

بسم الله الرحمن الرحيم



دانشکده فنی و مهندسی

گروه عمران

آزمایشگاه مقاومت مصالح

آزمایش شماره ۵

عنوان : پیچش

هدف : به دست آوردن مدول برشی

استاد : دکتر عزیزی

اعضای گروه:

محسن مروتی

علی پارسی

علی فتاحی

میلااد روان

محمد ورمزیاری

محمد رحیمی نژاد

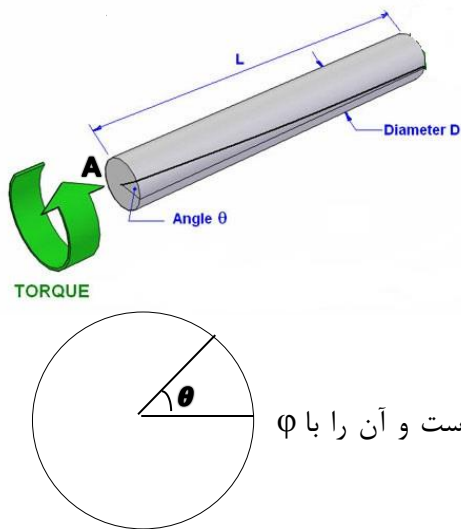
جواد زارعی

تاریخ انجام آزمایش: ۱۳۹۳/۱/۳۰ ساعت ۱۴

## تئوری آزمایش:

در این آزمایش سعی بر آن داریم که مدول برشی میله مورد آزمایش را به دست آوریم که مدول برشی یکی از خواص جسم است که در برابر پیچش وارده بر خود مثلا در میله استوانه ای شکل مقاومت میکند برای درک بهتر آن میتوان آن را با ممان اینرسی مقایسه کرد.

میله توپر تحت آزمایش به شکل روبرو است:



که به آن در نقطه A نیرویی به فاصله D وارد شده است که گشتاوری به مقدار نیرو در فاصله آن ایجاد میکند که بسته به نیروی مورد نظر گشتاور ایجاد میکند.

گشاور وارده بر این میله توپر پیچشی اعمال میکند که در شکل با  $\theta$  نشان داده شده است و مقطع مورد نظر نیز به شکل روبرو است:

و مقدار این زاویه که در فرمول مورد نظر برای پیچش برحسب رادیان است و آن را با  $\varphi$  نشان میدهیم که برابر است با:

$$\varphi = \frac{TL}{Gj} \quad (1 - 5)$$

که در فرمول بالا  $T$  برابر با مقدار گشتاوری است که به آن وارد میشود و  $L$  برابر با طول میله تحت آزمایش  $G$  مدول برشی فلز مورد نظر و  $j$  ممان قطبی سطح میباشد که برای مقاطع دایره ای و توپر به شکل زیر محاسبه خواهد شد:

$$j = \frac{\pi D^4}{32} \quad (2 - 5)$$

و با اعمال نیرو به میله مورد نظر و به دست آوردن گشتاورها و پیچشها و با استفاده از فرمول بالا مشخص خواهد شد که بین گشتاور وارده و پیچش رابطه خطی وجود خواهد داشت که با در نظر گرفتن این موضوع شیب این رابطه خطی برابر است با  $\frac{L}{Gj}$  که از طریق نمودار به دست خواهد آمد و با مشخص بودن مقدار این عبارت از طریق شیب و ثابت بودن طول و ممان قطبی سطح مقدار مدول برشی به دست خواهد آمد.

## شرح آزمایش:

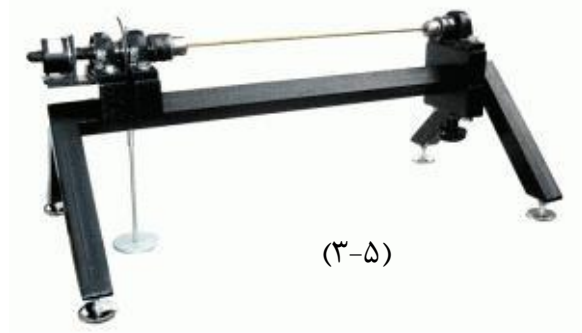
وسایل مورد نیاز به جهت انجام آزمایش:

۱- دستگاه کرنش سنج به جهت نگه داشتن میله تحت پیچش و اعمال پیچش به آن و مشخص نمودن مقدار پیچش

۲- دو میله با جنس متفاوت برای اعمال گشتاور و به دست آوردن مدول برشی

۳- وزنه هایی با وزن مشخص به جهت اعمال نیرو

به این شرح عمل میکنیم که میله ها را در دستگاهی به شکل زیر قرار میدهیم و به اعمال نیرو به آن توسط وزنه های مشخص در محل تعبیه شده وارد میکنیم وبعد مقدار نیروی وارده را در فاصله تا ابتدای میله تحت آزمایش ضرب میکنیم که مقدار گشتاور را به بدهد:



(۳-۵)

و در هر مرحله اعمال نیرو مقدار پیچش صورت گرفته در میله مورد نظر را که بر حسب درجه بر روی دستگاه نصب است قرائت میکنیم و با رسم نموداری بر حسب گشتاور و مقدار پیچش مقدار شیب مورد نظر را که در تئوری یاد شد بدست خواهد آمد و میتوان از این طریق مدول برشی را به دست آوریم.

## محاسبات و رسم نمودار:

- میله برنجی :

$$D = 3 \text{ mm} \rightarrow j = \frac{\pi D^4}{32} = \frac{\pi * 0.003^4}{32} = 7.9482 * 10^{-12} \text{ mm}$$

$$T_{\text{(کشاور)}} = P * d \rightarrow d = 0.058 \text{ m}$$

$$L = 345 \text{ mm} = 0.345 \text{ m}$$

$$\varphi = \frac{L}{Gj} * T$$

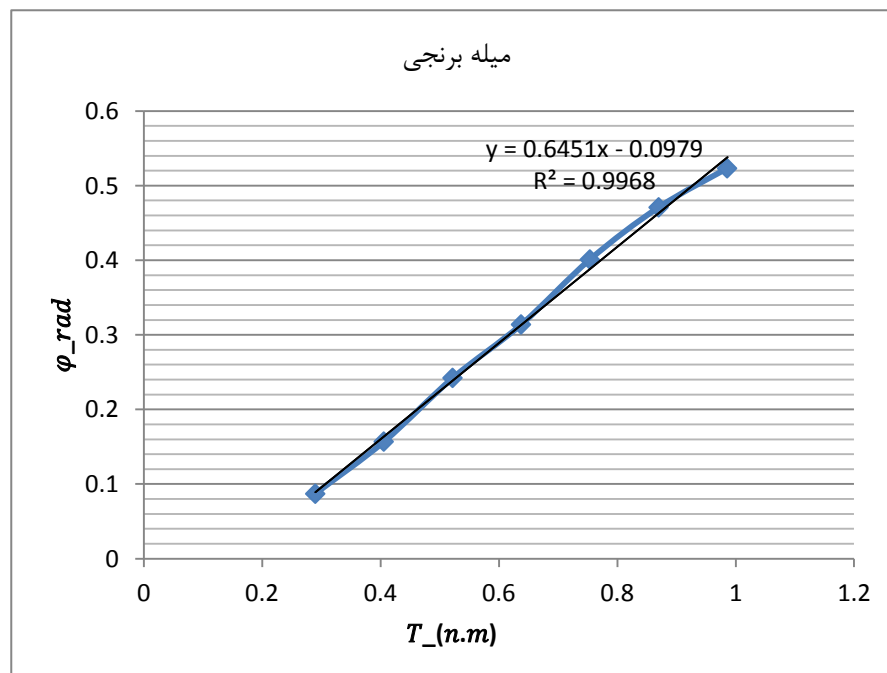
$$\frac{\text{deg}}{180} = \frac{\text{rad}}{\pi}$$

$$\text{شیب نمودار} = \frac{L}{Gj} = 0.6481 = \frac{0.345}{G * 7.948125 * 10^{-12}}$$

$$G_{\text{تجربی}} = 6.6 * 10^{10} = 66 \text{ Gpa}$$

$$G_{\text{نظری}} = 38 \text{ Gpa}$$

$P_{(n)}$	$T_{n.m} = P * d$	$\varphi_{deg}$	$\varphi_{rad}$
5	0.29	5	0.08722
7	0.406	9	0.157
9	0.522	14	0.24422
11	0.638	18	0.314
13	0.754	23	0.40122
15	0.870	27	0.471
17	0.986	30	0.52333



- میله فولادی:

این میله از نظر ظاهری دقیقاً همچون میله قبلی است یعنی ممان قطبی سطح و طول و تمام پارمترهای آن همچون میله برنجی است و تنها مقدار مدول برشی آن متفاوت است.

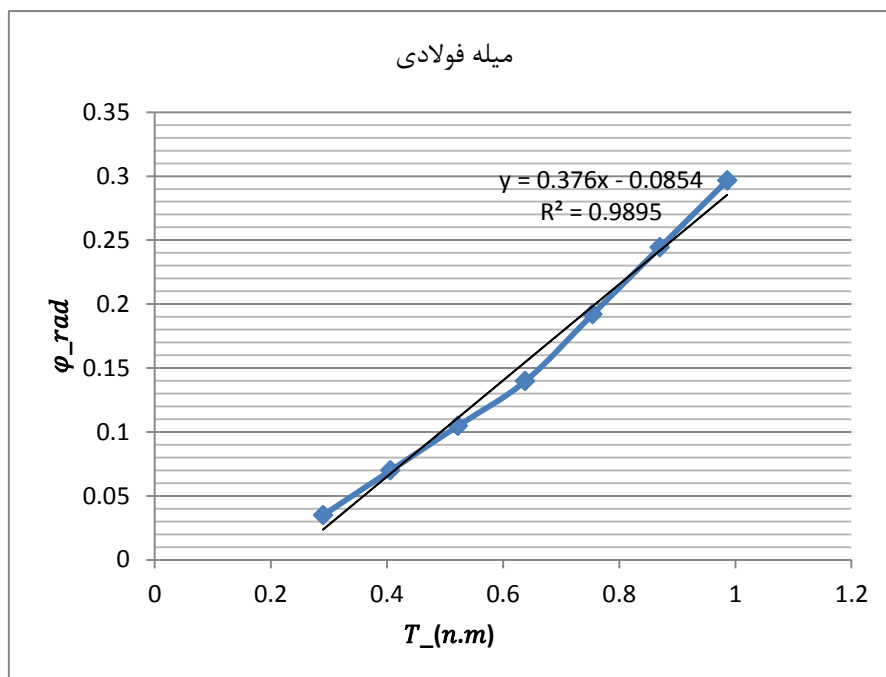
$$\text{نمودارشیب} = 0.376 = \frac{L}{Gj}$$

$$0.376 = \frac{0.345}{G * 7.948125 * 10^{-12}} \rightarrow G = 1.1 * 10^{11}$$

$$G_{\text{تجربی}} = 110 \text{ Gpa}$$

$$G_{\text{تئوری}} = 77 \text{ Gpa}$$

$P_{(n)}$	$T_{n.m} = P * d$	$\varphi_{deg}$	$\varphi_{rad}$
5	0.29	2	0.03488
7	0.406	4	0.06977
9	0.522	6	0.10466
11	0.638	8	0.13955
13	0.754	11	0.19188
15	0.870	14	0.24422
17	0.986	17	0.29655



## جمع بندی و نتیجه گیری:

بعد از انجام محاسبات پیچش به این نتیجه رسیدیم که هر چند مقدار مدول برشی یک فلز بیشتر باشید در برابر گشتاوری مشخص کمتر دچار پیچش یا تغییر زاویه ای خواهد شد و به راحتی نیز میتوان تنها با داشتن قطر و مقدار نیرو ، میزان مدول برشی یک فلز را بدست آورد بدون داشتن دستگاه های پیچیده و محاسبات طولانی و مقدار مدول برشی نیز تنها به جنس فلز بستگی دارد نه به ظاهر جسم چرا که در این آزمایش دو میله فلزی و فولادی که مورد پیچش قرار گرفتند دارای ظاهری دقیقا مشابه بودند ولی این جنس آنها بود که موجب برابر نشدن میزان مدول برشی شد.

خطاهایی نیز آزمایش را تحت الشعاع قرار داده است که موجب عدم تطبیق میزان مدول برشی در حالات تجربی و تئوری شده است از جمله اینکه تعداد دفعات تکرار اعمال نیرو کم بودند و این خود در نتیجه آزمایش تاثیر گذار است چرا که دفعات تکرار زیاد موجب حذف خطاهای ثابت خواهد شد .

دیگر خطای مشاهده شده را میتوان نداشتن بازه زمانی مشخص برای خواندن میزان پیچش ذکر کرد و البته در ردیف خطاهای یاد شده نیز میتوان به اعمال بار به صورت دستی نیز اشاره کرد.