

آمالیز و طراحی پلاستیک سازه‌ها

دکتر علی حیدری

(دانشیار دانشگاه شهرکرد)

دکتر محمد حیدری

(استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد الیگودرز)

پاییز ۱۳۹۶

سرشناسه :	حیدری، علی، ۱۳۵۲ -
عنوان و نام پدیدآور :	آنالیز و طراحی پلاستیک سازه‌ها / علی حیدری، محمد حیدری.
مشخصات نشر :	تهران: سامان دانش، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری :	۱۸۰ص: مصور، نمودار.
شابک :	۹۷۸-۶۰۰-۷۷۶۶-۸۷-۳
وضعیت فهرست نویسی :	فیبا
یادداشت :	کتابنامه: ص. ۱۶۶.
موضوع :	تحلیل خمیری
موضوع :	Plastic analysis (Engineering)
موضوع :	طراحی سازه
موضوع :	Structural design
موضوع :	آختمان سازی
موضوع :	Building
موضوع :	سازه
موضوع :	Structural analysis (Engineering)
شناسه افزوده :	حیدری، محمد، ۱۳۵۶ -
شناسه افزوده :	تولس، داود، ۱۳۳۵ - ، ویراستار علمی
رده بندی کنگره :	۱۳۹۶ ج ۹ / ۲۸۶
رده بندی دیویی :	۶۲۴/۱۷
شماره کتابشناسی ملی :	۴۹۷۰۵۳۲



آنالیز و طراحی پلاستیک سازه‌ها

- مؤلف: دکتر علی حیدری، دکتر محمد حیدری
- ویراستار علمی: دکتر داود تولکی
- لیتوگرافی: سروش
- چاپ: نقشینه
- چاپ اول: ۱۳۹۶
- شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
- شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۷۶۶-۸۷-۳
- ISBN: 978-600-7766-87-3

■ تهران: ضلع شمال غربی پل سیدخندان، نبش خیابان شریعتی، ساختمان ۱۰۰۰، واحد ۶
 همراه ۰۹۱۳۳۸۲۸۶۵۱ دورنگار ۲۲۸۶۲۷۰۱ صندوق پستی: ۱۶۳۱۵-۱۷۱۱
 Printed in The Islamic Republic of IRAN * کلیه حقوق محفوظ است.

پیش‌گفتار

شناخت صحیح رفتار سازه‌ها در ناحیه پلاستیک، می‌تواند نقش به‌سزایی در طراحی سازه داشته باشد. به‌دلیل توجه کم به درس آنالیز و طراحی پلاستیک سازه‌ها در دانشگاه‌ها، ما به‌دیم که مهندسين عمران و مکانیک در زمینه‌ی شناخت رفتار پلاستیک سازه‌ها دچار مشکل شده‌اند. این موضوع بر عملکرد آن‌ها در زمینه طراحی، تأثیر منفی داشته است. هر مهندس عمران و یا مکانیک در طول زندگی علمی و کاری خود با کاربردهای تحلیل پلاستیک مواجه می‌شود. در همین راستا کتاب حاضر که اصول اولیه تحلیل و طراحی پلاستیک سازه‌ها است، تهیه گردید. این کتاب مشتمل بر ۷ فصل بوده و فصل‌بندی آن طوری انتخاب شده که با مطالعه کامل کتاب اطلاعات جامعی در این خصوص پیدا کند.

در اینجا لازم می‌دانیم از زحمات دکتر داود توکان بخاطر همکاری ایشان در ویرایش علمی کتاب، تشکر کنیم.

امیدواریم که کتاب حاضر به نحو مطلوب بیارزیند، مباحث ضروری آنالیز و طراحی پلاستیک سازه‌ها باشد. اگر چه مولفین حداکثر تلاش خود را برای عرضه بدون اشکال کتاب به کار برده‌اند ولی مسلماً اشکالاتی وجود خواهد داشت که از دید مولفین به دور مانده است. مزین امتنان است که اگر خوانندگان و صاحب نظران کتاب، اشکالات آن را از طریق ایمیل به مولفین اطلاع دهند.

علی حیدری (heidari@eng.sku.ac.ir)

محمد حیدری (moh104337@yahoo.com)

فهرست مطالب

۱	فصل ۱: اصول اولیه تحلیل الاستیک
۳	۱-۱- مقدمه
۳	۱-۲- مفهوم مفصل و خرابی پلاستیک
۵	۱-۳- رابطه تنش- کرنش فولاد نرم
۹	۱-۴- خمش الاستیک- پلاستیک
۱۳	۱-۴-۲- مقطع با یک محور تقارن
۱۴	۱-۵- ارزیابی ممان پلاستیک
۱۶	مسائل
۱۷	فصل ۲: فروپاشی پلاستیک ساده
۱۹	۲-۱- مقدمه
۲۰	۲-۲- تیر با تکیه‌گاه ساده
۲۴	۲-۳- تیر دو سر گیردار
۳۱	۲-۳-۱- محاسبه مستقیم بار فروپاشی
۳۱	۲-۳-۲- رفتار تیر در باربرداری
۳۲	۲-۴- تاثیر تکیه‌گاه ثابت جزئی
۳۶	۲-۵- قاب پرتال

۳۸	۲-۵-۱- اصل کار مجازی
۳۹	۲-۵-۲- معادلات تعادلی با ایجاد جابجایی مجازی
۳۹	۲-۵-۳- معادلات سازگاری با نیروهای مجازی
۴۲	۲-۵-۴- تحلیل گام به گام بار افزایشی
۴۵	۲-۵-۵- محاسبه تغییر شکل با روش بار واحد
۴۶	مسائل

۴۷	فصل ۳: تئوریهای پایه
۴۹	۳-۱- مده
۵۰	۳-۲- بیان قنایا
۵۰	۳-۲-۱- قضیه انتاتیک
۵۱	۳-۲-۲- قضیه سینما
۵۲	۳-۲-۳- قضیه یکتایی
۵۳	۳-۳- تشریح یک مثال
۵۴	۳-۱-۳- معادلات تعادل با جابجایی مجازی
۵۵	۳-۲-۳- مکانیزم ستون
۵۸	۳-۳-۳- مکانیزم تیر
۶۰	۳-۴-۳- مکانیزم ترکیبی
۶۲	۳-۴- بارهای گسترده
۶۲	۳-۴-۱- حداکثر ممان خمشی در یک عضو
۶۴	۳-۴-۲- تشریح یک مثال
۶۸	۳-۵- فروپاشی جزئی و فوق کامل
۶۹	۳-۵-۲- مثالی از فروپاشی فوق کامل
۷۲	۳-۵-۳- تیرهای پیوسته
۷۳	۳-۵-۴- تیرهای دو سر گیردار تقویت شده
۷۴	مسائل

فصل ۴: روشهای طراحی پلاستیک.....	۷۹
۱-۴- مقدمه.....	۸۱
۲-۴- روش سعی و خطا.....	۸۲
۳-۴- روش مکانیزمهای مرکب.....	۸۲
۱-۳-۴- قاب مستطیلی.....	۸۳
۲-۳-۴- قاب شیب دار.....	۹۷
۴-۴- روشهای دیگر تعیین ضریب بار فروپاشی.....	۹۹
مسائل.....	۱۰۰

فصل ۵: تخمین خیز.....	۱۰۳
۱-۵- مقدمه.....	۱۰۵
۲-۵- رابطه بار-خیز برای تیر با کیه گ مفصلی.....	۱۰۶
۱-۲-۵- سطح مقطع مستطیلی از مصالح پلاستیک ایده آل.....	۱۰۶
۲-۲-۵- سطح مقطع و خواص ماده.....	۱۱۱
۳-۵- اثرات کرنش-سختی و ضریب شکل.....	۱۱۲
۴-۵- تخمین خیز در نقطه فروپاشی.....	۱۱۵
۱-۴-۵- فرضیات.....	۱۱۵
۲-۴-۵- معادلات اساسی.....	۱۱۶
۳-۴-۵- تیر دو سر گیردار با بار خارج از مرکز.....	۱۱۷
۴-۴-۵- قاب مستطیلی.....	۱۲۲
۵-۴-۵- فروپاشی جزئی.....	۱۲۶
مسائل.....	۱۲۸

فصل ۶: عوامل مؤثر بر لنگر پلاستیک.....	۱۳۱
۱-۶- مقدمه.....	۱۳۳
۲-۶- تغییر تنش تسلیم.....	۱۳۴
۳-۶- تأثیر نیروی محوری.....	۱۳۵

۱۳۸	۱-۳-۶- سطح مقطع مستطیلی
۱۳۹	۲-۳-۶- خمش مقطع I شکل حول محور اصلی
۱۴۱	۳-۳-۶- تأثیر نیروی محوری در موارد عملی
۱۴۲	۴-۶- تأثیر نیروی برشی
۱۴۲	۱-۴-۶- سطح مقطع مستطیلی
۱۴۹	۲-۴-۶- خمش مقطع I شکل حول محور اصلی
۱۵۲	۳-۴-۶- ترکیب نیروی برشی و محوری
۱۵۲	۵-۶- تنش‌های تماسی در زیر بارها
۱۵۳	مسائل
۱۵۵	فصل ۷: طراحی حداقل وزن
۱۵۷	۱-۷- مقدمه
۱۵۸	۲-۷- فرضیات
۱۵۹	۳-۷- تشابه هندسی و قضیه مرکس
۱۵۹	۱-۳-۷- تشابه هندسی: قاب مسائل
۱۶۴	۴-۷- روش حل
۱۶۵	مسائل
۱۶۷	مراجع