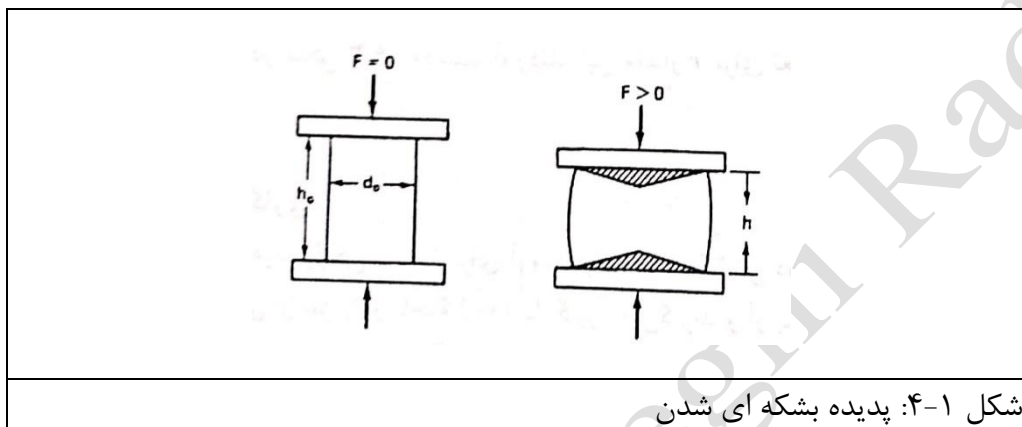


جلسه سوم

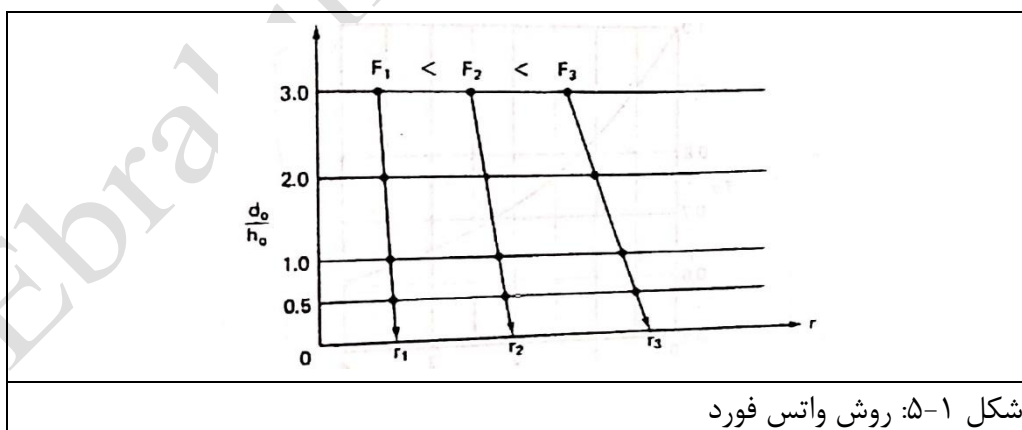
آزمون فشار

آزمون فشار راه حلی برای به دست آوردن داده ها در کرنش های بالا بدون تداخل با پدیده باریک شدگی است اما اصطکاک در فصل مشترک بین نمونه و سطح گیره دستگاه حالت تنش را پیچیده می کند و سبب بشکته ای شدن نمونه مطابق شکل می گردد.



اصطکاک موجب جلوگیری از انبساط شعاعی ماده در محل تماس با گیرها می گردد در نتیجه در بالا و پایین نمونه منطقه ای از فلز تغییر شکل نیافته تشکیل می شود که منجر به توزیع غیر یکنواخت تنش ها و کرنش ها نشان می دهد

با توجه به ابعاد و تغییر شکل ها استفاده از روش واتس و فورد (*Watts – Ford*) برای یافتن رفتار تنش کرنش حقیقی در آزمون فشار موثر است

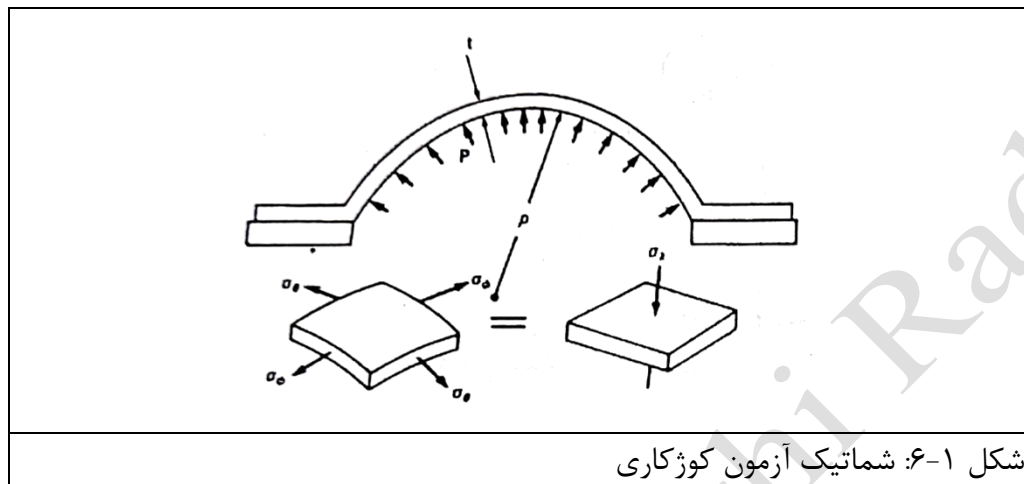


آزمون کوژ کاری

آزمون کوژ کاری هیدرولیکی روشی برای آزمودن ورق تحت کشش دو محوری متوازن است.

قرص نازکی از فلز را از ناحیه لبه ها با گیره می گیرند و از یک طرف مطابق شکل تحت فشار هیدرولیکی فزاینده قرار می دهند.

با کوژ شدن ورق، ناحیه نزدیک گنبد ایجاد شده به شکل تقریباً کروی در می آید.



تنش های کششی عبارتند از:

$$\bar{\sigma} = \sigma_{\theta} = \sigma_{\phi} = \frac{P\rho}{2t}$$

که در آن فشار، شعاع انحنا و ضخامت به ترتیب با P, ρ, t نشان داده شده است.

کرنش موثر عبارت است از:

$$\bar{\epsilon} = -2\epsilon_{\theta} = 2\epsilon_{\phi} = \ln(t/t_0)$$

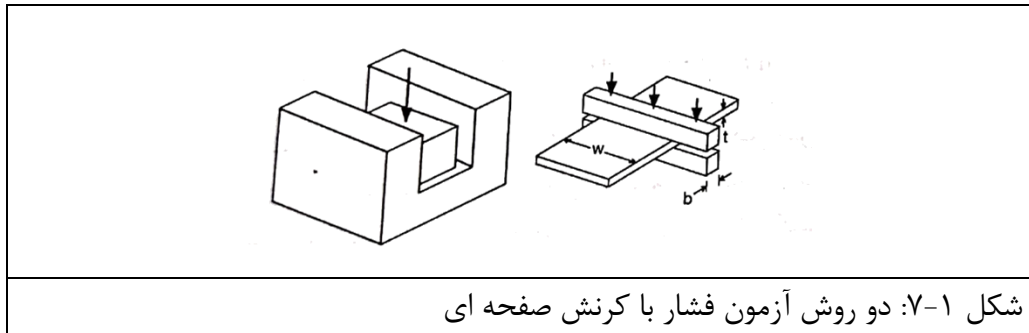
برای یافتن ضخامت t باید کرنش را اندازه گیری کرد. دانکن (Duncan) وسیله مخصوصی برای اندازه گیری ρ ابداع کرد.

مزیت آزمون کوژکاری آن است که این آزمون را می توان تا کرنش هایی بالاتر از کنش های قابل حصول در آزمون کشش انجام داد.

آزمون فشار با کرنش صفحه ای

شکل زیر دو روش ساده برای انجام آزمون های فشار با کرنش صفحه ای را نشان می دهد

نمونه ای را در یک ناودانی کاملاً روانکاری شده قرار می دهند که از گسترش جانبی آن جلوگیری می کنند.



در روش دیگر یک نمونه پهن و نازک را با فروبرنده های همپوشان فرو می برند.

هرگاه رابطه $w \gg b$ برقرار باشد ماده خارج از ناحیه مومسان قادر به جابجا شدن نخواهد بود.

در هر دو روش اصطکاک وجود دارد در آزمونی که با استفاده از ناودانی انجام می شود اصطکاک روی سطح جانبی و همچنین سطوح بالا و پایین وجود دارد.

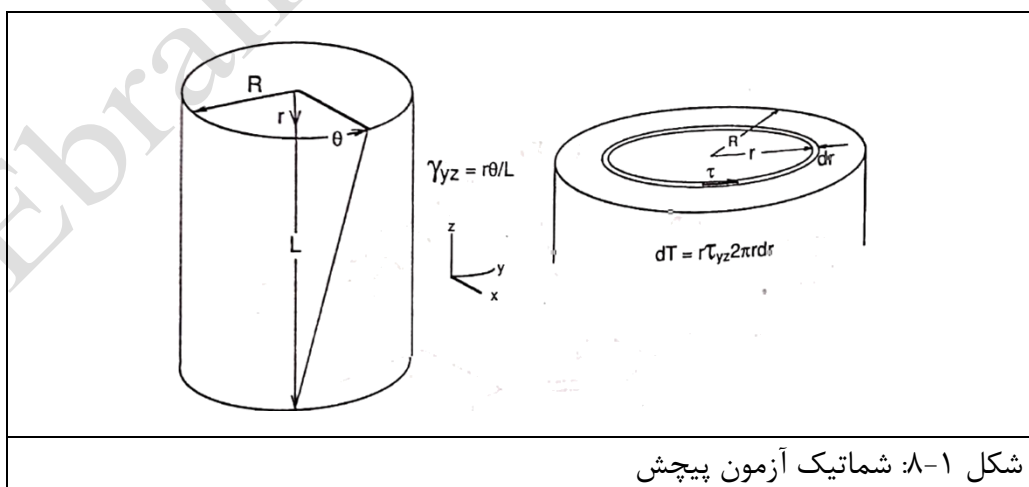
آزمون پیچش

آزمون پیچش چندان متداول نیست اما با انجام این آزمون بدون روبرو شدن با پیچیدگی های ناشی از اصطکاک و یا تغییرات ابعادی می توان به کرنش های بالا دست یافت.

شکل زیر نکات اساسی این آزمون را نشان می دهد کرنش برشی در یک جز از رابطه زیر به دست می آید.

$$\gamma = \frac{r\theta}{L}$$

که در آن r مکان شعاعی جز است



می توان گشتاور را اندازه گیری کرد و آن را با رابطه زیر به تنش برشی مربوط ساخت

$$dT = 2\pi\tau_{yz}r^2dr \quad \text{یا} \quad T = 2\pi \int_0^R \tau_{yz}r^2dr$$

یکی از مشکلاتی که بروز می کند تغییر τ_{yz} با r است.

راه حل این مشکل انجام آزمون روی لوله های بسیار نازک است که گرایش به کمانش دارند و یا انجام آزمون روی دو میله با قطر های اندکی متفاوت و فرض اینکه اختلاف گشتاورها به منزله گشتاوری موجود در لوله ایست که ضخامت آن با اختلاف قطر لوله ها برابر باشد.

فصل دوم: ناپایداری

دامنه تغییر شکل قابل حصول هر فلز را پدیده های مختلفی محدود می کند.

اگر تحت بارگذاری فشاری نسبت ارتفاع به سطح مقطع قطعه بسیار بزرگ باشد پدیده کمانش رخ خواهد داد.

در این حالت ممکن است قطعه تحت فشار گسیخته شود.

در این فصل با نوع متفاوتی از این پدیده سر و کار داریم که ناپایداری مومسان نامیده می شود.

وقتی سازها تغییر شکل پیدا می کنند غالباً نیرو یا فشار ماکزیممی وجود دارد که در اثر آن تغییر شکل با کاهش بار یا فشار ادامه می یابد.

در این فصل فرض بر این است که کرنش سختی با رابطه $\bar{\sigma} = K\bar{\epsilon}^n$ توصیف شود

اگر عبارت های دیگر رفتار ماده را بهتر توصیف کنند می توان با همین روش از آنها استفاده کرد

جواب های کرنش موثر در وضعیت ناپایداری توابع n هستند

کشش تک محوری

در آزمون کشش فلزی شکل پذیر تغییر شکل تا بارماکزیممی یکنواخت خواهد بود پس از آن تغییر شکل موضعی آغاز می شود تا باریک شدگی رخ دهد.

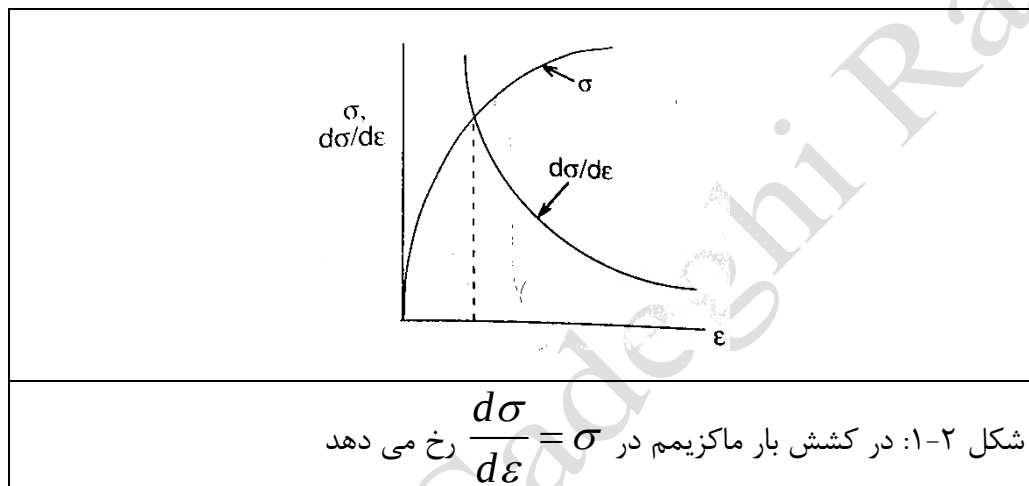
چون $F = \sigma A$ ، وضعیت مربوط به بار ماکزیموم را می توان چنین بیان کرد:

$$dF = \sigma dA + A d\sigma = 0$$

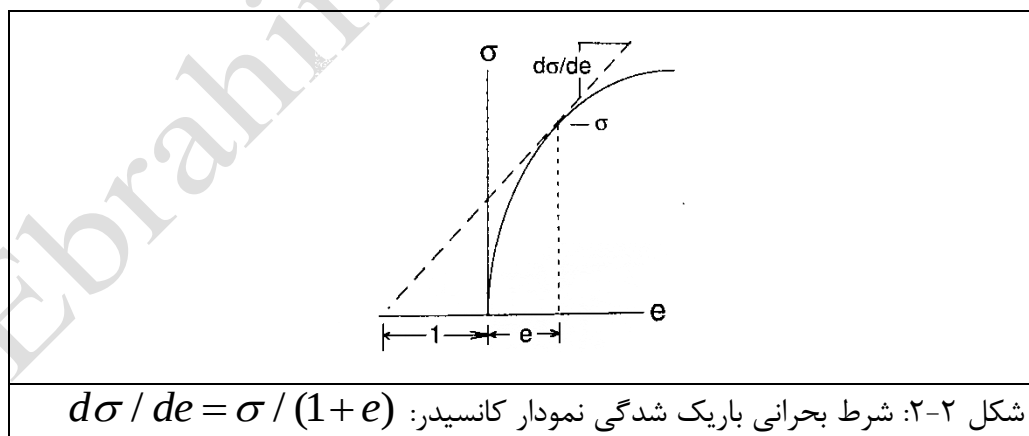
پس از مرتب کردن این رابطه نتیجه می شود:

$$\frac{d\sigma}{\sigma} = -\frac{dA}{A} = d\varepsilon$$

که این موضوع در شکل زیر نشان داده شده است.



چون $\varepsilon = \ln(1+e)$ داریم $d\varepsilon = de / (1+e)$ با جایگزینی در معادله بالا شرط باریک شدگی را می توان به صورت $d\sigma / de = \sigma / (1+e)$ بیان کرد.



این نکته در نمودار شکل بالا نشان داده شده است که آن را به کانسیدر (*considere*) نسبت می دهند.

با استفاده از قانون توانی کرنش سختی داریم

$$\sigma = K\varepsilon^n \rightarrow d\sigma / d\varepsilon = nK\varepsilon^{n-1} = \sigma \quad \text{یا} \quad \varepsilon = n$$

بنابراین بار ماکزیمم، استحکام کششی و آستانه باریک شدگی در کرنشی معادل با توان کرنش سختی ایجاد می شود.

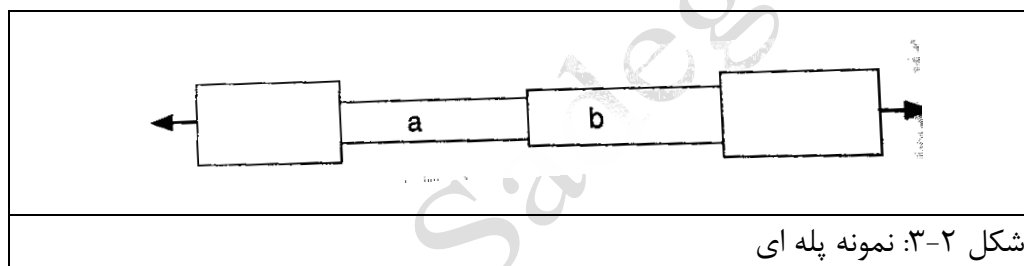
اثر ناهمگنی

در تحلیل ها معمولاً خواص و ابعاد ماده را یکنواخت فرض می کنند اما مواد واقعی ناهمگن هستند.

قطر یا ضخامت مقطع ممکن است از یک محل تا محل دیگر تغییر کند همچنین ممکن است تغییراتی در اندازه دانه ها، ترکیب شیمیایی و جهت گیری آماری بلورها وجود داشته باشد.

فرض می شود که ناهمگنی های ذکر شده فقط در K در عبارت $\bar{\sigma} = K\bar{\epsilon}^n$ تاثیر می گذارد، بنابراین اثرات آنها بر نیروها همانند اثر تغییرات ابعادی است.

اثر ناهمگنی توسط نمونه آزمون کششی نشان داده می شود که خواص آن همگن است اما مطابق شکل دو ناحیه با ابعاد b, a تفاوت دارد.



ضریب ناهمگنی f را می توان چنین تعریف کرد:

$$f = A_{a_0} / A_{b_0} \quad A_{a_0} < A_{b_0}$$

دو ناحیه a, b باید نیروی مساوی را تحمل کنند، بنابراین $F_a = F_b$ یا

$$A_a \sigma_a = A_b \sigma_b$$

با استفاده از قانون توانی کرنش سختی و جایگزینی $A_i = A_{i_0} \exp(-\epsilon_i)$ که در آن A_{i_0} سطح مقطع اولیه ناحیه i است داریم:

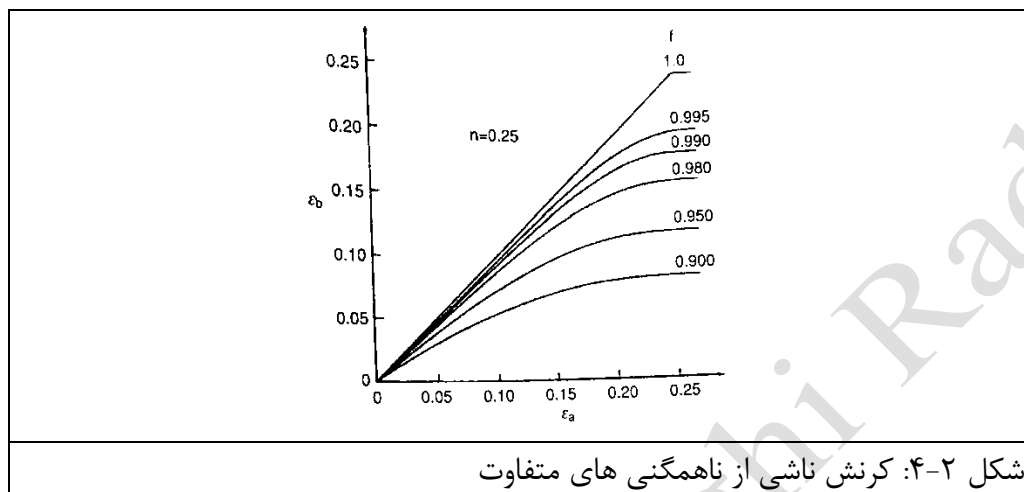
$$A_{a_0} \exp(-\epsilon_a) K \epsilon_a^n = A_{b_0} \exp(-\epsilon_b) K \epsilon_b^n$$

با جایگزین کردن معادلات قبل در معادله بالا داریم:

$$f \exp(-\epsilon_a) \epsilon_a^n = \exp(-\epsilon_b) \epsilon_b^n$$

به ازای مقادیر مفروض f ، n معادله بالا را می توان به روش عددی حل کرد و ϵ_b آن را به صورت تابعی از ϵ_a به دست آورد.

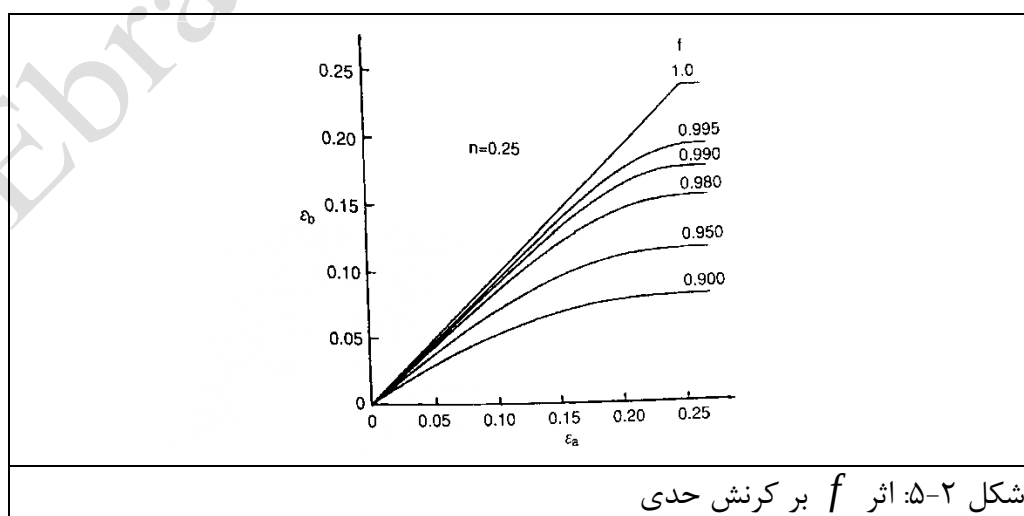
شکل زیر این وابستگی را به ازای چندین مقدار f بالا و $n = 0.25$ نشان می دهد:



توجه کنید که هرگاه $f \rightarrow 1$ آنگاه تا رسیدن به کرنش حدی $n = 0.25$ که باریک شدگی رخ می دهد، $\epsilon_a \rightarrow \epsilon_b$ برقرار است.

برقراری این رابطه به معنای آن است که کرنش ماکزیم در خارج از ناحیه باریک شدگی برابر n خواهد بود، هرگاه $f = 1$.

اما اگر $f < 1$ ، ϵ_b نسبت به ϵ_a افت پیدا می کند و در ϵ^* اشباع می شود که ممکن است به میزان چشمگیری از n کمتر باشد این نتایج در شکل زیر نشان داده شده است.



توجه داشته باشید که برای نمونه های متداول آزمون کشش با قطر $0.505in$ و تغییر قطر $0.001in$ داریم $f = 0.996$ و $\epsilon^* = 0.0208$ به جای 0.25 .

شکل زیر اثر ترکیبی n, f بر افزایش طول یکنواخت را نشان می دهد.

