

جلد اول

کتاب عمران

کارشناسی ارشد

ویراست دوم

چکیده ای از

- ریاضیات
- زبان تخصصی
- مقاومت مصالح
- تحلیل سازه ها
- مکانیک خاک
- مهندسی پی
- طراحی سازه های فولادی
- طراحی سازه های بتنی
- مکانیک سیالات
- هیدرولیک کانالهای باز
- هیدرولوژی مهندسی
- راهسازی-روسازی-ترافیک

نگارش:

امیرمسعود سامانی

حسین عموشاهی

مهدی زمانی

مهران بکائی

عنوان و نام پدیدآور	کتاب عمران / نگارش امیرمسعود سامانی ... [و دیگران].
مشخصات نشر	اصفهان: انتشارات مؤسسه علمی دانش پژوهان برین، ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری	ج.
شابک	۱۲۵۰۰۰ ریال: ج. ۱: ۶-۰۴-۵۶۷۲-۶۰۰-۹۷۸: دوره: ۹-۲۹-۵۶۷۲-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	قیفا
یادداشت	نگارش امیرمسعود سامانی مجد، حسین عموشاهی، مهدی زمانی، مهران بکایی.
موضوع	راه و ساختمان -- راهنمای آموزشی (عالی)
شناسه افزوده	سامانی، امیرمسعود
رده بندی کنگره	TA۱۵۹/۵۲ ۱۳۸۹
رده بندی دیویی	۶۲۴/۰۷۶
شماره کتابشناسی ملی	۲۲۲۴۴۴۴



عنوان	کتاب عمران (جلد اول)
نگارش	امیرمسعود سامانی مجد، حسین عموشاهی، مهدی زمانی، مهران بکایی
همکاران علمی	سید مهدی ایلچی، محمد قیاسیان
ناشر	انتشارات مؤسسه علمی دانش پژوهان برین
ناشر همکار	انتشارات ارکان دانش
نوبت چاپ	اول - زمستان ۱۳۸۹
شمارگان	۱۰۰۰ جلد
امور تولید	ماندانا مرادی
صفحه آرای	مرضیه عبادی-نیک
طراحی جلد	زهره کرمی
لینوگرافی	طلوع
چاپ متن	اصفهان
چاپ جلد	حافظ
صحافی	نصف جهان
قطع، شمارش صفحات	وزیری، ۵۳۲ صفحه
بها	۱۲۵۰۰۰ ریال

شابک: ۶-۰۴-۵۶۷۲-۶۰۰-۹۷۸ (ج. ۱) ISBN : 978-600-5672-04-6 (VOL.1)

شابک: ۹-۲۹-۵۶۷۲-۶۰۰-۹۷۸ (دوره ۲ جلدی) ISBN : 978-600-5672-29-9 (2VOL.SET)

آدرس: اصفهان. صندوق پستی: ۸۱۴۶۵-۸۹۴

تلفن: ۰۳۱۱ - ۶۶۳۸۰۲۱ همراه: ۰۹۱۳۳۰۰۲۸۷۴

«حق چاپ برای ناشر محفوظ است»

به نام خداوند جان و خرد

آشنایی با دانش پژوهان

دانش پژوهان یک سازمان علمی غیر دولتی است که با اهداف انجام و گسترش فعالیتهای علمی و پژوهشی و ارائه خدمات به دانش پژوهان به ویژه قشر دانشگاهی فعالیت خود را از سال ۷۸ آغاز نموده است. این مؤسسه ارتقای دانش پژوهی را به عنوان ویژگی ممتاز جامعه‌ای پویا و پیشرو، سرلوحه فعالیتهای خود قرار داده است.

مؤسسه دانش پژوهان با توجه به اهداف آرمانی و سازمانی خود با استفاده از نیروی جوان و متخصص دارای تحصیلات عالی دانشگاهی از دانشگاههای معتبر داخلی و خارجی کشور و بهره‌گیری از همکاری و مشاوره اساتید دانشگاههای مختلف اقدام به سازماندهی فعالیتهای خود در قالب شرکتها و مؤسسات زیر نموده است.

انتشارات مؤسسه علمی دانش پژوهان برین: با توجه به کادر علمی جوان و پرتوان مؤسسه و ارتباطات گسترده با اعضای هیأت علمی دانشگاهها این انتشارات با هدف گردآوری، تألیف، تدوین و ترجمه متون مورد نیاز در زمینه‌های فنی و مهندسی و علوم پایه به ویژه متون دانشگاهی و انجام کلیه امور چاپ و نشر این متون در قالب کتابهای دانشگاهی تشکیل شده است. تاکنون بیش از ۱۰۰ عنوان کتاب دانشگاهی توسط این انتشارات به چاپ رسیده است.

مؤسسه آموزش عالی آزاد دانش پژوهان: این مؤسسه با دریافت مجوز از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری فعالیت می‌کند. فعالیتهای آموزشی که از سال ۷۸ تا کنون انجام گرفته عبارتست از:

- برگزاری کلاسهای آمادگی آزمون کارشناسی به کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری (سراسری، آزاد، فراگیر پیام نور)
- برگزاری دوره‌های نرم‌افزارهای فنی و مهندسی.
- برگزاری دوره‌های آموزش زبان انگلیسی از مقدماتی تا پیشرفته و دوره‌های TOEFL و IELTS.

مؤسسه آموزش عالی غیر دولتی غیرانتفاعی دانش پژوهان: این مؤسسه یکی از مراکز تأسیس شده زیر نظر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می‌باشد که از طریق آزمون سراسری دانشگاهها و مراکز آموزش عالی کشور دانشجو می‌پذیرد.

بدیهی است شکوفایی حرکت دانش پژوهی و به سرمنزل رساندن اهداف مؤسسه همکاری و همراهی همه دانش پژوهانی که با این اهداف همسویی دارند را می‌طلبد بنابراین دانش پژوهان همواره آماده استقبال از پیشنهادات و نظرات همه دوستان عزیز می‌باشند.

به نام خداوند جان و خرد

پیشگفتار ویرایش اول، چاپهای اول تا پانزدهم

در جهان امروز و در میان گروههای اجتماعی موجود، پویندگان عرصه علم و دانش و به عبارتی تحصیل کردگان از اعتبار و جایگاه ویژه‌ای برخوردارند، چرا که پشتیبان و تکیه‌گاه ایشان همانا ارضای حس حقیقت‌جویی به عنوان اصلی‌ترین گرایش در نهاد آدمی بوده است و این کشش نه تنها مؤثرترین نقش را در پیشرفت جوامع بشری ایفا کرده بلکه پایه و اساس ایجاد تمدنهای مختلف و از جمله تمدنهای مبتنی بر ادیان آسمانی بوده است. در جامعه ما نیز بنا بر هویت ملی و فرهنگی، علم و دانش از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده است.

متأسفانه در دوران جدید با شیوع بیماری مزمن مدرک گرایی زمینه کمرنگ شدن اعتبار و عظمت علم و دانش فراهم گردیده و به عبارتی جستجو در پهنه علم به عنوان یک ارزش، با عبور از موانع مختلف و آزمونهای پیچیده جهت اخذ مدرک دانشگاهی، امروز تنها به عنوان یک روش مطرح می‌شود. در حال حاضر آمار رسمی گویای وجود تنوع و تعدد مبارک دانشگاهی در کشورهای پیشرفته به میزان چند برابر کشور ایران می‌باشد و این نشان می‌دهد جامعه ما با تمام توجه سطحی که به امر مدرک‌گرایی داشته است همچنان از معیارهای معتبر جهانی در این زمینه فاصله دارد.

نکته بسیار مهم به عنوان درمان بیماری ذکر شده و سرلوحه توسعه علمی فرهنگی کشور «توجه به علم و دانش بعنوان یک ارزش» است. البته باید در نظر داشت که توجه به محتوای علم و دانش هیچگاه با فرار از مدرک و تن ندادن به امتحان آزمون مساوی نبوده و نیست، چرا که این دیدگاه خود می‌تواند آغاز یک مسیر انحرافی باشد. به عبارتی دیگر هرگز نباید به خاطر واکنش شدن در مقابل وپروس مدرک‌گرایی، از ادامه تحصیلات در مراتب عالی و مقاطع دانشگاهی چشم پوشید، ضمن آنکه نباید صرفاً برای اخذ مدرک اقدام به پیگیری تحصیلات عالی نمود. چنانچه این دو نکته به خوبی روشن شوند بهترین راه درمان بیماری یاد شده هستند.

مسأله دیگری که در این بین مطرح می‌شود همان مشکل ظاهراً تکراری و همیشگی در کشورهای جهان سوم، یعنی کمبود امکانات آموزشی در دانشگاهها و عدم توزیع عادلانه امکانات موجود در سراسر کشور ما است که می‌تواند لطمات جبران ناپذیری را بر پیکره نظام آموزشی و به تبع آن جامعه وارد نماید. اولین و مهلک‌ترین لطمه، حذف تعدادی از دانشجویان مشتاق و با استعداد از گردونه تحصیلات عالی است. بسیار دیده شده که اشخاص بدون انگیزه و حتی فاقد سطح علمی لازم به دلیل برخورداری از امکانات مناسب به دانشگاه راه یافته و به دنبال آن موفق به اخذ مدرک دانشگاهی می‌شوند. اما به خاطر نداشتن انگیزه کافی علاقه چندانی به ارائه آموخته‌های خود نشان نمی‌دهند و از سوی دیگر، عزیرانی سرشار از توانایی و استعداد بوده‌اند اما به هر دلیلی نتوانسته‌اند از مرحله آزمون بگذرند و به ناچار بنای زندگی خود را در صحرای روزمرگی و بلا تکلیفی و سرخوردگی نهاده‌اند.

هدف و انگیزه اصلی تهیه کتاب عمران «تهیه و تدوین یک مجموعه مختصر، مفید و مناسب زیر نظر استادان مجرب و فرهیخته جهت همسان کردن زمینه دسترسی اشخاص مختلف در هر گوشه کشور و پر کردن چالشهای احتمالی ناشی از عدم ارائه تعدادی از دروس در بعضی از دانشگاهها و نیز معرفی آزمونهای گذشته جهت کسب آمادگی داوطلبان» بوده است. از دیگر اهداف نگارش این کتاب «اثبات توان یک گروه دانشجویی در تعریف، تنظیم و تحقق یک مجموعه تدوین شده علمی است» که استقبال خوانندگان محترم از جابهای اول، دوم و سوم و نقطه نظراتشان در کارتهای نظرخواهی کتاب حاکی از نزدیک شدن نگارندگان به اهداف ذکر شده می باشد.

کتاب عمران شامل دو بخش کلی است. بخش اول تحت عنوان چکیده درسهای تخصصی مهندسی عمران و بخش دوم، حل تشریحی آزمونهای کارشناسی ارشد می باشد. بخش اول شامل ۱۵ فصل درسی ریاضیات، مقاومت مصالح، تحلیل سازه ها، مکانیک خاک، مهندسی پی، طراحی سازه های فولادی، طراحی سازه های بتنی، مکانیک سیالات، هیدرولیک کانالهای باز، اصول تصفیه آب و فاضلاب، شیمی و میکروبیولوژی آب راه، روسازی و ترافیک، هیدرولوژی مهندسی، نقشه برداری و مهندسی سیستمها است. در تنظیم این فصلها سعی شده است تا به مطالب هر درس متناسب با تنوع سؤالات آزمونها پرداخته شود و در پایان هر قسمت نیز مثالهایی عنوان گشته تا ضمن تبیین بهتر مطالب درسی، نحوه کاربرد روابط را نیز روشن گردانند. در ادامه هر قسمت جدولهایی تنظیم گردیده تا ضمن بیان مثالهای بیشتر، سؤالات آزمونها را به صورت طبقه بندی شده ارائه نماید.

مطلب قابل توجه همت ستودنی اساتید عزیزمان در تصحیح و تأیید مطالب تهیه شده و حتی نگارش چهار فصل ۱۱، ۱۲، ۱۴ و ۱۵ توسط ایشان می باشد. در بخش دوم نیز سعی گردیده تا ضمن رعایت انسجام لازم سؤالات آزمونها در کاملترین صورت ارائه گردند. این بخش در مجموع شامل سؤالات چهارگزینه ای طرح شده در آزمون کارشناسی ارشد سالهای اخیر و دنبال آن حل تشریحی سؤالات می باشد. ضمن آنکه جهت دستیابی سریع خواننده به پاسخها، بلافاصله بعد از سؤالات هر سال پاسخنامه گزینه ای مربوط ارائه گردیده است. نکته ای که در بخش دوم مدنظر بوده است برقراری ارتباط با بخش اول کتاب از طریق ذکر شماره روابط، شکلها و متنها می باشد (هر چند ممکن است این کار سرعت خواننده را در دستیابی به جواب کاهش دهد). هدف از ارائه این روش ایجاد ارتباط بیشتر بین خواننده و متن اصلی و در نتیجه عمق بخشیدن به محتوای دروس مطالعه شده توسط دانشجو است. نکته دیگر، عدم اشاره به گزینه صحیح در تعداد معدودی از سؤالات به دلایل مختلف از جمله اشتباه بودن اصل سؤال و یا نبودن گزینه درست و در نهایت عدم دسترسی به پاسخ صحیح (علی رغم تمام سعی و تلاش نگارندگان برای بیان کامل مطالب) می باشد. با این وجود تعدادی از سؤالاتی که به شکل اشتباه در آزمون اصلی مطرح شده بودند در این کتاب تصحیح گردیده اند. در انتهای دو بخش نیز قسمتی به عنوان مراجع و منابع آورده شده است تا ضمن توضیح کامل دروس مطرح شده در کتاب عمران دیگر مطالب مورد نیاز را به شکل کاملتر ارائه دهد. قابل ذکر است که در تهیه مطالب فصلهای مربوط به مقاومت مصالح، تحلیل سازه ها، مکانیک خاک، مهندسی پی، طراحی سازه های فولادی، طراحی سازه های بتنی، مکانیک سیالات و هیدرولیک از جزوات درسی

دانشگاهی و مطالب ارائه شده توسط اساتید در کلاسهای آمادگی آزمون کارشناسی ارشد استفاده شده است، در اینجا ذکر دو نکته لازم است اولاً مراجع معرفی شده کتابهای مورد استفاده دانشجویان رشته عمران در سطح دانشگاههای کشور هستند که اغلب به راحتی قابل دسترس می باشند. ثانیاً نگارندگان علی رغم محاسن ذکر شده برای کتاب خود، مدعی ارائه یک مرجع کامل از مطالب درسی رشته عمران در صفحات محدود نیستند، بنابراین مطالعه این کتاب به هیچ عنوان خواننده کاوشگر را از مراجعه و مطالعه دقیق و کامل مراجع اصلی بی نیاز نخواهد کرد.

کتاب عمران مجموعه ای است حاصل همت و کوشش حدود هشت هزار نفر ساعت تلاش نگارندگان و دیگر یاری دهندگان ایشان و همکاری صمیمانه اساتید محترم که حداقل برای ما بعنوان اولین تجربه در زمینه تدوین کتاب حاوی تجربیات بسیار مفیدی هم در تهیه مطالب علمی و هم در زمینه فعالیت گروهی بوده است. برحسب وظیفه، کمال تشکر و سپاس را از استادان محترم دانشکده عمران دانشگاه صنعتی اصفهان که با همکاری خویش ما را سرافراز نمودند، داریم. همانگونه که قبلاً ذکر شد کار تصحیح و همچنین تألیف فصلهایی از کتاب برعهده اساتید بزرگوار بوده است. آقای دکتر کمال میرطلایی که در کمال خضوع و با تجربه چندین ساله خود تصحیح فصل هفتم و سؤالیهای مربوطه را انجام دادند، آقای دکتر علیمحمد مؤمنی که با تصحیح دروس مقاومت مصالح و سازه های فولادی (مطابق آیین نامه فولاد ایران) و نیز سؤالیهای مربوط به این دو درس ما را یاری نمودند، آقای دکتر کریم بیرامی که زحمت تصحیح درسهای سیالات و هیدرولیک و نیز سؤالیهای آن را به عهده گرفتند، آقای دکتر بیژن پرومند که قسمت مربوط به تحلیل سازه ها را تصحیح نمودند، آقای دکتر محمود قضاوی که در تصحیح فصلهای مکانیک خاک و مهندسی پی و سؤالات مربوطه ما را یاری نمودند. آقای مهندس محمود دیانت خواه که در نهایت لطف، کار تألیف درس نقشه برداری و پاسخگویی به سؤالات آن را به انجام رساندند و در این راه ما را از حضور همکاران عالیقدرشان آقایان مهندس موسوی زاده و مهندس مؤمنی در زمینه درسهای ژئودزی و فتوگرامتری بهره مند ساختند، آقای دکتر سیدمهدی ابطیعی که علی رغم مشغله فراوان، زمان زیادی را در رابطه با تصحیح درسهای مکانیک خاک و مهندسی پی، تألیف فصل های دوازدهم و پانزدهم و نیز تصحیح پاسخهای آنها نهادند، آقای دکتر حمیدرضا صفوی که زحمت تصحیح درسهای تصفیه آب و فاضلاب و هیدرولوژی، تألیف درس شیمی و میکروبیولوژی و نیز تصحیح پاسخهای آن را بر عهده گرفتند. همچنین از یاری آقای مهندس حبیبی نژاد کارشناس ارشد محیط زیست در تألیف دروس ریاضیات و تصفیه آب و فاضلاب و نیز پاسخهای مربوط به این دو درس استفاده نمودیم. از دیگر عزیزانی که ما را یاری رساندند از جمله آقایان مهندس محسن ابوطالبی، مهندس مهدی صابری، مهندس حامد سعادت نیا، مهندس حسن یاغیان بصیر، مهندس رسول رفیعی، سعید جوزدانی، مهندس علیرضا رضایتمند و آقای مهندس محمد ترابیان مدیریت انتشارات ارکان دانش خاضعانه تشکر می نماییم. از خوانندگان محترم بخصوص اساتید و دانشجویان عزیز دعوت می نمایم تا با ارائه پیشنهادات و انتقادات خود ما را از نظرات کارشناسانه شان بهره مند سازند.

بنام حضرت دوست که هر چه داریم از اوست

پیشگفتار ویراست دوم، جلد اول - چاپ اول

سال ۱۳۷۶، زمانی که جرقه تدوین کتاب عمران زده شد، کمتر کسی فکر می‌کرد این نوشتار بتواند رکورد ۱۶ چاپ و شمارگان بیش از ۳۰۰۰۰ نسخه را در ۱۲ سال کسب کند. با وجود آنکه ایده‌های مشابه به ذهن برخی‌ها رسیده بود و حتی چند عنوان کتاب نیز چاپ و یا الگوبرداری شده بود ولی تنها کتاب عمران بود که موفق شد با یک برنامه‌ریزی دقیق و به پشتوانه بیش از هشت‌هزار نفر ساعت کار شبانه روزی تبدیل به یک اثر ماندگار شود. همچنین، الهام بخش برخی فعالیت‌های علمی و گروهی دانشجویان مختلف در سراسر کشور شده، کسب و کار چندین مجموعه و مؤسسه را فعال نماید و با توزیع فراگیر، بیشتر مهندسين عمران را به گونه‌ای بهره‌مند سازد که در گوشه کنار ایران و جهان، ناخشنود از خواندن آن نباشند. مروری کوتاه بر اهداف نشر کتاب در پیشگفتار ویرایش اول نشان می‌دهد که آن زحمات، به لطف خدا، همت دوستان و توجه خوانندگان گرامی نتیجه داده و بر پایه همین موفقیت، ویرایش دوم کتاب در شکل و قالب جدیدتر و محتوایی عمیق‌تر تقدیم شده است.

ویرایش دوم دربرگیرنده دو جلد کتاب است. جلد اول که در واقع همان بخش اول کتاب قبلی است، مجموعه‌ای است از چکیده درسهای تخصصی و پایه مهندسی عمران. این جلد شامل ۱۲ فصل از درسهای ریاضی (ریاضی عمومی ۱ و ۲ و معادلات)، زبان تخصصی، مقاومت مصالح، تحلیل سازه (۱ و ۲)، مکانیک خاک، مهندسی پی، طراحی سازه‌های فولادی و بتنی (۱ و ۲)، مکانیک سیالات، هیدرولیک، هیدرولوژی و مجموعه مهندسی راه (راه‌سازی، روسازی و ترافیک) می‌باشد. جلد دوم نیز دوازده دوره آزمون کارشناسی ارشد را در خود جای داده که به جزییات آن در پیشگفتار مربوط اشاره خواهد شد. در نگارش جلد اول سعی شده تا مطالب درسی گسترده‌تر و مفهومی‌تر همراه با تعداد بیشتری مثال و مسئله بازگو گردد به نحوی که در مقایسه با کتاب قبلی حجم مطلب به بیش از سه برابر و تعداد مثالها در حد ده برابر افزایش یافته‌اند.

این کتاب حاصل تلاش و اندیشه نگارندگان، استادان دانشگاه بخصوص دانشکده عمران دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشجویان سابق و مهندسين حاضر و نیز همکارانمان در مجموعه‌های چاپ و نشر کتاب است که در همین فرصت از همراهی همه عزیزان، به‌ویژه دکتر سید مهدی ابطحی، مهندس محمد قیاسیان و انتشارات مؤسسه علمی دانش‌پژوهان برین به مدیریت آقای مهندس محسن جوادیان جزی کمال سپاس و قدردانی به عمل می‌آید. از تمامی خوانندگان گرامی نیز تقاضا می‌شود چون گذشته، ما را از پیشنهادها و انتقادهای خود بهره‌مند سازند.

امیر مسعود سامانی مجد، دانشجوی دکترا، دانشگاه تگزاس A&M

حسین عمو شاهی، دانشجوی دکترا، دانشگاه صنعتی اصفهان

مهدی زمانی، کارشناس ارشد خاک و پی، دانشگاه صنعتی اصفهان

مهران یکایی جزی، کارشناس ارشد سازه، دانشگاه صنعتی اصفهان

زمستان ۱۳۸۹

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول. ریاضیات
۱	(۱-۱) ریاضی عمومی
۱	(۱-۱-۱) بردارها و توابع برداری
۲	(۲-۱-۱) حد
۵	(۳-۱-۱) پیوستگی
۵	(۴-۱-۱) مشتق
۸	(۵-۱-۱) انتگرال
۱۱	(۶-۱-۱) خط و صفحه در فضا
۱۸	(۷-۱-۱) توابع چند متغیره و مشتقات جزئی
۲۴	(۸-۱-۱) رویه‌ها
۲۶	(۹-۱-۱) اعداد مختلط
۲۸	(۱۰-۱-۱) دنباله و سری
۳۲	(۱۱-۱-۱) معادلات خطی
۳۲	(۱۲-۱-۱) دستگاه معادلات خطی
۳۳	(۱۳-۱-۱) انتگرال دوگانه
۳۷	(۱۴-۱-۱) انتگرال سه گانه
۴۰	(۱۵-۱-۱) انتگرال خط
۴۲	(۱۶-۱-۱) عملگرها
۴۶	(۲-۱) معادلات دیفرانسیل
۴۶	(۱-۲-۱) معادلات مرتبه اول
۴۹	(۲-۲-۱) معادلات مرتبه دوم
۵۷	(۳-۲-۱) دستگاه معادلات خطی
۵۷	(۴-۲-۱) تبدیلات لاپلاس
۶۱	(۵-۲-۱) تابع گاما
۶۱	(۶-۲-۱) توابع بسل و معادلات دیفرانسیل بسل
۶۲	(۷-۲-۱) حل معادلات دیفرانسیل با استفاده از روش سری‌ها
۶۵	فصل دوم. زبان تخصصی
۶۶	(۱-۲) خواندن و درک مطلب (Reading Comprehension)
۶۶	(۱-۱-۲) تعیین هدف و یا ایده اصلی
۶۶	(۲-۱-۲) سؤال از جزئیات
۶۷	(۳-۱-۲) لفتهای جدید و فنی
۶۸	(۴-۱-۲) کلمه‌های اشاره کننده (مرجع)
۷۰	(۲-۲) دستور زبان
۷۱	(۳-۲) کلمات جدید

فصل سوم: مقاومت مصالح

۷۳

- ۷۳ (۱-۳) مفهوم تنش
- ۷۴ (۱-۱-۳) تنش مجاز
- ۷۵ (۲-۳) تنش و کرنش ناشی از نیروهای محوری
- ۷۵ (۱-۲-۳) تغییر شکل ناشی از نیروی محوری
- ۷۸ (۲-۲-۳) تحلیل سیستمهای نامعین محوری
- ۸۳ (۳-۲-۳) تعمیم قانون هوک
- ۸۶ (۳-۳) کرنش و مدول برشی
- ۸۷ (۴-۳) پیچش
- ۸۷ (۱-۴-۳) پیچش در مقاطع مدور
- ۸۸ (۲-۴-۳) پیچش در مقاطع جدار نازک بسته
- ۹۰ (۳-۴-۳) پیچش در مقاطع مستطیلی
- ۹۱ (۴-۴-۳) پیچش در مقاطع جدار نازک باز
- ۹۱ (۵-۴-۳) حل سیستمهای نامعین پیچشی
- ۹۳ (۶-۴-۳) مطالب متفرقه پیچش
- ۹۵ (۵-۲) خمش
- ۹۸ (۱-۵-۳) خمش مقاطع دو جسی
- ۱۰۰ (۲-۵-۳) نیروی حاصل از برابند تنش ناشی از خمش
- ۱۰۱ (۳-۵-۳) لنگر خمشی پلاستیک
- ۱۰۳ (۴-۵-۳) اثر توأم نیروی محوری و لنگر خمشی
- ۱۰۶ (۶-۲) برش
- ۱۰۷ (۱-۶-۳) توزیع تنش برشی در مقطع
- ۱۰۸ (۲-۶-۳) تنش برشی در مقاطع جدار نازک باز
- ۱۰۹ (۳-۶-۳) تنش برشی در مقاطع جدار نازک بسته
- ۱۱۱ (۴-۶-۳) مرکز برش
- ۱۱۳ (۵-۶-۳) ترکیب برش و پیچش
- ۱۱۴ (۷-۳) تبدیل تنشها
- ۱۱۵ (۱-۷-۳) دایره موهر
- ۱۱۷ (۲-۷-۳) دایره موهر کرنش
- ۱۱۸ (۳-۷-۳) دایره موهر سه بعدی
- ۱۱۹ (۴-۷-۳) تنش در مخازن جدار نازک
- ۱۲۰ (۸-۳) پایداری ستونها (کمانش)
- ۱۲۱ (۱-۸-۳) بار بحرانی سیستمهای شامل اعضای صلب و فنر
- ۱۲۲ (۲-۸-۳) بار بحرانی ستونها با رفتار الاستیک
- ۱۲۷ فصل چهارم: تحلیل سازه‌ها
- ۱۲۷ (۱-۴) معینی و نامعینی سازه‌ها
- ۱۲۸ (۱-۱-۴) درجه نامعینی در سازه‌های باز و بسته مسطح

۱۲۸	۲-۱-۴) درجه نامعینی قاب و خرابا
۱۳۰	۳-۱-۴) تعیین درجه نامعینی به روش درختی
۱۳۱	۲-۴) پایداری سازه‌ها
۱۳۴	۳-۴) تحلیل خراباهای معین
۱۳۶	۴-۴) خط تأثیر (Influence Line)
۱۳۶	۱-۴-۴) روش مستقیم
۱۳۷	۲-۴-۴) استفاده از کار مجازی و اصل مولر برسلو در سازه‌های معین و نامعین
۱۳۹	۳-۴-۴) خط تأثیر سازه‌های متشکل از تیرهای عرضی و تیرچه
۱۴۰	۴-۴-۴) خط تأثیر خراباها
۱۴۱	۵-۴-۴) کاربرد خط اثر
۱۴۳	۵-۴) تغییر شکل سازه‌ها
۱۴۳	۱-۵-۴) روش لنگر مساحت
۱۴۴	۲-۵-۴) روش تیر مزدوج
۱۴۷	۶-۴) روش‌های انرژی
۱۴۸	۱-۶-۴) روش بار واحد
۱۵۳	۲-۶-۴) تغییر مکان سازه‌های معین تحت اثر نشست، نقص عضو و تغییر درجه حرارت
۱۵۶	۳-۶-۴) تحلیل سازه‌های نامعین با استفاده از روش نیرو (تغییر شکل‌های همساز)
۱۵۷	۴-۶-۴) تحلیل سازه‌های نامعین با استفاده قضیه دوم کاستیگلیانو
۱۵۹	۵-۶-۴) قانون بتی-ماکسول
۱۶۱	۷-۴) روش شیب-افت
۱۶۴	۸-۴) روش پخش لنگر
۱۶۸	۹-۴) سازه‌های متقارن

فصل پنجم: مکانیک خاک

۱۷۳	۱-۵) خاک
۱۷۳	۱-۱-۵) دانه‌های خاک
۱۷۳	۲-۱-۵) لای
۱۷۴	۳-۱-۵) رس
۱۷۵	۴-۱-۵) آب جذب سطحی
۱۷۵	۵-۱-۵) پارامترهای وزنی و حجمی
۱۷۸	۶-۱-۵) خواص پلاستیسیته خاک
۱۷۸	۷-۱-۵) حد روانی (LL) یا حد مایع
۱۷۸	۸-۱-۵) نشانه خمیری (PI)
۱۷۹	۹-۱-۵) فعالیت (Activity (A)
۱۷۹	۱۰-۱-۵) نشانه روانی (LI) یا شاخص روانی
۱۷۹	۱۱-۱-۵) شاخص قوام (IC)
۱۷۹	۱۲-۱-۵) دانه‌بندی خاک‌های درشت دانه
۱۸۱	۱۳-۱-۵) دانه‌بندی خاک‌های ریز دانه

۱۸۱	 طبقه‌بندی خاک‌ها
۱۸۲	 (۱-۲-۵) طبقه‌بندی آشتو AASHTO
۱۸۲	 (۲-۲-۵) طبقه‌بندی یونیفاید
۱۸۶	 (۳-۵) جریان آب در خاک
۱۸۶	 (۱-۳-۵) گرادیان شیب هیدرولیکی
۱۸۷	 (۲-۳-۵) قانون داریسی
۱۸۷	 (۳-۳-۵) ضریب نفوذپذیری خاک (k)
۱۸۹	 (۴-۳-۵) شبکه جریان
۱۹۰	 (۵-۳-۵) فشار بر کنش (Uplift)
۱۹۰	 (۶-۳-۵) تنش مؤثر (σ')
۱۹۲	 (۴-۵) تحکیم
۱۹۳	 (۱-۴-۵) رابطه فشار با نسبت تخلخل
۱۹۴	 (۲-۴-۵) نشست بر اثر تحکیم اولیه و ثانویه
۱۹۵	 (۳-۴-۵) سرعت تحکیم
۱۹۶	 (۴-۴-۵) نشست آبی
۱۹۸	 (۵-۵) تنش در خاک
۱۹۹	 (۱-۵-۵) تنش‌های اصلی
۱۹۹	 (۲-۵-۵) دایره مور
۲۰۱	 (۳-۵-۵) مقاومت برشی خاک‌ها
۲۰۳	 (۴-۵-۵) شیب صفحه گسیختگی
۲۰۴	 (۵-۵-۵) رابطه بین تنش‌های اصلی در لحظه گسیختگی
۲۰۴	 (۶-۵-۵) گسیختگی برشی در خاک‌های اشباع
۲۰۴	 (۷-۵-۵) تعیین پارامترهای مقاومت خاک (ϕ و c)
۲۰۵	 (۸-۵-۵) آزمایش سه محوری
۲۰۸	 (۹-۵) تعیین تنش‌های ناشی از سربار در عمق خاک
۲۰۹	 (۱-۶-۵) فرضیات بوسینسک
۲۱۰	 (۲-۶-۵) تنش قائم به علت یک بار خطی نامحدود (باشد q)
۲۱۱	 (۳-۶-۵) تنش قائم به علت بار نواری مستطیلی (به عرض B و شدت q)
۲۱۱	 (۴-۶-۵) تنش در مرکز یک سطح بارگذاری دایره‌ای (به شعاع R و شدت q)
۲۱۱	 (۵-۶-۵) تنش قائم در گوشه سطح بارگذاری مستطیل شکل (به طول L و عرض B و شدت q)
۲۱۱	 (۶-۶-۵) تعیین تقریبی تنش‌ها با شیب ۲ به ۱
۲۱۴	 (۷-۵) تراکم
۲۱۵	 (۱-۷-۵) عوامل مؤثر بر تراکم
۲۱۶	 (۲-۷-۵) تأثیر تراکم بر مشخصات خاک
۲۱۶	 (۳-۷-۵) تراکم کارگاهی
۲۱۸	 (۸-۵) پایداری شیروانی‌های خاکی

۲۲۱	فصل ششم: مهندسی پی
۲۲۱	 (۱-۶) مهندسی پی
۲۲۱	 (۲-۶) انواع پی

۲۲۲	۳-۶ شناسایی تکتالارضی
۲۲۲	۳-۶ (۱) برنامه مطالعات تحتالارضی
۲۲۳	۳-۶ (۲) تعیین عمق گمانه‌ها
۲۲۳	۳-۶ (۳) تعیین فاصله گمانه‌ها
۲۲۴	۳-۶ (۴) نوع نمونه خاک مورد نیاز
۲۲۴	۳-۶ (۵) تعیین مقاومت خاک در محل
۲۲۷	۴-۶ (۱) شالوده‌های سطحی (Shallow Foundation)
۲۲۷	۴-۶ (۱) انواع گسیختگی خاک در پی‌های سطحی
۲۲۸	۴-۶ (۲) روش‌های تعیین نوع گسیختگی
۲۲۹	۴-۶ (۳) نظریه ظرفیت باربری ترزاقی
۲۳۱	۴-۶ (۴) تأثیر آب زیرزمینی در رابطه ظرفیت باربری
۲۳۳	۴-۶ (۵) رابطه عمومی ظرفیت باربری (مایر هوف)
۲۳۷	۴-۶ (۶) ظرفیت باربری پی‌ها با بار برون محوری
۲۴۲	۴-۶ (۷) محاسبه ظرفیت باربری پی روی خاک چند لایه
۲۴۲	۴-۶ (۸) نشست پی‌های سطحی
۲۴۵	۵-۶ (۱) دیوارهای حائل و فشار جانبی خاک
۲۴۶	۵-۶ (۱) فشار خاک در حالت سکون
۲۴۷	۵-۶ (۲) فشار وارد بر دیوار در حالت متحرک و انکین (Active)
۲۵۰	۵-۶ (۳) فشار وارد بر دیوار در حالت مقاومت و انکین (Passive)
۲۵۲	۵-۶ (۴) ترانشه‌ها
۲۵۳	۵-۶ (۵) تعادل دیوار
۲۵۴	۶-۶ (۱) پی‌های عمیق (شمع)
۲۵۵	۶-۶ (۱) تخمین ظرفیت باربری شمع
۲۵۵	۶-۶ (۲) مقاومت انتهایی (Q_p)
۲۵۷	۶-۶ (۳) مقاومت اصطکاکی (Q_s)
۲۶۰	۶-۶ (۴) نشست شمعها
۲۶۱	۶-۶ (۵) کشش در شمعها
۲۶۲	۶-۶ (۶) گروه شمعها

فصل هفتم: طراحی سازه‌های فولادی

۲۶۵	۱-۷ (۱) اعضای کششی
۲۶۷	۲-۷ (۲) اعضای فشاری
۲۷۰	۲-۷ (۱) بار بحرانی ستون
۲۷۳	۲-۷ (۲) برش در ستون‌ها
۲۷۴	۲-۷ (۳) ستون‌های دویله
۲۷۷	۳-۷ (۱) طراحی تیرها
۲۸۱	۳-۷ (۱) جاری شدن موضعی جان
۲۸۲	۳-۷ (۲) کنترل خیز

۲۸۳	 ۳-۳-۷) خمشی دو محوره
۲۸۴	 ۴-۳-۷) باز توزیع لنگر
۲۸۴	 ۵-۳-۷) کنترل برش
۲۸۵	 ۶-۳-۷) تیرهای نعل درگاهی
۲۸۶	 ۴-۷) طراحی تیر ستون‌ها
۲۸۹	 ۵-۷) صفحات زیر ستون
۲۸۹	 ۱-۵-۷) ستون تحت نیروی کششی
۲۸۹	 ۲-۵-۷) ستون تحت فشار خالص
۲۹۱	 ۳-۵-۷) ستون تحت خروج از مرکزیت $e \leq \frac{B}{6}$
۲۹۲	 ۴-۵-۷) ستون تحت خروج از مرکزیت $e > \frac{B}{6}$
۲۹۴	 ۶-۷) اتصالات پیچی
۲۹۵	 ۱-۶-۷) اتصالات تحت نیروی برشی خالص
۲۹۶	 ۲-۶-۷) اتصالات تحت پیچش خالص
۲۹۷	 ۳-۶-۷) اتصالات تحت پیچش و برش
۲۹۸	 ۴-۶-۷) اتصالات تحت اثر کشش
۲۹۸	 ۵-۶-۷) اتصالات تحت اثر کشش و برش
۲۹۹	 ۶-۶-۷) اتصالات تحت اثر خمشی
۳۰۰	 ۷-۶-۷) اتصالات تحت اثر کلیه نیروها
۳۰۱	 ۷-۷) اتصالات جوشی
۳۰۲	 ۱-۷-۷) جوش‌های تحت برش خالص
۳۰۳	 ۲-۷-۷) جوش‌های تحت پیچش خالص
۳۰۴	 ۳-۷-۷) جوش تحت برش و پیچش توأم
۳۰۵	 ۴-۷-۷) جوش تحت کشش خالص
۳۰۵	 ۵-۷-۷) جوش تحت خمشی خالص
۳۰۵	 ۶-۷-۷) جوش تحت ترکیب کلیه نیروها
۳۰۶	 ۸-۷) تیر ورق‌ها
۳۰۸	 ۱-۸-۷) طراحی جوش بال به جان تیر ورق

۳۱۱	فصل هشتم : طراحی سازه‌های بتنی
۳۱۱	 ۱-۸) آنالیز و طراحی مقاطع تحت خمشی
۳۱۲	 ۱-۱-۸) روش تحلیل الاستیک
۳۱۳	 ۲-۱-۸) روش تحلیل الاستوپلاستیک
۳۲۰	 ۳-۱-۸) روش مقاومت نهایی
۳۳۰	 ۲-۸) آنالیز و طراحی مقاطع تحت برش
۳۳۱	 ۱-۲-۸) انواع ترک‌های برشی در بتن آرمه
۳۳۱	 ۲-۲-۸) مقاومت برشی تیر بتن آرمه
۳۳۳	 ۳-۲-۸) برش در تیر عمیق

۳۳۴	۳-۸) آنالیز و طراحی مقاطع تحت پیچش
۳۳۶	۴-۸) آنالیز و طراحی مقاطع تحت برش و پیچش توأم
۳۳۸	۵-۸) مختصری درباره ستون ها
۳۳۹	۵-۸-۱) محاسبه مرکز پلاستیک
۳۴۰	۵-۸-۲) آنالیز و طراحی مقاطع تحت خمش و نیروی محوری توأم
۳۴۳	۵-۸-۳) رفتار ستون ها تحت خمش دو محوره
۳۴۴	۵-۸-۴) رفتار ستون های لاغر
۳۴۶	۶-۸) چسبندگی و مهار آرماتور
۳۴۷	۶-۸-۱) چسبندگی مهار
۳۴۸	۶-۸-۲) چسبندگی خمشی
۳۴۹	۶-۸-۳) قطع آرماتورهای خمشی
۳۵۱	۷-۸) فونداسیون ها (پی های سطحی)
۳۵۱	۷-۸-۱) طراحی پی های متفرد صلب
۳۵۵	۷-۸-۲) طراحی پی دو ستون
۳۵۶	۷-۸-۳) طراحی پی باسکولی
۳۵۸	۷-۸-۴) کنترل برش در پی ها
۳۶۱	۸-۸) شکل پذیری
۳۶۱	۸-۸-۱) شکل پذیری در تیر های بتن آرمه
۳۶۳	۸-۸-۲) شکل پذیری در ستون های بتن آرمه
۳۶۵	۹-۸) کنترل خیز در سازه های بتن آرمه
۳۶۹	فصل نهم: مکانیک سیالات
۳۶۹	۹-۱) مفاهیم پایه
۳۷۵	۹-۲) ایستایی سیالات
۳۷۶	۹-۲-۱) وسایل اندازه گیری فشار
۳۷۹	۹-۲-۲) نیروی فشار وارد بر سطوح تخت و خمیده
۳۸۴	۹-۲-۳) مرکز شناوری
۳۸۶	۹-۲-۴) سکون نسبی
۳۸۹	۹-۳) مفاهیم جریان سیال و معادلات بنیادی
۳۸۹	۹-۳-۱) سیستم و حجم کنترل
۳۸۹	۹-۳-۲) مفاهیم جریان سیال و معادلات بنیادی
۳۹۱	۹-۳-۳) معادله پیوستگی
۳۹۲	۹-۳-۴) معادله انرژی
۳۹۳	۹-۳-۵) معادله اندازه حرکت
۴۰۰	۹-۴) آنالیز ابعادی و تشابه دینامیکی
۴۰۰	۹-۴-۱) قضیه π - باکینگهام
۴۰۳	۹-۴-۲) پارامترهای بی بعد متداول در سیالات
۴۰۴	۹-۴-۳) تشابه هیدرولیکی

- ۴۰۶ (۵-۹) اثرات لزجت، مقاومت سیال و افت‌ها
- ۴۰۶ (۱-۵-۹) محاسبه افت‌ها
- ۴۰۹ (۲-۵-۹) افت‌های موضعی
- ۴۱۱ (۳-۵-۹) خط شیب هیدرولیکی و خط انرژی
- ۴۱۱ (۴-۵-۹) اندازه‌گیری مشخصات جریان
- ۴۱۵ (۵-۵-۹) لوله‌های موازی و سری

فصل دهم: هیدرولیک کانال‌های باز

- ۴۱۷ (۱-۱۰) مفاهیم پایه
- ۴۱۸ (۱-۱-۱۰) انواع جریان
- ۴۱۹ (۲-۱-۱۰) معادلات حاکم بر کانال‌های باز
- ۴۲۳ (۲-۱۰) انرژی در کانال‌های باز
- ۴۲۳ (۱-۲-۱۰) انرژی مخصوص
- ۴۲۴ (۲-۲-۱۰) جریان بحرانی و سرعت موج
- ۴۲۶ (۳-۲-۱۰) عدد فرود
- ۴۲۷ (۴-۲-۱۰) تغییرات وضعیت جریان
- ۴۳۳ (۵-۲-۱۰) منحنی انرژی مخصوص برای Δ ثابت
- ۴۳۵ (۳-۱۰) اصل اندازه حرکت در کانال‌های باز
- ۴۴۱ (۴-۱۰) جریان یکنواخت در کانال باز
- ۴۴۱ (۱-۴-۱۰) مقاومت در مقابل جریان
- ۴۴۵ (۲-۴-۱۰) ضریب زبری در کانالی با مقطع مرکب
- ۴۴۷ (۳-۴-۱۰) بهترین مقطع هیدرولیکی
- ۴۴۸ (۵-۱۰) جریان متغیر تدریجی (G.V.F) دائمی در کانال‌های باز
- ۴۴۹ (۱-۵-۱۰) نیمرخ‌های سطح آب
- ۴۵۳ (۲-۵-۱۰) محاسبات جریان متغیر تدریجی
- ۴۵۴ (۳-۵-۱۰) ارتباط دو دریاچه و دبی جریان

فصل یازدهم: هیدرولوژی مهندسی

- ۴۵۷ (۱-۱۱) هواشناسی
- ۴۵۷ (۱-۱-۱۱) درجه حرارت
- ۴۵۸ (۲-۱-۱۱) فشار هوا و باد
- ۴۵۹ (۳-۱-۱۱) رطوبت هوا
- ۴۶۲ (۲-۱۱) بارندگی و تبخیر
- ۴۶۲ (۱-۲-۱۱) بارندگی
- ۴۶۳ (۲-۲-۱۱) محاسبه ارتفاع متوسط بارندگی
- ۴۶۳ (۳-۲-۱۱) مشخصات بارش
- ۴۶۵ (۴-۲-۱۱) تبخیر و تعرق و بیلان آب
- ۴۶۷ (۳-۱۱) نفوذ آب
- ۴۶۸ (۱-۳-۱۱) شاخصهای نفوذ

۴۷۱	۴-۱۱) آبهای زیرزمینی
۴۷۲	۴-۱۱) انواع لایه‌های آبدار
۴۷۳	۴-۱۱) مشخصات لایه‌های آبدار و جریان آب
۴۷۴	۵-۱۱) رواناب سطحی
۴۷۴	۵-۱۱) محاسبات رواناب سطحی
۴۷۶	۵-۱۱) هیدروگراف واحد
۴۷۷	۵-۱۱) هیدروگراف واحد مصنوعی
۴۸۲	۵-۱۱) اندازه‌گیری دبی جریان
۴۸۳	۶-۱۱) آمار و احتمالات در هیدرولوژی
۴۸۳	۶-۱۱) سریهای هیدرولوژیکی
۴۸۳	۶-۱۱) تحلیل فراوانیها
۴۸۴	۶-۱۱) تحلیل ریسک در هیدرولوژی

۴۸۷	فصل دوازدهم: راه‌سازی- روسازی- ترافیک
۴۸۷	۱-۱۲) راه‌سازی
۴۸۷	۱-۱۲) طرح هندسی راه
۴۹۲	۱-۱۲) محاسبه حجم عملیات خاکی
۴۹۷	۲-۱۲) روسازی راه
۴۹۷	۲-۱۲) لایه‌های روسازی
۵۰۲	۲-۱۲) تأثیر عوامل جوی
۵۰۳	۳-۱۲) آنالیز
۵۰۵	۴-۱۲) مهندسی ترافیک
۵۰۵	۴-۱۲) تئوری جریان
۵۰۷	۴-۱۲) فاصله عبور
۵۰۹	۴-۱۲) چراغهای راهنمایی