

## تعریف اورینگ

اورینگ یک شیء به شکل دونات (یک نوع پیراشکی) است که مابین دیواره های گلند (جایی که اورینگ در آن نصب می شود) فشرده می گردد. و این فشردگی منجر به صفر شدن نشتی مایعات و گازها و همچنین یک آب بندی موثر می گردد.

اورینگ بر اساس سه پارامتر تعریف می شود:

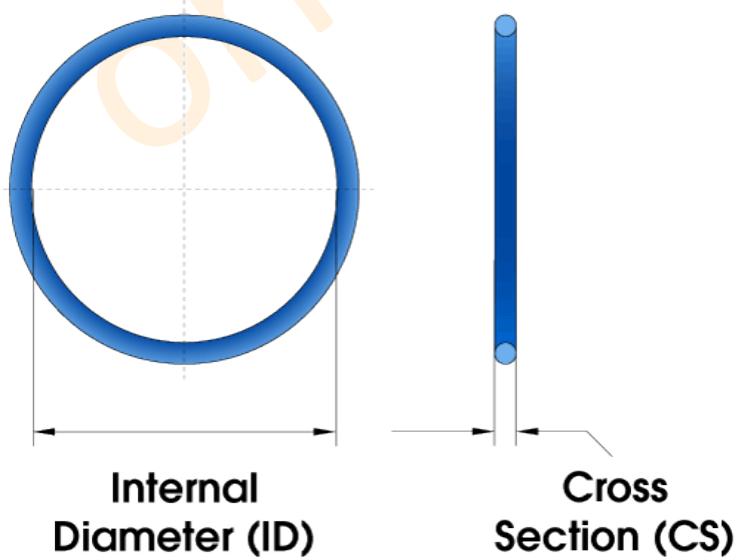
۱- ابعاد:

- قطر داخلی اورینگ (Inside Diameter)

- ضخامت اورینگ (Cross Section)

۲- سختی اورینگ (Durometer) - shore A hardness

۳- مواد ساخته شده (Material)



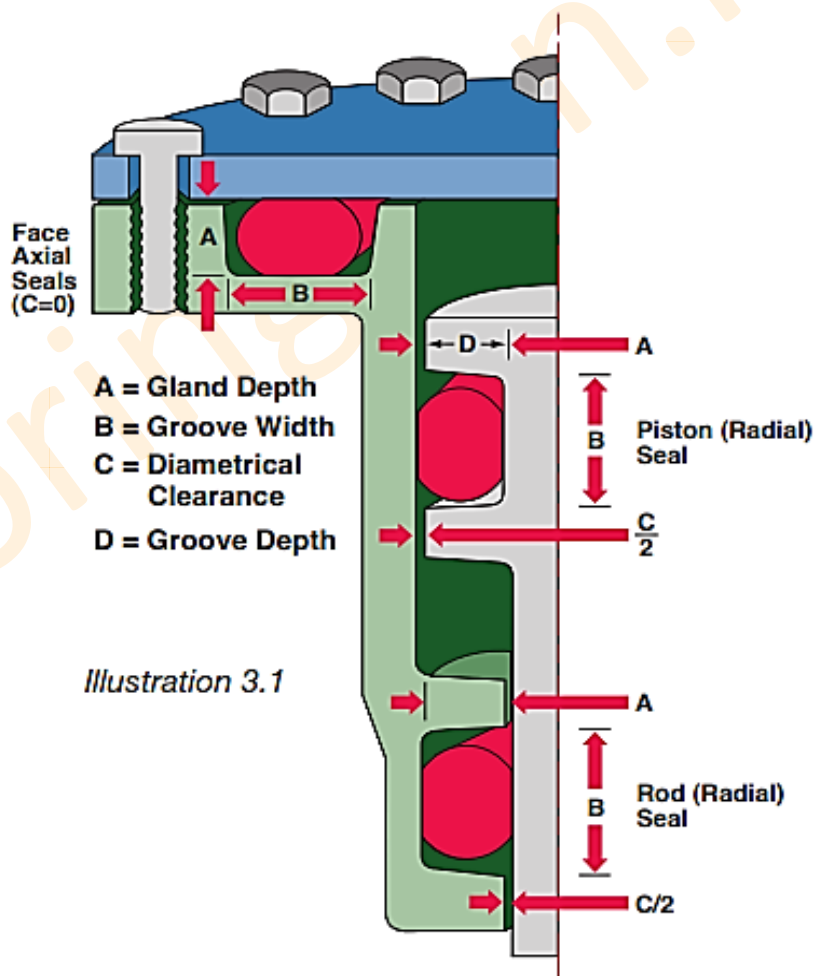
قطر خارجی اورینگ توسط ID و CS قابل محاسبه می باشد.

$$OD=ID+(2*CS)$$

در شکل زیر ۳ حالت کاربردی استفاده از اورینگ که بر دو اساس استوار می‌باشد را نشان می‌دهد.

۱- حالت استاتیک: گلند ثابت و بدون حرکت می‌باشد و در صنعت به نام Face Seal شناخته می‌شود

۲- حالت داینامیک: گلند متحرک است که اگر گلند بر روی پیستون طراحی شده باشد در صنعت به نام Piston Seal و اگر بر روی بدنه طراحی شده باشد به نام Rod Seal شناخته می‌شود.

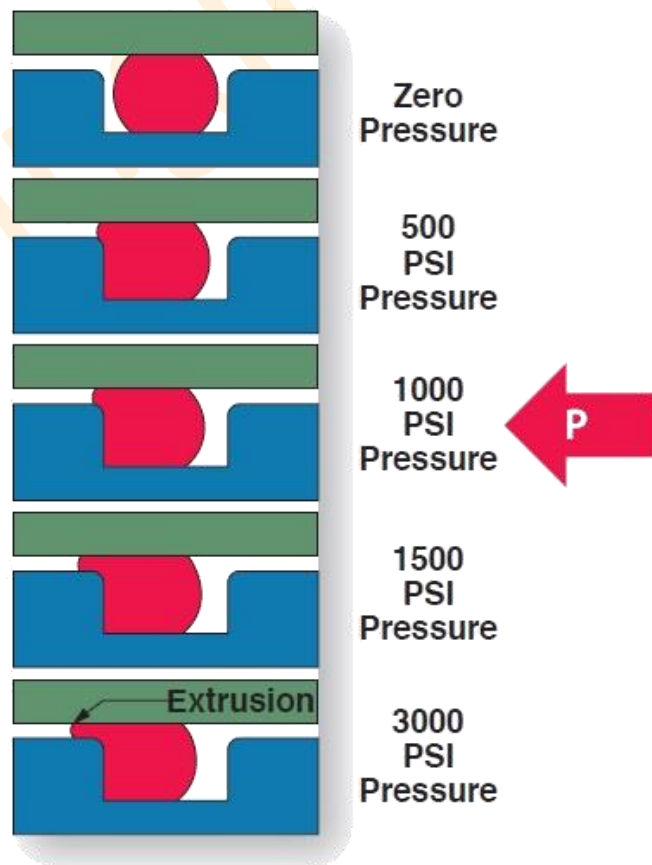


## یک اورینگ چرا کار می کند ؟

همانطوری که در شکل زیر می بینیم سیستم آببندی که به درستی طراحی شده باشد، شامل چند درجه فشردگی اولیه اورینگ می باشد. در فشار اتمسفر حالت ارتجاعی اورینگ فشرده شده به تنهایی عملیات آببندی را فراهم می کند. به هر حال سیستم فشاری که باعث آببندی می گردد، اورینگ را مجبور می کند تا به سمت دیواره گلندی که کمترین فشار را دارد برود. در صورت تغییر شکل و دفرمگی، اورینگ به سمت صفر کردن نشتی و بند آوردن هرگونه نشتی بیشتر تغییر شکل می دهد. در شکل زیر در بخش پنجم روند افزایش فشار و اثر آن بر آببندی را نشان می دهد.

### Effect of Pressure

#### Without Backup Rings



## قطر داخلی اورینگ (Inside Diameter)

برای فراهم کردن یک آببندی موثر قطر داخلی اورینگ (ID) باید کوچکتر از گروو (Groove) پیستون باشد. در نتیجه این مقدار کشش کم برای جایگذاری اورینگ در گروو (Groove) باعث می شود که به درستی در جایگاه خود بنشیند.

این مقدار کشش می باید مابین ۱ الی ۵ درصد باشد که مقدار ایده‌ال و موثر برای تمامی تجهیزات ۲ درصد می باشد و کشش های بالای ۵ درصد توصیه نمی گردد زیرا این امر می تواند به واسطه کاهش ضخامت اورینگ (CS) منجر به از بین رفتن آببندی گردد. البته موارد خاصی هم وجود دارد که از این قانون پیروی نمی کنند و آن زمانی است که به اورینگ اجازه داده می شود که آزادانه در groove قرار بگیرد و آن برای سیستمهایی است که مقدار خیلی کمی از نشتی مجاز می باشد و اصطکاک خیلی کمی مورد نیاز است.

تذکر: کشش بالای ۵ درصد برای اورینگ توصیه نمی گردد زیرا این امر می تواند به واسطه کاهش ضخامت اورینگ (CS) منجر به از بین رفتن آببندی گردد.

$$O - Ring ID = \frac{Groove Diameter}{\% OF Stretch desired + 1} \\ (1\% - 5\%)$$

مثال: اگر قطر گروو ۵۰ میلیمتر باشد

$$O - Ring ID = \frac{50}{1.01 to 1.05} = 47.61 to 49.5 mm$$

## ضخامت اورینگ (Cross Section)

وقتی که می خواهید ضخامت اورینگ را محاسبه نمایید باید سایز گلند (Gland) را مد نظر داشته باشید که مناسب باشد تا میزان مورد نیاز فشردگی اورینگ لحاظ گردد و بهترین آب بندی را انجام دهد. در هر گلند و در حالت معمولی یک فاصله بسیار کم بین دو سطح وجود دارد که به آن فاصله مجاز قطری (Diometrical clearance) گفته می شود. در نتیجه بسیار مهم است که ضخامت اورینگ بزرگتر از ارتفاع گلند (Gland) باشد. در نتیجه فشردگی اورینگ باعث آب بندی خواهد شد.

در شکل ۳،۱ در صفحه ۲ (حالت استاتیک (ثابت) و یا دینامیک (متحرک) و یا حالت پیستون و یا راد) به وضوح مشخص است که اورینگ فشرده شده است. این فشردگی می تواند در یک یا دو جهت ایجاد شود. اگر فشردگی در حالات بالا و پایین اتفاق بیافتد به آن فشردگی محوری (AXIAL) و اگر این فشردگی از طرف داخل و خارج اورینگ باشد به آن فشردگی شعاعی (RADIAL) می گویند.

برای به دست آوردن میزان درست فشردگی اورینگ جهت بهترین آب بندی باید سایز اورینگ نسبت به سایز گلند را در نظر بگیریم. برای محاسبه سایز دقیق ضخامت اورینگ باید بدانیم که کاربرد اورینگ در حالت استاتیک می باشد و یا دینامیک. در حالت دینامیک به انتخاب فشردگی کمتری توصیه می شود.

تذکر : همیشه یادتان باشد که ضخامت اورینگ از عمق گلند بیشتر باشد.

## محاسبه ضخامت اورینگ در حالت دینامیک

با توجه به تصویر شماره ۳,۲ محاسبه ضخامت درست اورینگ در حالت دینامیک بر اساس دو فرمول زیر می باشد. فرمول اول محاسبه بیشترین ضخامت اورینگ و فرمول دوم محاسبه کمترین ضخامت آن می باشد.

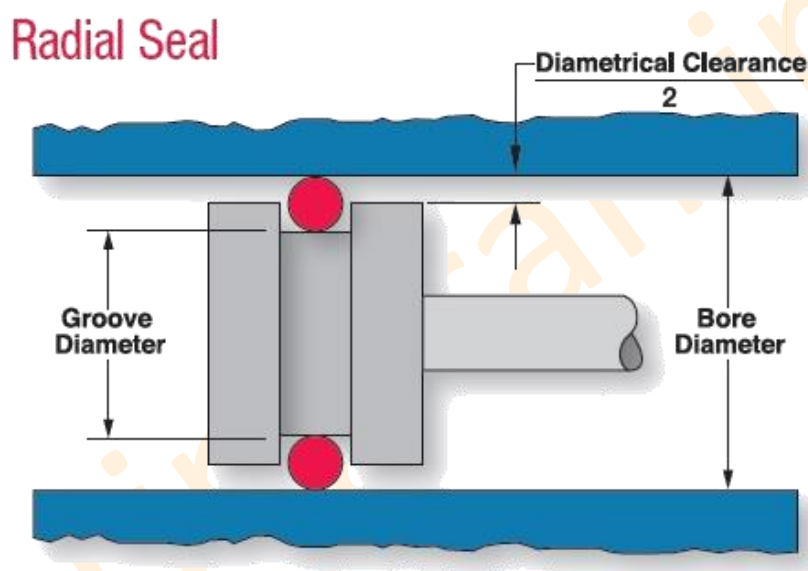


Illustration 3.2

فرمول اول: محاسبه بیشترین ضخامت اورینگ

$$\text{Maximum ORing CS} : \left[ \frac{\text{Min Bore Diameter} - \text{Max Groove Diameter}}{2} \right] - \text{ORing CS Tolerance} \\ 1 - \left( \frac{\text{Maximum \% Compression}}{100} \right)$$

فرمول دوم: محاسبه کمترین ضخامت اورینگ

$$\text{Maximum ORing CS} : \left[ \frac{\text{Max Bore Diameter} - \text{Min Groove Diameter}}{2} \right] \div \left[ 1 - \left( \frac{\text{Maximum \% Compression}}{100} \right) \right] + \text{ORing CS Tolerance}$$

محاسبه ضخامت اورینگ در حالت استاتیک

برای محاسبه ضخامت اورینگ (حداقل و حداکثر) در حالت استاتیک (فشرده‌گی محوری)، عمق گلند را محاسبه کرده و در حداکثر و یا حداقل میزان فشرده‌گی اورینگ ضرب گردد. به یاد داشته باشید که عدد یک را به میزان فشرده‌گی اضافه کنید. مثلاً میزان فشرده‌گی ۳۰ درصد را باید بصورت عدد ۱,۳ لحاظ گردد.

مثال: اگر عمق گلند ۲ میلیمتر باشد با میزان فشرده‌گی ۳۰٪

$$\text{Oring Cs} : \text{Gland Depth} * (1 + \% \text{ Squeeze})$$

$$\text{Oring Cs} : 2 * (1 + 30\%) = 2.6$$

تذکر: طراحی اورینگ حالت استاتیک می تواند سایز و جنس های بیشتری را در اختیار شما قرار دهد. درحالیکه طراحی اورینگ در حالت دینامیک محدودیت بیشتری دارد (سخت تر است)

## نکات طراحی اورینگ

### قطر

قطر داخلی اورینگ با جهت فشار وارده با آن محاسبه می گردد. اگر این فشار به سمت قطر داخلی باشد (مطابق تصویر ۴,۲) در نتیجه اورینگ باید بر اساس قطر داخلی (نزدیک به قطر داخلی گرو (groove) طراحی گردد و اگر فشار به سمت قطر خارجی باشد (مطابق تصویر ۴,۱) در نتیجه اورینگ باید بر اساس قطر خارجی گرو (groove) طراحی گردد.

#### Internal Pressure

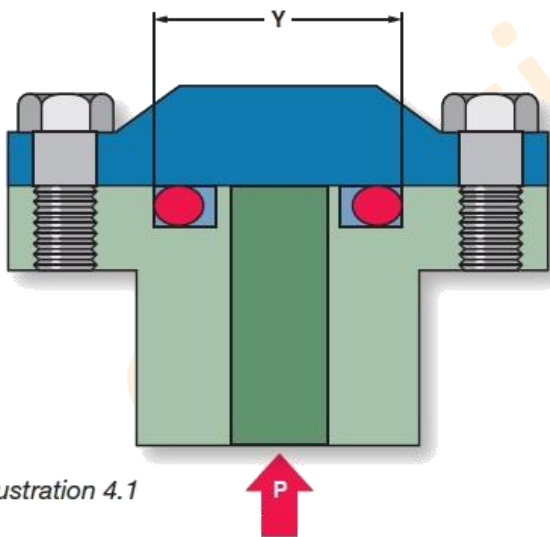
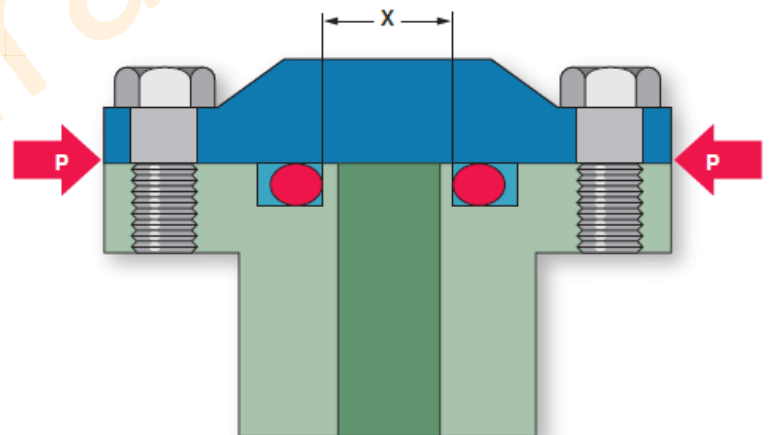


Illustration 4.1

Y Min. = O-Ring Mean O.D. - 1% UP TO .060    Y Max. = O-Ring Mean O.D.

#### External Pressure



X Min. = O-Ring Mean I.D.    X Max. = O-Ring Mean I.D. + 1% UP TO .060

Illustration 4.2

تذکر : در هنگام طراحی مد نظر داشته باشید که حداکثر حجم اورینگ نباید بیشتر از حداقل حجم گلند باشد.



### جنس اورینگ

بعد از آنکه شما سایز اورینگ را محاسبه نمودید، باید بهترین جنس را انتخاب نمایید. جنس های مختلف در "راهنمای انتخاب جنس اورینگ" ذکر شده است که شامل: اسم مواد، دمای کاری، مزایا و معایب می باشد. شما می توانید از لینک زیر در وب سایت این شرکت بهترین مواد را برای کاربرد اختصاصی تان انتخاب نمایید.

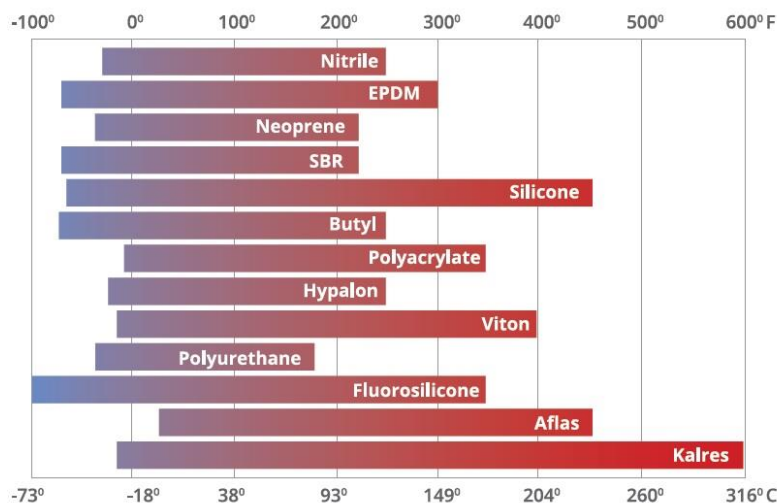
### خوردندگی شیمیایی

مهمترین نکته در خصوص انتخاب جنس اورینگ، مقاومت آن در برابر مواد شیمیایی مختلف می باشد. در نتیجه اولین مرحله در انتخاب مواد اورینگ، در نظر گرفتن بهترین جنس پلیمر می باشد که بیشترین مقاومت در برابر مواد شیمیایی را دارا می باشد. شما می توانید از بخش راهنمای شیمیایی در وب سایت [oriniran.ir](http://oriniran.ir) کمک بگیرید.

### دمای کاری

محدوده بازه کاری برای یک اورینگ بسیار مهم می باشد که در کنار انتخاب مواد باید لحاظ گردد. دما همیشه به عنوان یک فاکتور تاثیر گذار در امر آب بندی بوده است. بصورت عملی باید مد نظر داشته باشید که دمای محیط اورینگ به عنوان یک فاکتور مهم می باشد نه دمای کاری سیستم. همچنین در دمای کاری بالا، باید مدت زمان آن را نیز مد نظر داشته باشید که آیا زمان آن کوتاه است و یا طولانی. شما می توانید محدوده دمای کاری جنس های مختلف را از نمودار زیر مشاهده نمایید.

## O-Rings TEMPERATURE CHART



### اصطکاک

دو حالت اصطکاک در اورینگ ها وجود دارد که هر دو برای طراحی در حالت داینامیک مهم است و باید لحاظ گردد. وقتی دو تا قطعه بصورت متناوب و همیشگی حرکت نمی کنند، اصطکاک اولیه آن (حرکت از حالت سکون) بالا می باشد. این اصطکاک اولیه باعث فشار اورینگ به گلند می شود که ممکن است باعث پارگی اورینگ گردد.

اما اگر حرکت دو تا قطعه بصورت متناوب و همیشگی باشد، اصطکاک آن بصورت همیشگی بوده که باعث داغ شدن اورینگ و باد کردن آن می شود که این افزایش حجم می تواند اورینگ را از گلند خارج کند.

## سختی

سختی پارامتری از مشخصات فیزیکی یک پلیمر می باشد. معمولا عدد مقیاس ۷۰ را برای سختی پلیمر ها لحاظ می کنند. عدد کمتر از ۷۰ به معنای سختی کمتر (نرم) و عدد بالای ۷۰ به معنای سختی بیشتر (سفت) لحاظ می گردد بجز مواد وایتون (FKM) که مقیاس ۷۵ را لحاظ می کنند. هر سختی در یک محدوده تolerانس  $\pm 5$  لحاظ می گردد. به یاد داشته باشید که همه پلیمر ها در همه سختی ها موجود نمی باشد و هر پلیمری محدودیت خود را دارد.

## فشار

وارد آمدن فشار زیاد به یک اورینگ می تواند توانایی آب بندی آن را به خطر اندازد. در این خصوص ما بعدا بطور کلی صحبت خواهیم کرد.

از طرف دیگر فشار کم نیز مشکلات خاص خودش را دارد. اگر فشار یک سیستم کمتر از 100 PSI باشد، به عنوان فشار کم در نظر گرفته می شود. زیرا فشار سیستم آنقدر نیست که باعث کارایی اورینگ گردد. در نتیجه طراحی در فشار کم فقط باید روی نیروی ارتجاعی پلیمر تمرکز کند.

همچنین ما نمی توانیم فشار زیادی به پلیمر بیاوریم زیرا عاملی به اسم "میزان فشردگی" (Compression Set) وجود دارد که باعث می شود آب بندی به خوبی انجام نشود. در نتیجه با انتخاب پلیمر مناسب با سختی کمتر و افزایش قطر اورینگ ما می توانیم یک آب بندی خوب را در فشار پایین داشته باشیم. در آینده نزدیک اثر فشار بر اورینگ را مفصلا بررسی خواهیم کرد.

## خط قالب

وقتی اورینگ از قالب بیرون آورده می شود، یک میزانی از پلیمر در مرز قالب بالایی و پایینی روی قطر داخلی و خارجی اورینگ باقی می ماند. بسیاری از شرکت های خوب تولید کننده این بخش زاید بسیار ریز را به کمک روش های پولیش کردن خارج می کنند اما بر اساس استاندارد این اندازه می تواند مطابق شکل زیر باشد. در بسیاری از موارد، پولیش کردن برای جنس وایتون اجباری می باشد.

### O-Ring Profile

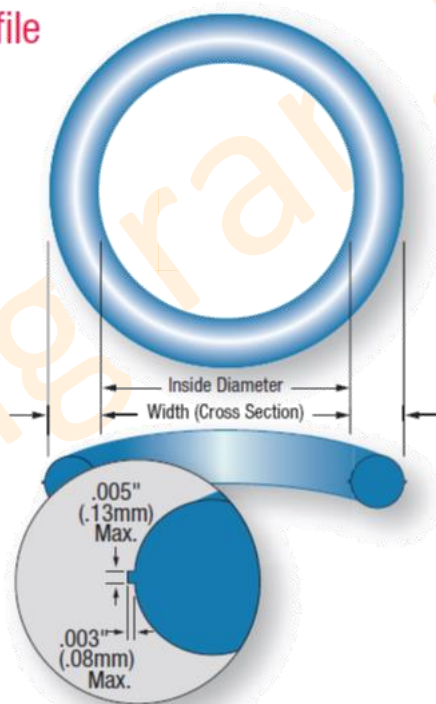


Illustration 3.3

### جمع بندی:

برای یک آب بندی موثر، انتخاب درست اورینگ الزامی است. ما بایستی فاکتورهای سایز، فشردگی، کشیدگی، دما، فشار، نوع ماده شیمیایی و اصطکاک را مد نظر قرار دهیم. همه این موارد باید هنگام طراحی اورینگ مد نظر قرار گیرد. در کنار همه اینها هزینه اورینگ نیز مهم است و باید این کارها با کمترین هزینه انجام شود. بعضی موارد خاص فقط یک پلیمر جوابگو است که هزینه بالایی دارد اما چاره ای جز استفاده از آن نمی باشد. ما سعی می کنیم در آینده بیشتر در این خصوص با شما صحبت کنیم. شما می توانید اطلاعات بیشتر در موارد خاص را با ما در میان بگذارید. تیم تخصصی شرکت فنی و مهندسی پایا کروک می تواند بهترین خدمات فنی را در اختیار شما بگذارد.

**تذکر :** لطفا توجه کنید که مطالب علمی و توصیه های ذکر شده در این مقاله باید توسط یک فرد متخصص مورد استفاده قرار گیرد. زیرا شرایط کاری هیچ دو اورینگی مثل هم نمی باشد. اطلاعات ذکر شده در این مقاله بصورت اطلاعات عمومی بوده و خریدار به تنهایی نمی تواند بر اساس این اطلاعات اقدام به طراحی نماید. ما شدیداً توصیه می کنیم که اورینگی که شما انتخاب کرده اید تحت شرایط واقعی تست گردد تا نتیجه آن قبل از تولید انبوه مشخص گردد.