



• مقدمه

هدف اصلی درس مقاومت مصالح این است که یک مهندس بتواند سازه های تحت بارگذاری های مختلف را تجزیه و تحلیل کند. اکثر سازه های مهندسی که در صنعت و زندگی روزمره به کار می روند تحت انواعی از تنش ها هستند و دانستن این که آیا این سازه ها توانایی تحمل بارهای وارده و تغییر شکل های حاصل از آن ها را خواهند داشت، از اهمیت بالایی در زمینه طراحی و بهره برداری از سازه های مذکور برخوردار است. به همین منظور در این فایل پروژه هایی در قالب طراحی و انجام آزمایشات تجربی به شما معرفی می شوند که همگی با هدف انجام مطالعه و بحث و بررسی عمیق تر بر روی سرفصل های مختلف درس مقاومت مصالح ۱ کارشناسی گردآوری شده اند. لازم است دانشجویان عزیز به عنوان پروژه درس یکی از عناوین زیر را انتخاب کرده و به اجرا و ارائه آن تا موعد مقرر بپردازند.

• عناوین پروژه ها

۱. آزمون کشش و فشار	موضوع: تنش محوری درجه سختی: متوسط نوع پروژه: فردی با محدودیت ۱۰ نفر
<p>بارگذاری محوری اولین و یکی از مهم ترین نوع از بارگذاری های مورد بررسی در درس مقاومت مصالح ۱ است. در این پروژه از شما خواسته شده است که به کمک اندازه گیری تغییر طول، مدول الاستیک کششی و فشاری یک نوع ماده را تعیین کنید. با استفاده از هر نوع ماده موجود و در دسترس (مثلا فوم)، اقدام به ساخت تیری کرده که بتوانید به راحتی و به کمک وسایل ساده و در دسترس روی آن بارگذاری منجر به تنش محوری کنید. پس از بارگذاری، اقدام به اندازه گیری تغییر طول کرده و به کمک رابطه زیر مدول الاستیک کششی و فشاری ماده را تعیین کنید.</p> $\Delta L = \varepsilon L_0 = \frac{\sigma}{E} L_0 = \frac{F}{EA} L_0$ <p>حال این آزمایش را برای مقادیر مختلف بارگذاری (حداقل ۳ گام برای فشار و ۳ گام برای کشش) تکرار کرده پس از ترسیم نقاط به دست آمده در نمودار تنش-کرنش و انجام فرآیند بزرگش منحنی خطی (Curve fitting) مجدداً مدول الاستیک را استخراج کنید. در مورد رفتار ماده (الاستیک خطی یا غیر خطی) در برابر اعمال تنش و همچنین تفاوت رفتار ماده در کشش و فشار بحث کنید.</p> <p>محاسبه ضریب پواسون در این آزمایش اجباری نیوده اما ۰.۲۵ نمره امتیازی خواهد داشت.</p>	

۲. نسبت پواسون منفی!	موضوع: تنش محوری درجه سختی: ساده نوع پروژه: فردی با محدودیت ۱۰ نفر
<p>در ابتدای ترم در مقاومت مصالح ۱ با مفهوم مهم نسبت پواسون و پس از آن نیز قانون هوک آشنا شده ایم. امروزه در علم مهندسی ساختارهایی بسیاری با نسبت پواسون منفی وجود دارند که برای کاربردهای خاصی محبوبیت داشته و به کار می روند. ابتدا با انجام یک پژوهش مختصر (در مقالات و مراجع معتبر) حداقل ۳ نمونه از این مواد را انتخاب کرده، ساختار آن ها را بررسی کرده و مکانیزم تغییر شکل آن ها را نیز توضیح دهید. سپس یکی از این نوع ساختار ها را با مواد در دسترس ساخته و ضمن تهیه ویدیو مناسب نحوه ایجاد تغییر شکل آن و نسبت پواسون منفی آن را تحت بارگذاری کششی نشان دهید.</p> <p>محاسبه ضریب پواسون ساختار در این آزمایش اجباری است اما ۰.۲۵ نمره امتیازی خواهد داشت.</p>	



۳. آزمون پیچش	موضوع: پیچش درجه سختی: متوسط نوع پروژه: فردی با محدودیت ۱۰ نفر
<p>یکی دیگر از سرفصل‌های مهم درس مقاومت مصالح ۱، پدیده پیچش در مواد است. از جمله مواردی که در این فصل بررسی شد، محاسبه زاویه پیچش الاستیک محورها بوده است. در این پروژه از شما خواسته می‌شود تا پس از ساخت یک محور ساده، آزمایشی جهت اندازه‌گیری مدول برشی به کمک اندازه‌گیری زاویه پیچش الاستیک طراحی کنید.</p> <p>ابتدا به کمک مواد متعارف قابل دسترسی یک تیر با ابعاد دلخواه بسازید. پس از آن اقدام به بارگذاری روی تیر ساخته شده کرده و زاویه پیچش را اندازه‌گیری کنید. پس از آن بسته به شرایط بارگذاری و هندسی تیر به کمک رابطه زیر و با فرض رفتار الاستیک خطی مدول برشی ماده مورد استفاده را تعیین و با مقادیر واقعی مقایسه کنید.</p> $G = \frac{TL}{\phi J}$ <p>حال این آزمایش را برای مقادیر مختلف بارگذاری (۴ گام) تکرار کرده پس از ترسیم نقاط به دست آمده در نمودار تنش - کرنش و انجام فرآیند برازش منحنی خطی (Curve fitting) مجدداً مدول برشی را استخراج کنید.</p> <p>دقت شود یک راه ساده جهت فراهم کردن شدت بارگذاری‌های مختلف، تغییر فاصله نقطه اثر نیروی اعمالی تا محور به کار رفته است که منجر به تغییر گشتاور پیچشی اعمالی خواهد شد.</p>	

۴. تنش در مخازن تحت فشار	موضوع: تنش در مخازن جدار نازک درجه سختی: سخت نوع پروژه: فردی با محدودیت ۱۰ نفر
<p>همانطور که می‌دانیم مخازن تحت فشار در شاخه نفت و پتروشیمی و همچنین اغلب صنایع اصلی نظیر نیروگاه‌ها و... از کاربرد ویژه‌ای برخوردار است. یک مساله مهم برای طراحان مخازن تحت فشار، محاسبه تنش‌ها و کرنش‌های حاصله در این نوع مخازن می‌باشد. در درس مقاومت مصالح به خوبی با انواع تنش‌های ایجاد شده در این نوع مخازن بسته به نوع هندسه مخزن آشنا شده اید.</p> <p>در این پروژه از شما خواسته شده که با طراحی آزمایشی نشان دهید تنش‌های مماسی از تنش‌های طولی در جدار یک سیلندر (هر مخزن استوانه‌ای شکل حتی یک قوطی یا شیشه نوشیدنی) جدار نازک بیشتر می‌باشد و در نهایت این نوع تنش‌ها منجر به شکست خواهند شد. همچنین بایستی در این آزمایش با اعمال فرضیات معقول تقریب مناسبی از تنش (یا کرنش) ایجاد شده در سیلندر که منجر به شکست پوسته خواهد شد بدست آورید. نقطه شروع ترک در سیلندر مورد آزمایش را مورد بررسی قرار داده و در مورد محل آن بحث کنید. (استفاده از ایده داغ کردن هات داگ! در طراحی این پروژه مورد قبول نخواهد بود)</p>	

۵. مرکز برش	موضوع: برش و پیچش در تیرها درجه سختی: متوسط نوع پروژه: فردی با محدودیت ۱۰ نفر
<p>برای مقطع هر تیری نقطه‌ای وجود دارد که اگر نیروی اعمالی به آن نقطه وارد گردد تیر تنها تحت خمش قرار گرفته و هیچگونه پیچشی در تیر شکل نمی‌گیرد. این نقطه مرکز برش نامیده می‌شود و الزاماً مرکز سطح یک مقطع، مرکز برش آن محسوب نمی‌شود.</p> <p>در این پروژه از شما خواسته شده که با طراحی ۳ تیر با مقاطع مختلف که تنها دارای یک محور تقارن هستند مرکز برش را در آن‌ها ابتدا با بهره‌گیری از محاسبات تئوریک یافته و سپس طی آزمایشی درستی محل مرکز برش بدست آمده را با اعمال نیرو و به تبع آن عدم مشاهده پیچش مورد بررسی قرار دهید.</p>	



۶. بهترین سطح مقطع!	موضوع: خمش در تیر ها درجه سختی: متوسط نوع پروژه: فردی با محدودیت ۱۰ نفر
<p>شکل سطح مقطع تیر ها ارتباط مستقیم با تنش و خیز ایجاد شده در تیر ها دارد. در این پروژه هدف بررسی تاثیر شکل مقطع های متفاوت برای تیر ها و انتخاب بهترین شکل مقطع از میان آنها می باشد. از این رو در گام اول پروژه با استفاده از موادی که در دسترس دارید (دقت شود یک مقطع فلزی مناسب این پروژه نیست چون برای تغییر شکل محسوس به بار زیادی نیاز است) ۳ تیر مختلف با سطح مقطع های باکس (مستطیل توخالی)، I شکل و نیز T شکل در طول و نیز اندازه سطح مقطع یکسان بسازید. سپس این تیر ها را در شرایط تکیه گاهی یک سر گیردار (Cantilever) تحت بار متمرکز در سر آزاد قرار دهید. بار وارد شده را تا زمان Failure (تسلیم و شکست) گام به گام افزایش دهید و در نهایت با توجه به دو معیار بیشینه خیز انتهای تیر و حداکثر بار تا لحظه رسیدن به تسلیم، بهترین سطح مقطع را از این سه مدل انتخاب کنید.</p> <p>با ثبت مقادیر بار بیشینه بدست آمده از مشاهدات تجربی و با فرض اینکه مواد آزمایش رفتار الاستیک خطی دارند، نسبت بین بار های تسلیم بدست آمده هریک از مقاطع را با نسبت های حاصل از تئوری مقایسه کنید و خطاهای احتمالی آزمایش را شرح دهید.</p> <p>همچنین در حین اجرای آزمایش اگر با تجربیاتی مواجه شدید که بر خلاف دانسته های قبلی شما از مقاومت مصالح بود، آنها را به دقت در گزارش خود بیان کنید. (این رخداد ها میتوانند از مفاهیمی باشند که تا به حال با آنها آشنایی نداشتید).</p>	

۷. برنامه نویسی تنش در تیر ها	موضوع: تنش در تیر ها درجه سختی: سخت نوع پروژه: گروهی با محدودیت ۳ گروه
<p><u>تنها</u> این پروژه به جهت سطح کار لازم و دشواری آن، به شکل گروهی و در قالب گروه های ۲ نفره مجاز می باشد. همچنین دقت شود این پروژه دارای محدودیت ظرفیت بوده و تنها ۳ گروه قادر به انتخاب این موضوع بوده، از این رو بایستی دانشجویان متقاضی، انتخاب این موضوع را پیش از پر شدن ظرفیت آن به دستیاران آموزشی اعلام کنند.</p> <p>در این پروژه، باید با استفاده از برنامه نویسی متلب و یا پایتون، برنامه ای طراحی کنید که بتوان به وسیله آن با اعمال بارگذاری های مختلف در راستای طول یک تیر با سطح مقطع های مشخص شده، نمودارهای بیشینه تنش های برشی، پیچشی و خمشی را در راستای طول تیر به عنوان خروجی دریافت نمود.</p> <p>گام های زیر بایستی در پیاده سازی برنامه اجرا گردد:</p> <p>گام ۱ - مشخصات هندسی تیر باید در ابتدا توسط کاربر مشخص شوند. این مشخصات شامل طول تیر، نوع تکیه گاه ها (در دو حالت یک سر گیردار یا پین-رولر ساده (و محل هر کدام)) و مشخصات لازم برای سطح مقطع طبق جدول داده شده. باید دقت شود که در این گام موارد زیر لحاظ گردد:</p> <ul style="list-style-type: none">■ برنامه باید قادر به این باشد که تیر را رسم کند.■ نوع قرارگیری تکیه گاه ها به صورتی باشند که تیر از لحاظ استاتیکی معین باشد. <p>گام ۲ - نوع بارگذاری های وارد به تیر باید مشخص شود و به صورت همزمان برنامه باید بارگذاری هایی که به تیر اعمال می شوند را رسم کند. دقت شود طبق دستگاه مختصات استاندارد، تیر در راستای X و بارگذاری ها در راستای Y می باشد. بارگذاری هایی که می تواند توسط کاربر به دفعات مورد استفاده قرار بگیرند باید به شرح زیر باشد:</p> <ul style="list-style-type: none">■ بار (نیرو) نقطه ای: اندازه و محل اعمال■ گشتاور نقطه ای: اندازه و محل اعمال■ بار گسترده ثابت: محل ابتدا و انتها و مقدار	



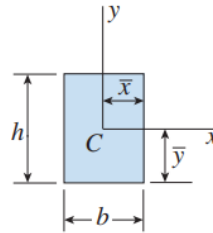
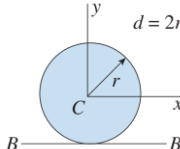
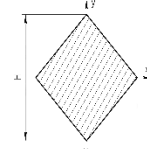
▪ بار گسترده خطی: محل ابتدا و انتها و مقدار ابتدایی و انتهایی

گام ۳- با استفاده از روابط تحلیل استاتیکی، نیروها و گشتاورهای حاصل از تکیه‌گاه‌ها باید محاسبه شوند.

گام ۴- روابط گشتاور خمشی، نیروی برشی و گشتاور پیچشی در طول تیر در الگوریتم‌های برنامه طراحی شوند.

گام ۵- تنش‌های بیشینه محاسبه شده و در نهایت نمودارهای آن‌ها در راستای طول تیر به عنوان خروجی‌های برنامه ترسیم شوند.

▪ با توجه به ظرفیت این پروژه هر گروه بایستی روی یکی از انواع مقاطع زیر برنامه خود را پیاده‌سازی کند که توسط دستیار مسئول به گروه‌های متقاضی اعلام خواهد شد:

شماره گروه	مقطع تیر	مشخصات ورودی مقطع توسط کاربر
۱		b-h
۲		r
۳		B-H



• ارائه و ارزیابی پروژه

در ابتدا بایستی دقت شود انجام تمامی پروژه ها (به جز پروژه برنامه نویسی) به صورت **فردی** خواهد بود.

نحوه ارائه پروژه ها به شکل زیر می باشد:

- ✓ برای پروژه های عملی نحوه ارائه پروژه ها در قالب تحویل یک فایل گزارش (PDF) و یک فیلم کوتاه از مراحل انجام آزمایش می باشد. گزارش ارسالی بایستی شامل بیان تمامی گام ها و مواد لازم در طراحی و اجرای آزمایش (به همراه عکس هایی از هر یک از مراحل آزمایش) و نیز ارائه و بحث نتایج حاصل باشد.
- ✓ برای پروژه برنامه نویسی بایستی علاوه بر تمامی کد های نوشته شده، یک فایل گزارش (PDF) به عنوان Documentation شامل توضیح توابع و سابروتین های برنامه، ورودی و خروجی هریک و نیز الگوریتم حاکم بر محاسبات آن به شکل خلاصه بایستی ارائه گردد.

حداکثر نمره پایه (مبتنی بر گزارش و فیلم ارسالی) برای تمامی عناوین پروژه ۲ نمره می باشد اما وابسته به درجه سختی آزمایش ها، برای آزمایش های با درجه سختی متوسط ۰.۴ و آزمایش های سخت ۰.۷۵ نمره، نیز علاوه بر ۲ نمره بخش پایه در نظر گرفته خواهد شد. (پروژه های با درجه سختی ساده هیچ نمره امتیازی در بخش درجه سختی آزمایش ندارند) همچنین برای طرح ایده های خلاقانه در طراحی و اجرای آزمایش (مانند ایده های خلاقانه در اعمال و اندازه گیری گشتاور یا نیرو (یا هر کمیت دیگر) بجای استفاده از وسایل آزمایشگاهی و اندازه گیری مانند نیروسنج، ترازو و... یا ایجاد رابط کاربری در پروژه برنامه نویسی) تا ۰.۷۵ نمره امتیازی دیگر نیز در نظر گرفته خواهد شد.

نمره	بخش
حداکثر ۲ نمره	بخش پایه شامل: صحت طراحی و اجرای آزمایش، ارائه گزارش جامع و تهیه فیلم کوتاه از مراحل طراحی و اجرا
حداکثر ۰.۷۵ نمره	درجه سختی آزمایش
حداکثر ۰.۷۵ نمره	طرح ایده های خلاقانه
جمع: حداکثر ۳.۵ نمره	

• نکات تکمیلی

۱. در ساخت سازه های مورد نیاز برای آزمایش ها استفاده از مواد نرم که تغییر شکل در آن ها به خوبی قابل اندازه گیری است توصیه می گردد.

۲. نمونه هایی از مواد و لوازم در دسترس برای تمام آزمایش ها به شرح زیر می باشد:

- ✓ نی پلاستیکی (در اندازه های مختلف)، چوب در شکل های مختلف، شلنگ لاستیکی، کاغذ، انواع فوم، بطری پلاستیکی، خمیر بازی، ماکارونی، سفال، لیوان یه بار مصرف و...
- ✓ نخ، ماژیک، خط کش، ترازوی کوچک یا آشپزخانه ای و ...
- ✓ جفت آهنربا با وزن مشخص (برای اتصال موقت و استفاده به عنوان وزنه)، وزنه، انواع وسایل کوچک که وزن آن ها قابل تخمین است و ...

۲. جهت اندازه گیری تغییر شکل ها (مثلا تغییر طول یا تغییر زاویه) به طور دلخواه می توانید از روش های تجربی مثل اندازه گیری دستی یا عکس برداری و یا پردازش تصاویر به صورت فریم به فریم بهره بگیرید.



۳. دقت شود در صورت مشاهده تغییر شکل‌های نامتعارف (مانند پدیده کمانش (Google it!) در فشار) راهکارهایی همچون افزایش سطح مقطع، کاهش طول تیر و یا کاهش میزان بار را امتحان کنید.
۴. در استخراج پارامترهای مدول یانگ و برشی در آزمایش‌های مرتبط، از متد **Least Square** برای برازش منحنی بهره بگیرید. با جستجو در نت یا دستور کار آزمایشگاه‌های فیزیک ۱ یا ۲ جزییات این روش ساده اما بسیار کاربردی را به خوبی فرا خواهید گرفت.
۵. در آزمایشاتی که نیاز به چندین گام بارگذاری دارند (آزمون تست کشش-فشار و آزمون پیچش) حداقل تعداد گام‌های بارگذاری در توضیحات هر یک از پروژه‌ها بیان شده است.
۶. تمامی آزمایش‌های طراحی شده باید در محیط مناسب انجام شده و فیلم آزمایش نیز باید از وضوح کافی برخوردار باشد.
۷. گزارش ارسالی برای پروژه‌های عملی باید شامل تصاویر واضحی از تمامی مراحل ساخت، بارگذاری و آزمایش و همچنین جزئیات محاسبات تئوری و فرضیات به کار رفته باشد.
۸. آخرین مهلت ارسال فایل‌های پروژه (شامل گزارش و نیز فایل‌های ضمیمه ذکرشده به صورت مجتمع در یک فایل فشرده) (آپلود در سامانه ایلرن) تا پایان روز **۱۰ بهمن** می باشد و با توجه به مقررات آموزشی در مورد زمان ثبت نمرات نهایی درس، این مهلت به هیچ عنوان تمدید نخواهد شد لذا از دانشجویان عزیز درخواست می شود برنامه ریزی لازم در این زمینه را به خوبی انجام دهند.
۹. هر فرد بایستی صرفاً یک عنوان پروژه را انتخاب کرده و اجرای دو عنوان پروژه هیچ گونه نمره اضافه نخواهد داشت.
۱۰. تحویل حضوری سازه‌های ساخته شده برای آزمایش اجباری نمی باشد و صرفاً ارائه گزارش (و ضمائم) کفایت می کند. با این حال تاریخی برای تحویل **اختیاری** سازه‌های خلاقانه اعلام خواهد شد.
۱۱. اگرچه طراحی و اجرای آزمایش درست و مناسب کاملاً بر عهده دانشجو می باشد اما می توانید سوالات و ابهامات خود پیرامون تدوین گزارش یا خواسته‌های آزمایش را با دستیاران آموزشی مطرح کنید.
۱۲. برای هریک از عناوین پروژه می توانید به دستیار مربوطه طبق جدول زیر مراجعه کنید:

شماره موضوع	دستیار آموزشی مسئول
۱-۲	عدالت منش
۳-۴	عسگری
۵-۶	کمالی و سبحانی
۷	محرمی

با آرزوی موفقیت

دی ۱۴۰۱