

تحلیل سازه‌ها

(به روش ماتریس سختی)

تألیف

دکتر مهدی نانی (عضو هیئت علمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب)



تهران، ۱۳۹۲

دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران جنوب

سرشناسه	: نانی، مهدی، ۱۳۳۶ -
عنوان و نام پدیدآور	: تحلیل سازه‌ها (به روش ماتریس سختی) // تألیف مهدی نانی.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	: ۱۷۶ص: مصور (بخشی رنگی)، جدول.
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۲۳۳۵-۷
قیمت	: ۷۵۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیبا
یادداشت	: ص.ع. به انگلیسی: Mehdi Nani. Structural analysis (by stiffness method).
یادداشت	: کتابنامه: ص. [۱۷۱].
موضوع	: سازه، تجزیه و تحلیل — روش‌های ماتریسی
موضوع	: سازه، تجزیه و تحلیل — روش‌های ماتریسی — مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی)
شناسه افزوده	: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۲ ت ۳/ن ۲/۴۴۲/۴۸۶
رده‌بندی دیویی	: ۶۲۴/۱۷۱
شماره کتاب‌شناسی ملی	: ۳۲۱۱۰۳۳



تحلیل سازه‌ها (به روش ماتریس سختی)

تألیف: دکتر مهدی نانی

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران جنوب

رئیس انتشارات: فرشته حاجی‌زاده

ویراستار: میترا طوسی

طراح جلد: بهمن سرداری

حروف‌چینی و صفحه‌آرایی: رویا محمدنژاد

چاپ اول: ۱۳۹۲

تیراژ: ۲۰۰۰ نسخه

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: سازمان چاپ دانشگاه آزاد اسلامی

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۲۳۳۵-۷ ISBN: 978-964-10-2335-7

قیمت: ۷۵۰۰ تومان

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
"ن والقلم و ما یسطرون"

سخن ناشر

بی تردید تعالی علمی و فرهنگی کشور را نایب میزان تفکری است که فرهیختگان در مقام عمل به منصه ظهور می‌رسانند. در این بین، مهم‌تر و حساس‌تر از همه، رسالت عالمان و علم‌جویان است. این رسالت، همان‌گونه که در جهت پرورش استعداد های فردی، با قرات و مطالعه انجام می‌گیرد، برای پیشبرد اهداف اجتماعی و تعالی فرهنگی، با کتابت و مباحثه نیز محقق می‌شود.

از این‌رو، یکی از مسئولیت‌های مهم مراکز فرهنگی در کنار تعلیم و تربیت، نشر آثار علمی است. معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران جنوب، برای ارتقای سطح علمی دانشجویان و تنویر افکار دانش‌پژوهان، به چاپ کتاب *تحلیل سازه‌ها (به روش ماتریس سختی)* اقدام کرده است؛ با این امید که با استمرار فعالیت‌های انتشاراتی، بتواند گامی در راه رشد و بالندگی فرهنگی بردارد.

این کتاب، برای دانشجویان مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد به زبان ساده تالیف شده است. پیش از هر چیز، شایسته است از عنایات ریاست محترم دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران جنوب، استادان ارجمند و نیز از دست‌اندرکاران ویرایش، حروفچینی و چاپ کتاب، تقدیر و تشکر به عمل آید. از صاحب‌نظران گرامی خواهشمند است با ارائه پیشنهاد های خود، در جهت اصلاح نواقص احتمالی این کتاب و تهیه مطالب مناسب متون درسی دانشگاهی، انتشارات این واحد را یاری کنند. امید است این اثر علمی مورد استفاده استادان و دانش‌پژوهان قرار گیرد.

فهرست نشانه‌ها

نیرو	$\longrightarrow$
لنگر	$\longrightarrow \curvearrowright$
نیروی عکس‌العمل	$\longleftarrow$
لنگر عکس‌العمل	$\longleftarrow \curvearrowleft$
انتقال + دوران	جابه‌جایی
مدول الاستیسیته	E
مدول الاستیسیته برشی	G
ممان اینرسی	I
ممان اینرسی قطبی	J
مساحت سطح مقطع عضو	A
طول عضو	L
ضریب پواسون	ν
عضو شماره i	(i)
گره شماره i	①
نیرو در گره ① (اندیس پایین)	F_i
نیرو در عضو (i) (اندیس بالا)	F^i
نیروهای متمرکز در گره‌ها (حالت کلی)	$\bar{F}$
جابه‌جایی گره ① در جهت محور x ها	Δ_{xi}
جابه‌جایی‌های کلی (انتقال، دوران) همه گره‌ها	Δ
نیروهای گیرداری انتهایی گره ① در عضو (j)	FEF_j^i
نیروهای گیرداری انتهایی (حالت کلی)	$\overline{FEF}$
ماتریس سختی کل سازه	K
ماتریس سختی za در عضو (m)	K_{zz}^m

درآمد

با اختراع و پیشرفت سریع کامپیوتر، روش تحلیل ماتریسی سازه‌ها به‌طور چشمگیری توجه مهندسان عمران را به خود جلب کرد؛ زیرا با این روش، برنامه‌نویسی کامپیوتری برای سازه‌های مختلف، راحت‌تر بود. برنامه‌نویسی کامپیوتری تحلیل سازه‌ها با استفاده از روش ماتریس سختی، به چند دلیل مناسب‌تر از روش ماتریس نرمی است؛ چرا که روش ماتریس سختی روشی کامل و فراگیر برای تمامی سازه‌های قاب‌بندی‌شده (دوبعدی یا سه‌بعدی) است. در این روش برعکس روش ماتریس نرمی، نیازی به انتخاب مجهولات اضافی که مهندسان نظرهای مختلفی در انتخاب آنها و همچنین درجه نامعینی استاتیکی دارند، نیست.

در این کتاب سعی شده است مسائل نظری و عملی روش «تحلیل ماتریس سختی سازه‌ها» با استفاده از مثال‌های گوناگون به ساده‌ترین صورت ممکن برای دانشجویان کارشناسی و کارشناسی ارشد و مهندسان عمران تبیین شود. متن حاضر پاسخگوی نیاز دانشجویانی است که به دنبال کتابی ساده و روان در زمینه «تحلیل ماتریسی سازه‌ها» هستند. این روش یکی از سرفصل‌های دوره کارشناسی با نام «تحلیل سازه‌ها (۲)» است که طی چند جلسه برای دانشجویان تدریس می‌شود. همچنین مقدمه واحد درسی «المان‌های محدود» در دوره کارشناسی ارشد است. در ضمن لازم است استفاده‌کنندگان این کتاب تا حدودی با تئوری تحلیل سازه‌ها و جبر ماتریسی آشنا باشند.

نگارنده برای نگارش کتاب پیش رو از منابع گوناگونی بهره برده است که برای آشنایی دانشجویان، در بخش «کتاب‌شناسی» انتهای کتاب گرد آورده است. تعدد مثال‌ها و تمرین‌های کاربردی به منظور توجه دادن دانشجویان بوده است.

در پایان بر خود لازم می‌دانم از زحمات سرکار خانم مژگان فرامرزی اصلی و همچنین سرکار خانم فرشته حاجی‌زاده رئیس محترم انتشارات علمی معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد واحد تهران جنوب، که راه را برای چاپ کتاب هموار کردند؛ و نیز از جناب آقای مهندس مرتضی مرادی که در حروف‌نگاری کتاب کمک شایان توجهی کردند، تشکر کنم.

دکتر مهدی نانی

پاییز ۱۳۹۲