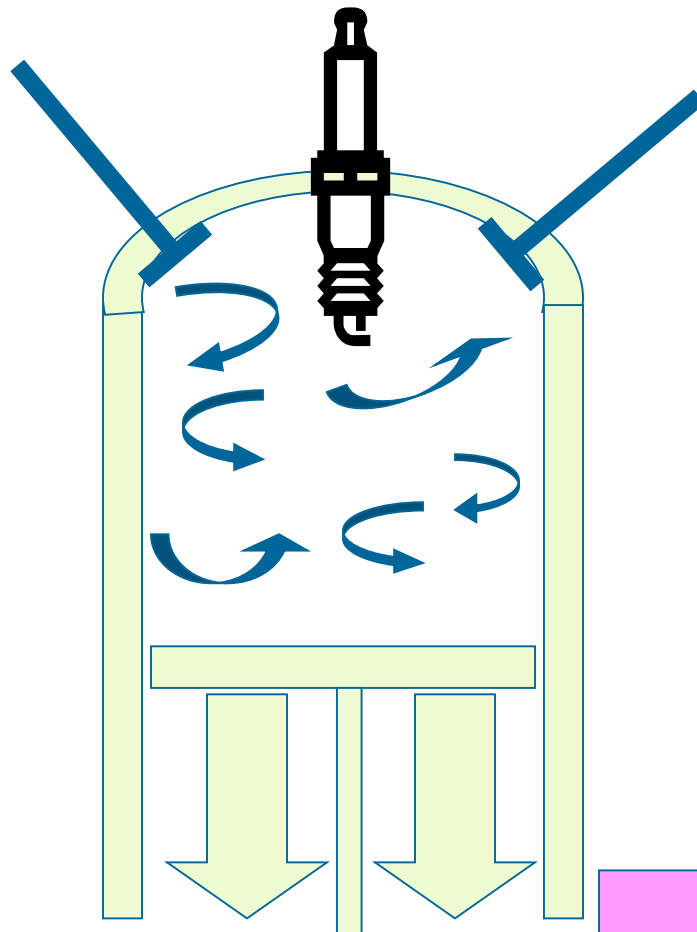


## موتور چهار زمانه



کورس قدرت

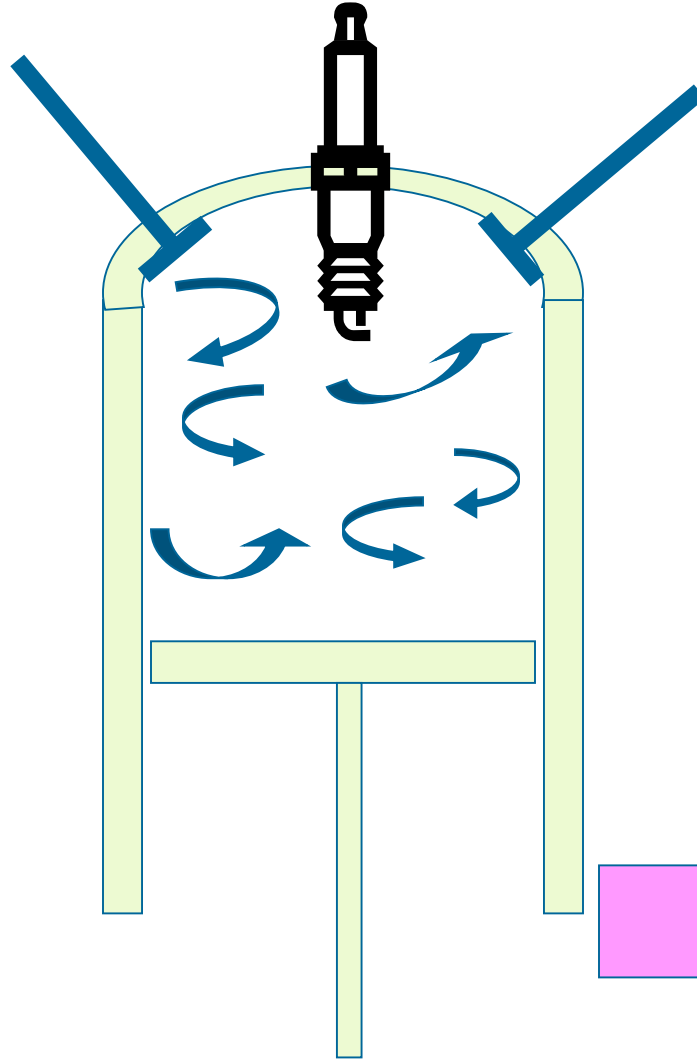
## موتور چهار زمانه



پیستون با قدرت  
پایین می آید

کورس قدرت

## موتور چهار زمانه

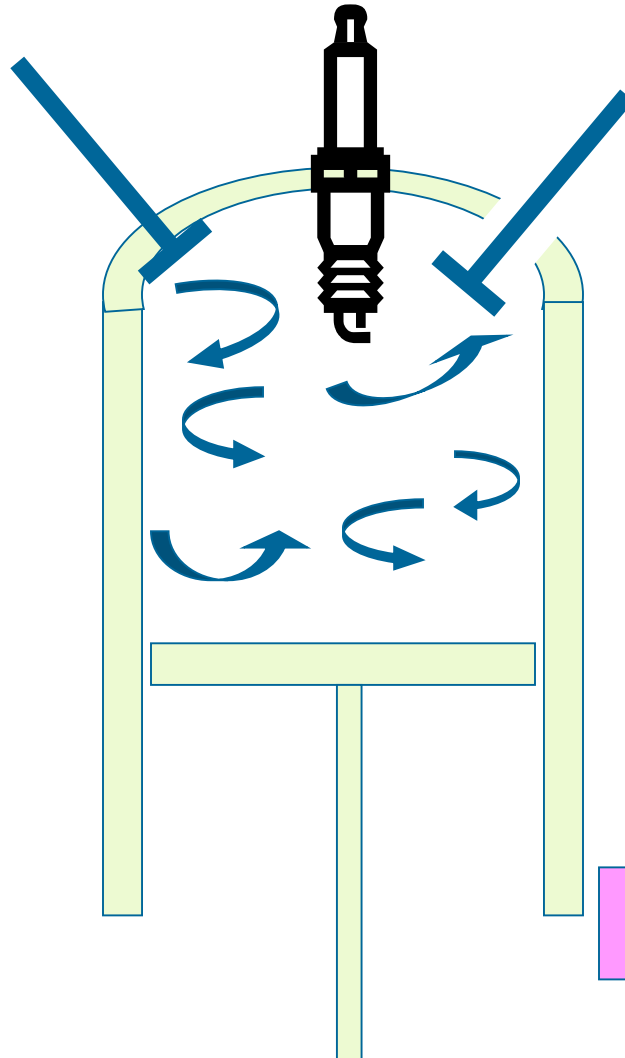


کورس قدرت

## موتور چهار زمانه

سوپاپ ورودی  
بسته

سوپاپ دود  
باز

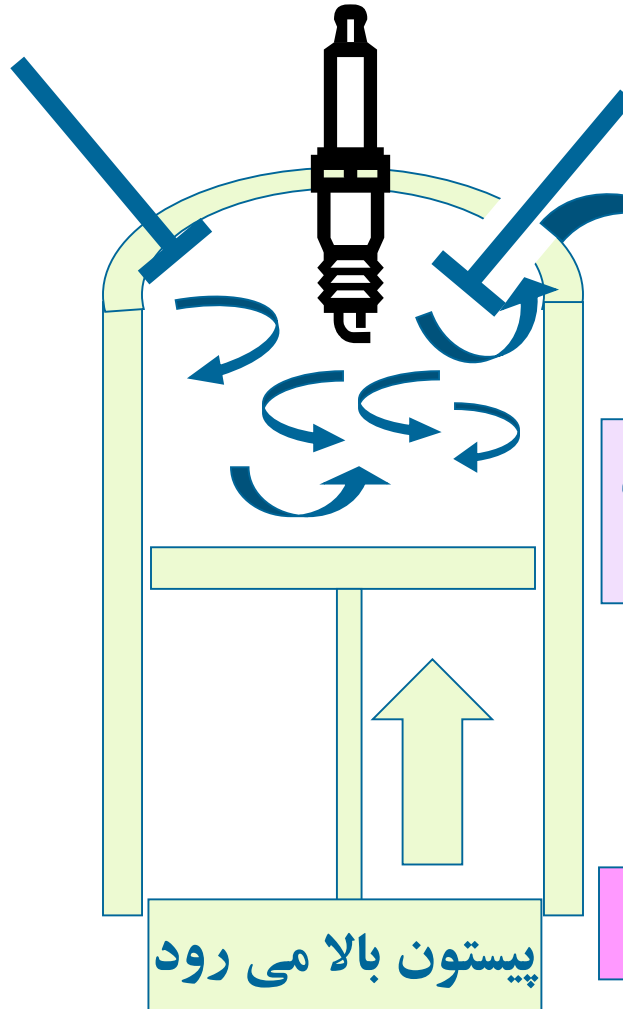


کورس تخلیه

## موتور چهار زمانه

سوپاپ ورودی  
بسته

سوپاپ دود  
باز



دودها و گازهای حاصل از احتراق  
خارج می شوند

کورس تخلیه

پیستون بالا می رود



## موتور چهار زمانه

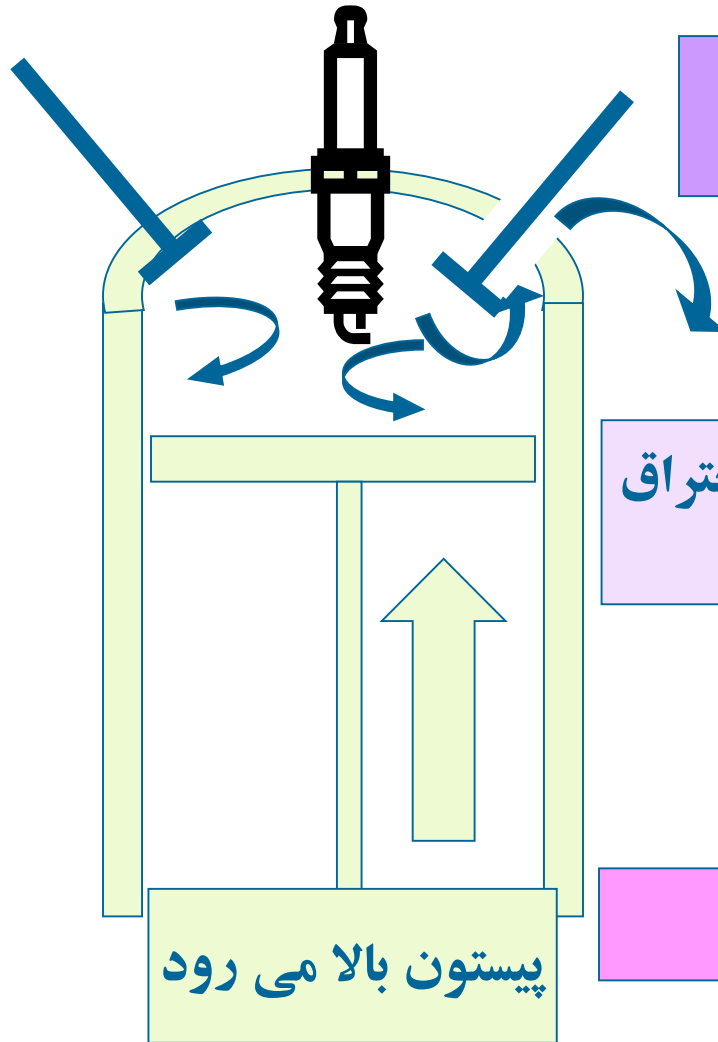
سوپاپ ورودی  
بسته

سوپاپ دود  
باز

دودها و گازهای حاصل از احتراق  
خارج می شوند

پیستون بالا می رود

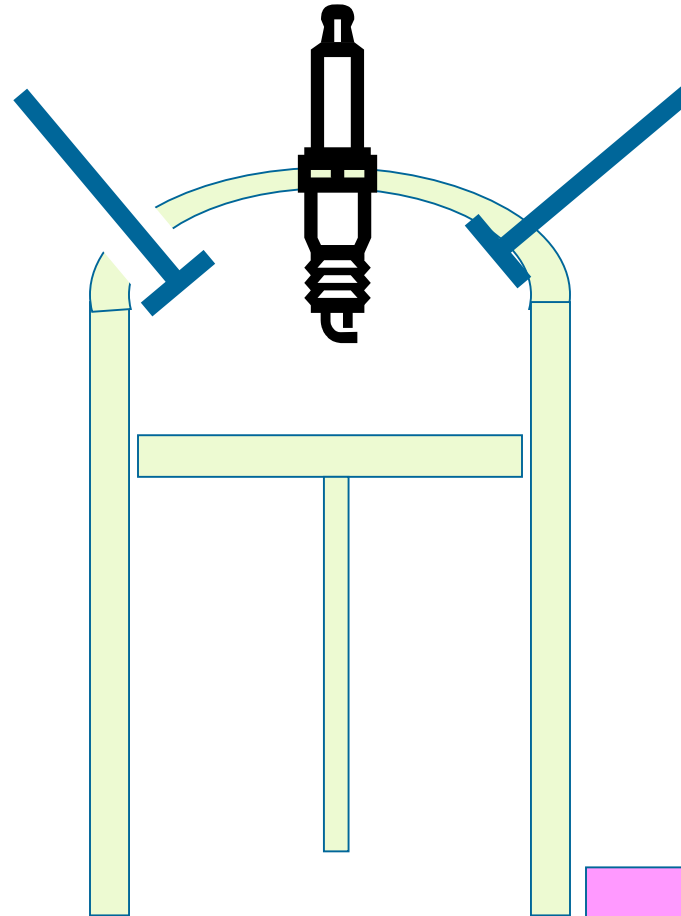
کورس تخلیه



## موتور چهار زمانه

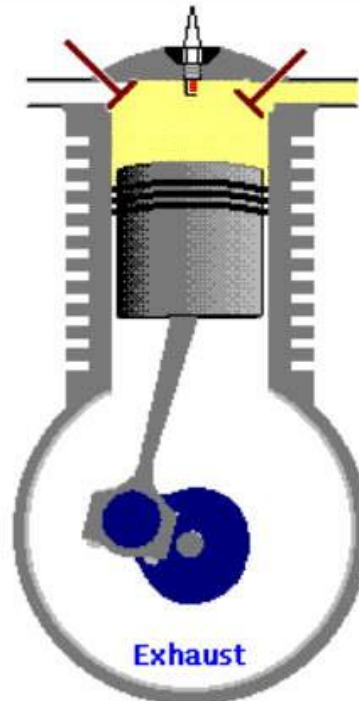
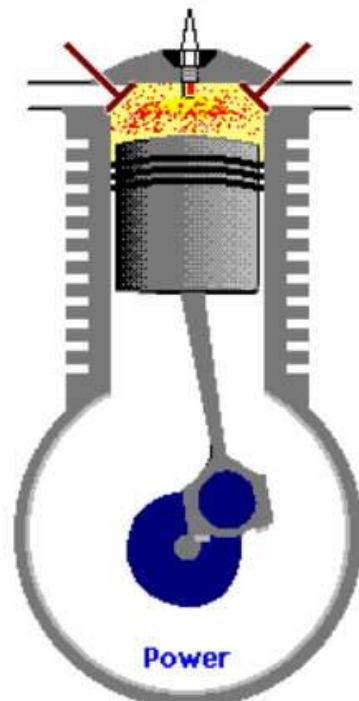
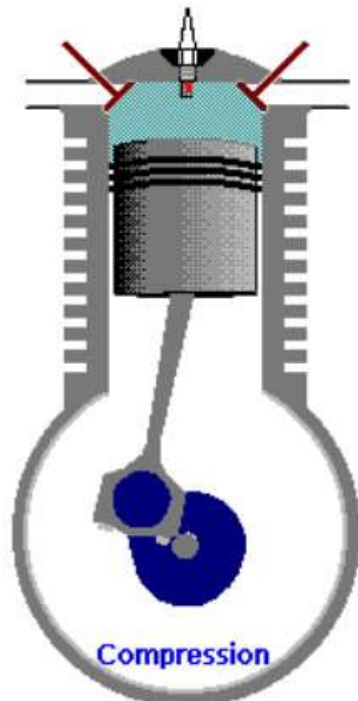
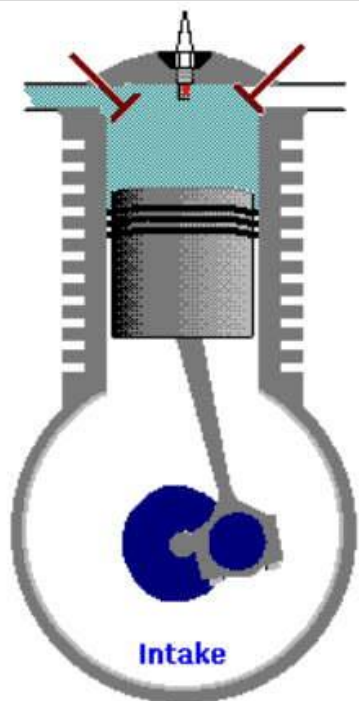
سوپاپ ورودی  
باز

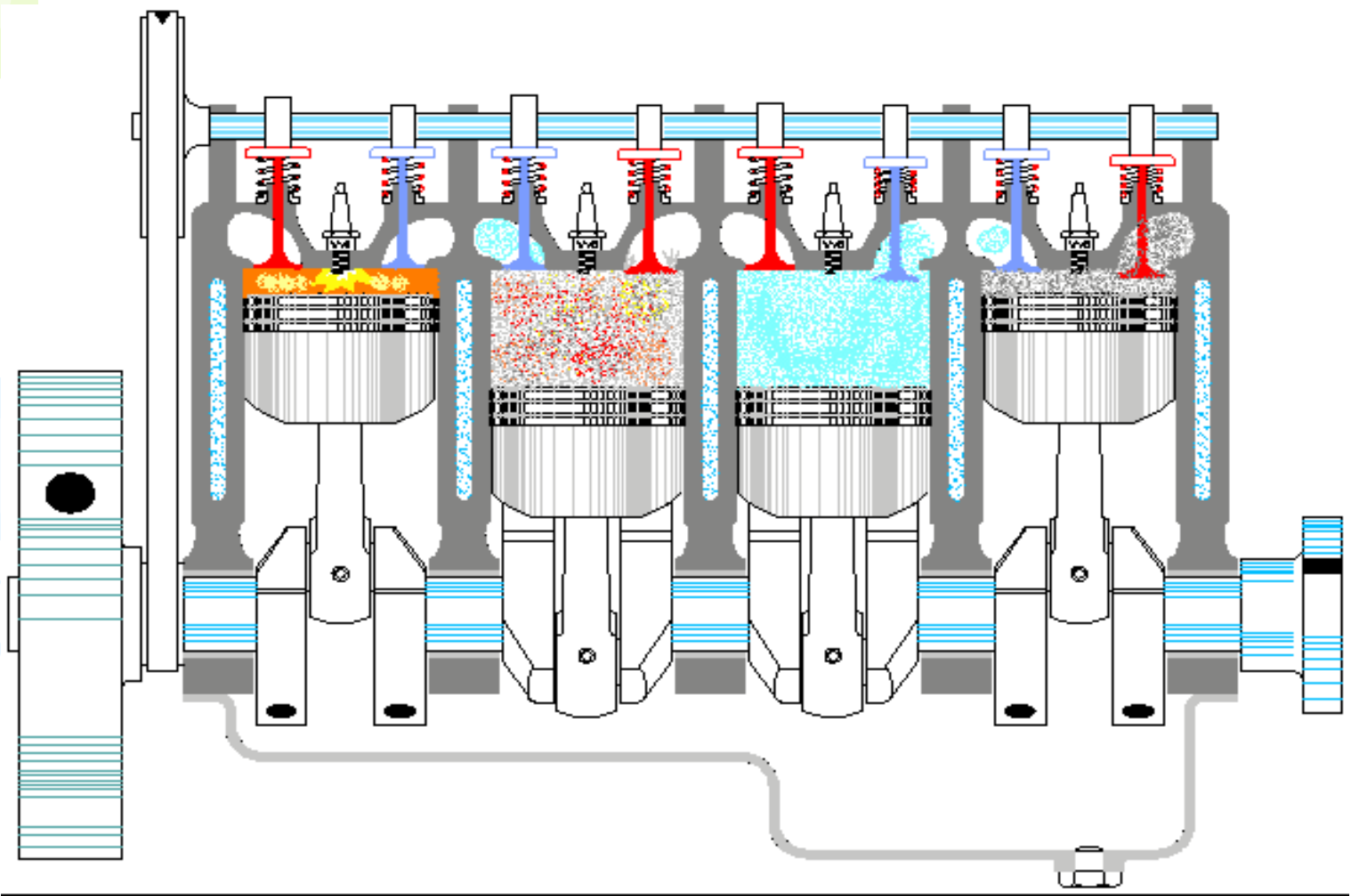
سوپاپ دود  
بسته



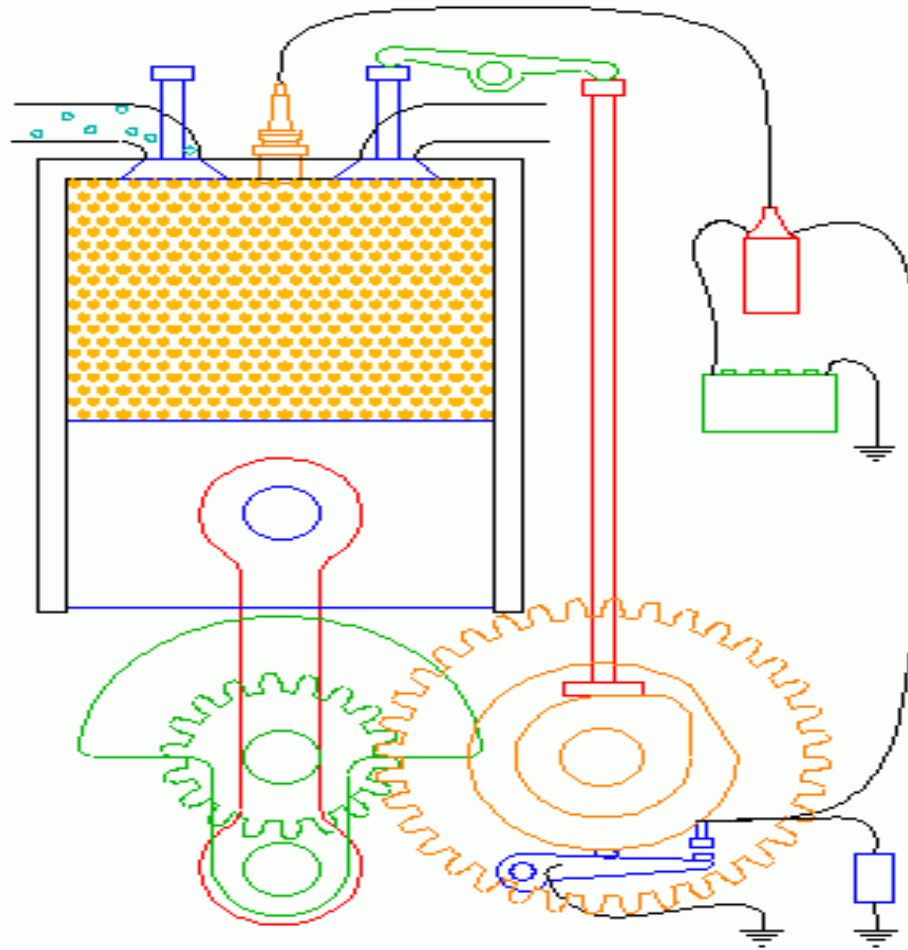
کورس مکش

# موتور چهار زمانه





# عملکرد موتور چهار زمانه از نگاهی دیگر

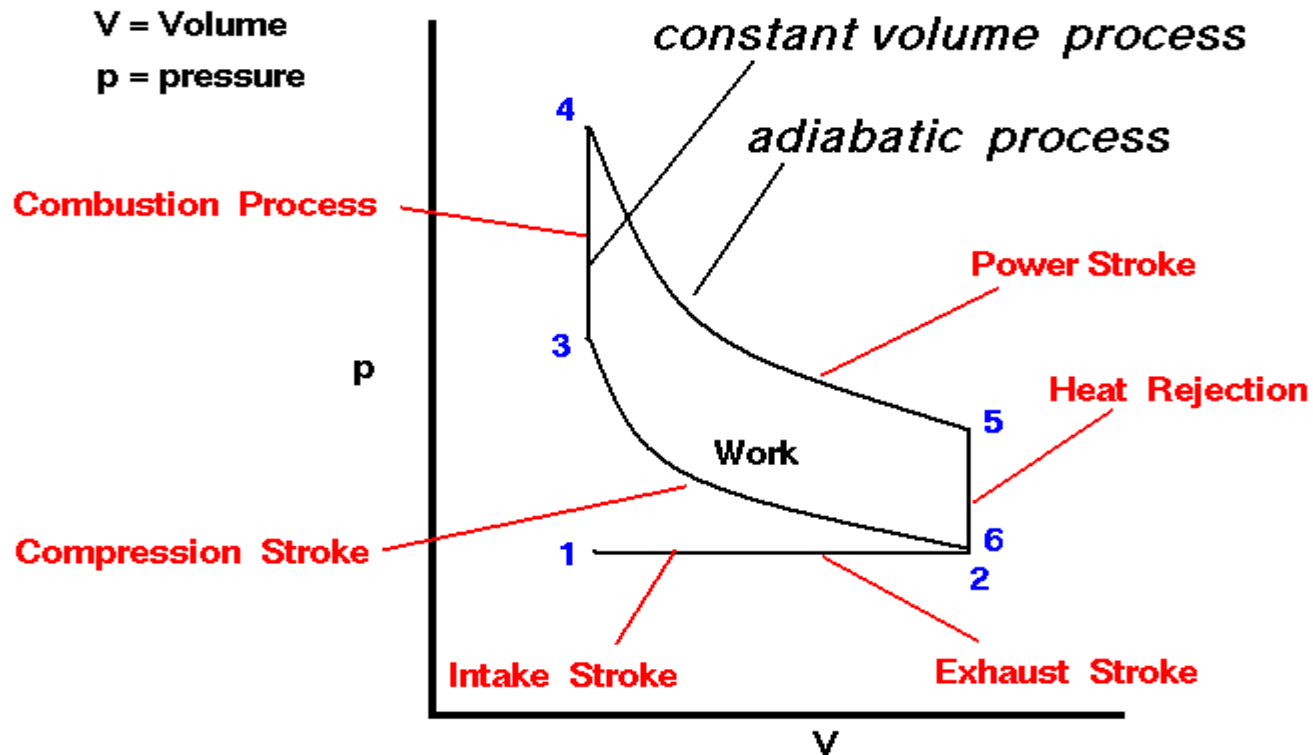


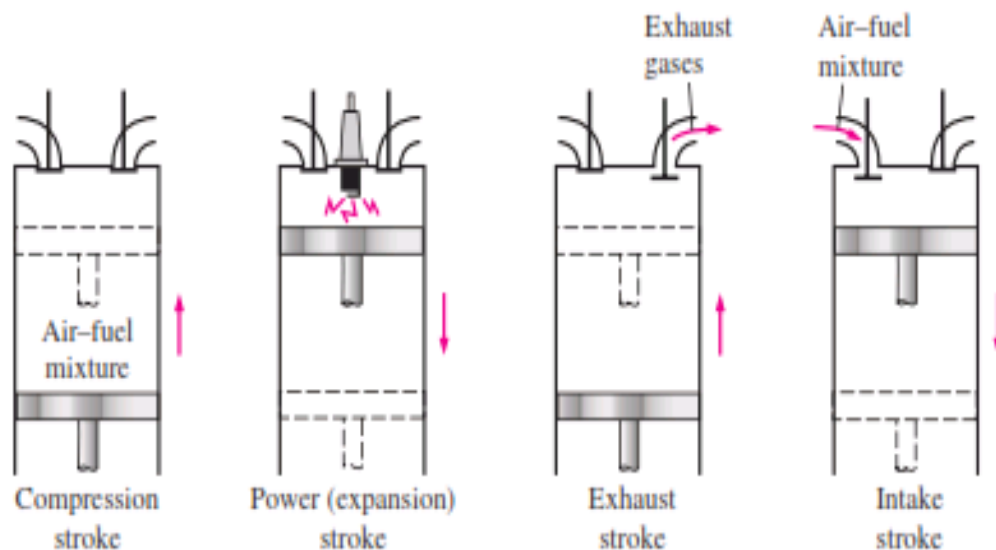
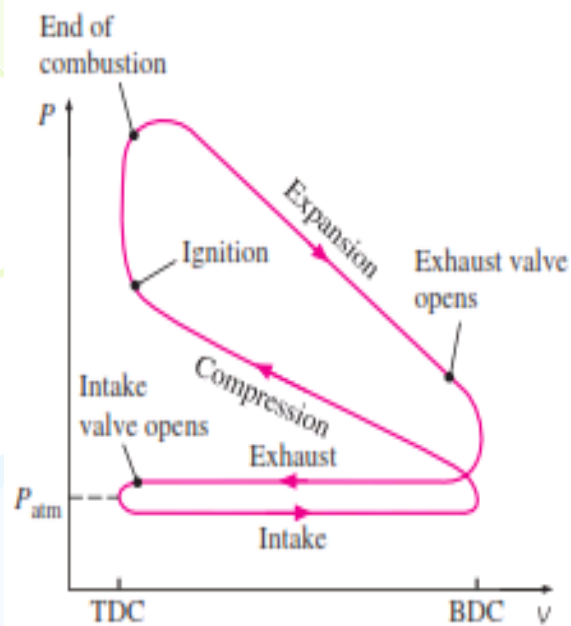
# نمودار سیکل اتو (otto cycle)



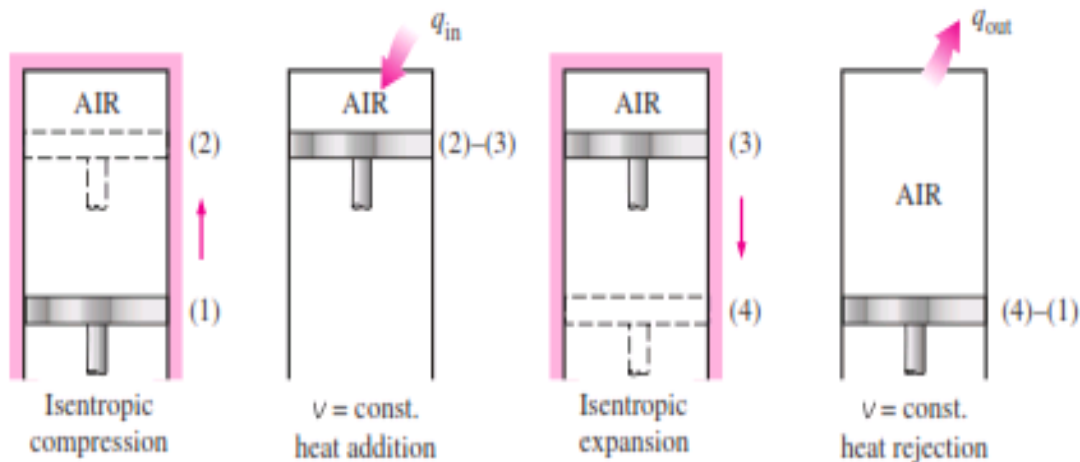
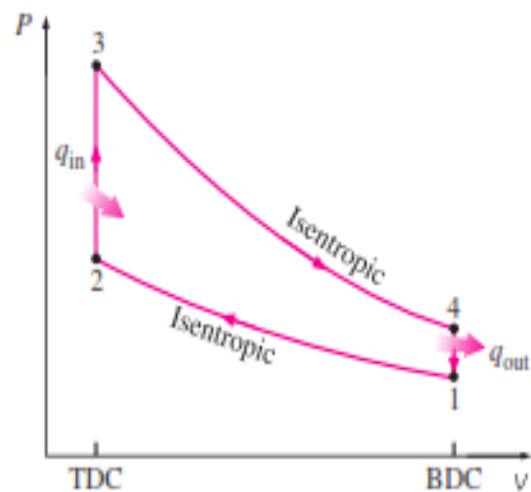
## *Ideal Otto Cycle* *p-V diagram*

Glenn  
Research  
Center





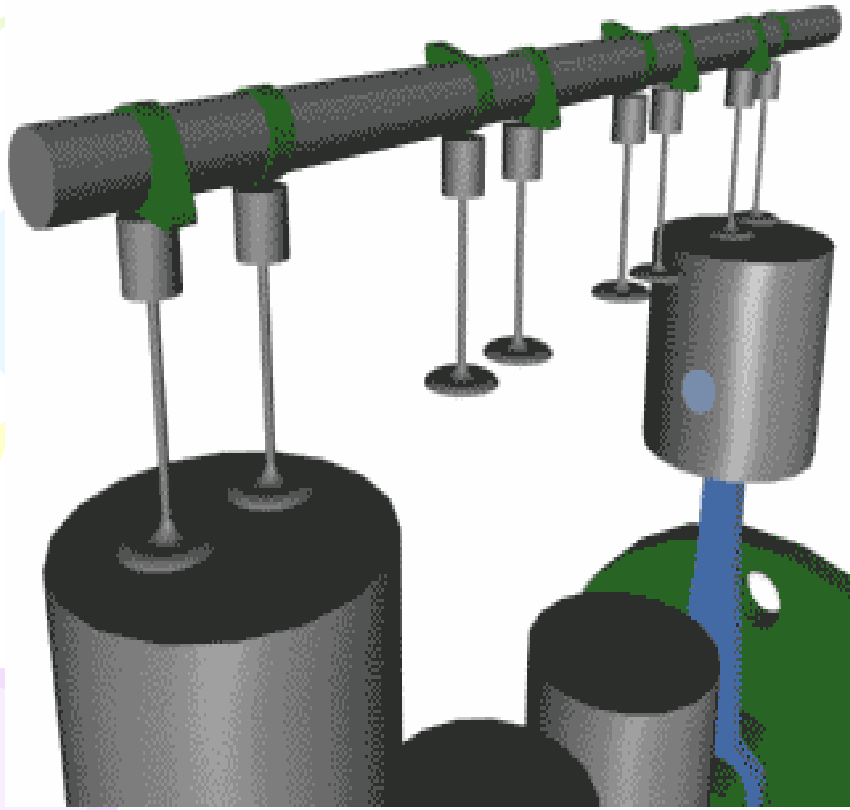
(a) Actual four-stroke spark-ignition engine



(b) Ideal Otto cycle

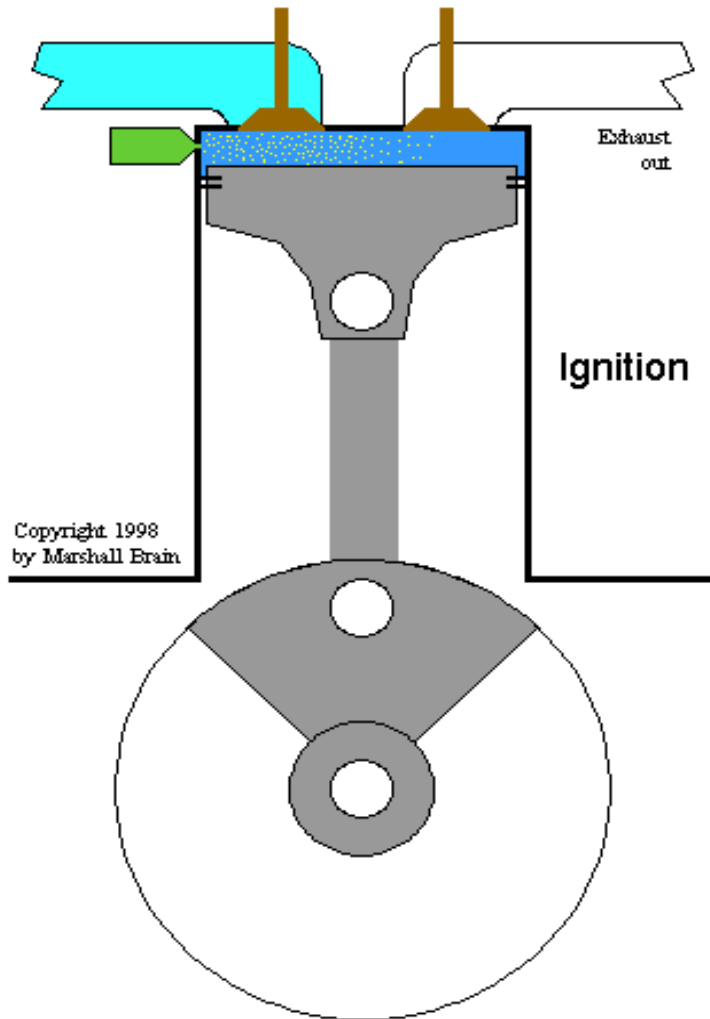


## ترتیب احتراق در موتورهای چهار سیلندر



- در موتورهای چهار سیلندر ترتیب احتراق به صورت:  
۱-۳-۴-۲ است .
- ابتدا سیلندر شماره یک جرقه می زند و سپس شماره ۳ و بعد ۴ و بعد ۲ جرقه می زند .
- در موتور چهار سیلندر سیلندرهایی ۱ و ۴ با هم حرکت می کنند و سیلندرهایی ۲ و ۳ با هم .

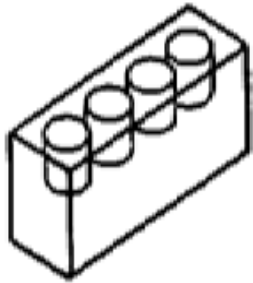
# عملکرد موتورهای چهار زمانه دیزل



- در موتورهای چهار زمانه دیزلی دیگر از شمع برای احتراق مخلوط سوخت و هوا استفاده نمی شود بلکه نوع احتراق تراکمی است .
- ابتدا هوا وارد سیلندر می شود و متراکم می شود و سپس سوخت در انتهای زمان تراکم به داخل سیلندر تزریق شده و چون دما بالا رفته مخلوط محترق می شود .

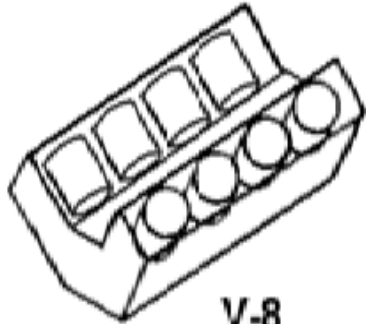
# انواع موتورهای از لحاظ چیدمان سیلندرها

- موتورهای ردیفی
- موتورهای V-شکل
- موتورهای تخت
- موتورهای ستاره ای

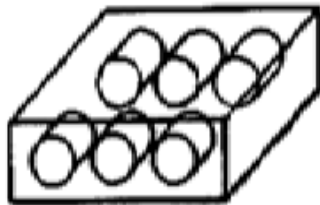


IN-LINE  
4 CYLINDER

ردیفی چهار سیلندر

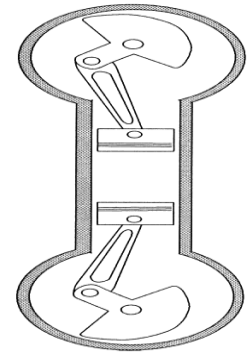
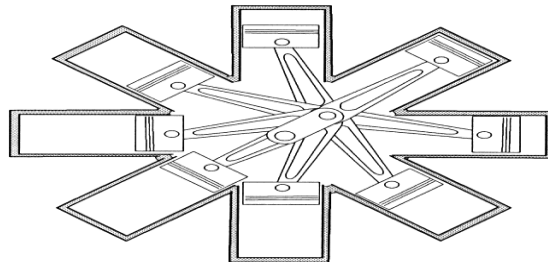
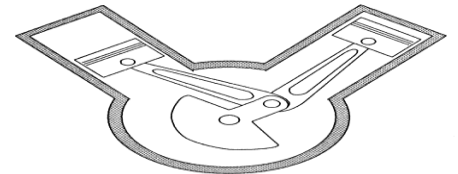
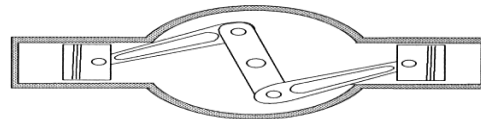
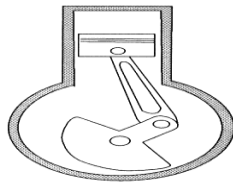


V-8

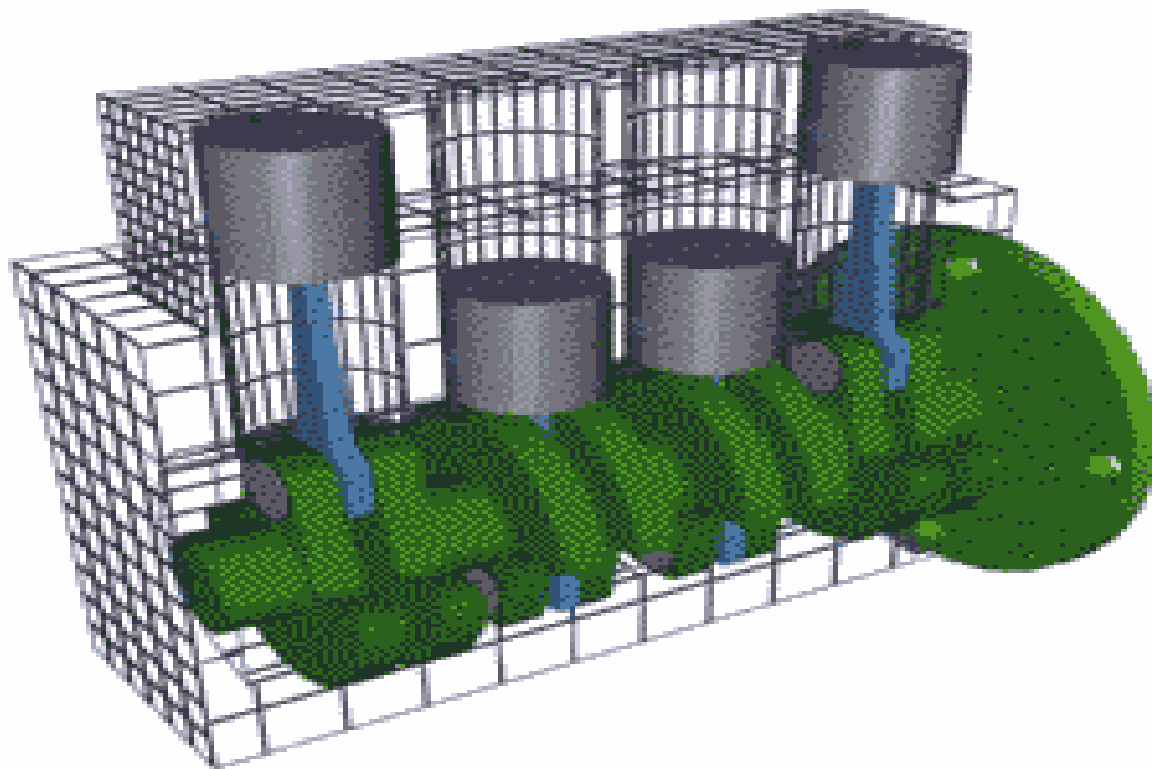


FLAT 6

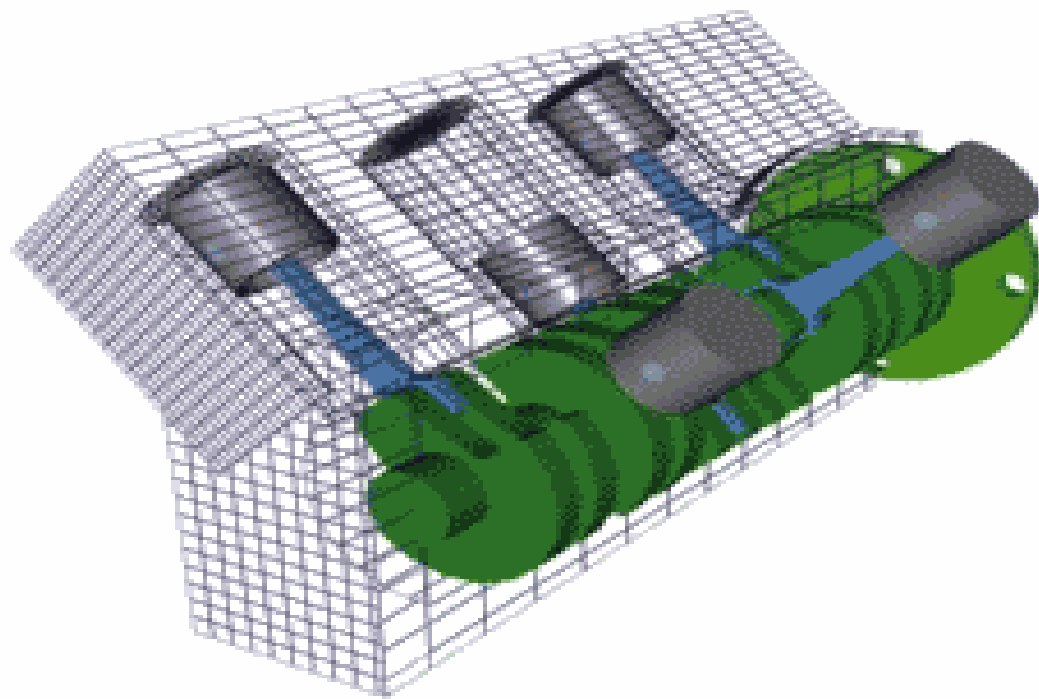
(تخت)



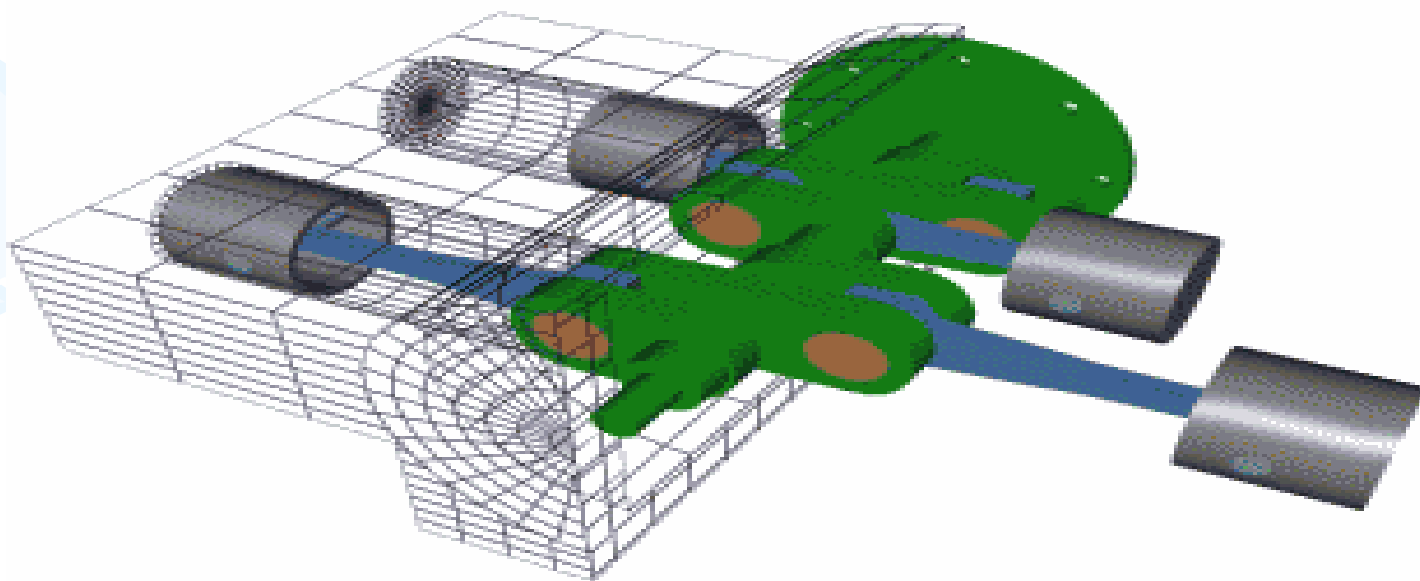
# موتور با سیلندره‌ای ردیفی



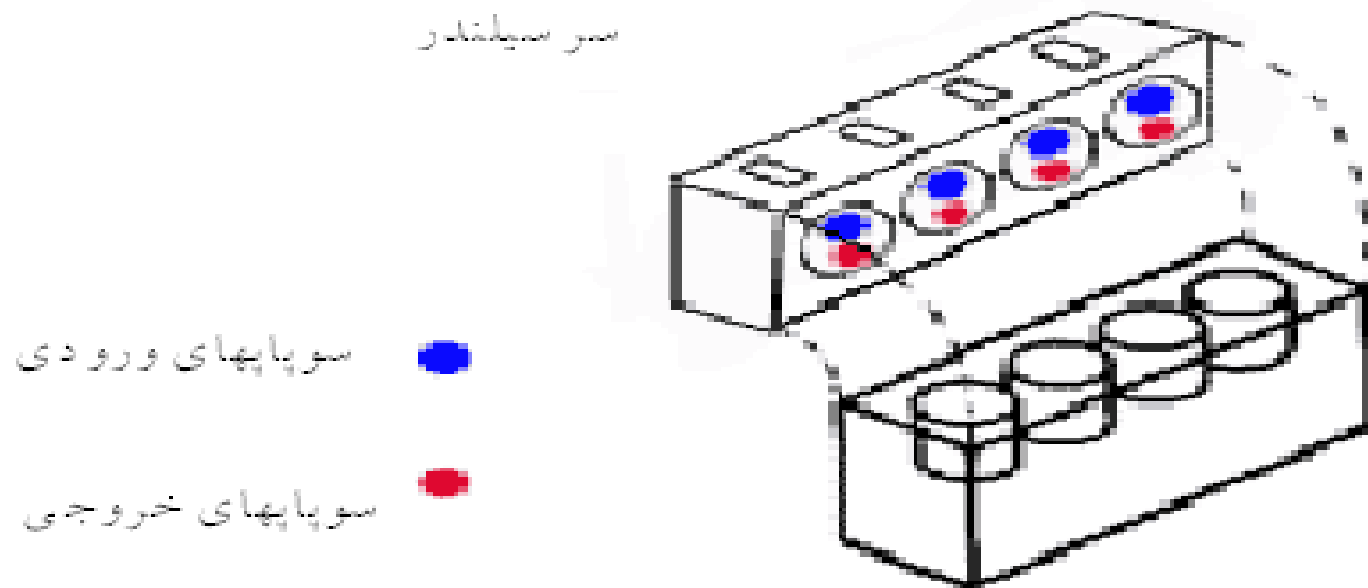
## موتور با سیلندره‌های V – شکل



# موتور با سیلندره‌ای تخت ( خوابیده )



# نحوه قرارگیری سوپاپهای دود و گاز بر روی سر سیلندر



ترتیب قرار گرفتن سوپاپ ها در یک موتور ۴ سیلندر

در نوع متداول ان به صورت زیر است :

دود - گاز / گاز - دود / دود - گاز - دود

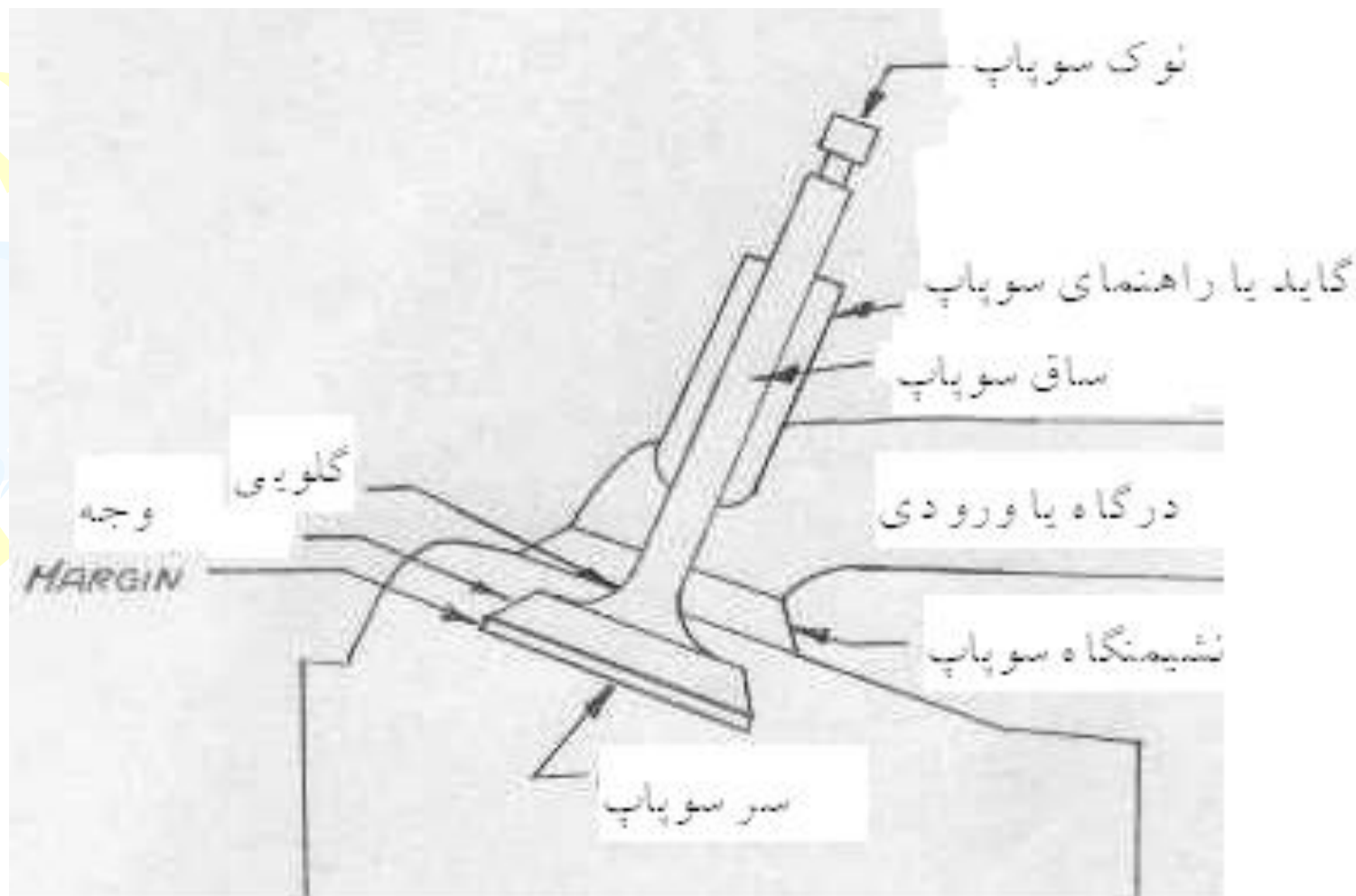


## وظیفه سوپاپ ها چیست ؟

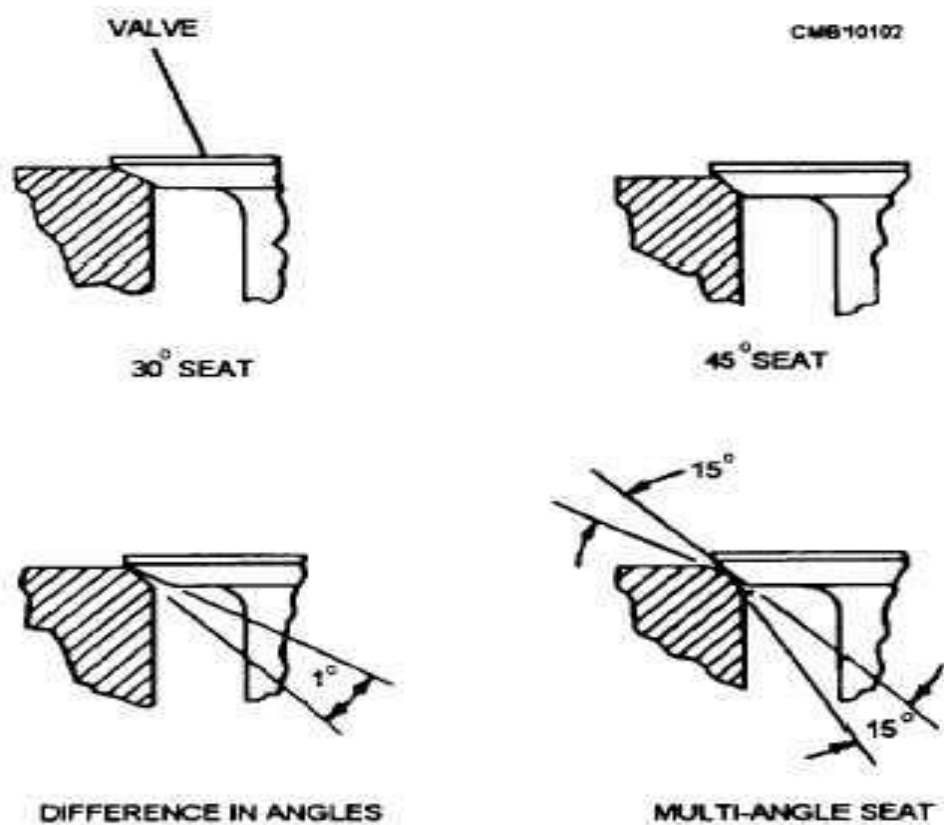
- سوپاپها اجازه ورود مخلوط سوخت و هوا را به داخل سیلندر می دهند ، و گازهای حاصل از احتراق را از سیلندر خارج می کنند .
- در موتورها معمولا از یک سوپاپ ورودی و یک سوپاپ خروجی استفاده می کنند ، اما امروزه برای افزایش راندمان و کارایی موتور از چهار یا پنج سوپاپ برای هر سیلندر استفاده می کنند .
- سطح مقطع سوپاپ دود از سوپاپ هوا کوچکتر است .
- سوپاپ دود از هوا مقاومتر است .
- ساق سوپاپ دود لاغرتر است .



## اجزای مختلف سوپاپ



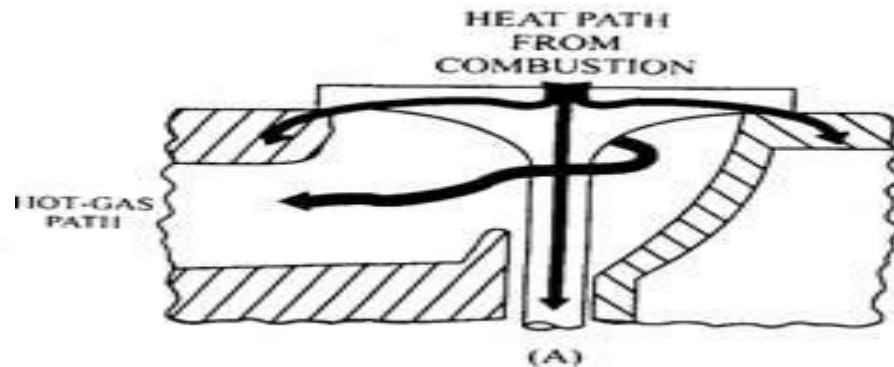
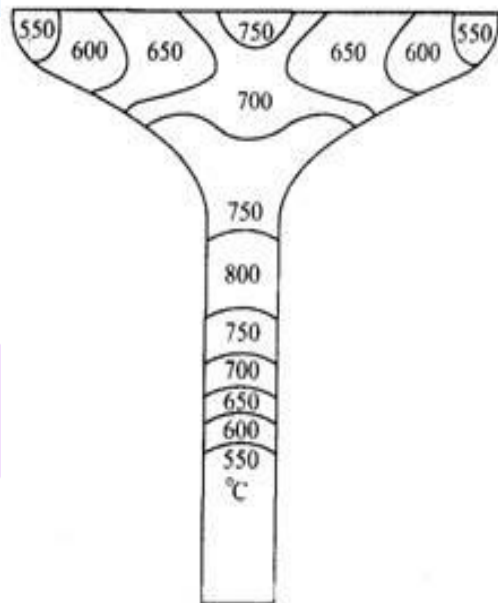
- به محل نشست سوپاپها در سرسیلندر سیت می گویند. سیت حلقه ای است که به صورت پرسی در سرسیلندر قرار می گیرد. زاویه نشست سوپاپ روی سیت ۳۰ یا ۴۵ درجه است. در نوع ۳۰ درجه سوخت بیشتری وارد و یا دود بیشتری خارج می شود زیرا سوپاپ زودتر باز می شود و مدت زمان بیشتری باز است. ولی در نوع ۴۵ درجه آب بندی سوپاپ بهتر است.



- سوپاپ با فنر در حالت عادی بسته است و با فشاری که اسبک (انگشتی) یا تایپت (استکانی) به ساق سوپاپ می آورند، سوپاپ باز می شود. اگر نیروی فنر زیاد باشد سوپاپ را با ضربه می بندد و دیرتر باز می کند و مدت کمی باز می ماند. اگر نیروی فنر کم باشد، سوپاپ زود باز می شود و دیر بسته می شود که هم فنر با نیروی زیاد و هم فنر با نیروی کم برای موتور و سوپاپ مضر است. در نوع اول باعث خرابی سیت و کم شدن راندمان حجمی می شود. نوع دوم در سوپاپ دود که حرارت زیادی را تحمل می کند سبب سوختگی می شود و باز هم راندمان حجمی کم می شود زیرا در هنگام مکش سوپاپ دود مدت زمان زیادی باز می ماند و دودها با مکش وارد سیلندر می شوند.

# توزیع حرارت در سوپاپ

- حرارت ایجاد شده در اثر احتراق در مرکز سوپاپ بیشترین و هرچه به سمت کناره ها می رویم کمتر می شود. اگر غیر از این باشد باعث سوختن سوپاپ می شود و این عیب به علت کج بودن سوپاپ یا کج نشستن آن است که باید سوپاپ عوض شود و مسیر آن کنترل شود تا کج نشیند.



# مکانیزم حرکت دهنده سوپاپ





# انواع ترکیب و شکل قرار گیری سوپاپ ها

• T-head

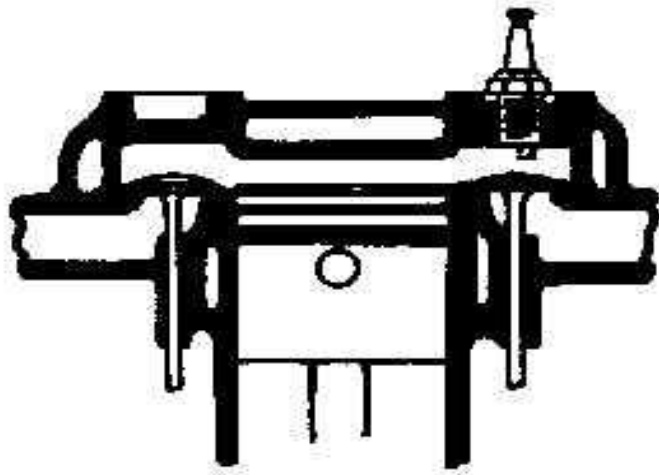
• L-head

• F-head

• I-head: خود به دو دسته تقسیم می شود .  
overhead valve, and overhead cam✓



# T- HEAD



T-HEAD

- در موتورهای اولیه هر دو سوپاپ در بلوکه موتور نصب می شد . هر کدام از سوپاپها در یک طرف سیلندر قرار می گیرند .

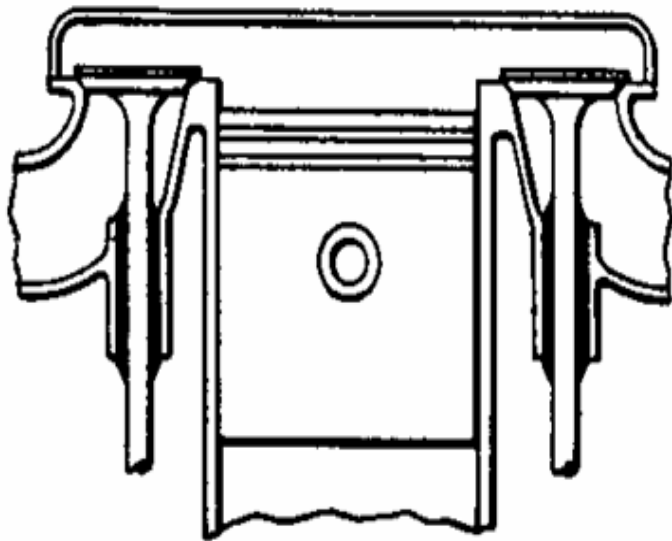
- هر کدام از سوپاپها دارای بادامک جداگانه ای هستند .

- چون محفظه احتراق به شکل T در می آید ، این نام را بر آن قرار دادند .

- کمپرس پایین ، جریان هوای کم و قدرت پایین از معایب این سیستم است .

- مورد استفاده از سال ۱۸۸۰ میلادی تا

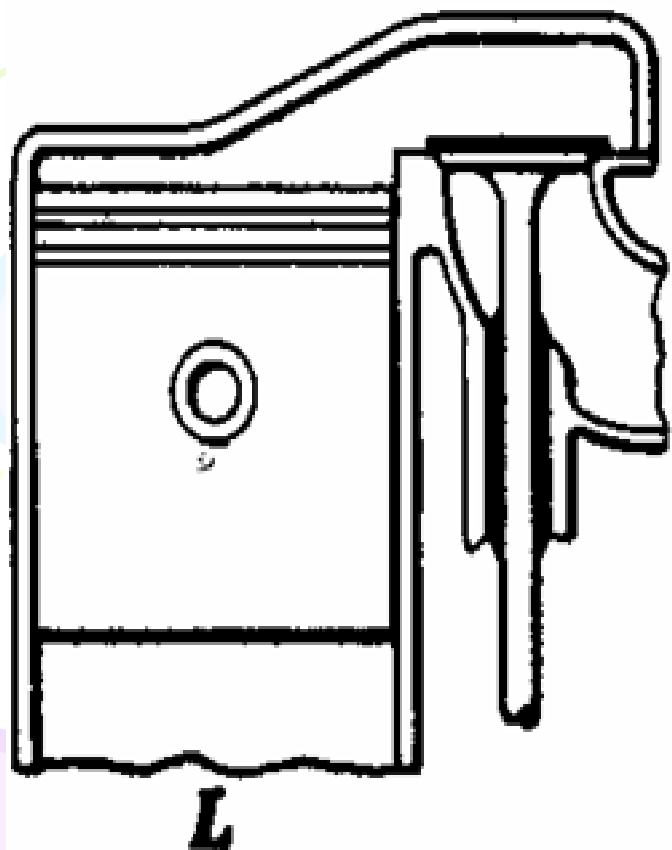
۱۹۲۰



T

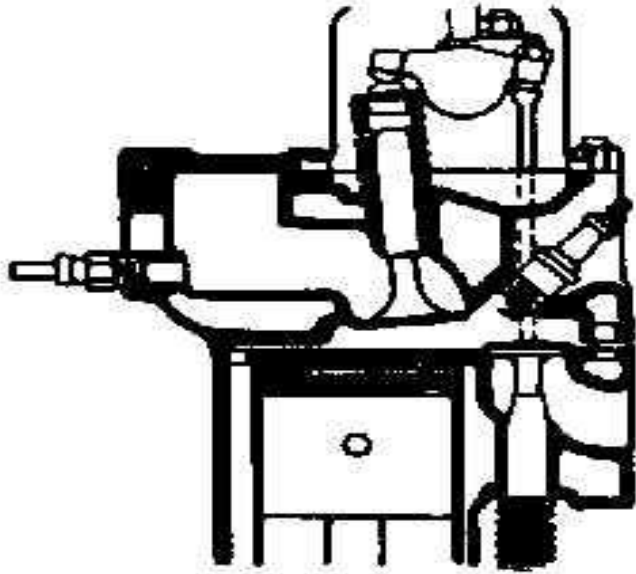


# L - HEAD

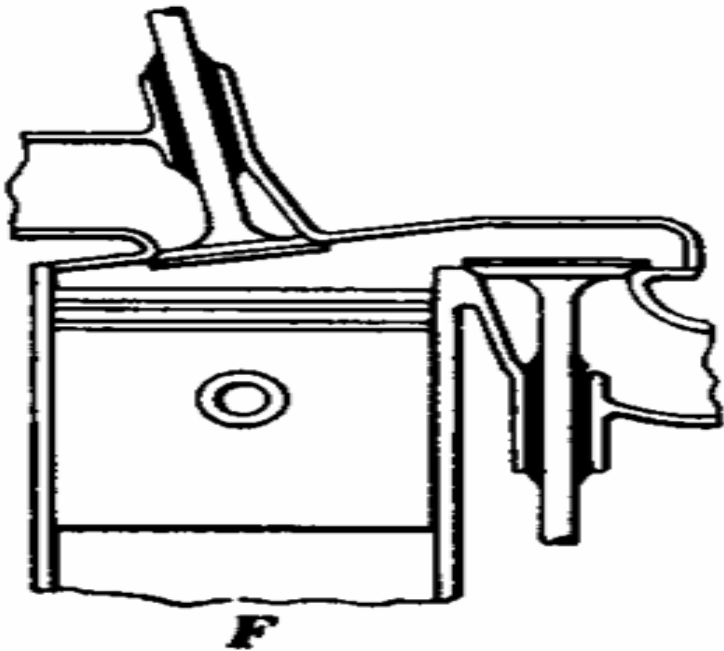


- همچنان سوپاپها در بلو که سیلندر قرار دارند ، اما هر دو سوپاپ در یک طرف سیلندر قرار گرفته اند این کار نسبت تراکم و در نتیجه قدرت موتور را افزایش داد .
- عیب این سیستم مسیر پر پیچ و خم برای ورود و خروج محصولات است .
- اولین مورد استفاده در حدود سال ۱۹۱۰ میلادی و آخرین مورد در رامبلر امریکایی سال ۱۹۶۵ بود .

# F - HEAD



- سوپاپ ورودی در سر سیلندر و سوپاپ خروجی در بلوک قرار گرفت .
- از یک میل بادامک برای به حرکت انداختن سوپاپها استفاده می شد اما میله فشار دهنده و اسبکها فقط برای سوپاپ ورودی استفاده می شد .
- برای یک مدت کوتاه بین اوسط سالهای ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۰ توسط تعدادی از شرکتها به نامهای رولز رویز ، جیپ و روور مورد استفاده قرار گرفت .
- قدرت کم و گشتاور بالا در دورهای کم



# I - HEAD

## ● موتورهای سوپاپ رو : ( OHV Engine )

- میل بادامک در بدنه موتور نصب شده است ، حرکت از طریق بادامک به میل کشنده و سپس از طریق اسبک به سوپاپها منتقل می شود .
- مکان زیادی اشغال می کند .
- از لحاظ کارایی پایین است .
- قدرت آن در دورهای پایین زیاد است .

5. اسبک سوپاپها را باز می کند

میل اسبک که اسبکها روی آن قرار می گیرند

میزان لقی سوپاپ از اینجا اندازه گیری می شود

پیچ تنظیم کننده لقی سوپاپ

6. فتر سوپاپ

سوپاپ خروجی

سوپاپ ورودی

4. میله کشنده که به اسبکها پیچ شده است

2. Camshaft sprocket has twice as many teeth as crankshaft sprocket, so it rotates at half crankshaft speed

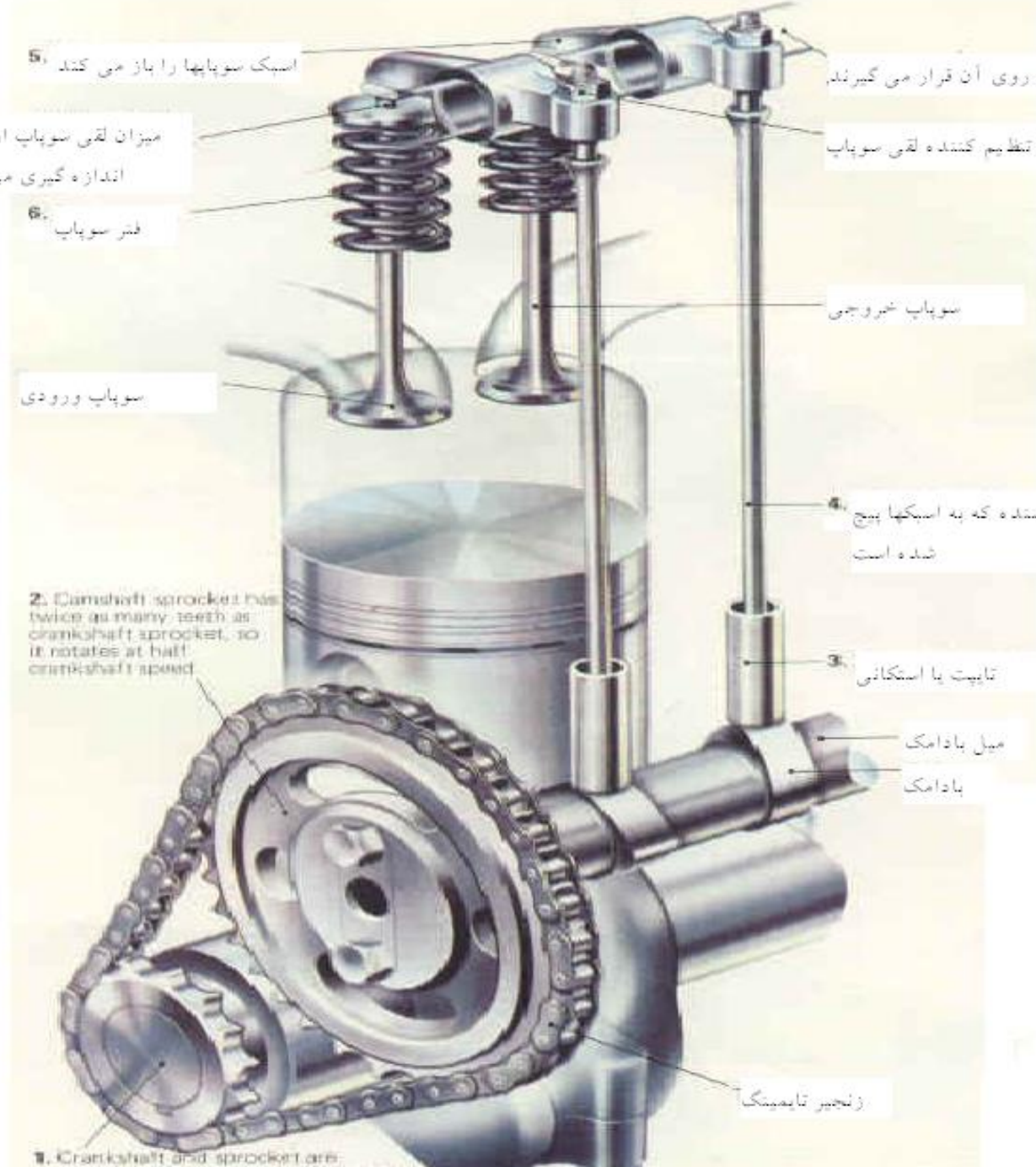
3. تاپیت یا استکانی

میل بادامک

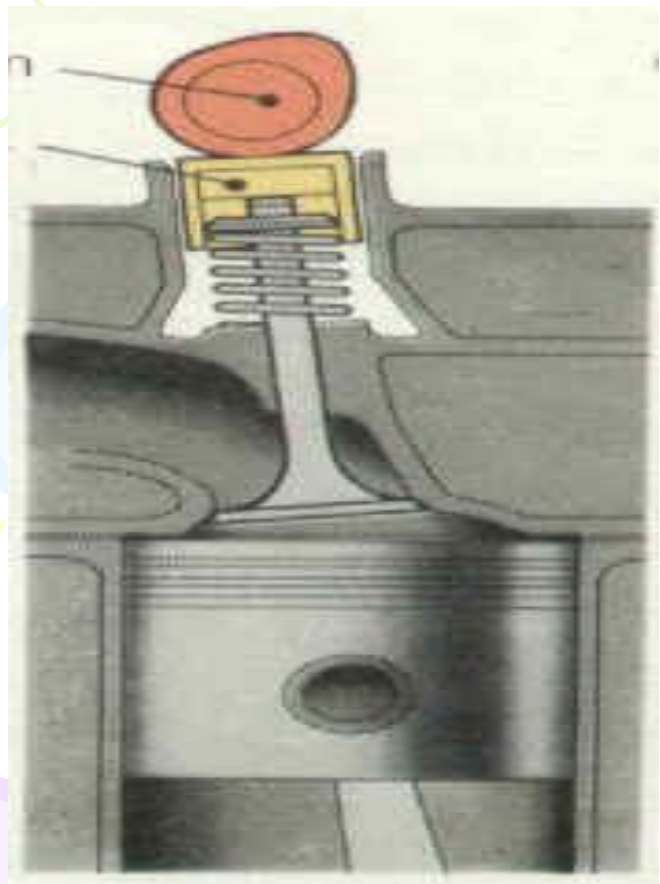
بادامک

1. Crankshaft and sprocket are

زانجیر تایمینگ



# مکانیزم سوپاپ با بادامک رو ( OHC Engine )



- در این مکانیزم میله رابط و اسبک حذف شده است و بادامکها در سر سیلندر قرار گرفته است .
- این مکانیزم به مراتب ساده تر از مکانیزم OHV است .
- موتور توانایی عملکرد در دورهای بالاتر را دارد .

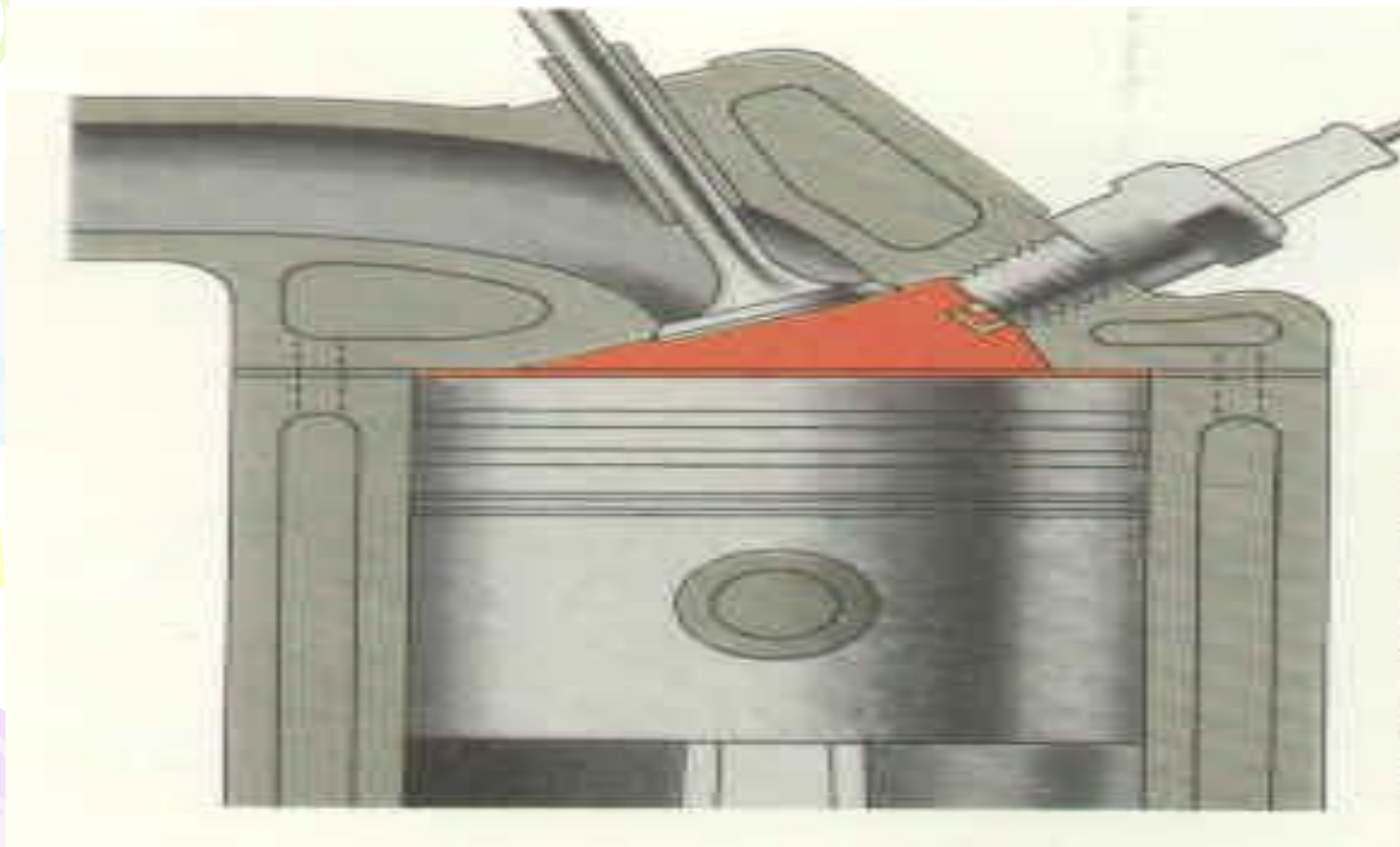
# محفظه احتراق و انواع آن

- مکانی در بالای سیلندر که سوختن مخلوط سوخت و هوا در آن اتفاق می افتد .
- کل محفظه احتراق و روش قرار گیری سوپاپ ها در آن تاثیر مهمی در میزان قدرت موتور دارد .
- دوشکل رایج برای محفظه احتراق وجود دارد که عبارتند از :
  - محفظه احتراق گوه ای شکل ( wedge head )
  - محفظه احتراق نیمکره ای ( hemisphere head )

# محفظه احتراق گوه ای شکل ( Wedge Head )

- هر دو سوپاپهای ورودی و خروجی پهلوی به پهلوی هم هستند ، این باعث می شود که مخلوط سوخت و هوا مجبور باشد که نسبتاً از تعداد زیادی از گوشه های تیز عبور کند که هر کدام از آنها یک محدودیت است . این عامل جریان هوا را کاهش می دهد و بنابراین قدرت خروجی کاهش می یابد .
- شمع در دورترین نقطه محفظه احتراق قرار گرفته است . این باعث می شود که زمان مورد نیاز برای سوختن مخلوط نسبتاً زیاد شود و در سرعت های بالای پیستون باعث کاهش قدرت موتور می شود .

# محفظه احتراق گوه ای شکل



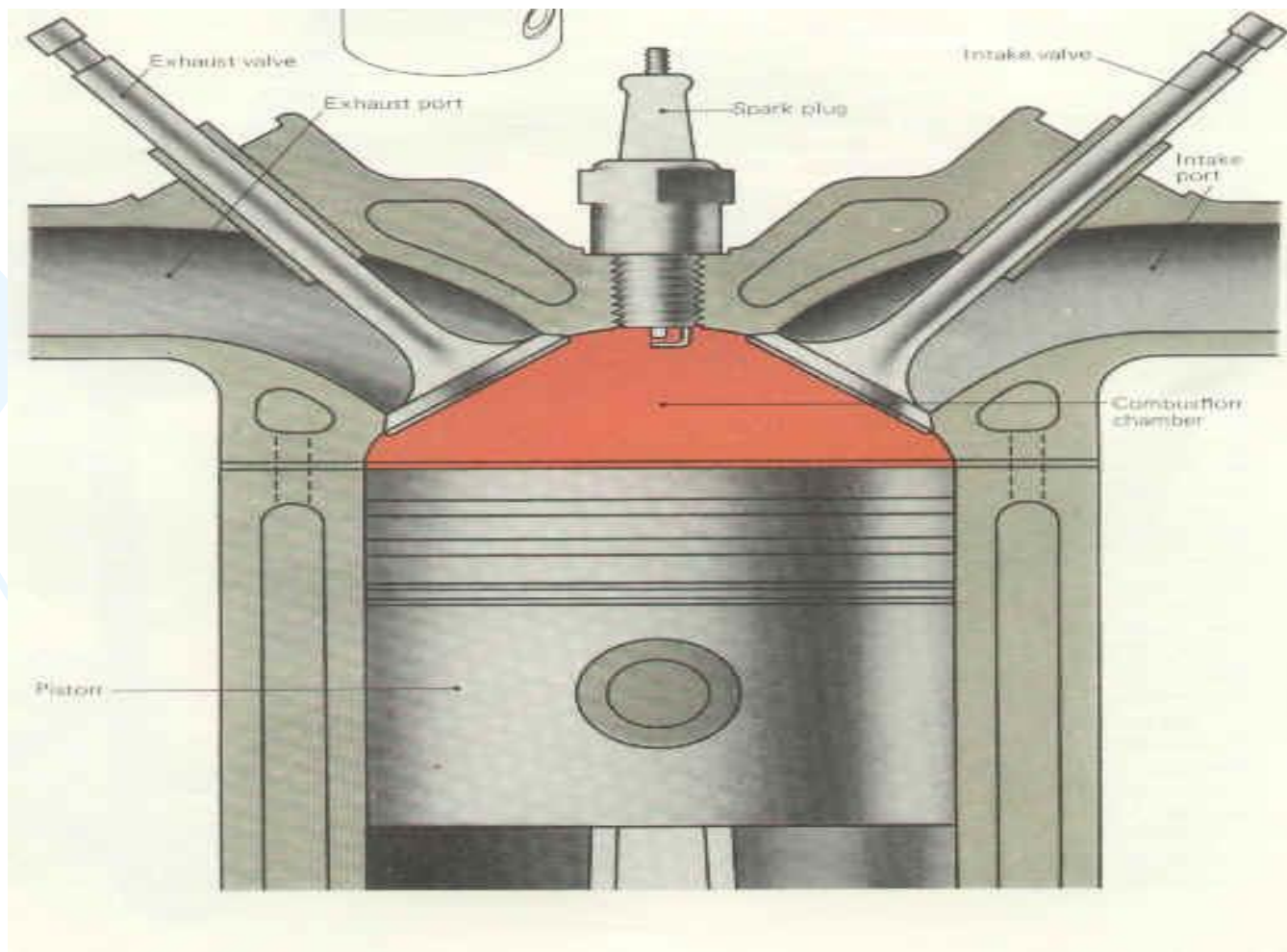




# محفظه احتراق نیم کره ای

- این طراحی نهایت طراحی محفظه احتراق است .
- محفظه احتراق بسیار فشرده است .
- شمع در مرکز محفظه قرار گرفته است .
- جریان هوا مستقیم به داخل محفظه احتراق است و این باعث راندمان حجمی ( توانایی پرشدن سیلندر ) خوب می شود برای افزایش قدرت خروجی .
- به دلیل هزینه ساخت سنگین در همه وسایل نقلیه استفاده نمی شود

# محفظه احتراق نیم کره ای





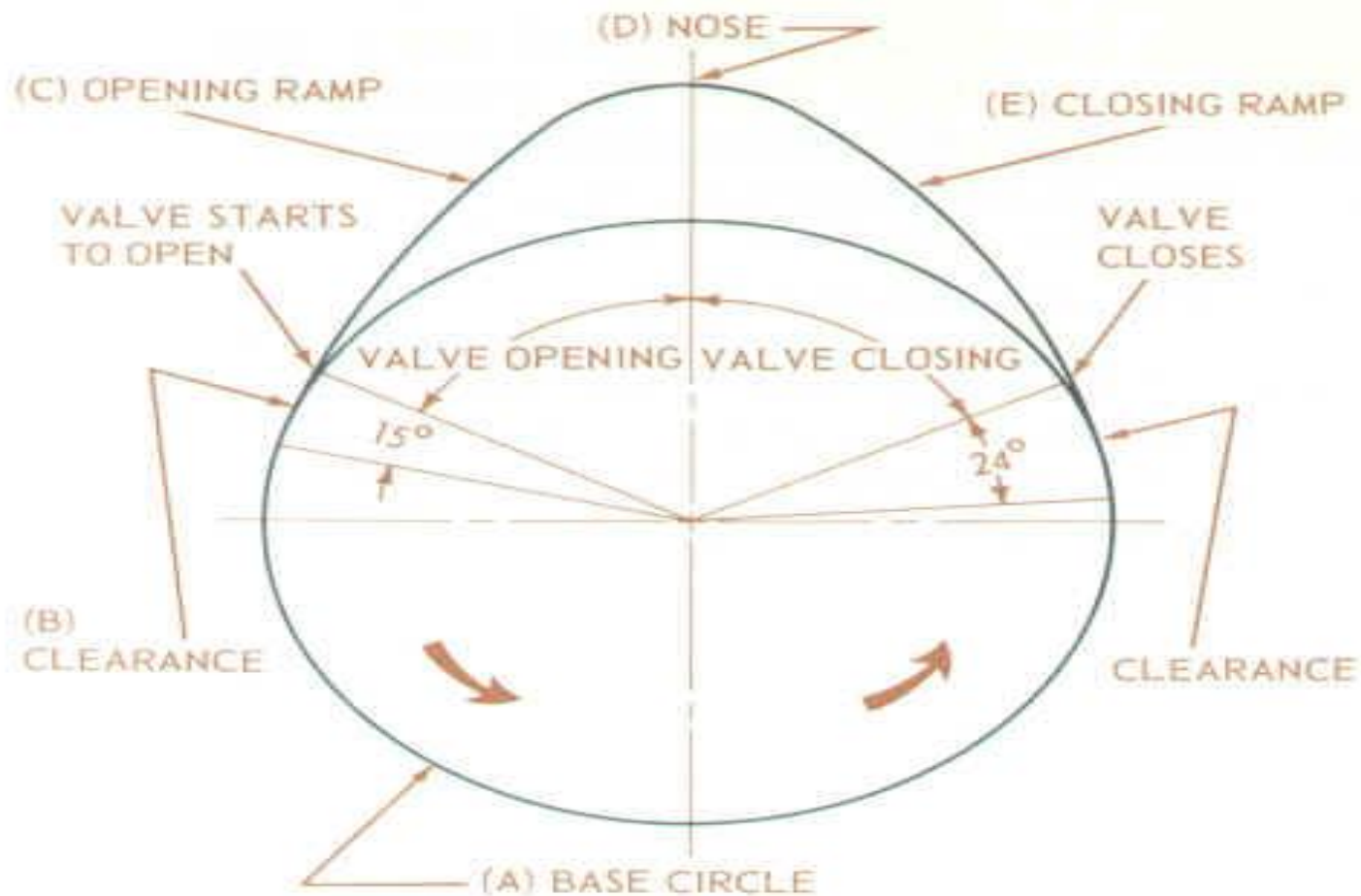
# بادامک

- حرکت دورانی میل لنگ بوسیله میل بادامک به حرکت رفت و برگشتی تبدیل می شود و بادامکها هستند که سوپاپها را باز می کنند.

- هر بادامک از پنج قسمت اصلی تشکیل شده است :

- دایره مبنا
- حد باز شدن ( شیب ملایم باز شدن )
- پهلوی باز کردن سوپاپ
- پهلوی بسته شدن سوپاپ
- حد بسته شدن ( شیب ملایم بسته شدن )

# قسمتهای مختلف بادامک





# سه روش رایج برای به حرکت درآوردن بادامک

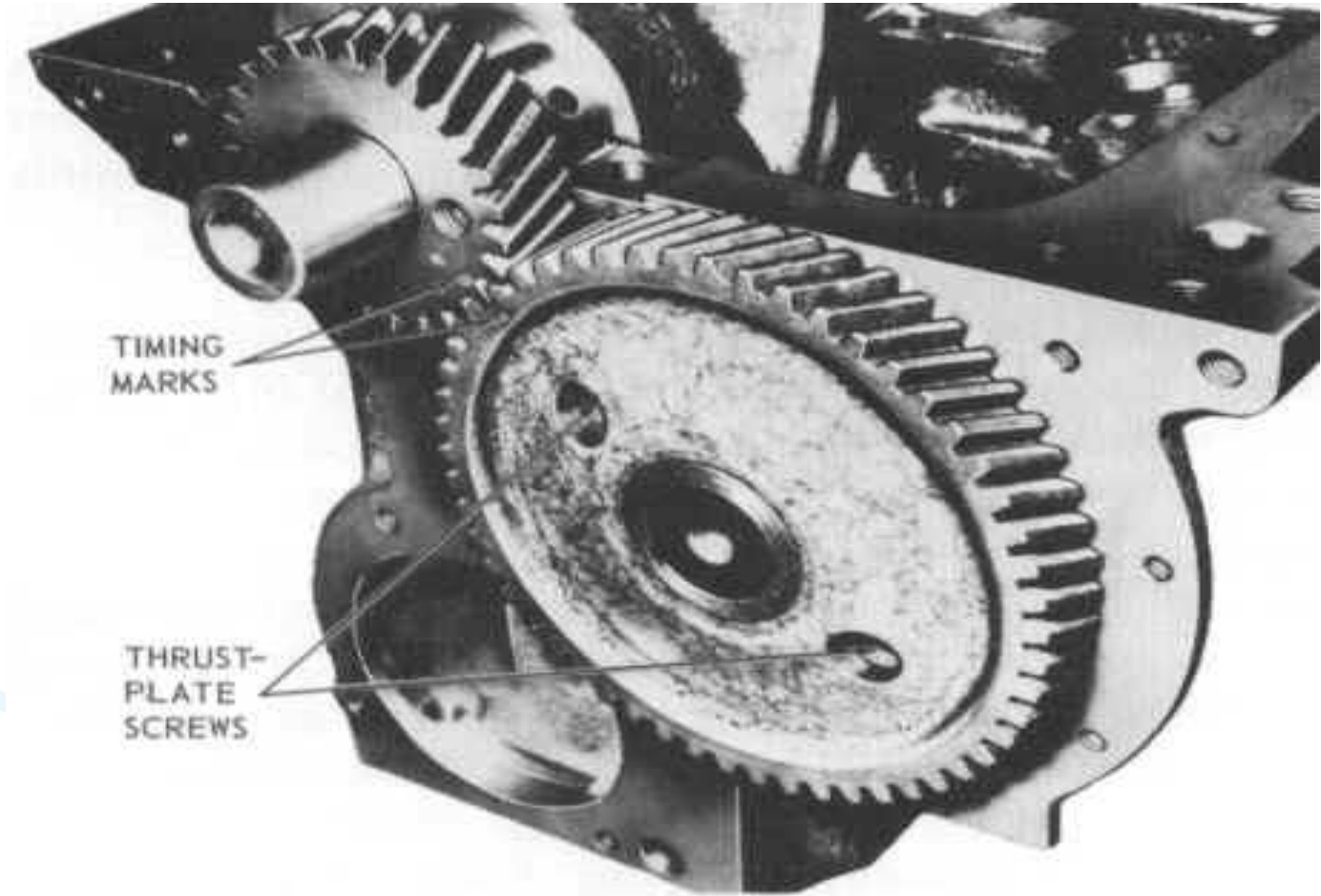
- از طریق چرخ دنده های درگیر (Gears)
- از طریق چرخ زنجیر (Chain drive)
- از طریق چرخ تسمه (Gilmer Belt)



# چرخ دنده ( GEARS )

- این روش به طور معمول در موتورهای OHV انجام می شود.
- برای تولید در موتور نوع OHC گران است .
- فورد این سیستم را در موتور مدل SOHC 427 V-8 در دهه ۱۹۶۰ و هندل در موتور مدل VFR 450 V-4 و موتور سیکلت مدل RC 45 در دهه ۸۰ و ۹۰ استفاده کرد .

# میل سوپاپ از میل لنگ بوسیله چرخ دنده نیرو می گیرد





# چرخ زنجیر (CHAIN DRIVE)

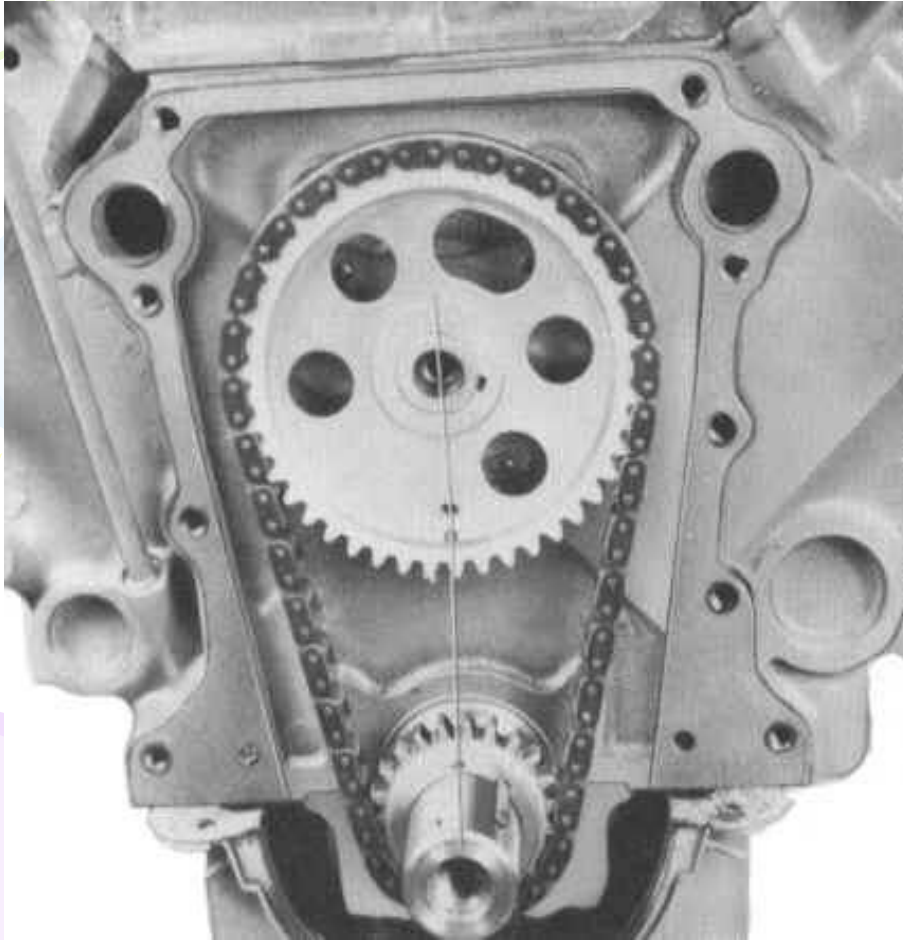
- روش رایج برای به حرکت درآوردن میل بادامک است .
- بزرگترین دلیل استفاده از این سیستم ارزان بودن آن است .
- عیب این سیستم سرو صدای زیاد است .
- دو نوع روش در این سیستم به کار گرفته می شود :

– زنجیر غلتکی ( Roller Chain )

– Hy-Vo Chain



# 1 . Roller Chain



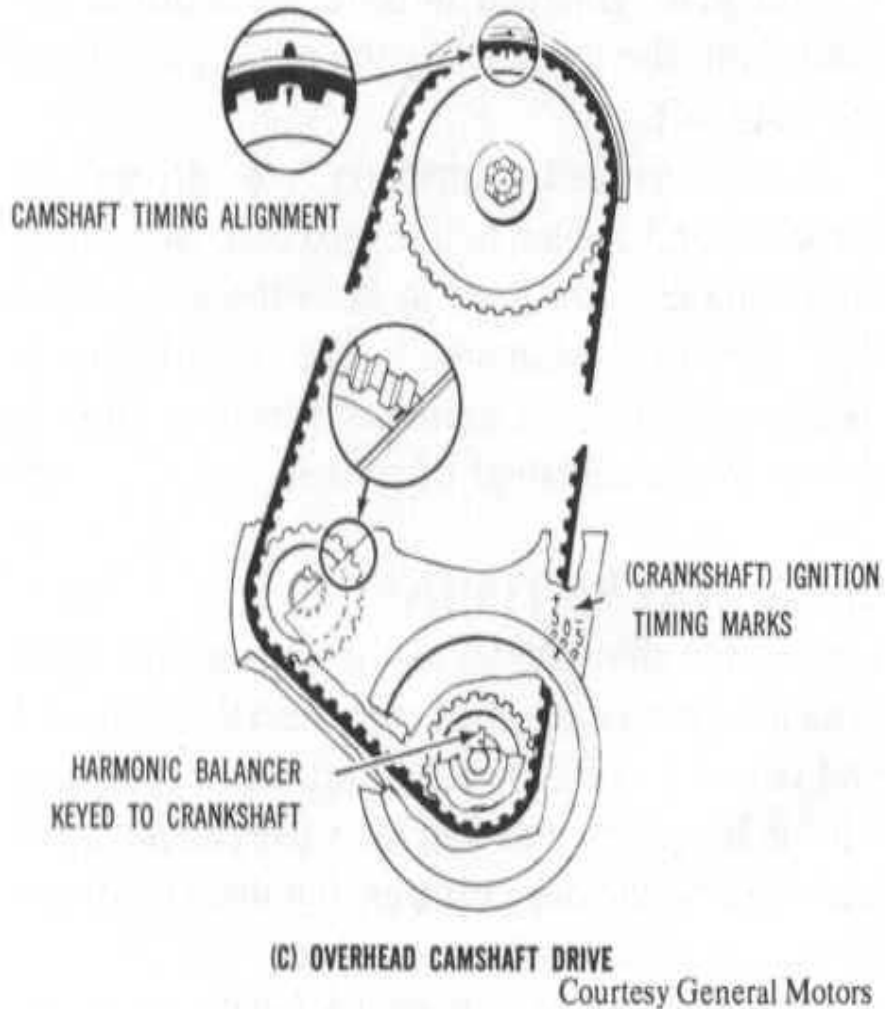
- تمایل به کشش در این نوع زنجیر از انواع دیگر کمتر است .
- به طور کامل پر سر و صدا است .
- عمدتاً در کامیونها و ماشینهای با کاربرد سنگین استفاده می شود .

## 2. Hy-Vo Chain, or Morse Chain, or Silent Chain



- این نوع از زنجیر دارای اتصال تخت است که به هم پرچ شده اند.
- این نوع از اتصال در جعبه دنده (transfer cases) بسیاری از خودروهای سنگین چهار چرخ محرک استفاده می شود، برای تولید توان در میله محرک جلو.
- تمایل به کشش در این نوع از مدل غلتکی بیشتر است و لذا در موتورهای با سیستم میل بادامک رو استفاده نمی شود.

# Gilmer Belt



- مناسبترین سیستم برای موتورهای بادامک رو می باشد .

- A Gilmer belt is a toothed, nylon reinforced, neoprene rubber belt

- تولید آن ارزان است .

- یک تسمه تایمینگ قیمتی در

حدود \$15 تا \$30 دارد در

حالیکه زنجیر تایمینگ در حدود

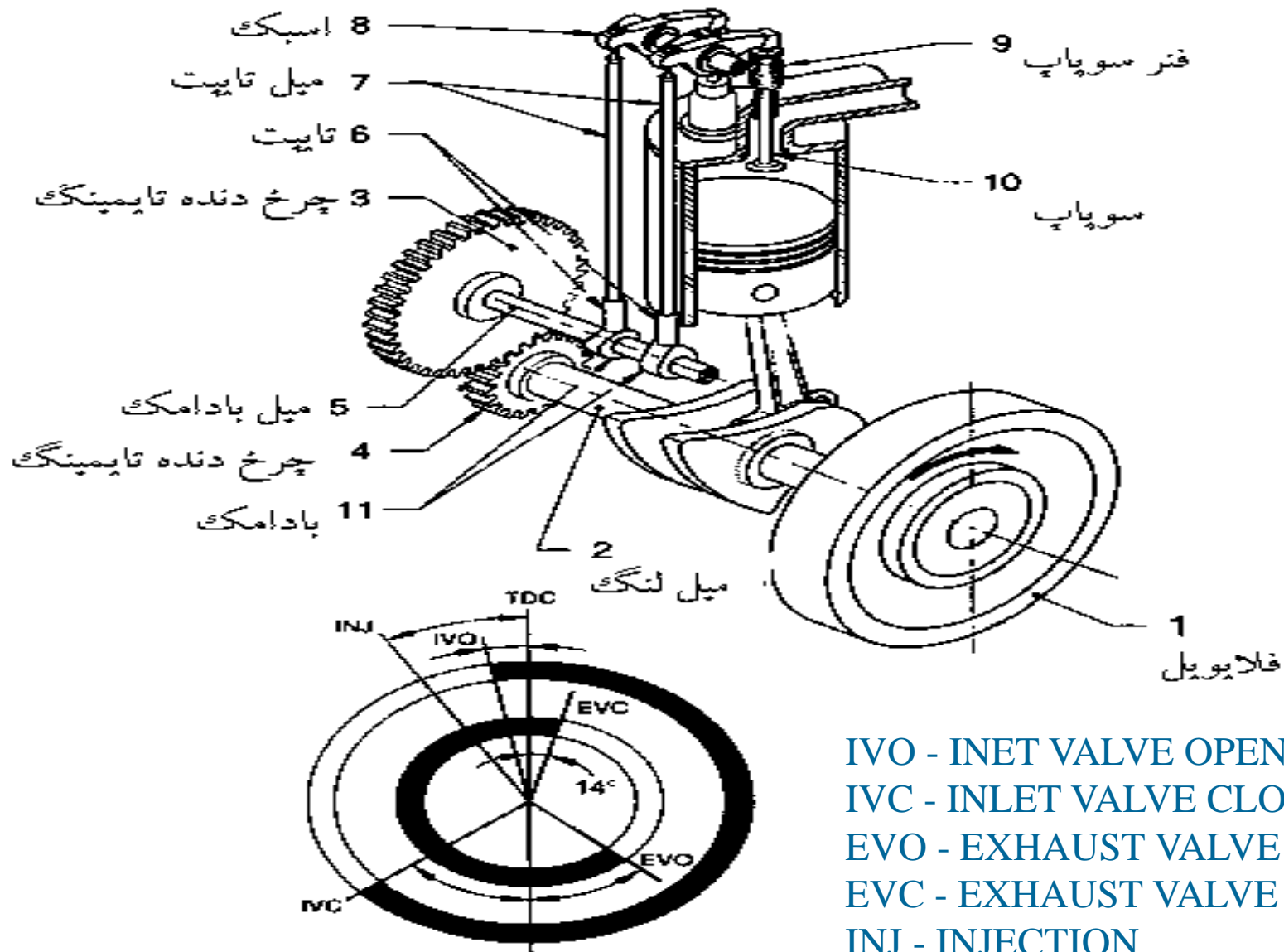
\$150.

# تایمینگ سوپاپها (Valve Timing)

- اگر سوپاپهای گاز و دود درست در نقطه مرگ بالا و پایین باز شوند ، قدرت بازده موتور به حداکثر ممکن نمی رسد . بنابراین تایمینگ سوپاپها در طراحی موتور دارای اهمیت زیادی است .

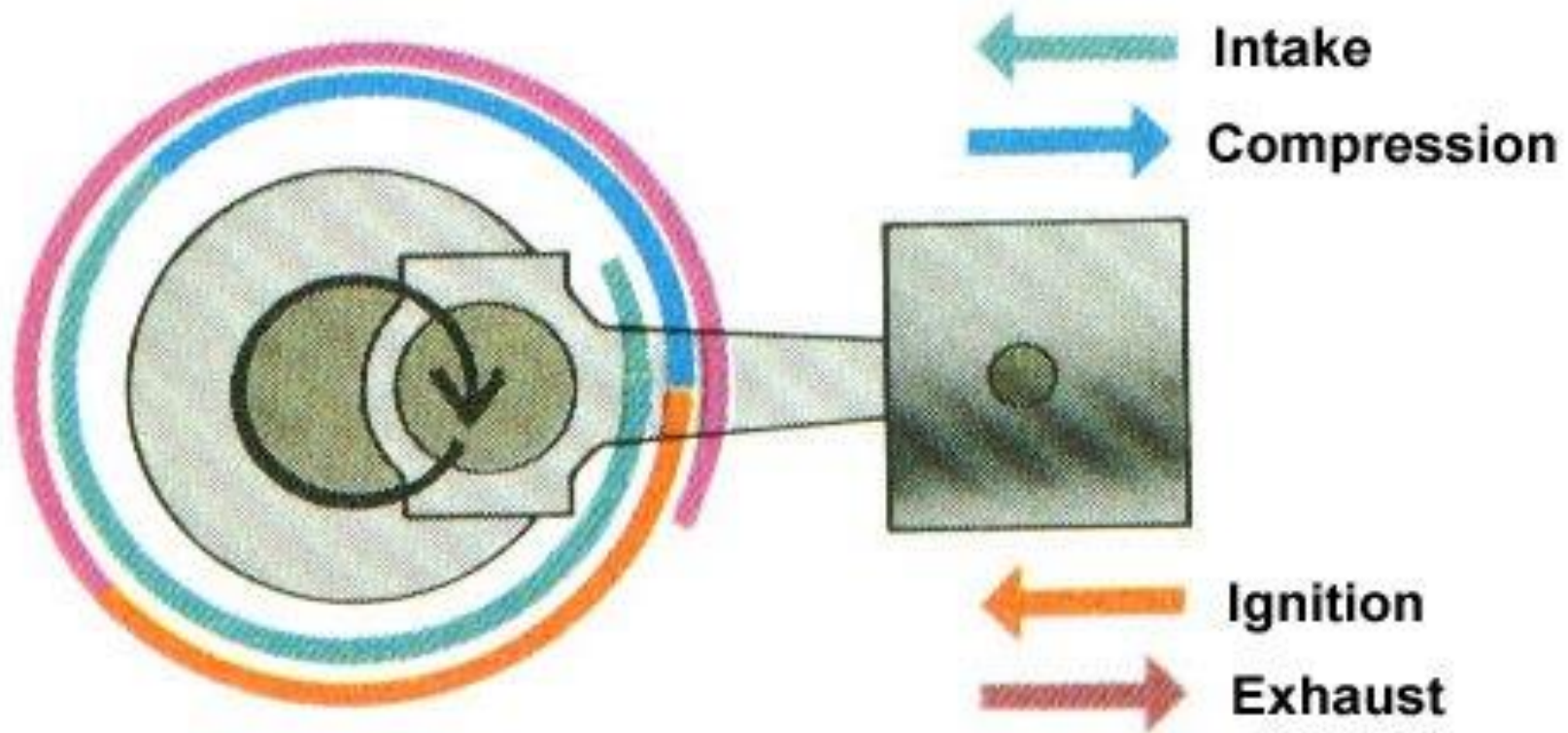
- مقدار باز شدن سوپاپها را قبل از نقطه مرگ بالا و پایین آوانس سوپاپها و مقدار بسته شدن بعد از TDC و BDC را ریتارد سوپاپ می گوئیم .

# نمایش دیاگرام تایمینگ سوپاپها



IVO - INET VALVE OPEN  
 IVC - INLET VALVE CLOSE  
 EVO - EXHAUST VALVE OPEN  
 EVC - EXHAUST VALVE CLOSE  
 INJ - INJECTION

# تایمینگ سوپاپها در چهار مرحله کاری



**Valve timing overlap**