

Linear and Nonlinear Integral Equations

(Methods and Applications)

معادلات انتگرال خطی و غیرخطی
(روش‌ها و کاربردها)

جلد اول

تألیف:

عبد المجید درواز

ترجمه:

نسreen مرادی نسب



سرشناسه	وزواز ، عبدالمجید ، Wazwaz , Abdul-Majid
عنوان و نام پدیدآور	معادلات انتگرال خطی و غیر خطی (روش ها و کاربردها) / تألیف عبدالمجید وزواز ؛ ترجمه نسرین مرادی نسب .
مشخصات نشر	ارومیه: دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد ارومیه ، انتشارات ، ۱۳۹۳ .
مشخصات ظاهری	۲ ج .
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۳۲۵۶-۰ : نوره ۳ ؛ ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۳۲۶۶-۱ : ج ۱
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
یادداشت	عنوان اصلی : Linear and nonlinear integral equations: methods and applications c2011.
یادداشت	جلد ۱
یادداشت	نمایه ، کتابنامه
موضوع	معادله های انتگرال
شناسه افزوده	مرادی نسب ، نسرین ، ۱۳۶۵ - ف مترجم
رده بندی کنگره	QA ۲۳۱ / .۴ م ۶۱ / ۲۳
رده بندی دیویی	۵۸ / ۴۵
شماره کتابشناسی ملی	۷۵۴ ۳۹۰

عنوان کتاب : معادلات انتگرال خطی و غیر خطی (روش ها و کاربردها)

نویسنده : عبدالمجید وزواز

مترجم : نسرین مرادی نسب

طرح روی جلد : مصطفی امانی

ویراستار و صفحه آراء : موسسه آبان ادیب باختر

لیتوگرافی / چاپخانه : تبریز - مجید گرافیک / جمالی

ناشر : انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارومیه

چاپ / شمارگان : خرداد ۱۳۹۴ - ۱۰۰۰

شابک : جلد ۱ ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۳۲۶۶-۰

نشانی : ارومیه / صندوق پستی ۹۶۹ / دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارومیه / دفتر انتشارات

تلفن : ۰۴۴۳۲۷۱۹۹۰۰ داخلی ۲۷۸

مقدمه و پیشگفتار مؤلف

پیشرفت بسیار چشمگیری در زمینه معادلات انتگرال حاصل شده است؛ اما این پیشرفت‌ها در مجلات خاصی باقی مانده‌اند و به ندرت، یکجا به شکل کتاب درسی ارائه شده‌اند. اگر این ایده -ها فقط در مجلات تخصصی باقی بمانند و هرگز در کتاب‌های درسی بحث نشوند، متخصصان و دانشجویان قادر به استفاده از نتایج حاصل از آن تحقیقات ارزشمند نخواهند بود.

رشد انفجاری در مهارت و فناوری، نیازمند متعادل‌سازی کتاب‌های درسی ریاضی است. در بسیاری از کتاب‌های درسی امروزی، پیشرفت‌های تحقیقاتی دیده نمی‌شوند، در حالی که ارزش پژوهشی زیادی دارند. فناوری‌ها به سرعت در حال پیشرفت هستند و برای برخی کاربردهای واقعی و توسعه روش‌ها کارآمد می‌باشند. ریاضیات آموخته شده در کلاس درس باید به ریاضیات استفاده شده در کاربردهای گوناگون از مدل‌های علوم غیرخطی و کاربردهای مهندسی تبدیل گردد. این کتاب با این پیش‌زمینه فکری نگاشته شده است.

معادلات انتگرال خطی و غیرخطی کاربردها و روش‌ها، برای خدمت به عنوان یک متن و منبع طراحی شده است. این کتاب برای دسترس آسان دانشجویان کارشناسی ارشد و نیز دانشجویان فرهیخته، به صورت یک رساله تالیفاتی در ریاضیات کاربردی، فیزیک و مهندسی طراحی شده است. این کتاب با سایر کتب مشابه در تعدادی از روش‌ها متفاوت است. ابتدا روش‌های کلاسیک در یک روند قابل فهم و بدون مشکل بررسی می‌شوند. از سوی دیگر، روش‌های ریاضی توسعه‌یافته نوین در یک سبک معرفی و بررسی می‌گردند، به طوری که نشان داده شود که چگونه روش‌های جدید می‌توانند روش‌های قدیمی را تکمیل کنند.

این کتاب از پرداختن به روش‌های فشرده و کلاسیکی که در کتاب را سخت می‌کند، بخصوص برای دانشجویانی که پیش‌زمینه‌ای از این مفاهیم مقدماتی ندارند، اجتناب می‌کند. هدف این کتاب، نشان دادن رفتار علمی از معادلات انتگرال خطی و غیرخطی با تأکید بر نیاز به حل مسئله بیشتر از اثبات قضیه می‌باشد.

این کتاب، ماحصل تجارب تدریس چندین ساله معادلات انتگرال و راهنمایی کارهای تحقیقاتی در این زمینه است. مثال‌ها و تمرینات متعدد تفکیک یافته از سطح آسان تا دشوار اما سازگار با مطلب، در هر بخش ارائه می‌شود تا به خواننده دانش، روش و مهارت در معادلات

انتگرال خطی و غیرخطی بدهد. مطالب بسیاری در این کتاب برای پوشش دو نیمسال تحصیلی برای دانشجویان ارشد و فارغ التحصیلان علوم ریاضیات، فیزیک و مهندسی وجود دارد.

کتاب به دو بخش تقسیم شده است و هر کدام کامل و مفید به نظر می‌رسند. بخش اول، شامل دوازده فصل می‌باشد که معادلات انتگرال خطی و انتگرال - دیفرانسیل غیرخطی را با استفاده از روش‌های ریاضی مدرن و برخی روش‌های قدیمی قدرتمند به دست می‌آورد. کوشیده شده تا بخش اول به گونه‌ای تشکیل شود که هر دو روش تحلیلی و عددی را در یک سبک واضح و منظم ارائه کند، تا این کتاب برای آنان که در این زمینه کار می‌کنند قابل فهم باشد.

بخش دوم، شامل شش فصل باقی‌مانده است که برای بررسی کامل معادلات انتگرال غیرخطی و کاربردهای کار گذاشته شده است. نظریه پتانسیل، بیشتر از هر زمینه‌ای برای رونق بخشیدن به معادلات انتگرال غیرخطی کمک می‌کند. مدل‌های فیزیک ریاضی همچون مسائل پراش، پراکندگی در سائیم‌های کوانتومی، نگاشت همدیس و همچنین موج‌های آبی برای به وجود آوردن معادلات انتگرال غیرخطی کمک می‌کنند. چون همیشه یافتن جواب‌های دقیق برای مسائل علوم فیزیکی که مطرح می‌شوند ممکن نیست، کار بسیاری برای تقریبات کیفی که ساختار برجسته‌ای از جواب را حاصل می‌کند، بهی می‌ماند.

فصل اول، تعاریف اساسی و مفاهیم مقدماتی را بهی می‌سازد. سری تیلور، قانون لایبنیتز و روش تبدیل لاپلاس ارائه و بازبینی می‌شوند. این فصل برای خواننده، یک پایه قوی جهت فهم کامل مطالب بررسی شده در فصول بعدی را فراهم می‌سازد.

در فصل دوم، دسته‌بندی معادلات انتگرال و انتگرال - دیفرانسیل ارائه و نشان داده می‌شود. به علاوه، مفاهیم همگن بودن و خطی بودن معادلات انتگرال به وضوح نشان داده می‌شوند. مراحل تبدیل مسئله مقدار اولیه و مسئله مقدار مرزی به ترتیب به معادله انتگرال آبرا و معادله انتگرال فردهم مشخص شده‌اند. در فصل سوم و پنجم، به ترتیب با معادلات انتگرال ولترای خطی و معادلات انتگرال - دیفرانسیل ولترای خطی از نوع اول و دوم سر و کار داریم. موضوع با روش‌های گوناگونی حاصل می‌شود که به همراه جزئیات نشان داده می‌شوند. فصل‌های ۳ و ۵، خواننده را با یک بحث مفصل از هر دو نوع معادلات آشنا می‌سازد. این دو فصل بر قدرت روش‌های مناسب در به دست آوردن این معادلات تأکید می‌کنند. فصل‌های ۴ و ۶، به ترتیب

برای معادلات انتگرال فرد هلم و معادلات انتگرال - دیفرانسیل فرد هلم از نوع اول و دوم کاملاً کنار گذاشته شده‌اند. معادله انتگرال فرد هلم نوع اول بد - مطرح شده با روش قدرتمند مرتب - سازی ترکیب شده با سایر روش‌ها به دست آورده می‌شود. دو نوع از معادلات توسط الگوریتم - های مناسب بسیاری حاصل می‌شوند که به همراه جزئیات هستند؛ پژوهشی جامع که روش‌های قابل اطمینان گوناگون را به طور مستقل معرفی می‌کند و توسط مثال‌های نشان داده شده، پشتیبانی می‌شود. فصل هفتم، برای مطالعه معادلات انتگرال آبل، معادلات انتگرال آبل تعمیم یافته و معادلات انتگرال منفرد ضعیف کمک می‌کند. همچنین این فصل بر ویژگی مهم این نوع از معادلات منفرد با توضیحات کامل و مثال‌های نشان داده شده و تمرینات بسیار تأکید می‌کند. فصل‌های ۸ و ۹، به ترتیب پژوهش ارزشمند بر معادلات انتگرال ولترا - فرد هلم و معادلات انتگرال - دیفرانسیل و را - فرد هلم با یک و دو متغیر را معرفی می‌کنند. معادلات انتگرال ولترا - فرد هلم ترکیبی و انتگرال - دیفرانسیل ولترا - فرد هلم ترکیبی با دو متغیر نیز با مثال‌های نشان داده شده، بررسی می‌شوند. روش‌ها مناسب، ابزاری قدرتمند برای به دست آوردن این دو نوع از معادلات را معرفی می‌کنند. مثال‌ها میان زیادی از توضیحات بیان شده‌اند. خواننده، مدل‌های فراوانی با یک و دو متغیر خواهد یافت. شرح مفصل و واضح هر کاربرد توسط مثال‌های کاملاً بررسی شده و تمرینات از هر نوع، معرفی و پشتیبانی می‌شود.

فصل‌های ۱۰، ۱۱ و ۱۲، به ترتیب بر دستگاه‌های - معادلات انتگرال و انتگرال - دیفرانسیل ولترا، دستگاه‌های معادلات انتگرال و انتگرال - دیفرانسیل ولترا و دستگاه‌های معادلات منفرد و دستگاه‌های معادلات انتگرال منفرد ضعیف تمرکز می‌کنند. دستگاه‌های معادلات انتگرالی که مهم هستند، با استفاده از بسیاری از روش‌های تفسیر شده به دست می‌آیند. بحث نظریه بنیادی و نشان دادن جواب‌های دستگاه‌ها برای معرفی مطلب با سبک منطقی و واضح ارائه می‌شوند. دستگاه‌های منفرد با یک و دو و سه متغیر کاملاً بررسی می‌شوند. دستگاه‌ها با روش - های مفید گوناگونی که به خوبی بررسی و نشان داده شده‌اند، پشتیبانی می‌شوند.

بخش دوم، معادلات انتگرال غیرخطی عنوان داده می‌شود. بخش دوم این کتاب، دسترسی کامل، مفید و واقعی برای معادلات انتگرال غیرخطی می‌دهد که دانشمندان و مهندسان توجه بسیاری بر اثرات به وجود آمده از معادلات دینامیکی غیرخطی از علوم غیرخطی دارند. نظریه پتانسیل بیشتر از هر زمینه‌ای برای رونق دادن به معادلات انتگرال غیرخطی کمک می‌کند. مدل -

های فیزیک ریاضی همچون مسائل پراش، پراکندگی در مکانیک‌های کوانتومی و نگاشت همدیس و نیز موج‌های آبی برای به وجود آمدن معادلات انتگرال غیرخطی کمک می‌کنند. این مدل‌های غیرخطی ممکن است بیش از یک جواب بدهند و این برای مسائل غیرخطی، طبیعی است. به علاوه، معادلات انتگرال فردهم نوع اول بد - مطرح شده نیز ممکن است بیش از یک جواب بدهند؛ حتی اگر خطی باشند.

فصل ۱۳، بحث درباره معادلات انتگرال ولترا و دستگاه معادلات انتگرال ولترای نوع اول و دوم را ارائه می‌دهد. بیشتر بر موجودیت جواب‌ها تأکید می‌شود. روش‌های گوناگون در یک روند مفید و واضح به کار رفته، معرفی و بررسی می‌شوند. فصل ۱۴، برای دادن پژوهشی ارزشمند از معادلات انتگرال - دیفرانسیل ولترای غیرخطی و دستگاه‌های معادلات انتگرال - دیفرانسیل ولترای غیرخطی از نوع اول و دوم کنار گذاشته شده است.

روش‌های گوناگون معرفی می‌شوند و مثال‌های مفید متعددی با یک روش علمی بررسی می‌گردند. فصل ۱۵، به دلیل کامل مسیة موجودیت، نقاط منفرد و نقاط شکاف که ممکن است از معادلات انتگرال فردهم غیرخطی به وجود آیند را بررسی می‌کند. پژوهش، روش‌های قدرتمند متنوعی برای به دست آوردن معادلات انتگرال فردهم غیرخطی نوع اول و دوم ارائه می‌دهد. دستگاه‌های این معادلات با مثال‌های نشان داده شده بررسی می‌شوند. فصل ۱۶، برای مطالعه یک گروه از معادلات انتگرال - دیفرانسیل فردهم غیرخطی نوع دوم و دستگاه‌های این معادلات، اختصاص یافته است. فصل ۱۷، بحث مفصلی از معادلات انتگرال منفرد غیرخطی، معادلات انتگرال منفرد ضعیف غیرخطی و دستگاه‌های این معادلات فراهم می‌کند. بیشتر این معادلات توسط رفتار تکنیکی مشخص می‌شوند که روش‌های مناسب باید به سختی این رفتار تکنیکی غلبه کنند. در اینجا روش‌های قدرتمند به کار برده شده، با تعیین - رابی که ممکن است یکتا نباشند، اثبات می‌شوند. فصل ۱۸، پژوهشی ارزشمند بر پنج کاربرد علمی که انتخاب می‌کنیم، ارائه می‌دهد؛ زیرا کاربردهایش برای چندین مدل دیگر گسترده است. چون همیشه یافتن جواب دقیق برای مدل‌های علوم فیزیکی ممکن نیست، کار بسیاری برای تقریبات کیفی که ساختار برجسته‌ای از جواب را حاصل می‌کنند، باقی می‌ماند. تقریبات پایه قدرتمند، برای دادن شناختی از ساختار جواب استفاده می‌شوند. با این فصل، بخش دوم کتاب پایان می‌یابد.

کتاب با هفت ضمیمه مفید به سرانجام می‌رسد. به علاوه، این کتاب روش‌های قدیمی را با میزان یکسانی از توجه معرفی می‌کند تا برای خواننده، دانش مورد نیاز برای ساختن یک مقایسه فراهم کند.

بنده عمیقاً از پروفیسور لوآلبرت به خاطر طرح مباحث بسیار سودمند، تشویق و توجهات بی‌بدیلشان سپاسگزاری می‌کنم. همچنین رهین منت خانم وانگ لیپینگ، به خاطر همکاری‌ها و پیشنهادات مهم‌شان هستم. از هیئت HEP به خاطر پشتیبانی این پروژه قدردانی می‌کنم و از تمام کسانی که مدیونشان هستم، نهایت سپاسگزاری را دارم. همچنین عمیقاً از پروفیسور پنیسی لویس به خاطر پیشنهاد ارزشمندی که به مقدار زیادی در ساماندهی این کتاب در جهت رسیدن به هدف اصلی‌اش یاراء، رسانده، تشکر می‌نمایم. عمیقاً مدیون همسر، پسر و دخترانم به خاطر تشویقات پیوسته، صبر و پشتیبانی آنها در زمان طولانی نوشتن این کتاب هستم. نویسنده از هر توضیحی دربارهٔ پیشنهاد سازنده سپاسگزار خواهد بود.

عبدالمجید وزواز

عضو دانشگاه XavierSaint

شیکاگو، ایالت ایلینوی ۶۰۶۵۵

آوریل، ۲۰۱۱، ۲۰

www.ketaboo.ir

بیشگفتار مترجم

اینک که به خواست خداوند، ترجمه کامل کتاب معادلات انتگرال خطی و غیرخطی: روش‌ها و کاربردها به پایان رسیده است، بر خود لازم می‌دانم تا نکاتی چند درباره این کتاب با دانشجویان و علاقه‌مندان فرهیخته در میان بگذارم. با توجه به رشد روزافزون فناوری که برای داشتن دانش در برخی کاربردهای واقعی و توسعه روش‌ها، کارآمد است، ریاضیات کلاس درس باید به ریاضیات استفاده شده در کاربردهای گوناگون مدل‌های علوم غیرخطی و مهندسی تبدیل گردد. در این میان، دانشجوان جوان و با استعداد کشور ما، دچار نوعی دوگانگی شده‌اند. از یک‌سو، تسلط آنان بر زبان‌های خارجی در حدی نیست که بتوانند از متون علمی ترجمه نشده استفاده کنند و از سوی دیگر، کتاب‌های محدود تألیف و ترجمه شده فارسی به هیچ‌وجه پاسخگوی شور و اشتیاق بیش از حد آنان برای فراگیری مطالب جدید و پرمحتوای علمی نبوده است. با توجه به این مشکل، بر آن شدم تا ترجمه کتاب حاضر را بر دیگر فعالیت‌های علمی خود مقدم شمرده و ترجمه آن را به این عزیزان بدمیم که کم‌کم حقی بسیار بیش از این بر گردن جامعه علمی کشور دارند.

لازم می‌دانم که از آقایان افشین اسدی و مهندس مسعودی امانی به خاطر همکاری‌های بی‌دریغشان در فراهم ساختن امکانات و راهنمایی‌های باالقه، آقای رامین انصاری جهت ویراستاری کتاب و خانم ثمین مرادی‌نسب برای تایپ نهایی، تشکر و سپاسی نمایم. در نهایت بر خود واجب می‌دانم که از زحمات بی‌پایان خانواده عزیزم، بخصوص پدر و مادر مهربانم در تمام مدت طولانی ترجمه این کتاب، نهایت سپاس و قدردانی را به عمل آورم. در پایان از صاحب‌نظران و دانشجویان عزیز درخواست می‌کنم که با نظر و پیشنهادات خود، خطاها و لغزش‌های احتمالی را یادآوری نمایند تا در چاپ‌های بعدی مدنظر قرار گیرد.

و من ... التوفیق و علیه التکلیل

مهندس نسرين مرادی نسب

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمات
۲	۱-۱ سری های تیلور
۷	۲-۱ معادلات دیفرانسیل معمولی
۷	۱-۲-۱ معادلات دیفرانسیل خطی مرتبه اول
۹	۲-۲-۱ معادلات دیفرانسیل خطی مرتبه دوم
۱۶	۱-۳ روش سری جواب
۲۲	۱-۴ قانون لاینیتز برای مشتق گیری از انتگرال ها
۲۶	۴-۱ کاهش انتگرال های چند گانه به انتگرال های منفرد
۲۹	۵-۱ تبدیلی ها
۳۰	۱-۵-۱ ویرگول های تبدیلی لاپلاس
۳۸	۶-۱ سری های هندسی نامتناهی
۴۳	فصل دوم: مفاهیم مقدماتی معادلات انتگرالی
۴۵	۱-۲ دسته بندی معادلات انتگرال
۴۵	۱-۱-۲ معادلات انتگرال فرد هلم
۴۶	۲-۱-۲ معادلات انتگرال ولترا
۴۶	۳-۱-۲ معادلات انتگرال ولترا - فرد هلم
۴۷	۴-۱-۲ معادلات انتگرال منفرد
۴۹	۲-۲ دسته بندی معادلات انتگرال - دیفرانسیل
۴۹	۱-۲-۲ معادلات انتگرال - دیفرانسیل فرد هلم
۵۰	۲-۲-۲ معادلات انتگرال - دیفرانسیل ولترا
۵۱	۳-۲-۲ معادلات انتگرال - دیفرانسیل ولترا - فرد هلم
۵۲	۳-۲ خطی بودن و همگن بودن
۵۲	۱-۳-۲ مفهوم خطی بودن
۵۳	۲-۳-۲ مفهوم همگن بودن
۵۴	۴-۲ مبدأ معادلات انتگرال

- ۵۵ ۵-۲ تبدیل مسئله مقدار اولیه به معادله انتگرال ولترا
 ۶۱ ۱-۵-۲ تبدیل معادلات انتگرال ولترا به مسائل مقدار اولیه
 ۶۴ ۶-۲ تبدیل مسائل مقدار مرزی به معادلات انتگرال فردهلم
 ۷۱ ۱-۶-۲ تبدیل معادله انتگرال فردهلم به مسئله مقدار مرزی
 ۷۹ ۷-۲ جوابی از یک معادله انتگرال

۸۵ فصل سوم: معادلات انتگرال ولترا

- ۸۵ ۱-۳ مقدمه
 ۸۶ ۳- معادلات انتگرال ولترای نوع دوم
 ۸۷ ۱-۳-۱ روش تجزیه آدامین
 ۹۶ ۲-۱-۲ روش تجزیه اصلاح شده
 ۱۰۱ ۳-۲-۳ اثر جملات اختلال
 ۱۰۷ ۲-۳-۲ روش تکرار تغییرات
 ۱۲۴ ۵-۲-۳ روش هرمان متوالی
 ۱۳۰ ۶-۲-۳ روش بنسنت اپرس
 ۱۳۵ ۷-۲-۳ روش سری جواب
 ۱۴۲ ۳-۳ معادلات انتگرال ولترای نوع دوم
 ۱۴۲ ۱-۳-۳ روش سری جواب
 ۱۴۶ ۲-۳-۳ روش تبدیل لاپلاس
 ۱۵۰ ۳-۳-۳ تبدیل به یک معادله ولترای نوع دوم

۱۵۷ فصل چهارم: معادلات انتگرال فردهلم

- ۱۵۷ ۱-۴ مقدمه
 ۱۶۰ ۲-۴ معادلات انتگرال فردهلم نوع دوم
 ۱۶۰ ۱-۲-۴ روش تجزیه آدامین
 ۱۶۹ ۲-۲-۴ روش تجزیه اصلاح شده
 ۱۷۵ ۳-۲-۴ اثر جملات اختلال
 ۱۷۹ ۴-۲-۴ روش تکرار تغییرات
 ۱۸۵ ۵-۲-۴ روش محاسبه مستقیم
 ۱۹۱ ۶-۲-۴ روش تقریبات متوالی
 ۱۹۷ ۷-۲-۴ روش سری جواب
 ۲۰۲ ۳-۴ معادلات انتگرال فردهلم همگن
 ۲۰۳ ۱-۳-۴ روش محاسبه مستقیم
 ۲۰۸ ۴-۴ معادلات انتگرال فردهلم نوع اول

۲۱۱	۴-۱-۴ روش مرتب سازی
۲۱۸	۴-۲-۴ روش اختلال هومونویی
۲۲۹	فصل پنجم: معادلات انتگرال - دیفرانسیل ولترا
۲۲۹	۵-۱-۱ مقدمه
۲۳۰	۵-۲-۱ معادلات انتگرال - دیفرانسیل ولترا نوع دوم
۲۳۰	۵-۲-۱-۱ روش تجزیه آدامین
۲۳۶	۵-۲-۲-۱ روش تکرار تغییرات
۲۴۲	۵-۳-۱ روش تبدیلات لاپلاس
۲۴۸	۵-۲-۲-۲ روش سری جواب
۲۵۵	۵-۲-۵ تبدیل معادلات انتگرال - دیفرانسیل ولترا به مسائل مقدار اولیه
۲۶۰	۵-۲-۶ تبدیل معادله انتگرال - دیفرانسیل ولترا به معادله انتگرال ولترا
۲۶۵	۵-۳-۱ معادلات انتگرال - دیفرانسیل ولترا نوع اول
۲۶۶	۵-۳-۱-۱ روش تبدیل لاپلاس
۲۷۰	۵-۳-۲-۱ روش تکرار تغییرات
۲۷۷	فصل ششم: معادلات انتگرال - دیفرانسیل فرد هم
۲۷۷	۶-۱-۱ مقدمه
۲۷۸	۶-۲-۱ معادلات انتگرال - دیفرانسیل فرد هم نوع دوم
۲۷۸	۶-۲-۱-۱ روش محاسبه مستقیم
۲۸۴	۶-۲-۲-۱ روش تکرار تغییرات
۲۹۱	۶-۲-۲-۲ روش تجزیه آدامین
۲۹۹	۶-۲-۴-۱ روش سری جواب
۳۰۷	فصل هفتم: معادله انتگرال آبل و معادلات انتگرال منفرد
۳۰۷	۷-۱-۱ مقدمه
۳۰۹	۷-۲-۱ معادله انتگرال آبل
۳۱۰	۷-۲-۱-۱ روش تبدیل لاپلاس
۳۱۵	۷-۳-۱ معادلات انتگرال تعمیم یافته آبل
۳۱۵	۷-۳-۱-۱ روش تبدیل لاپلاس
۳۱۸	۷-۳-۲-۱ معادله تعمیم یافته اصلی آبل
۳۲۲	۷-۴-۱ معادلات انتگرال منفرد ضعیف
۳۲۳	۷-۴-۱-۱ روش تجزیه آدامین
۳۲۹	۷-۴-۲-۱ روش تقریبات متوالی

۳۳۳	۳-۴-۷ روش تبدیل لاپلاس
۳۳۹	فصل هشتم: معادلات انتگرال ولترا - فردهلم
۳۳۹	۱-۸ مقدمه
۳۴۰	۲-۸ معادلات انتگرال ولترا - فردهلم
۳۴۰	۱-۲-۸ روش جواب سری
۳۴۶	۲-۲-۸ روش تجزیه آدامین
۳۴۹	۳-۸ معادلات انتگرال ولترا - فردهلم ترکیبی
۳۵۰	۱-۳-۸ روش سری جواب
۳۵۴	۲-۲-۸ روش تجزیه آدامین
۳۵۸	۲-۸ معادلات انتگرال ولترا - فردهلم ترکیبی با دو متغیر
۳۵۹	۴-۸ روش تجزیه اصلاح شده
۳۶۷	فصل نهم: معادلات انتگرال دیفرانسیل ولترا - فردهلم
۳۶۷	۱-۹ مقدمه
۳۶۷	۲-۹ معادله انتگرال - دیفرانسیل ولترا - فردهلم
۳۶۸	۱-۲-۹ روش سری جواب
۳۷۲	۲-۲-۹ روش تکرار تغییرات
۳۸۱	۳-۹ معادلات انتگرال - دیفرانسیل ولترا - فردهلم ترکیبی
۳۸۲	۱-۳-۹ روش محاسبه مستقیم
۳۸۷	۲-۳-۹ روش سری جواب
۳۹۱	۴-۹ معادلات انتگرال - دیفرانسیل ولترا - فردهلم ترکیبی با دو متغیر
۳۹۲	۱-۴-۹ روش تجزیه اصلاح شده
۴۰۱	فصل دهم: دستگاه معادلات انتگرال ولترا
۴۰۱	۱-۱۰ مقدمه
۴۰۲	۲-۱۰ دستگاه معادلات انتگرال ولترای نوع دوم
۴۰۳	۱-۲-۱۰ روش تجزیه آدامین
۴۰۹	۲-۲-۱۰ روش تبدیل لاپلاس
۴۱۶	۳-۱۰ دستگاه معادلات انتگرال ولترای نوع اول
۴۱۷	۱-۳-۱۰ روش تبدیل لاپلاس
۴۲۲	۲-۳-۱۰ تبدیل به یک دستگاه ولترای نوع دوم
۴۲۲	۴-۱۰ دستگاه معادلات انتگرال - دیفرانسیل ولترا
۴۲۳	۱-۴-۱۰ روش تکرار تغییرات

۴۳۲	۱۰-۴-۲ روش تبدیل لاپلاس
۴۳۹	فصل یازدهم: دستگاه معادلات انتگرال فردهلم
۴۳۹	۱-۱۱ مقدمه
۴۴۰	۱۱-۲ دستگاه‌های معادلات انتگرال فردهلم
۴۴۰	۱۱-۲-۱ روش تجزیه آدامین
۴۴۶	۱۱-۲-۲ روش تجزیه مستقیم
۴۵۲	۱۱-۳ دستگاه‌های معادلات انتگرال - دیفرانسیل فردهلم
۴۵۴	۱۱-۳-۱ روش محاسبه مستقیم
۴۶۱	۱۱-۳-۲ روش تکرار تغییرات
۴۶۹	فصل دوازدهم: دستگاه‌های معادلات انتگرال منفرد
۴۶۹	۱۲-۱ مقدمه
۴۷۰	۱۲-۲ دستگاه‌های معادلات انتگرال تعمیم یافته آبل
۴۷۰	۱۲-۲-۱ دستگاه‌های معادلات انتگرال تعمیم یافته آبل با دو مجهول
۴۷۶	۱۲-۲-۲ دستگاه‌های معادلات انتگرال تعمیم یافته آبل با سه مجهول
۴۸۱	۱۲-۳ دستگاه معادلات انتگرال ولترای نرد ضعیف
۴۸۲	۱۲-۳-۱ روش تبدیل لاپلاس
۴۸۸	۱۲-۳-۲ روش تجزیه آدامین
۴۹۶	فصل سیزدهم: معادلات انتگرال ولترای غیرخطی
۴۹۶	۱۳-۱ مقدمه
۴۹۷	۱۳-۲ وجود جواب برای معادلات انتگرال ولترای غیرخطی
۴۹۸	۱۳-۳ معادلات انتگرال ولترای غیرخطی نوع دوم
۴۹۸	۱۳-۳-۱ روش تقریبات متوالی
۵۰۳	۱۳-۳-۲ روش سری جواب
۵۰۹	۱۳-۳-۳ روش تجزیه آدامین
۵۱۷	۱۳-۴ معادلات انتگرال ولترای غیرخطی نوع اول
۵۱۸	۱۳-۴-۱ روش تبدیل لاپلاس
۵۲۲	۱۳-۴-۲ تبدیل به یک معادله ولترای نوع دوم
۵۲۷	۱۳-۵ دستگاه معادلات انتگرال ولترای غیرخطی
۵۲۸	۱۳-۵-۱ دستگاه‌های معادلات انتگرال ولترای غیرخطی نوع دوم
۵۳۵	۱۳-۵-۲ دستگاه‌های معادلات انتگرال ولترای غیرخطی نوع اول

۵۴۳ فصل چهاردهم: معادلات انتگرال - دیفرانسیل ولترای غیرخطی

۵۴۳ ۱-۱۴ مقدمه

۵۴۴ ۲-۱۴ معادلات انتگرال - دیفرانسیل ولترای غیرخطی نوع دوم

۵۴۵ ۱-۲-۱۴ ترکیب روش تجزیه آدامین - تبدیل لاپلاس

۵۵۳ ۲-۲-۱۴ روش تکرار تغییرات

۵۵۸ ۳-۲-۱۴ روش سری جواب

۵۶۴ ۳-۱۴ معادلات انتگرال - دیفرانسیل ولترای غیرخطی نوع اول

۵۶۴ ۱-۳-۱۴ ترکیب روش تجزیه آدامین - تبدیل لاپلاس

۵۷۱ ۲-۳-۱۴ تبدیل به معادله ولترای غیرخطی نوع دوم

۵۷۸ ۴-۱۴ دستگاه معادلات انتگرال - دیفرانسیل ولترای غیرخطی

۵۷۸ ۱-۴-۱۴ روش تکرار تغییرات

۵۸۵ ۱-۴-۱۴ ترکیب روش تجزیه آدامین - تبدیل لاپلاس

۵۹۷ فصل پانزدهم: معادلات انتگرال - فردهلم غیرخطی

۵۹۷ ۱-۱۵ مقدمه

۵۹۸ ۲-۱۵ وجود جواب برای معادلات انتگرال فردهلم غیرخطی

۵۹۹ ۱-۲-۱۵ نقاط شکاف و نقاط تک

۶۰۰ ۳-۱۵ معادلات انتگرال فردهلم غیرخطی نوع اول

۶۰۱ ۱-۳-۱۵ روش محاسبه مستقیم

۶۰۹ ۲-۳-۱۵ روش سری جواب

۶۱۴ ۳-۳-۱۵ روش تجزیه آدامین

۶۲۱ ۴-۳-۱۵ روش تقریبات متوالی

۶۲۷ ۴-۱۵ معادلات انتگرال فردهلم غیرخطی همگن

۶۲۷ ۱-۴-۱۵ روش محاسبه مستقیم

۶۳۲ ۵-۱۵ معادلات انتگرال فردهلم غیرخطی نوع اول

۶۳۴ ۱-۵-۱۵ روش مرتب‌سازی

۶۴۲ ۲-۵-۱۵ روش اختلال هوموتوبی

۶۴۹ ۶-۱۵ دستگاه‌های معادلات انتگرال فردهلم غیرخطی

۶۴۹ ۱-۶-۱۵ روش محاسبه مستقیم

۶۵۵ ۲-۶-۱۵ روش تجزیه آدامین اصلاح شده

۶۶۱ فصل شانزدهم: معادلات انتگرال - دیفرانسیل فردهلم غیرخطی

۶۶۱ ۱-۱۶ مقدمه

۶۶۲	۲-۱۶ معادلات انتگرال - ديفرانسيل فردهلم غير خطي
۶۶۳	۱-۲-۱۶ روش محاسبه مستقيم
۶۶۹	۲-۲-۱۶ روش تکرار تغييرات
۶۷۴	۳-۲-۱۶ روش سری جواب
۶۷۹	۳-۱۶ معادلات انتگرال - ديفرانسيل فردهلم غير خطي همگن
۶۸۰	۱-۳-۱۶ روش محاسبه مستقيم
۶۸۶	۴-۱۶ دستگاه‌های معادلات انتگرال - ديفرانسيل فردهلم غير خطي
۶۸۷	۱-۴-۱۶ روش محاسبه مستقيم
۶۹۳	۲-۶-۱۶ روش تکرار تغييرات

فصل هفدهم: معادلات انتگرال منفرد غير خطي

۷۰۱	۱-۱۷ مقدمه
۷۰۳	۲-۱۷ معادله انتگرال آبل غير خطي
۷۰۴	۱-۲-۱۷ روش تبدیل لاپلاس
۷۰۹	۳-۱۷ معادله آبل غير خطي مستقيم
۷۱۰	۱-۳-۱۷ روش تبدیل لاپلاس
۷۱۴	۲-۳-۱۷ معادله آبل غير خطي تعميم یافته آبل
۷۱۹	۴-۱۷ معادلات ولترای منفرد ضعيف غير خطي
۷۲۰	۱-۴-۱۷ روش تجزیه آدامین
۷۲۴	۵-۱۷ دستگاه‌های معادلات انتگرال ولترای منفرد - ضعف غير خطي
۷۲۵	۱-۵-۱۷ روش تجزیه آدامین اصلاح شده

فصل هجدهم: کاربردهای معادلات انتگرال

۷۳۳	۱-۱۸ مقدمه
۷۳۴	۲-۱۸ مدل جمعیتی ولترای
۷۳۷	۱-۲-۱۸ روش تکرار تغييرات
۷۳۸	۲-۲-۱۸ روش سری جواب
۷۳۹	۳-۲-۱۸ تقریبات پاده
۷۴۱	۳-۱۸ معادلات انتگرال با هسته‌های لگاریتمي
۷۴۴	۱-۳-۱۸ معادله انتگرال فردهلم نوع دوم با هسته لگاریتمي
۷۴۹	۲-۳-۱۸ معادله انتگرال فردهلم نوع اول با هسته لگاریتمي
۷۵۳	۳-۳-۱۸ معادله انتگرال فردهلم نوع اول ديگر با يك هسته لگاریتمي
۷۵۴	۴-۱۸ انتگرال‌های فرنل

- ۷۵۸ ۱۸-۵ معادلهٔ توماس - فرمی
- ۷۶۲ ۱۸-۶ انتقال حرارت و انتشار حرارت
- ۷۶۲ ۱۸-۶-۱ انتقال حرارت: معادلهٔ انتگرال منفرد لایت هیل
- ۷۶۵ ۱۸-۶-۲ انتشار حرارت در یک جامد نیمه‌رسانا
- ۷۶۹ ضمیمهٔ A: خلاصه‌ای از انتگرال‌های نامعین
- ۷۶۹ 1. A اشکال اساسی
- ۷۶۹ 2. A اشکال مثلثاتی
- ۷۷۰ 3. A معکوس اشکال مثلثاتی
- ۷۷۰ 4. A اشکال لگاریتمی و نمایی
- ۷۷۱ 5. A اشکال هذلولوی
- ۷۷۱ 6. A اشکال بیضی
- ۷۷۲ ضمیمهٔ B: انتگرال‌های شامل توابع جبری گنگ
- ۷۷۲ 1. B انتگرال‌های شامل $\frac{1}{x-t}$ ، یک عدد صحیح است، $n \geq 0$
- ۷۷۲ 2. B انتگرال‌های شامل $\frac{1}{\sqrt{x-t}}$ ، یک عدد صحیح است، $n \geq 1$
- ۷۷۳ ضمیمهٔ C: نمایش سری‌ها
- ۷۷۳ 1. C سری‌های توابع نمایی
- ۷۷۳ 2. C توابع مثلثاتی
- ۷۷۴ 3. C معکوس توابع مثلثاتی
- ۷۷۴ 4. C توابع هذلولوی
- ۷۷۴ 5. C معکوس توابع هذلولوی
- ۷۷۴ 6. C توابع لگاریتمی
- ۷۷۴ ضمیمهٔ D: توابع خطا و خطای تکمیلی
- ۷۷۴ 1. D تابع خطا
- ۷۷۵ 2. D تابع خطای تکمیلی
- ۷۷۵ ضمیمهٔ E: تابع گاما
- ۷۷۶ ضمیمهٔ F: سری‌های نامتناهی
- ۷۷۶ 1. F سری‌های عددی
- ۷۷۶ 2. F سری‌های مثلثاتی

۷۷

ضمیمه G: انتگرال‌های فورنل

۷۷

1. G انتگرال فورنل کسینوس

۷۷

2. G انتگرال فورنل سینوس

۷۷۹

پاسخ‌ها

۸۲۷

مراجع

۸۳۹

نمایه

www.ketab.ir