

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

ایستایی ساختمان

رشتهٔ ساختمان

زمینهٔ صنعت

شاخهٔ آموزش فنی و حرفه‌ای

شمارهٔ درس ۲۶۹۲

خلیل ارجمندی، محمد اسماعیل	۶۹۰
ایستایی ساختمان / مؤلفان: محمد اسماعیل خلیل ارجمندی، مجید شجاعی اردکانی. -	۲۱ /
تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.	الف ۱۸۸ خ /
۱۷۰ ص. مصور. - (آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شمارهٔ درس ۲۶۹۲)	۱۳۹۴
متون درسی رشتهٔ ساختمان، زمینهٔ صنعت.	
برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا: کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف	
کتاب‌های درسی رشتهٔ ساختمان دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش	
وزارت آموزش و پرورش.	
۱. سازه - پایداری. الف. ایران. وزارت آموزش و پرورش. کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف	
کتاب‌های درسی رشتهٔ ساختمان. ب. عنوان. ج. فروست.	

همکاران محترم و هنرجویان عزیز:

پیشنهادات و نظرات خود را دربارهٔ محتوای این کتاب به نشانی تهران- صندوق پستی شمارهٔ ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

info@tvoccd.sch.ir

پیام نگار (ایمیل)

www.tvoccd.sch.ir

وب‌گاه (وب‌سایت)

وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

نام کتاب: ایستایی ساختمان-۴۹۴/۷

مؤلفان: محمد اسماعیل خلیل‌ارجمندی، مجید شجاعی اردکانی

اعضای کمیسیون تخصصی: ابوالقاسم رافع، محمدعلی فرزانه، محمد صالح رحیم‌لباف‌زاده و مالک مختاری

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع: ادارهٔ کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌سایت: www.chap.sch.ir

رسمی، صفحه‌آرایی و طراحی جلد: امیرحسین متینی

ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران - تهران - کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)

تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹

چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ سوم ۱۳۹۴

حق چاپ محفوظ است.

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۲۲۴۳-۱ ISBN 978-964-05-2243-1



مهم‌ترین چیزی که برای کشور ما لازم است، تعهد اسلامی و
تهذیب اسلامی است.

امام خمینی (قدس سره الشریف)

مقدمه:

کتاب حاضر مشتمل بر دو بخش استاتیک (فصل های ۱ تا ۶) و مقاومت مصالح مقدماتی (فصل های ۷ تا ۹) است که تحت عنوان ایستایی به رشته تحریر درآمده است. با توجه به این که هنرجویان رشتهٔ ساختمان دروس استاتیک و مقاومت مصالح را در سه مقطع متوسطه، کاردانی و کارشناسی ناپیوسته می گذرانند، لذا در این مقطع سعی شده است مبانی مقدماتی دروس فوق‌الذکر با تأکید بیشتر بر روی استاتیک مد نظر قرار گیرد و در بخش مقاومت مصالح مقدماتی صرفاً به آشنایی با مبانی مقاومت مصالح اکتفا شده است. با توجه به این که اغلب آیین‌نامه‌های ساختمانی از دستگاه آحاد اندازه‌گیری بین‌المللی (SI) استفاده می‌کنند، در این کتاب نیز از این دستگاه به عنوان دستگاه آحاد اندازه‌گیری استفاده شده است. در فصل اول کتاب به مفاهیم عمومی و تعاریف پایه در مکانیک نیوتنی اشاره شده است. و در فصل دوم، هنرجویان با بردارها و جمع و تفریق بردارها به صورت ترسیمی آشنا می‌شوند. در فصل سوم به محاسبهٔ برآیند نیروها و گشتاور نیروها حول یک نقطه در حالت دوبعدی پرداخته می‌شود.

در فصل چهارم تعادل نقطهٔ مادی و تعادل اجسام صلب مورد بررسی قرار می‌گیرد. در فصل پنجم تحلیل سازه‌های ساختمانی شامل خرپا و تیر بیان می‌گردد. فصل ششم خواص هندسی سطوح را مطرح می‌نماید. در فصل هفتم و هشتم تنش‌های محوری و برشی مورد بررسی واقع شده‌اند. در فصل نهم برای ایجاد انگیزه در هنرجویان تعیین شماره مقطع تیر به صورت ساده و صرفاً به منظور آشنایی با نحوهٔ طراحی مطرح گردیده است. از آنجایی که آموزش بصری (استفاده از تصاویر و فیلم) در یادگیری تأثیر بیشتری دارد، به همراه کتاب، لوح فشرده‌ای شامل فایل pdf کتاب به همراه فیلم‌های آموزشی ارائه می‌گردد که با کلیک کردن روی آیکون فیلم، فیلم آموزشی آن بخش نمایش داده می‌شود.

توصیه به همکاران گرامی:

- ۱- استفاده و آموزش ماشین حساب غیربرنامه‌پذیر آزاد است و بهتر است در هر کلاس از یک نوع تهیه گردد.
- ۲- استفاده از راه‌حل‌های مختلف توسط هنرجویان آزاد می‌باشد.

۳- توصیه می‌شود به منظور تفهیم بهتر مسائل استاتیکی متناسب با موضوع هر بخش، دست‌سازه‌های لازم توسط هنرجویان تهیه و مورد استفاده قرار گیرد. به عنوان مثال: انواع تکیه‌گاه‌ها - خرپاها و ... می‌توانند به عنوان موضوع دست‌سازه‌ها قرار گیرند.

۴- دقت محاسبات تا دو رقم اعشار کفایت می‌نماید و تنها در مورد نسبت‌های مثلثاتی تا سه رقم اعشار در نظر گرفته شود.

۵- در حل مسائل آخر هر فصل نحوه تحلیل مسائل دارای اشکال پیچیده، با ترسیمات ساده برای هنرجویان تشریح گردد.

۶- در ارائه مسائل کتاب سعی شده است اجزای ساختمانی به صورت واقعی نمایش داده شود تا از این طریق هنرجویان تجسم بهتری از سازه‌های ساختمانی پیدا کنند، بنابراین لازم است همکاران محترم در زمان مناسب، نحوه مدل‌کردن این اشکال را به منظور حل مسأله برای هنرجویان تشریح نمایند.

توصیه به هنرجویان عزیز:

برای درک و فهم بهتر مسائل ایستایی توصیه می‌شود ابتدا مطالب تئوری را به دقت مطالعه نمائید و سپس مثال‌های حل شده را بدون توجه به راه‌حل آن‌ها تحلیل نموده و در نهایت جواب‌های خود را با جواب‌های کتاب مقایسه نمائید و موارد و علت اختلاف احتمالی جواب‌ها را بررسی نمائید. تنها به این شیوه می‌توانید از این کتاب که سعی شده است بسیار ساده و روان در اختیار شما قرار گیرد بهره‌مند شوید.

به منظور حل مسائل آخر هر فصل توصیه می‌گردد:

۱- مسئله را به دقت مطالعه کرده و معلومات و مجهولات آن را یادداشت نمائید.

۲- در صورت نیاز تبدیل واحدهای لازم را انجام دهید.

۳- شکل مسئله را به صورت ساده ترسیم نموده و اطلاعات لازم را روی آن نشان دهید.

۴- روابط مورد نیاز را بنویسید. داده‌های مسئله را در آن‌ها قرار داده و مجهولات را به دست آورید.

۵- سعی کنید جواب مسئله را از دید فنی بررسی و از منطقی بودن آن‌ها اطمینان حاصل کنید.

و در انتها:

از کلیه بزرگواران و صاحب‌نظران درخواست می‌شود، نظرات و پیشنهادات خود را به این دفتر ارسال کرده تا در چاپ‌های بعدی مورد استفاده قرار گیرد.

با تشکر - مؤلفین

هدف کلی

آشنایی با مبانی علوم استاتیک و مقاومت مصالح

فهرست:

بخش اول - استاتیک

فصل اول - مقدمه و مفاهیم عمومی

۲.....	تعریف علم مکانیک	۱-۱
۳.....	مفاهیم اصلی در علم مکانیک	۲-۱
۳.....	فضا (Space)	-۱-۲-۱
۳.....	زمان (Time)	-۲-۲-۱
۳.....	جرم (Mass)	-۳-۲-۱
۳.....	نیرو (Force)	-۴-۲-۱
۳.....	فرضیات	۳-۱
۳.....	(۱) جسم صلب (Rigid Body)	
۳.....	(۲) نقطه مادی (Particle)	
۳.....	قوانین نیوتن	۴-۱
۳.....	قانون اول نیوتن	-۱-۴-۱
۴.....	قانون دوم نیوتن	-۲-۴-۱
۴.....	قانون سوم نیوتن	-۳-۴-۱

فصل دوم - بردارها

۸.....	کمیت‌های فیزیکی	۱-۲
۸.....	کمیت‌های عددی یا اسکالر	-۱-۱-۲
۸.....	کمیت‌های برداری	-۲-۱-۲
۸.....	بردارها (Vector)	۲-۲
۹.....	انواع بردارها	۳-۲
۹.....	بردار لغزان	-۱-۳-۲
۹.....	بردار ثابت	-۲-۳-۲
۹.....	بردارهای هم‌سنگ	-۳-۳-۲
۹.....	بردارهای زوج	-۴-۳-۲
۱۰.....	بردارهای مخالف	-۵-۳-۲
۱۰.....	بردار یکه (واحد)	-۶-۳-۲
۱۰.....	بردار نیرو	-۷-۳-۲

۴-۲	جمع و تفریق بردارها	۱۱
۱-۴-۲	روش های جمع و تفریق بردارها	۱۱
۱-۱-۴-۲	روش ترسیمی	۱۱
۱۱	الف) روش مثلث	۱۱
۱۲	ب) روش متوازی الاضلاع	۱۲
۱۳	ج) روش چندضلعی	۱۳
۵-۲	تجزیه یک بردار به مؤلفه های آن به روش ترسیمی	۱۸
۶-۲	تجزیه یک بردار به مؤلفه های متعامد آن در دستگاه مختصات دکارتی	۱۹
۱-۶-۲	نمایش برداری یک بردار در دستگاه مختصات دکارتی	۲۱
۷-۲	تعیین اندازه یک بردار با استفاده از مؤلفه های متعامد آن	۲۱

فصل سوم - نیرو و سامانه های نیرویی

۱-۳	انواع نیرو	۲۸
۱-۱-۳	نیروهای خارجی	۲۸
۲-۱-۳	نیروهای داخلی	۲۹
۲-۳	برآیند سامانه های نیرویی وارد بر نقطه مادی به روش محاسباتی	۳۰
۱-۲-۳	برآیند نیروهای هم راستا و موازی	۳۰
۲-۲-۳	برآیند دو نیروی متعامد	۳۱
۳-۲-۳	محاسبه برآیند سامانه چندنیرویی وارد بر نقطه مادی	۳۲
۳-۳	گشتاور، لنگر (مُمان)	۳۹
۴-۳	گشتاور چند نیرو	۴۱
۵-۳	قضیه وارینون	۴۲
۶-۳	زوج نیرو	۴۵
۱-۶-۳	خصوصیات زوج نیرو	۴۵

فصل چهارم - تعادل

۱-۴	تعادل	۵۰
۱-۱-۴	تعادل نقطه مادی	۵۱
۲-۱-۱-۴	پیکر آزاد جسم	۵۲
۲-۱-۴	تعادل جسم صلب	۵۶
۲-۴	انواع تکیه گاه ها و عکس العمل های آن ها	۵۷

انواع تکیه گاه‌ها	۱-۲-۴
محاسبه عکس العمل های تکیه گاهی اجسام صلب	۳-۴

فصل پنجم - تحلیل سازه‌های ساختمانی

خرپا (Truss)	۱-۵
انواع خرپا	۱-۱-۵
شکل خرپاها	۲-۱-۵
فرضیات تحلیل خرپاها	۳-۱-۵
روش تحلیل خرپا	۴-۱-۵
روش مفاصل (گره‌ها) در تحلیل خرپاها	۵-۱-۵
اعضای صفر نیرویی	۶-۱-۵
تحلیل تیرها	۲-۵
تعریف تیر (Beam)	۱-۲-۵
انواع تیرها از نظر شرایط تکیه گاهی	۲-۲-۵
انواع بارهای وارد به تیر	۳-۲-۵
تعیین عکس العمل های تکیه گاهی تیرها با بار گسترده یکنواخت	۴-۲-۵
رفتار تیر تحت تأثیر بارهای خارجی	۵-۲-۵
نیروهای داخلی در تیرها با بار متمرکز	۶-۲-۵
علائم قرار دادی نیروهای داخلی تیرها	۱-۶-۲-۵
محاسبه نیروهای داخلی تیرها با بار متمرکز	۲-۶-۲-۵
مقادیر حداکثر نیروهای برشی و لنگر خمشی در تیرها با بار متمرکز	۷-۲-۵
ترسیم نمودارهای نیروی برشی و لنگر خمشی تیرها با بار متمرکز	۸-۲-۵

فصل ششم - خواص هندسی سطوح

گشتاور اول سطح (ممان استاتیک)	۱-۶
گشتاور اول (ممان استاتیک) سطوح مرکب	۲-۶
مرکز سطح سطوح مرکب	۳-۶
استفاده از تقارن در تعیین مرکز سطح سطوح متقارن	۴-۶
سطوح با یک محور تقارن	۱-۴-۶
سطوح با دو محور تقارن	۲-۴-۶
گشتاور دوم سطح (ممان اینرسی) (Moment of Inertia)	۵-۶

۱۱۲.....	قضیه محوره‌های موازی	۶-۶
۱۱۴.....	محاسبه ممان اینرسی سطوح مرکب	۷-۶
۱۱۵.....	مدول مقطع (اساس مقطع) (Section Modulus)	۸-۶
۱۱۹.....	مشخصات هندسی مقاطع نوردشده	۹-۶

بخش دوم - مقاومت مصالح فصل هفتم - نیرو و تنش محوری

۱۲۹.....	نیروهای محوری (Axial Load)	۱-۷
۱۳۰.....	تنش محوری (Axial Stress)	۲-۷
۱۳۶.....	تغییر طول اجسام تحت تاثیر بارهای محوری	۳-۷

فصل هشتم - نیرو و تنش برشی

۱۴۲.....	نیروی برشی (مماسی)	۱-۸
۱۴۳.....	تنش‌های برشی (مماسی) (Shear Stress)	۲-۸
۱۴۴.....	بررسی رفتار اتصالات برشی ساده با پیچ یا پرچ	۳-۸
۱۴۴.....	تنش کششی حداکثر ایجاد شده در ورق‌ها	۱-۳-۸
۱۴۵.....	تنش لهیدگی	۲-۳-۸
۱۴۵.....	تنش برشی در پیچ‌ها یا پرچ‌ها	۳-۳-۸
۱۴۶.....	گسیختگی برشی ورق	۴-۳-۸

فصل نهم - تنش در تیرها

۱۵۲.....	تنش خمشی در تیرها با مقطع متقارن	۱-۹
۱۵۳.....	تنش‌های خمشی حداکثر در تیر	۱-۱-۹
۱۵۶.....	تنش برشی متوسط تیرهای با مقطع I شکل (مطالعه آزاد)	۲-۹
۱۵۸.....	تعیین شماره مقطع تیر فولادی با استفاده از تنش خمشی ماکزیمم تحت بار متمرکز	۳-۹

۱۶۳.....	ضمیمه - جداول مشخصات نیم‌رخ‌های فولادی	
۱۷۰.....	منابع و مأخذ	