

نظریه معادلات دیفرانسیل معمولی

و

سیستم‌های دینامیکی

www.ketab.ir

دکتر حسین خیری

وحید دامن‌افشان

مهسا مقدم

وجیهه وفائی

ویراستاران

دکتر غلامرضا حجتی

دکتر کاظم قنبری

عنوان و نام پدیدآور	: نظریه معادلات دیفرانسیل معمولی و سیستم‌های دینامیکی / تألیف حسین خیری ... او دیگران
مشخصات نشر	: تبریز: دانشگاه تبریز، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری	: ر، ۲۹۴ ص.: مصور، جدول، نمودار.
فروست	: انتشارات دانشگاه تبریز؛ ۵۱۰.
شابک	: ۶۰۰۰۰ ریال: 978-600-5199-29-1
وضعیت فهرست‌نویسی	: فنیبا
یادداشت	: تألیف حسین خیری، وحید دامن افشان، مهسا مقدم، وجیهه وفانی
موضوع	: معادله‌های دیفرانسیل
موضوع	: دستگاه‌های دینامیکی دیفرانسیل‌پذیر
موضوع	: معادله‌های دیفرانسیل غیرخطی
شناسه افزوده	: خیری، حسین. ۱۳۴۷-
شناسه افزوده	: حجتی، غلامرضا، ۱۳۵۲ - ویراستار
شناسه افزوده	: قنبری، کاظم، ویراستار
شناسه افزوده	: دانشگاه تبریز
رده‌بندی کنگره	: Q۸۳۷۱/۵۶۶ ۱۳۹۰
رده‌بندی دیویی	: ۵۱۵/۳۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۳۶۸۳۴۲



انتشارات دانشگاه تبریز

نظریه معادلات دیفرانسیل معمولی و سیستم‌های دینامیکی

تألیف:	دکتر حسین خیری، وحید دامن افشان، مهسا مقدم و وجیهه وفانی
ویراستار علمی و ادبی:	دکتر غلامرضا حجتی و دکتر کاظم قنبری
فروست:	انتشارات دانشگاه تبریز؛ ۵۱۰
تاریخ و نوبت چاپ:	۱۳۹۰ - اول
شمارگان:	۱۵۰۰ نسخه
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۵۱۹۹-۲۹-۱
قیمت:	۶۰۰۰۰/- ریال

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: انتشارات دانشگاه تبریز
کلیه حقوق اثر مزبور برای ناشر محفوظ است.

فهرست مطالب

پیش‌گفتار	ذ
۱ مفاهیم اولیه و مقدمات	۱
۱.۱ مفاهیمی از توابع حقیقی	۲
۲.۱ قضیه اساسی وجود و منحصر بفردی جواب	۱۴
۳.۱ چند نکته و مثال	۲۲
۴.۱ ادامه جواب‌ها	۲۸
۵.۱ وابستگی جواب به شرایط اولیه و تابع f	۳۳
۶.۱ مسائل	۳۹
۲ سیستم معادلات دیفرانسیل	۴۳
۱.۲ سیستم معادلات مرتبه اول	۴۳
۲.۲ سیستم معادلات خطی	۴۶
۱.۲.۲ سیستم معادلات خطی همگن	۴۸
۲.۲.۲ سیستم معادلات خطی ناهمگن	۵۷
۳.۲ محاسبه جواب سیستم معادلات با ضرایب ثابت	۶۲
۱.۳.۲ حل سیستم معادلات با استفاده از فرم جردن	۶۲
۲.۳.۲ حل سیستم معادلات با استفاده از تبدیل لاپلاس	۸۲
۳.۳.۲ حل سیستم معادلات با استفاده از روش سیلستر	۸۵
۴.۲ معادلات دیفرانسیل مرتبه n ام	۸۸
۱.۴.۲ جواب عمومی معادله دیفرانسیل خطی همگن مرتبه n ام	۹۳
۲.۴.۲ جواب عمومی معادله دیفرانسیل خطی ناهمگن مرتبه n ام	۹۷
۳.۴.۲ معادله دیفرانسیل خطی همگن مرتبه n ام با ضرایب ثابت	۹۸

۱۰۱	۵.۲ مسائل
۱۰۷	۳ مسایل مقدار مرزی و نظریه اشتورم
۱۰۷	۱.۳ ویژگی‌های کیفی جواب‌ها
۱۱۰	۲.۳ معادلات خودالحاق از مرتبه دوم
۱۱۴	۳.۳ نتایج اساسی برای نظریه اشتورم
۱۱۷	۴.۳ قضیه‌های تفکیک و مقایسه
۱۲۴	۵.۳ مسائل
۱۲۹	۴ سیستم‌های دینامیکی
۱۲۹	۱.۴ منحنی‌های جواب و تصویر فاز
۱۳۹	۲.۴ سیستم‌های خودگردان در صفحه
۱۴۴	۳.۴ انواع نقاط تعادل
۱۴۵	۴.۴ پایداری نقاط تعادل
۱۵۱	۵.۴ تصویر فاز در صفحه
۱۵۲	۱.۵.۴ رسم تصویر فاز با استفاده از محاسبات
۱۵۷	۲.۵.۴ رسم تصویر فاز با استفاده از هم‌شیب‌ها
۱۶۰	۶.۴ شار و وضعیت
۱۶۶	۷.۴ مسائل
۱۷۱	۵ سیستم‌های خطی
۱۷۱	۱.۵ سیستم خطی متعارف
۱۷۹	۲.۵ تصاویر فاز سیستم‌های متعارف در صفحه
۱۷۹	۱.۲.۵ سیستم‌های متعارف ساده
۱۹۰	۲.۲.۵ سیستم‌های متعارف غیر ساده
۱۹۲	۳.۵ سیستم‌های خطی ساده در صفحه
۱۹۳	۱.۳.۵ تصویر فاز سیستم خطی ساده
۱۹۷	۲.۳.۵ دسته‌بندی سیستم‌های خطی ساده
۱۹۹	۴.۵ عملگر وضعیت
۲۰۲	۵.۵ مسائل
۲۰۹	۶ سیستم‌های غیرخطی در صفحه
۲۱۰	۱.۶ رفتار موضعی و کلی
۲۱۰	۲.۶ خطی‌سازی در یک نقطه تعادل

فهرست مطالب خ

۲۲۹	بررسی پایداری نقاط تعادل با توابع لیاپانوف	۳.۶
۲۴۱	نقاط معمولی	۴.۶
۲۴۲	انتگرال‌های اولیه	۵.۶
۲۴۵	سیستم‌های همبستگی	۶.۶
۲۵۲	نقاط حدی و دوره‌های حدی	۷.۶
۲۵۸	نگاشت پوانکاره	۸.۶
۲۶۳	نظریه پوانکاره-بندیکسون	۹.۶
۲۶۹	مسائل	۱۰.۶

۲۷۵

مراجع

۲۷۹

واژه‌نامه فارسی به انگلیسی

۲۸۵

واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

۲۹۱

نمایه

پیش‌گفتار

با توجه به کاربرد و اهمیت بسزای معادلات دیفرانسیل در کمک به درک و توجیه پدیده‌های علمی و نیز نظر به اینکه کتاب‌های ریاضی که تاکنون به زبان فارسی در رابطه با موضوع نظریه معادلات، ترجمه یا تالیف شده است، نیازهای فعلی جامعه ریاضی و علمی را برآورده نمی‌کند، بر آن شدیم به تالیف کتاب حاضر بپردازیم.

سطح این کتاب، به گونه‌ای است که برای دانشجویان سال آخر دوره کارشناسی رشته ریاضی و دانشجویان کارشناسی ارشد رشته‌های ریاضی، فیزیک، مکانیک و سایر رشته‌های مرتبط، قابل استفاده می‌باشد.

از ویژگی‌های این کتاب، توجه به سرفصل‌های درس نظریه معادلات دیفرانسیل در دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد است؛ به گونه‌ای که تمامی سرفصل‌های مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری با بیانی ساده و قابل فهم، آورده شده است. همچنین، با توجه به تعدد مثال‌ها، کتاب، به صورت خودخوان نیز قابل استفاده است.

کتاب حاضر از شش فصل تشکیل شده است. در فصل اول، مفاهیم و مقدمات اولیه مورد بررسی قرار گرفته و نیز قضیه اساسی وجودی و منحصر بفردی جواب بیان شده است.

در فصل دوم، مباحث و مطالب فصل اول، روی سیستم معادلات دیفرانسیل مرتبه اول، توسعه داده شده است. همچنین در این فصل، سه روش مختلف برای حل سیستم معادلات ارایه شده است. لازم به ذکر است که روش حل سیستم معادلات با استفاده از روش جردن، بیشتر برای دوره‌های کارشناسی ارشد آورده شده است. لذا برای دوره‌های کارشناسی می‌توان از مطالعه این روش، چشم‌پوشی کرد. در ادامه فصل، معادلات دیفرانسیل مرتبه n ام و قضیه‌های مربوط به آن، بررسی شده است.

فصل سوم در ارتباط با مسایل مقدار مرزی و نظریه اشتورم است. در این فصل، قضیه‌های اساسی در ارتباط با مسایل مقدار مرزی، از جمله قضیه مقایسه‌ای و قضیه تفکیک آورده شده است.

در فصل چهارم، سیستم‌های دینامیکی معرفی شده است. تعاریف و مفاهیم نقاط ثابت، پایداری نقاط ثابت و تصویر فاز، با بیانی ساده و روان ارایه شده است.

فصل پنجم، درباره سیستم‌های دینامیکی خطی در صفحه بحث می‌کند. به بیان دقیق‌تر، سیستم‌های خطی متعارف و سیستم‌های خطی ساده در صفحه، بیان و تصاویر فاز مربوط به آن‌ها مورد کاوش قرار گرفته است.

فصل ششم درباره سیستم‌های غیرخطی در صفحه است. در واقع این فصل، دربرگیرنده مطالب تکمیلی فصل پنجم است. بیشتر مطالب این فصل، برای دوره‌های تحصیلات تکمیلی مناسب است.

لازم به ذکر است که در جمع‌آوری مطالب فصل‌های اول، دوم و سوم از جزوه درسی استاد گرامی، آقای دکتر علی اصغر جدیری اکبرفام، عضو هیات علمی گروه ریاضی کاربردی دانشگاه تبریز، نیز استفاده شده است. همچنین در این کتاب، از قواعد آیین نگارش کتاب دستور خط فارسی، مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی، ویرایش سال ۸۴ استفاده شده است به این امید که گامی هر چند کوتاه در راه استواری پایه‌های زبان و خط فارسی باشد.

در پایان، از آقای دکتر قربانعلی حقیقت‌دوست، عضو هیات علمی گروه ریاضی دانشگاه تربیت معلم آذربایجان که در ابتدای راه با ما همکاری کردند، آقای دکتر مرتضی فغفوری، عضو هیات علمی گروه ریاضی محض دانشگاه تبریز، به خاطر راهنمایی‌های ارزنده‌شان در استفاده از نرم‌افزار LATEX ، آقای دکتر علی اصغر جدیری اکبرفام، به خاطر دلگرمی‌ها و راهنمایی‌هایشان، آقای دکتر کاظم قنبری، عضو هیات علمی گروه ریاضی دانشگاه صنعتی سهند و آقای دکتر غلامرضا حاجتی، عضو هیات علمی گروه ریاضی کاربردی دانشگاه تبریز به خاطر نگاه‌های تیزبینانه‌شان در هنگام ویراستاری کتاب و نیز از تمامی کسانی که به نحوی در امر آماده‌سازی و چاپ این کتاب، یاری‌گر ما بوده‌اند، سپاس‌گزاریم. امید است که خوانندگان گرامی، نظرها و پیشنهادهای خود را با ما در میان گذاشته تا در چاپ‌های بعدی موجب غنی‌تر شدن کتاب گردد.

دکتر حسین خیری

وحید دامن‌افشان

مهسا مقدم

وجیهه وفانی