

اصول پایداری سازه‌ها

مؤلفین:

جورج جی. سیمیتس - ۱۹۵۰ء. ہاجر

مترجمین:

کرامت ملک زادہ فرد - علیرضا پورمہ د.

سرشناسه:	سیمیتس، گئورگ ج.، ۱۹۳۲ - م.
عنوان و نام پدیدآور:	J. Simites, George اصول پایداری سازه ها/ [مولفان جورج جی. سیمیتس، دیویی اچ. هاجز]: [مترجمین] کرامت ملک زاده فرد، علیرضا پورمؤید: ناظر علمی سعید شکراللهی تهران: دانشگاه خاتم الانبیاء(ص)، انتشارات، ۱۳۹۵.
مشخصات نشر:	ذ، ۵۳۲ ص.: مصور، نمودار.
مشخصات ظاهری:	۳-۹۵۴۳۸-۶۰۰-۹۷۸
شابک:	
وضعیت فهرست نویسی:	فیبا
یادداشت:	عنوان اصلی: Fundamentals Of Structural Stability, c 2006.
موضوع:	پایداری سازه ها - راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع:	Structural Stability—study and teaching(Higher)
موضوع:	پایداری سازه ها - مسایل، تمرین ها و غیره (عالی)
موضوع:	Structural Stability—problems, exercises, etc.(Higher)
شناسه افزوده:	هاجز، دیویی اچ.، ۱۹۴۸ - م.
شناسه افزوده:	Hodges, Dewey H.
شناسه افزوده:	ا: ده فرد، کرامت، ۱۳۴۷ - مترجم
شناسه افزوده:	پورمؤید، علیرضا، ۱۳۵۳ - مترجم
شناسه افزوده:	دانشگاه خاتم الانبیاء(ص).
رده بندی کنگره:	۹۵ / الف س / ۶۱ / TA۶
رده بندی دیویی:	۶۲۴ / ۱۷۱
شماره کتابشناسی ملی:	۴۴۲۰۹۰۳



انتشارات دانشگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء(ص)

عنوان:	اصول پایداری سازه ها
نویسندگان:	مارک گائزینگر، کریستوفر دوگرتری
مترجمین:	محمد گیلوری، حسین صولتی
طراح جلد و صفحه آرا:	احمد براری گیل آبادی
شابک:	۳-۹۵۴۳۸-۶۰۰-۹۷۸
شماره دگان:	۱۰۰۰ نسخه
قطع:	وزیری
قیمت:	۱۵۰۰۰ ریال
ناشر:	انتشارات دانشگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء(ص)
چاپ اول:	۱۳۹۶
امور فنی و چاپ:	چاپ و صحافی دانشگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء(ص)
دفتر فنی و توزیع:	دانشگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء(ص) واحد انتشارات

کلیه حقوق چاپ و نشر برای انتشارات دانشگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء(ص) محفوظ می باشد.

سخنی با خوانندگان

حمد و سپاس ایزد منان را که با الطاف بیکران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی و فرهنگ این مرزوبوم در زمینه‌ی تألیف و ترجمه‌ی کتب علمی و دانشگاهی به‌ویژه علوم مرتبط با صنعت، گام‌هایی هرچند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم.

با توجه به نیاز مبرم دانشجویان کارشناسی ارشد و مهندسان فعال در صنعت، کتاب‌های در این زمینه به رشت تحریر درآمده است؛ اما کتاب مزبور، تألیف اساتید برجسته دانشگاهی است که به دلیل ویژگی‌های خاص، ما را بر آن داشت تا به منظور ارتقاء سطح آگاهی خوانندگان، آن را ترجمه نماییم. مطالب کتاب با بیان بسیار ساده و روان با ارائه مثال‌هایی عرضه شده است که می‌تواند به عنوان منبع جامه‌ای در ارتقاء با تحلیل و اصول پایداری سازه‌ها مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، تنوع مسائل حل شده در کتاب، با تکیه بر سرعت فهم خواننده را افزایش می‌دهد.

در ترجمه این کتاب سعی شده است ضمن حفظ اصالت و امانت‌داری کامل اصل کتاب، مطالب آن به گونه‌ای تفهیم شود که برای خواننده بسیار ساده و روان و قابل فهم باشد. امیدواریم که این وظیفه را به خوبی انجام داده باشیم و اما اگر خطایی در ترجمه یا اشکال فنی دیگری توسط خوانندگان تیزبین مشاهده شد، خواهشمندیم نظرات و پیشنهادات اصلاحی خود را، جهت هر چه کامل تر شدن کتاب به آدرس الکترونیکی، به نشانی k.malekzadeh@gmail.com ارسال نمایید.

پیامبر گرامی اسلام (ص) در جمله‌ای که روشنگر راه ماست فرمودند: «من مکتبی از دنیا رحلت کند و از خود ورقه‌ای باقی بگذارد که در آن علم سودمندی نوشته باشد، آن وقت در روز قیامت پرده‌ای بین او و آتش جهنم می‌گردد.» (بحار الانوار، جلد ۱، صفحه ۱۹۸)

کرامت ملک‌زاده فرد

(استاد - دانشگاه صنعتی مالک اشتر)

علیرضا پورمویذ

ت
(دانشجو مقطع دکتری هوافضا و مدرس دانشگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء (ص))

فهرست مطالب

مقدمه

۱	۱- اصول پایداری سازه
۱	۱-۱ انگیزه
۲	۲-۱ پایداری یا ناپایداری سازه‌ها
۲۱	۳-۱ تغییر شکل پیوسته بیکرهای الاستیک
۲۲	۴-۱ پیشینه تاریخی
۲۵	۲- مدل‌های پایداری ممانتی
۲۵	۱-۲ مدل A: مدل یک درجه آزادی
۳۶	۲-۲ مدل B: مدل یک درجه آزادی
۳۹	۳-۲ مدل C: مدل درجه آزادی
۴۳	۴-۲ مدل D: کمانش ناگهانی
۴۶	۵-۲ مدل‌های هندسی نامعین
۵۲	۶-۲ بررسی روش‌ها
۵۷	۳- کمانش الاستیک ستون‌ها
۵۸	۱-۳ توابع خاص
۶۱	۲-۳ تئوری تیر
۶۵	۳-۳ کمانش ستون‌ها
۹۲	۴-۳ رویکرد سیتیک
۹۶	۵-۳ ستون‌های دارای تکیه‌گاه الاستیک
۱۰۱	۶-۳ سختی بحرانی فنر
۱۰۵	۷-۳ نظریه الاستیک برای تیرها
۱۱۶	۸-۳ کمانش ستون‌ها- تیرهای دارای جداره نازک

- ۱۳۱ -۴ کمانش قاب‌ها
- ۱۳۲ ۱-۴ نظریه تیر-ستون
- ۱۴۱ ۲-۴ اعمال نظریه تیر-ستون در مورد کمانش ستون‌های تحت فشار و تنش دورانی
- ۱۴۴ ۳-۴ قاب‌های صلب مستطیلی شکل
- ۱۵۰ ۴-۴ قاب پرتال با تکیه‌گاه ساده
- ۱۵۶ ۵-۴ رویکرد دیگر
- ۱۶۳ ۶-۴ سیر غیرخطی
- ۱۹۰ -۵ معیار انرژی و روش‌های مبتنی بر انرژی
- ۱۹۰ ۱-۵ ملاحظات در مورد بار انرژی
- ۱۹۳ ۲-۵ روش تیموشنکو
- ۲۰۸ ۳-۵ روش ریلی - ریتز
- ۲۱۵ ۴-۵ بررسی ستون بر اساس معیار ترفتن
- ۲۱۹ ۵-۵ روش گالرکین
- ۲۲۶ ۶-۵ برخی ملاحظات در مورد نظریه کویتز
- ۲۳۱ -۶ ستون‌های واقع بر پایه الاستیک
- ۲۳۱ ۱-۶ ملاحظات اولیه
- ۲۳۳ ۲-۶ ستون بین شده در دو انتها (بین - بین)
- ۲۳۶ ۳-۶ روش حل ریلی - ریتز
- ۲۳۷ ۴-۶ حالت عمومی
- ۲۴۹ -۷ کمانش حلقه‌ها و کمان‌ها

- ۲۴۹ ۱-۷ حلقه دایره‌ای نازک
- ۲۶۲ ۲-۷ کمان‌های دایره‌ای بلند تحت فشار
- ۲۶۶ ۳-۷ روش جایگزین برای حلقه‌ها و کمان‌ها
- ۲۷۵ ۴-۷ کمان‌های کم عمق
- ۲۸۴ ۵-۷ کمان سینوسی مفصل‌دار
- ۲۹۸ ۶-۷ کمان کوتاه با معیار ترفتر
- ۳۰۸ ۷-۷ فرمول‌بندی انرژی بر اساس نظریه دقیق هندسی
- ۳۲۲ ۸-۷ فرمول جایگزین بر اساس نظریه الاستیک
- ۳۲۷ ۸- کمانش محورها
- ۳۲۷ ۱-۸ معادله‌های اعتشاش حاکم بر کمانش
- ۳۳۱ ۲-۸ روش انرژی
- ۳۳۲ ۳-۸ کاربرد نیروها و ممان‌ها - شرایط مرزی
- ۳۴۱ ۴-۸ مسائل نمونه
- ۳۵۰ ۹- کمانش جانبی - پیچشی تیرهای عمیق
- ۳۵۰ ۱-۹ تیر دو سر مفصل
- ۳۵۸ ۲-۹ تیر یکسر گیردار تحت ممان خمشی
- ۳۶۲ ۳-۹ تیر یکسر گیردار تحت نیروی عرضی
- ۳۸۹ ۱۰- ناپایداری‌های مربوط به تیرهای دوار
- ۳۸۹ ۱-۱۰ ناپایداری محوری میله‌های شعاعی
- ۴۰۵ ۲-۱۰ کمانش تیرهای شعاعی دوار
- ۴۱۴ ۱۱- سیستم‌های غیرکنسرواتو

۴۱۴	۱۱-۱ ملاحظات مقدماتی
۴۱۷	۱۱-۲ مدل نیروی تعقیب‌کننده مکانیکی
۴۲۲	۱۱-۳ ستون بک
۴۳۴	۱۱-۴ ستون لیفز
۴۳۸	۱۱-۵ محور یکسر گیردار در معرض گشتاور مماسی
۴۴۲	۱۱-۶ تیرهای یکسر گیردار عمیق با نیروی تعقیب‌کننده عرضی در نوک
۴۵۲	۱۱-۷ فرمول‌های اصلی برای تیرها
۴۶۴	۱۲- پایلاری دینامیکی
۴۶۴	۱۲-۱ مقدمه و مفاهیم پایه
۴۶۹	۱۲-۲ رویکرد ریاضیاتی: تانسیل کل: مفاهیم و روش
۴۷۷	۱۲-۳ تعمیم مفهوم پایلاری دینامیکی
۴۸۷	۱۲-۴ رفتار سیستم زیر بار کُهای
۴۸۸	۱۲-۵ مدل‌های ساده مکانیکی

شناخت تئوری پایداری سازه از مهم‌ترین مباحث مهندسی سازه به شمار می‌آید. در بسیاری از مسائل، کماتش از اصول اولیه در طراحی ساختار سازه‌های مختلف است. به همین علت، این مبحث از واحدهای درسی رشته مهندسی مکانیک، برای دانشجویان رشته‌های مهندسی هوافضا، مهندسی عمران و علوم مهندسی در مؤسسات علمی معتبر نیز آموزش داده می‌شود. هدف از این کتاب ارائه مطالبی مفید در این زمینه برای دانشجویان است. تأکید این کتاب بر مفاهیم اساسی و شناسایی روش‌هایی است که در طول سالیان سال، برای حل مسائل پایداری سازه استفاده شده است.

در فصل اول، اصول بنیادی و روش حل مسائل پایداری الاستیک، بیان می‌شود. در این فصل پدیده‌های مختلف کماتش به در طبیعت رخ می‌دهد، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در فصل دوم، روش‌ها و مفاهیم اصلی برای چند مدل مکانیکی ساده با درجه آزادی محدود بکار برده می‌شود تا به دانشجویان در فهم اصول کمک شود و آن‌ها بتوانند مفاهیم اصلی را بدون درگیری با عملیات پیچیده و طولانی ریاضی درک کنند.

در فصل سوم، حل کاملی از پایداری الاستیک ستون‌ها تحت تأثیر قیود الاستیک، ارائه می‌شود. ضمناً، روش تئوری الاستیک تیرها و کماتش ستون‌ها- رها، نازک، به این فصل اضافه شده است.

در فصل چهارم، چند مسئله ساده قاب به همراه تحلیل غیرخطی آن‌ها ارائه می‌شود. این فصل بیانگر این موضوع است که بندرت کماتش در یک نقطه محدود ناپایداری اتفاق می‌افتد. این بخش اهمیت زیادی برای دانشجویان مهندسی عمران دارد، به علت اینکه روش‌های پایه‌ای انرژی، به‌طور گسترده در مکانیک سازه‌ها استفاده می‌شود.

فصل پنجم رفتار روش انرژی برای پایداری و نیز روش‌های مرتبط به انرژی را بیان می‌کند. مطالعه‌ی این فصل نیازمند آشنایی با روش کار و انرژی و قوانین مرتبط به آن است. این موضوعات در قسمت ضمایم، ارائه شده است.

در فصل ششم، ستون‌ها با فونداسیون الاستیک بحث می‌شود. فصل هفتم روش حل کماتش یک

حلقه‌ی نازک و کمان با قوس‌های کم‌وزیاد نشان داده می‌شود. در این بخش، کمان بین شده سینوسی کم‌عمق، با فونداسیون الاستیک و تحت بارگذاری سینوسی، به‌طور کامل آنالیز می‌شود. این نوع کمان یک مدل بسیار خوب برای مطالعه‌ی پایداری است، زیرا بسته به مقادیر مختلف پارامترهای درگیر در معادلات، تمام حالات کمانش که در سیستم‌های مختلف دیده می‌شود را نشان می‌دهد. استفاده از تئوری الاستیک، روش‌های سنتی را بهبود می‌بخشد و نشان می‌دهد آنالیز کمانش با کمک چند فرض کوچک محدودکننده انجام می‌گیرد.

در فصل هشتم، کمانش یک شفت با استفاده از دو تئوری الاستیک و روش انرژی، بررسی می‌شود. این فصل برای دانشجویان مهندسی مکانیک و هوافضا بسیار پراهمیت است. در این فصل نشان داده می‌شود، گشورهایی که مقادیر بسیار کمی باهم فرق دارند، می‌توانند نیروهای کمانش را به وجود بیاورند که به‌دلیل نغاعی با یکدیگر متفاوت‌اند و همچنین نیروی فشاری و پیچشی می‌تواند بر پایداری اثر بگذارد.

فصل نهم به کمانش پیچشی جانبی تیرهای ضخیم^۱ اختصاص داده شده است. در این فصل نقش اثرات ثانویه مانند پدیده ولاسو^۲، انحنای اولیه، نیروی خارج از مرکز، طریقه اعمال گشتاور و ... نیز در نظر گرفته شده است.

در فصل دهم، ناپایداری‌های مختلف تیر و میله‌های دوار تحت آنالیز قرار گرفته است.

فصل یازدهم به پایداری سیستم غیرکنسرواتیو^۳ تحت نیروهای غیر اختصاص داده شده است. برای تحلیل این چنین سیستمی از یک نسخه توسعه‌یافته تئوری الاستیک، بر اساس تئوری انرژی جنبشی، استفاده می‌شود.

فصل دوازدهم انواع پدیده ناپایداری دینامیکی را طبقه‌بندی می‌کند. در نهایت مفاهیم و معیارها برای پایداری دینامیکی با چند مدل ساده مکانیکی نشان داده می‌شود. در این فصل تأکید بر نیروهای ناگهانی است که با مقداری ثابت و در زمان کم به سیستم وارد می‌شود.

^۱ Deep Beam

^۲ Vlaso Phenomenon

^۳ Non Conservative System