

روش تفاضلات متناهی غیر استاندارد در حل عددی

معادلات دیفرانسیل غیر خطی

*Non-standard Finit Difference Methods in Numerical
Solotion of
Non-linear Differential Equations*

مؤلفان :

ابومسلم محمدی

سعید حسن زاده

محمد اعتضادی

سرشناسه: محمدی، ابومسلم، ۱۳۵۶ -

عنوان و نام پدیدآور: روش تفاضلات متناهی غیراستاندارد در حل عددی معادلات دیفرانسیل غیر خطی=Non-standard finite difference methods in numerical solution of non-linear differential equations/ مولفان ابومسلم محمدی، سعید حسن زاده، محمد اعتضادی.

مشخصات نشر: تهران: انتشارات نیما؛ گروه پژوهشی اقیانوس آبی دانش، ۱۳۹۳.

مشخصات ظاهری: ۹۱ ص: مصور.

شابک: ۳۰۰۰۰ ریال 978-964-6655-45-4

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

موضوع: معادله‌های دیفرانسیل غیر خطی

موضوع: تفاضل متناهی

شناسه افزوده: حسن زاده، سعید، ۱۳۵۶ -

شناسه افزوده: اعتضادی، محمد، ۱۳۶۲ -

رده‌بندی: ۱۳۹۳/م۳۹/۳۷۲/۳۷۲ QA

رده‌بندی دیو: ۵۱۵/۳۵۵

شماره کتابشناس ملی: ۳۴۴۳۲



انتشارات نیما

روش تفاضلات متناهی غیر استاندارد در حل عددی معادلات دیفرانسیل غیر خطی

ناشر: انتشارات نیما

مولفان: ابومسلم محمدی - سعید حسن زاده - محمد اعتضادی

نوبت چاپ: اول، بهار ۱۳۹۳

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۶۵۵-۴۵-۴

ناظرین نشر و چاپ: جواد فقیهی پور - سمیه فقیهی پور

طراحی جلد: سمیه فقیهی پور

شمارگان: ۲۰۰ نسخه

بها: ۳۰۰۰۰ ریال

حق چاپ برای مولفان محفوظ است

دفتر مرکزی: تهران، خیابان ۱۲ فروردین، کوچه بهشت آیین، پلاک ۲۵، انتشارات نیما

تلفن: ۶۶۴۸۶۵۸-۶۶۴۰۰۵۴۴

تقدیم بہ

مادر و پدر

و ہمسر مہربان

بہ پاس صبریٰ و زحمات بی دریغشان

روش تفاضلات متناهی غیر استاندارد به عنوان یکی از روشهای عددی برای حل معادلات غیر خطی به کار می‌رود. در این کتاب ابتدا، به معرفی روش فوق پرداخته و سپس به بررسی طرح‌های تفاضلات متناهی صریح و ضمنی غیراستاندارد برای حل مسأله انتقال گرمای غیر خطی در یک میله نازک متناهی یک بعدی ناپایا، که گرما از عرض سطح جانبی آن داخل یک محیط با دما ثابت تابش است، می‌پردازیم. سپس از روش فوق برای حل مدل دو مرحله‌ای سهموی در خط به خواص گرمایی وابسته به درجه حرارت، در یک میکرو فیلم فلزی دو لایه که در معرض تابش پالسی با طول موج خیلی کوتاه قرار گرفته است، استفاده می‌کنیم (در مدل دو مرحله‌ای سهموی غیرخطی، تماس حرارتی کامل و تماس حرارتی غیرکامل در سطح مشترک مورد توجه است). این روش به وسیله‌ی چندین مثال که برای بررسی انتقال گرما به کار می‌روند، در یک لایه و در یک لایه کرم شرح داده و پایداری آنها را بررسی می‌نماییم.

فهرست مطالب

فصل اول : تعریف اصطلاحات

۲	مقدمه.....
۲	مکانیسم‌های انتقال حرارت.....
۲	هدایت.....
۳	تشعشع حرارتی یا تابش.....
۳	جابجایی.....
۴	دینامیک انتقال انرژی.....
۵	قانون اول و دوم ترمودینامیک.....
۶	توزیع دما.....
۷	قانون هدایت گرمایی.....
۸	معادله انرژی گرمایی.....
۱۰	معادله کلاسیک انتقال حرارت.....
۱۰	چالش‌های انتقال حرارت در مقیاس میکرو.....
۱۳	مدلهای گرمایش لیزر.....
۱۳	مدل یک مرحله‌ای سهموی.....
۱۴	مدل یک مرحله‌ای هذلولوی.....
۱۴	مدل دو مرحله‌ای سهموی.....
۱۵	مدل دو مرحله‌ای هذلولوی.....

فصل دوم : روش تفاضلات متناهی غیر استاندارد

۱۷	مقدمه.....
۱۷	خطای قطع در روش تفاضلات متناهی.....
۱۸	روش تفاضلات متناهی برای تقریب معادله دیفرانسیل با مشتقات جزئی.....
۱۹	همگرایی، پایداری و سازگاری روش تفاضلات متناهی.....
۱۹	همگرایی.....
۱۹	پایداری.....
۲۰	سازگاری.....
۲۰	لم لاکس.....
۲۰	روش تفاضلات متناهی غیر استاندارد.....
۲۱	فرمول‌بندی مسأله و ساخت طرح.....

۲۲.....	طرح‌های صریح غیر استاندارد.....
۲۴.....	طرح‌های ضمنی غیر استاندارد.....
۲۵.....	پایداری.....
۲۶.....	قضیه.....
۲۶.....	قضیه.....
۳۰.....	مدلهای ریاضی با در نظر گرفتن مکانیسم انتقال حرارت جابجایی.....
۳۱.....	طرح‌های صریح غیر استاندارد.....
۳۱.....	طرح‌های ضمنی غیر استاندارد.....
۳۲.....	نتایج عددی.....

فصل سوم : معادلات حاکم برای تحلیل گرمایی میکرو فیلم فلزی دو لایه

۴۳.....	مقدمه.....
۴۳.....	معادلات حاکم برای تحلیل گرمایی میکرو فیلم فلزی دو لایه.....
۴۵.....	قضیه.....
۴۹.....	مسأله سطح مشترک غیر خطی حاکم میکرو فیلم فلزی دو لایه.....
۴۹.....	قضیه.....

فصل چهارم : حل عددی مدل دو مرحله ای سهموی غیر خطی

۵۳.....	مقدمه.....
۵۳.....	مدل دو مرحله ای سهموی غیر خطی.....
۵۶.....	پایداری.....
۵۷.....	قضیه.....
۵۸.....	نتایج عددی.....

فصل پنجم : حل عددی مدل دو مرحله ای سهموی غیر خطی با مدل سطح مشترک

غیر خطی

۷۷.....	مقدمه.....
۷۷.....	مسأله سطح مشترک غیر خطی.....
۷۸.....	پایداری.....
۷۸.....	قضیه.....
۸۴.....	نتایج عددی.....

۸۹.....	مراجع.....
---------	------------

لیزرهای پالسی با طول موج خیلی کوتاه با تابش به ترتیب از دامنه فمتوثانیه تا پیکوثانیه قابلیت منحصر به فردی در محدود کردن گسترش نامطلوب گرما در مراحل گرمایی سیستم مورد نظر دارد که در تنظیم ساختار میکرو فیلم‌های فلزی نازک، میکرو ماشین کاری، گرمادهی لیزر، پروسس و ترکیب لیزری در پرداخت فیلم نازک به کار گرفته شده است. همچنین اخیراً کاربردهای لیزرهای پالسی بیش از حد کوتاه در رشته‌های مختلف مانند علم فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی پزشکی و تکنولوژی به طور گسترده‌ای بکار گرفته شده است، که علاقه گسترده‌ای در علوم و مهندسی ایجاد آورده است. هنگامی که گرما توسط فونونها داده می‌شود، انرژی لیزر توسط الکترون‌های آن به مابین پوسته محدود شده‌اند، جذب می‌شود. در این صورت الکترون‌های اولیه به صدها الکترون شبکه بالاتر بدون جریان در چند پیکوثانیه پرتاب می‌شود. یک قسمت اصلی از انرژی گرمایی الکترون به شبکه منتقل می‌شود. در ضمن قسمت دیگر انرژی قابل انتشار الکترون‌ها در منطقه‌ای از مرز فیلم دو لایه قرار می‌گیرد. بخاطر اینکه مدت پالس بسیار کوتاه است، قبل از اینکه الکترون‌ها به شبکه‌ها تعادل گرمایی برسند، لیزر خاموش می‌شود. در این بازه زمانی شار گرمایی بدین گونه است که در منطقه‌ای ما بین طول نفوذ گرمایی محدود شده است. این حالت بخاطر اختلاف زیاد دما بین الکترون‌ها و شبکه به صورت گرمایش غیرتعادلی در می‌آید. معادلات انرژی توصیف کننده جریان گرمایی بسته در فلزات از الکترون‌های گرم به شبکه‌ها، در طول گرمایش غیرتعادلی در یک فیلم دو لایه با ابعاد میکرو به صورت زیر است:

بطوری که، که در آن دمای الکترون، دمای شبکه، ضریب هدایت گرمایی در تعادل گرمایی و ظرفیت گرمایی حجمی الکترون گاز و شبکه فلزی هستند. عامل همبستگی فونون-الکترون،

منبع گرمایی و اپراتور گردان است. این مدل به اینصورت بیان می‌شود که ابتدا دمای الکترونهای گاز توسط فونونها افزایش می‌یابد و سپس الکترونهای گرم، شبکه فلزی را گرم می‌کنند. دو معادله بالا می‌توانند به معادله انتقال گرمای کلاسیک کاهش یابند. با این وجود برای پالس‌های کمتر از پیکوثانیه و در مقیاس خیلی کوچک‌تر از مقیاس میکرو در طول گرمایش غیرتعادلی، میان معادلات فوق با معادلات انتقال گرمای کلاسیک تفاوت وجود دارد. مدل دو مرحله‌ای سهموی غیرخطی به طور گسترده برای تحلیل گرمایی میکرو فیلم‌های فلزی در معرض پالس‌های گرمایی پیکوثانیه به کار برده می‌شوند. به طور کلی، در فصل اول، به مبانی انتقال گرما می‌پردازیم. در فصل دوم ابتدا، به معرفی روش تفاضلات متناهی و روش تفاضلات متناهی غیر استاندارد پرداخته می‌شود. سپس به بررسی شش طرح صریح و ضمنی تفاضلات متناهی غیر استاندارد برای حل مسئله انتقال گرمای غیرخطی در یک میله نازک متناهی می‌پردازیم. در این فصل، طرح‌های ضمنی برای حل مسائل فوق و اثبات پایداری آن به صورت تحلیلی و عددی، به عنوان کار جدید ارائه شده است. همچنین، بررسی دقیق‌تر مسئله، مکانیسم انتقال حرارت جابجایی را مطرح کرده و شش طرح صریح و ضمنی را برای حل آن به عنوان کار جدید مورد بررسی قرار می‌دهیم.

در فصل سوم، به بررسی معادلات حاکم و یک برآورد انرژی برای تحلیل گرمایی میکرو فیلم فلزی دو لایه می‌پردازیم. در فصل چهارم، مدل دو مرحله‌ای سهموی غیرخطی با خواص گرمایی وابسته به درجه حرارت در میکرو فیلم فلزی دو لایه برای زمانی که به لایه در تماس حرارتی کامل در سطح مشترک با یکدیگر هستند، را مورد توجه قرار می‌دهیم. در فصل پنجم، مدل دو مرحله‌ای سهموی غیرخطی با خواص گرمایی وابسته به درجه حرارت در میکرو فیلم فلزی دو لایه برای زمانی که دو لایه، بدون تماس دمایی مناسب در سطح مشترک با یکدیگر هستند، را مورد بررسی قرار می‌دهیم.