

# فصل پنجم: خواص مکانیکی مواد

✓ آنچه در این فصل می آموزیم:

✓ آشنایی با انواع ویژگی های مکانیکی مواد:

✓ آشنایی با آزمون های ارزیابی ویژگی های مکانیکی مواد

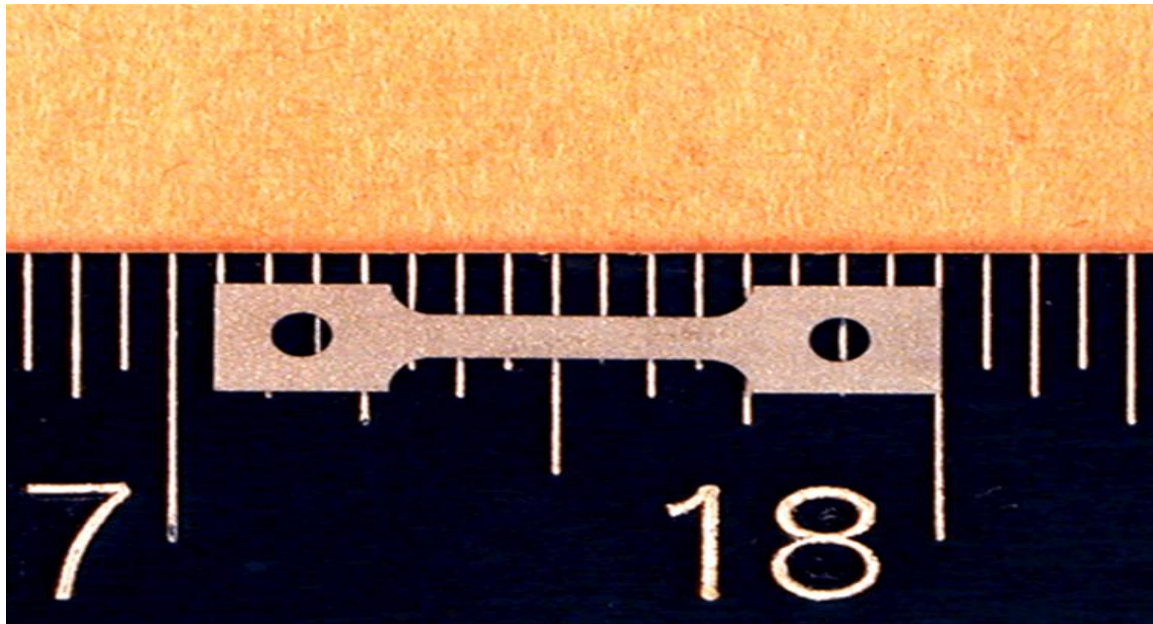
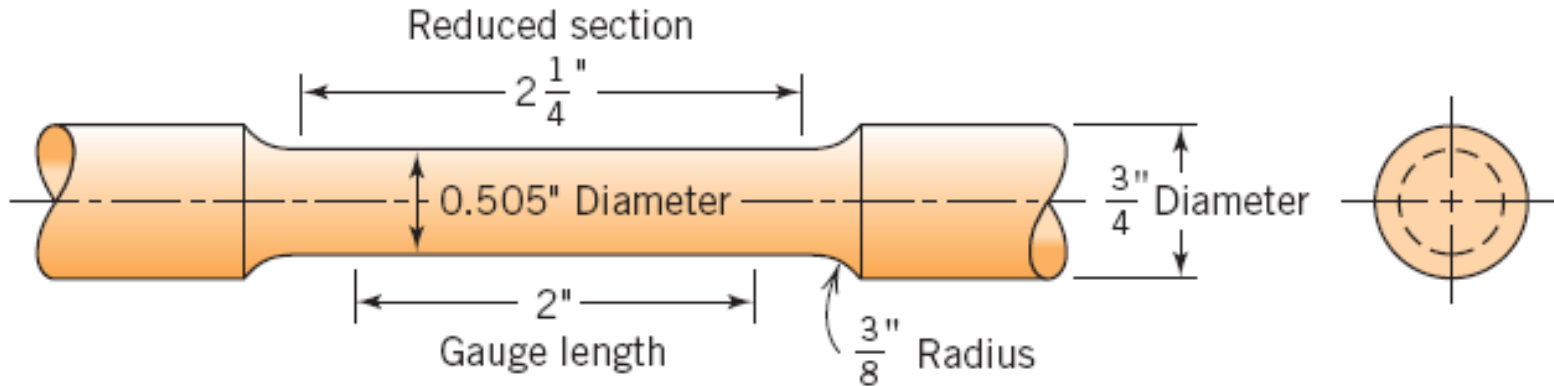
✓ تعیین مکانیزم های استحکام دهی مواد

✓ ارزیابی مکانیزم های شکست قطعات صنعتی



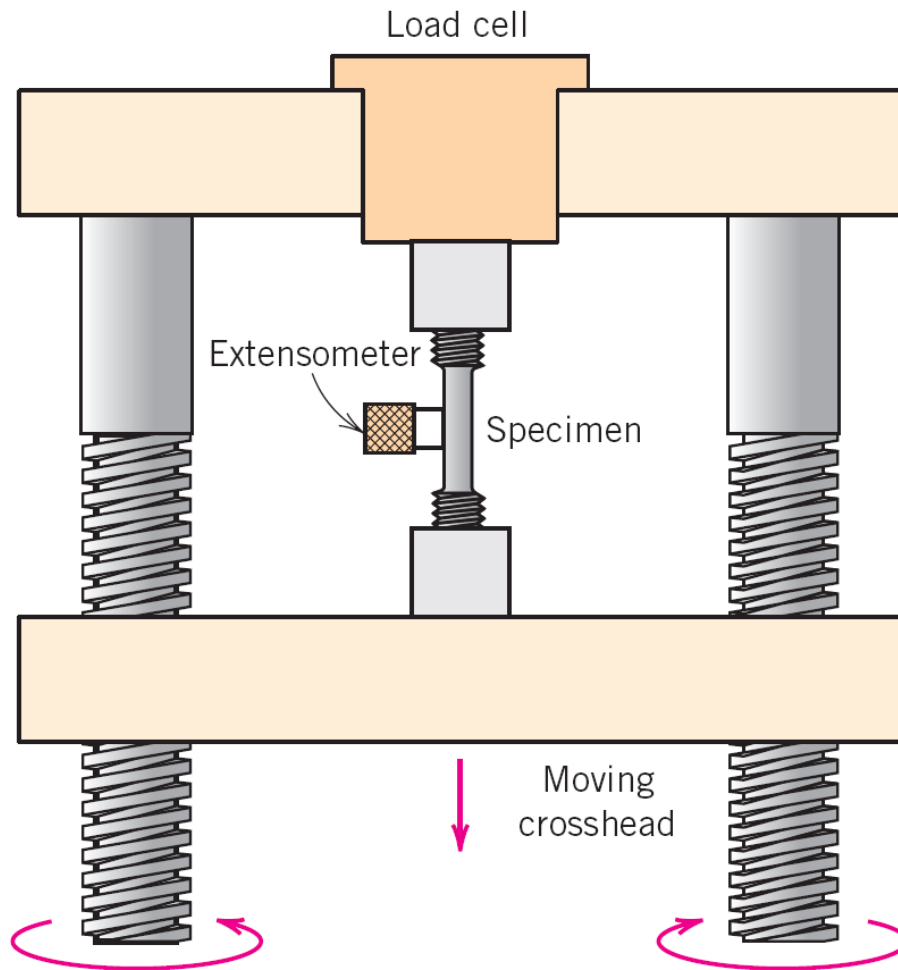
# Tensile Test آزمایش کشش ساده

- نمونه استاندارد :

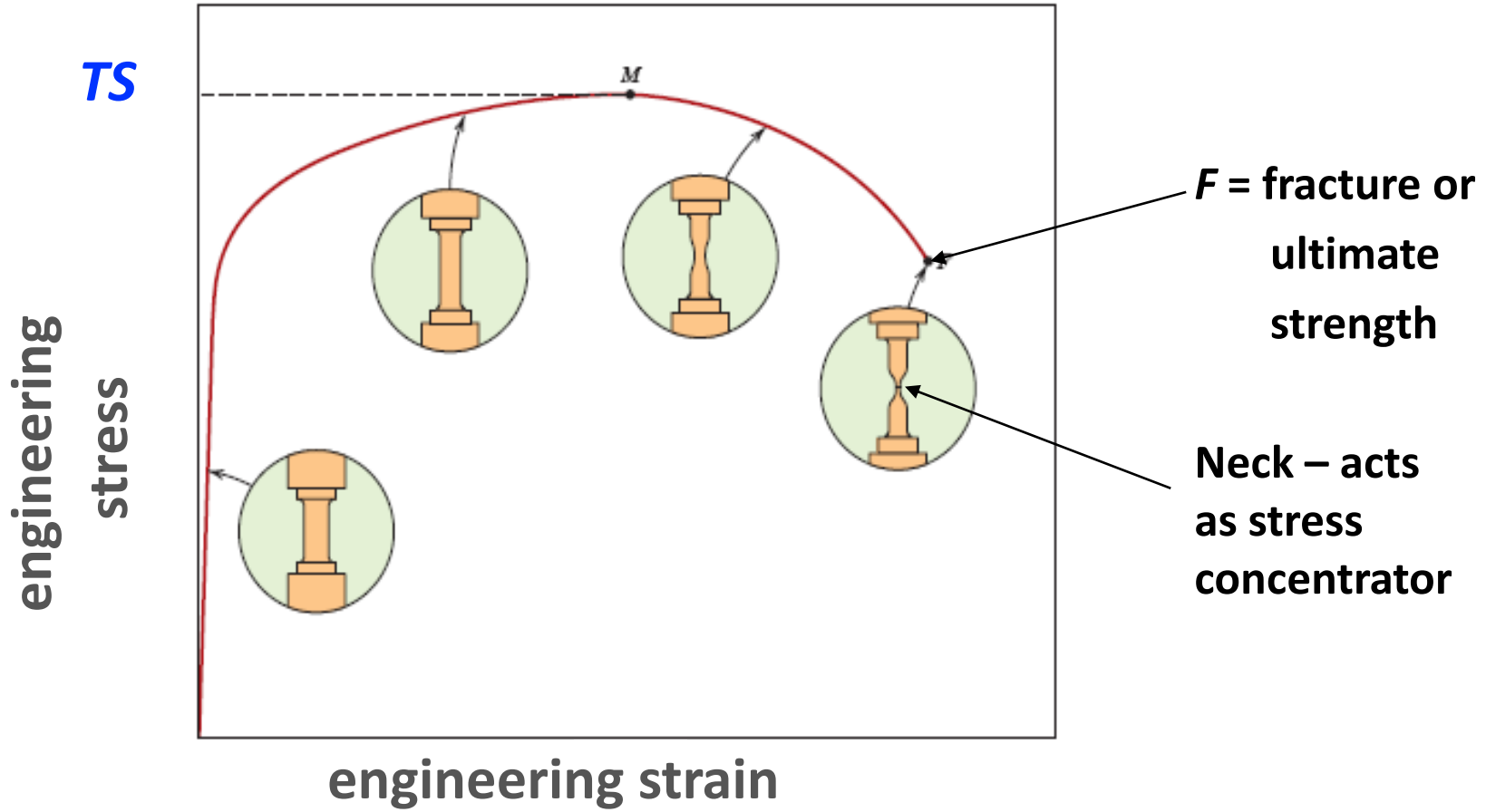


# آزمایش کشش ساده Tensile Test

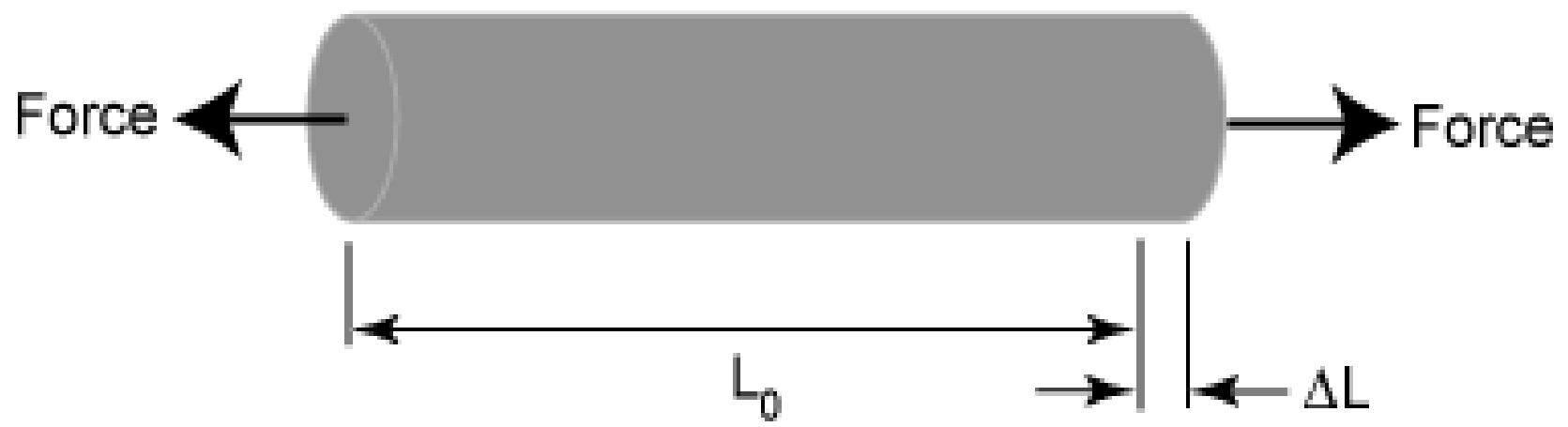
• روش انجام آزمایش:



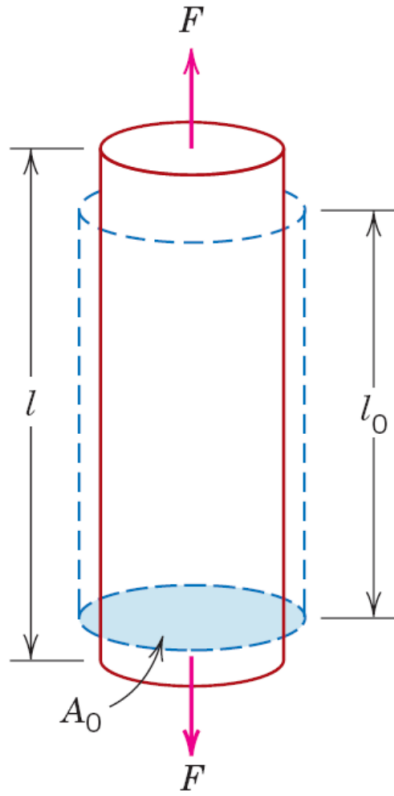
# Tensile Test آزمایش کشش ساده



# مفهوم تنش - کرنش



# انواع تنشها: کششی و برشی.



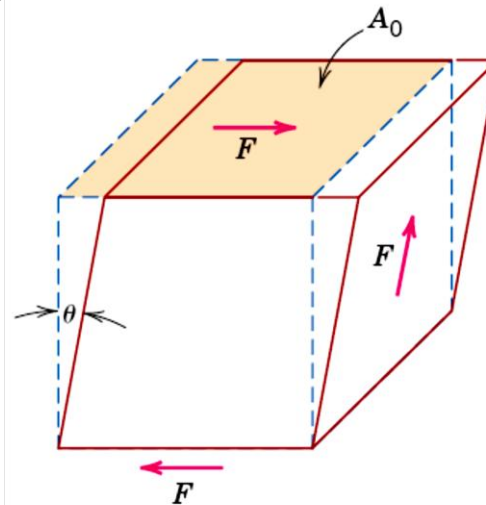
**cable**  
کششی



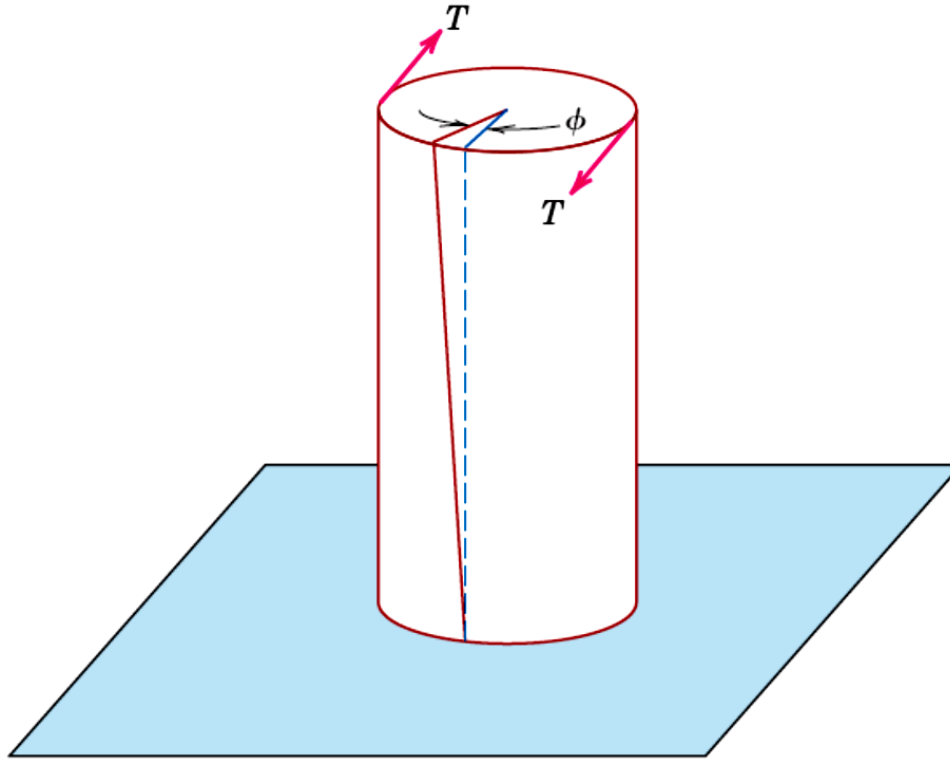
**drive shaft**

برشی

**Ski lift** (photo courtesy P.M. Anderson)



# انواع تنشها: پیچشی.



# انواع تنشها: فشاری.

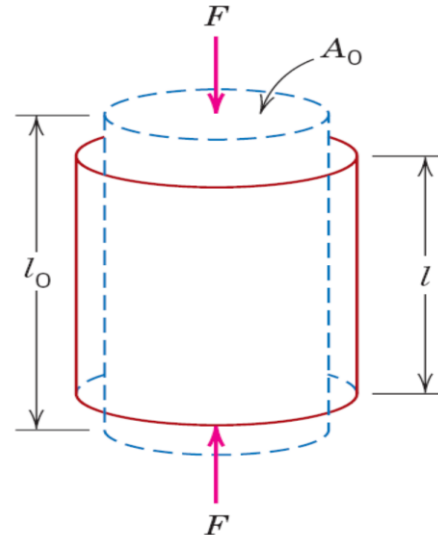


**Balanced Rock, Arches National Park**  
(photo courtesy P.M. Anderson)



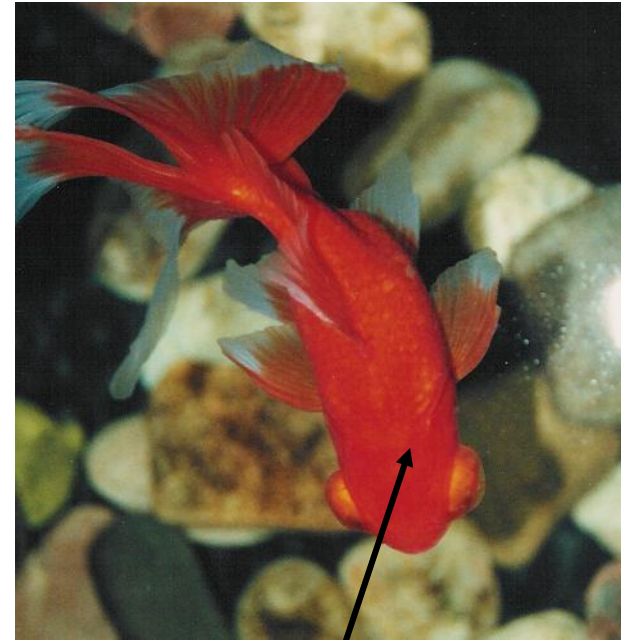
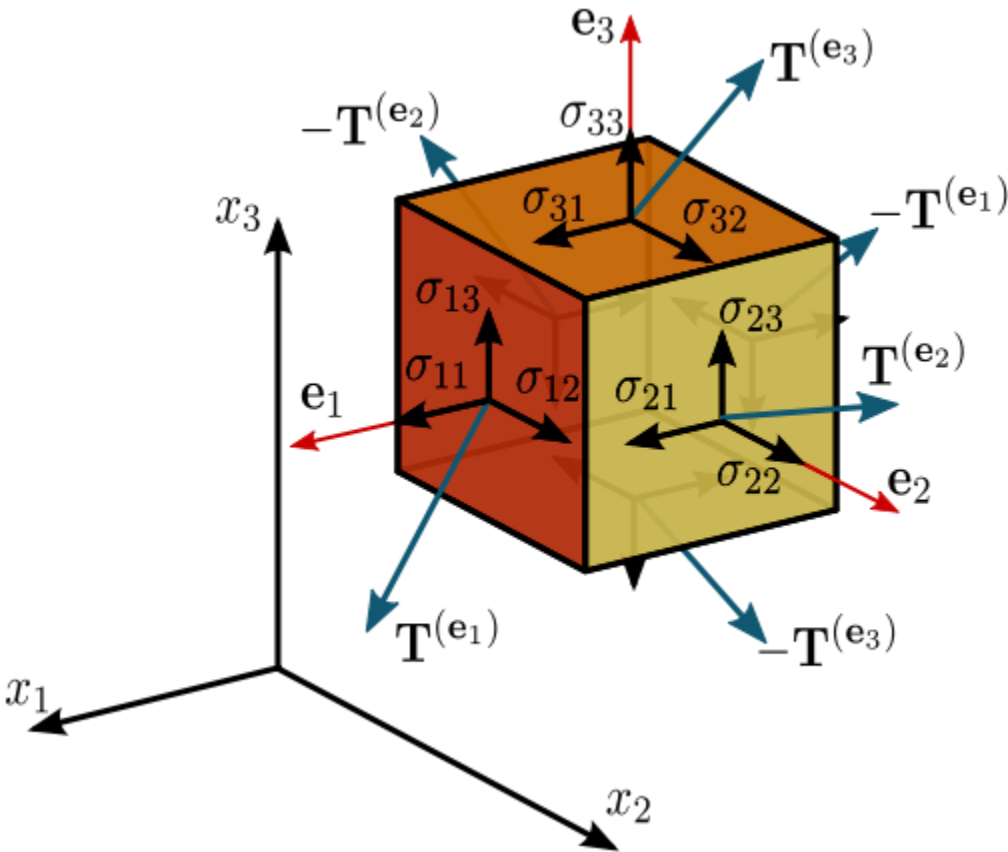
**Canyon Bridge, Los Alamos, NM**  
(photo courtesy P.M. Anderson)

$$\sigma = \frac{F}{A_o}$$





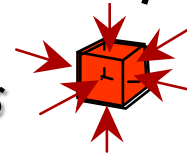
# حالت کلی تنش اعمالی



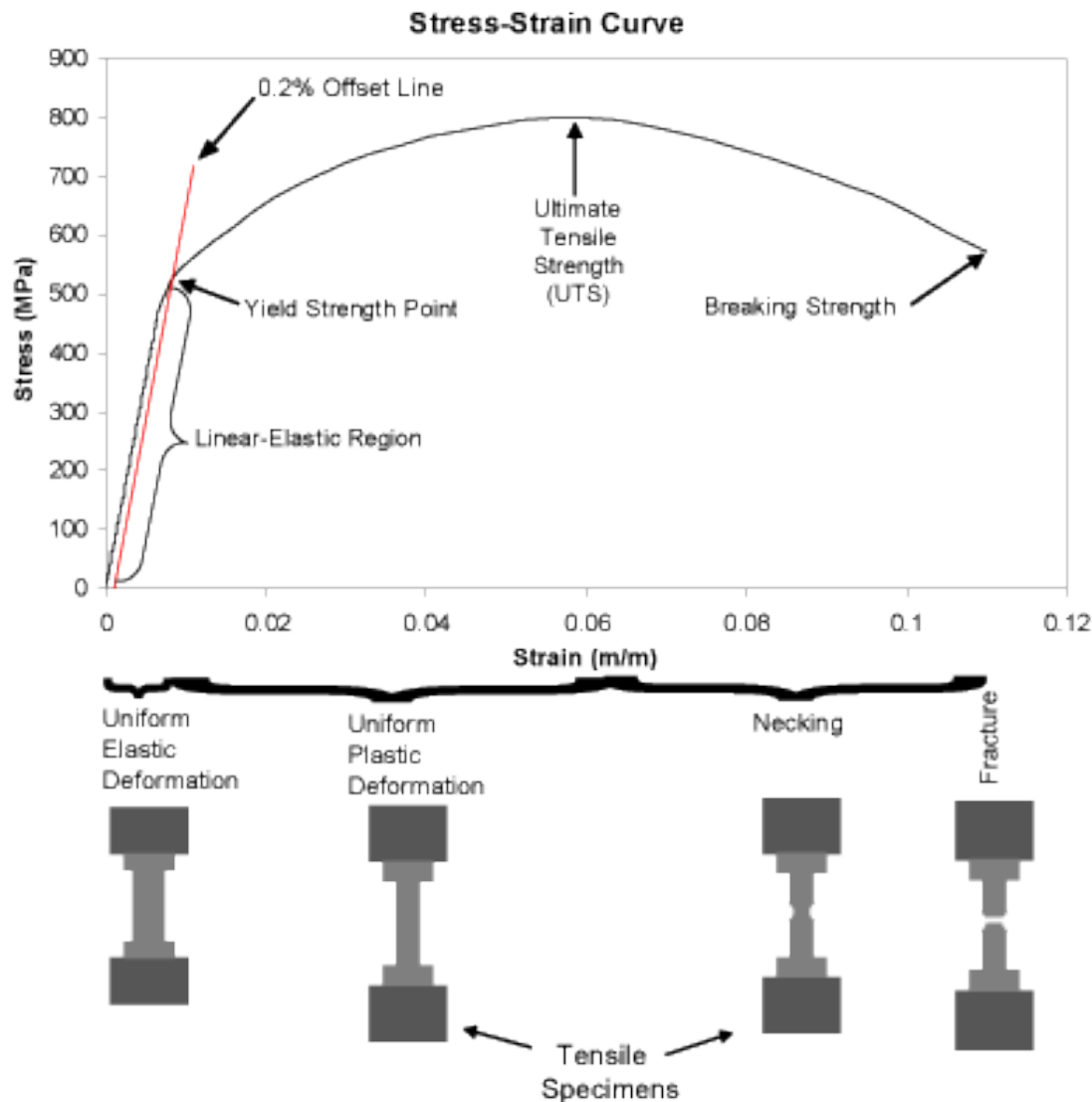
Fish under water

(photo courtesy P.M. Anderson)

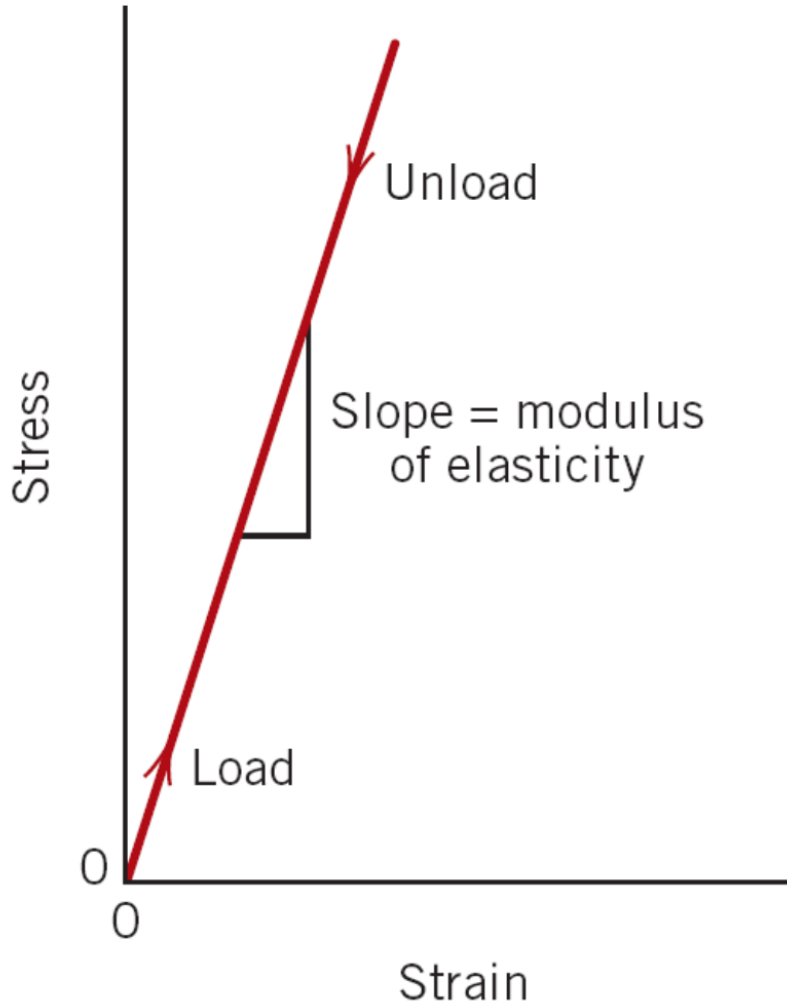
تنش های هیدرواستاتیک



# تفسیر نمودار تنش - کرنش رسم شده حین آزمون کشش



# منطقه 1 : رفتار الاستیک



معادله حاکم : قانون هوک

$$\sigma = E\epsilon$$

E : مدول الاستیک یا مدول ینگ .

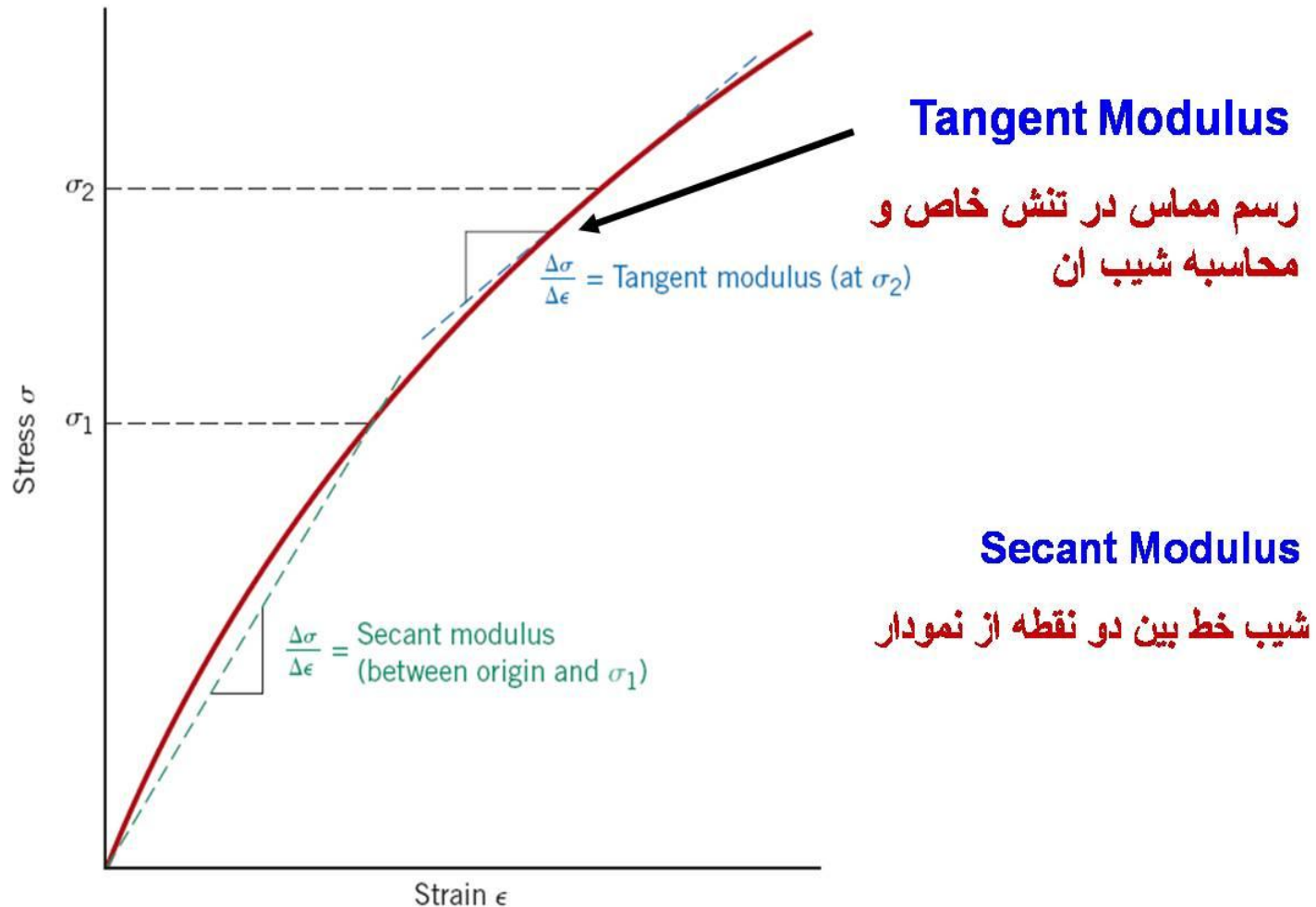
قانون هوک هم برای تنش برشی- کرنش برشی و هم برای تنش عمودی کرنش نرمال صادق است.

$$\tau = G\gamma$$

# مقایسه مدول الاستیک و برشی تعدادی از فلزات

<i>Metal Alloy</i>	<i>Modulus of Elasticity</i>		<i>Shear Modulus</i>		<i>Poisson's Ratio</i>
	<i>GPa</i>	<i>10<sup>6</sup> psi</i>	<i>GPa</i>	<i>10<sup>6</sup> psi</i>	
Aluminum	69	10	25	3.6	0.33
Brass	97	14	37	5.4	0.34
Copper	110	16	46	6.7	0.34
Magnesium	45	6.5	17	2.5	0.29
Nickel	207	30	76	11.0	0.31
Steel	207	30	83	12.0	0.30
Titanium	107	15.5	45	6.5	0.34
Tungsten	407	59	160	23.2	0.28

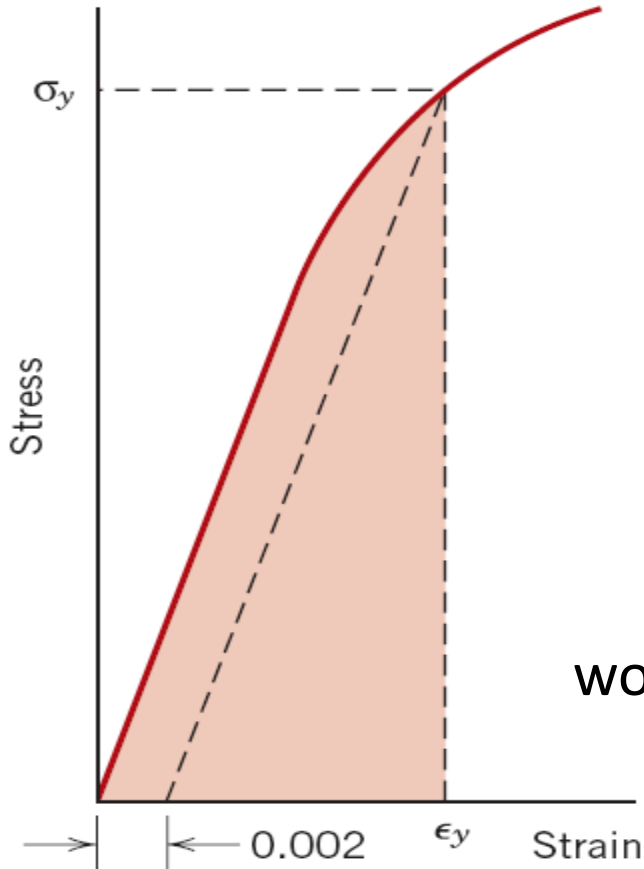
# راههای محاسبه مدول الاستیک در موادی با شیب الاستیک غیر خطی:



## ناحیه ۲: تغییر شکل پلاستیک

معادله حاکم: قانون هولمن

$$\sigma = K \epsilon^n$$



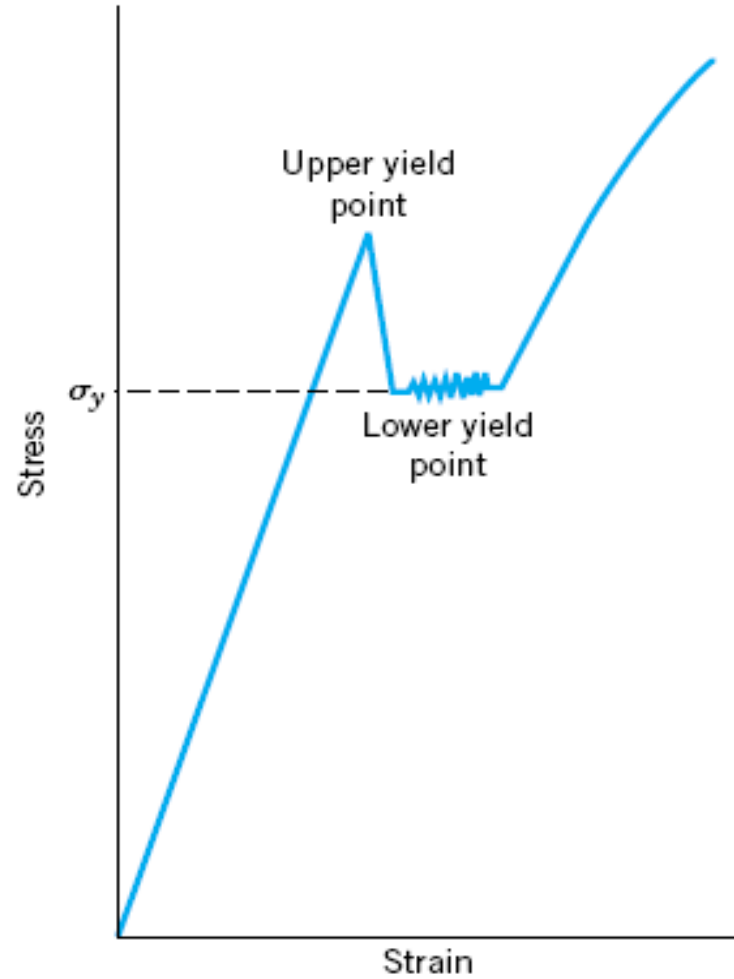
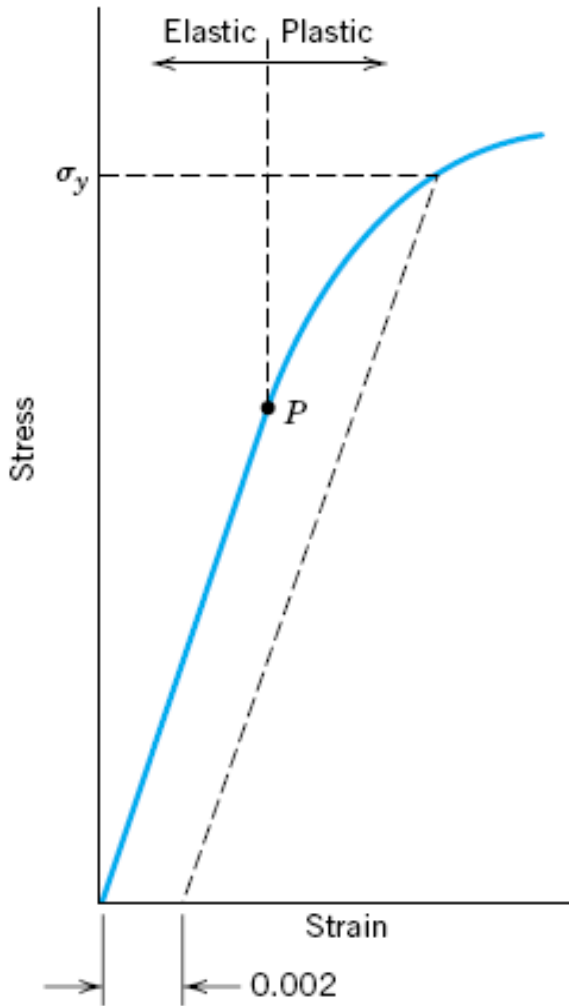
$\sigma$ : تنش حقیقی (true stress)

$\epsilon$ : کرنش حقیقی (True strain)

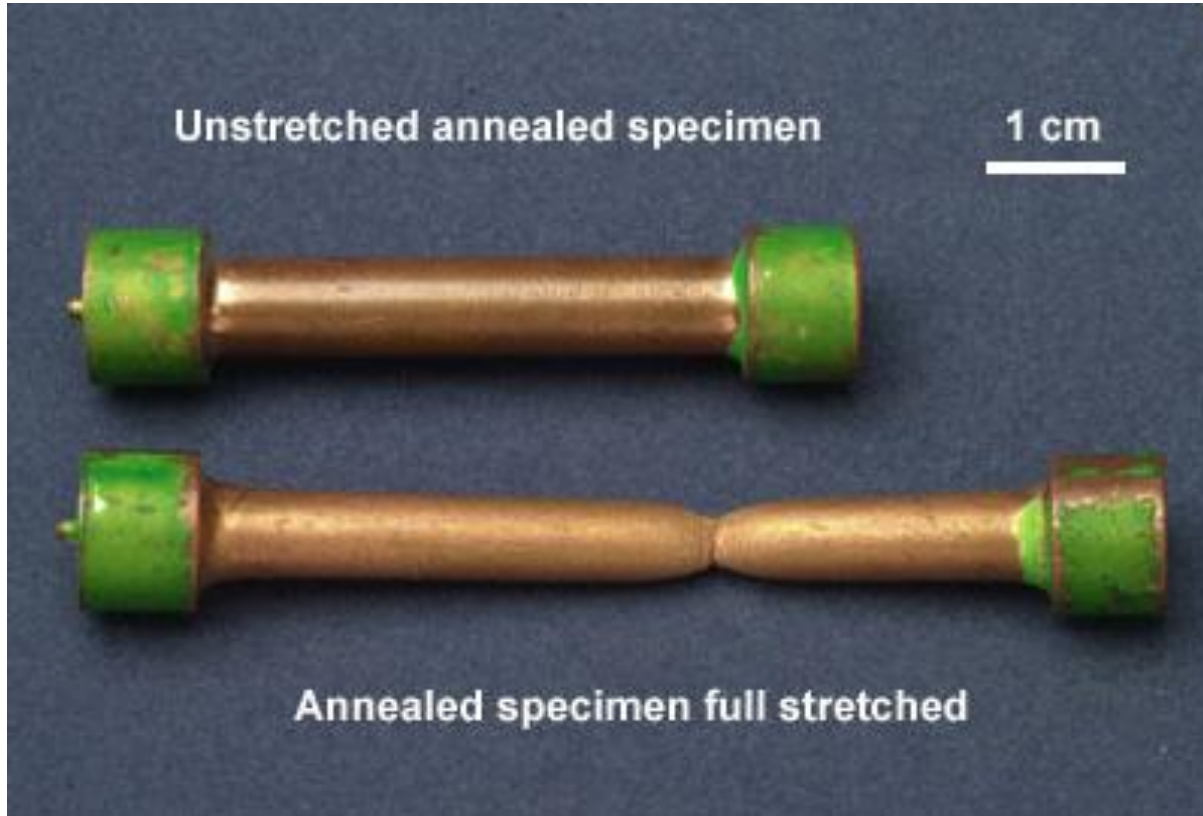
$K$ : عدد ثابت (ضریب هولمن)

$n$ : نمای کار سختی work hardening exponent

## ناحيه ۲: تغيير شكل پلاستیک

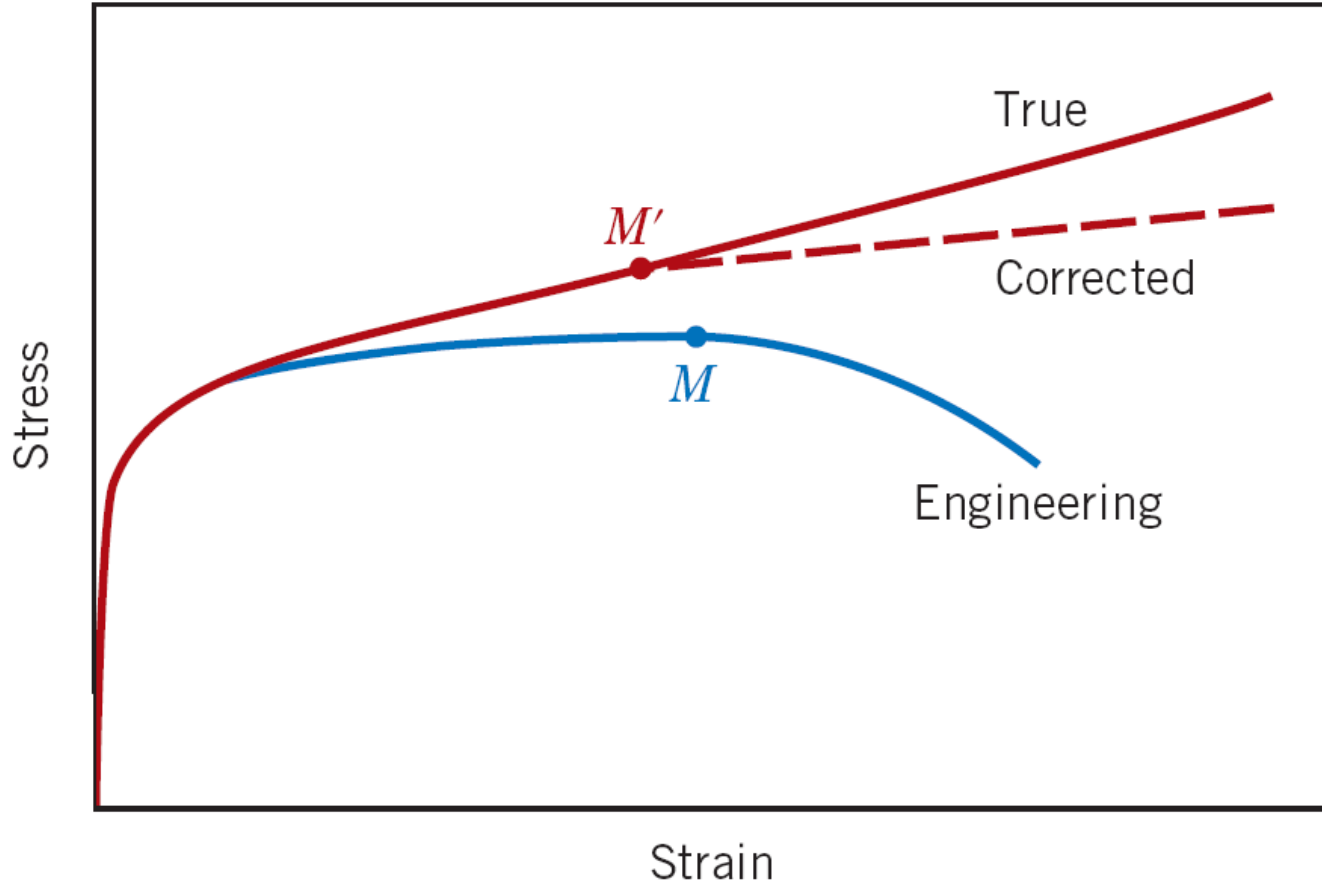


ناحيه ۳: ناحيه ناپایداری پلاستیک:  
( Plastic Instability Region )

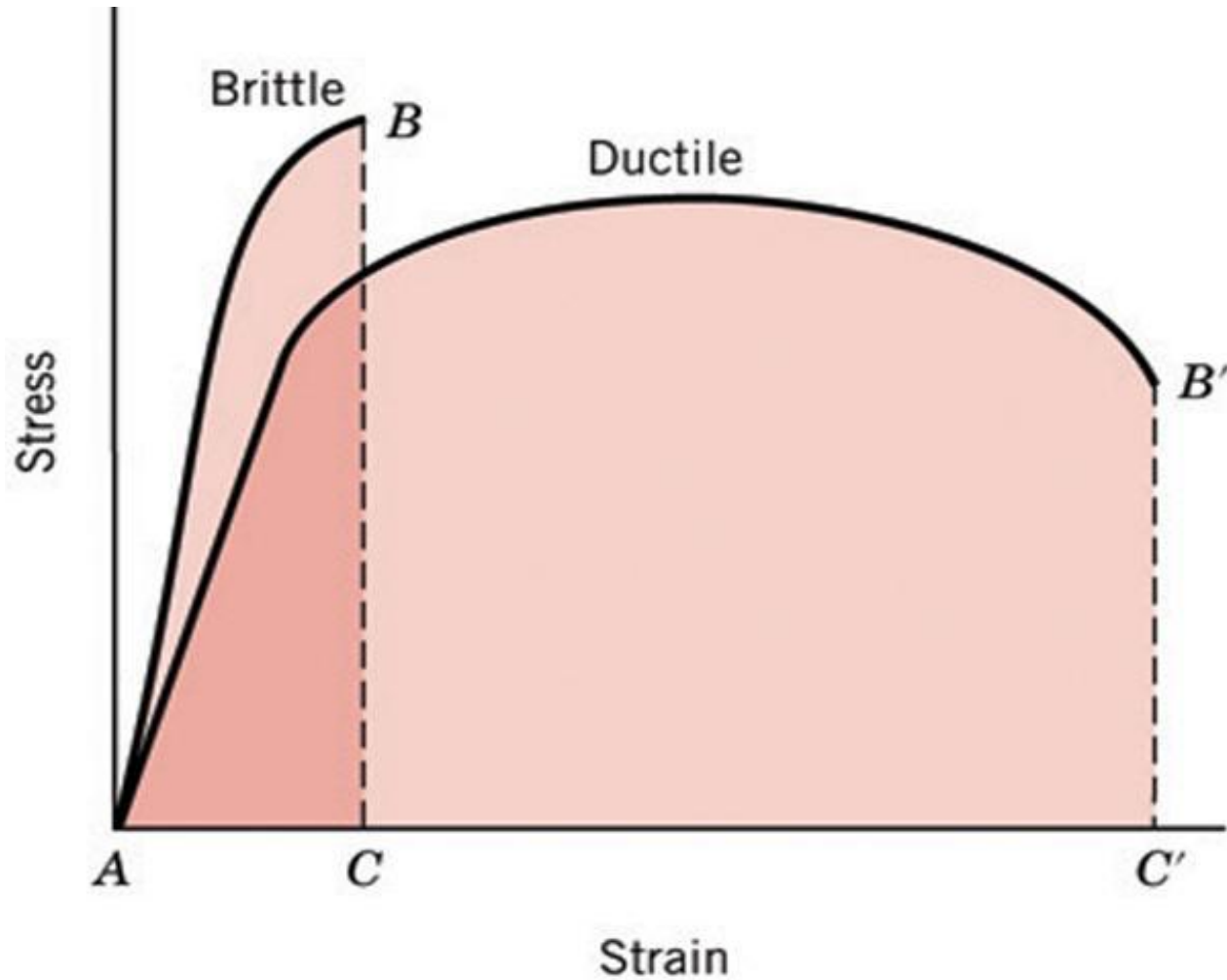




# تنش - کرنش حقیقی :

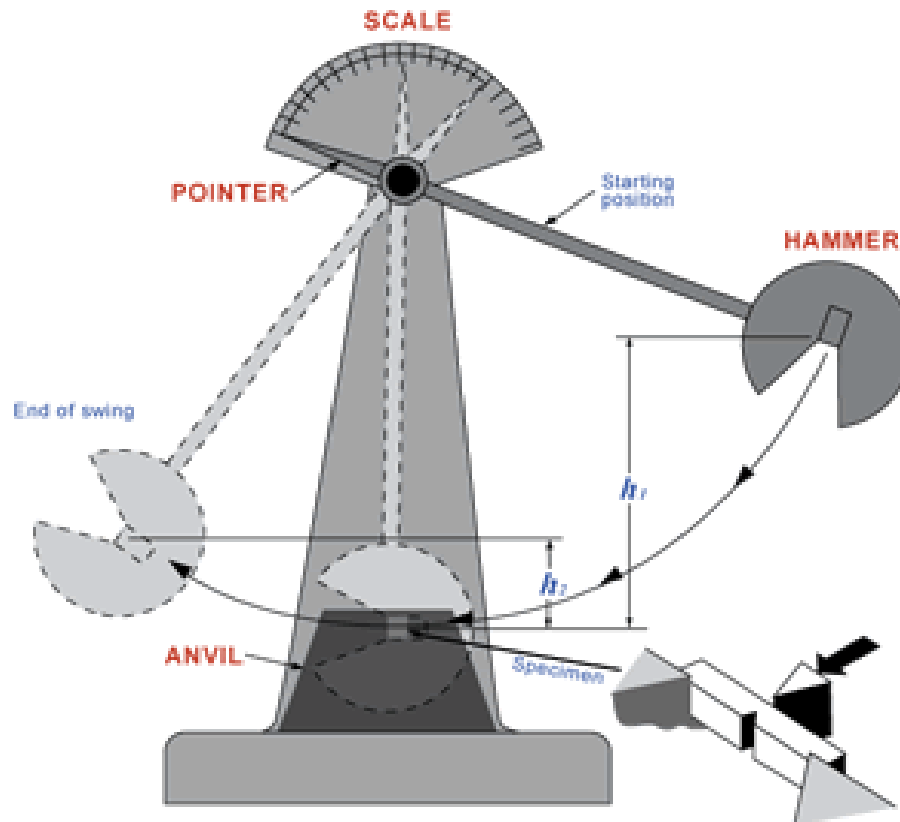
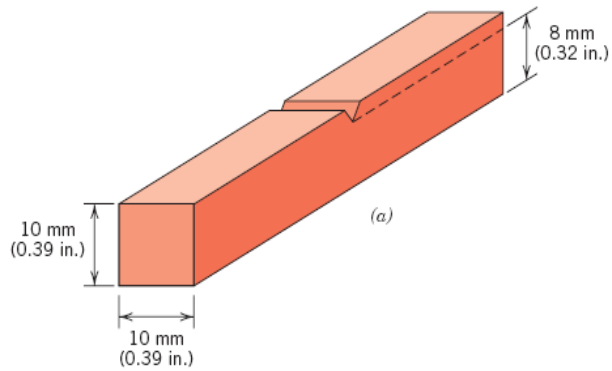


# انعطاف پذیری:

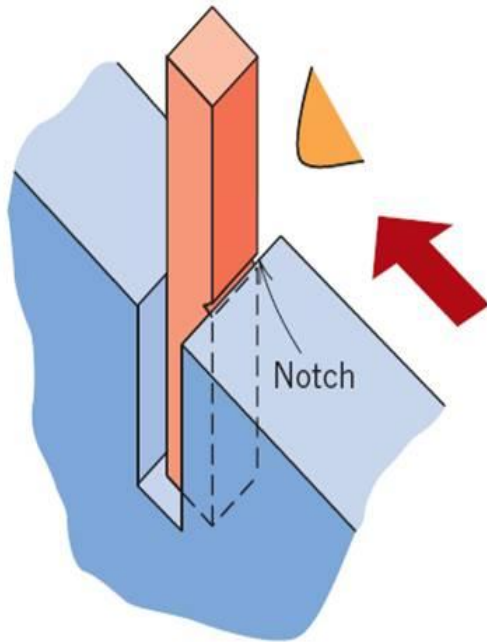


# آزمون ضربه:

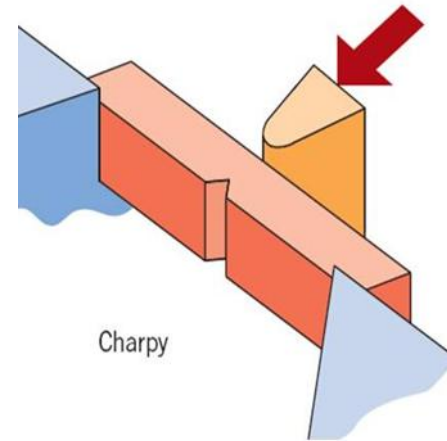
- نمونه استاندارد :



# انواع آزمون های ضربه

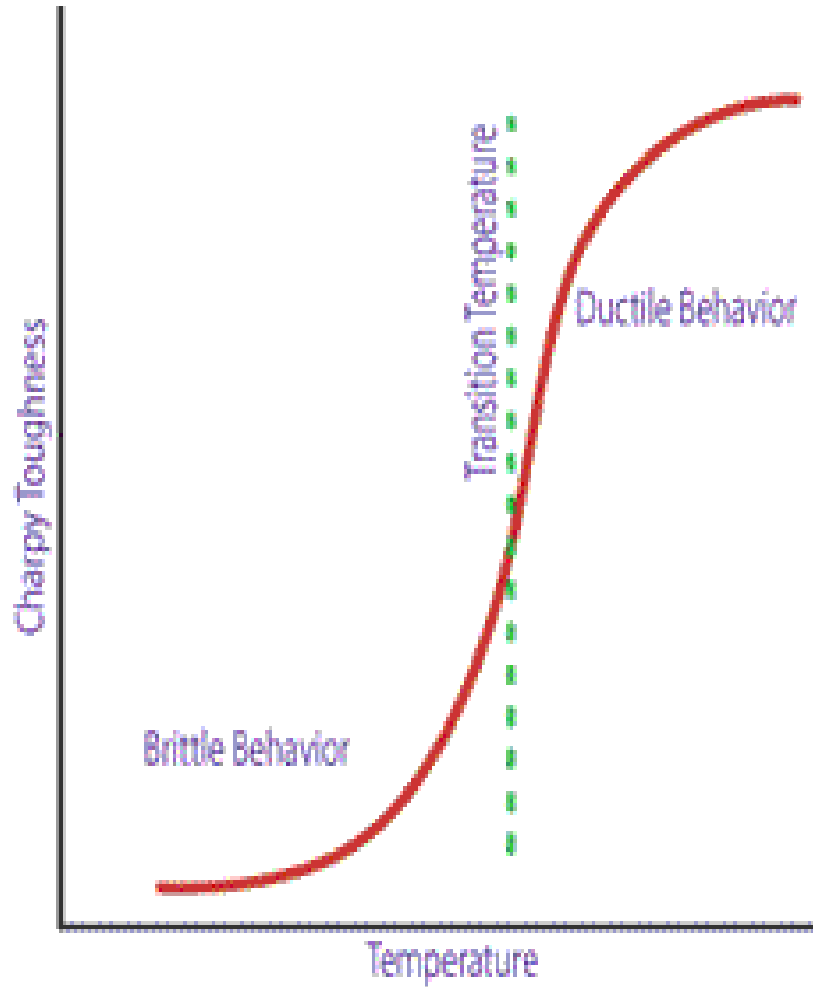


**Izod**

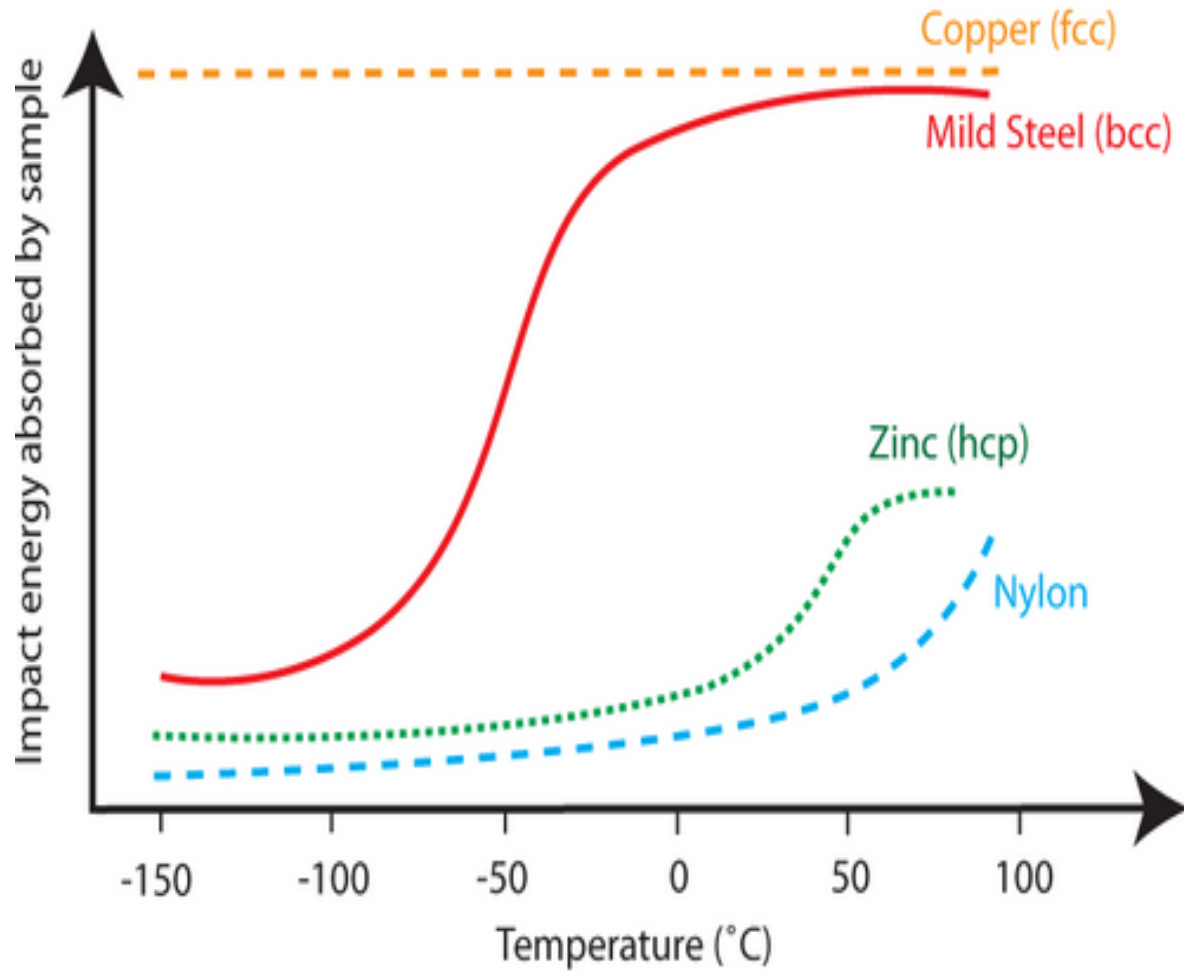


**Charpy**

# دمای تغییر نرم به ترد

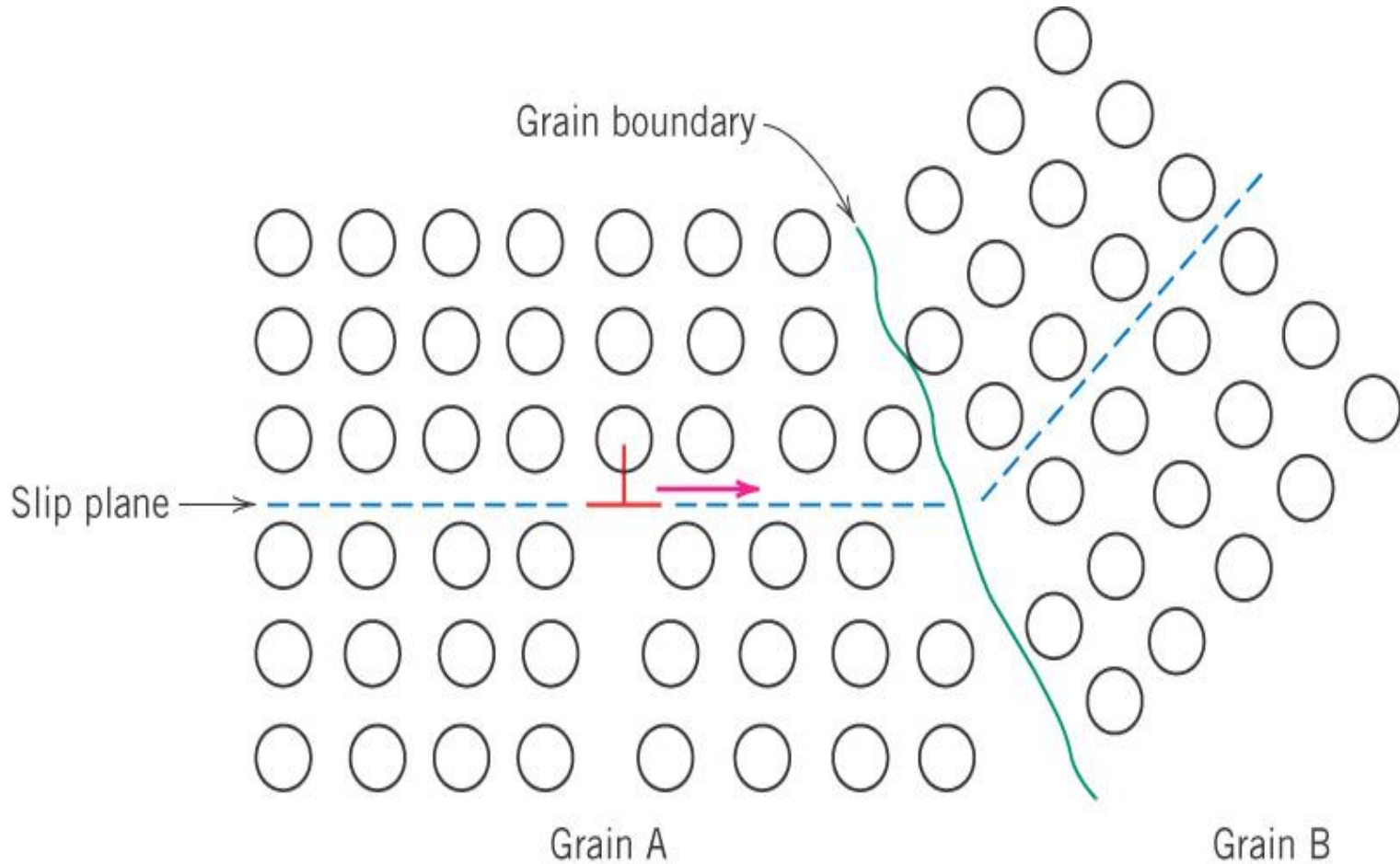


# مقایسه اثر دما بر رفتار فلزات FCC و BCC:



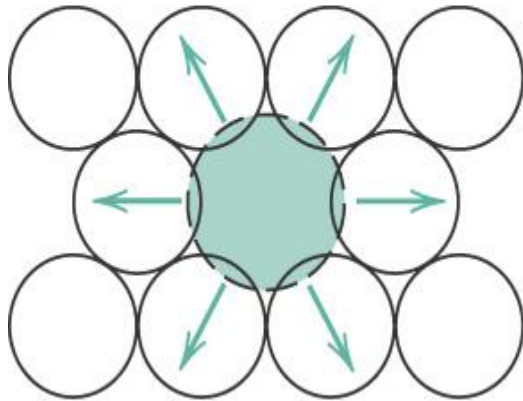
# مکانیزمهای استحکام دهی مواد:

✓ افزایش مرزدانه ها

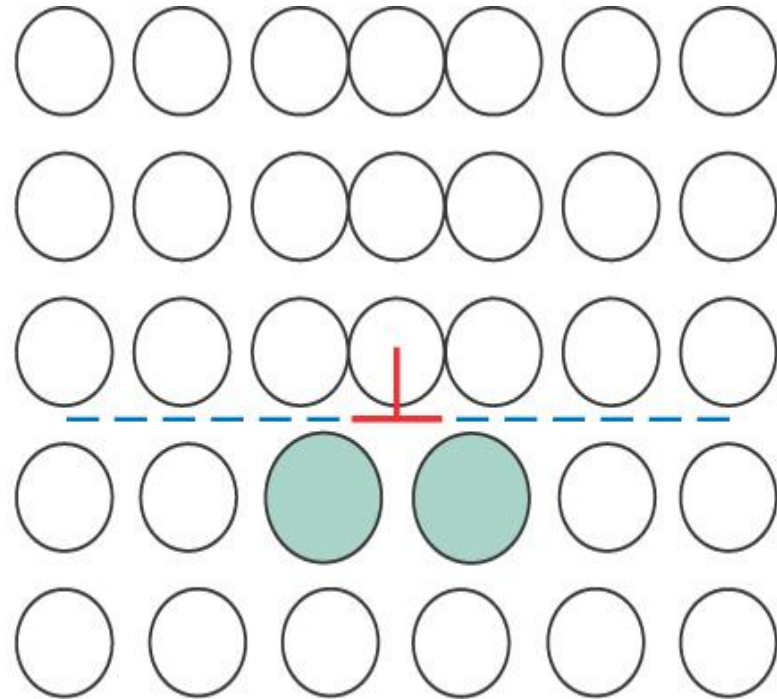


# مکانیزمهای استحکام دهی مواد:

✓ استحکام دهی توسط محلول جامد



(a)

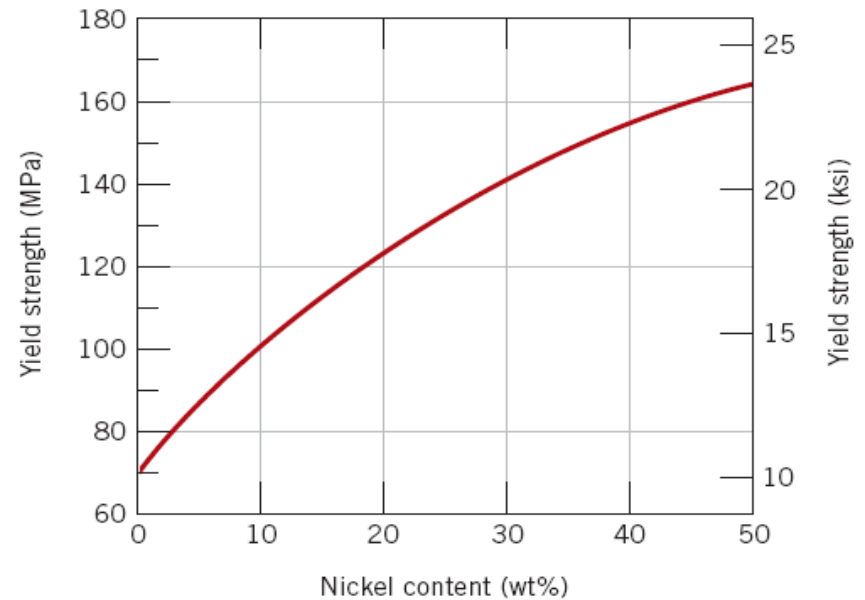
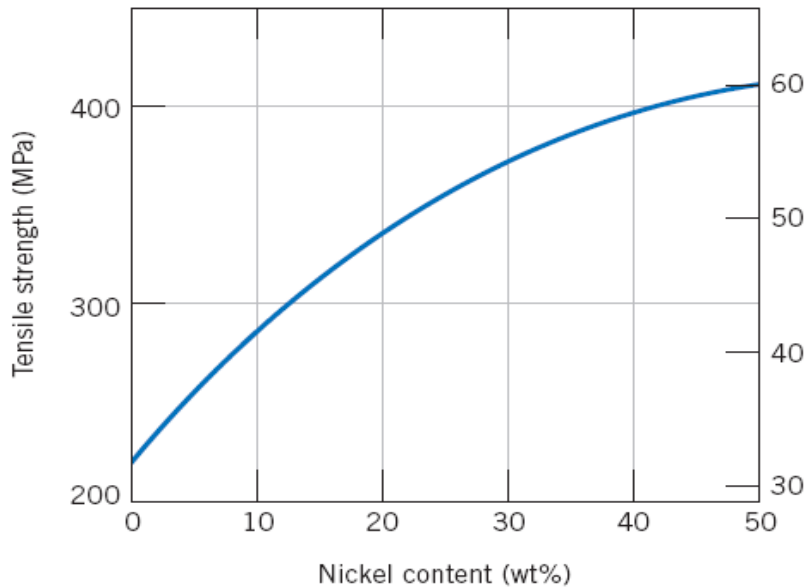


(b)



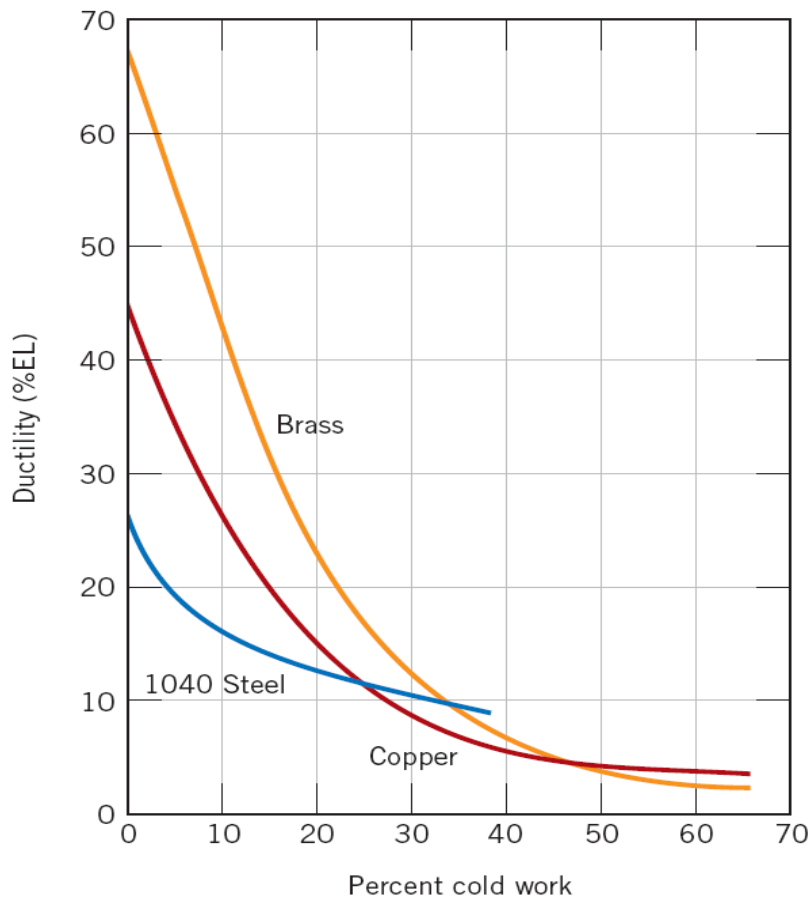
# مکانیزمهای استحکام دهی مواد:

✓ بهبود استحکام تسلیم و کششی با تشکیل محلول جامد

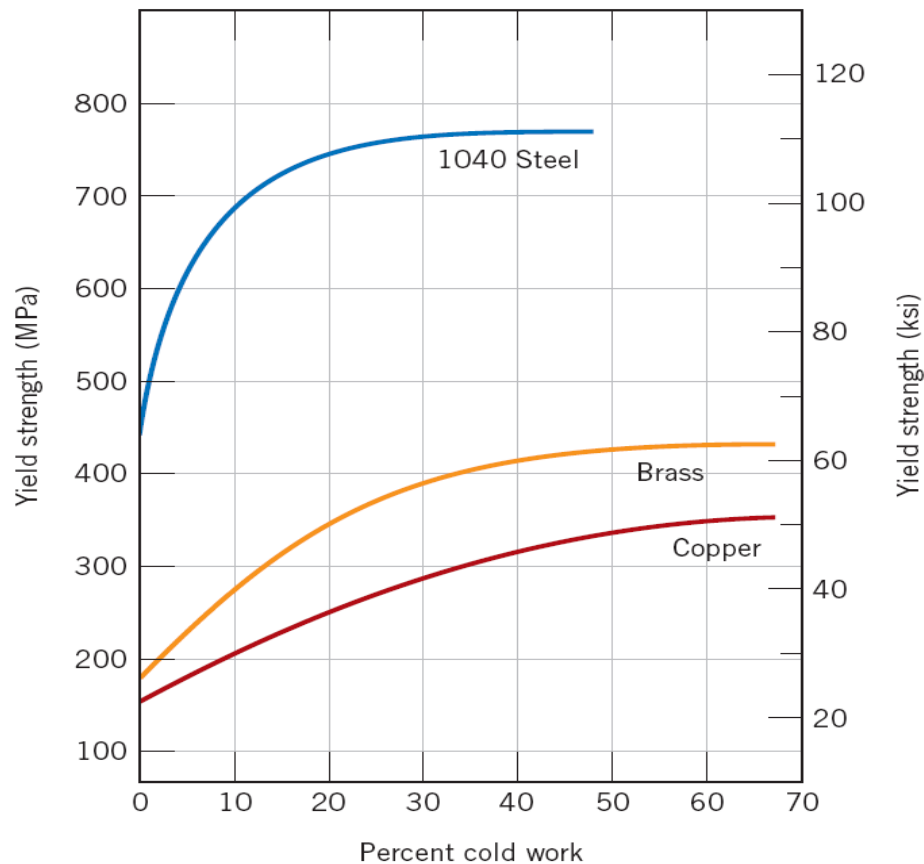


# مکانیزمهای استحکام دهی مواد:

✓ کارسختی یا کرنش سختی

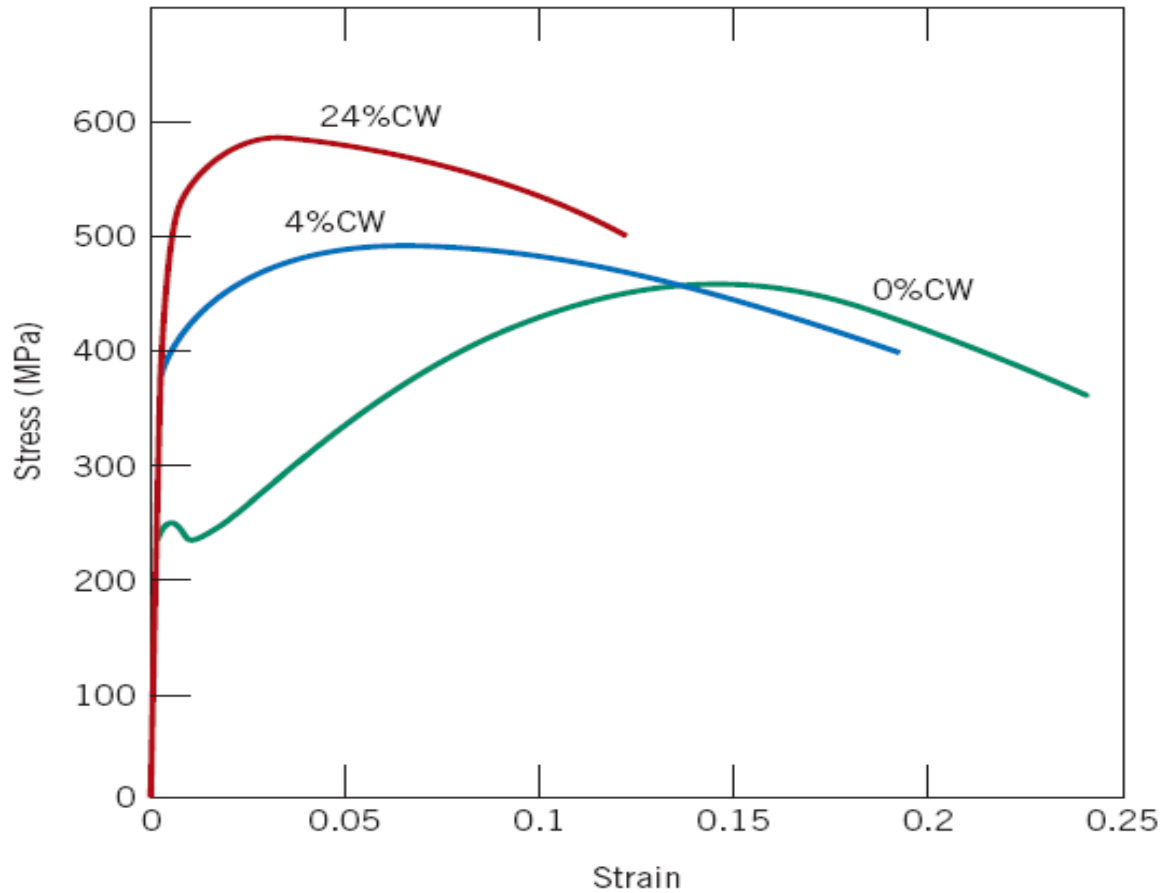


(c)

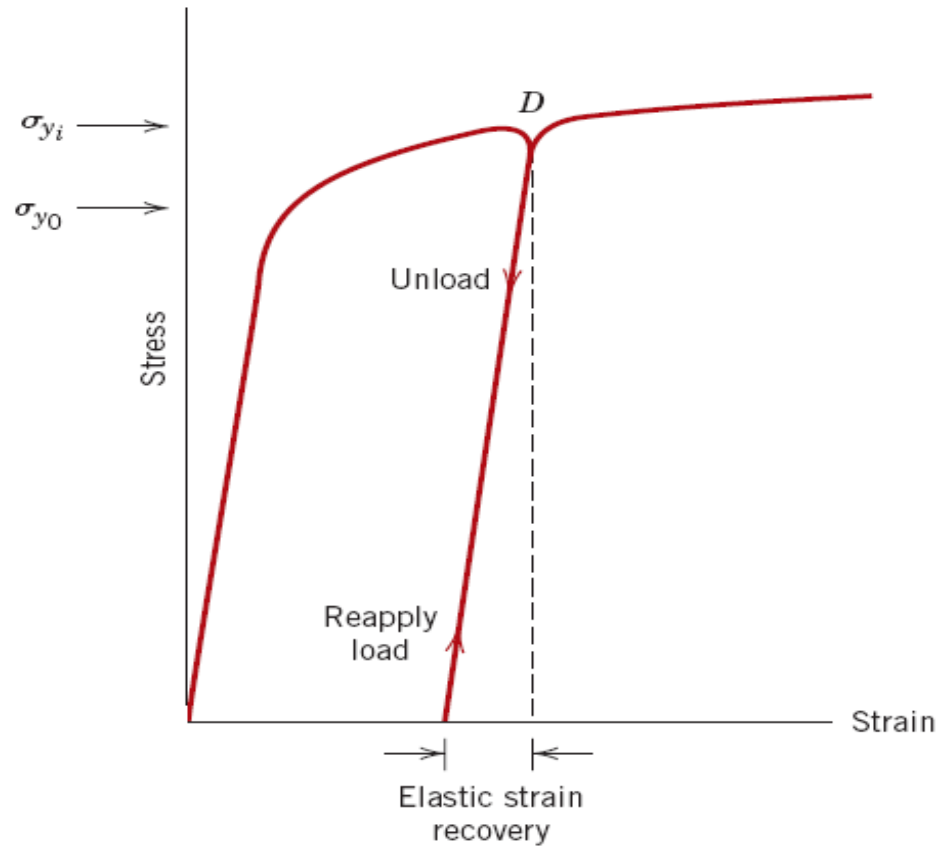


# مکانیزمهای استحکام دهی مواد:

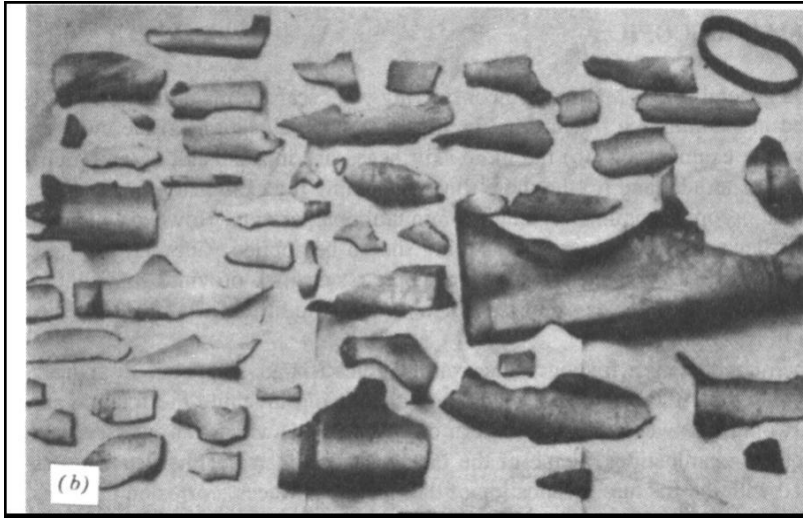
✓ کارسختی یا کرنش سختی



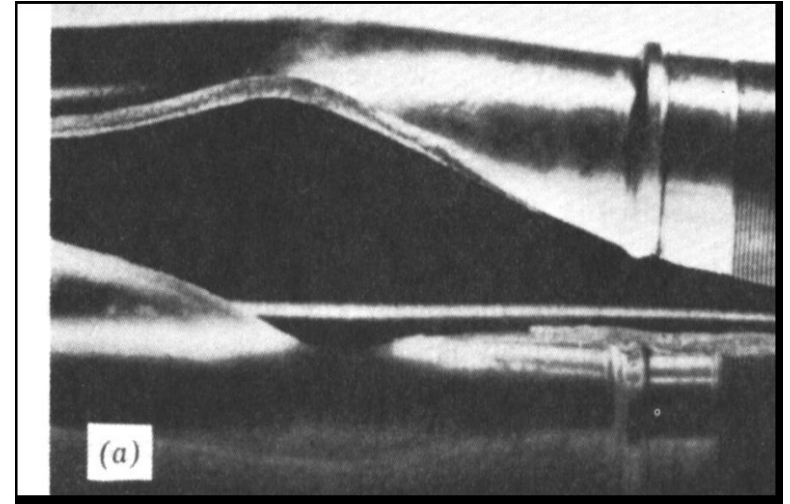
# کار سختی یا کرنش سختی



# عوامل تخریب مواد: شکست

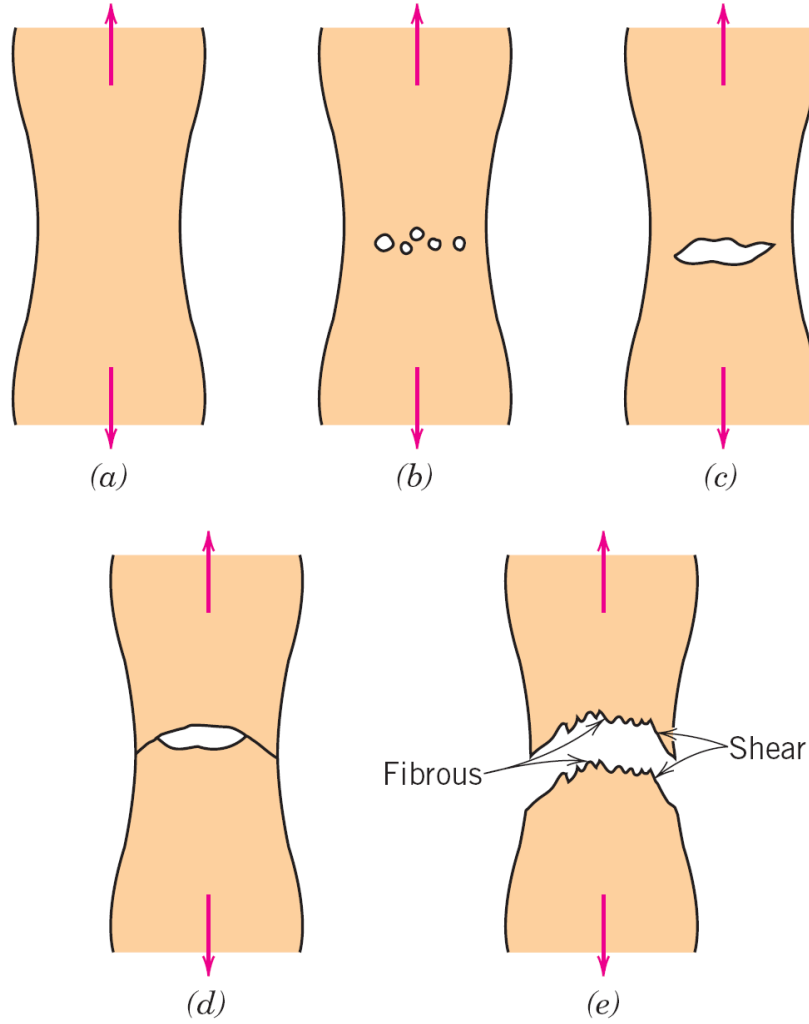


شکست ترد

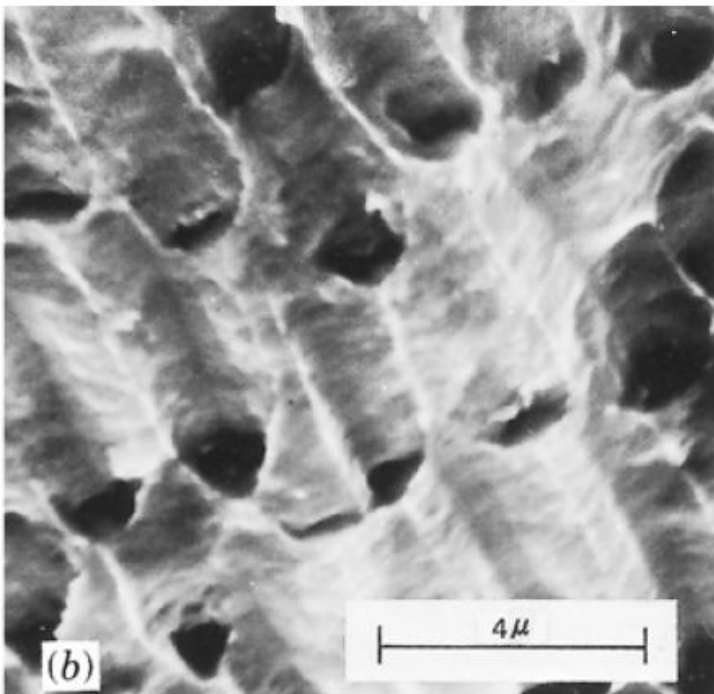


شکست نرم

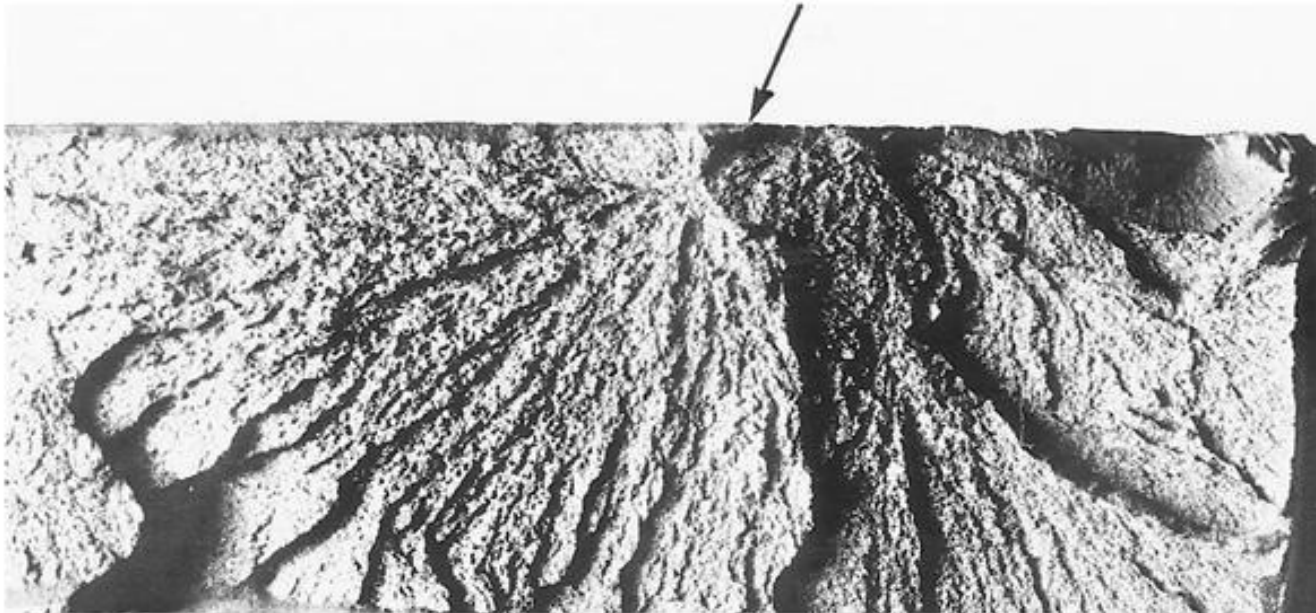
# شکست نرم



# شکست نرم

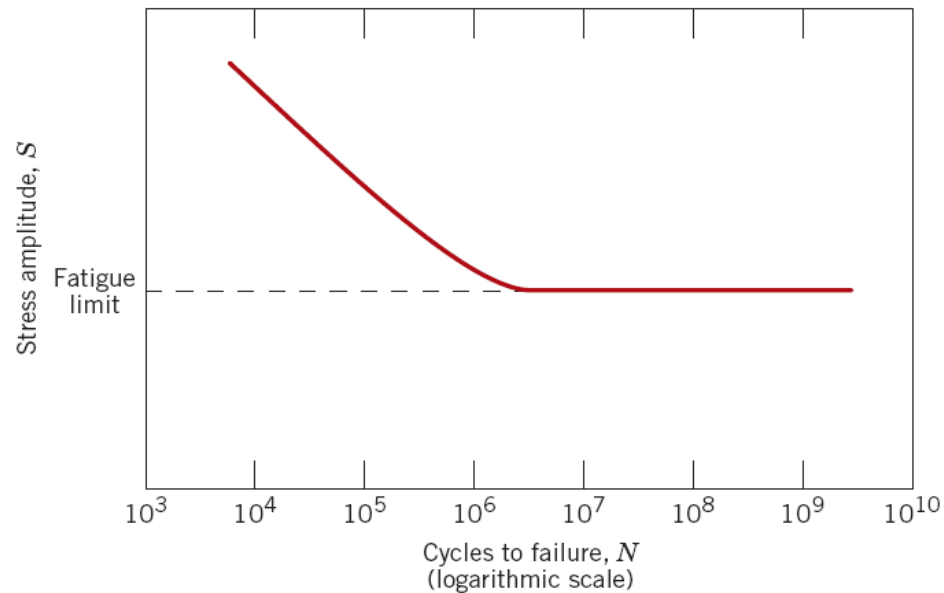
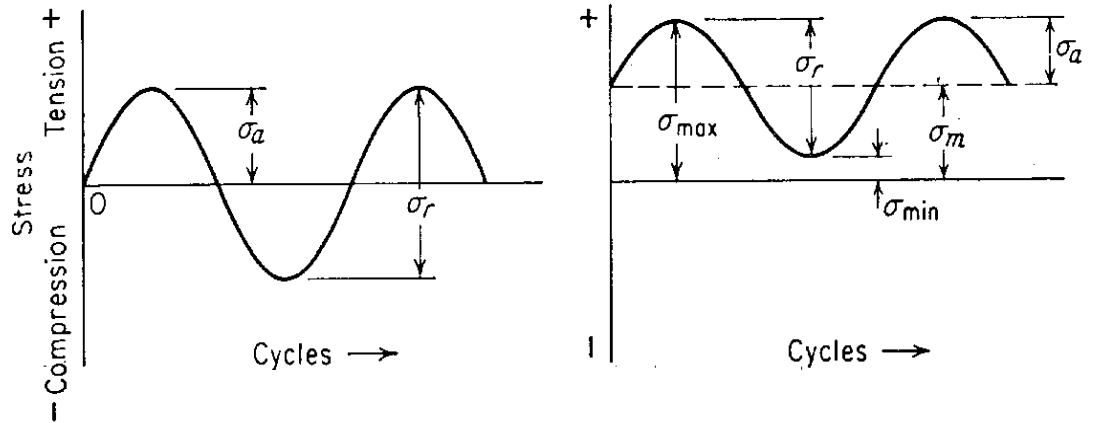


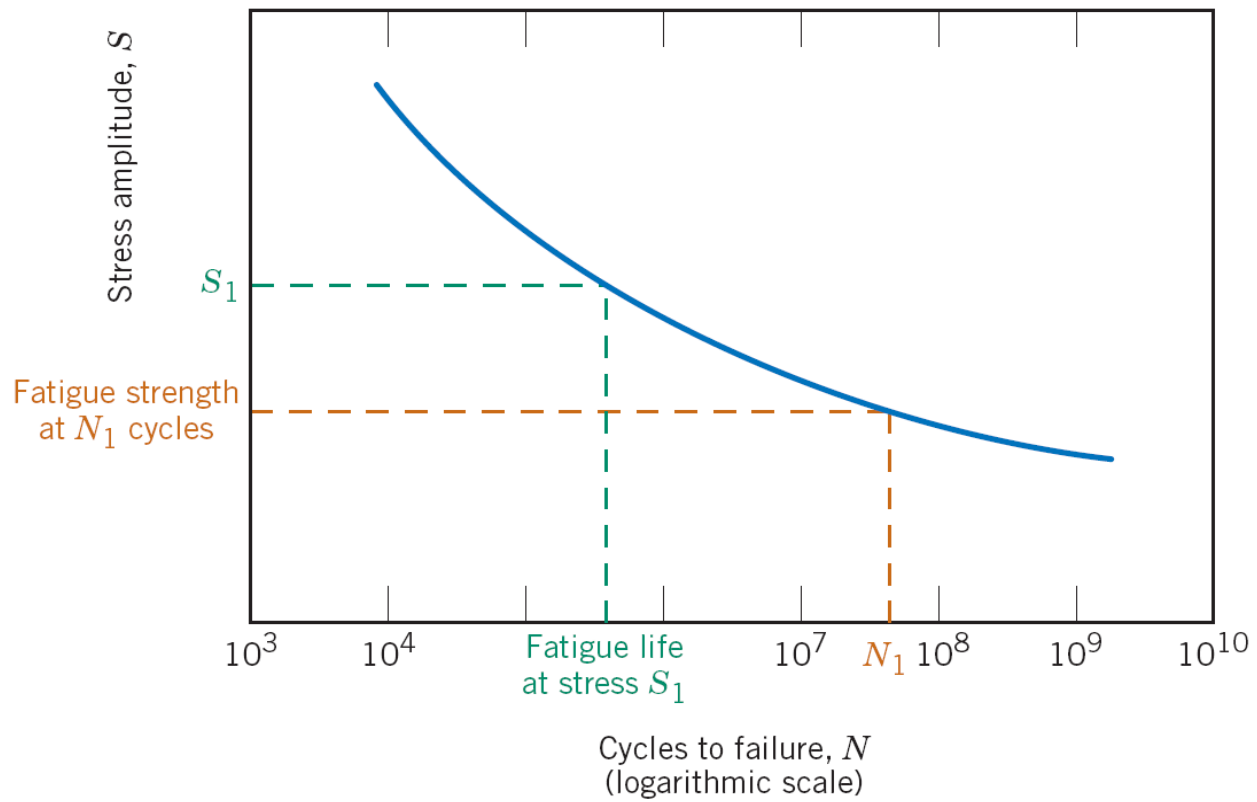
# شکست ترد





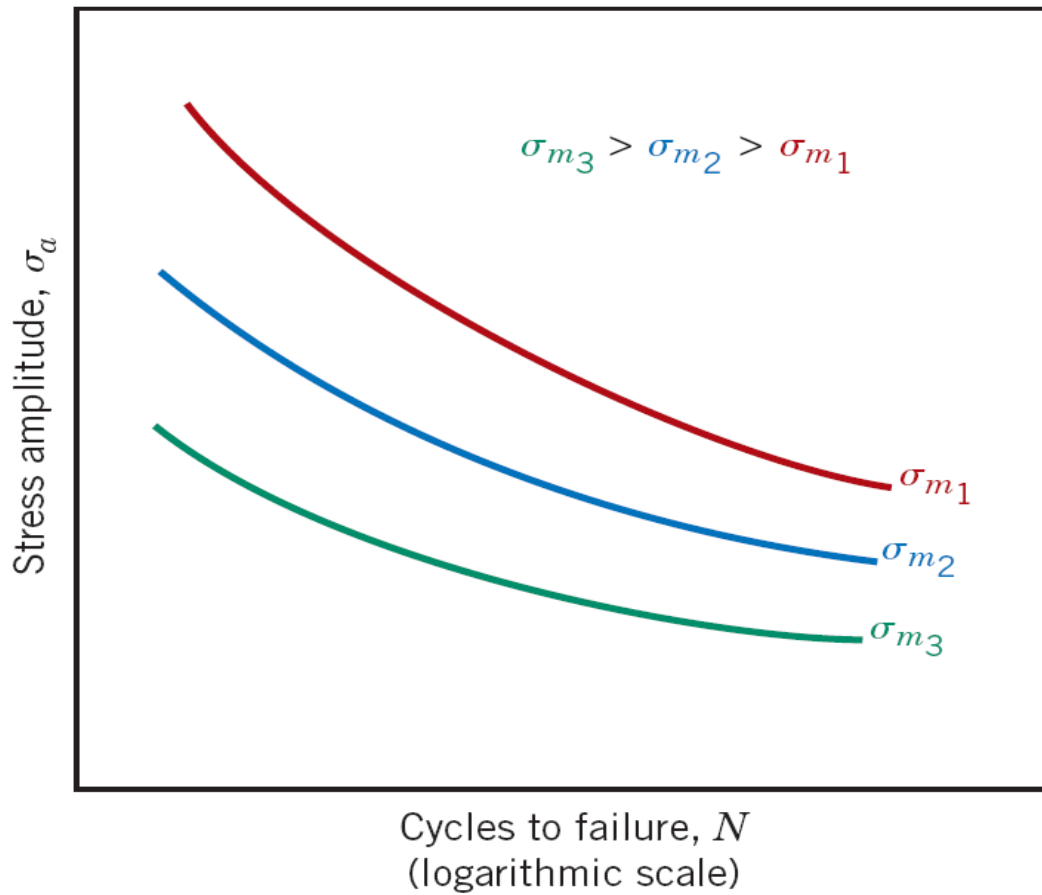
# خستگی: آزمون تعیین استحکام خستگی





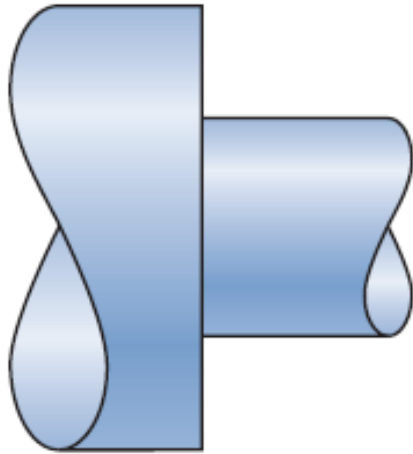
# عوامل موثر بر عمر خستگی:

✓ تنش اعمالی

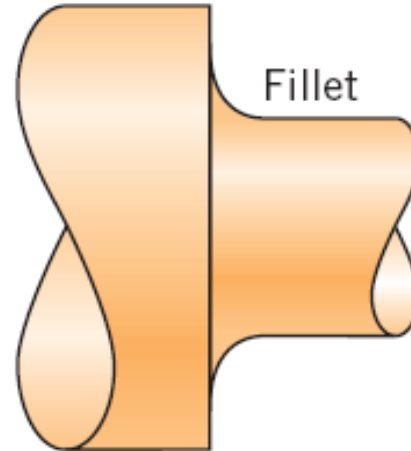


# عوامل موثر بر عمر خستگی:

✓ طراحی قطعه



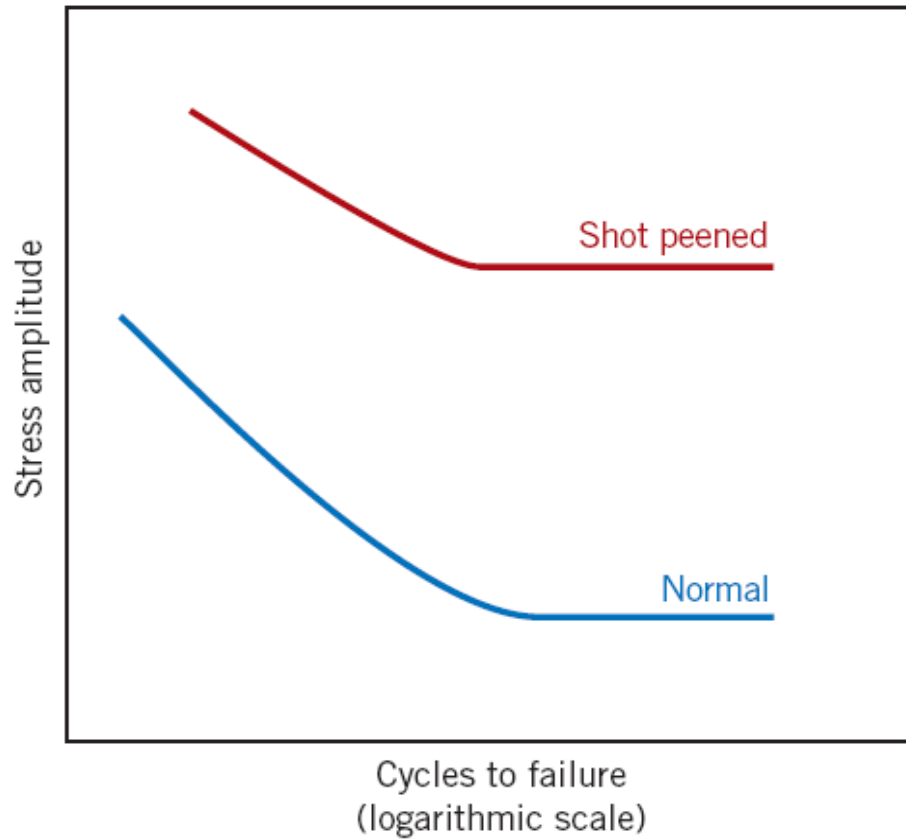
(a)



(b)

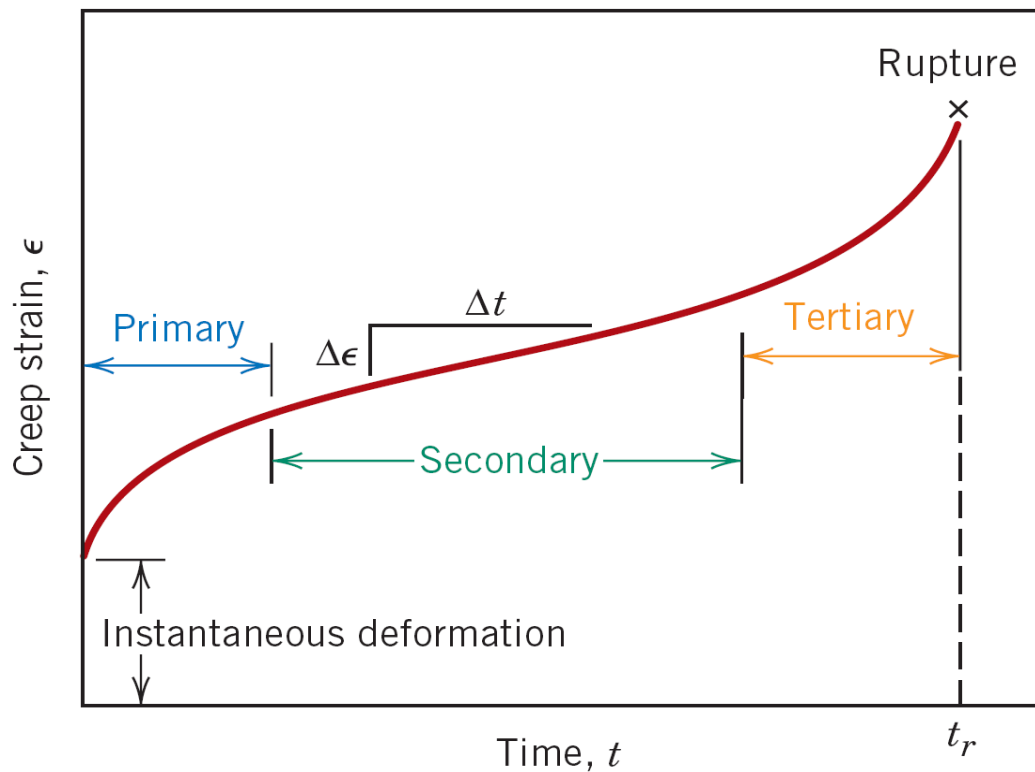
# عوامل موثر بر عمر خستگی:

✓ عملیات سطحی



# خزش: آزمون خزش

**هدف:** تعیین سختی خزشی فلزات از طریق تعیین کرنش ایجاد شده در نمونه بر حسب تابعی از زمان.



# عوامل موثر بر رفتار خزشی: دما و تنش

