

بِسْمِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تحلیل ماتریسی سازه‌ها

گردآوری و تدوین:

دکتر رضا کامگار

عضو هیأت علمی گروه مهندسی عمران دانشگاه شهرکرد

دکتر علی انبیری

عضو هیأت علمی گروه مهندسی عمران دانشگاه شهرکرد

دکتر حامد جاودان‌یان

عضو هیأت علمی گروه مهندسی عمران دانشگاه شهرکرد

کامگار، رضا، ۱۳۶۳ -
تحلیل ماتریسی سازه‌ها/ نویسندگان رضا کامگار، علی حیدری، حامد جاودانیان.
اصفهان: جهاد دانشگاهی، واحد اصفهان، ۱۳۹۵.
۳۳۶ ص:، مصور، جدول، نمودار.
۹۷۸-۶۰۰-۳۱۸-۸۸-۸

فیفا
تحلیل سازه - روش‌های ماتریسی
Structural analysis (Engineering) -- Matrix methods

حیدری، علی، ۱۳۵۲ -
جاودانیان، حامد، ۱۳۶۲ -
جهاد دانشگاهی. واحد اصفهان
۱۳۹۵ ۳۲۳/ک TA۶۴۲
۶۲۴/۱۷۱
۶۳۰۶۹۳۷

سرشناسه
عنوان و نام پدیدآور
مشخصات نشر
مشخصات ظاهری
شابک
وضعیت فهرست نویسی
موضوع
موضوع
شناسه افزوده
شناسه افزوده
شناسه افزوده
ردیف کتبه
دبند یوبی
شماره کتابشناسی ملی

انتشارات جهاد دانشگاهی و واحد اصفهان
اصفهان - میدان آری - جنب درب شمالی دانشگاه اصفهان
www.jahadbooks.com.ir ۳۱۰ ۳۶۸۰۰۶۲
تلفن: ۳۱۰ ۳۶۸۰۰۶۲



تألیف: دکتر رضا کامگار - دکتر علی حیدری - دکتر حامد جاودانیان
نویت چاپ: اول
تاریخ نشر: ۱۳۹۶
تیراژ: ۳۰۰
تعداد صفحات: ۳۳۶
طراح جلد و صفحه آرا: محمدعلی نریمانی
مدیر تولید: فرهاد رفیعیان
قیمت: ۱۷۰۰۰ تومان
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۳۱۸-۸۸-۸

مرکز ریختن:

اصفهان: (۱) انتشارات جهاد دانشگاهی واحد اصفهان ۳۶۸۰۰۶۲-۳۱۰
(۲) علم گستر سپاهان: ۲۲۱۹۹۷۹-۳۱-۳
تهران: (۱) انتشارات جهاد دانشگاهی (دفتر مرکزی) تلفن: ۶۶۴۸۷۶۲۶-۲۱
(۲) کتابیران: ۱۸-۵۰۹-۶۶۵۶۶-۲۱
(۳) دانشیران: ۲۲۰-۶۶۴۰۰-۲۱

این اثر مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس تمام و یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر، پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

پیشگفتار مؤلفین

به نام خالق بی‌همتا

پیش از هر چیز، خدای یگانه را شاکریم که این فرصت را فرا رویمان قرار داد تا قدمی هرچند کوچک در نگارش کتابی برداریم که یکی از دروس رشته‌ی مهندسی عمران در مقطع کارشناسی و پیش‌زمینه‌ای برای درس بسیار مهم اجزای محله در مقطع کارشناسی ارشد است. درسی که نیاز به فراگیری دقیق و تسلط زیاد بر حل مسائل در آن پیش از این نیز تسلط بر ریاضیات از اساتید محترم یادآوری شده است. در این کتاب مؤلفین سعی نموده‌اند تا با حل مسائل و بیان دقیق مفاهیم آنان، دانشجویان رشته‌ی عمران را با مطالبی مهم آشنا نموده و انگیزه‌ی نگرستن به جهان پیرامون با درسی را به آنان بیاموزند.

لازم به ذکر است که در تهیه‌ی مطالب هر فصل از کتاب مؤلفین سعی نموده‌اند تا مطالب را به شیوه‌ای کاملاً مفهومی و با زبانی ساده بیان نمایند. از آن‌جا که کتاب حاضر نخستین ویرایشی است که به چاپ می‌رسد باور داریم علیرغم سعی و تلاش فراوان ما نوشته‌ی حاضر دارای لغزش‌ها و کاستی‌هایی باشد. پیشاپیش از خوانندگان محترم به لحاظ احتمال وجود اشتباهات و اشکالاتی که از آن‌ها دور مانده بوزش می‌خواهیم. و در پایان ما را از نظرات، پیشنهادها و رهنمودهای خویش که موجب امتنان این کتاب است بی‌دریغ نگذارید و ما را در چاپ هرچه بهتر این کتاب یاری نمایید.

دکتر رضا کامگار

Kamgar@eng.sku.ac.ir

دکتر علی حیدری

Heidari@eng.sku.ac.ir

دکتر حامد جاودانیان

Javdanian@eng.sku.ac.ir

فهرست مطالب

فصل ۱: جبر ماتریس‌ها و روشهای عددی حل معادلات

۱۱	۱- جبر ماتریسی
۱۱	۱-۱- ماتریس
۱۲	۲-۱- ماتریس توپلیتس
۱۳	۳-۱- ماتریس مربعی
۱۳	۴-۱- ماتریس سطری
۱۳	۵-۱- ماتریس ستونی
۱۳	۶-۱- ماتریس 1×1
۱۳	۷-۱- ماتریس صفر یا تهی
۱۴	۸-۱- تساوی دو ماتریس
۱۴	۹-۱- جمع و تفریق ماتریس‌ها
۱۵	۱۰-۱- قوینگی یک ماتریس
۱۶	۱۱-۱- ضرب ماتریس‌ها
۱۷	۱۲-۱- جذر ماتریس‌ها
۱۷	۱۳-۱- ترانزاده‌ی ماتریس
۱۸	۱۴-۱- ماتریس واحد یا همانی
۱۹	۱۵-۱- ماتریس قطری
۲۰	۱۶-۱- ماتریس اسکالر
۲۰	۱۷-۱- ماتریس متقارن
۲۱	۱۸-۱- ماتریس پادمتقارن
۲۱	۱۹-۱- ماتریس نوار
۲۲	۲۰-۱- ماتریس هرمیتی

۲۳	۲۱-۱- ماتریس متعامد
۲۴	۲۲-۱- ماتریس الحاقی
۲۴	۲۳-۱- اثر ماتریس
۲۵	۲۵-۱- درمینان
۳۱	۲۶-۱- افراز یا تفکیک ماتریس
۳۲	۲۷-۱- ماتریس وارون یا معکوس
۳۵	۲۸-۱- مسئله‌ی مقادیر ویژه
۳۷	۲۹-۱- عملگر مشتق‌گیری
۳۹	۳۰-۱- حل دستگاه معادلات خطی

فصل ۲: کلیات تحلیل ماتریسی

۴۷	۲- مقدمه
۴۷	۱-۲- کلیات و شهای پیل ماتریسی
۵۱	۲-۲- دیاگرام (Line Diagram)
۵۲	۳-۲- روابط بنیادی در تحلیل سازه
۵۳	۱-۳-۲- معادلات تعادل
۵۵	۲-۳-۲- شرایط سازگاری
۵۷	۳-۳-۲- روابط تنش- کرنش یا روابط بنیاد

فصل ۳: تحلیل ماتریسی خراباهای صفحه‌ای

۵۹	۱-۳- خراباها:
۶۰	۲-۳- انواع خراباها از نظر شکل هندسی
۶۴	۳-۳- عکس‌العمل‌های تکیه‌گاه‌های واقع در صفحه برای خراباها
۶۵	۴-۳- درجات آزادی
۶۶	۵-۳- محاسبه‌ی تعداد درجات آزادی خراباهای دویعدی
۶۸	۶-۳- پایداری و ناپایداری خراباها
۶۸	۷-۳- معینی، نامعینی و درجه‌ی نامعینی خراباهای صفحه‌ای
۶۹	۸-۳- محاسبه درجه معینی- نامعینی و وضعیت پایداری در خراباها
۶۹	۹-۳- دستگاه مختصات محلی و کلی
۷۰	۱-۹-۳- دستگاه مختصات کلی
۷۱	۲-۹-۳- دستگاه مختصات محلی
۷۵	۱۰-۳- روابط سختی عضو در دستگاه مختصات محلی
۸۶	۱۱-۳- انتقال از دستگاه مختصات کلی به محلی و بالعکس
۹۵	۱۲-۳- سختی عضو در دستگاه مختصات کلی
۹۸	۱۳-۳- اسمبل نمودن ماتریس سختی اعضا با در نظر گرفتن شماره‌ی درجات آزادی

۱۴-۳	در نظر گرفتن اثرات تغییر درجه‌ی حرارت	۱۱۷
۱۲۵	مسائل پایان فصل:	۱۲۵

فصل ۴: تحلیل ماتریسی تیرها

۱۲۹	تیرها	۱۲۹
۱۲۹	۱-۴- عکس‌العمل‌های نقاط اتکا و نقاط اتصال اجسام صلب واقع در صفحه	۱۲۹
۱۳۱	۲-۴- عکس‌العمل‌های نقاط اتکا و نقاط اتصال اجسام صلب واقع در فضا	۱۳۱
۱۳۲	۳-۴- پایداری و ناپایداری سازه‌ها	۱۳۲
۱۳۲	۴-۴- نیروهای داخلی در تیرها	۱۳۲
۱۳۳	۵-۴- فراداد علامت نیروهای داخلی	۱۳۳
۱۳۴	۶-۴- درجه‌ی آزادی	۱۳۴
۱۳۵	۷-۴- معین، نامعین، درجه‌ی نامعین سازه‌ها	۱۳۵
۱۳۸	۸-۴- محاسبه‌ی همداد درجه‌ی آزادی تیر دوبعدی	۱۳۸
۱۳۸	۹-۴- دیاگرام خطی (Line Diagram)	۱۳۸
۱۴۰	۱۰-۴- روابط سختی عضو در دستگاه مختصات محلی	۱۴۰
۱۵۶	۱۱-۴- نیروهای انتهایی اعضا به واسطه‌ی نیروهای خارجی	۱۵۶
۱۶۴	۱۲-۴- اسمبل نمودن ماتریس سختی اعضا با در نظر گرفتن شماره‌ی درجات آزادی	۱۶۴
۱۷۹	مسائل پایان فصل:	۱۷۹

فصل ۵: تحلیل ماتریسی قاب‌های صفحه‌ای

۱۸۳	۵- قاب‌ها	۱۸۳
۱۸۳	۱-۵- دیاگرام خطی (Line Diagram)	۱۸۳
۱۸۷	۲-۵- روابط سختی عضو در دستگاه مختصات محلی	۱۸۷
۱۹۶	۳-۵- نیروهای انتهایی اعضا به واسطه‌ی نیروهای خارجی	۱۹۶
۲۰۷	۴-۵- انتقال از دستگاه مختصات کلی به محلی و بالعکس	۲۰۷
۲۱۴	۵-۵- سختی عضو در دستگاه مختصات کلی	۲۱۴
۲۱۸	۶-۵- اسمبل نمودن ماتریس سختی اعضا با در نظر گرفتن شماره‌ی درجات آزادی	۲۱۸

فصل ۶: تحلیل ماتریسی شبکه‌ها

۲۲۷	۶- شبکه‌ها	۲۲۷
۲۳۸	۱-۶- مدل تحلیلی و درجات آزادی	۲۳۸
۲۴۱	۲-۶- روابط سختی عضو در دستگاه مختصات محلی	۲۴۱
۲۵۱	۳-۶- آزادسازی اعضا	۲۵۱
۲۵۳	۴-۶- انتقال مختصات	۲۵۳
۲۷۰	مسائل پایان فصل:	۲۷۰

فصل ۷: آزادسازی اعضا و در نظر گرفتن اثرات ثانویه در تحلیل ماتریسی سازه‌ها

۲۷۳	۷- مقدمه
۲۷۳	۷-۱- تأثیر وجود مفصل داخلی (با تکیه گاه مفصلی) بر روی ماتریس سختی عضو
۲۹۳	۷-۲- تأثیر نشست تکیه گاهی
۳۰۵	۷-۳- تغییرات دما و خطاهای ساخت
۳۰۶	۷-۳-۱- نیروهای انتهای گیرداری اعضا به واسطه ی تغییرات دما
۳۱۰	۷-۳-۲- نیروهای انتهای گیرداری اعضا به واسطه ی خطاهای ساخت
۳۱۱	۷-۳-۲-۱- خطاهای ناشی از تغییر در طول اولیه ی اعضا هنگام ساخت
۳۱۱	۷-۳-۲-۲- خطاهای ناشی از عدم صاف بودن عضو اولیه
۳۳۲	سائل بیان فصل
۳۳۶	مراجع: