

به نام آن که جان را کفرت آموخت

کاربرد روش بدون شبکه در مکانیک جامدات

تالیف

محمد حق پناه

هادی پیر علی



سرشناسه	: حق پناهی، محمد، ۱۳۳۴-
عنوان و نام پدیدآور	: کاربرد روش بدون شبکه در مکانیک جامدات/ مولف محمد حق پناهی، هادی پیرعلی.
مشخصات نشر	: تهران: فدک ایستایس، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	: ۲۱۰ ص. : مصور، نمودار.
شابک	: ۸-۳۱۹-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸ : ۲۵۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: روش های بدون شبکه (آنالیز عددی)
موضوع	: Meshfree methods Numerical analysis
موضوع	: مکانیک عملی - الگوهای ریاضی
موضوع	: Mechanics, Applied -- Mathematical models
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۷ ۷-ک۲/ج۷/ق۴۲۹۷ QA
رده بندی دیویی	: ۵۱۸/۳
رده کتبی شناسی ملی	: ۵۳۸۴۵۹۷

کاربرد روش بدون شبکه در مکانیک جامدات



تألیف	: محمد حق پناهی - هادی پیرعلی
مدیر تولید	: شاکر شاهنده
نوبت چاپ	: اول، ۱۳۹۷
تیراژ	: ۵۰۰
قیمت	: ۲۵۰۰۰۰ ریال
شابک	: ۸-۳۱۹-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸

دفتر انتشارات : تهران - خیابان انقلاب - خیابان اردیبهشت - بین بلایف نژاد و جمهوری - ساختمان ۱
تلفن: ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۸۲۲۲۱
فروشگاه یزد: میدان آزادی (باغ ملی) - ابتدای خیابان فرخی - جنب مجتمع ستاره
تلفن: ۳۶۲۲۷۴۷۵ - ۳۶۲۲۶۷۷۱ - ۳۶۲۲۶۷۷۲ - ۳۵-
ایمیل و وبسایت: www.fadakbook.ir - fadakbook@yahoo.com

کلیه حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است، مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به انتشارات فدک ایستایس می باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از انتشارات فدک ایستایس ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

معاونت حقوقی
انتشارات فدک ایستایس

پیشگفتار

امروزه در صنعت، جهت حل عددی مسائل بخصوص در زمینه مکانیک جامدات، غالباً روش اجزاء محدود بکار گرفته می‌شود. این روش در محاسبات مربوط به این نوع مسائل ضعف‌هایی دارد. یکی از عمده‌ترین ضعف‌های این روش، متکی بودن به استفاده از المان جهت حل مسائل است. ایجاد مدل اجزاء محدود، بیشترین وقت کاربران نرم‌افزارهای اجزاء محدود را جهت حل مسائل صنعتی به خود اختصاص می‌دهد و به همین جهت می‌توان گفت صرف زمان زیاد جهت ایجاد مدل‌های اجزاء محدود، مهمترین چالش‌هایی است که کاربران این نوع نرم‌افزارها با آن درگیر می‌باشند. از ضعف‌های دیگری که در روش اجزاء محدود وجود دارد، می‌توان به تغییر شکل نامناسب المانها در حل مسائل با تیر شکل زیاد اشاره کرد. در این نوع مسائل، تغییر شکل نامناسب المانها باعث ایجاد خطا در نتایج تحلیل می‌شود. از دیگر ضعف‌های این روش که در حل مسائل مکانیک شکست با آن مواجه می‌شویم این است که ویژگی تکین بودن میدان تنش اطراف ترک بدون استفاده از المانهای ویژه، باعث خوبی قابل شبیه‌سازی نبوده و نتایج در اطراف نوک ترک قابل اعتماد نمی‌باشند. مشکل دیگر در روش اجزاء محدود این است که در شبیه‌سازی رشد ترک، نیاز به طی پروسه زمان‌بری می‌باشد. در روش اجزاء محدود، جهت شبیه‌سازی رشد ترک، در هر مرحله از حل باید روند شبکه‌بندی مجدد انجام شود که مستلزم صرف زمان زیاد در تحلیل می‌باشد. اگرچه روش‌هایی جهت غلبه بر این ضعف، مانند روش آزادسازی گره‌ها موجود است، اما همچنان مشکلاتی وجود دارد.

ضعف‌های فوق و همچنین ضعف‌های دیگری مانند ارائه نتایج ناپیوسته در لبه‌های المانها و ... محققین را واداشته است تا به دنبال روش‌های دیگری هم باشند. روش اجزاء محدود توسعه یافته و روش بدون شبکه از جمله این روش‌ها می‌باشند. روش بدون شبکه با داشتن نقاط قوت مناسب از جمله داشتن دقت‌های مناسب در تحلیل‌ها، عدم ناپیوستگی کرنش‌ها و تنش‌ها، شبیه‌سازی رشد ترک بدون نیاز به شبکه‌بندی مجدد و ... می‌تواند به عنوان یک جایگزین مناسب برای روش اجزاء محدود در زمینه حل مسائل مکانیک جامدات استفاده شود. ذکر این نکته ضروری است، با توجه به پیچیدگی‌های روابط حاکم در روش بدون شبکه بخصوص در تشکیل توابع شکل، استفاده از این روش در مواردی که روش اجزاء محدود با مشکلاتی مواجه

انتظار می‌رود خواننده محترم با مطالعه این کتاب، تسلط به روش عددی بدون شبکه پیدا کرده و با استفاده از کد بدون شبکه ارائه شده در این کتاب، حل دوبعدی مسائل را با دقت بیشتر نسبت به روش اجزاء محدود انجام دهد.

محمد حق پناهی

دانشیار دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه علم و صنعت

تأیستان ۱۳۹۷

www.ketab.ir

فهرست مطالب

مقدمه‌ای بر روش‌های بدون شبکه ۱

۱-۱	مقدمه ۲
۲-۱	مروری بر روش‌های محدود ۳
۳-۱	معرفی کلی روش‌های بدون شبکه ۵
۴-۱	شکستن معادلات سیستم در روش‌های بدون شبکه ۸
۱-۴-۱	مقدمه ۸
۲-۴-۱	روش باقیمانده‌وری ۹
۳-۴-۱	روش حساب تغییرات ۱
۵-۱	میان‌یابی، تقریب میدانی و توابع شکل در روش بدون شبکه ۱۴
۱-۵-۱	میان‌یابی و تقریب میدان‌یاب روش بدون شبکه ۱۴
۲-۵-۱	تعیین ابعاد دامنه پشتیبان ۱۵
۳-۵-۱	مفهوم دامنه تاثیر ۱۶
۴-۵-۱	توابع شکل در روش‌های بدون شبکه ۱۷
۶-۱	روش بدون شبکه گلرکین ۲۳
۱-۶-۱	مقدمه‌ای بر روش بدون شبکه گلرکین ۲۳
۲-۶-۱	روش بدون شبکه گلرکین به همراه روش جریمه ۲۳
۳-۶-۱	فلوچارت کار در روش بدون شبکه گلرکین ۲۸
۴-۶-۱	انتگرال‌گیری در روش بدون شبکه گلرکین ۲۹
۷-۱	روش بدون شبکه پترو گلرکین ۳۱
۱-۷-۱	مقدمه ۳۱
۲-۷-۱	فرمولاسیون روش بدون شبکه پترو گلرکین ۳۲
۸-۱	روش‌های بدون شبکه بر اساس فرم قوی ۳۴

فصل ۲ یک کد بدون شبکه جهت تحلیل تنش دوبعدی ۳۷

۱-۲	مقدمه ۳۸
۲-۲	فرضیات و ویژگی‌های کد بدون شبکه توسعه داده شده ۳۸
۱-۲-۲	محاسبه دامنه تاثیر ۳۸
۲-۲-۲	تابع وزنی ۴۱
۳-۲-۲	تابع شکل ۴۲
۴-۲-۲	اعمال شرایط مرزی لازم ۴۴
۳-۲	طرز کار با کد دوبعدی بدون شبکه ۴۴
۱-۳-۲	پس پردازش در محیط ANSYS و انتقال اطلاعات به FORTRAN ۴۴
۲-۱-۲	اجرای برنامه تحلیل تنش ۴۷
۳-۳-۲	مشاهدات نتایج ۴۸

فصل ۳ تحلیل تنش الاستیک در روش بدون شبکه گلرکین ۵۱

۱-۳	مقدمه ۵۲
۲-۳	حل چند مثال توسط کد بدون شبکه نوشته شده جهت حل الاستیک ۵۲

فصل ۴ آنالیز الاستوپلاستیک در روش بدون شبکه ۵۹

۱-۴	مقدمه ۶۰
۲-۴	فرم ضعیف شده بدون شبکه گلرکین در حالت غیر خطی ۶۰
۱-۲-۴	معادلات اساسی برای مسائل غیر خطی مکانیک ۶۰
۲-۲-۴	فرم ضعیف شده گلرکین مقید ۶۱
۳-۲-۴	گسسته سازی معادلات ۶۱
۳-۴	روش خواص مواد متغیر برای حل مسائل الاستوپلاستیک ۶۲

فصل ۵ آنالیز خزش به کمک روش بدون شبکه ۶۹

۱-۵	مقدمه ۷۰
۲-۵	بکارگیری روش کرنش اولیه جهت آنالیز خزش در روش بدون شبکه گلرکین ۷۰

- ۱-۲-۵ خزش و روابط حاکم ۷۰
- ۲-۲-۵ حل مسائل خزش به روش کرنش اولیه در روش بدون شبکه گلرکین ۷۵
- ۳-۲-۵ نتایج و روند صحنه گذاری روش کرنش اولیه در کد بدون شبکه گلرکین ۷۶

تحلیل تنش قطعات ترک دار ۸۱

- ۱-۶ مقدمه ۸۲
- ۲-۶ شبیه سازی ناپیوستگی ترک ۸۲
- ۱-۲-۶ روش رویت ۸۲
- ۲-۲-۶ روش تفرق ۸۲
- ۳-۲-۶ روش شفافیت ۸۴
- ۴-۲-۶ روش مثلثهای مجاور ۸۴
- ۵-۲-۶ روش پیشنهادی جهت شبیه سازی ناپیوستگی ترک ۸۵
- ۳-۶ محاسبه ضریب شدت تنش ۹۰
- ۱-۳-۶ مقایسه روش در شبکه با روش اجزاء محدود ۹۰
- ۲-۳-۶ نتایج محاسبات ضریب شدت تنش در کد توسعه داده شده ۹۴
- ۴-۶ محاسبه انتگرال $\int$ با یکارگیری روش خواص مواد متغیر ۱۰۲
- ۱-۴-۶ روش عددی EPRI/ C^* جهت تعیین $\int$ ۱۰۲
- ۲-۴-۶ روش تقریبی تنش مرجع ۱۰۵
- ۳-۴-۶ نتایج محاسبه انتگرال $\int$ به روش بدون شبکه گلرکین ۱۰۶
- ۵-۶ محاسبه C^* با استفاده از تنش مرجع ۱۰۸
- ۱-۵-۶ ارتباط پارامتر C^* با تنش مرجع ۱۰۸
- ۲-۵-۶ آنالیز بار حدی ۱۰۹
- ۳-۵-۶ نتایج تخمین پارامتر C^* توسط روش تنش مرجع در روش بدون شبکه گلرکین ۱۲۱
- ۶-۶ محاسبه انتگرال C^* به کمک روش بدون شبکه گلرکین ۱۲۲
- ۱-۶-۶ آنالیز تنش ترکها در خزش پایدار ۱۲۲
- ۲-۶-۶ تعیین C^* بر اساس روش بدون شبکه ۱۲۷
- مرجع سریع ۱۳۳
- منابع و مراجع ۱۹۵