

## برنامه درس استاتیک

---

### اهداف و برنامه‌ها

هدف اصلی از این درس آشنایی با مفاهیم اولیه استاتیک و مقاومت مصالح است با این دید که دانشجو پس از اتمام درس بتواند دید خوبی از طراحی یک مکانیزم یا یک روبات داشته باشد. شایان ذکر است که طراحی موفق یک مکانیزم منوط به بهینه سازی خواص استاتیکی آن نیست و خواص سینماتیکی و دینامیکی آن نیز (که در کنترل بیشتر نمایان است) باید در کنار آن مورد توجه قرار گیرد.

### جایگاه استاتیک و مقاومت مصالح در علوم مهندسی

بررسی خصوصیات سینماتیکی مرحله نخست تحلیل یک مکانیزم است و بررسی استاتیکی آن مرحله بعد از آن است که در دو حالت پارامتر زمان بی تاثیر است. بدون شک طراحی یک مکانیزم یا روبات بدون توجه به خصوصیات استاتیکی آن منجر به شکست بعضی از لینک‌ها یا بازوها خواهد شد. این شرایط در تحلیل سینماتیکی نمایان نخواهد شد، زیرا در سینماتیک یک لینک بصورت اتصال دو نقطه در نظر گرفته می‌شود. در حالیکه علم استاتیک اتصال این دو نقطه را بصورت یک بردار که نمایان یک نیرو است مورد تحلیل قرار می‌دهد. علم تکمیل‌کننده این تحلیل مقاومت مصالح نام دارد که در آن علاوه بر نیرو و خاصیت هندسی به مواد بکار رفته نیز توجه دارد. شایان ذکر است که تمامی این علوم، سینماتیک، استاتیک و مقاومت مصالح، بر پایه یک سری مفاهیم هندسی بنا نهاده شده است و از این رو آن را در علوم مهندسی طبقه بندی می‌کنند.

### سرفصل‌های درس

با توجه به نگرش حائز اهمیت مطرح شده، سرفصل‌های درس با تأمل و پرهیز از تقلید و پیش رفتن با یک ساختار از قبل تعیین‌شده‌ی آماده، تدوین شده است. در زیر به عناوین آن و توضیحاتی اندک از هر کدام پرداخته شده است:

### مقدمه ای بر استاتیک (فصل یک از مرجع)

در این فصل ابتدا مفاهیم، تعاریف و آحاد مورد استفاده در استاتیک معرفی می‌شود. سپس یک دید کلی برای فرمول‌بندی و حل مسائل استاتیک بیان می‌شود. همچنین فضای برداری و تانسورها نیز به اختصار مورد بحث قرار می‌گیرد.

### مجموعه های نیرو (فصل دو از مرجع)

در این فصل ویژگی‌های نیرو، گشتاور، زوج نیرو و برآیند در فضای دوبعدی و سه بعدی بررسی خواهد شد. مطالب ارائه شده در این فصل پیشنهاد مباحث فصول آتی می‌باشد.

### تعادل (فصل سه از مرجع)

در این فصل شرایط لازم برای تعادل کامل یک جسم صلب مورد بررسی قرار می‌گیرد، بطوریکه همواره برآیند نیروهای وارد بر جسم و همچنین برآیند کلی گشتاورهای وارده حول یک نقطه یا یک محور صفر باشد. برای رسیدن به این هدف، مفهوم و طرز رسم دیاگرام جسم آزاد بطور مفصل بررسی خواهد شد.

### خرپاها (فصل چهار از مرجع)

در این بخش، مباحث ارائه شده در قسمت‌های قبل بر روی سازه‌های خرپایی مورد مطالعه و بحث تعادل و نیروهای داخلی (کنش و واکنش) مورد توجه قرار خواهد گرفت.

### تیرها و نیروهای گسترده (فصل پنج از مرجع)

در فصول قبل تنها نیروهای متمرکز مورد مطالعه قرار گرفتند، در حالیکه در عمل، در موارد بسیاری نیروها بصورت گسترده به اجسام وارد می‌شوند. تیرها نمونه خوبی برای سازه‌های با نیروهای گسترده می‌باشند. با توجه به نوع اتصال تیرها به تکیه‌گاه‌ها، میتوان آنها را به دو دسته معین استاتیکی و نامین استاتیکی تقسیم کرد. این مباحث در این قسمت ارائه خواهد شد.

### مراکز جرم، مراکز هندسی و ممان اینرسی سطح (پیوست A از مرجع)

در این قسمت، تعیین محل گرانیگاه، مرکز جرم و مرکز گرانش مورد مطالعه قرار گرفته و قضیه پاپوس ارائه خواهد شد. همچنین ممان اینرسی سطح (که کاربرد آن در مقاومت مصالح نمایان خواهد شد) بررسی خواهد شد.

## تنش ، کرنش و بارگذاری محوری (فصل دو از مرجع)

در این فصل، مفهوم تنش و کرنش در یک عضو سازه‌ای، بدست آوردن تنش‌ها و کرنش‌ها در بارگذاری محوری، قانون هوک و نمودار تنش-کرنش بیان خواهد شد.

## مقدمه ای بر دایره مور و کاربرد آن در گلببرگ‌ها (فصل هفت از مرجع)

روش دقیق اندازه‌گیری کرنش‌های عمودی، استفاده از کرنش‌سنج‌های الکتریکی است. در این فصل، دایره مور برای تنش‌ها و کرنش‌های صفحه‌ای و کاربرد آن در گلببرگ‌ها (آرایش کرنش‌سنج‌های مورد استفاده برای اندازه‌گیری کرنش‌های عمودی) بیان خواهد شد.

## مخازن استوانه‌ای و کروی جدار نازک (فصل هفت از مرجع)

مخازن تحت فشار جدار نازک، زمینه کاربردی مهمی برای تحلیل تنش‌های صفحه‌ای به شمار می‌آیند. در این قسمت، تحلیل تنش در دو نوع رایج مخازن جدار نازک، به اختصار بیان می‌شود.

## نحوه تدریس، ارزشیابی و تکالیف دانشجویان

در جدول 1 ساختار کلاس‌ها و چگونگی ارزشیابی آن‌ها نشان داده شده است. توضیحاتی در مورد عناوین جدول در زیر آمده است:

### تعداد هفته‌ها

هر هفته شامل 2 جلسه کلاسی است که در برنامه آموزشی مشخص شده است و 1 جلسه کلاس حل تمرین میان آن که زمان آن با هماهنگی دانشجویان و اساتید در طول ترم تنظیم خواهد شد.

### پروژه و تکلیف

در بخش‌های مورد نظر پروژه‌ها و تکالیفی به عهده دانشجو گذاشته می‌شود. انجام پروژه‌ها و برخی از تکالیف با استفاده از نرم‌افزار و انجام برخی از تکالیف بدون استفاده از نرم‌افزار خواهد بود.

✓ نگارش گزارش‌های پروژه‌ها باید در *office* و یا *LaTeX* باشد. لازم است یکی از این گزارش‌ها با *documentclass IEEEconf* و در نرم‌افزار *LaTeX* ارائه شود. تنها برای این نگارش با این ساختار، 5/0 نمره در نظر گرفته شده است.

✓ کسب حداقل 4 نمره از 6 نمره اختصاص داده شده به پروژه‌ها و حداقل 2 نمره از 4 نمره اختصاص

داده شده به تکالیف الزامی است. در غیر این صورت دانشجو قادر به گذراندن این درس نخواهد بود.

### آزمون‌های میان ترم

دو آزمون میان ترم در طول ترم از دانشجو در موعد مقرر گرفته خواهد شد.

### آزمون پایان ترم

در تاریخ مشخص شده در برنامه آموزشی، از مطالب مشخص شده، امتحان پایان ترم گرفته می‌شود.

✓ کسب حداقل 6 نمره برای گذراندن این درس از 10 نمره اختصاص داده شده، از این بخش (آزمون‌های میان ترم و پایان ترم) توسط دانشجو الزامی است.

### فوق برنامه‌ها

برای انجام پروژه‌ها، دانشجویان نیاز به دانستن تکنیک‌ها و نرم افزارهایی دارند که برای آموزش آن‌ها کلاس‌هایی تشکیل خواهد شد. این کلاس‌ها می‌تواند در ساعات آموزشی درس و یا در ساعات دیگری تشکیل گردد و زمان‌بندی آن به اطلاع دانشجویان می‌رسد. مباحث مطرح شده در این کلاس‌ها در امتحان مورد پرسش قرار نخواهد گرفت. مطالب مطرح شده در این کلاس‌ها در جدول 2 آورده شده است.

### نرم‌افزارهای مورد نیاز

#### ***MATLAB***

این نرم افزار که به نوعی یک زبان برنامه‌نویسی هم می‌تواند محسوب شود، توانمندترین ابزار برای روش‌های عددی و شبیه‌سازی سیستم‌هاست. بیشتر می‌توان آن را یک نرم‌افزار آکادمیک دانست، اما در صنعت نیز کارآمدی خود را ثابت کرده است و در پیاده‌سازی پردازشگرهای دیجیتالی سیستم‌ها قابل استفاده است.

## **MAPLE**

یکی از قدرتمندترین نرم‌افزارهای موجود در زمینه حل مسائل ریاضی با روش‌های تحلیلی است. که در محاسبات سینماتیکی ربات‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگرچه *MATLAB* دارای *ToolBox* با نام *Symbolic Math Operation* به منظور روش‌های تحلیلی (غیر عددی) است، اما *MAPLE* به دلیل ساختار تحلیلی خود، از توانایی بالاتری در این فضا برخوردار است.

## **LaTeX**

اغلب از *word* به منظور نگارش پایان نامه‌ها و گزارش‌نویسی‌های علمی در دانشگاه استفاده شده است. اما استفاده از نرم افزار تخصصی *LaTeX* برای این منظور بیشتر مورد تأکید و تأیید است. یکی از علل مهم این توصیه در نگارش‌های علمی، قدرت این نرم‌افزار در نوشتن فرمول‌های ریاضی درون متن است که علت اصلی پیدایش و طراحی آن نیز بوده است.

## **Solid Works**

نرم افزار محبوب و قدرتمند طراحی صنعتی *SolidWorks*، برای تمامی متخصصان و اهل فن به خوبی شناخته شده است. ایجاد مراجع هندسی، منحنی‌ها، ایجاد پلان‌ها با آفست کردن صفحه، ایجاد دستگاه مختصات جدید، منحنی‌های ماریچ، شیب‌دهی به سطوح و قرینه‌سازی اشیاء سه بعدی، چرخش پروفیل حول یک محور و ... از ویژگی‌های بارز این نرم افزار می‌باشند. نرم افزار *SolidWorks* یک نرم‌افزار قدرتمند در زمینه طراحی و خصوصاً طراحی سه بعدی است. در این نرم افزار بخش‌های مجزایی برای مدل‌سازی و عملیات ورق‌کاری و جوش‌کاری و ریخته‌گری و قالب‌سازی و همچنین تحلیل تنش و مدل‌سازی رفتار و مقاومت قطعه تحت بارگذاری‌های گوناگون وجود دارد. ویژگی برجسته این نرم افزار در مقایسه با نرم‌افزارهای مشابه بر خورداری از محیط ساده و آسان می‌باشد. با توجه به اینکه حجم مباحث "استاتیک و مقاومت مصالح" بسیار بیشتر از آن است که بتوان در یک درس سه واحدی همه آن‌ها را ارائه کرد، بخش‌هایی از مباحث در کلاس درس گفته نخواهد شد و در عوض این بخش‌ها در محیط نرم افزار *SolidWorks* معرفی و پیگیری خواهند شد.

## اساتید

### استاد درس:

دکتر طالع ماسوله، فوق دکتری مهندسی مکانیک. تحقیقات و پژوهش‌ها در زمینه‌های سینماتیک و

رباتیک

*mehdi.tale.masouleh@gmail.com*

### حل تمرین:

مصطفی ساکت، کارشناس ارشد هوافضا، گرایش ایرودینامیک

*Mostafasaket@yahoo.com*