

فصل ۵

اجزای انتقال قدرت

POWER TRANSMISSION COMPONENTS

دکتر عبدالواحد کمی

vahed.kami@gmail.com

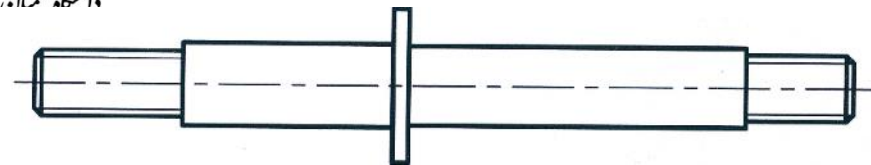




دانشگاه گیلان

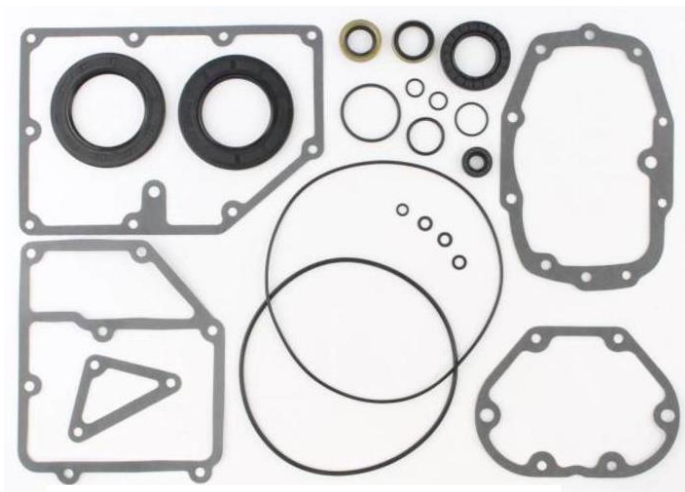
انواع اجزای انتقال قدرت

شفت



❖ اکسل و شفت (محور)

❖ یاتاقان



❖ آب بند



❖ چرخ دنده



❖ تسمه و قرقره



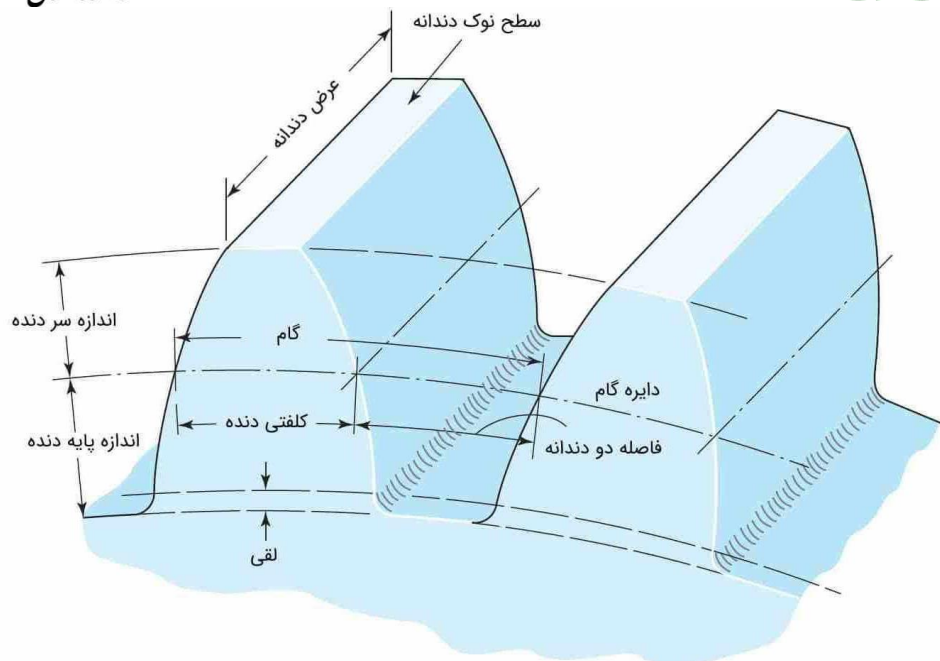
❖ کوپلینگ

چرخ دنده ها – Gears

✓ کاربرد: انتقال قدرت به صورت چرخشی یا رفت و برگشتی (بین دو نقطه با فاصله کم)



چرخ دنده ها – Gears



✓ مشخصات هندسی چرخ دنده:

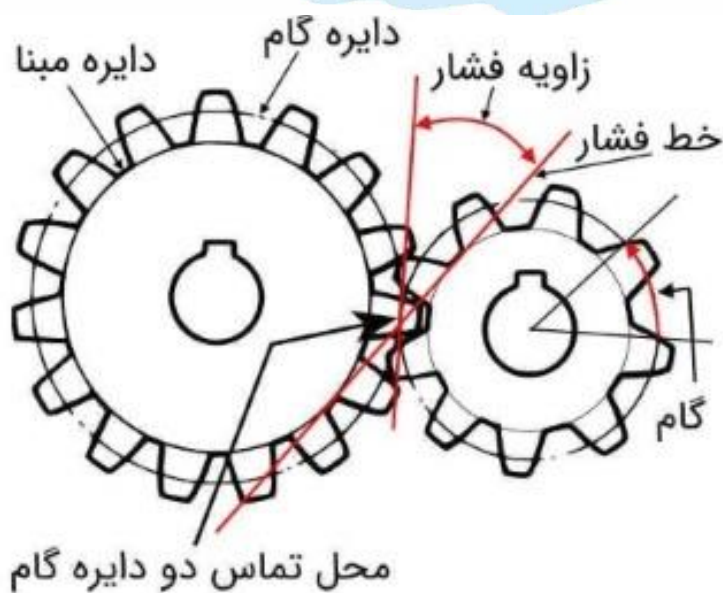
□ **دایره گام:** هنگامی که دو چرخ دنده باهم درگیر می شوند، دو دایره فرضی وجود دارد که به هم مماس هستند. قطر این دایره قطر گام (Pitch Diameter) نام دارد.

□ **دایره سر دنده و دایره پای دنده**

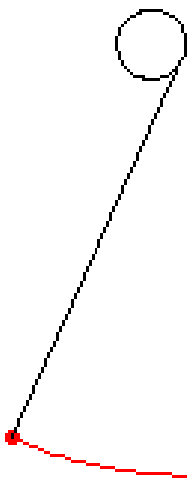
□ **دایره مبنا:** دایره ای که دنده ها روی آن قرار دارند.

□ **مدول:** برابر است با نسبت قطر گام به تعداد دنده. برای

درگیری صحیح دو چرخ دنده، مدول آنها باید با هم برابر باشد.



چرخ دنده ها – Gears



□ **گام دایروی:** برابر با نسبت محیط دایره گام بر تعداد دنده.

□ **اندازه سر دنده:** فاصله شعاعی میان سر دنده تا دایره گام

□ **اندازه پای دنده:** فاصله شعاعی میان ریشه دنده تا دایره گام

□ **ارتفاع دنده:** فاصله بین سر و ریشه دنده

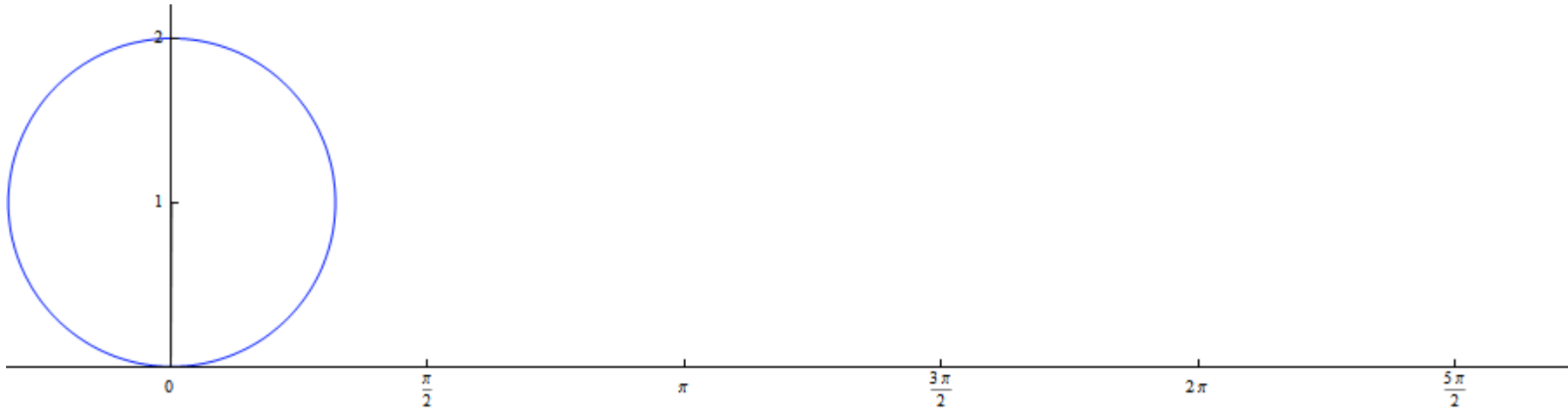
□ **منحنی اینولوت (involute curve) یا لفاف دایره:** اگر رشته نخ پیچیده شده به دور

استوانه را در حالتی که کشیده شده است، باز کنیم، سر نخ مسیر یک منحنی اینولوت را ایجاد خواهد کرد.

□ **نسبت سرعت زاویه ای دو چرخ دنده با منحنی اینولوت در حین دوران تغییر نمی کند.**

چرخ دنده ها – Gears

□ منحنی سیکلوئید (cycloid curve): اگر دایره ای روی یک خط مستقیم غلتانده شود، مسیر حرکت یک نقطه مشخص روی دایره، یک منحنی سیکلوئید را ایجاد می کند.



□ چرخ دنده های سیکلوئیدی بیشتر در ساعت ها استفاده می شود.

چرخ دنده ها – Gears



□ چرخ دنده ساده (Spur Gear):

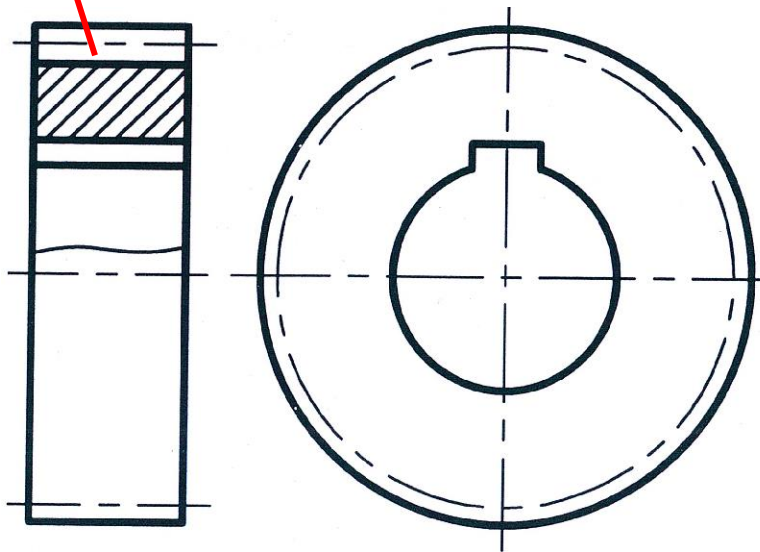
➤ طراحی ساده، هزینه ساخت کم

➤ سر و صدا و سایش زیاد در سرعت های دورانی بالا

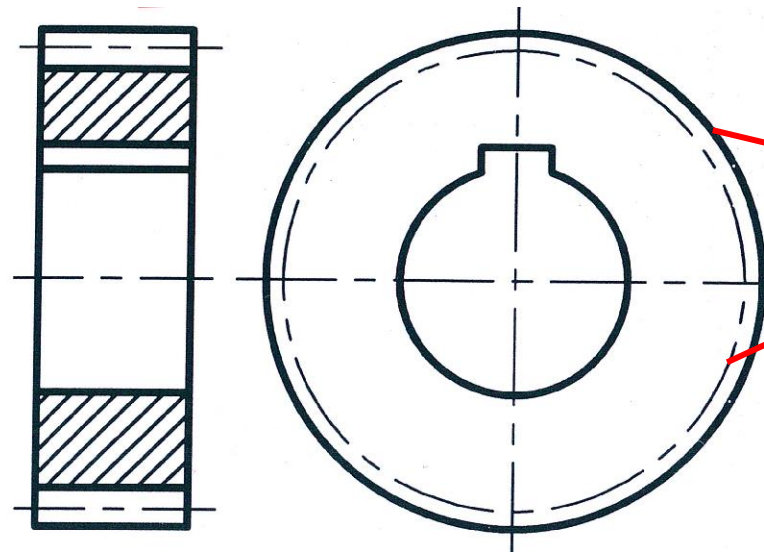
دنده جزء استثنائات برش است و

هاشور نمی خورد.

□ نمایش چرخ دنده در استاندارد ایزو (ISO 2203):



نمایش چرخ دنده با برش موضعی



نمایش چرخ دنده در برش کامل

• دایره سر دنده با خط ضخیم

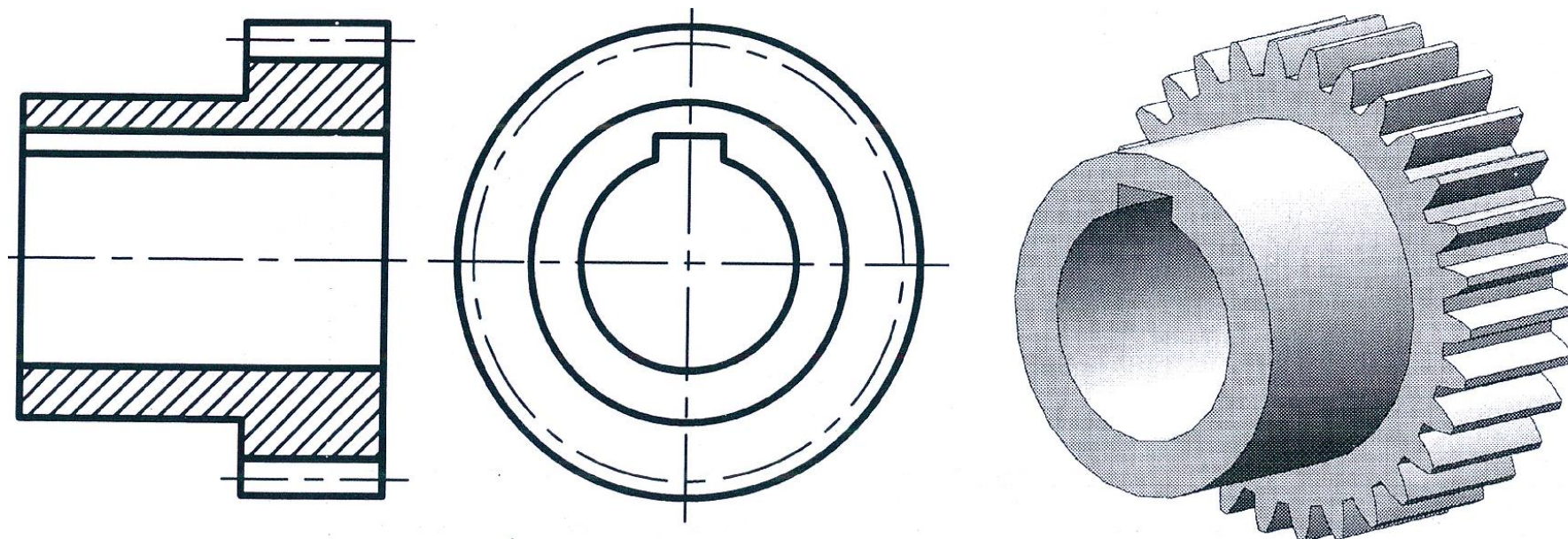
• دایره گام با خط محور



چرخ دنده ساده

□ برای افزایش طول جای خار و در نتیجه طول خار، نافی یا توپی (Hub) به چرخ دنده اضافه می شود.

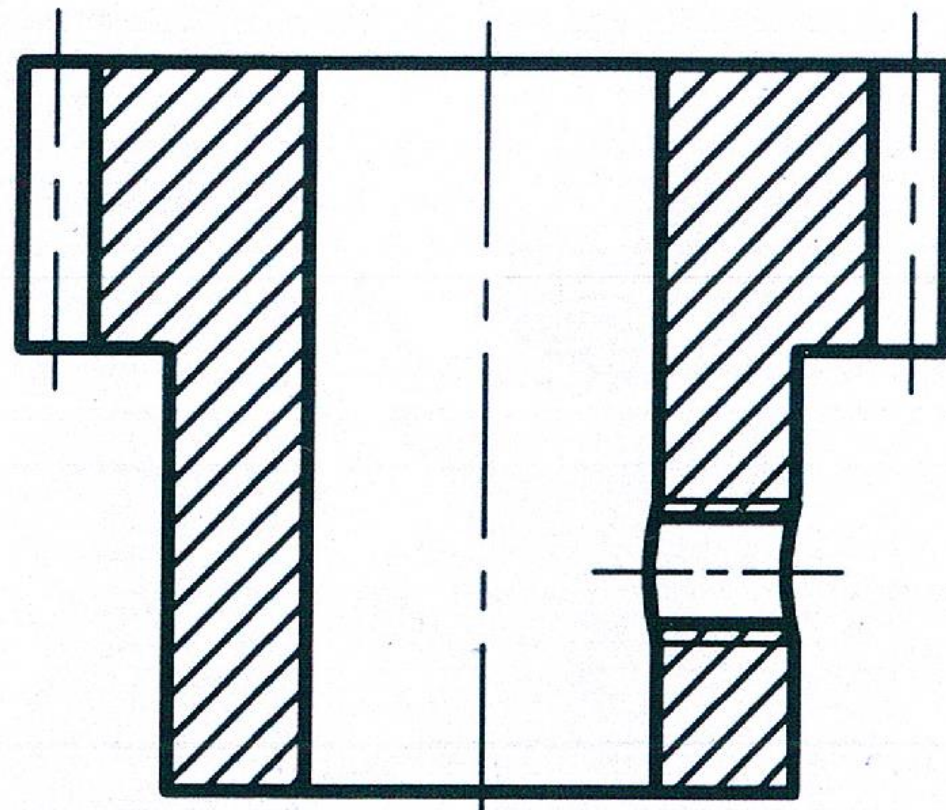
□ رسم چرخ دنده نافی دار:





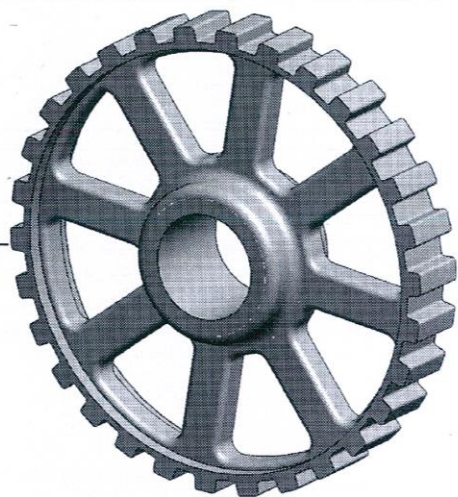
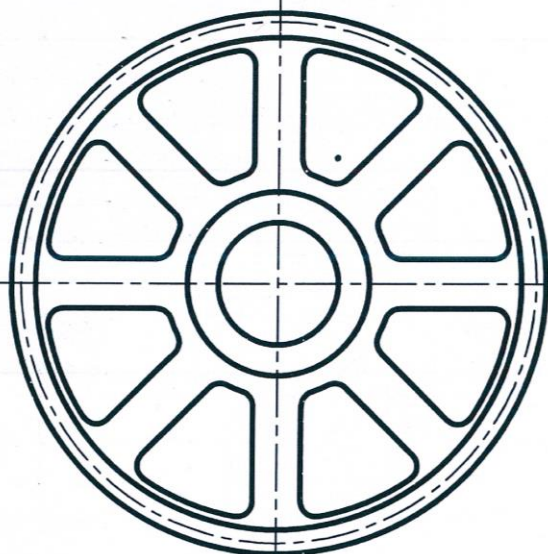
چرخ دنده ساده

□ اگر بار وارد به چرخ دنده کم باشد، می توان با کمک پیچ تثبیت چرخ دنده را به شفت محکم کرد.





چرخ دنده ساده



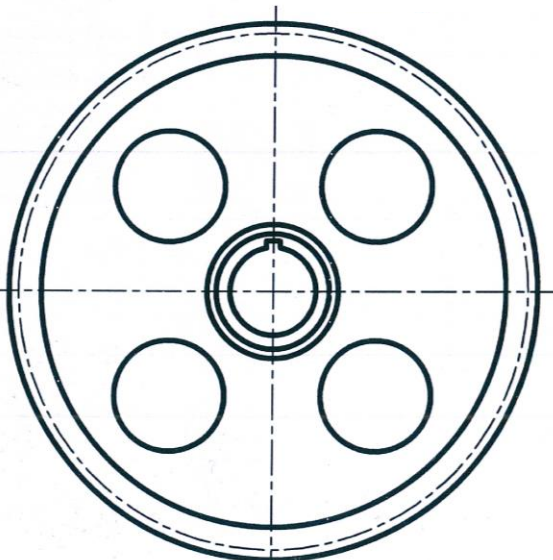
□ برای کاهش وزن چرخ دنده های بزرگ،

آنها را به صورت پره دار یا سوراخ دار

می سازند.

□ یادآوری: پره ها جزء استثنائات برش

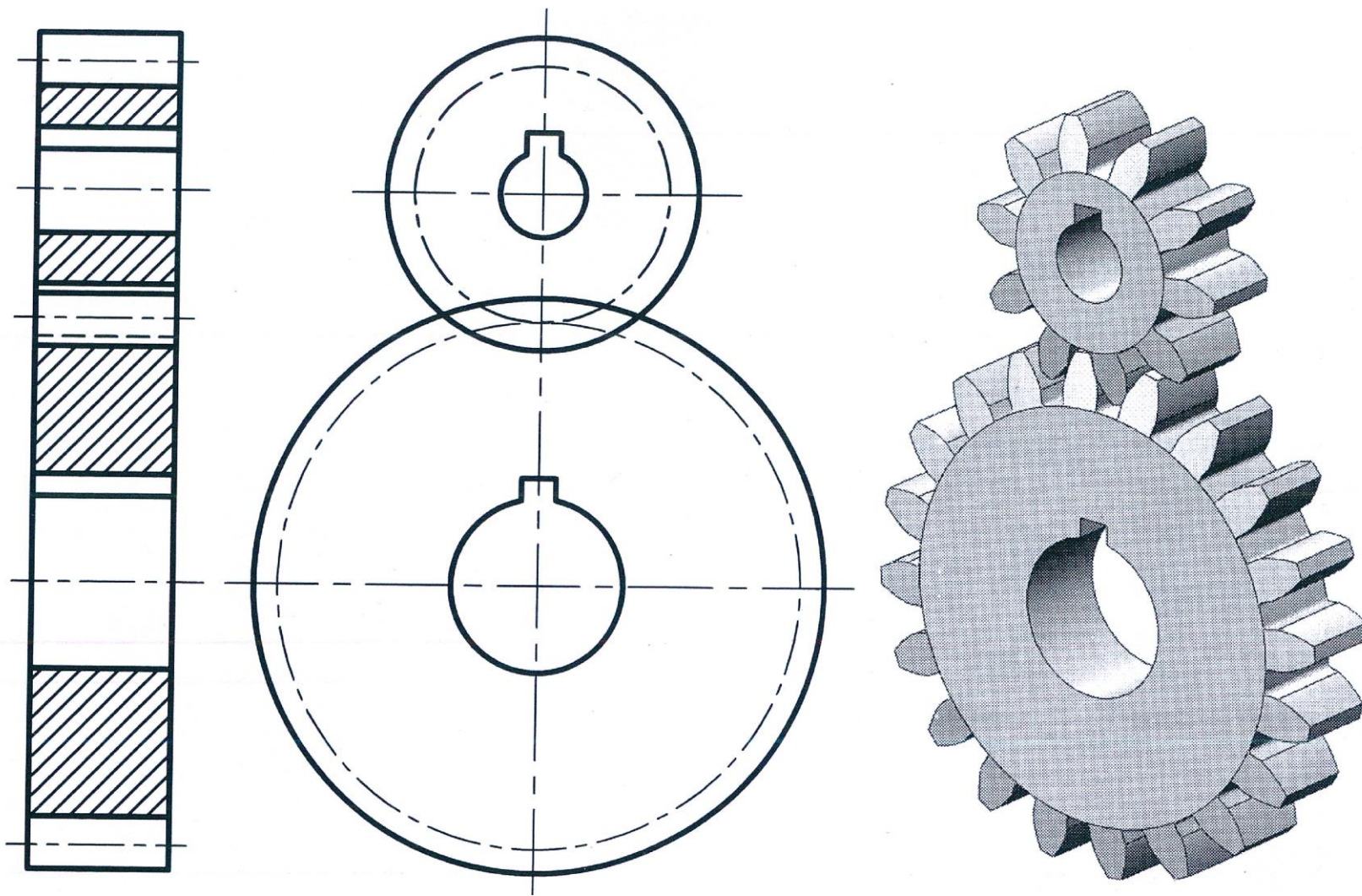
هستند.





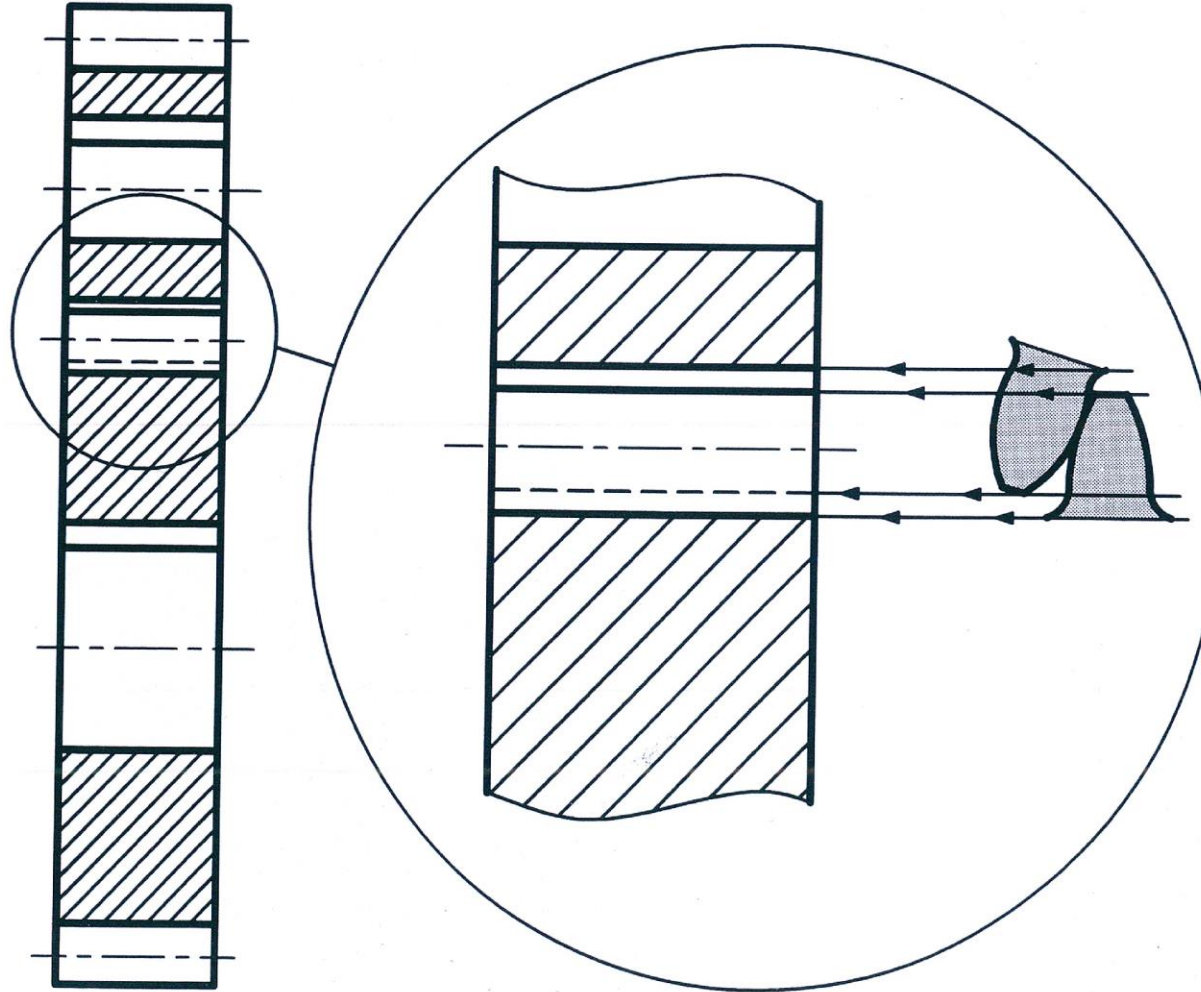
چرخ دنده ساده

□ نحوه رسم دو چرخ دنده ساده درگیر با یکدیگر:



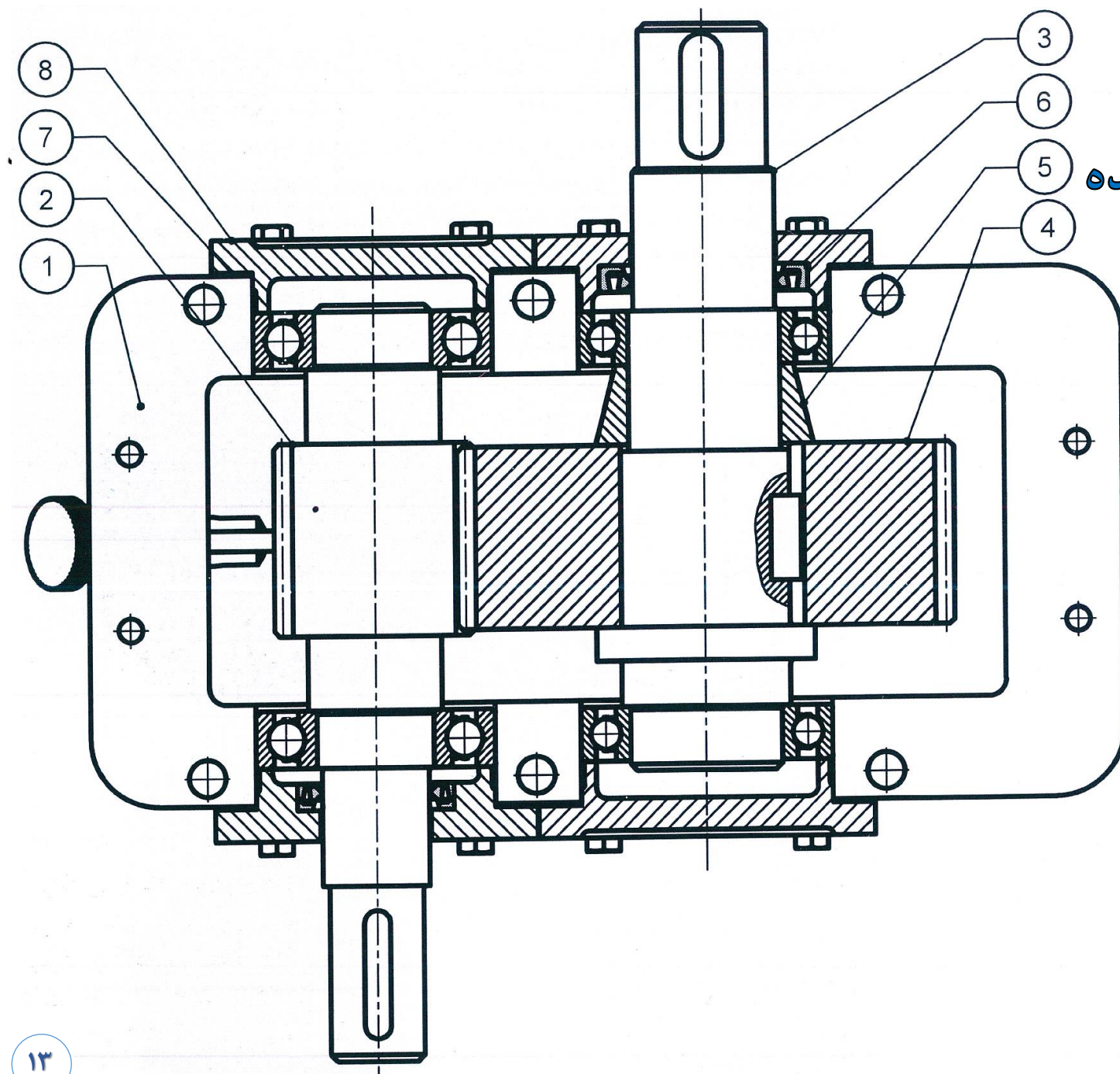
چرخ دنده ساده

□ ناحیه درگیری دو چرخ دنده ساده با مقیاس بزرگتر:

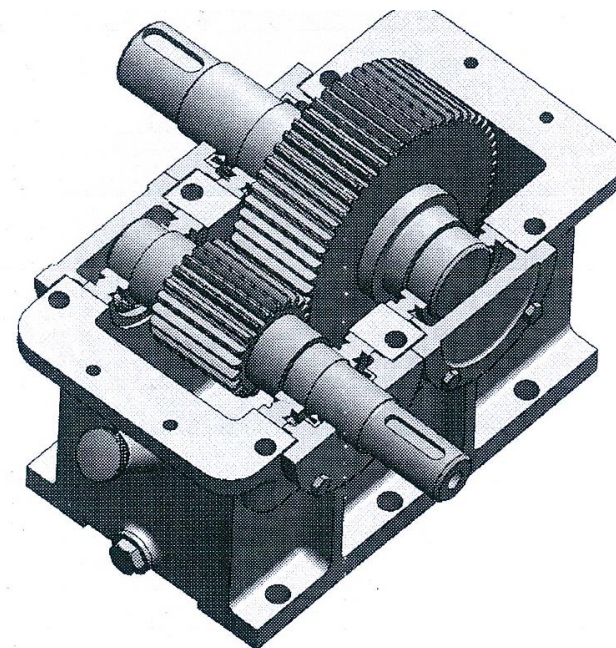


چرخ دنده ساده

□ کاربرد چرخ دنده ساده در یک جعبه دنده



1. پوسته تحتانی
2. چرخ دنده و شفت (یکپارچه)
3. شفت
4. چرخ دنده
5. بوش فاصله پر کن
6. کاسه نمود
7. شیم (shim) - قطعه ای شبیه واشر دیسکی
8. درپوش



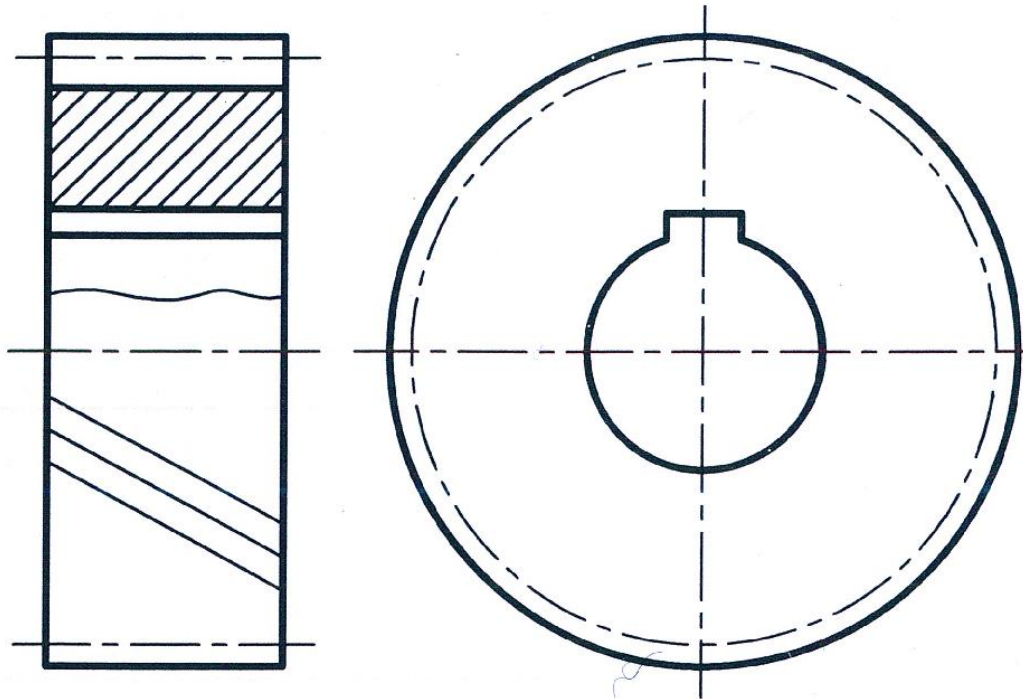
چرخ دنده مارپیچ – Helical Gear

□ سطح دنده ها نسبت به محور چرخ دنده مایل است.

□ کاهش فرسودگی و سر و صدا به دلیل درگیری تدریجی چرخ دنده ها

□ تحمل بار بیشتر نسبت به چرخ دنده ساده مشابه خود

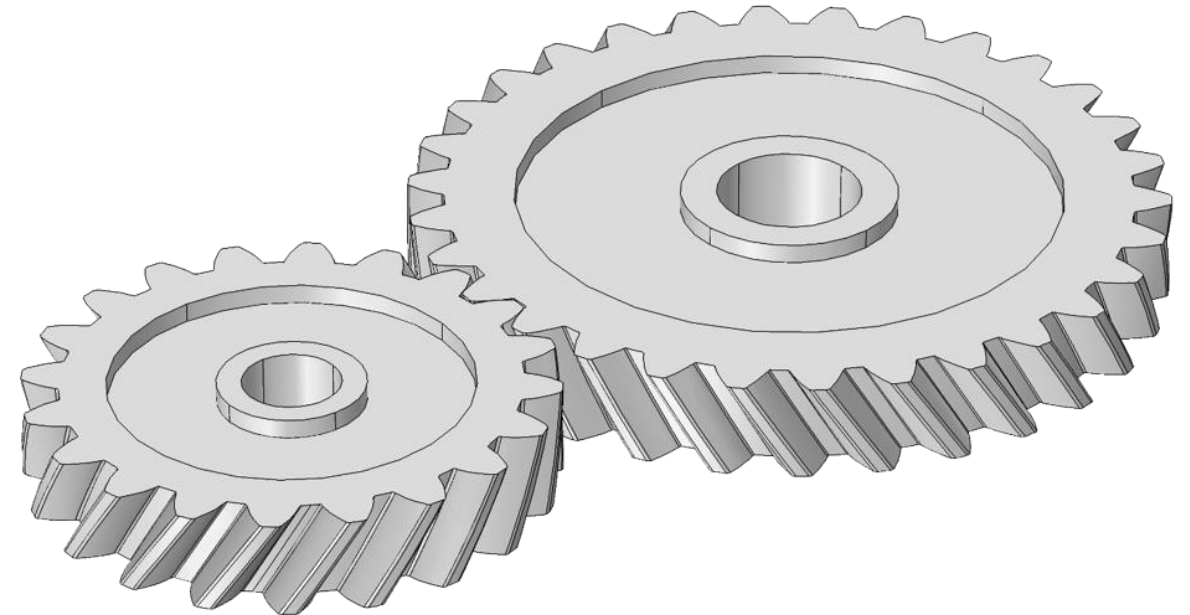
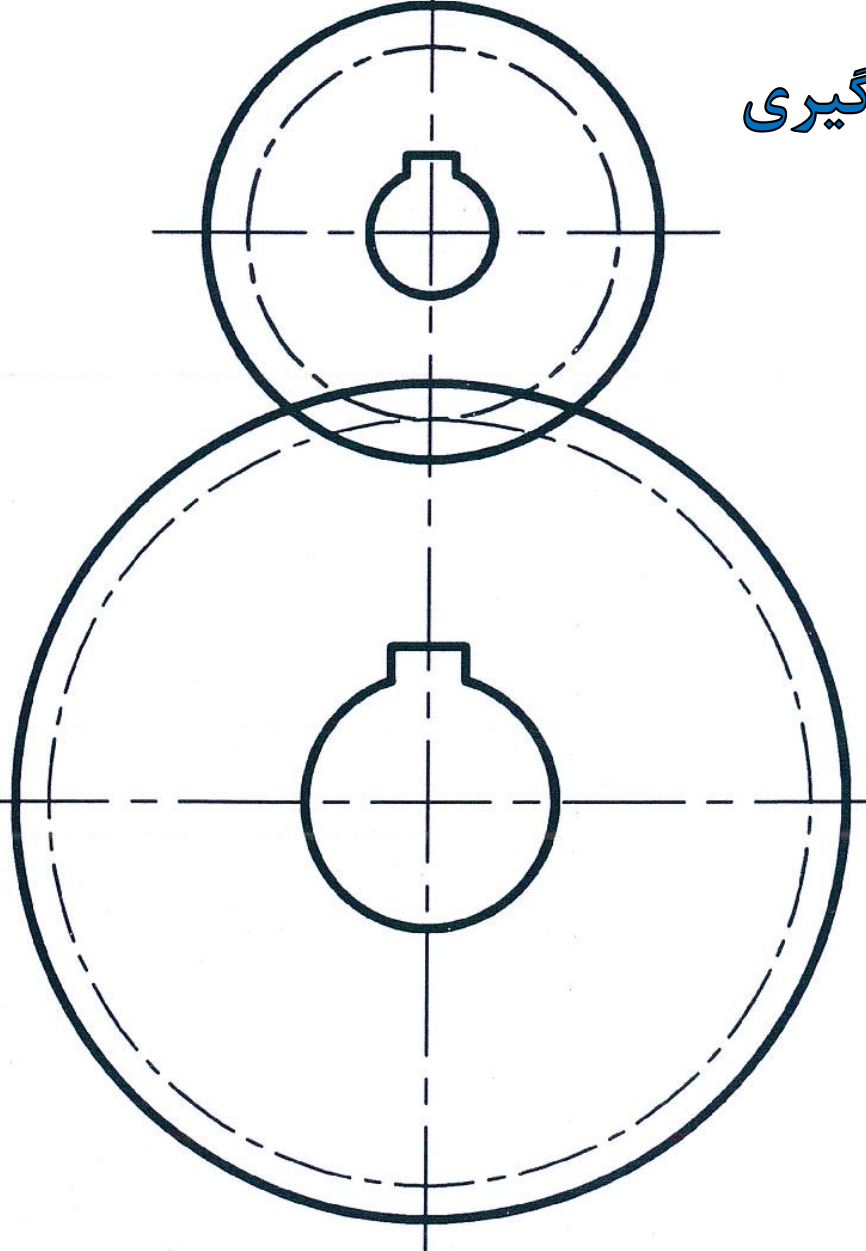
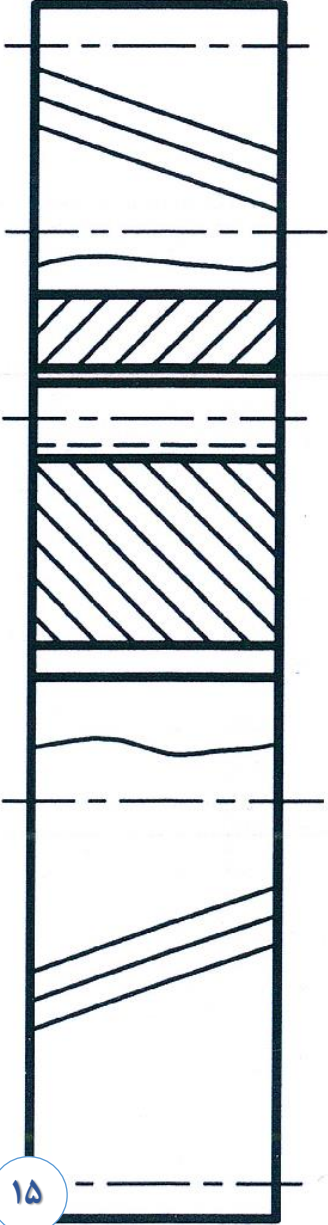
□ به دلایل ذکر شده، در گیربکس اکثر خودروها از چرخ دنده های مارپیچ استفاده می شود.





چرخ دنده مارپیچ – Helical Gear

□ نمایش چرخ دنده های مارپیچ در حالت درگیری



چرخ دنده مارپیچ – Helical Gear

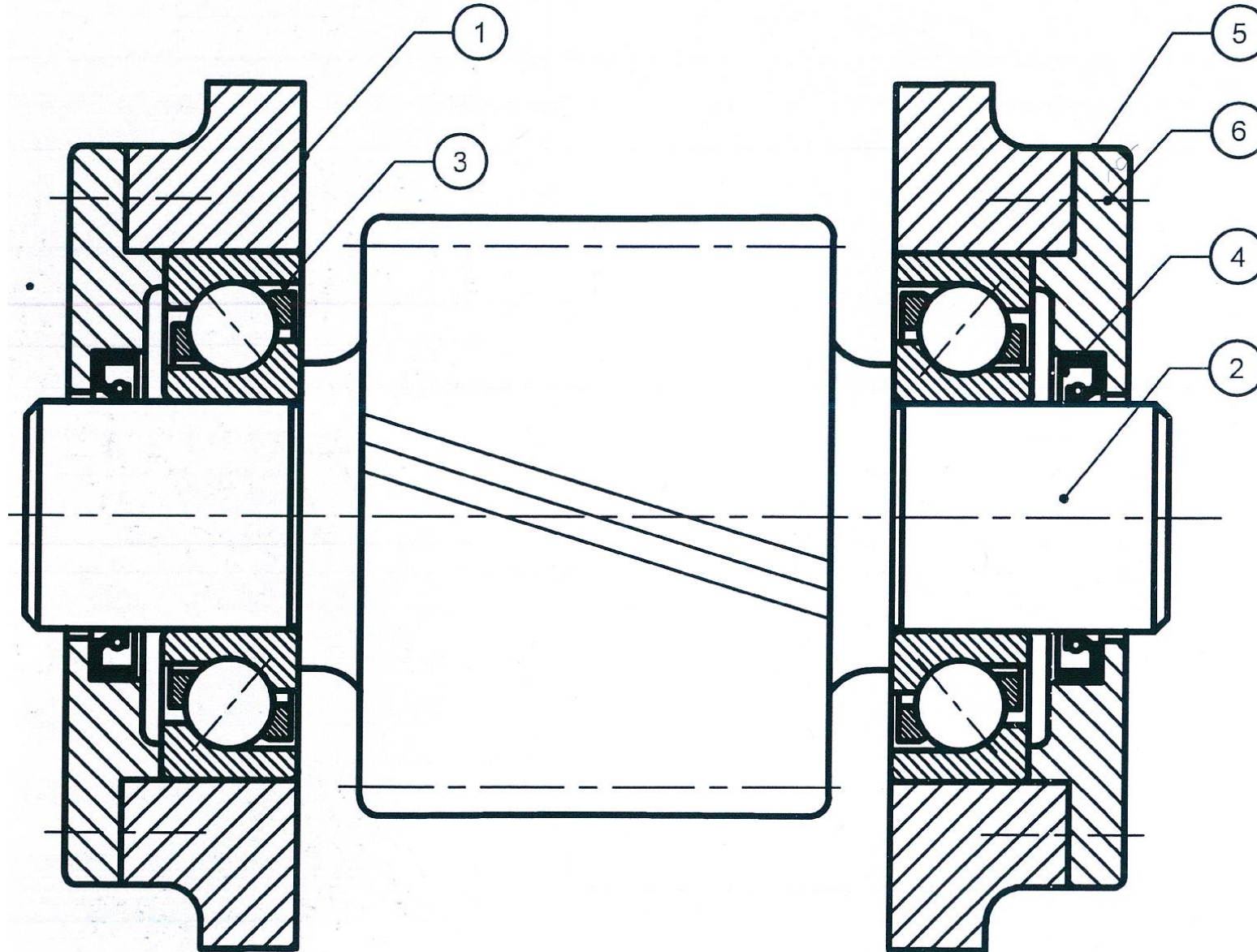
□ در چرخ دنده های مارپیچ با محور موازی باید زاویه مارپیچ (۱۰-۴۵ درجه) دو چرخ دنده برابر باشد.

□ چرخ دنده ها با زاویه های مارپیچ نابرابر روی محورهای غیرموازی بسته می شوند.

□ یکی از چرخ دنده ها راست گرد و دیگری چپ گرد است.

□ در استفاده از چرخ دنده های مارپیچ نیروی محوری ایجاد می شود که برای مهار آن باید از مکانیزم های مناسب استفاده نمود (شکل صفحه بعد را مشاهده کنید).

چرخ دنده مارپیچ – Helical Gear

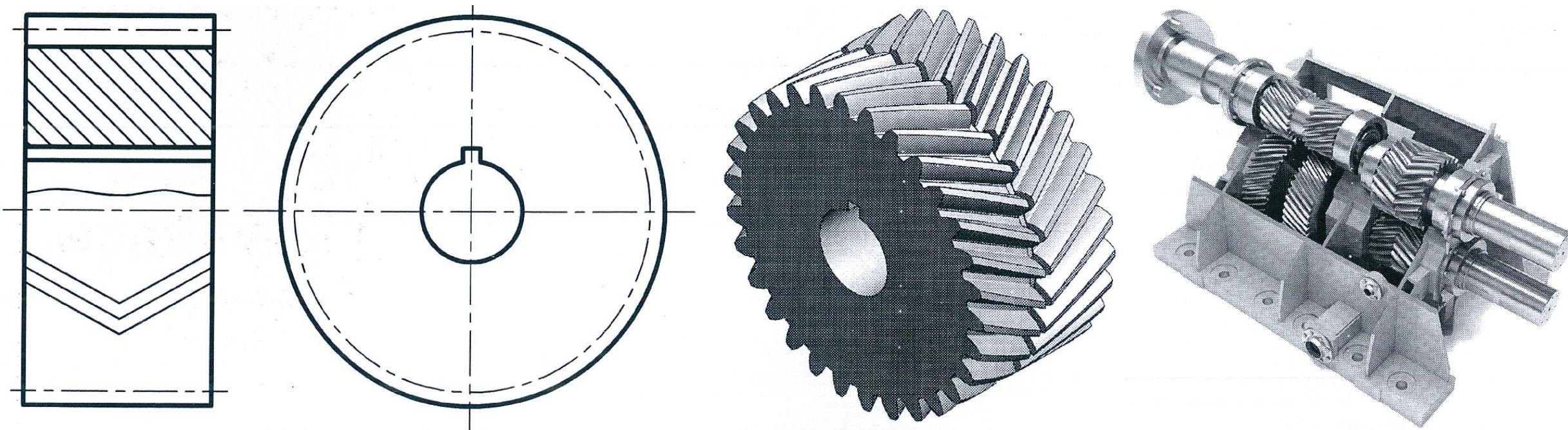


- .1 بدنه
- .2 شفت
- .3 بلبرینگ
- .4 کاسه نمد
- .5 درپوش
- .6 پیچ



چرخ دنده مارپیچ – Helical Gear

□ یک روش برای مهار نیروی محوری در استفاده از چرخ دنده های مارپیچ، قرار دادن دو چرخ دنده کنار هم است که به آن چرخ دنده جناغی (Herringbone gear) می گویند.



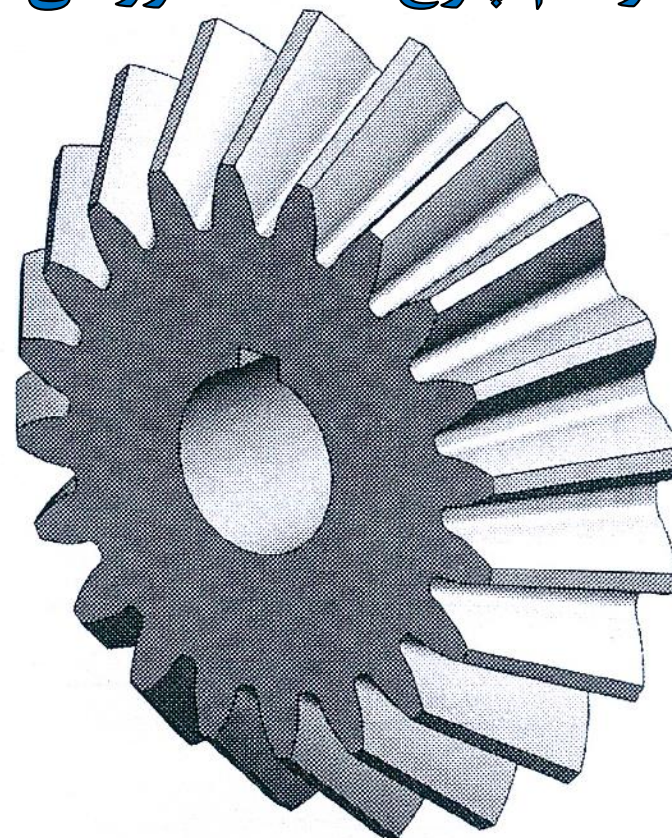
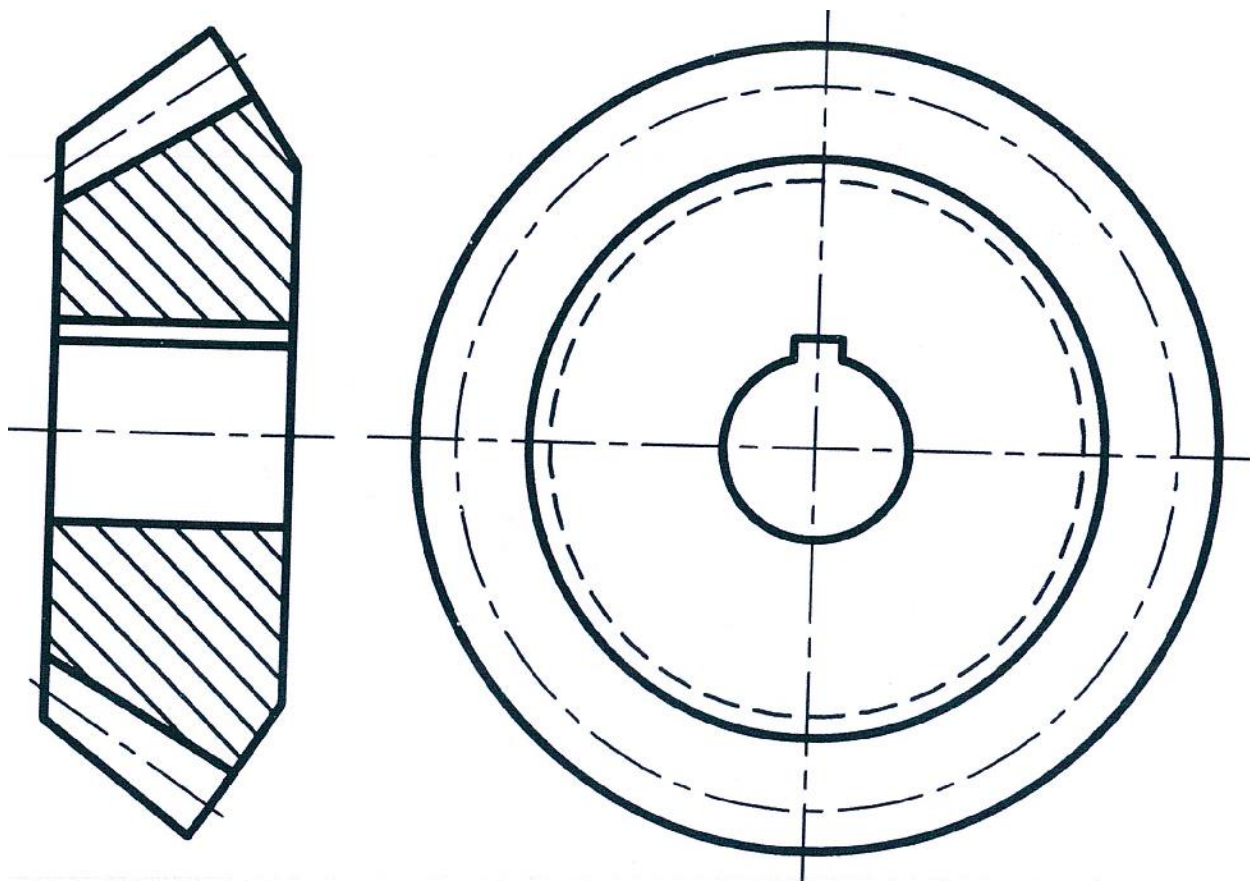


چرخ دنده مخروطی – Bevel Gear

□ چرخ دنده های مخروطی به شکل مخروط ناقص و با محورهای متقاطع (معمولاً ۹۰ درجه)،

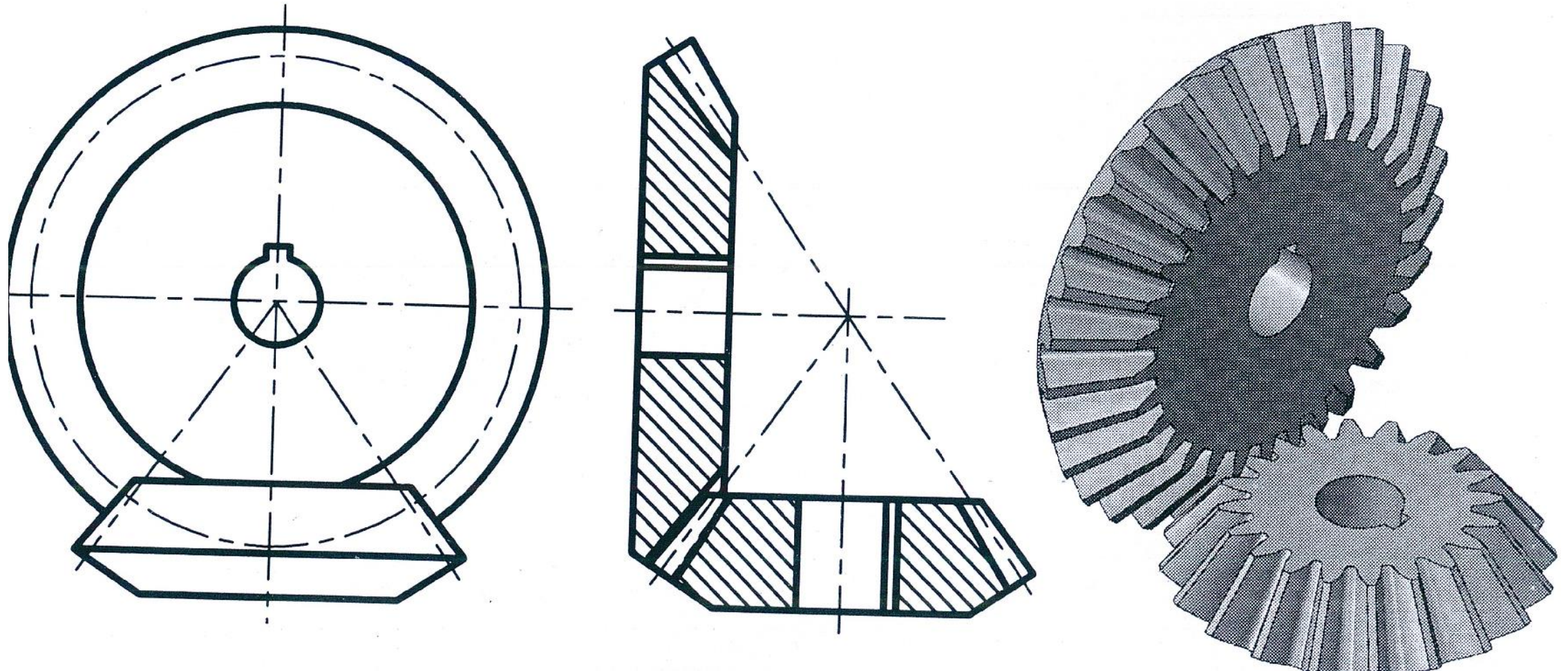
استفاده می شوند.

□ نحوه رسم چرخ دنده مخروطی:



چرخ دنده مخروطی – Bevel Gear

□ نحوه رسم چرخ دنده های مخروطی درگیر:

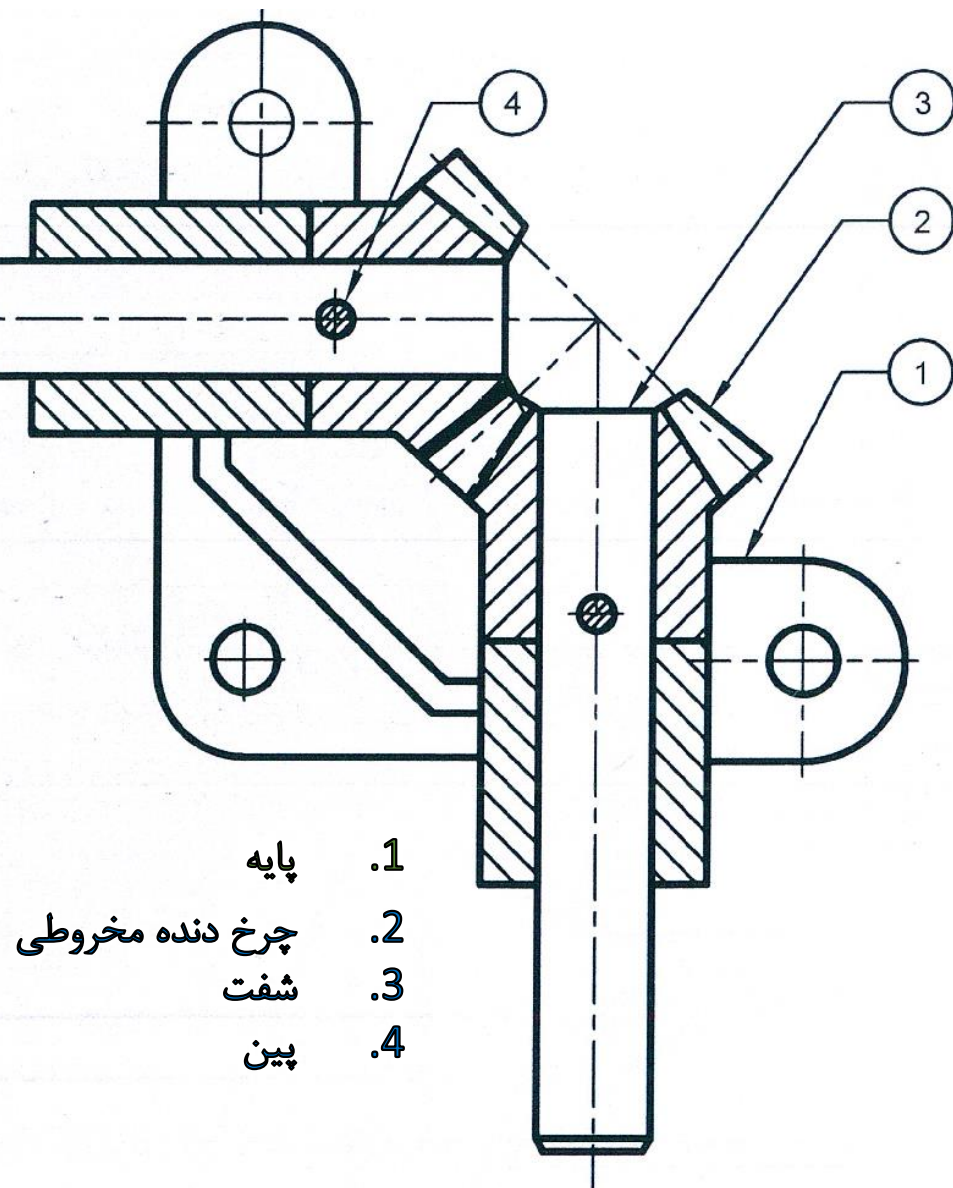
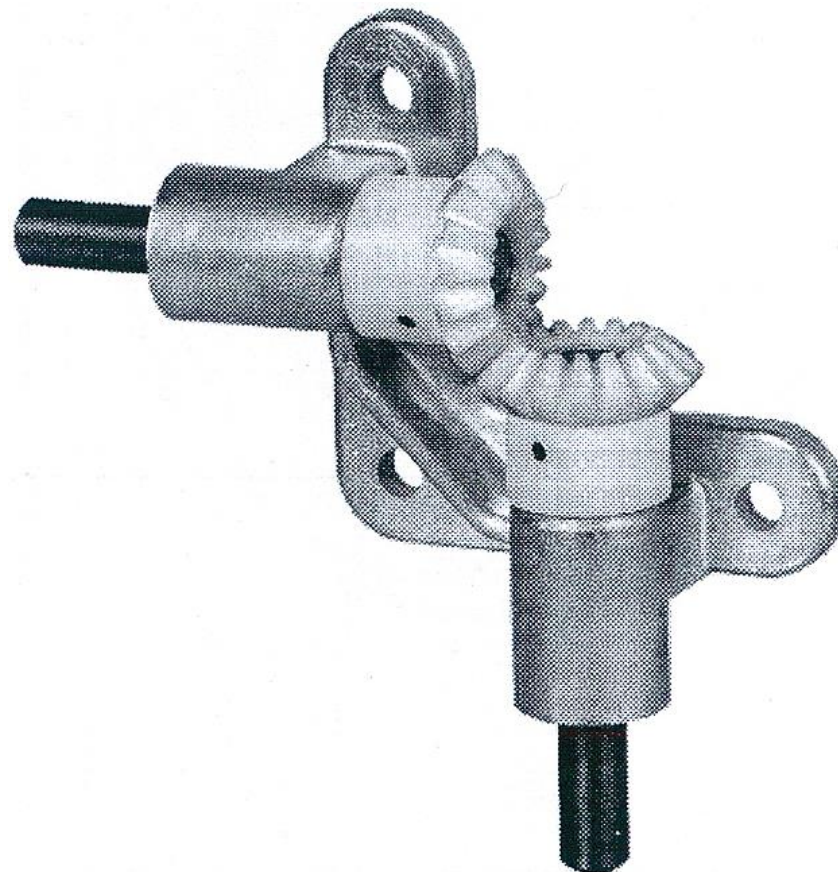




چرخ دنده مخروطی – Bevel Gear

□ مکانیزمی برای انتقال قدرت بین دو

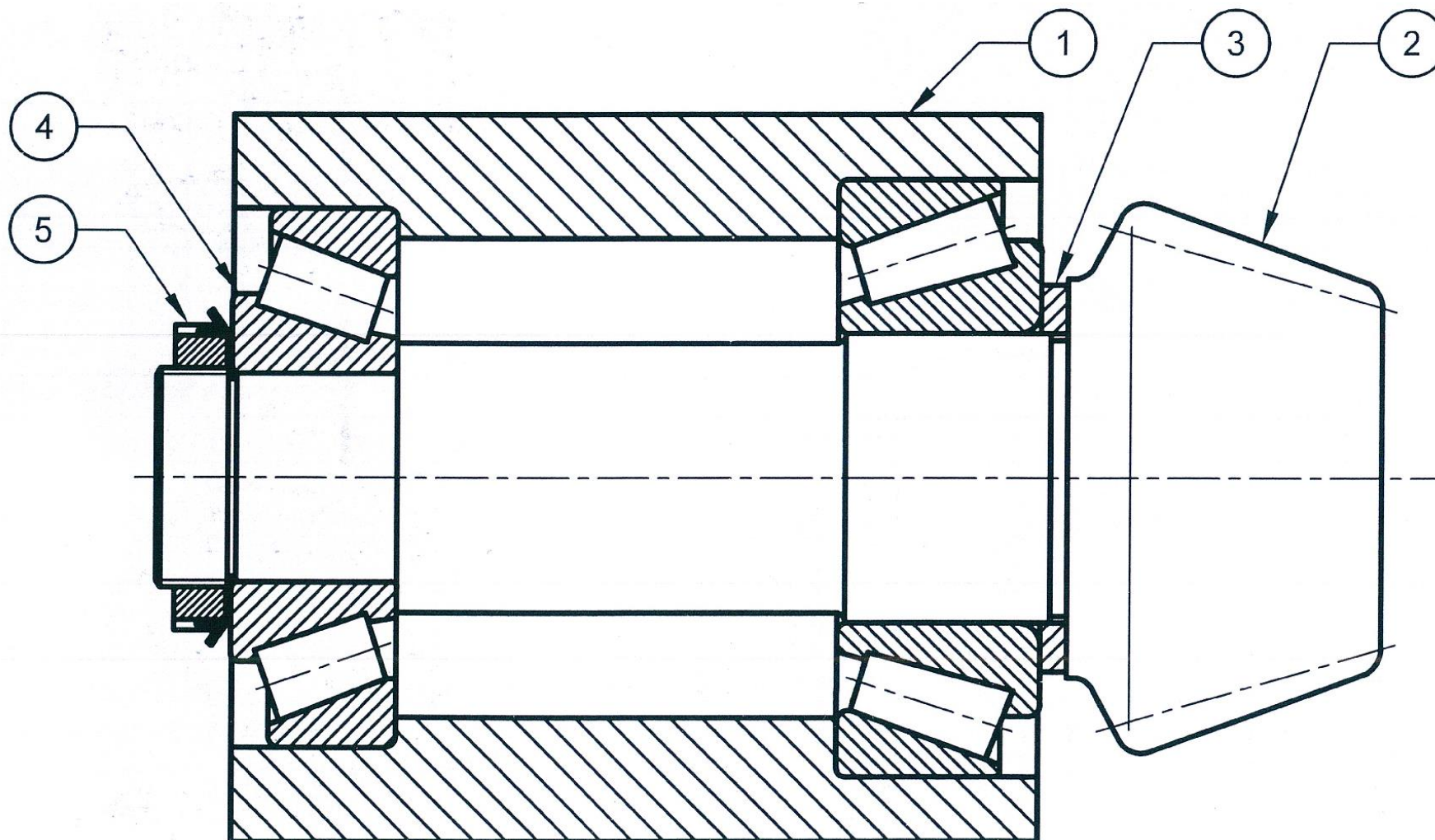
محور با زاویه ۹۰ درجه





چرخ دنده مخروطی – Bevel Gear

استفاده از رولربرینگ مخروطی برای مهار نیروی محوری در استفاده از چرخ دنده مخروطی:

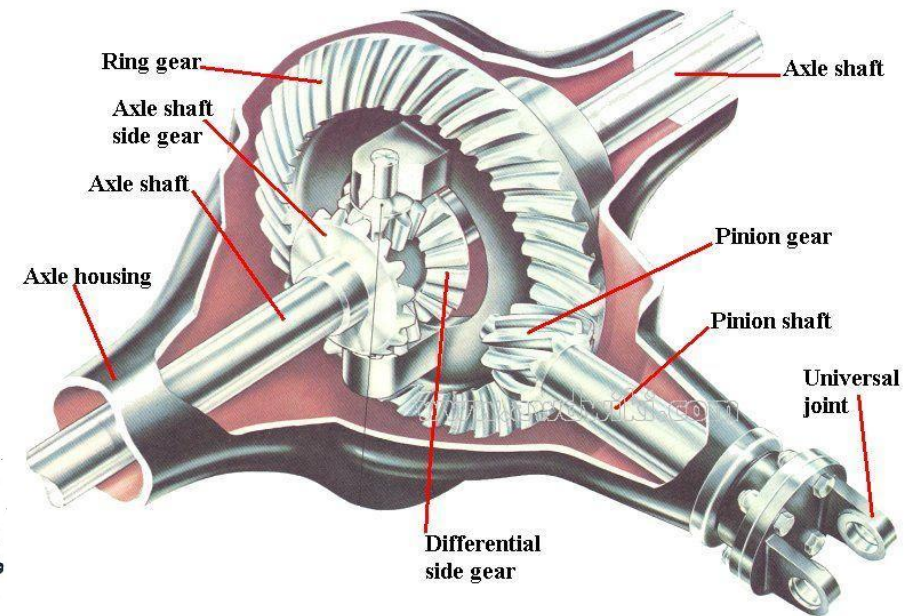
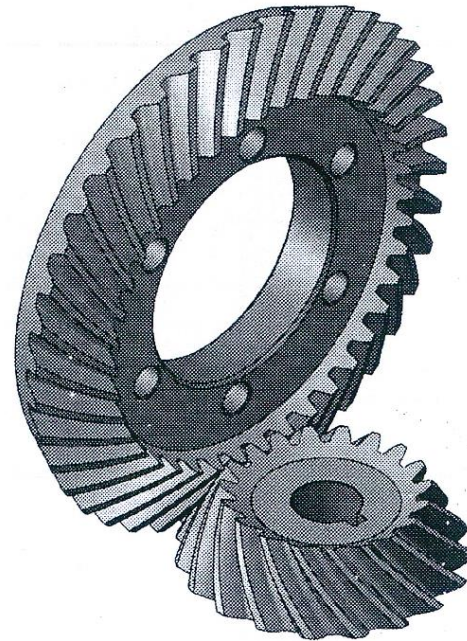
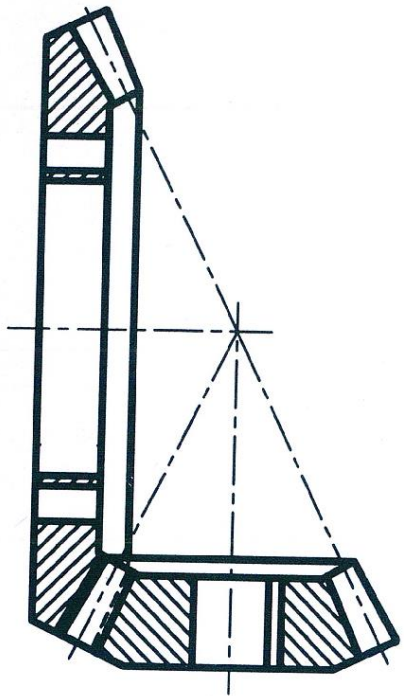
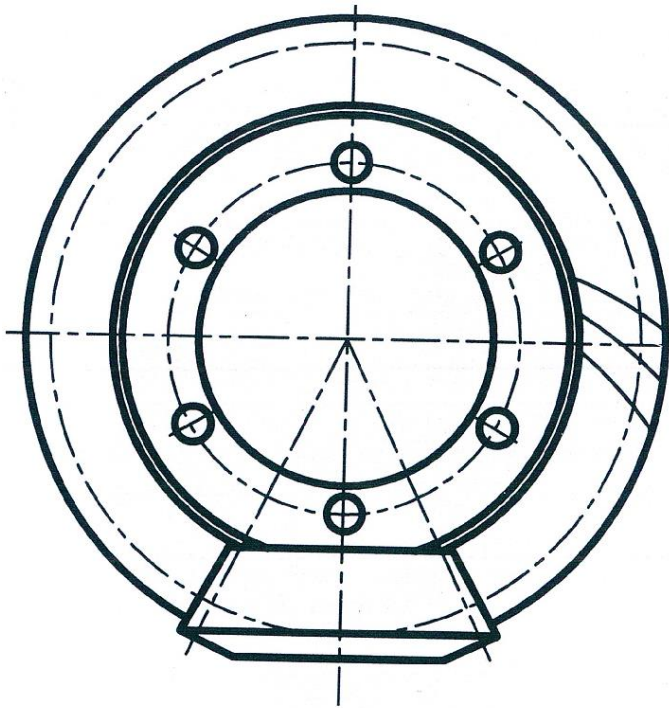


1. بدنه
2. چرخ دنده مخروطی
3. بوش فاصله پرکن
4. رولربرینگ مخروطی
5. مهره قفل کن

چرخ دنده مخروطی – Bevel Gear

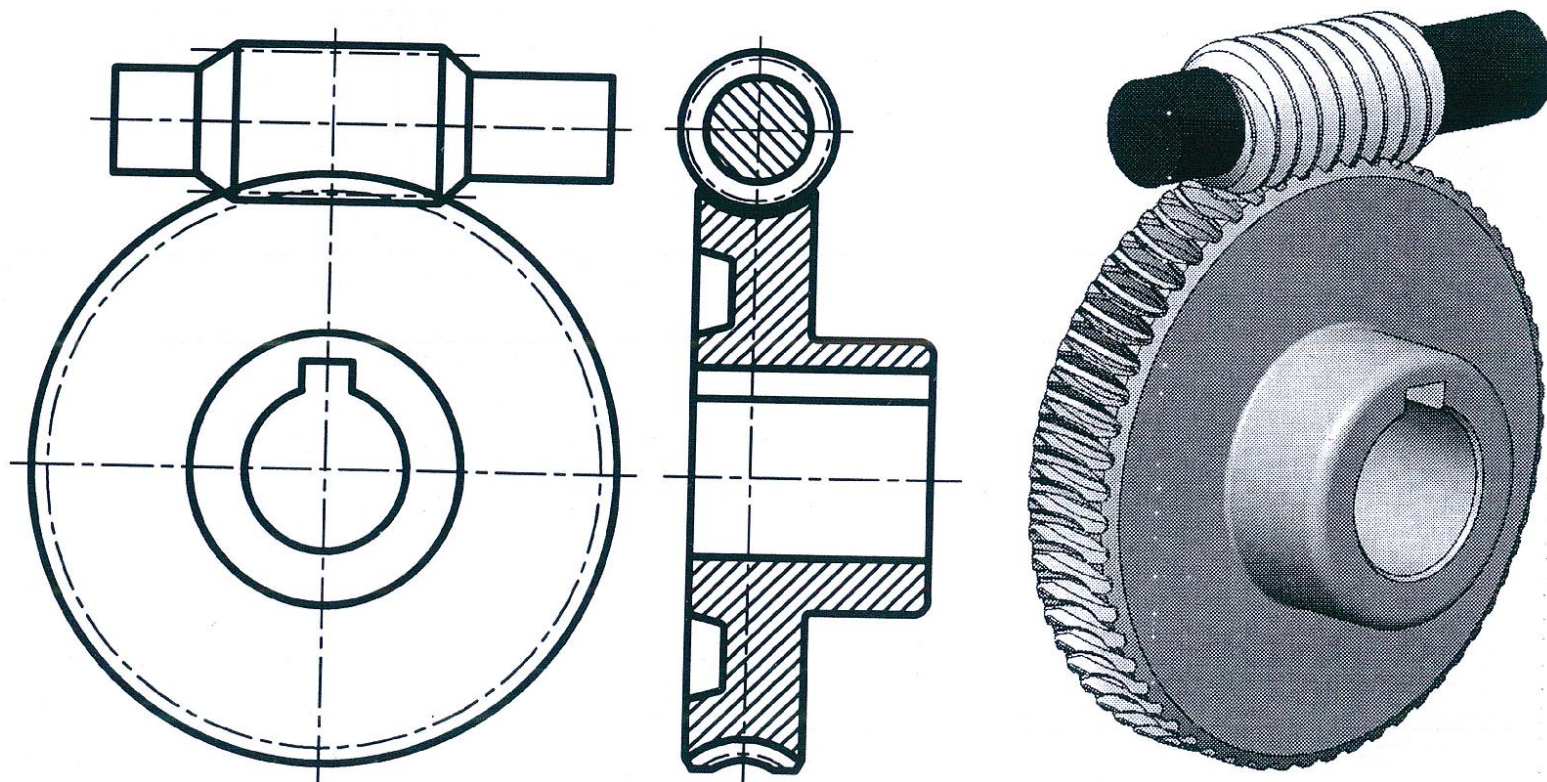
□ برای جلوگیری از برخورد ناگهانی دنده ها، کاهش فرسایش و سر و صدا، چرخ دنده های مخروطی به صورت مارپیچی ساخته می شوند.

□ یکی از موارد مهم کاربرد چرخ دنده های مخروطی، دیفرانسیل خودرو است.



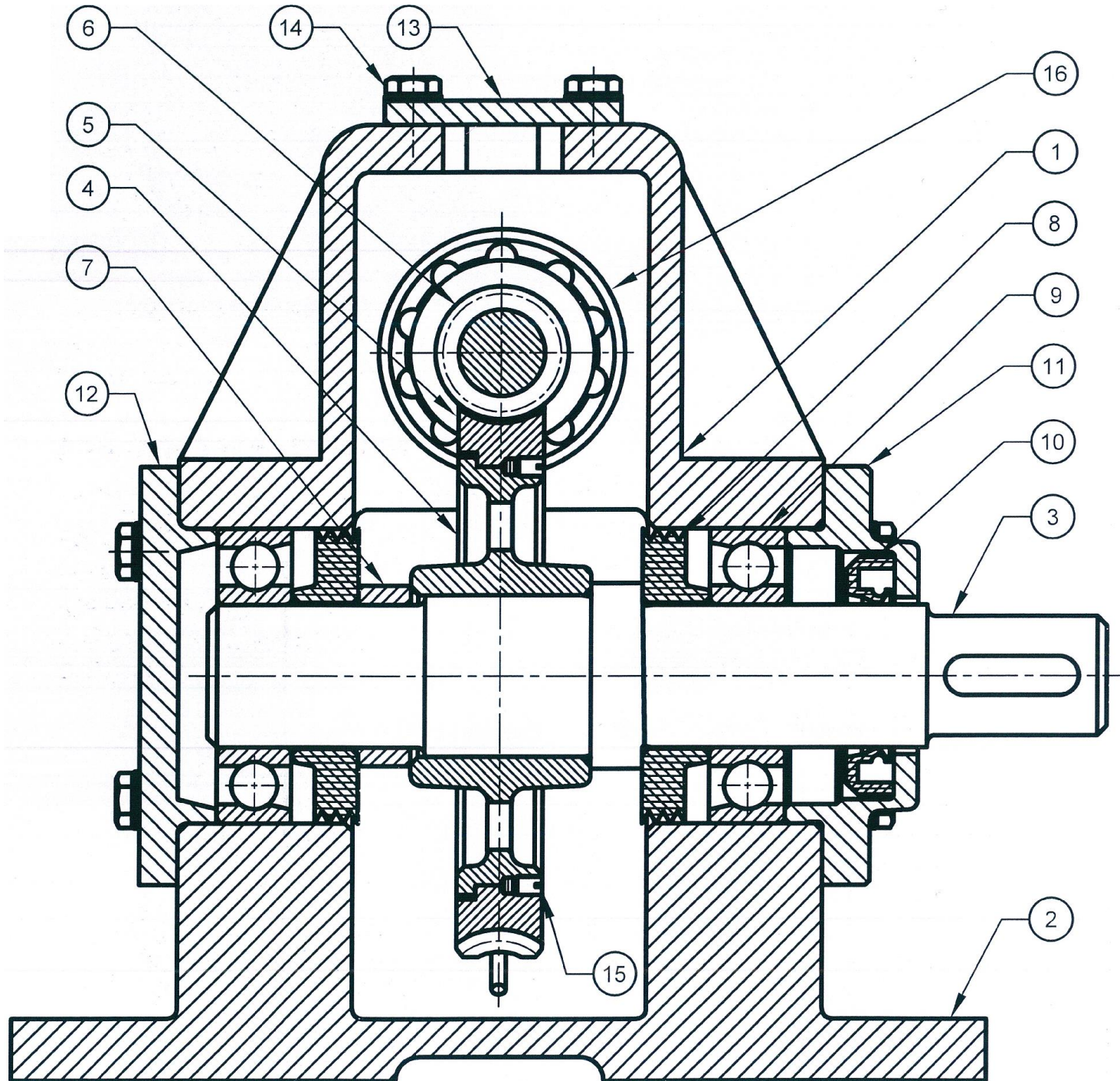
پیچ و چرخ حلزون - Worm Gear

- برای انتقال حرکت با نسبت های بسیار زیاد (مثلاً ۳۰۰ به ۱).
- چرخ حلزون نمی تواند پیچ را بچرخاند (انتقال حرکت یک طرفه).
- تصویر پیچ و چرخ حلزون بر اساس استاندارد ایزو:



- استفاده در بالابرها به دلیل خاصیت قفل شوندگی.
- به دلیل حرکت لغزشی، اصطکاک زیاد بوده و راندمان پایین است.

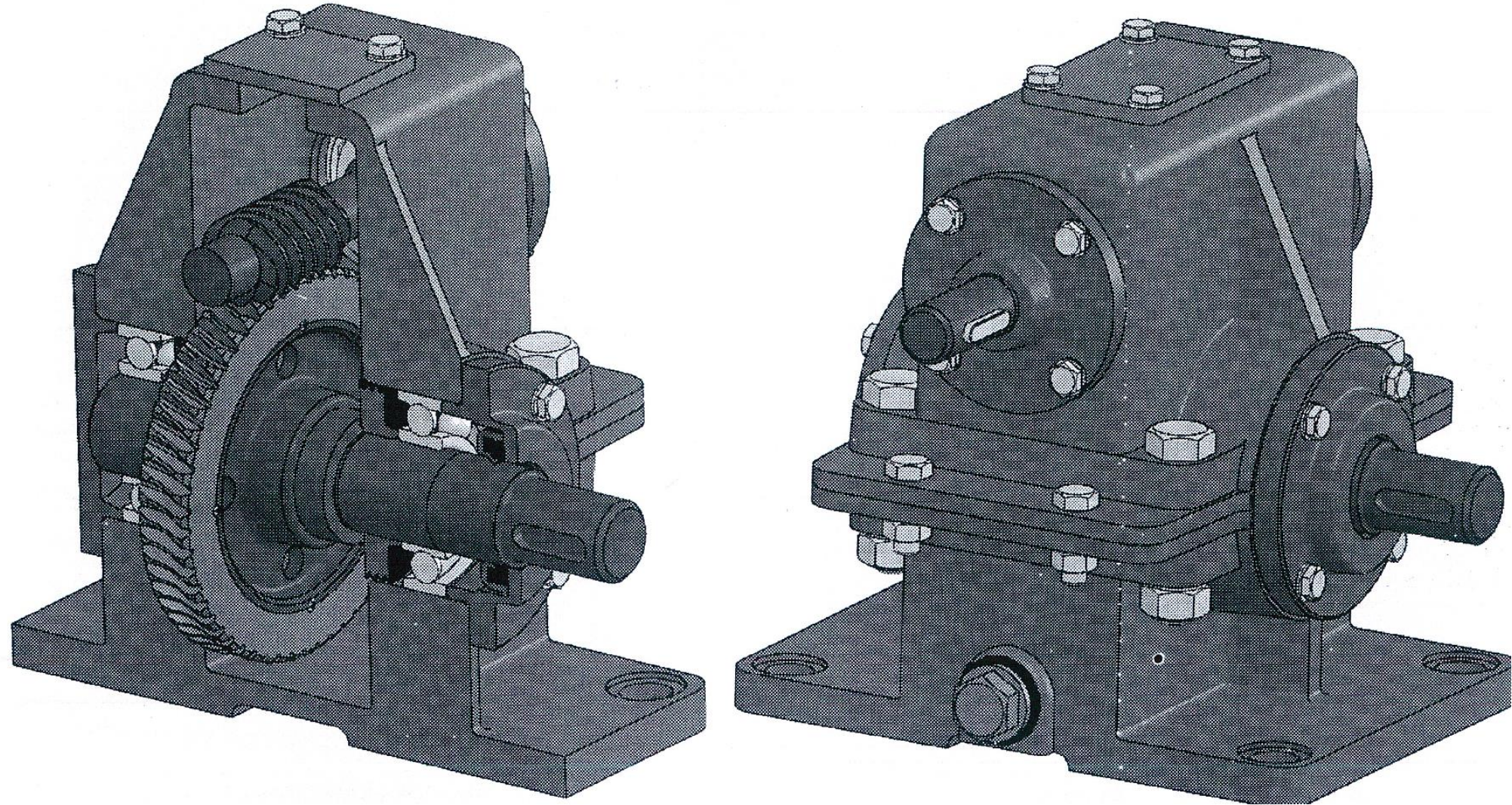
پیچ و چرخ حلزون



- | | |
|-----|-------------------|
| 1. | پوسته بالایی |
| 2. | پوسته پایینی |
| 3. | شفت |
| 4. | پایه چرخ حلزون |
| 5. | سر چرخ حلزون |
| 6. | پیچ حلزون |
| 7. | بوش فاصله پرکن |
| 8. | آب بند |
| 9. | بلبرینگ |
| 10. | آب بند (کاسه نمد) |
| 11. | درپوش راست |
| 12. | درپوش چپ |
| 13. | درپوش بالایی |
| 14. | پیچ |
| 15. | پیچ تثبیت |
| 16. | رولربرینگ مخروطی |

پیچ و چرخ حلزون – Worm Gear

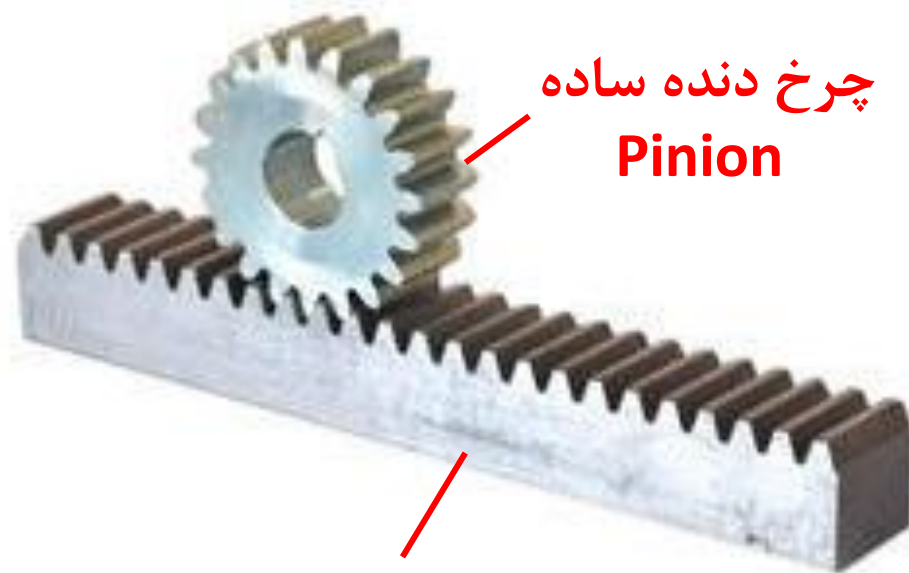
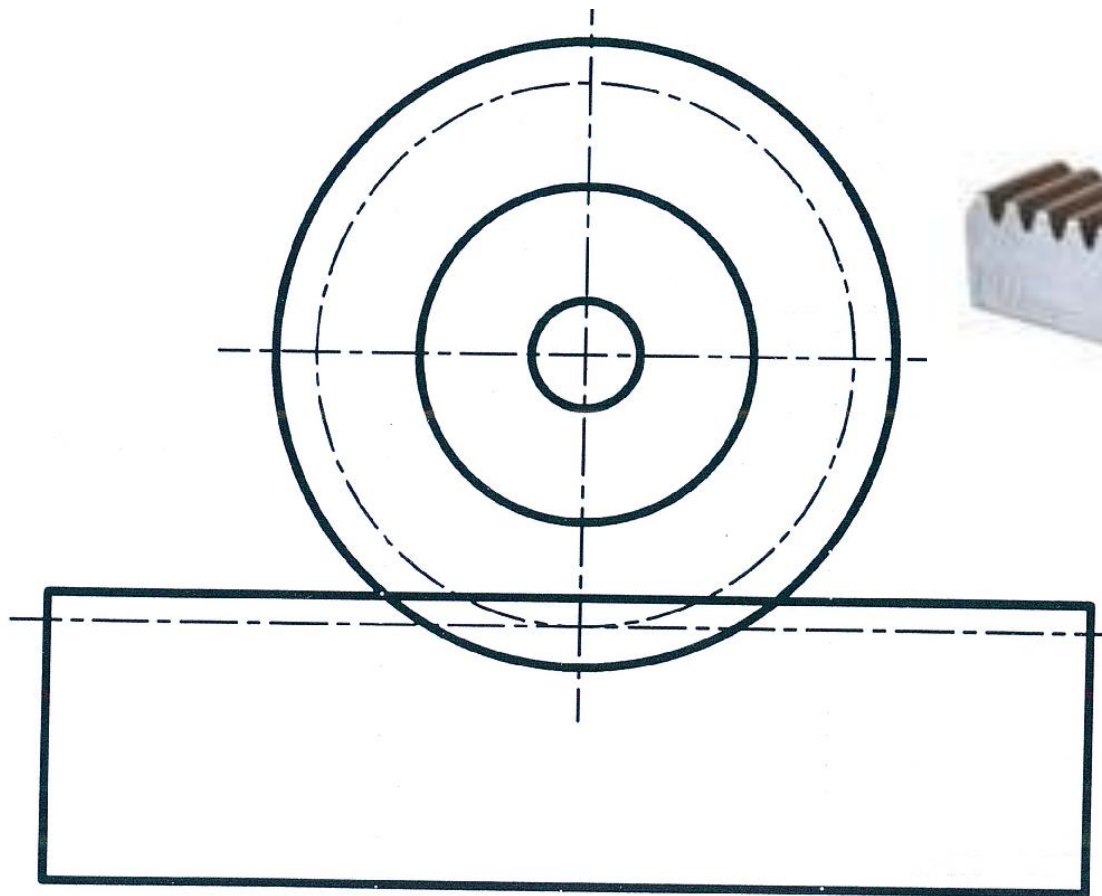
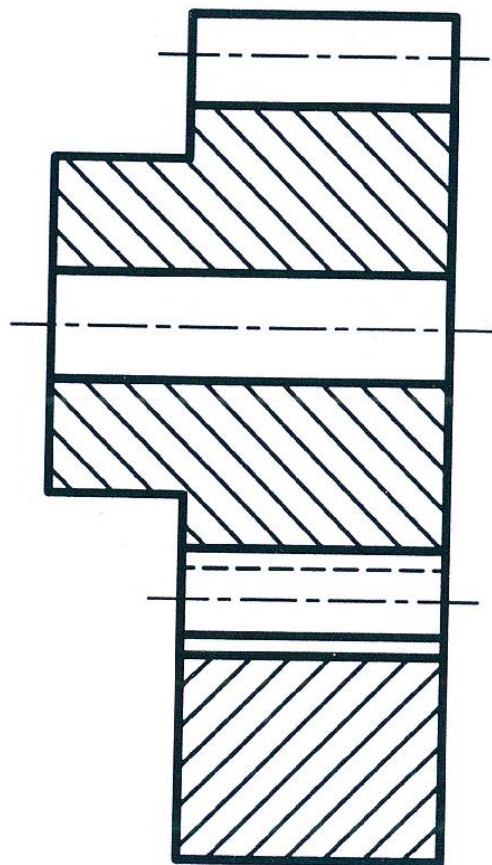
□ تصویر سه بعدی از گیربکس صفحه قبل:





چرخ دنده شانه ای – Rack & Pinion

□ برای تبدیل حرکت دورانی به خطی و برعکس استفاده می شود.

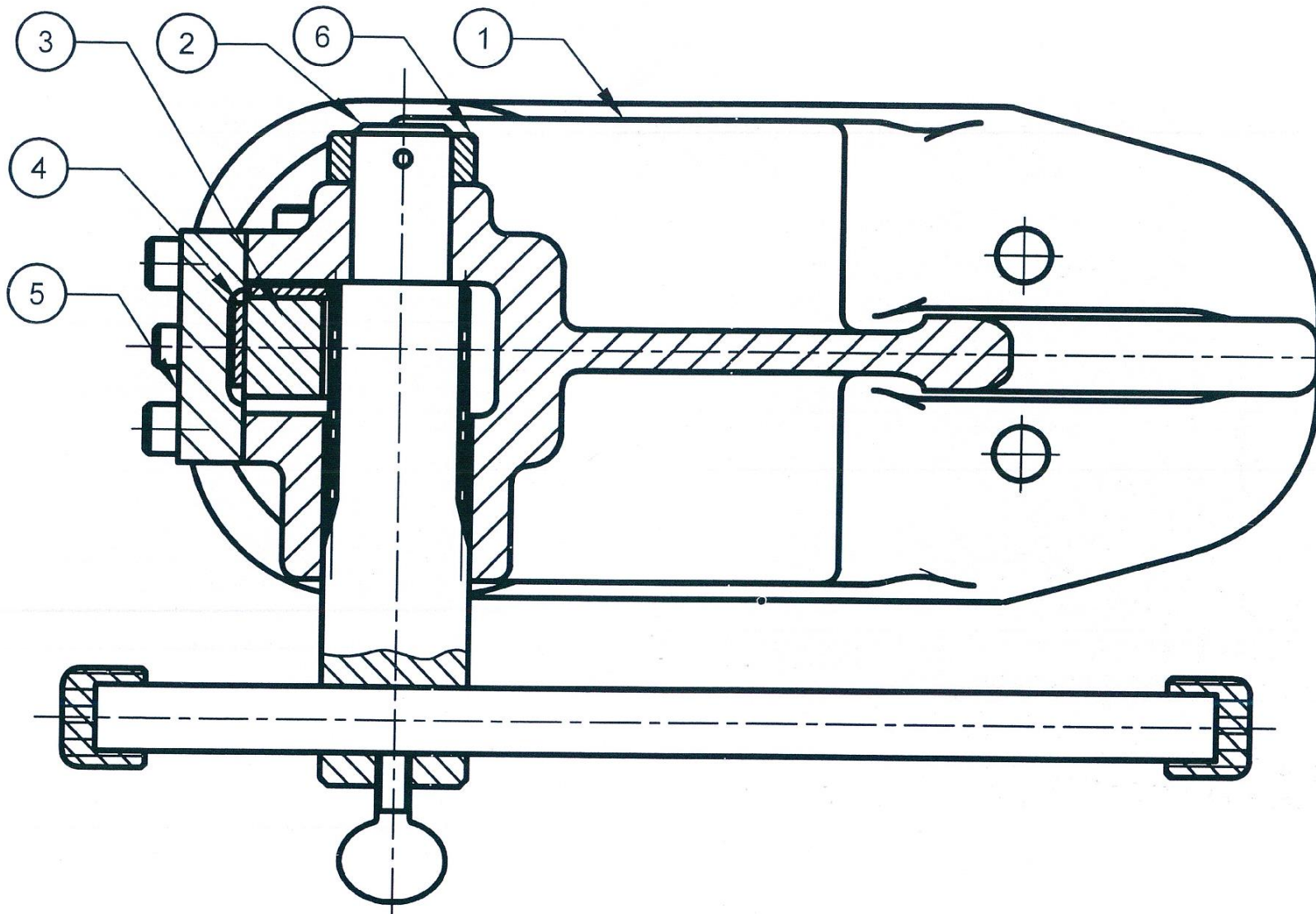


چرخ دنده ساده
Pinion

چرخ دنده شانه ای
Rack

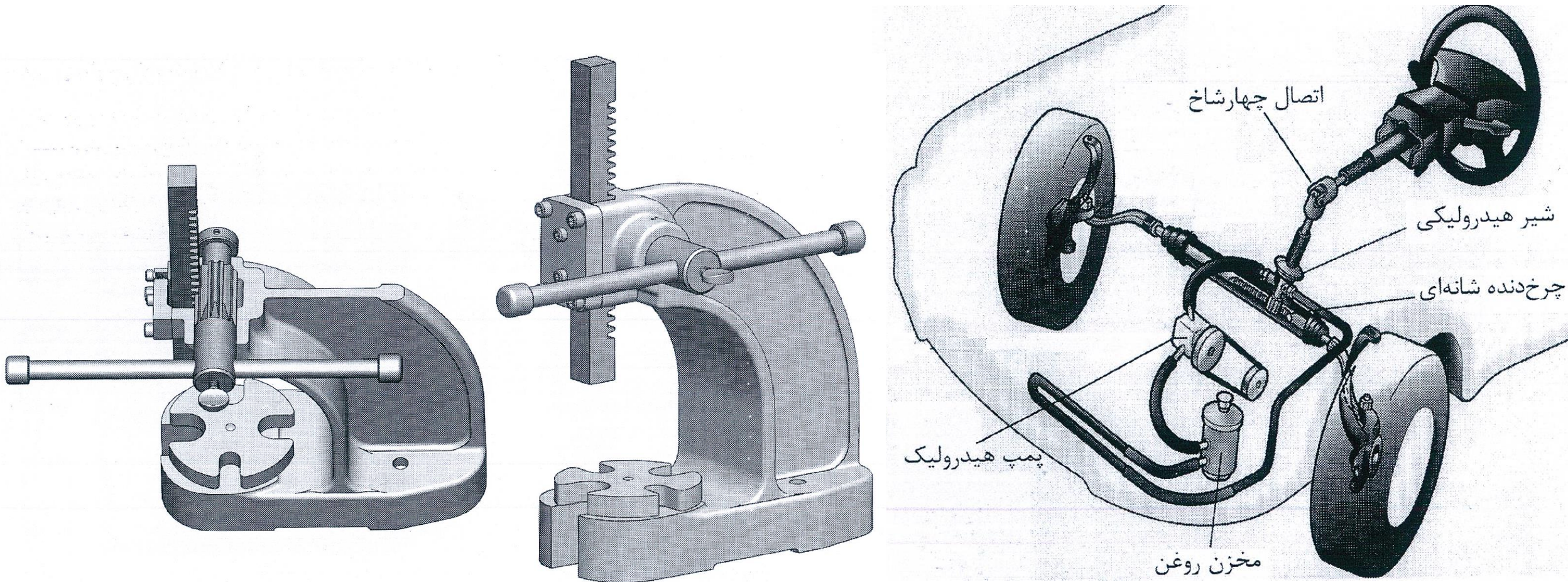
چرخ دنده شانه ای – Rack & Pinion

□ پرس دستی و استفاده از چرخ دنده شانه ای برای تبدیل حرکت دورانی به حرکت خطی



چرخ دنده شانه ای – Rack & Pinion

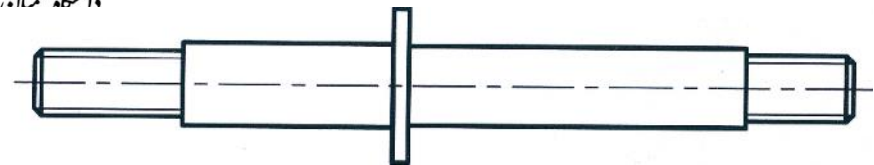
- پرس دستی و استفاده از چرخ دنده شانه ای برای تبدیل حرکت دورانی به حرکت خطی
- از مکانیزمی مشابه در سیستم فرمان خودرو برای چرخش چرخ ها به چپ یا راست استفاده می شود.





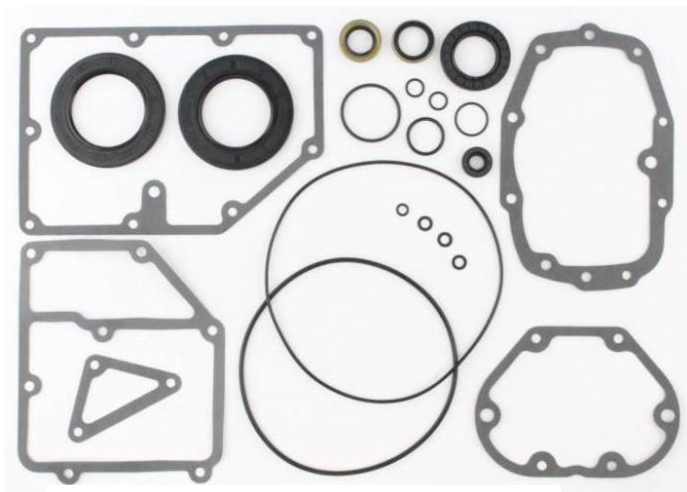
انواع اجزای انتقال قدرت

شفت



❖ اکسل و شفت (محور)

❖ یاتاقان



❖ آب بند



❖ چرخ دنده

❖ تسمه و قرقره



❖ کوپلینگ



تسمه و قرقره – Belt & Pulley

- ✓ از تسمه و قرقره برای انتقال قدرت بین محورها با فاصله زیاد استفاده می شود.
- ✓ برای حرکت تسمه روی قرقره و جلوگیری از سر خوردن آن، باید یک حداقل اصطکاک بین تسمه و قرقره وجود داشته باشد (استثنی: تسمه تایم).
- ✓ تسمه ها نرم هستند، ضربه پذیری خوبی داشته و بدون سر و صدا کار می کنند.



تسمه و قرقره – Belt & Pulley

✓ مکانیزم های تسمه و قرقره نیاز به روانکاری ندارد و بازدهی آنها بالاست (حدود ۹۸٪).

✓ ۴ دسته اصلی تسمه ها:

1. تسمه تخت (Flat Belt)

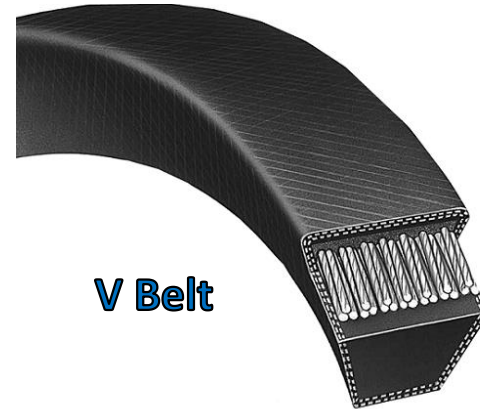
2. تسمه V شکل (V-belt)

3. تسمه گرد (Round Belt)

4. تسمه تایم (تایمینگ) (Timing Belt)



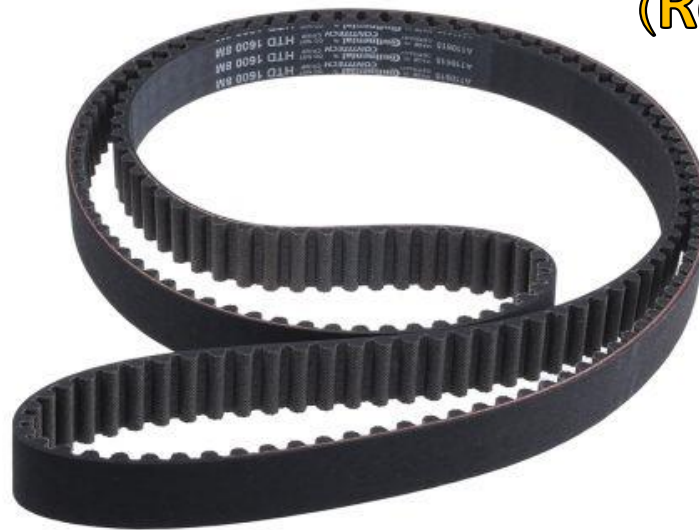
Flat Belt



V Belt



Round Belt

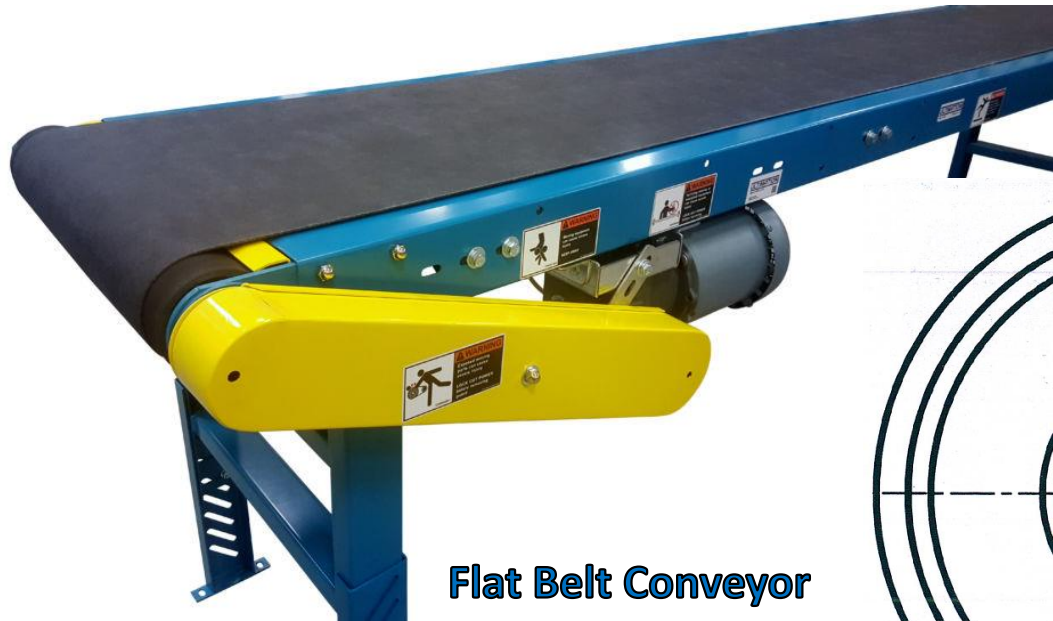


Timing Belt

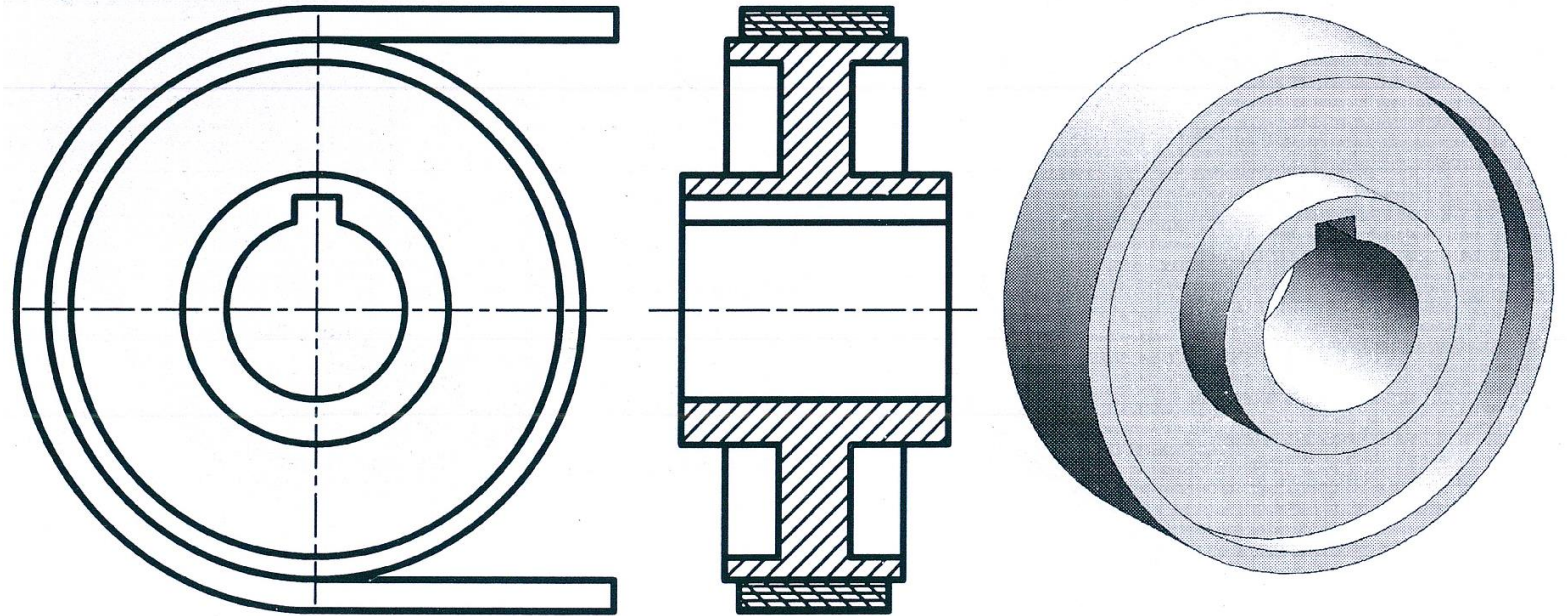
تسمه و قرقره – Belt & Pulley

1. **تسمه تخت:** تسمه دارای مقطع مستطیلی بوده و قرقره سطح صاف یا محدب دارد.

✓ از تسمه تخت به عنوان نوار نقاله و گاهی اوقات برای انتقال توان های بالا استفاده می شود.



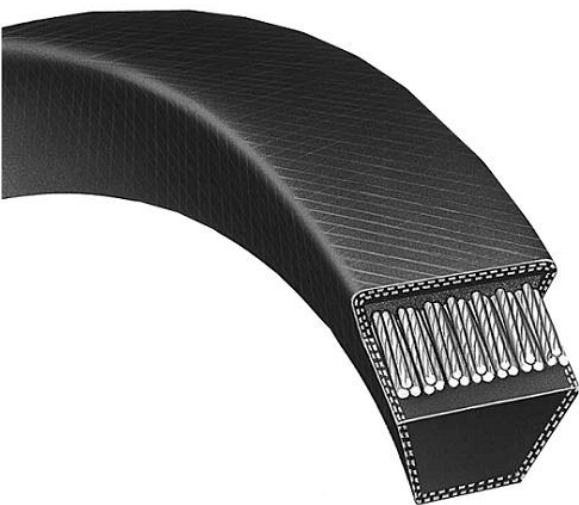
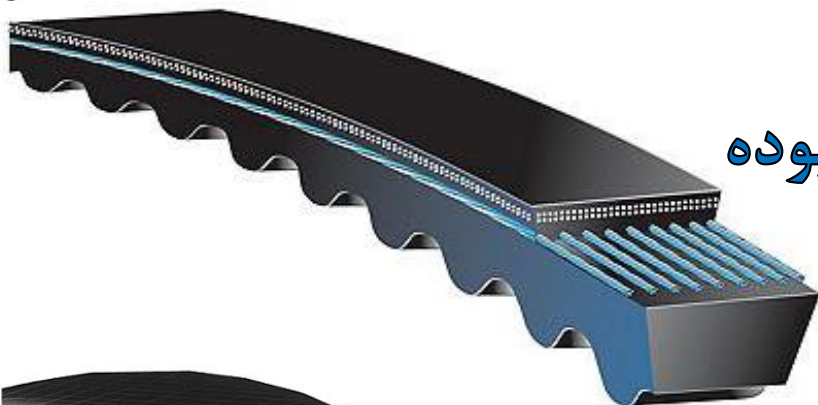
Flat Belt Conveyor



نقشه تسمه تخت و قرقره

تصویر سه بعدی قرقره برای تسمه تخت

تسمه و قرقره – Belt & Pulley



2. تسمه V شکل: این تسمه ها دارای سطح مقطع دوزنقه ای بوده

و به صورت آجدار و ساده ساخته می شوند.

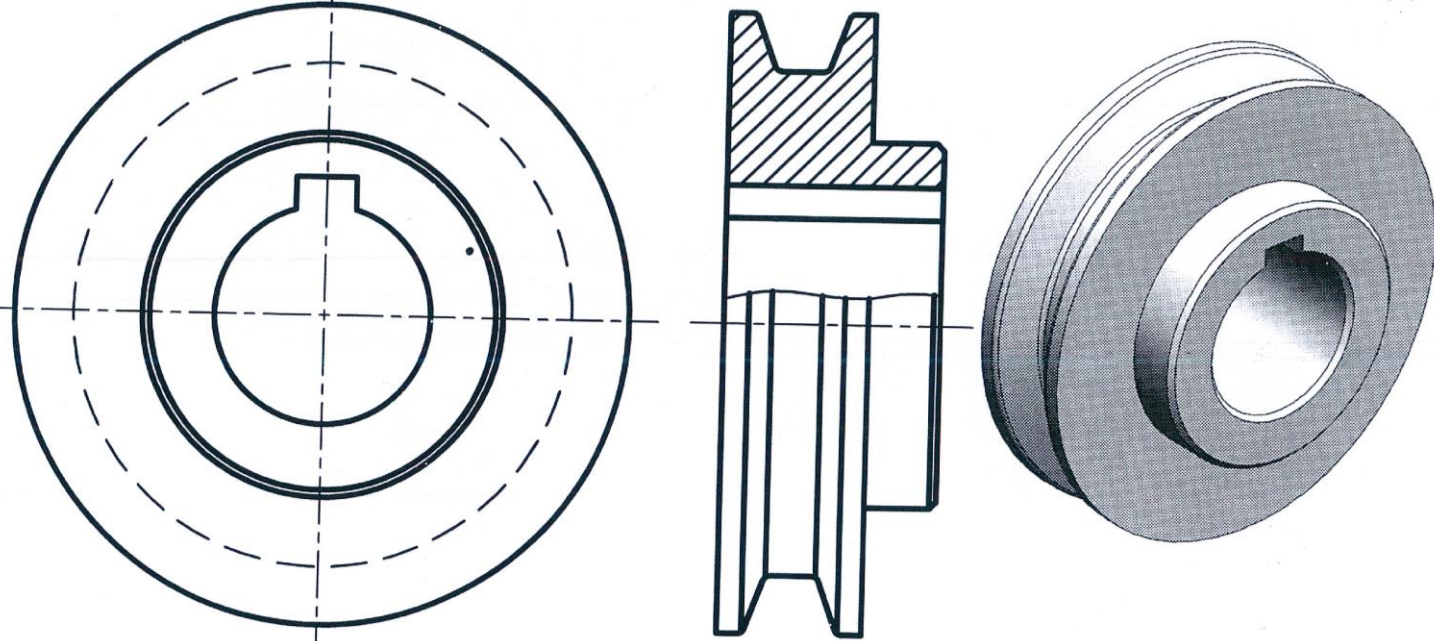
✓ تسمه V شکل قابلیت تحمل نیروی بالا دارد، در برابر حرارت

مقاوم بوده و ضد الکتریسیته است.

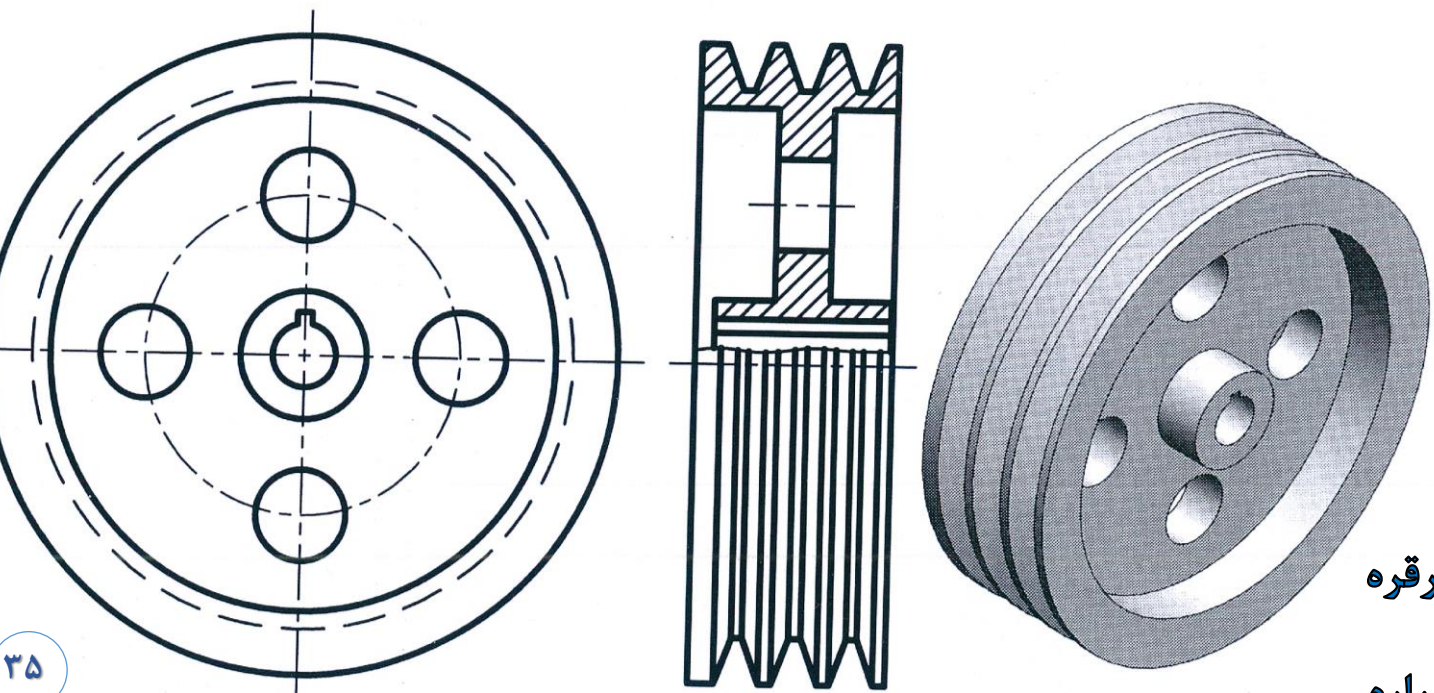
✓ در اکثر ماشین آلات صنعتی از تسمه V شکل استفاده می شود.

تسمه و قرقره

✓ برای حذف محدودیت فضای می توان روی قرقره چند شیار V شکل ایجاد نمود.



تصاویر سه بعدی و برش قرقره برای تسمه V شکل



تصاویر سه بعدی و برش قرقره

برای تسمه V شکل چند شیاره

تسمه و قرقره – Belt & Pulley

3. تسمه گرد: دارای سطح مقطع گرد است و بیشتر در دستگاه های ظریف مانند چرخ

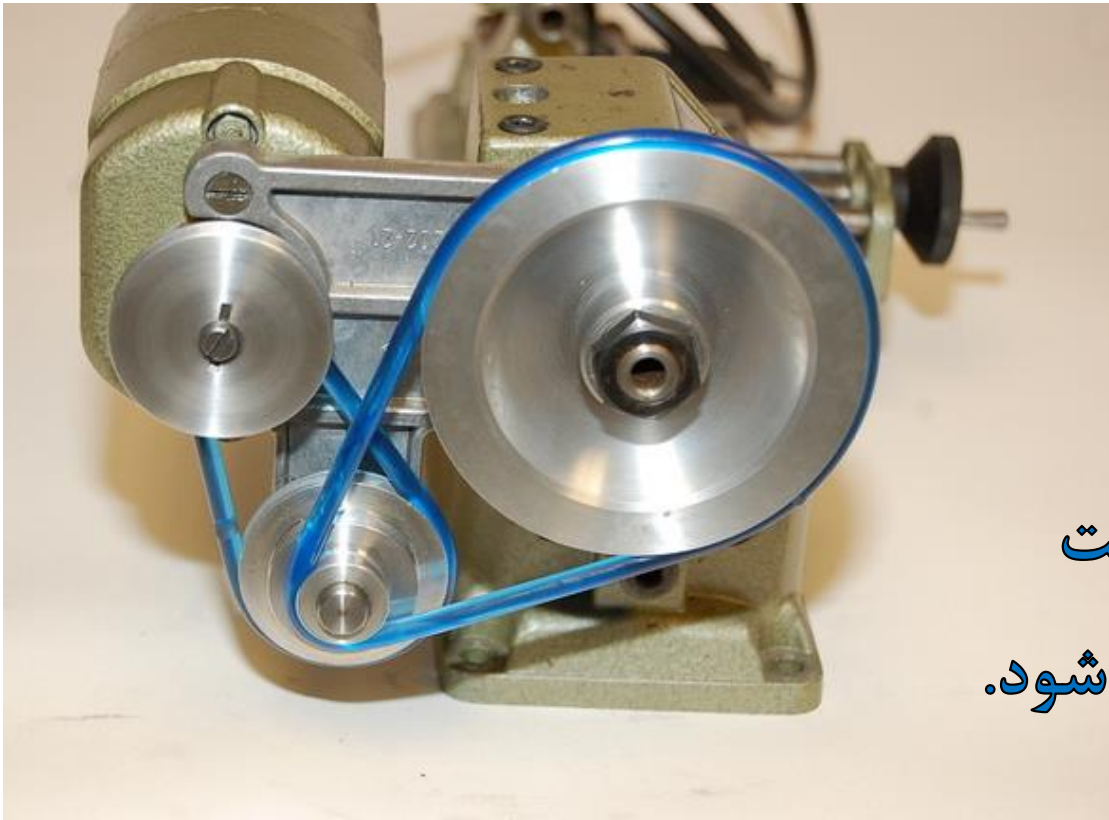
خیاطی استفاده می شود.

4. تسمه تایم: این تسمه دندانه دار است.

- گام دنده های تسمه و قرقره برابر است.

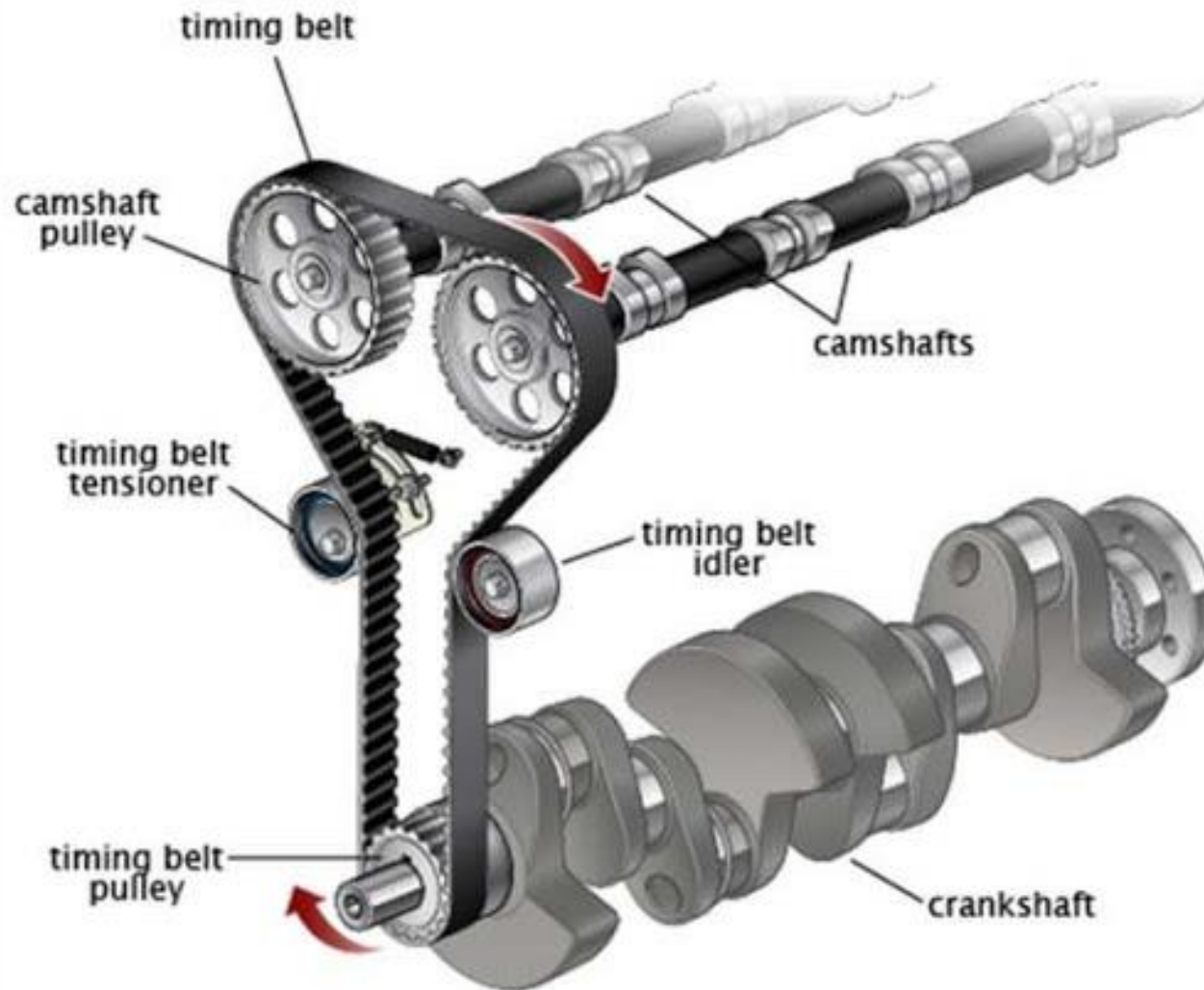
- برای موقعیت هایی که عدم لغزش تسمه اهمیت

- بالایی داشته باشد، از تسمه تایم استفاده می شود.



تسمه و قرقره – Belt & Pulley

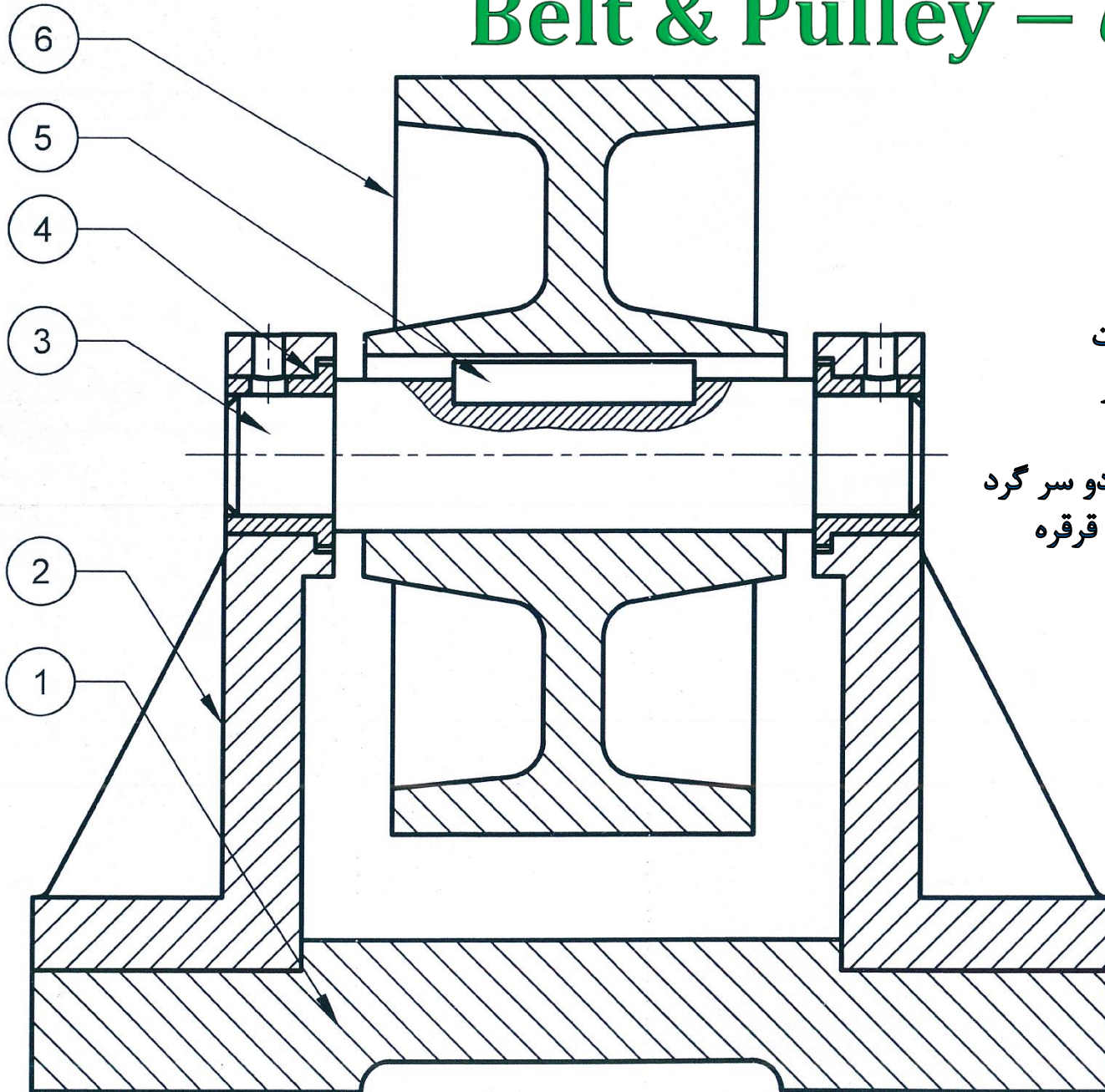
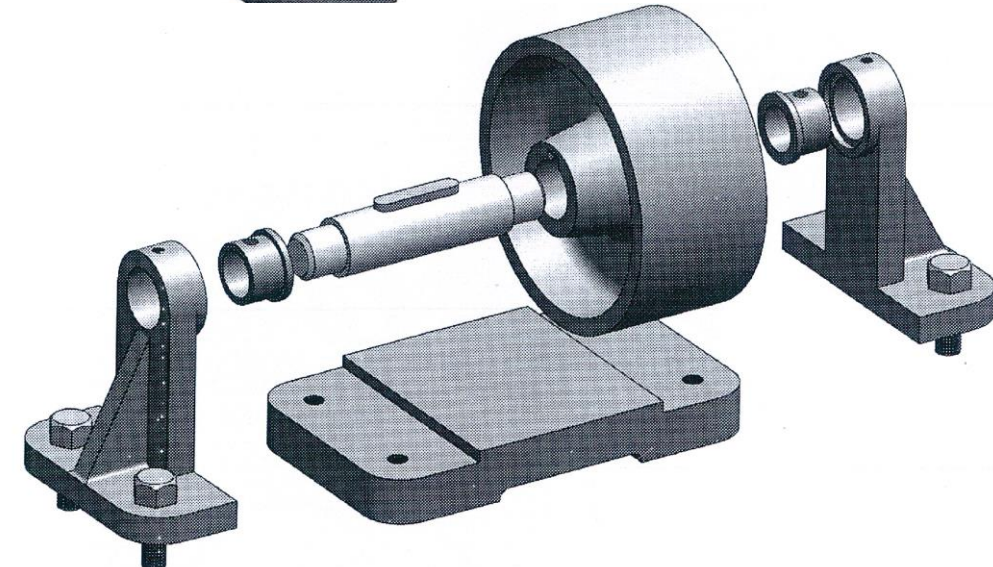
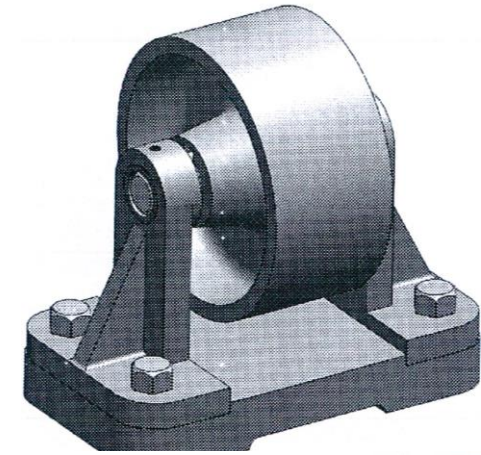
✓ تسمه تایم خودرو: برای همزمانی بین میل لنگ و میل بادامک استفاده می شود.



تسمه و قرقره – Belt & Pulley

✓ مقطع برش خورده از نقشه مونتاژی
یک قرقره تکیه گاهی

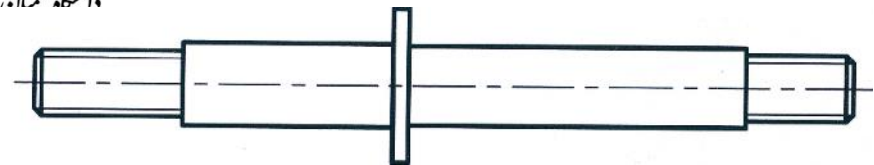
- | | |
|---------------|----|
| پایه | .1 |
| براکت | .2 |
| محور | .3 |
| بوش | .4 |
| خار دو سر گرد | .5 |
| چرخ قرقره | .6 |





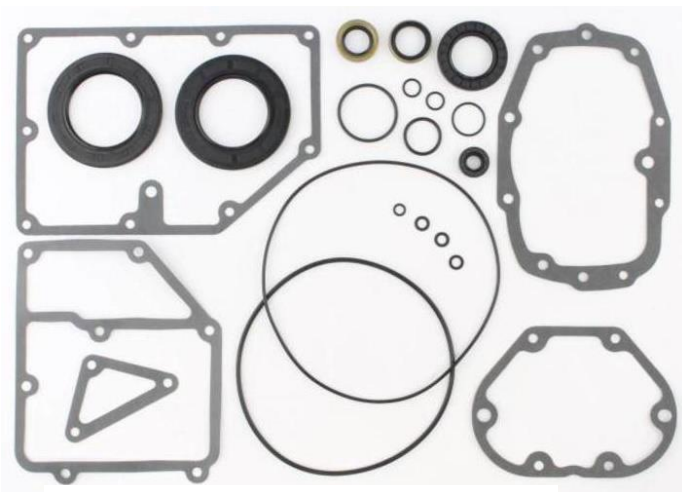
انواع اجزای انتقال قدرت

شفت



❖ اکسل و شفت (محور)

❖ یاتاقان



❖ آب بند



❖ چرخ دنده



❖ تسمه و قرقره



❖ کوپلینگ

کوپلینگ – Coupling

✓ کوپلینگ از اجزای انتقال قدرت است که گشتاور را از شفت ماشین محرک (مانند موتور

الکتریکی) به شفت ماشین متحرک (مانند پمپ) انتقال می دهند.

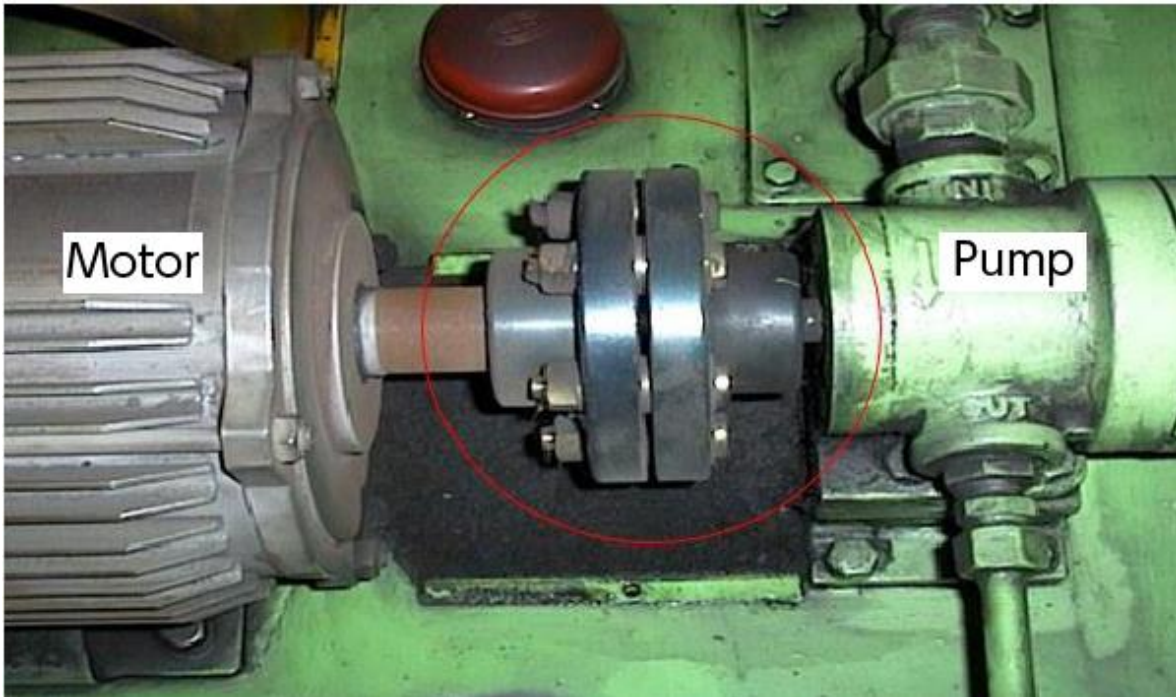
✓ در ادامه دو نمونه از انواع مختلف کوپلینگ

ها معرفی می شوند:

1. کوپلینگ فلنجی (Flange coupling)

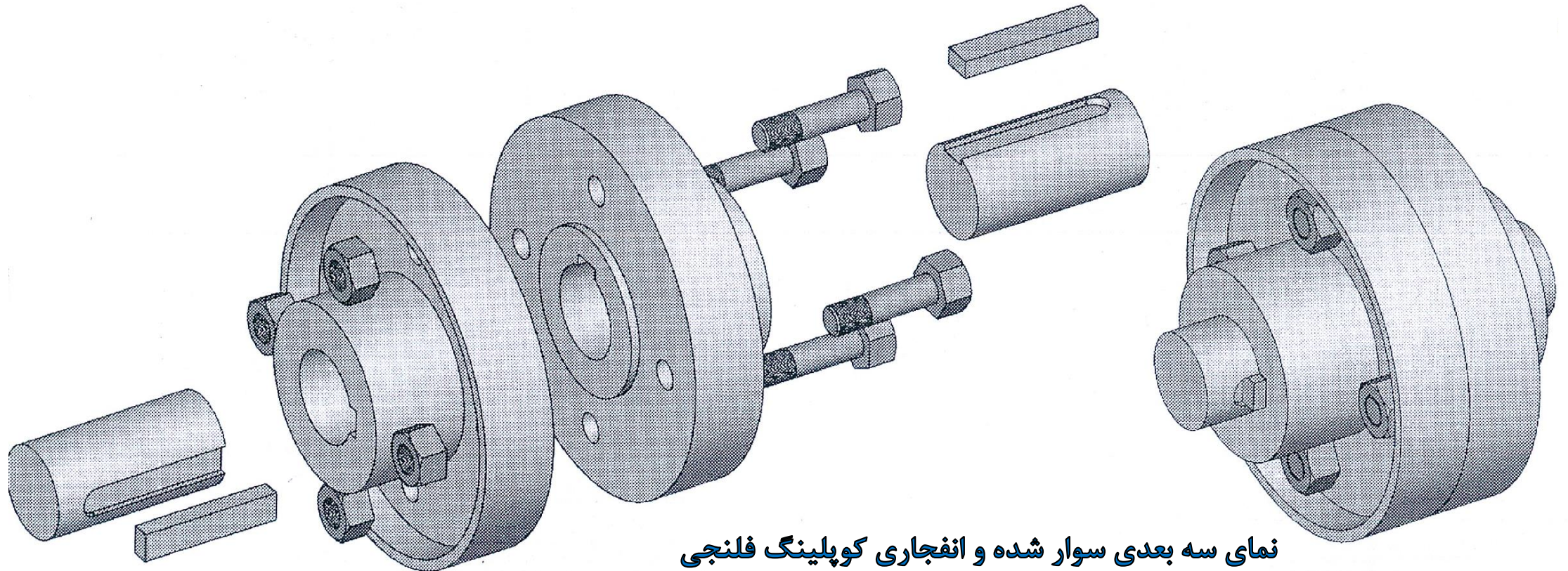
2. کوپلینگ چهارشاخ (Universal Joint)

:(or U joint



کوپلینگ – Coupling

1. کوپلینگ فلنجی (Flange coupling): این کوپلینگ از دو فلنج تشکیل شده است که با یک خار به شفت متصل می گردند. دو فلنج نیز از طریق پیچ و مهره به یکدیگر متصل می شوند.

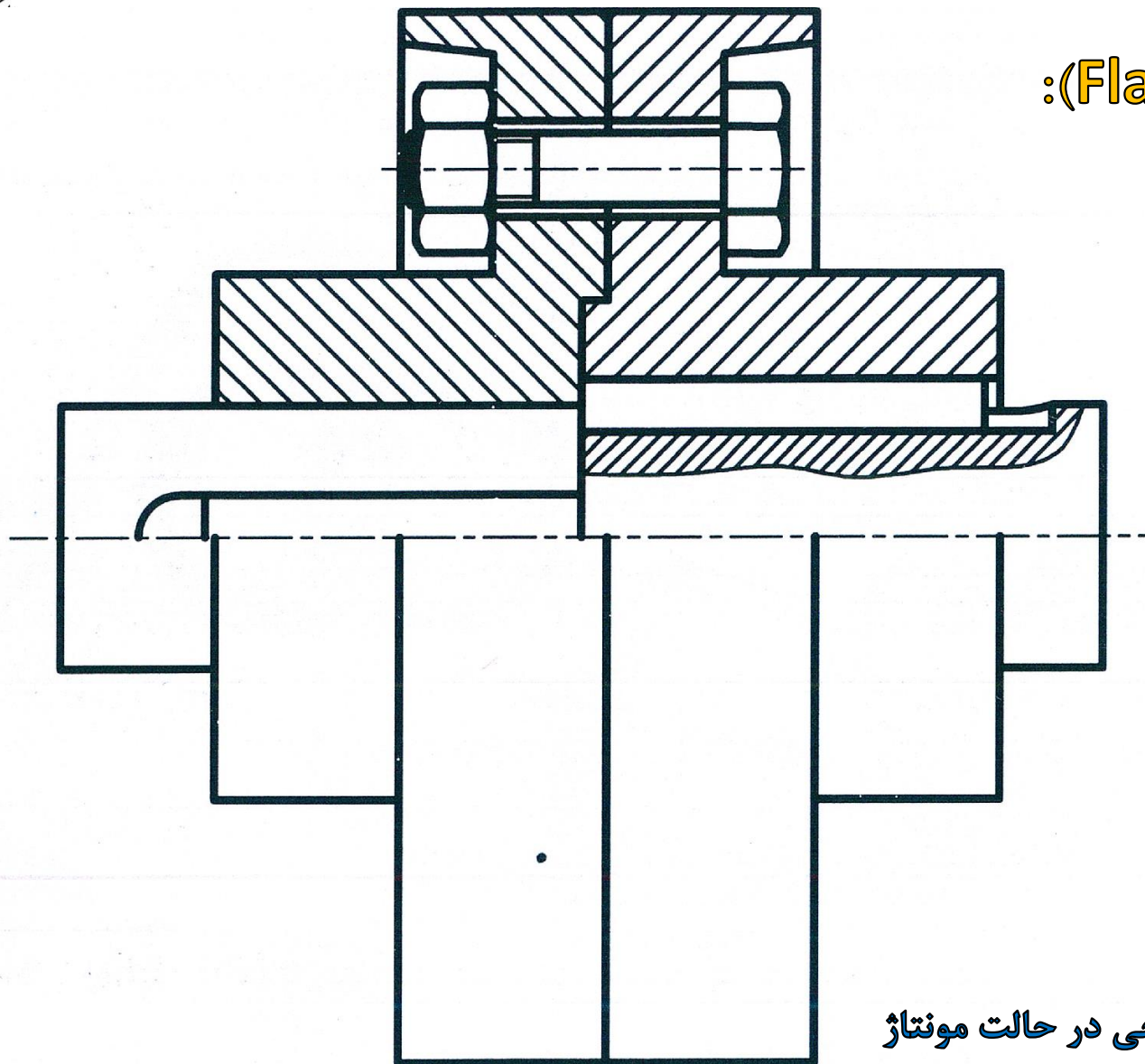


نمای سه بعدی سوار شده و انفجاری کوپلینگ فلنجی



کوپلینگ – Coupling

1. کوپلینگ فلنجی (Flange coupling):



نمای برش خورده کوپلینگ فلنجی در حالت مونتاژ

کوپلینگ – Coupling

2. کوپلینگ چهارشاخ: برای

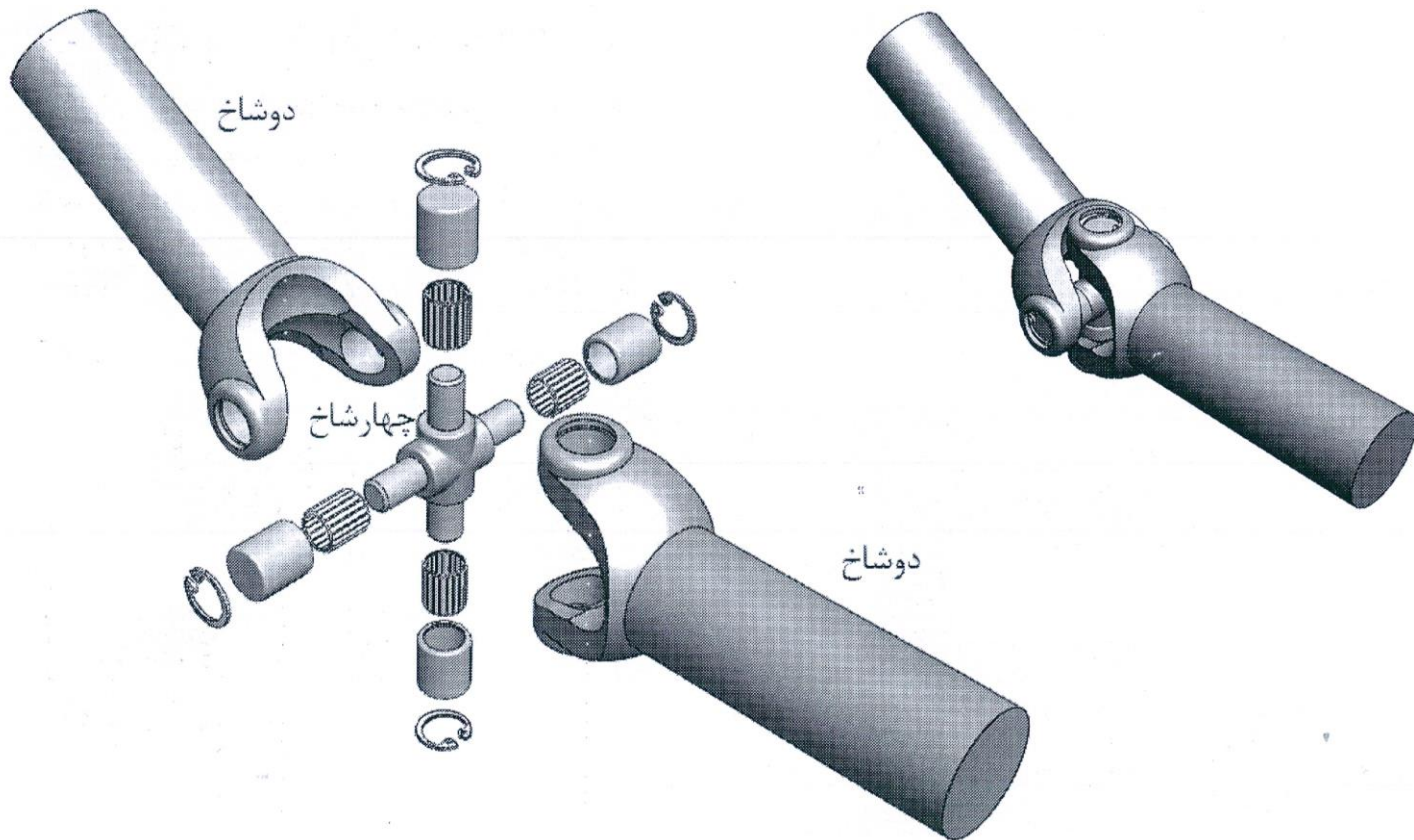
اتصال شفت های ناهمراستا

استفاده می شود.

✓ اجزاء اصلی: یک چهارشاخ

(four point cross)، دو عضو

دو شاخ (Yoke)



کوپلینگ – Coupling

✓ یکی از کاربردهای چهارشاخ، میل گاردان خودرو است که گیربکس را به دیفرانسیل عقب

وصل می کند.

