

بناام خدا

جزوي دوره آموزشي " مباني تكنولوژي بيرينگ "

تهيه كننده: اعظم آقاميرزايي

معاونت تندر

بهار ۸۷

**مقدمه:**

دوره آموزشی " مبانی تکنولوژی بیرینگ " ، از نیازهای ضروری یا پیش نیاز کار تمام افرادی است که به گونه ای با بیرینگ در ارتباط هستند، چه تأمین کنندگان و چه مصرف کنندگان بیرینگ . مباحث مطرح در دوره پیرامون موضوعات زیر می باشد :

- بررسی و شناخت انواع بیرینگ
- شماره فنی بیرینگ
- تolerانسها، لقی ها و انطباقات
- روانکاری بیرینگ
- روشهای نصب و پیاده کردن بیرینگ
- مراقبت از بیرینگ
- خرابیهای بیرینگ

کسانی که این دوره کوتاه مدت را طی می کنند، قادر خواهند بود تا در استفاده صحیح از بیرینگ و کاهش مصرف آن و کاهش توقفات تولید نقش مؤثری ایفا نمایند

**ضرورت توسعه آموزشهای فنی در زمینه بیرینگ**

بیرینگ ( Bearing ) را میتوان به مثابه قلب ماشین آلات در تمام صنایع در نظر گرفت. نقش اصلی بیرینگ در ماشینآلات ایجاد بستر مناسب حرکت و تحمل بار است. لذا کوچکترین خلل در کارکرد بیرینگها ، ماشین آلات را از حرکت یا کار مؤثر باز میدارد. از آنجا که اصطکاک و سایش در اجزاء مکانیکی غیر قابل اجتناب است، بیرینگ ها نیز به مرور دچار فرسایش شده و عمر مفید آنها به سر آمده و می بایست تعویض گردند. از اینرو بیرینگ ها جزو قطعات مصرفی به حساب می آیند و همواره جزو سبد خرید کارخانجات قرار دارند.

برطبق تجارب و بررسیهای بعمل آمده، مصرف بیرینگ در صنایع ایران بیش از حد متعارف در صنایع کشورهای در حال توسعه یا پیشرفته است و بنظر میرسد رقم آن حداقل دو برابر باشد. این مقدار مصرف اضافی هزینههای بسیار گزاف به کشور تحمیل میکند. از اینرو بهینه کردن و کاهش میزان مصرف بیرینگ می بایست جزو دغدغه مدیران صنعت قرار گیرد چرا که:

۱. قریب به تمام بیرینگ های مصرفی در صنایع از خارج کشور تأمین و وارد گشته و در مقابل میلیونها دلار ارز سالیانه از کشور خارج میگردد.
۲. در دنیای تولید رقابتی ، لازمه افزایش کمی و کیفی تولید و به طبع آن افزایش در آمد و سود ، در گرو افزایش زمان و کیفیت کارکرد ماشین آلات است. به عبارتی دیگر در گرو کاهش توقفات دستگاهها ناشی از تعمیرات و تعویضات و

همچنین بهبود وضعیت کار ماشینآلات است. این دو مهم نیز با افزایش طول عمر بیرینگها محقق میشوند. هزینه های توقف تولید در صنایع

صنعت	هزینه
فولادسازی	۱۰ میلیون ریال در ساعت
کاغذسازی	۱۰ میلیون ریال در ساعت
نیروگاه (۶۰۰MW)	۱۵ میلیون ریال در ساعت
خودروسازی (خط رنگ)	۱۰۰ میلیون ریال در ساعت
پتروشیمی	میلیونها ریال (یک توقف = ۳ تا ۴ روز)
سیمان	
غذایی	۵ میلیون ریال در ساعت

۳. در اثر خرابی پیش از موعد (زودرس) بیرینگ ها و نیاز به تعویض آنها، اجزاء جانبی ماشین نیز دچار آسیب و فرسایش گردیده و خرابی به بقیه قسمتهای ماشین سرایت میکند.

۴. لازم است از حجم و فشار کار روی پرسنل واحد نگهداری و تعمیرات کاسته شده تا بر کیفیت کار آنها افزوده شود.

مهمترین عامل مصرف غیرمتعارف بیرینگ در صنعت ایران ناشی از فقر آموزشها و آموخته های علمی و صحیح پرسنل واحدهای صنعتی مسئول در قسمتهایی همچون طراحی، فنی، تعمیرات، PM، و تولید است. برخی اشتباهات و خطاهایی که این افراد در ارتباط با بیرینگ انجام میدهند را چنین میتوان برشمرد:

- انتخاب نادرست بیرینگ و ملزومات آن در طراحی ماشین
  - عدم انتخاب و جایگزینی بیرینگهای جدید برای ماشین آلات قدیمی در حال کار
  - عدم کنترل وضعیت محل نشیمن بیرینگ (محور و هوزینگ) و مقدار انطباقات ابعادی
  - نصب بیرینگ در محیط بسیار آلوده و کثیف
  - نصب بیرینگ با وسایل و روشهای ابتدایی و مرسوخ که موجب آسیب رسیدن جدی به بیرینگ و محور در حین نصب میشود.
  - عدم رعایت تلرانسهای بعد از نصب بیرینگ
  - مصرف گریسهای متفرقه و فاقدکیفیت برای روانکاری بیرینگ
  - گریسکاری و اعمال گریس بیش از مقدار لازم و مناسب
  - عدم مراقبت از وضعیت بیرینگ در حال کار (کنترل دما، ارتعاش، دور و سروصدا)
  - عدم بررسی علل خرابی زودرس بیرینگ و تلاش در رفع آن
- عامل مهم دیگر در مصرف بیش از حد بیرینگ، خرید و استفاده از بیرینگهای فاقد کیفیت یا تقلبی است که به یک معضل اساسی برای تمام صنایع کشور تبدیل شده است.

ریشه این معضل را نیز میتوان در فقر اطلاعات فنی و آموزشهای اصولی جستجو کرد و در این خصوص ضرورت آموزشهای فنی بپرینگ احساس می گردد.

## تاریخچه

نیروی اصطکاک علی الرغم فوایدی که در برخی موارد برای انسان داشته است در مواردی هم بعنوان مانع در سر راه انسان بوده و باعث اتلاف مقدار بسیار زیادی از انرژی می شود. بطور مثال از حرارت ناشی از سوخت در خودرو ۳۵ درصد از طریق سیستم آگزوز و ۳۳ درصد از طریق آب و ۷ درصد از طریق انتشار در هوا به بیرون از سیستم منتقل می شود و تنها ۲۵ درصد از کل حرارت تولید شده برای انجام کار مفید باقی می ماند که همه این هدر رفتن انرژی حرارت ناشی از وجود اصطکاک در بخشهای مختلف خودرو می باشد.

در تکیه گاه شفت بروی دیواره ها نیز نیروی اصطکاک بین شفت و دیواره باعث اتلاف انرژی می گردد. بمنظور کاهش اصطکاک در تکیه گاه شفتهای دوار از یاتاقانها استفاده می شود. در یک تعریف کلی به هر تکیه گاهی که اصطکاک را کاهش دهد یاتاقان می گویند. در واقع نیروی اصطکاک مزاحم کار تکیه گاهی یاتاقان می باشد.

یافتن روشهای مناسب برای غلبه بر اصطکاک از دیر باز در سرلوحه کارهای بشر بوده است. بیشتر افراد از چرخ بعنوان بزرگترین اختراع در طول اعصار یاد می کنند، در صورتیکه این چنین نیست. بلکه نوآوری واقعی در قراردادن محور چرخ در یاتاقان (تکیه گاه مدور) شکل گرفت. مدارکی دال بر استفاده از سطوح مدور برای کاهش نیروی لازم بمنظور جابجایی اجسام سنگین در زمانهای قدیم وجود دارد. برای مثال مصریان از الوار (تنه درخت) استفاده می کردند. یاتاقان هایی که با چرخ ها و محورهای اولیه به کار می رفت، از نوع محوری بود که در آنها محور با لقی اندکی درون سوراخ یاتاقان قرار می گیرد.

در هر حال اختراع چرخ پدیده مهمی بوده است ولی این یاتاقانها بودند که باعث چرخش اجسام می شوند. در ابتدا رومی ها، بلبیرینگ ضد اصطکاک اولیه را در دوران حضرت مسیح (ع) بکار می بردند. باقیمانده های یک کشتی رومی در دریاچه «نمی» حکایت از وجود سه نوع اولیه بلبیرینگ یعنی کروی، استوانه ای و مخروطی (شیبدار) داشت، هر چند در این جستجو مورد استفاده آنها نامشخص ماند.

در دوران رنسانس لئوناردو داونچی یک یاتاقان ضد اصطکاک را طراحی کرد اما قصد وی از ساختن آن همچنان نامعلوم است. با پیشرفت انقلاب صنعتی در قرن هجدهم و بکار گیری نیروی بخار بجای نیروی باد، استفاده از یاتاقان ها بسیار گسترش یافت. هر چند که بیشتر آنها از نوع یاتاقان های محوری بودند و از نوع یاتاقان های ضد اصطکاک کمتر استفاده می شد.

در قرن هجدهم یکی از مشکلات بزرگی که مانع سفرهای دور و دراز می شد «طول جغرافیایی» بود. بعلت عدم توانایی در اندازه گیری طول جغرافیایی هنگامیکه دریانوردان از خشکی به حدی دور می شدند که قادر به دیدن آن نبودند، به احتمال زیاد گم می شدند. جان هریسون این مشکل را بکمک یک ساعت دریانوردی، که «کرونومتر» نامیده می شد، حل کرد. در یکی از نمونه های اولیه آن یک بلبیرینگ محصور بکار رفته بود. در ادامه برای کوچکتر کردن کرونومتر این نوع اولیه بلبیرینگ های ضد

اصطكاك را با ياتاقان هاي محوري خيلي ريز ساخته شده از جواهرات عوض كرد. بطور كلي مي توان گفت صنعت ساخت ياتاقان هاي ضد اصطكاك (ياتاقانهائي شامل عناصري كه داراي حركت دوراني هستند) از دهه هشتاد قرن نوزدهم-1890) (1880 شروع شد. وقتي كه فرديش فيشر در آلمان راهي براي ساخت و توليد توپهاي كروي، به تعداد زياد و بصورت اقتصادي و مقرون به صرفه پيدا كرد، در قرن نوزدهم راه آهن، وسايل الكترونيكي، تلگراف، نيروي برق، تلفن و دوچرخه هم پديد آمدند.

در بيشتر موارد، يك پيشرفت در توليد، كليد موفقيتي براي ساخت محصولات بهتر خواهد بود. بلبيرينگها ابتدا در دوچرخه ها بكار مي رفت و با روي كار آمدن صنايع خودرو سازي كه در اوائل قرن بيستم به وجود آمد، صنعت ساخت بلبيرينگ نيز به صنعت پيشرفته اي تبديل شد.

در همين سالها صنعت خودروسازي به سرعت گسترش يافت. بطور مثال پلاك گذاري وسايل نقليه در ايالات متحده از حدود يك هزار دستگاه در سال ۱۸۹۸ به ده هزار دستگاه در سال ۱۹۰۰ رسيد و در سال ۱۹۰۶ بيش از صد هزار خودرو شماره گذاري شد.

اين رقم هنگامي كه هنري فورد در سال ۱۹۱۳ تحولي در صنعت خودرو سازي ايجاد كرد به بيش از يك ميليون در سال رسيد. او با ايجاد خط توليد و ابداع قطعات تعويض پذير باعث شد كه خودرو براي افراد معمولي نيز قابل خريد باشد و تا سال ۱۹۲۲ ده ميليون خودرو در ايالات متحده نمره گذاري شود.

امروزه تعداد اتومبيل هاي جهان در حدود ۸۰۰ ميليون دستگاه تخمين زده مي شود. صنايع خودرو سازي نياز به جاده هاي بهتر و ابزار مناسبتر دارند و اين يك چرخه بي انتها براي رشد و اشتغال زايي است. همچنين فورد با بكارگيري صنعت خودرو سازي در كشاورزي باعث ابداع تراكتور فوردسان شد.

در شروع قرن بيستم يك كشاورز آمريكايي غذاي ۵/۲ نفر را تامين مي كرد، در صورتيكه امروزه هر كشاورز آمريكايي براي بيش از ۱۰۰ آمريكايي و ۳۲ نفر در كشورهاي ديگر غذا توليد مي كند. اين انقلاب باعث آزادي عمل بقيه جمعيت مي شود تا پيگير پيشرفت هاي فكري، فرهنگي و اجتماعي شوند و از آن مي توان به عنوان چيزي ياد كرد كه باعث بوجود آمدن جوامع نوين شده است. كشاورزي مكانيزه را مانند توليد انبوه مي توان از عوامل دانست كه زمينه را براي ديگر پيشرفتهاي قرن بيستم فراهم آورده اند.

در نيمه اول قرن بيستم لوله هاي خلاء، راديو، هواپيما، نايلون و آنتي بيوتيك ابداع شدند و در نيمه دوم آن انقلابي در وسايل الكترونيكي بوجود آمد كه در حد قابل توجهي توانايي ما را در ارتباطات بالا برد و بازدهي توليد را در صنايع توليدي و خدماتي افزايش داد. در اين قرن سفرهاي هوايي براي گروههاي از مردم مقرون به صرفه شد. همچنين انسان بعد از يك دهه كار دشوار در دهه (۱۹۷۰-۱۹۶۰) بر روي سطح ماه گام گذاشت.

فناوري موجود در عصر فضا سبب ايجاد ماهواره هاي ارتباطي، تلفن همراه، اينترنت و انقلاب در صنايع كامپيوتر شده. در سال ۱۹۸۵ يك ابر كامپيوتر IBM سه ميليون دلار قيمت داشت. امروزه يك كامپيوتر خانگي هزار و پانصد دلاري كار همان ابر

کامپیوتر را صد برابر سریع تر انجام می دهد. مواد مرکب پیچیده ای نیز تولید شده است و ما قرن بیستم را با شروع تحقیقات ژنتیکی به پایان رساندیم که زمینه را برای گامهای بلندی در زمینه علوم پزشکی فراهم کرده است.

در این میان سرعت تغییرات در حد قابل توجهی چشمگیر بوده است. پنج هزار سال طول کشید تا اختراع یک چرخ ساده به ابداع راه آهن برسیم ولی در یک دوره ۶۶ ساله (معادل عمر انسان) ما از پرواز اولین انسان به اولین قدم انسان بر روی سطح ماه رسیدیم.

در قرن اخیر نه تنها فن آوری یاتاقان های ضد اصطکاکی بهبود یافته و نقش مهمی در جابجایی مطلوب مردم بازی می کنند، بلکه صنعت یاتاقان سازی نیز بطور متقابل از فن آوری های جدید سود می برد. امروزه عملکرد یاتاقانها تحت تاثیر دقت هندسی، کیفیت و خصوصیات فولادی استکه برای ساخت آن بکار می رود. در دهه-1960 1970 محققان دریافته اند که سفرهای فضایی بدون داشتن علوم پایه ای در مورد وسایل ضد اصطکاک در محیط خلا فضا غیرممکن است. در این باره ای ان. گروبین از موسسه مرکز تحقیقات علمی و فناوری مهندسی مکانیک در مسکو با دو نفر انگلیسی به نامهای دی. داوسون از دانشگاه لیدز و جی. آر. هیگینسون از دانشکده علوم دانشگاه نظامی شیرونهام، تئوری روغنکاری الاستور هیدرو دینامیک را مطرح کردند که طرز کاری برای یاتاقان ها و چرخ دنده ها ارائه می داد. همانطور که نام این تئوری نشان می دهد با در نظر گرفتن تغییر شکل قطعات پلاستیکی در تماس، می توان به ضرورت وجود لایه ضخیم تری از روان کننده بین قطعات متحرک پی برد. از سوی دیگر تنش بسیار زیادی که در سطح تماس به وجود می آید باعث می شود که روان کننده (یا روغن) به یک شبه جامد، که از نظر غلظت و چگالی به آسفالت می ماند، تبدیل شود. در نتیجه مانع تماس فلز با فلز در قسمتهای متحرک و شیارها و دیواره ها می شود.

پیشرفت در زمینه علوم الکترونیک و ساینی در اختیار صنعت یاتاقان سازی قرار داده است تا این تئوری ها را بررسی و اصول پایه ای دینامیک ماشین ابزار را درک کرده و در نتیجه بتواند دقت سنگ کاری (سمباده زنی) را افزایش دهد.

همچنین تجهیزات فراسوتی را پیشرفت دهند تا به این وسیله بتوانند کیفیت و خصوصیات فولاد را بهبود بخشند. در اوایل دهه ۱۹۸۰-۱۹۷۰ شرکت اینتل یک ریز پردازنده اختراع کرد و در نتیجه دقیق و مداوم ماشین ابزار و فرآیند تولید فولاد بطور کامل اقتصادی شد. نتیجه نهایی این است که در طول ۲۰ سال گذشته یاتاقانهای با قطر داخلی کمتر از ۱۰۰ میلی متر طول عمرشان ۱۰ برابر شده و یاتاقانهای با قطر داخلی بیش از ۲۰۰ میلیمتر عمرشان ۲۰ برابر شده است. در مقابل، دقت زیاد ابزار مکانیکی، تولید قطعات خیلی کوچک تر و ظریف تر از وسایل الکترونیکی را میسر کرده است.

به هر حال یاتاقانها، فقط یکی از قسمت های سامانه های مکانیکی به کار رفته در جعبه دنده و محورهای انتقال قدرت هستند. طراحی و انتخاب چرخ دنده نیاز به بررسی دقیق تری دارد. چون نه تنها در معرض شکست تماسی (در اثر تماسی دو لبه) قرار دارند بلکه در معرض شکست خمشی و سایش نیز قرار دارند. در طراحی جعبه دنده ها و محورهای انتقال قدرت باید تمام سامانه را با هم در نظر گرفت.

طراحی و انتخاب دقیق یاتاقان ها، چرخ دنده ها، روان کننده ها و گردگیر پوسته نیز برای موفقیت طرح، لازم و ضروری است.

در ۲۰ سال گذشته با ترکیب آخرین روش های طراحی کامپیوتری و نتیجه به دست آمده از پیشرفت بلبیرینگها و عملکرد چرخ دنده ها، انتقال قدرت به حدی ارتقاء پیدا کرده است که با استفاده از همان فضای قبلی می توانیم تا ۳ برابر توان را انتقال دهیم. از هنری تیمکن، مخترع رولربیرینگ های مخروطی این جمله نقل شده است: «کسی که بتواند چیزی بسازد که اصطکاک را بطور اصولی کاهش دهد به پدیده واقعاً ارزشمندی دست یافته است.

«بعنوان يك کار مهیج اجتماعی در سال ۱۹۳۰ در شیکاگو، سه زن با کفش های پاشنه بلند، يك لوکوموتیو ۳۲۳ تنی را که برای شرکت تیمکن ساخته شده بود و با بلبیرینگ های ساخت همین شرکت غلت می خورد، به زحمت کشیدند.

## بیرینگ ها

Bearing مخفف از فعل Bear To به معنی حمل کردن است، بیرینگ ها کلیدیاتاقان های غلتشی هستند. بیرینگ ها در هر دستگاهی که دارای اجزای گردنده هستند جهت تثبیت موقعیت و کنترل و نگهداری بار قسمت متحرک، مورد استفاده قرار میگیرند و بسته به کاربرد دارای گونه های مختلفی هستند.

## اصطلاحات بیرینگ ها :

۱-۲ قطعات غلتنده ( ساچمه و رولر )

۳-نشیمگاه

۴-شفت

۵-شانه پله شفت

۶-قطر شفت

۷-صفحه قفل کننده

۸-آب بندی شعاعی شفت

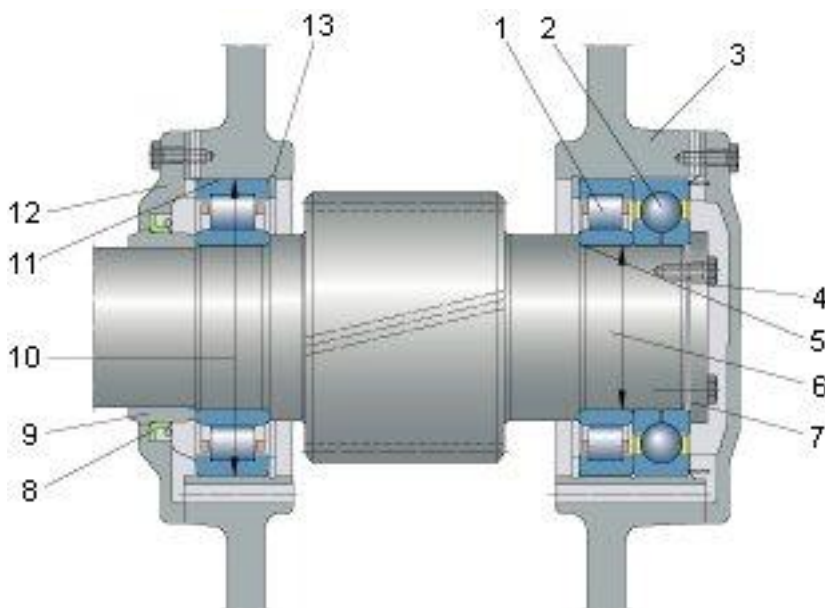
۹-رینگ فاصله انداز

۱۰-قطر داخلی نشیمگاه

۱۱-سطح داخلی نشیمگاه

۱۲-درپوش نشیمگاه

۱۳-خارفتري



## انواع بیرینگ ها :

Deep groove ball bearing, open basic design



بیرینگ شیار عمیق - طرح اصلی باز

Deep groove ball bearing with contact seals



بیرینگ شیار عمیق با آب بند تماسی

Deep groove ball bearing, single row with fixed section



بیرینگ شیار عمیق - یک ریفه با مقطع ثابت

Deep groove ball bearing, double row



بیرینگ شیار عمیق - دو ریفه



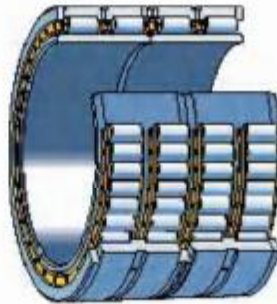
Cylindrical roller bearing, double row, NN type



رولبرینگ استوانه ای با طرح NN

x

Cylindrical roller bearing, four-row



رولبرینگ استوانه ای چهار ردیفه

x

Full complement cylindrical roller bearing, single row



رولبرینگ استوانه ای بدون قفسه یک ردیفه

x

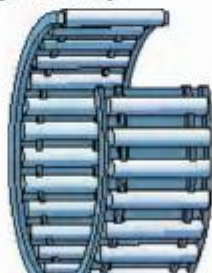
Full complement cylindrical roller bearing, single row with seals



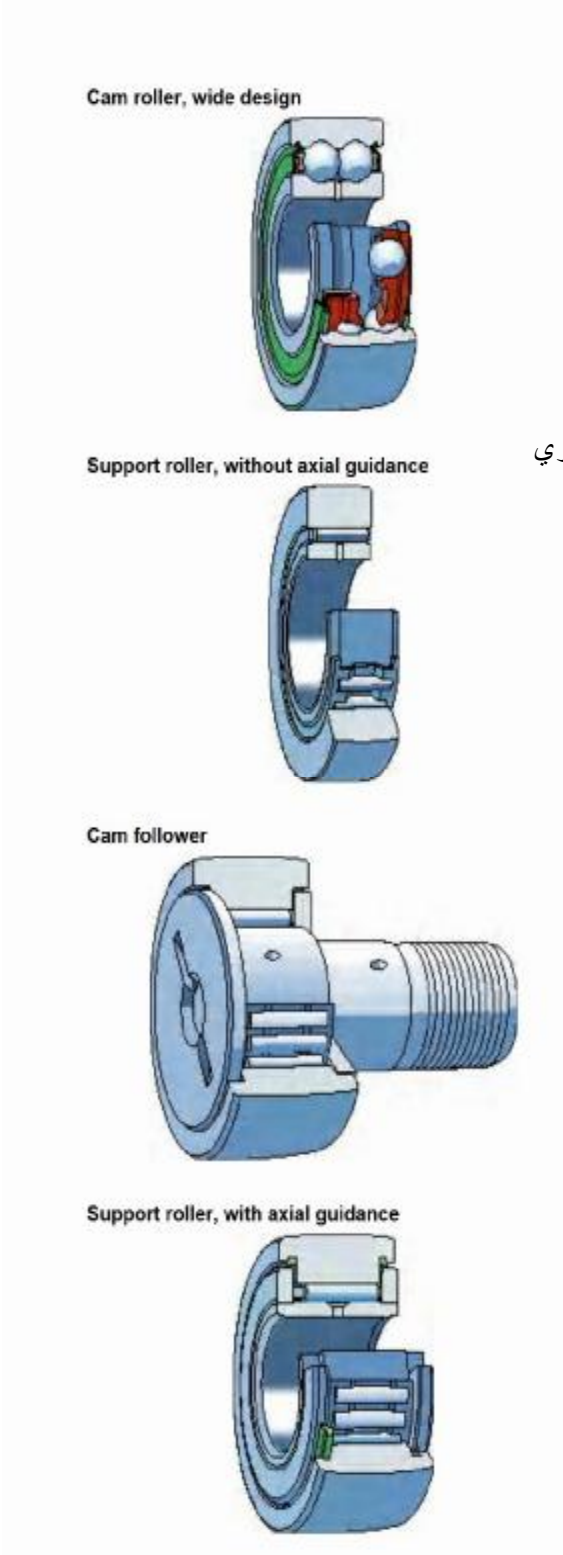
رولبرینگ استوانه ای بدون قفسه دو ریفه با آب بندی

x

Needle roller and cage assembly



مجموعه قفسه و رولرهای سوزنی (یک ردیفه)



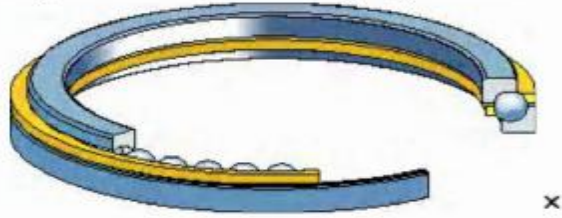
بلبرینگ تماسی زاویه ای

رولر پشتیبان بدون راهنمای محوری

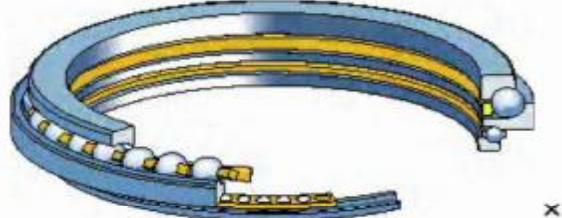
بادامک پیرو

رولر پشتیبان با راهنمای محوری

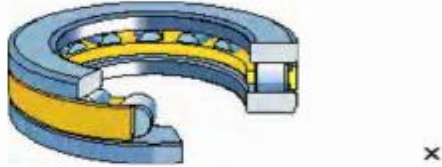
Angular contact thrust ball bearing, single direction



Angular contact thrust ball bearing, double direction



Cylindrical roller thrust bearing, single direction



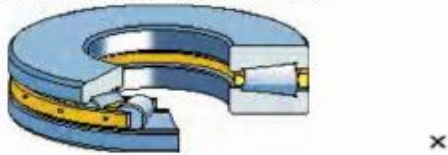
رولربیرینگ استوانه ای کف گرد ، یک ردفه

Needle roller thrust bearing



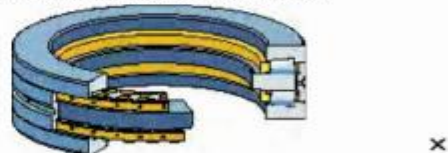
رولربیرینگ سوزنی کف گرد- یک طرفه

Taper roller thrust bearing, single direction



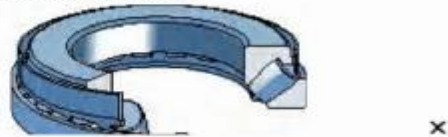
رولربیرینگ مخروطی کف گرد-یک طرفه

Taper roller thrust bearing, double direction



رولربیرینگ مخروطی کف گرد- دو طرفه

Spherical roller thrust bearing



رولربیرینگ کروی کف گرد

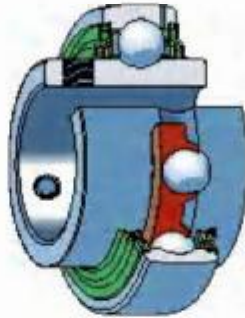
Y-bearing with eccentric locking ring, inner ring extended at one side

Y بیرینگ - بارینگ قفل کن خارج از مرکز  
بارینگ داخلی بیرون زده از یک طرف



Y-bearing with grub screw locking

Y بیرینگ - با قفل کن پیچ مغزی



Y-bearing with adapter sleeve

Y بیرینگ - با غلاف واسطه  
برای نصب از غلاف واسطه استفاده می شود.



Y بیرینگ با رینگ داخلی استاندارد

Y-bearing with normal inner ring

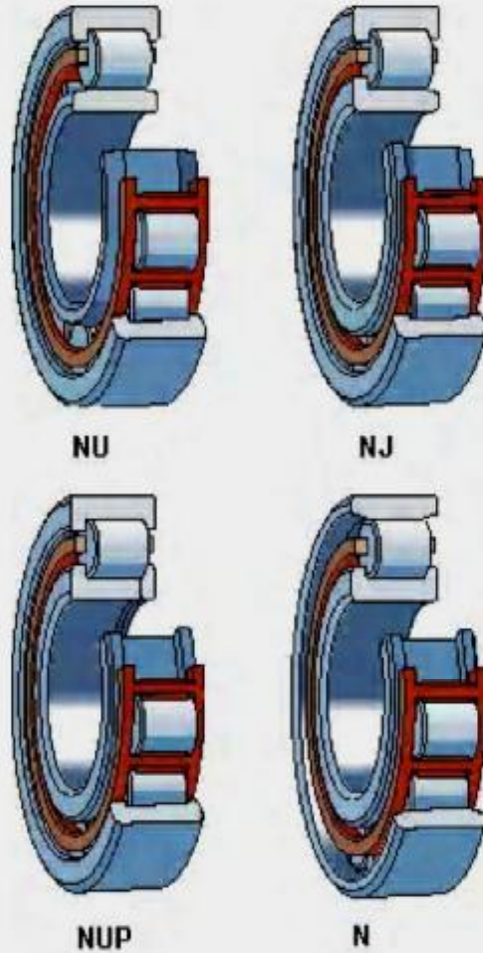


Angular contact ball bearing, basic design

بلیرینگ تماس زاویه ای - طرح اصلی یک ردیفه

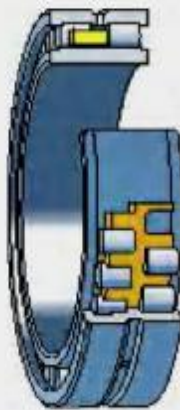


Cylindrical roller bearing, single row, NU, N, NJ, NUP types



رولر بیرینگ استوانه ای طرح های  
NU,N,NJ,NUP

Cylindrical roller bearing, double row, NNU type



رولر بیرینگ - دو ردیفه با طرح  
NNU

## کاربری بیرینگ ها

### (A) بیرینگ ها

۱. بیرینگ شیار عمیق : متداولترین نوع بیرینگ در بازار است . موارد استفاده زیاد دارد و می تواند نیروهای شعاعی و نیروهای محوری را در دو جهت تحمل می کند و برای سرعت های بالا مناسب است .

۲. بیرینگ تماس زاویه ای : سطوح غلتش در رینگ داخلی و خارجی بلبرینگ های تماس زاویه ای نسبت به یکدیگر در جهت محور بیرینگ جابجا شده اند. بنابراین این بیرینگ ها برای تحمل بار ترکیبی ( بار محوری و شعاعی همزمان ) طراحی شده اند. ظرفیت حمل بار محوری بلبرینگ های تماس زاویه ای با افزایش زاویه تماس، افزایش می یابد. زاویه تماس، زاویه بین خط ارتباط دهنده نقاط تماس ساچمه ها با سطوح غلتش در صفحه شعاعی ( مسیر انتقال بار از یک سطح غلتش به سطح دیگر ) و خط عمود بر محور بیرینگ است.

۳. بیرینگ خودمیزان : این بیرینگ در یک طرف دو شیار دارد و در یک طرف سطح کرومی می باشد که سطح کرومی باعث خودمیزان می شود . در مواردی که محور با پوسته ی داخلی انطباق نداشته باشد، یا محور دارای خیز باشد استفاده می شود .  
خیز : در علم فنی یعنی خم شدن محور

۴. بیرینگ کف گرد : برای سرعت های بالا مناسب نیست و عملکرد آن برای محورهای عمودی بهتر است .

### (B) رولبرینگ ها :

۱. رولبرینگ سیلندری : نیروی شعاعی بیشتری را نسبت به بیرینگ ها تحمل می کند چون سطح تماس بیشتری دارند .

۲. رولبرینگ مخروطی : این بیرینگ ها قادر به تحمل نیروهای شعاعی است اما نیروهای محوری را فقط در یک جهت تحمل می کند بنابراین به طور معکوس با جفت خودش به کار می رود .

۳. رولبرینگ سوزنی : دارای تحمل نیروهای شعاعی است در جایی که فضای شعاعی کمی موجود باشد از این رول استفاده می شود .

۴. رولبرینگ شبکه ای : این رولبرینگ ها دارای خاصیت خود میزانی است و برای بارهای ضربه ای مناسب است .

رولبرینگ ها و بلبرینگ ها قطعاتی هستند که امکان حرکت نسبی بین دو نقطه را از طریق غلتش فراهم می کنند در واقع یاتاقان های لغزشی هستند.

### ۱. از جهت تحمل نیرو :

بیرینگ های رادیال ( شعاعی )  
بیرینگ های اکسیال ( محوری )

### ۲. به جهت شکل غلتک ها :

کروی  
استوانه ای ( رولر )

### ۳. نوع حرکت :

دورانی  
رفت و برگشتی ( خطی )

### مزایای یاتاقان های غلتشی :

۱. ممان اصطکاکی در شروع حرکت کمتر است .
۲. از لحاظ نگه داری و سیستم روغن کاری ساده تر است .
۳. در واحد عرض میزان تحمل نیرو بیشتر است .
۴. از لحاظ ابعاد و کیفیت و عمر مفید استاندارد شده است .
۵. در بازار در دسترس است .

## جنس بیرینگ

جنس برینگ ها فولاد آلیاژی کرم دار است که تا عمق کافی سخت شده است یعنی غیر قابل نفوذ است

ملاحظات آنست که در جنس بیرینگ در نظر گرفته شود، شامل سختی برای ظرفیت حمل بار، مقاومت به خستگی تحت شرایط تماس غلتشی و شرایط روانکار تمیز یا الوده و پایداری ابعادی می باشند.

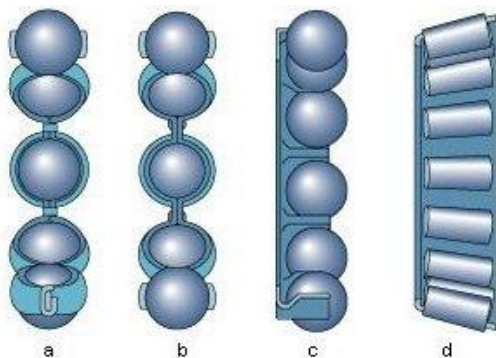
برای قفسه این ملاحظات شامل اصطکاک، کرنش، نیروهای اینرسی و در بعضی موارد واکنش شیمیایی روانکارهای خاص، حلال ها، خاک کننده ها و میردها می باشد. اهمیت نسبی ملاحظات فوق می تواند تحت تاثیر پارامترهای عملکردی دیگر مانند خوردگی، دمای بالا، بارهای شوک و یا ترکیبی از این شرایط و دیگر شرایط قرار گیرد.

**آب بندهای تماسی** در بیرینگ های غلتشی اثر قابل ملاحظه ای بر کارکرد و قابلیت اطمینان بیرینگ دارند. لذا مواد سازنده آنها باید مقاومت عالی در مقابل اکسیداسیون، حرارت و واکنش شیمیایی داشته باشند.

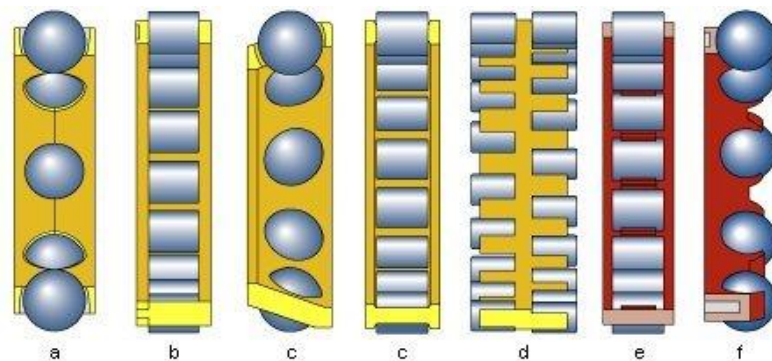
**جنس رینگ ها و اجزای غلتنده** از فولاد بیرینگ سخت شونده عمقی می باشد.  
**جنس قفسه ها** از متریال مختلفی شامل، اکثرا قفسه های ساخته شده از ورق فولادی پرسکاری شده از جنس ورق فولادی کم کربن، نورد گرم شده می باشند.  
 قفسه های فولادی ماشینکاری شده از جنس فولاد ساختمانی بدون الیاژ، به منظور افزایش مقاومت سایشی و لغزشی، بعضی از قفسه های فولادی ماشینکاری شده عملیات سطحی می شوند. قفسه های فولادی ماشینکاری شده در بیرینگ های بزرگ و یا در کاربردهای که در آنها خطر ایجاد ترک ناشی از واکنش شیمیایی در صورت استفاده از قفسه برنجی وجود دارد، استفاده می شوند. این قفسه های فولادی را تا دمای کارکرد ۳۰۰ درجه استفاده کرد.

قفسه برنجی از ورق پرسکاری شده در بعضی بیرینگ های کوچک و متوسط بکار می رود و در کمپرسورها سیستم تبرید که از آمونیم استفاده می شود که احتمال ترک برداشتن قفسه برنجی ماشینکاری شده یا قفسه فولادی استفاده کرد.  
 قفسه برنجی ماشینکاری شده، در اکثر روانکارهای بیرینگ نظیر روغن های مصنوعی و گریس های تأثیری بر این قفسه ها نداشته و می توان آنها را با حلال اوگانیک معمولی نیز تمیز کرد. قفسه های برنجی نباید در دمای بالاتر از ۲۵۰ درجه سانتیگراد استفاده شوند.

قفسه های پلیمری به روش تزریق پلاستیک پلی امید 6.6 می باشد، در جائیکه نیاز به چقرمگی (Toughness) بالا می باشد، نظیر جعبه محور وسایل نقلیه ریلی، از پلی امید تقویت شده با الیاف شیشه، استفاده می شود. لازم بذکر در محدوده دمای 40- تا 70 درجه سانتیگراد قابل استفاده است.



قفسه های پرسکاری شده از جنس فولادی یا برنجی  
 a- قفسه فولادی یا برنجی نوع نواری b- قفسه فولادی پرچ شده  
 c- قفسه فولادی یا برنجی از نوع Snap d- قفسه فولادی نوع پنجره ای فوق العاده



a : قفسه ماشین کاری شده دو تکه پرچ شده b : قفسه ماشین کاری شده دو تکه به همراه پرچ های سوراخ سرخود c : قفسه ماشین کاری شده نوع پنجره ای یک تکه d : قفسه ماشینکاری شده نوع چنگکی دو تکه e : قفسه پنجره ای پلیمری ساخته شده به روش تزریق یلاستیک f : قفسه ماشین کاری شده یک تکه از جنس رزین فنولی



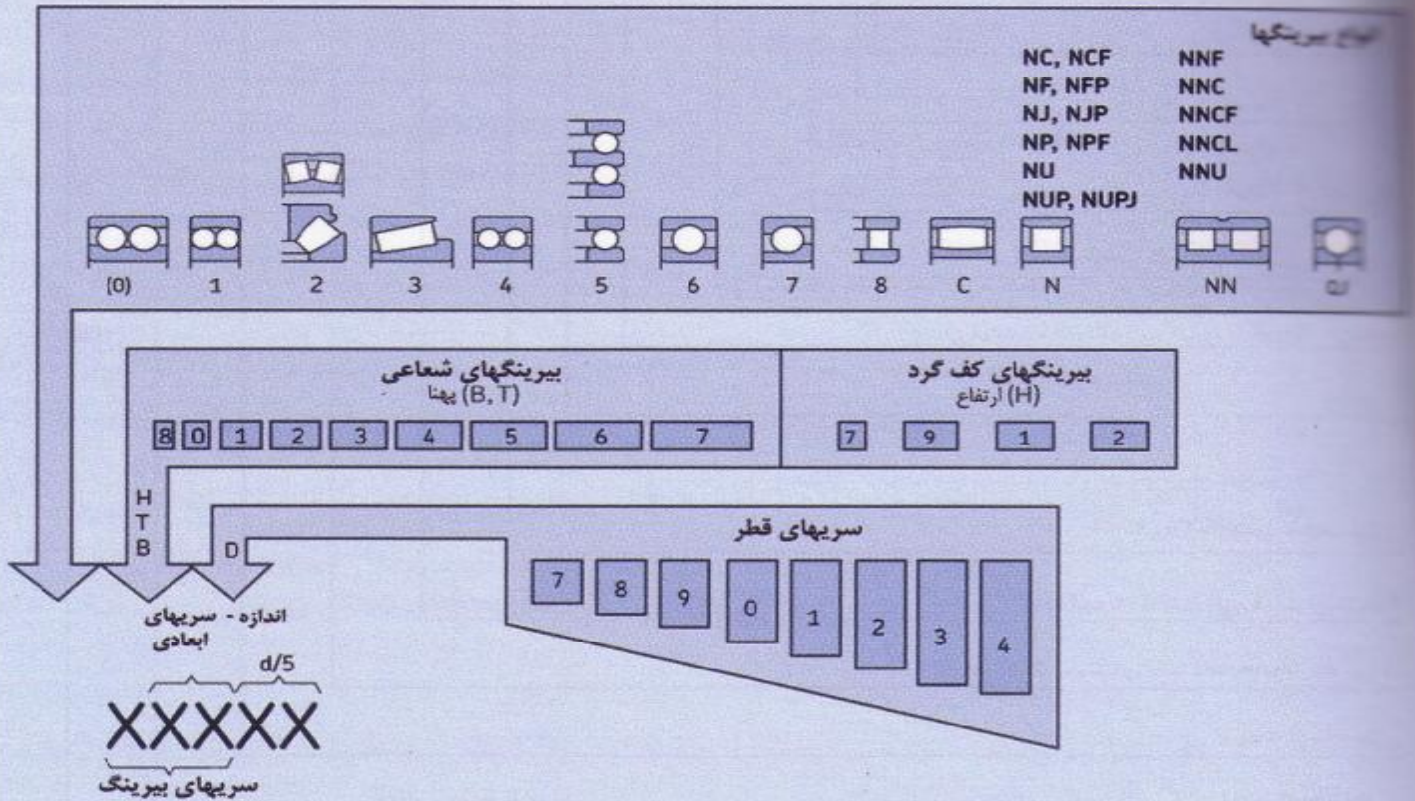
## شماره فنی بیرینگ ها

شماره فنی بیرینگ ها به دو گروه اصلی تقسیم می شود، شماره فنی برای بیرینگ های استاندارد (که دارای ابعاد استاندارد) و شماره فنی برای بیرینگ های خاص (دارای ابعادی مطابق با نیاز کاربرد خاص می باشند و با شماره نقشه مربوطه مشخص می شود. شماره فنی اصلی بیرینگ مشخص کننده:

- نوع
- طراحی اصلی
- ابعاد خارجی استاندارد بیرینگ
- پسوندها و پیشوندها مشخص کننده است.
- اجزای بیرینگ و یا
- طرح و مشخصات متفاوت با طرح اصلی بیرینگ

نمودار ۱: سیستم شماره فنی برای بیرینگ ها و رولبرینگهای استاندارد (متریک)

				544	623				(0)4	
		223		524	6(0)3				33	
		213		543	622				23	
		232		523	6(0)2		23		(0)3	
		222		542	630		32		22	
		241		522	6(1)0		22		12	
		231			16(0)0		41		(0)2	
		240	323	534	639		31	31		41
		230	313	514	619		60	30		31
		249	303	533	609		50	20		60
		239	332	513	638	7(0)4	814	40	10	50
	139	248	322	532	628	7(0)3	894	30	39	40
	130	238	302	512	618	7(0)2	874	69	29	30
	(1)23		331	511	608	7(1)0	813	59	19	69
	1(0)3		294	510	637	719	893	49	38	49
	(1)22	293	320	591	627	718	812	39	28	39
(0)33	1(0)2	292	329	590	617	708	811	29	18	48
(0)32	1(1)0									

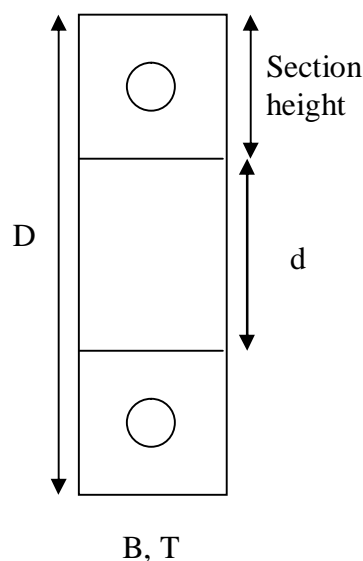


کد	نوع بیرینگ	کد	نوع بیرینگ	کد	نوع بیرینگ
0	Double row angular contact ball bearings	7	Single row angular contact ball bearings	QJ	Four-point contact ball bearings
1	Self-aligning ball bearings	8	Cylindrical roller thrust bearings	T	Taper roller bearings according to ISO 355-1977
2	Spherical roller bearings, spherical roller thrust bearings	C	CARB toroidal roller bearings		
3	Taper roller bearings	N	Cylindrical roller bearings. A second and sometimes a third letter are used to identify the number of the rows or the configuration of the flanges, e.g. NJ, NU, NUP, NN, NNU, NNCF etc.		
4	Double row deep groove ball bearings				
5	Thrust ball bearings				
6	Single row deep groove ball bearings				



### نحوه انتخاب بیرینگ

همه بیرینگهای استاندارد دارای يك شماره فني اصلي مي باشند که معمولا شامل ۳ تا ۵ رقم و یا ترکیبی از حروف و ارقام است. (نمودار ۱)  
 XXX XX suffix = شماره فني يك بیرینگ را نمایش می دهند  
 bearing series به سه رقم سمت چپ شماره فني است که می تواند رقم اول و دوم آن نیز حذف گرد اطلاق می گردد.  
 علامت اول نشان دهنده نوع بیرینگ است و میتواند يك یا چند حرف باشد.  
 دو رقم بعدی مشخص کننده سری ابعادي ISO می باشند.  
 که رقم اول آن پهنای بیرینگ است (بعد T، B یا H) که به صورت کد شده است.  
 رقم دوم ارتفاع مقطع یا قطر خارجی بیرینگ (Selection Height)  
 دو حرف آخر قطر بیرینگ است با واحد اینچ یا میلیمتر بر عدد ۵ است و برای به دست آوردن قطر داخلی بیرینگ باید دو عدد سمت راست را در عدد ۵ ضرب نمائیم)  
 قطر رینگ داخلی (شفت) بدست می آید).



**نکته:** پهنا از روی قطر خارجی و قطر خارجی از روی قطر داخلی بدست می آید.  
 بطور مثال انتخاب يك بیرینگ از کاتالوگ شرکت SKF ( نمودار ۱):  
 ۶۱۸۱۹ : در آن جدول عدد ۶ نشان دهنده بیرینگ از نوع 'deep groove'  
 $۹۶=۵*۱۹$

و بعد در قسمت Designation شماره فنی بیرینگ پیدا می کنیم و بعد از روی جدول مشابه شماره يك میزان  $D=120$  و  $B=13$  بدست می آید.

### استثناها:

استثناء يك:

در صورتیکه شماره فنی به  $۶۲۰۴$  و درواقع  $۶(۰)۲۰۴$  بوده است که با توجه به اینکه در آن زمان خاص فقط سري صفر ساخته می شده از نوشتن صفر صرف نظر کردن.

استثناء دوم:

برای قطرهای بین ۱۰ تا ۲۰ قاعده ضربدر ۵ برقرار نمی باشد.  
 ۱۰، ۱۲، ۱۵ و ۱۷

۶۰۳۰۳	→	۱۷
۶۰۲۰۲	→	۱۵
۶۰۲۰۱	→	۱۲
۶۰۲۰۰	→	۱۰

مثال: 6303 N: مطابق با نمودار شماره يك، عدد ۶ نشان دهنده بیرینگ از نوع 'deep groove'، و درواقع 6(0)303N بوده است، مطابق با شرایط خاص بیان شده ۰۳ قطر آن معادل ۱۷ است، و طبق جدول شماره يك میزان  $D=47$  و  $B=14$  بدست می آید. و حرف N در قسمت پسوندها به آن پرداخته خواهد شد.

استثناء سوم:

برای قطرهای بالاتر از ۵۰۰ و زیر ۱۰، قطر بیرینگ را بدون کد شده بلافاصله پس از اسلش می آوریم:  
 مثال قطر داخلی: ۱۰۶۰ میلیمتر

شماره فنی: ۲۴۰??  
 ۲۴۰/۱۰۶۰

مثال قطر داخلی: ۵ میلیمتر

شماره فنی: ۶۱۸??  
 ۶۱۸/۵

استثناء چهارم:

برای قطرهای ۲۸ و ۳۲ که بر ۵ قابل تقسیم نمی شوند بصورت اسلش می آوریم:  
مثال قطر داخلی: ۲۸ میلیمتر

شماره فنی: ۶(۰)۲۴۴  
۶۲/۲۸

مثال قطر داخلی: 5/8 اینچ

شماره فنی: ۶(۰)۲۰۳۴۴  
۶۲۰۳/۸/۵ اینچ

Deep groove ball bearings, single row, with snap ring groove

Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue	Speed ratings		Mass	Designations	
d	D	B	C	C <sub>0</sub>	load limit P <sub>u</sub>	Reference speed	Limiting speed	kg	Bearing (R = with snap ring)	Snap ring
mm			kN		kN	r/min			* -SKF Explorer bearing	
10	30	9	5,4	2,36	0,1	56000	34000	0,032	6200 N *	SP 30
10	30	9	5,4	2,36	0,1	56000	34000	0,032	6200 NR *	SP 30
10	30	9	5,4	2,36	0,1	56000	28000	0,032	6200-2ZNR *	SP 30
10	30	9	5,4	2,36	0,1	56000	34000	0,032	6200-ZNR *	SP 30
12	32	10	7,28	3,1	0,132	50000	32000	0,037	6201 N *	SP 32
12	32	10	7,28	3,1	0,132	50000	32000	0,037	6201 NR *	SP 32
12	32	10	7,28	3,1	0,132	50000	26000	0,037	6201-2ZNR *	SP 32
12	32	10	7,28	3,1	0,132	50000	32000	0,037	6201-ZNR *	SP 32
15	35	11	8,06	3,75	0,16	43000	28000	0,045	6202 N *	SP 35
15	35	11	8,06	3,75	0,16	43000	28000	0,045	6202 NR *	SP 35
15	35	11	8,06	3,75	0,16	43000	22000	0,045	6202-2ZNR *	SP 35
15	35	11	8,06	3,75	0,16	43000	28000	0,045	6202-ZNR *	SP 35
17	40	12	9,95	4,75	0,2	38000	24000	0,065	6203 N *	SP 40
17	40	12	9,95	4,75	0,2	38000	24000	0,065	6203 NR *	SP 40
17	40	12	9,95	4,75	0,2	38000	19000	0,065	6203-2ZNR *	SP 40
17	40	12	9,95	4,75	0,2	38000	24000	0,065	6203-ZNR *	SP 40
17	47	14	14,3	6,55	0,275	34000	22000	0,12	6303 N *	SP 47
17	47	14	14,3	6,55	0,275	34000	22000	0,12	6303 NR *	SP 47
17	47	14	14,3	6,55	0,275	34000	17000	0,12	6303-2ZNR *	SP 47
17	47	14	14,3	6,55	0,275	34000	22000	0,12	6303-ZNR *	SP 47
20	42	12	9,95	5	0,212	38000	24000	0,069	6004 N *	SP 42
20	42	12	9,95	5	0,212	38000	24000	0,069	6004 NR *	SP 42
20	42	12	9,95	5	0,212	38000	19000	0,069	6004-2ZNR *	SP 42
20	42	12	9,95	5	0,212	38000	24000	0,069	6004-ZNR *	SP 42
20	47	14	13,5	6,55	0,28	32000	20000	0,11	6204 N *	SP 47

جدول شماره ۱

### پیشوندها و پسوندها در شماره فنی:

#### پیشوندها

پیشوندها برای مشخص کردن اجزای یک بیرینگ بکار می روند و معمولاً بعد از آن شماره فنی کامل آورده می شود و یا برای جلوگیری از اشتباه بین شماره های فنی بکار می روند.

GS: واشر نشیمنگاه در رولر بیرینگ ها استوانه ای کف گرد  
 K: مجموعه رولرها و قفسه های در رولر بیرینگ های استوانه ای کف گرد  
 K- : رینگ داخلی با مجموعه رولرها و قفسه (Cone) یا رینگ خارجی (Cup)  
 یک رولر بیرینگ مخروطی اینچی متعلق به سری های استاندارد ABMA  
 L: رینگ داخلی یا خارجی قابل تفکیک از یک بیرینگ تفکیک پذیر  
 R: رینگ داخلی یا خارجی به همراه مجموعه رولرها و قفسه از یک بیرینگ تفکیک پذیر  
 W: بلبرینگ شیار عمیق ضد زنگ  
 WS: واشر شفت در رولر بیرینگ های استوانه ای کف گرد  
 ZE: بیرینگ به همراه سیستم نصب سنسوری

### پسوندها:

پسوندها جهت مشخص کردن طرح ها یا گونه هایی که به طریقی از طرح اصلی متفاوت هستند، بکار می روند. که تعدادی از پسوندها به شرح ذیل می باشند:

A : انحراف یا اصلاح نسبت به طرح داخلی استاندارد بدون تغییر در ابعاد خارجی، به عنوان یک قانون کلی معنی آن بستگی به نوع بیرینگ یا سری های بیرینگ دارد.

AC : بلبرینگ تماس زاویه ای دو ردیفه بدون شیار جازنی ساچمه

ADA: شیار خار فنری اصلاح شده در رینگ خارجی، دو تکه رینگ داخلی به کمک یک رینگ نگهدارنده یکپارچه می شوند.

B: انحراف یا اصلاح نسبت به طرح داخلی استاندارد بدون تغییر در ابعاد خارجی، به عنوان یک قانون کلی معنی آن نسبت به سری های بیرینگ خاص دارد. مثال B۷۲۲۴

بلبرینگ تماس زاویه ای یک ردیفه با زاویه تماس ۴۰ درجه

C : انحراف یا اصلاح نسبت به طرح داخلی استاندارد بدون تغییر در ابعاد خارجی، به عنوان یک قانون کلی معنی آن نسبت به سری های بیرینگ خاص دارد، مثال C ۲۱۳۰۶، رولر بیرینگ کروی با رینگ داخلی بدون لبه، رولرهای متقارن، رینگ راهنمای شناور و قفسه نوع پنجره ای از جنس فولاد پرسکاری شده.

CA: ۱- رولر بیرینگ کروی با طرح C اما با لبه های ننگه دارنده بر روی رینگ داخلی و قفسه ماشینکاری شده. ۲- بلبرینگ تماس زاویه ای یک ردیفه برای نصب به صورت جفتی. دو بلبرینگ که به صورت پشت به پشت و یا جلوه به جلو قرار می گیرند دارای لقی محوری کم تر از نرمال (CB) می باشد.

CAC: رولر بیرینگ کروی با طرح CA اما با تقویت هدایت رولرها

CB: ۱- بلبرینگ تماس زاویه ای یک ردیفه برای نصب به صورت جفتی، دو بلبرینگ که به صورت پشت به پشت و یا جلو به جلو قرار می گیرند دارای لقی محوری نرمال قبل از نصب می باشند. ۲- لقی محوری کنترل شده در بلبرینگ تماس زاویه ای دو ردیفه

CC: ۱- رولربیرینگ کروی طرح C با تقویت هدایت رولرها ۲- بلیرینگ تماس زاویه ای یک ردیفه برای نصب جفتی دو بلیرینگ که به صورت پشت به پشت و یا جلوه جلو قرار می گیرند دارای لقی محوری بیش تر از نرمال (CB) می باشد.

CLN: رولربیرینگ مخروطی با تلرانس مطابق با کلاس 6X استاندارد ISO

CL0: رولربیرینگ مخروطی اینچی با تلرانس مطابق با کلاس 0 استاندارد ANSI/ABMA

CL00: رولربیرینگ مخروطی اینچی با تلرانس مطابق با کلاس 00 استاندارد ANSI/ABMA

CL3: رولربیرینگ مخروطی اینچی با تلرانس مطابق با کلاس ۳ استاندارد ANSI/ABMA

CL7 C: رولربیرینگ مخروطی با رفتار اصطکاکی خاص و دقت حرکتی بالا  
CN: لقی داخلی نرمال، معمولاً با حرف اضافی دیگر برای نشان دادن محدوده لقی کاهش یا جابجا شده بکار می رود، مثال:

CNH: نیمه بالایی محدوده لقی نرمال

CLN: نیمه پائینی محدوده لقی نرمال

CNM: دو ربع میانی محدوده لقی نرمال

CNP: نیمه بالایی محدوده لقی نرمال و نیمه پائینی محدوده لقی C3

حروف H، M، L، P همچنین با کلاس های لقی C2، C3، C4 و C5 نیز استفاده می شوند.

CV: رولربیرینگ استوانه ای بدون قفسه با طرح داخلی اصلاح شده

CS: آب بندی تماسی از جنس لاستیک اکریلونیتریل بوتادین (NBR) تقویت شده با ورق فولادی در یک طرف بیرینگ

2CS: آب بندهای تماسی نوع CS در دو طرف بیرینگ

CS 2: آب بند تماسی از جنس لاستیک فلورو (FKM) تقویت شده با ورق فولادی در یک طرف بیرینگ

2CS2: آب بند تماسی نوع CS 2 در دو طرف بیرینگ

CS5: آب بندی تماسی از جنس لاستیک اکریلونیتریل بوتادین هیدروژنه (HNBR) تقویت شده با ورق فولادی در یک طرف بیرینگ

2CS5: آب بند تماسی نوع CS5 در دو طرف بیرینگ

C1: لقی داخلی بیرینگ کم تر از C2

C2: لقی داخلی بیرینگ کم تر از نرمال (CN)

C3: لقی داخلی بیرینگ بیشتر از نرمال (CN)

C4: لقی داخلی بیرینگ بیشتر از C3

C5: لقی داخلی بیرینگ بیشتر از C4

C02: تلرانس کاهش یافته بیشتر برای دقت های حرکتی رینگ داخلی یک بیرینگ کامل

C04: تلرانس کاهش یافته برای دقت های حرکتی رینگ خارجی یک بیرینگ کامل

C02 + C04 : C08

## C02 + C04+C3 :C083

C10: تفرانس کاهش یافته برای قطرهای داخلی و خارجی

D: انحراف یا اصلاح نسبت به طرح داخلی استاندارد بدون تغییر در ابعاد خارجی، به عنوان يك قانون كلي معني آن بستگی به سرهای بیرینگ خاص دارد برای مثال:

3310D: بلبیرینگ تماس زاویه ای دو ردیفه با رینگ داخلی دو تکه

DA: شیارخار فنری اصلاح شده بر روی رینگ خارجی، دو تکه رینگ داخلی به وسیله يك رینگ نگهدارنده یکپارچه می شود.

DB: دو بلبیرینگ شیار عمیق يك ردیفه، بلبیرینگ تماس زاویه ای يك ردیفه یا رولربیرینگ يك ردیفه مخروطی که برای نصب پشت به پشت جفت شده اند، حروف بعد از DB تعیین کننده مقدار لقی یا پیش بار در بیرینگ های جهت شده قبل از نصب می باشند.

A: پیش بار کم

B: پیش بار متوسط

C: پیش بار زیاد

AC: لقی محوری کم تر از نرمال CB

CB: لقی محوری نرمال

CC: لقی محوری بزرگتر از نرمال CB

C: لقی محوری خاص بر حسب میکرومتر

GA: پیش بار کم

GB: پیش بار متوسط

G: پیش بار خاص بر حسب daN

برای رولر بیرینگ های مخروطی جفت شده طراحی و چیدمان رینگ های میانی بین رینگ های داخلی یا خارجی با دو رقم که بین DB و حروف بالا قرار می گیرد تعیین می شود.

DF: دو بلبیرینگ شیار عمیق يك ردیفه، بلبیرینگ تماس زاویه ای يك ردیفه یا رولربیرینگ مخروطی يك ردیفه که به صورت جلو به جلو جفت شده اند.

DT: دو بلبیرینگ شیار عمیق يك ردیفه، بلبیرینگ تماس زاویه ای يك ردیفه و یا رولربیرینگ مخروطی يك ردیفه که به صورت پشت سرهم جفت شده اند. برای رولربیرینگ مخروطی جفت شده طراحی و چیدمان رینگ های میانی بین رینگ های داخلی یا خارجی با دو عدد که بعد از DT قرار می گیرند تعیین می شوند.

E: انحراف یا اصلاح نسبت به طرح داخلی استاندارد بدون تغییر در ابعاد خارجی، به عنوان يك قانون كلي معني آن بستگی به سری های بیرینگ خاص دارد. معمولاً مشخص کننده اجزای غلتنده تقویت شده می باشد.

EC: رولربیرینگ استوانه ای يك ردیفه با طرح داخلی بهینه شده و تماس بین انتهای رولرها و لبه اصلاح شده

ECA: رولر بیرینگ کروی طرح CA با رولرهای تقویت شده

ECAC: رولربیرینگ کروی طرح CAC با رولرهای تقویت شده



**F:** قفسه فولادی ماشینکاری شده یا ریخته شده از چدن خاص و مرکز شده بر روی اجزای غلتنده، طرح ها و جنس های متفاوت با یک عدد بعد از F مشخص می شوند، نظیر F1

**FA:** قفسه فولادی ماشینکاری شده یا ریخته شده از چدن خاص که نسبت به رینگ خارجی مرکز شده است.

**FB:** قفسه فولادی ماشینکاری شده یا ریخته شده از چدن خاص که نسبت به رینگ داخلی مرکز شده است.

**G:** بلبیرینگ تماس زاویه یک ردیفه برای نصب جفتی، بلبیرینگ هایی که به صورت پشت به پشت یا جلو به جلو جفت می شوند دارای لقی محوری معینی قبل از نصب می باشند.

**G..:** بیرینگ پر شده با گریس، حروف بعدی مشخص کننده محدوده دمایی کارکرد گریس و حرف سوم مشخص کننده نوع گریس است.  
معنی حرف دوم به شرح زیر است.

**E** گریس EP

**F** گریس سازگار با صنایع غذایی

**H;J:** گریس برای دما بالا، برای مثال از -20 تا 130 درجه سانتیگراد

**L:** گریس برای دمای پائین، برای مثال از -50 تا 80 درجه سانتیگراد

**M:** گریس برای دمای متوسط، برای مثال از -40 تا 110 درجه سانتیگراد

**W;X:** گریس برای دما پائین و بالا، برای مثال از -40 تا 140 درجه سانتیگراد

یک رقم بعد از سه حرف کد گریس، نشان دهنده مقدار گریس متفاوت با مقدار استاندارد می باشد. ارقام ۱ و ۲ و ۳ مقدار کمتر از استاندارد و ارقام ۴ تا ۹ مقدار گریس بیشتر از استاندارد را نشان می دهد.

مثال: **GEA:** گریس EP پر شده با مقدار استاندارد

**GLB2:** گریس برای دما پائین ۱۵% تا ۲۵% بیرینگ پر شده است.

**GA:** بلبیرینگ تماس زاویه ای یک ردیفه برای نصب به صورت جفتی، دو بلبیرینگ که به صورت پشت به پشت یا جلو به جلو نصب شده اند دارای پیش بار کم قبل از نصب می باشند.

**GB:** بلبیرینگ تماس زاویه ای یک ردیفه برای نصب به صورت جفتی، دو بلبیرینگ که بصورت پشت به پشت یا جلو به جلو نصب شده اند دارای پیش بار کم قبل از نصب می باشند.

**GC:** بلبیرینگ تماس زاویه ای یک ردیفه برای نصب به صورت جفتی، دو بلبیرینگ که به صورت پشت به پشت یا جلو به جلو نصب شده اند دارای پیش بار زیاد قبل از نصب می باشد.

**GJN:** بلبیرینگ پر شده از گریس با پایه پلی اوره با غلظت ۲ مطابق معیار NLGI برای دمای -30- سانتیگراد تا 150 درجه سانتیگراد (میزان گریس در حد نرمال)

**CXN:** بلبیرینگ پر شده از گریس با پایه پلی اوره با غلظت ۲ مطابق معیار NLGI برای دمای -40- سانتیگراد تا 150 درجه سانتیگراد (میزان گریس در حد نرمال)

H: قفسه نوع snap سخت شده از جنس فولاد پرسکاري شده.  
 HA: بیرینگ یا اجزای بیرینگ که سختی سطحی شده اند. برای جزئیات بیشتر بعد از HA عددی به معنی زیر آورده می شود.  
 0 بیرینگ کامل  
 1 رینگ داخلی و خارجی  
 2 رینگ خارجی  
 3 رینگ داخلی  
 4 رینگ داخلی، خارجی و اجزای غلتنده  
 5 اجزای غلتنده  
 6 رینگ خارجی و اجزای غلتنده  
 7 رینگ داخلی و اجزای غلتنده

HB: بیرینگ یا اجزای بیرینگ که سخت شده اند.  
 HC: بیرینگ یا اجزای بیرینگ از جنس سرامیک  
 HE: بیرینگ یا اجزای بیرینگ از فولاد ریخته شده در خلاء  
 HM: بیرینگ یا اجزای بیرینگ که سختی ماتزینی شده اند.  
 HN: بیرینگ یا اجزای بیرینگ که عملیات حرارتی سطحی خاص شده اند  
 HT: گریس برای کارکرد در دمای بالا برای مثال از ۲۰- درجه سانتیگراد تا ۱۳۰ درجه سانتیگراد، HT و دو رقم بعد از آن مشخص کننده گریس واقعی می باشند. گریس های متفاوت از گریس استاندارد برای این محدوده دما با دو رقم بعد از HT مشخص می شوند. مقدار گریس متفاوت از مقدار استاندارد با یک حرف یا ترکیب حرف/ عدد بعد از HTxx مشخص می شود.

A: میزان گریس کمتر از استاندارد

B: میزان گریس بیشتر از استاندارد

C: میزان گریس بیشتر از ۷۰%

F1: میزان گریس کم تر از استاندارد

F7: میزان گریس بیشتر از استاندارد

F9: میزان گریس بیشتر از ۷۰%

مثالها: HT24B، HT22، HTB

HV: بیرینگ یا اجزای بیرینگ از فولاد ضدزنگ قابل سخت شدن، برای جزئیات بیشتر بعد از HV عددی آورده می شود.

J: قفسه فولادی سخت شده، پرسکاري شده و مرکز شده نسبت به اجزای غلتنده، طرح های متفاوت با یک عدد بعد از J مشخص می شوند برای مثال J1

JR: قفسه از دو و اشر تخت سخت نشده از ورق فولادی که به یک دیگر پرچ شده اند.

K: رینگ داخلی مخروطی، مخروط ۱:۱۲

K30: رینگ داخلی مخروطی، مخروط ۱:۳۰

LHL: گریس برای دماهای کم یا زیاد ( برای مثال از ۴۰- تا ۱۴۰ درجه سانتیگراد)  
 دو عدد پس از LHT نوع گریس را مشخص می کند یک حرف یا ترکیب حرف/ عدد

بعد از LHT مشخص کننده درجه پرکردن متفاوت از استاندارد می باشد. مثال  
 LHT23C، LHT23

LS: آب بندی تماسی از جنس لاستیک اکریلو نیتریل بوتادین (NBR) یا پلی اوره (AU) در یک طرف بیرینگ یا بدون ورق تقویت کننده فولادی

2LS: آب بندی تماسی LS در دو طرف بیرینگ

LT: گریس برای دمای پائین ( برای مثال دمای بین 50- تا 80 سانتیگراد) LT و دو عدد پس از آن مشخص کننده گریس واقعی می باشند.

L4B: رینگ های بیرینگ با پوشش سطحی خاص

L5B: اجزای غلنتده با پوشش سطحی خاص

L5DA: بیرینگ No Wear با اجزای غلنتده پوشش داده شده

L7DA: بیرینگ No Wear با اجزای غلنتده و سطوح غلتش رینگ های داخلی و خارجی پوشش داده شده.

M: قفسه برنجی ماشینکاری شده و مرکز شده نسبت به اجزای غلنتده. طرح یا جنس متفاوت با عدد یا حرفی متفاوت با پس از M مشخص می شود. مثال M2، MC

MA: قفسه برنجی ماشینکاری شده و مرکز نشده نسبت به رینگ خارجی

MB: قفسه برنجی ماشینکاری شده و مرکز نشده نسبت به رینگ داخلی

ML: قفسه برنجی نوع پنجره ای یکپارچه و مرکز نشده نسبت به رینگ داخلی یا خارجی

MP: قفسه برنجی نوع پنجره ای یکپارچه پرچ شده یا برقو شده، مرکز نشده نسبت به رینگ داخلی یا خارجی

MR: قفسه نوع پنجره ای یکپارچه ماشینکاری شده از جنس برنجی، مرکز شده نسبت به اجزای غلنتده

MT: گریس برای دمای متوسط ( برای مثال از 30- تا 110 سانتیگراد) دو عدد پس از MT مشخص کننده نوع گریس می باشد، و میزان پرشدن گریس نشان می دهد.

N: شیار خار فنری بر روی رینگ خارجی

NR: شیار خار فنری بر روی رینگ خارجی به همراه خار فنری

N1: یک شیار برای ثابت کردن بیرینگ در پیشانی رینگ خارجی یا واشر نشیمنگاه

N2: دو شیار برای ثابت کردن بیرینگ در پیشانی رینگ خارجی یا واشر نشیمنگاه در فاصله ۱۸۰ درجه از همدیگر

P: قفسه پلی امید 6.6 تقویت شده با الیاف شیشه که با روش تزریق پلاستیک ساخته شده و نسبت به اجزای غلنتده مرکز شده است.

PH: قفسه از جنس پلی اترتر کتون که به روش تزریق پلاستیک ساخته شده و نسبت به اجزای غلنتده مرکز شده است.

PHA: قفسه از جنس پلی اترتر کتون که به روش تزریق پلاستیک ساخته شده و نسبت به رینگ خارجی مرکز شده است.

PHAS: قفسه از جنس پلی اترتر کتون تقویت شده با الیاف شیشه که به روش تزریق پلاستیک ساخته شده و نسبت به رینگ خارجی مرکز شده است به همراه شیار روانکاری در سطوح راهنما

P4: دقت های ابعادی و حرکتی مطابق با کلاس تolerانس ISO4

P5 : دقت هاي ابعادي و حرکتي مطابق با کلاس تیرانس ISO5

P6 : دقت هاي ابعادي و حرکتي مطابق با کلاس تیرانس ISO6

P6+C2 :P62

P6+C3 :P63

Q: هندسه داخلي و صافي سطوح بهينه شده ( رولر بیرینگ مخروطي)

:R

۱- رینگ خارجي با فلنج خارجي

۲- سطح حرکتي قوسي ( بیرینگ هاي چرخي)

RS: آب بند تماسي از جنس لاستيك اکريلونيتريل بوتادين (NBR) در يك طرف بیرینگ با يا بدون ورق فولادي تقويت کننده

2RS: آب بندي نوع RS در دو طرف بیرینگ

RS1: آب بندي تماسي از جنس لاستيك اکريلونيتريل بوتادين (NBR) در يك طرف بیرینگ با ورق تقويت کننده فولادي

2RS1: آب بند RS1 در دو طرف بیرینگ

RS1Z: آب بند تماسي از جنس لاستيك اکريلونيتريل بوتادين (NBR) با ورق فولادي تقويت کننده در يك طرف بیرینگ به همراه حفاظ فولادي در طرف ديگر

6205Z: به معنی این است که یک طرف بیرینگ درپوش یا آبنده دارد .

6205 2Z: به معنی این است که دو طرف درپوش یا آبنده دارد .

6205 RS : به معنی این است که یک طرف کاسه نمد دارد .

6205 2RS : به معنی اینکه دو طرف بیرینگ کاسه نمد دارد .

6205 N: به معنی این است که در رینگ خارجي یک شیار برای خارج سازی شده .

مثالهاي از شماره فني

مثالهاي از شماره فني

Designation examples

6205-2RS1NRTN9/P63LT20CVB123

6205

Group 1	Group 2	Group 3	/	Group 4.1	Group 4.2	Group 4.3	Group 4.4	Group 4.5	Group 4.6
	-RS1NR	TN9	/		P63			LT20C	VB123
23064	CC	K	/	HA3	C084		S2	W33	

23064 CACKF/HA3C084S2W33

23064

Basic designation

شماره اصلي

Space 1)

فاصله

Suffixes

پيسوند

Group 1: Internal design گروه ۱: طراحی داخلی

گروه ۲: طراحی خارجی (آب بند ها-شیر خارفري،...)

Group 2: External design (seals, snap ring groove etc.)

Group 3: Cage design

گروه ۳: طرح قفسه

Oblique stroke 2)

خط مورب

Group 4: Variants

گروه ۴:

4.1 Materials, heat treatment

گروه ۴-۱: جنس، عملیات حرارتی

4.2 Accuracy, clearance, quiet running

گروه ۴-۲: دقت، لقی، حرکت بی سر و صدا

4.3 Bearing sets, paired bearings

گروه ۴-۳: بیرینگهای جفت شده، مجموعه چند بیرینگ

4.4 Stabilisation

گروه ۴-۴: پایدارسازی

4.5 Lubrication

گروه ۴-۵: روانسازی

4.6 Other variants

گروه ۴-۶: متغیرهای دیگر

1) A space is not included if the first suffix is a Group 2 suffix with a hyphen, or a Group 4 suffix which is always preceded by an oblique stroke

2) When several Group 4 suffixes are combined, the oblique stroke is usually only used once, in front of the first Group 4 suffix, the exceptions to this are if two suffixes which follow each other and begin with a figure, e.g. 6310/C4/630251, or if a suffix identifying a reduced clearance range is immediately followed by a grease designation and otherwise no unambiguous identification is possible, e.g. 6205-2Z/C2L/HT51 (= C2L + HT51) and 6205-2ZC2LHT51 (= C2 + LHT51)

## پارامترهای موثر در انتخاب بیرینگ ها :

۱. فضای موجود
  ۲. میزان بار
  ۳. جهت نیرو از شعاعی به محوری
  ۴. خود میزانی
  ۵. سرعت ( سرعت بال بیشتر است )
  ۶. دقت
  ۷. صدا ( صدای رول بیشتر است )
  ۸. صلبیت : تغییر فرم پیلاستیک را ندارد ، الاستیک هستند و تغییرناپذیرند.
  ۹. حرکت محوری : هرگاه شفت در معرض حرارت باشد باید از رولبرینگ استفاده شود.
  ۱۰. نصب ( مونتاژ ) و بیرون آوردن ( دمونتاژ )
- تذکر : ایجاد گرما از دست دادن دقت و ایجاد سروصدا و مقاومت زیاد در دوران از نشانی های خرابی بیرینگ است .

### ۲- میزان بار :

مقدار بار یکی از فاکتورهای تعیین کننده ابعاد بیرینگ است. عموماً رولبرینگ ها توانایی حمل بار بیشتری نسبت به بلبرینگ ها با ابعاد مشابه دارند. همچنین بیرینگ های بدون قفس ( تعداد ساچمه ها یا رولرهای بیشتر ) توانایی حمل بار بیشتری نسبت به بیرینگ های قفسه دار مشابه دارند.

بلبرینگ ها عموماً برای بارهای کم و متوسط بکار می روند. برای بارهای سنگین و شفت های قطور رولر بیرینگ ها انتخاب مناسب تری می باشند.

### جهت بار

با شعاعی  
بار محوری،

### ۵- سرعت

سرعت کارکرد یک بیرینگ توسط دمای مجاز کارکرد محدود می شود. بیرینگ هایی که اصطکاک داخلی کم داشته و در نتیجه حرارت کمی در آنها تولید می شود برای کاربردهایی که در آنها سرعت بالاست مناسب می باشد. بیرینگ های شیار عمیق و خود تنظیم در شرایطی که بار شعاعی خالص وجود دارد، می توان به بالاترین سرعت دست یافت، درحالی که بار ترکیبی وجود دارد می توان به بالاترین حد سرعت دست یافت. این موضوع به خصوص در رابطه با بلبرینگ های تماس زاویه دقیق یا بلبرینگ های شیار عمیق با ساچمه های سرامیکی صحت دارد.

بیرینگ های کف گرد به علت طرح خاص خود نمی توانند در سرعت های بالا نظیر بیرینگ های شعاعی کار کنند.

### ۷- حرکت بی سر و صدا

در بعضی از کاربردهای معین نظیر الکتروموتورهای کوچک لوازم خانگی یا تجهیزات اداری سر و صدای ایجاد شده در حین کارکرد عامل مهمی در انتخاب بیرینگ است.

بیرینگ های شیار عمیق خاصی برای این کاربردها تولید می شوند.

## ۸-صلبیت:

سفتی يك بیرینگ بر اساس تغییر شکل الاستیک آن تحت بارهای وارده مشخص می شود. معمولاً این تغییر شکل ها کوچک و قابل صرف نظر کردن می باشند. به علت نوع تماس بین اجزای دورانی و رینگ ها، رولربیرینگ ها نظیر رولر بیرینگ استوانه ای و مخروطی درجه سفتی بالاتری نسبت به بلبیرینگ ها دارند. سفتی بیرینگ ها را می توان با پیش بار کردن آنها افزایش داد (یعنی لقی کارکرد منفی تا سختی چیدمان بیرینگ ها تقویت شده و دقت های حرکتی افزایش یابد).

## ۹- حرکت محوری :

شفیت و دیگر اجزای دورانی ماشین معمولاً توسط يك بیرینگ ثابت و يك بیرینگ شناور مهار می شوند. بیرینگ ثابت شفیت را دو جهت محوری ثابت می کند و بیرینگ های مناسب برای این موقعیت بیرینگ هایی هستند که توانایی جابجایی محوری داشته و به همراه يك بیرینگ دیگر بکار می روند (يك بیرینگ برای تحمل بار شعاعی و دیگری برای حمل یا بار محوری بکار می رود).

## ۱۰- نصب و بیرون آوردن

رینگ داخلی استوانه ای

بیرینگ ها با رینگ داخلی استوانه ای و طرح قابل تفکیک، خصوصاً اگر انطباق تداخلی برای هر دو رینگ لازم باشد، راحت تر از بیرینگ ها با طرح تفکیک ناپذیر نصب و بیرون آورده می شوند. همچنین در شرایطی که نصب و بیرون آوردن بارها باید تکرار شود، بیرینگ های قابل تفکیک ترجیح داده می شوند (زیرا رینگ همراه با مجموعه قفسه و ساچمه ها یا رولرها را میتوان به صورت مجزا از رینگ دیگر نصب کرد که شامل بیرینگ های چهارنقطه تماس، رولربیرینگ های استوانه ای، سوزنی و مخروطی و همچنین بلبیرینگ ها و رولربیرینگهای کف گرد است. رینگ داخلی مخروطی بیرینگ ها با رینگ داخلی مخروطی را می توان به اسانی بر روی شفیت مخروطی یا شفیت استوانه ای به کمک يك غلاف واسطه یا غلاف بیرون کشیدنی نصب کرد.

ظرفیت های حمل بار و عمر بیرینگها

ابعاد بیرینگ ها در يك کاربرد بر اساس ظرفیت حمل بار آنها نسبت به بارهای وارده و ملاحظات مربوط به عمر و قابلیت اطمینان انتخاب می شوند، مقادیر مربوط به ظرفیت اسمی حمل بار دینامیکی (C(Basic Dynamic Load Rating) و ظرفیت اسمی حمل بار استاتیکی (C<sub>0</sub> (Basic Static Load Rating) در جداول بیرینگ ها آورده شده اند. ظرفیت حمل بار دینامیکی و استاتیکی باید مستقل از یکدیگر بررسی شوند. در بررسی بارهای دینامیکی باید طیف بار دینامیکی وارد بر بیرینگ در نظر گرفته شود. این طیف بار شامل باید شامل بارهای سنگین که به صورت ناگهانی و به ندرت وارد می شوند، نیز باشد بار استاتیکی تنها شامل بارهای وارده بر بیرینگ در

حال سکون یا دوران با سرعت کم ( $n < 10$  r/min) نمی باشد بلکه باید برای بارهای شوک (بارزیداد در زمان کوتاه) نیز ضریب اطمینان استاتیکی بررسی شود.

### بارهای دینامیکی وارده بر بیرینگ و عمر

ظرفیت اسمی حمل بار دینامیکی، C در محاسبات بیرینگ های تحت تنش دینامیکی و یا به عبارت دیگر بیرینگ های دورانی تحت بار، بکار می رود و بنا بر به تعریف عبارت است از باری که عمر اسمی معادل ۱۰۰۰۰۰۰۰ دور را به دست می دهد (مطابق استاندارد ISO 281:1990) مقدار و جهت بار ثابت فرض شده است.

عمر یک بیرینگ غلنتشی عبارت است از:

۱- تعداد دوران ها یا

۲- تعداد ساعات کارکرد در یک سرعت خاص

که بیرینگ تحمل می کند قبل از این که اولین نشانه خستگی (پوسته شدن) بر روی یکی از رینگ ها یا اجزای غلنتده ایجاد شود.

تجربه عملی نشان می دهد که دو بیرینگ ظاهرآ مشابه تحت شرایط کارکرد یکسان عمرهای متفاوتی دارند. بنا بر این به تعریف دقیق تری از طول عمر برای محاسبه ابعاد بیرینگ نیاز است. ظرفیت حمل بار بر اساس عمر می باشد و در تعریفی دیگر از عمر سرویس نیز استفاده می شود که نشان دهنده عمر واقعی بیرینگ است و این یک اطمینان ۹۰ درصد است، خرابی در حین کارکرد واقعی فقط به خاطر خستگی نیست بلکه به دلایل نظیر الودگی، سایش، عدم هم راستایی و خوردگی عامل خرابی می باشند. در مواردی نیز از عمر مشخصه (Specification Life) نیز استفاده می شود این عمر توسط یک سازمان، بر اساس بار و سرعت فرضی تعیین شده توسط آن سازمان تعیین می شود، که عموماً عمر  $L_{10}$  مورد نیاز بر اساس تجربیات به دست آمده از کاربردهای مشابه تعیین می شود.

### بارهای استاتیکی وارده بر بیرینگ

ظرفیت اسمی حمل بار استاتیکی در موارد زیر در محاسبات بکار می رود:

۱- دوران در سرعت های کم ( $n < 10$  r/min)

۲- حرکات نوسانی آرام

۳- بیرینگ ساکن ولی تحت بار برای مدت طولانی

ضریب اطمینان برای بارهایی که در زمان کوتاه عمل می کنند نظیر شوک ها و بارهای حداکثر، در بیرینگ های در حال دوران (تحت تنش دینامیکی) یا بیرینگ های ساکن اهمیت زیادی دارد.

ظرفیت اسمی حمل بار استاتیکی مطابق با استاندارد ISO 76:1987 معادل با تنش سطحی در مرکز جزء غلنتده/ سطح غلنتش تحت بیشترین بار، به شرح ذیل می باشد.

۱- 4600MPA برای بلبیرینگ های خود تنظیم.

۲- 4200MPA برای بلبیرینگ های دیگر

۳- 4000MPA برای کلیه رولبرینگ ها



این تنش باعث تغییر شکل دائمی به اندازه تقریبی ۰,۰۰۰۱ قطر جزء غلنتده / سطح غلنتش می شود. برای بیرینگ های شعاعی، بار شعاعی خالص و برای بیرینگ های کف گرد، بار محوری خالص که در مرکز عمل می کند، در نظر گرفته می شود. بارهای استاتیکی وارده بر بیرینگ با محاسبه ضریب اطمینان استاتیکی، بصورت ذیل تعریف می گردد:

$$S_0 = \frac{C_0}{p_0}$$

$C_0$  = ظرفیت اسمی حمل بار بر حسب کیلو نیوتن

$p_0$  = بار معادل استاتیکی وارده بر بیرینگ بر حسب کیلو نیوتن

$S_0$  = ظرفیت اطمینان استاتیکی

در محاسبات بار استاتیکی معدل بیرینگ باید حداکثر بار وارده در نظر گرفته شود.

### انتخاب ابعاد بیرینگ با استفاده از معادلات عمر

عمر اسمی یک بیرینگ طبق استاندارد (ISO 281:1990) از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$L_{10} = \left(\frac{C}{p}\right)^p$$

اگر ساعت ثابت باشد ترجیحا عمر بر اساس ساعت کارکرد از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$L_{10h} = \left(\frac{10^6}{60n}\right)L_{10}$$

$L_{10}$  = عمر اسمی (در قابلیت ۹۰٪)، میلیون دور

$L_{10h}$  = عمر اسمی (در قابلیت ۹۰٪)، ساعت کارکرد

$C$  = ظرفیت اسمی دینامیکی وارده بر بیرینگ KN

$p$  = بار معادل دینامیکی وارد بر بیرینگ، KN

$n$  = سرعت دوران r/min

$P$  = توان در معادله عمر

= 3 برای بلبرینگ ها

= 10/3 برای رولر بیرینگ ها

## شرایط روانکاری - نسبت لزجت K

اثر روانکار با توجه به درجه جداسازی سطوح غلتشی تعیین می شود. به منظور تشکیل فیلم روانکاری مورد نیاز لازم است که روانکار لزجت حداقلی را در دمای کارکرد داشته باشد.

شرایط روانکار با نسبت لزجت K تعیین می شود که نسبت لزجت واقعی V به لزجت اسمی برای روانکاری بهینه  $V_1$  است. هر دو مقدار در دمای کارکرد بیرینگ اندازه گیری می شوند.

$$K = \frac{V}{V_1}$$

که در آن

$K$  = نسبت لزجت

$V$  = لزجت واقعی در دمای کارکرد برحسب  $mm^2 / s$

$V_1$  = لزجت اسمی، به قطر متوسط و سرعت دورانی بستگی دارد برحسب  $mm^2 / s$

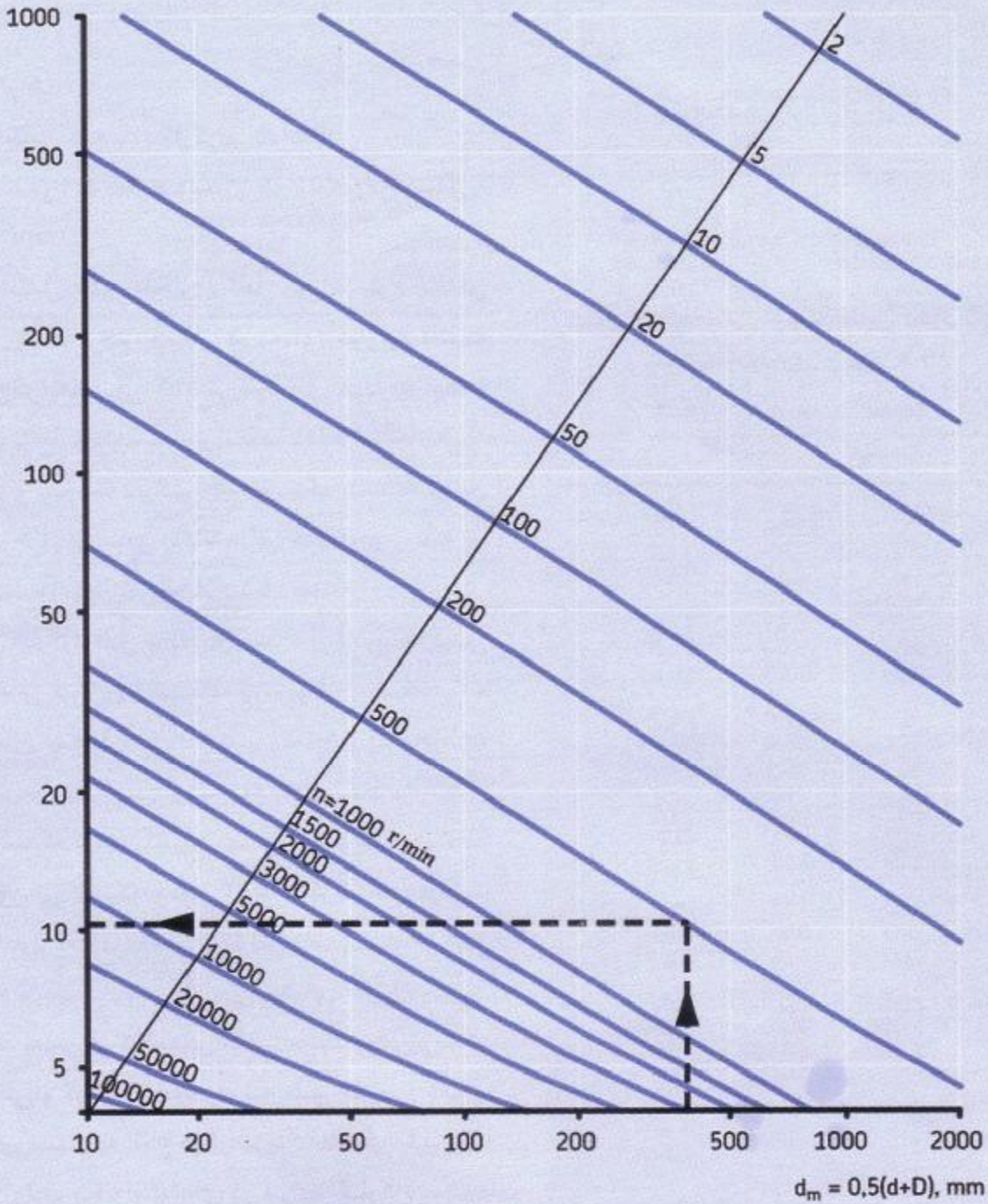
به منظور تشکیل فیلم روانکاری کامل بین سطوح غلتشی لازم است که روانکار لزجت حداقلی در دمای کارکرد داشته باشد، که روانکار لزجت حداقلی در دمای کارکرد داشته باشد، که به آن لزجت اسمی گفته می شود و از نمودار ۲ براساس قطر متوسط بیرینگ  $d_m = 0.5(d + D)$  برحسب mm و سرعت دورانی n، برحسب r/min، تعیین می شود.

وقتی دمای کارکرد قابل محاسبه باشد یا از تجربیات قبلی مشخص است، می توان با استفاده از نمودار ۳ لزجت را در دمای استاندارد ۴۰ درجه سانتیگراد تعیین نمود. لازم بذکر است که بعضی از بیرینگ های خاص مانند رولربیرینگ کروی، مخروطی و کروی کف گرد، به طور طبیعی دمای کارکرد بیشتری نسبت به انواع دیگر بیرینگها نظیر بلیرینگ شیار عمیق و رولربیرینگ استوانه ای در شرایط کارکرد مشابه دارند.

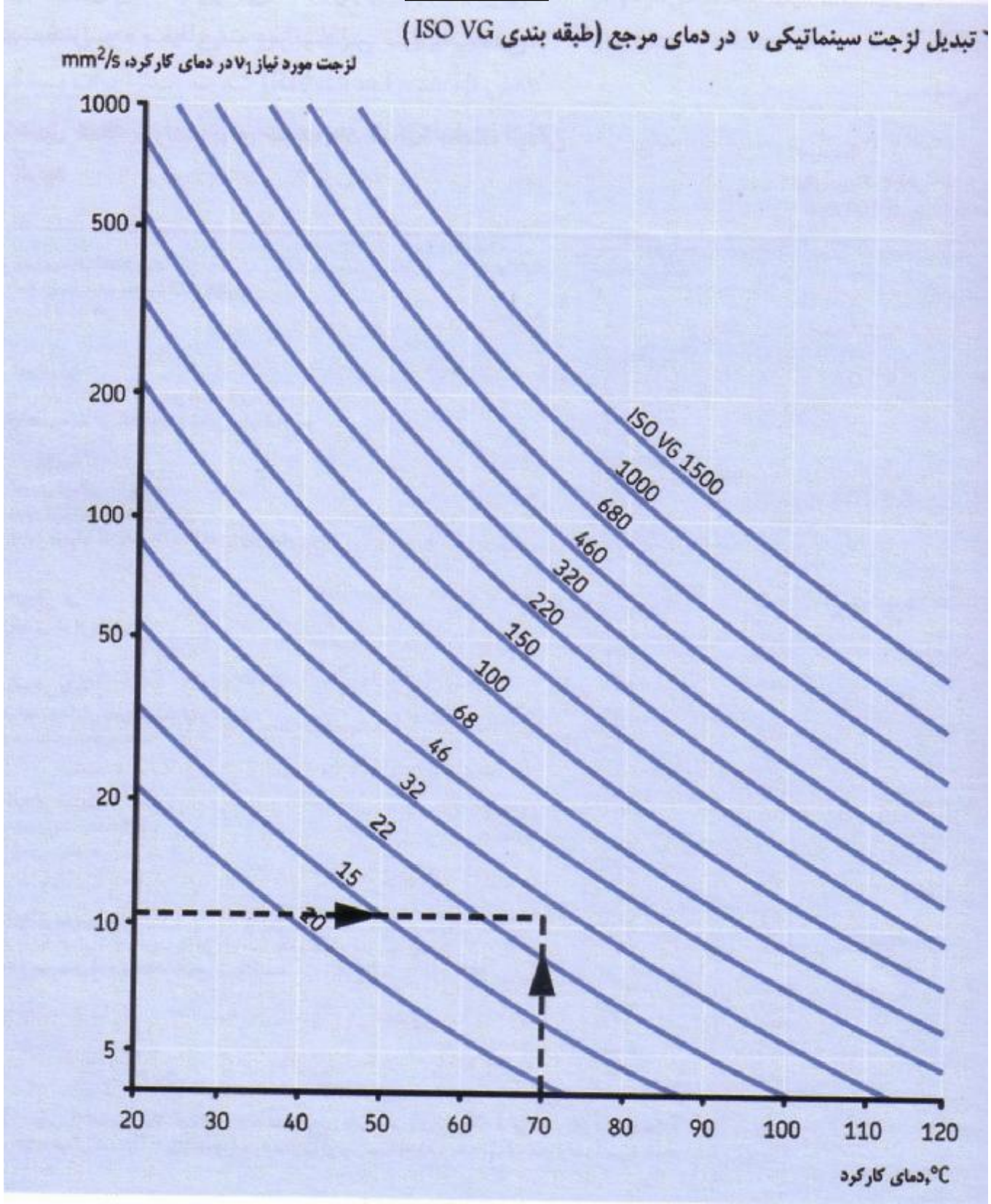
نمودار ۲

مقادیر تقریبی حداقل لزجت سینماتیکی  $v_1$  در دمای کارکرد

لزجت مورد نیاز  $v_1$  در دمای کارکرد،  $\text{mm}^2/\text{s}$



نمودار ۳



### علل تعویض بیرینگ ها :

۱. خستگی
۲. سایش ( به علت نفوذ گردوغبار )
۳. شکستن قفسه
۴. تغییر شکل پلاستیک در اثر بارهای سنگین

### جنس بیرینگ :

جنس موادی که در ساخت اجزای بیرینگ ها بکار می رود در کارکرد و قابلیت اطمینان بیرینگ های غلنشی اهمیت زیادی دارد، و ملاحظات خاص شامل سختی برای ظرفیت حمل بار، مقاومت به خستگی تحت شرایط تماس

### Fit انطباقات :

مفهوم تلرانس : در تطبیق اندازه های دو قطعه که به نحوی با هم درگیر می شوند باید تلرانس را در نظر گرفت .  
حدود تلرانس در قیمت قطعه ساخته شده تاثیر دارد . هر قدر تلرانس کوچکتر شود قیمت قطعه بالاتر می رود.  
تلرانس به تعویض قطعه کمک می کند . معمولاً برای ساخت یک قطعه در نقشه یک اندازه ی اسمی داریم و یک حد بالا و یک حد پایین ای قطعه به نام شفت ، میله یا محور نامیده می شود.

### تقسیمات کلی انطباقات :

#### الف ) انطباقات سبک

۱. آزاد ( روان ) : لقی زیاد . برای جازدن به نیروی زیادی نیاز نیست .
۲. نسبتاً روان : با لقی متوسط . برای جا زدن فشار کم دست نیاز است .
۳. فیت : با لقی کم . با فشار کف دست جا می رود .
۴. نسبتاً سفت : بدون لقی : با ضربه سبک چکش
۵. خیلی سفت : تداخلی کم ، پرسی سبک . با نیروی پرس کم

#### ب ) انطباقات سنگین :

۱. پرسی : تداخلی متوسط با ضربه چکش سنگین درگیر می شود .
۲. پرسی محکم (تداخلی ) : با نیروی زیاد و اختلاف دما جا کمی خورد . نوع اتصال دائم
۳. پرسی سنگین : تداخلی سخت نیاز به اختلاف دما دارد . از نظر استحکام اتصال مثل جوشکاری است .

### انطباق توسط عملیات حرارتی ( انقباضی ) :

می توان با گرم کردن قطعه ای که دارای سوراخ است قطر آن را افزایش داد و برعکس با سرد کردن میله می توان قطر موثر میله را کاهش داد . هنگامی که دو قطعه با هم درگیر می شوند . به تدریج به درجه حرارت تعدل می رسند یعنی دمای

قطعات با هم برابر می شود که در این حالت نیروهای شعاعی زیادی به یکدیگر وارد می کنند.

در عمل انطباق دو حالت مبنای تشخیص است :

۱. ثبوت سوراخ یا سیلندر : در این حالت اندازه ی سوراخ ثابت است و سایر اجزا تغییر می کند .

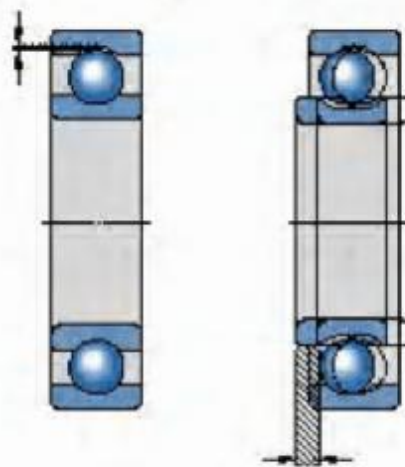
بنابراین تolerانس سوراخ با حرف بزرگ و بالای اندازه ی اسمی نوشته می شود .

۲. ثبوت میله : در این حالت اندازه ی قطر میله ثابت است در این حالت تolerانس میله با حرف کوچک سمت راست پایین نوشته می شود.

### لقی داخلی بیرینگ ها

لقی داخلی بیرینگ بنا به تعریف کل فاصله ای است که یک رینگ نسبت به رینگ دیگر در جهت شعاعی ( لقی شعاعی) یا در جهت محوری ( لقی محوری) می تواند حرکت کند. (شکل شماره ۲)

لقی داخلی شعاعی Radial internal clearance



لقی داخلی محوری Axial internal clearance

شکل شماره ۲ : لقی محوری- لقی شعاعی

بین لقی داخلی یک بیرینگ قبل از نصب و لقی داخلی بیرینگ نصب شده که به دمای کارکرد می رسد ( لقی کارکرد) تفاوت وجود دارد. لقی داخلی قبل از نصب بیشتر از لقی در حین کارکرد می باشد. زیرا درجه انطباقات داخلی رینگ ها متفاوت و انبساط حرارتی رینگ ها و دیگر اجزای نیز متفاوت می باشد. بنابراین رینگ ها منبسط یا فشرده شده و لقی تغییر می کند.

لقي داخلي نرمال به لقي گفته مي شود كه بعد از نصب بيرينگ با تداخل توصيه شده و شرايط كار كرد طبيعي، لقي كار كرد مناسب را به دست مي دهد. وقتي شرايط نصب و كار كرد با شرايط طبيعي متفاوت مي باشد، نظير انطباق تداخلي هر دو رينگ، افزايش دمائي غير معمول و غيره، بيرينگ با لقي كم تر يا بيشتر از نرمال مورد نياز است در اين شرايط توصيه مي شود كه لقي باقيمانده در بيرينگ را بعد از نصب بررسي كنيد. بيرينگ ها با لقي غير نرمال را با پسوندهاي C1 تا C5 در شماره فني خود مشخص مي شوند.

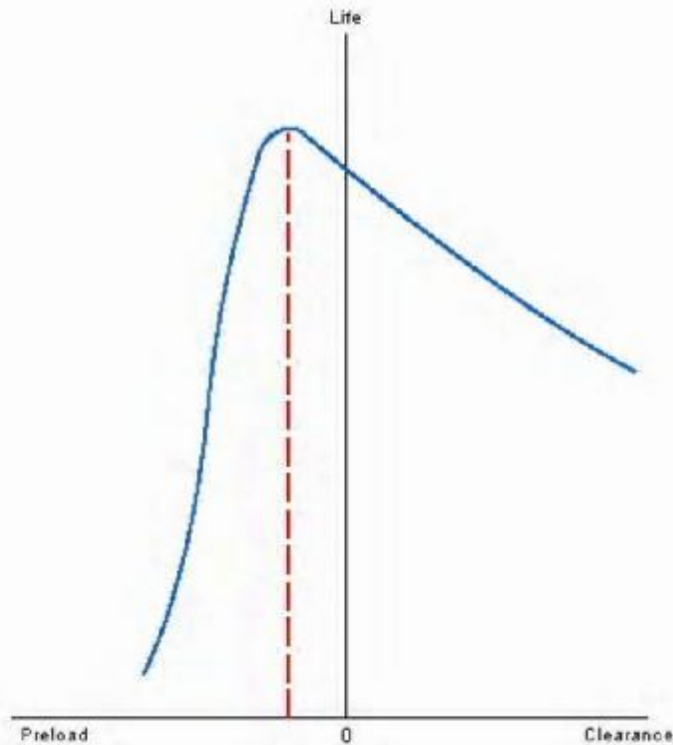
- C1: لقي داخلي بيرينگ كم تر از C2
- C2: لقي داخلي بيرينگ كم تر از نرمال (CN)
- C3: لقي داخلي بيرينگ بيشتر از نرمال (CN)
- C4: لقي داخلي بيرينگ بيشتر از C3
- C5: لقي داخلي بيرينگ بيشتر از

به عنوان يك قانون عمومي، بليرينگ ها در حين كار كرد بايد هميشه لقي داخلي صفر داشته باشند و يا كمی پيش بار شوند.

پيش باربيرينگ ها:

لقي كار كرد يا مثبت است يا منفي، وابسته به نوع كار كرد، در بيرينگ نياز باشد. در بيشتر كاربردها لقي كار كرد بايد مثبت باشد و به عبارت ديگر بيرينگ در حين كار بايد لقي باقيمانده، هر چند كم را داشته باشد.

ولي در بعضي كاربردها نياز به لقي كار كرد منفي و يا به عبارت ديگر پيش بار (Preload) مي باشد. تا سختي چيدمان بيرينگ ها تقويت شده و دقت هاي حركتي افزايش يابد مثل ماشين هاي ابزار، پيش بار وابسته به نوع بيرينگ مي تواند محوري يا شعاعي باشد. براي مثال: رولربيرينگ ها ي استوانه اي به علت طرح داخلي خاص فقط پيش بار شعاعي مي شوند و بيرينگ هاي كف گرد و بيرينگ كف گرد و رولر بيرينگ هاي تماس زاويه اي يك رديفه و رولر بيرينگ هاي مخروطي معمولاً به صورت محوري پيش بار مي شوند و عموماً به همراه يك بيرينگ مشابه به صورت پشت به پشت يا جلو به جلو نصب مي شوند



نمودار، رابطه بین عمر بیرینگ و پیش بار/ لقی را نشان می دهند.

**نکته:** عمر بیرینگ تحت مقدار کمی پیش بار ماکزیمم خواهد شد، و با افزایش آن عمر بیرینگ کوتاه می شود.

### عوامل اصلی خرابی های زود هنگام بیرینگ ها



(Poor Fitting)



## نصب غلط (Poor Fitting)

حدود ۱۶٪ از خرابیهای زودرس بیرینگ ها ناشی از نصب نادرست و عدم آگاهی از وجود تجهیزات نصب صحیح است. نصب یا درآوردن صحیح و مؤثر بیرینگ ، با

یکی از روشهای مکانیکی، هیدرولیکی یا حرارتی میسر است. بدین منظور ابزار و تجهیزات جدیدی را برای آسانتر و سریعتر کردن کار نصب و درآوردن بیرینگ ها را در بازار عرضه میگردد. بکارگیری فنون و ابزارهای تخصصی از دیگر مراحل مثبت در راه رسیدن به حداکثر زمان کار ماشین است.



## روانکاری ضعیف (Poor Lubrication)

اگر بیرینگ های بسته یا آبینددار را کنار بگذاریم، با جرأت میتوان گفت که ۳۶٪ از خرابیهای زود هنگام بیرینگ ها در اثر انتخاب نادرست و اعمال مقدار ناکافی روانساز (که در ۹۰٪ کاربردها گریس است) رخ میدهد (رقم ۳۶٪ مربوط به صنایع در کشورهای پیشرفته صنعتی است و در کشور ما به تجربه تا دو برابر این رقم محتمل است). مسلماً بیرینگی که از روانکاری صحیح محروم باشد خیلی زودتر از طول عمر عادی اش خراب خواهد شد. بعلت اینکه دسترسی به بیرینگ ها در ماشین آلات معمولاً با دشواری همراه است، فراموش کردن روانکاری نیز عامل تشدید خرابی از ناحیه روانکاری ضعیف است. هر جا که نگهداری با ابزارهای سنتی و دستی امکانپذیر نباشد، سیستمهای روانکاری اتوماتیک میتواند روانکاری مطمئن را ایجاد نماید.



**آلودگی (Contamination)** بیرینگ یک قطعه بسیار دقیق است و در صورتی عملکرد مناسب خواهد داشت که خود و روانکار آن از آلودگی محافظت شوند. حداقل ۱۴٪ از تمامی موارد خرابی پیش از موعد بیرینگ ها ناشی از ورود آلودگی به محیط آنها است.



**(Fatigue)**

### خستگی (Fatigue)

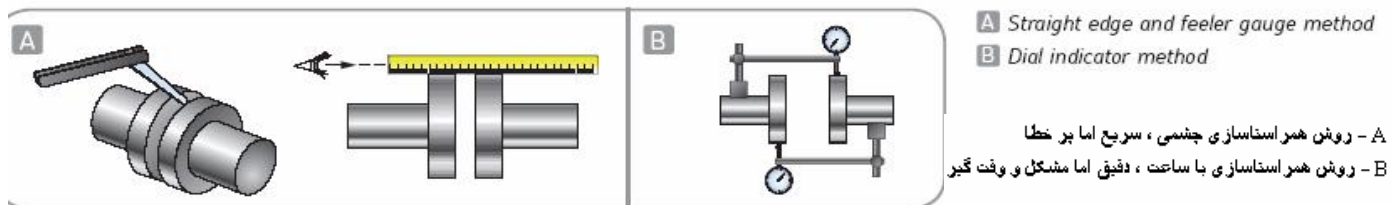
بارگذاری بیش از حد و همچنین عدم سرویس یا سرویس نامنظم آنها موجب ۳۴٪ از خرابیهای زود هنگام بیرینگهاست. خرابی ناگهانی یا غیرمنتظره قابل اجتناب است چرا که بیرینگ های تحت بار زیاد یا آنهایی که سرویس دهی خوب نشده اند، قبل از خرابی کامل از خود علائمی بروز می دهند که با استفاده از تجهیزات مراقبت وضعیت می توان آنها را آشکارسازی نموده و با اقدامات اصلاحی، خرابی را به تعویق انداخت.

### شرح مختصری در مورد همراستایی محورها

عدم همراستایی محورها هزینه ساز است : حدوداً ۵۰ درصد از خرابی های ماشین های دوار از عدم همراستایی محورها ناشی می شود. این خرابی ها موجب افزایش زمان توقف ماشین می گردد که بطور مستقیم افزایش هزینه ها را در پی دارد. علاوه بر این در اثر

همراستاسازی نادرست، روی اجزای ماشین، بار بیش از حد اعمال می شود که نتیجه آن افزایش سایش و استهلاک و مصرف انرژی است. هر ساله صنایع مبالغ هنگفتی را ناخواسته و نادانسته مصروف عوارض عدم همراستایی محورها می نمایند، در صورتیکه عدم همراستایی به آسانی و از طریق تعمیرات پیشگیرانه قابل حذف است. همراستاسازی مناسب و صحیح نه تنها پول شما را محفوظ داشته، بلکه ماشین آلات را سر پا و باکارکرد طولانی تر و مؤثرتر نگه می دارد.

روشهای همراستاسازی مرسوم فاقد دقت در حد نیاز ماشین آلات دقیق امروز است. روش همراستاسازی چشمی که هنوز هم مورد استفاده قرار می گیرد ممکن است سریع باشد، اما به شدت پر خطا است. روش مرسوم دیگر بکارگیری ساعت اندازه گیری است، که اگرچه در صورت اجرای صحیح از دقت بالایی برخوردار است، اما بسیار وقت گیر بوده (حداقل چهار ساعت) و نیازمند فرد متخصص برای انجام آن می باشد.

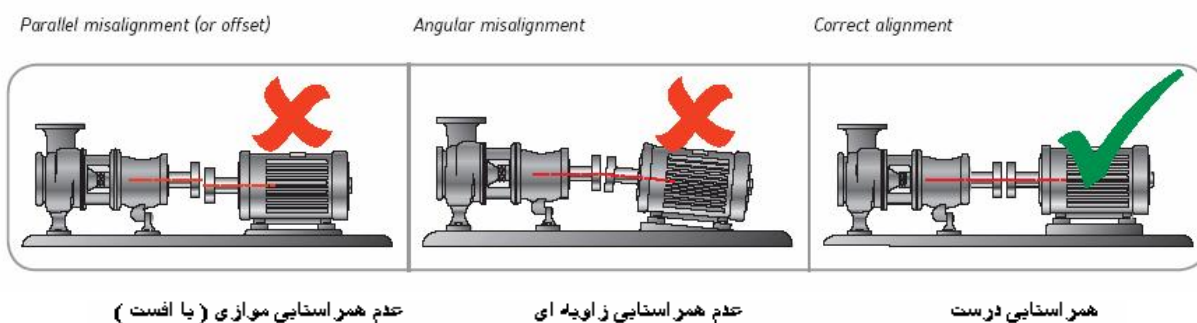


A - روش همراستاسازی چشمی، سریع اما پر خطا  
B - روش همراستاسازی با ساعت، دقیق اما مشکل و وقت گیر

### عدم همراستایی یا Misalignment چیست؟

هنگامیکه مرکزهای دوران دو محور ماشین متصل به یکدیگر، در یک امتداد قرار نگیرند عدم همراستایی ایجاد می گردد.

دو نوع عدم همراستایی وجود دارد: موازی و زاویه ای.  
عدم همراستایی در دستگاهها همواره ترکیب این دو نوع است.



همراستایی درست  
عدم همراستایی زاویه ای  
عدم همراستایی موازی ( یا آفست )

### مزایای همراستاسازی یا Alignment صحیح :

طول عمر بیشتر بیرینگ های روی دستگاه های محرک و متحرک  
تنش کمتر روی کویلینگ، کاهش خطر گرم شدن بیش از حد و شکستن آن  
سایش کمتر روی آبندها، کاهش خطر آلودگی و نشت روانکار  
کاهش در مصرف انرژی (بطور متوسط تا ۱۵٪)  
ارتعاش و سر و صدای کمتر  
افزایش زمان در حال کار ماشین

### ابزار جدید جهت همراستاسازی:

### روش همراستاسازی لیزری یا Laser Alignment

روش همراستاسازی لیزری به لحاظ برخورداری از سرعت کار زیاد و دقت بسیار بالا مناسبترین جایگزین برای روشهای سنتی است.

### ده توصیه برای نگهداری بیرینگ

#### ۱. با احتیاط حمل و جابه جا کنید.

بیرینگ ها را چون اجزاء بسیار دقیق و ظریف هستند ، همواره با احتیاط جا به جا نمایید.. خراش ها و ترک های کوچک در اثر ضربات احتمالی وارده موجب عملکردضعیف بیرینگ و خرابی زود رس آن ها خواهدگردید. اشیاء تیز را از تماس با بیرینگ دور نگه دارید و خود نیز از خراش انداختن سطوح بیرینگ برحذر باشید. بیرینگی را که بد حمل شده و یا به زمین افتاده است را نصب نکنید. بیرینگ ها را به طور افقی در محل تمیز و خشک و در بسته بندی کارخانه ای خود نگهداری کنید. ورود هر گونه آلودگی مانند گردو خاک هوا به داخل بیرینگ باعث خرابی زودرس بیرینگ در حین کار خواهد شد.

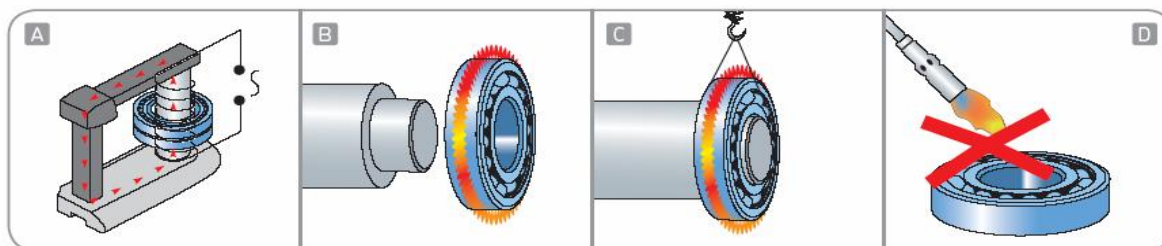
#### ۲. محور (شافت) و هوزینگ را بازرسی کنید.

قبل از اقدام به نصب بیرینگ، همواره محور و هوزینگ را از لحاظ اندازه و وضعیت ظاهری بازرسی کنید. هرگونه خراش و پلیسه در سطوح و اعوجاج (مثل دوپهنی) در ابعاد می بایست بر طرف گردد. هنگام بستن محور روی

گیره به منظور نصب بیرینگ، صفحات برنجی یا مسی روی فک های گیره قرار دهید.

### ۳. از گرم کردن بیش از حد اجتناب کنید.

در حین نصب بیرینگ به روش گرم کردن، هرگز شعله ی مستقیم را به بیرینگ تماس ندهید. پس از قرار دادن بیرینگ در محل مناسب خود روی دستگاه، مادامیکه بیرینگ گرم است آنرا تکان ندهید تا سرد شود در غیر این صورت ممکن است بیرینگ از محل قرارگیری صحیح خود خارج گردد.



A Principle of induction heating  
B Hot mounting

C Lifting gear  
D Never heat a bearing using an open flame

### ۴. ابزار و تجهیزات مناسب بکار برید.

گرم کن های القایی، کیت های تزریق روغن و مهره های هیدرولیک از ابزارهای تخصصی و در دسترس برای نصب و درآوردن بیرینگ ها هستند. این ابزارها سرعت نصب / درآوردن را افزایش و احتمال آسیب دیدگی بیرینگ را بسیار کاهش می دهند.



انواع گرم کن القایی

### ۵. بیرینگ صحیح انتخاب کنید

بیرینگ های تازه ای را که می خواهید انتخاب و نصب کنید باید با انواع قبلی خود همخوانی داشته باشند. مشخصه بیرینگ معمولاً روی بیرینگ و همچنین بسته بندی آن چاپ می شود. از سازنده برای اطمینان از شماره فنی صحیح کمک بگیرید.

## ۶. مراقب با پرس جا زدن بیرینگ باشید

در حین نصب بیرینگ با پرس، فشار فقط باید روی رینگ که فیت جا می‌رود اعمال شود. فشار روی رینگ که آزاد است یا فیت نیست باعث آسیب دیدگی اجزاء درونی بیرینگ می‌شود.

## ۷. بیرینگ های نو را شستشو ندهید

سازندگان بیرینگ دقت بسیار زیادی را در بسته بندی آن مصروف می‌دارند تا عاری از آلودگی و آماده مصرف باشد. معمولاً نیازی به شستن بیرینگ یا پاک کردن ماده چرب شفاف روی بیرینگ که برای محافظت آن است، نمی‌باشد. ضمناً این ماده محافظ هیچ واکنش و تداخلی با روانکار (روغن یا گریس) ندارد.

## ۸. روانکاری صحیح الزامیست

سازندگان بیرینگ برای انتخاب نوع روانکار مورد نیاز برای بیرینگ و نوع کاربرد آن، عوامل و ضرایب بسیاری را مدنظر قرار می‌دهند، بنابراین توصیه های سازنده را بکار برید. سطح روانکار را بطور مرتب کنترل کنید و حداقل یکبار در سال روانکار را بطور کامل تعویض کنید. درجه حرارت و وضعیت آلودگی در تعیین فواصل بین روانکاری مجدد موثر است.

## ۹. از همراهی بودن محورها مطمئن شوی.

پس از نصب بیرینگ و قبل از شروع بکار دستگاه، محورهایی را که به یکدیگر کوپله می‌شوند را همراهی نمایید. وجود عدم همراهی خارج از حد قابل قبول باعث خرابی زودرس بیرینگ ها و آبندهای روی آن محورها میشود.

## ۱۰. مراقب وضعیت کار دستگاه باشید

مراقب این علائم که نشاندهنده کارکرد نامناسب بیرینگ است باشید :  
نویز (سروصدا) بیش از حد، افزایش میزان ارتعاش، افزایش درجه حرارت بیرینگ هایی که این علائم را از خود بروز میدهند می‌بایست بطور مرتب مورد بازرسی قرار گیرند تا اقدامات اصلاحی در زمان مناسب صورت گیرد. استفاده از ابزارهای دقیق تشخیص مثل گوشی های صنعتی و ارتعاش سنج ها و ترمومترها کمک موثری در مراقبت وضعیت کارکرد (Condition Monitoring) هستند

## احتیاط و دقت در خرید بیرینگ

مواظب کیفیت و مارک های تقلبی بیرینگ ها باشید، چرا که موجب مشکلاتی به شرح ذیل می گردد:

- خرابی زودرس و پیش از موعد دستگاهها و ماشین آلات تولید
- تسری خرابی های تحمیلی به سایر قطعات در تعامل با بیرینگ معیوب
- افزایش توقفات تولید به جهت تعمیرات غیرمنتظره
- افزایش هزینه ها و کاهش تولید و در نتیجه کاهش درآمد شرکت

همچنین خود واقف هستید که بیرینگ یک قطعه بسیار دقیق، ظریف و حساس است. هر گونه ضربات وارده در حین حمل و نقل و جابجایی، چیدمان غلط و محیط پر گرد و غبار و بدون کنترل دما و رطوبت در انبار یا فروشگاه، آسیب دیدن لفاف، از بین رفتن لایه محافظ و چرب روی بیرینگ قبل از مصرف، همگی موجب ایجاد خدشه و آسیب به کیفیت فولاد بیرینگ، دقتهای ابعادی (تلرانسها) و پاکیزگی محیط داخل بیرینگ گردیده بطوریکه بیرینگ عملاً غیر قابل مصرف بوده یا در صورت مصرف، طول عمر بسیار کمتر از حد انتظار خواهد داشت.

موارد فوق که به آنها اصلاً توجه نمیشود موجب بی استفاده شدن یا خرابی زودرس بیرینگ در حین کارکرد میشوند. اینک با آگاهی از این حساسیتهای، می بایست که از بیرینگ مشکوک یا تقلبی استفاده نکرد.

## چرخه ی عمر بیرینگ

طول عمر بیرینگ در شرایط استاندارد مشخص و قابل محاسبه است. اما تجارب و تحقیقات نشان داده است که بیرینگ ها به علل مختلف به حداکثر طول عمر خود نمی رسند. در چرخه ی عمر بیرینگ مراحل مهمی که هر کدام تأثیر به سزایی در طول عمر آن دارند قابل شناسایی هستند. این مراحل عبارتند از: خرید، نصب (سوارکردن و روانکاری اولیه)، همراستاسازی، روانکاری مجدد، مراقبت و وضعیت و تعویض (درآوردن). ارتقاء سطح پرسنل با آموزش های فنی کاربردی و بکارگیری تجهیزات مناسب موجب استفاده از حداکثر طول عمر بیرینگ می گردد که نتیجه آن کاهش توقفات، تعمیرات و هزینه ها و افزایش تولید و سودآوری است.



نصب یکی از مراحل بحرانی از چرخه ی عمر بیرینگ است. اگر روش و ابزار صحیح به درستی استفاده نگردند طول عمر بیرینگ کاهش خواهد یافت. روانکاری اولیه نیز بخش مهمی از مرحله ی نصب است. انتخاب نامناسب نوع گریس و اعمال مقدار نادرست آن تأثیر منفی در زمان عمر بیرینگ دارند.

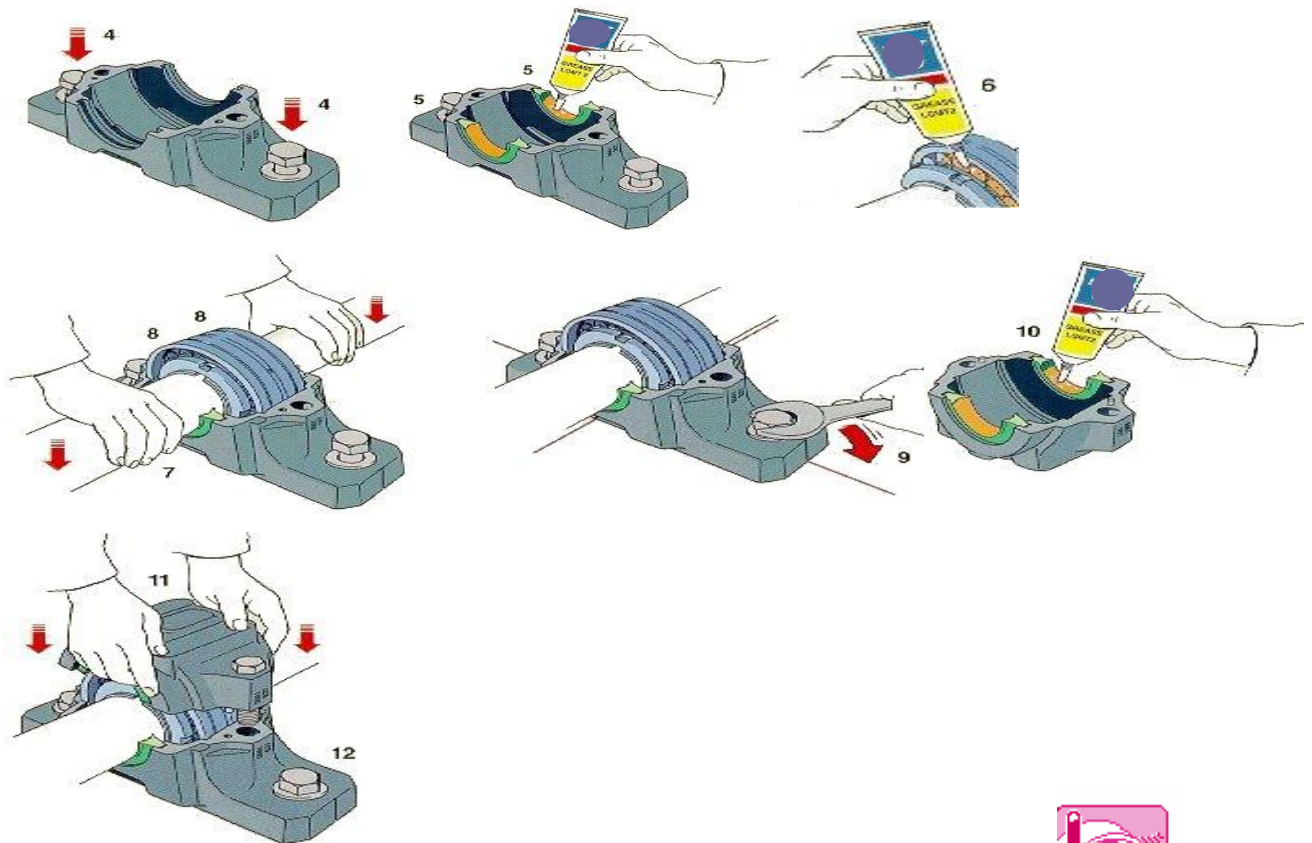


بعد از نصب بیرینگ در یک موتور، که به عنوان مثال به یک پمپ وصل (کوپله) میشود، محورهای مجموعه باید همراه گردند. اگر مجموعه به درستی همراه نگردد عدم همراستایی موجب تحمیل بار اضافی و ارتعاشات خواهد شد که علاوه بر تبعات دیگر، کاهش زمان عمر بیرینگ را به دنبال خواهد داشت.



در حین کار، بیرینگ نیاز به روانکاری مجدد در فواصل زمانی مشخص دارد. مجدداً خاطر نشان می گردد که انتخاب نامناسب نوع گریس و اعمال مقدار نادرست آن در طول عمر بیرینگ بسیار موثر است. علاوه بر این نحوه ی روانکاری مجدد نیز در زمان عمر بیرینگ تأثیر دارد. روانکاری با استفاده از روانکارهای خودکار با یک یا چند خروجی موجب روانکاری پیوسته، یکنواخت و بدون آلودگی محیط بیرینگ در مقایسه با روانکاری دستی خواهد شد.





بازرسی منظم و آگاهی از وضعیت بیرینگ در حال کار که با به کار بستن مراقبت از وضعیت ساده (Basic Condition monitoring) مثل اندازه گیری درجه حرارت و سرو صدا (نویز) صورت می گیرد، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. این اندازه گیری های منظم، به تشخیص معایب و جلوگیری از توقفات ناخواسته ماشین آلات کمک ارزنده ای می نمایند. ضمناً این امکان را فراهم میکند تا توقف ماشین در زمان مناسبی برنامه ریزی گردد که نتیجه ی آن افزایش در بازدهی و تولید کارخانه خواهد بود.



به هر حال بیرینگ به انتهای زمان عمر خود می رسد و باید تعویض شود. اگر چه نمی شود از بیرینگ معیوب مجدداً استفاده کرد ولی در آوردن صحیح آن حداقل از جهت ایمنی افراد اهمیت به سزایی دارد. به علاوه به کارگیری ابزار و تجهیزات مناسب در آوردن، از وارد آمدن خسارت به اجزاء دیگر ماشین مانند محور و هوزینگ جلوگیری می نماید. در برخی مواقع نیاز به این است که برای تعویض دنده یا اجزاء دیگر، بیرینگی که در جلوی آن قرار دارد موقتاً خارج شود. در این صورت بیرینگ باید با دقت زیاد و با به

کارگیری روش ها و ابزار صحیح در آورده شود تا از آسیب دیدن آن جهت استفاده مجدد جلوگیری گردد.

توصیه می شود پس از در آوردن بیرینگ اگر خرابی آن زودرس بود، بیرینگ مورد بازرسی قرار گیرد تا پس از مشخص شدن علل خرابی، اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه برای اجتناب از خرابی های آینده صورت گیرد.

این مراحل مهم در چرخه ی عمر یک بیرینگ پس از خرید آن می بایست مورد توجه قرار گیرند، زیرا که از اهمیت به سزایی در رسیدن به حداکثر طول عمر بیرینگ برخوردارند. شما با آموزش و با به کارگیری روش های نگهداری صحیح و ابزار آلات مناسب می توانید نقش موثر و قابل توجهی در این مهم ایفاء نمایید.

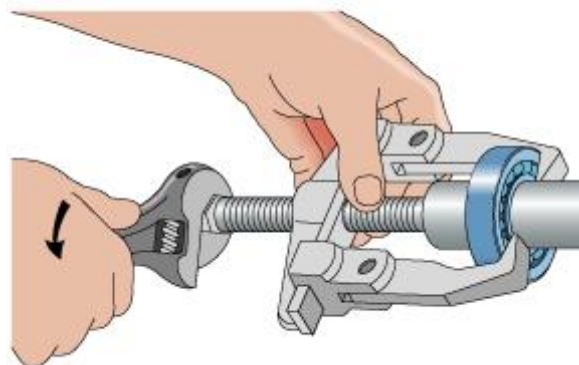
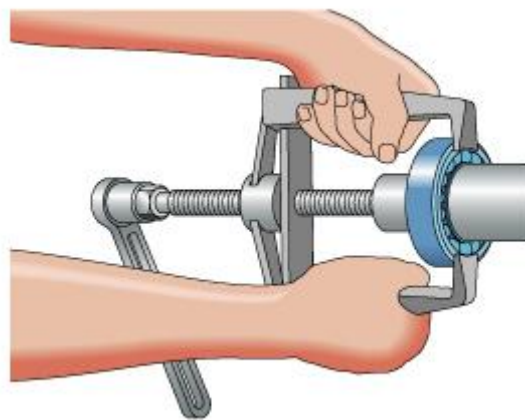






## انواع ابزار مورد نیاز جهت مونتاژ و دمونتاژ کردن يك بیرینگ

دمونتاژ کردن بیرینگ توسط ابزار مخصوص:



- Range of five different jaw pullers with two or three arms
- Maximum nominal span from 65 to 300 mm (2.6 to 11.8 in)
- Cone system for automatic centring and secure positioning of arms
- Strong springs keep arms apart for easy operation
- Hardened, high quality carbon steel



## Reversible jaw puller TMMR F series

### Combined internal and external puller

The multipurpose SKF TMMR F jaw pullers are able to grip on both the outside as well as the inside of a component, with equal strength. The TMMR Fs are available as a complete set, TMMR 8.

- Both internal and external pulling
- Puller for use in every workshop
- Self-locking arms
- Special safety neck avoids damaging of thread and arms
- Hexagonal head on beam allows rotation of bearing during dismounting
- Gripping range from 23 to 350 mm (0.9 to 13.8 in)
- Also available as complete set on a stand



## Blind housing puller kit TMMD 61

### Easy dismounting of ball bearings in blind housings

The SKF TMMD 61 is an excellent bearing puller for removing ball bearings in blind housings. The kit comes complete with 6 different arm sets and 2 supporting spindles covering 61 different bearings from 10 to 100 mm (0.4 to 4 in) shaft diameters.

- 6 arm sets and 2 withdrawal spindles, neatly housed in a practical carrying case weighing only 3,2 kg (7 lb)
- Hinged arms for optimized grip in bearing
- Elastic locking ring for easy connection of arms to spindle
- High tensile alloy steel for optimum performance
- Selection chart for bearings

