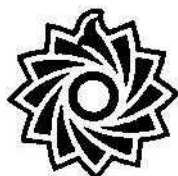


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

معادلات دیفرانسیل

تألیف:

ریچارد برونسون

ترجمه:

دکتر مهرداد نوری خاجوی

دکتر فرامرز آشنای قاسمی

اعضای هیأت علمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

برانسن، ریچارد	سر شناسنامه
Bronson, Richard	
معادلات دیفرانسیل / تألیف ریچارد برونسون؛ ترجمه مهرداد نوری	عنوان و نام پدید آور
خاجوی، فرامرز آشنای قاسمی	مشخصات نشر
تهران: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی	مشخصات ظاهری
۵۱۲ ص.	شابک
978-600-6594-35-4	وضعیت فهرست نویسی
فیبا	یادداشت
عنوان اصلی: Schaum's outline of modern introductory differential equations, with Laplace transforms, numerical methods, matrix methods [and] eigenvalue problems, [c1973].	یادداشت
واژه نامه.	موضوع
معادله های دیفرانسیل	شناسه افزوده
نوری خواجوی، مهرداد، ۱۳۴۰- مترجم	شناسه افزوده
آشنای قاسمی، فرامرز، ۱۳۴۷- مترجم	شناسه افزوده
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی	رده بندی کنگره
QA ۳۷۲/ب۴م۶ ۱۳۹۳	رده بندی دیویی
۵۱۵/۳۵	شماره کتابشناسی ملی
۳۶۴۰۲۳۱	



انگاه تربیت دبیر شهید رجایی

معادلات دیفرانسیل	عنوان
دکتر مهرداد نوری خاجوی و دکتر فرامرز آشنای قاسمی، اعضای هیأت علمی	ترجمه
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی	
دکتر فرامرز آشنای قاسمی	ویراستار علمی و ادبی
اول- پاییز ۱۳۹۳	نوبت چاپ
دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی	انتشارات
فرانقش	لیتوگرافی
فردوس	چاپ
شهرام طهماسبی	طراح جلد
محمد معتمدی نژاد	ناظر چاپ
نیره فیروزی	کارشناس
۱۰۰۰ جلد	شمارگان
۱۶،۰۰۰ تومان	قیمت
ISBN: 978-600-6594-35-4	شابک
۹۷۸-۶۰۰-۶۵۹۴-۳۵-۷۴	

کلیه حقوق این اثر برای مؤلفین و مترجمین و دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی محفوظ است.

نشانی: تهران، لویزان - کد پستی ۱۵۸۱۱-۱۶۷۸۸ - صندوق پستی ۱۶۳ - ۱۶۷۸۵ - تلفن: (۲۶۲۲) ۹ - ۲۲۹۷۰۰۶۰.

۲۲۹۷۰۰۷۰، نامبر: ۲۲۹۷۰۰۰۳، پست الکترونیکی: Publish@srttu.edu، وب سایت: http://Publish.srttu.edu

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
v	مقدمه نویسنده
vi	مقدمه مترجمان
۱	فصل ۱ - مفاهیم اولیه
	معادلات دیفرانسیل معمولی - مرتبه و درجه - معادلات دیفرانسیل خطی
	- نمادگذاری
۶	فصل ۲ - جواب‌ها
	تعریف جواب - جوابهای عمومی و خصوصی - مسائل با مقدار اولیه و
	مسائل با مقدار مرزی
۱۶	فصل ۳ - دسته‌بندی معادلات دیفرانسیل مرتبه اول
	شکل استاندارد و شکل دیفرانسیلی - معادلات خطی - معادلات همگن
	- معادلات جدایی‌پذیر - معادلات کامل
۲۳	فصل ۴ - معادلات دیفرانسیل مرتبه اول جدایی‌پذیر
	جواب عمومی - مسئله با مقدار اولیه
۳۰	فصل ۵ - معادلات دیفرانسیل مرتبه اول همگن
	روش اول حل - روش دوم حل
۳۸	فصل ۶ - معادلات دیفرانسیل مرتبه اول کامل
	تعریف - روش حل
۴۴	فصل ۷ - فاکتور انتگرال
	فاکتور انتگرال چیست؟ - حل یک معادله دیفرانسیل به کمک یک فاکتور
	انتگرال - یافتن یک فاکتور انتگرال

- ۵۵ فصل ۸ - معادلات دیفرانسیل مرتبه اول خطی
فاکتور انتگرال - روش حل
- ۶۳ فصل ۹ - کاربردهای معادلات دیفرانسیل مرتبه اول
مسائلی درباره سرد شدن - مسائلی درباره رشد و زوال (تجزیه) - سقوط اجسام تحت تأثیر مقاومت هوا - مسائلی درباره رقیق شدن - مدارهای الکتریکی - مسیرهای قائم
- ۹۱ فصل ۱۰ - معادلات دیفرانسیل خطی: ملاحظات عمومی
تعاریف - قضیه یکتایی - عملگر دیفرانسیل خطی
- ۹۸ فصل ۱۱ - معادلات دیفرانسیل خطی: تئوری جوابها
بستگی خطی - استقلال خطی - جوابهای مستقل خطی - رونسکین
- ۱۰۹ فصل ۱۲ - معادلات دیفرانسیل همگن مرتبه دوم با ضرایب ثابت
معادله مشخصه - جواب برحسب ریشههای مشخصه
- ۱۱۵ فصل ۱۳ - معادلات دیفرانسیل همگن مرتبه $2n$ ام با ضرایب ثابت
معادله مشخصه - روش حل برحسب ریشههای مشخصه
- ۱۲۱ فصل ۱۴ - روش ضرایب نامعین
شکل ساده روش - اصطلاحات - تعمیم - محدودیت‌های این روش
- ۱۳۳ فصل ۱۵ - تغییر پارامترها
روش تغییر پارامترها - محدوده این روش
- ۱۴۱ فصل ۱۶ - مسائل با مقدار اولیه
- ۱۴۶ فصل ۱۷ - کاربرد معادلات دیفرانسیل مرتبه دوم با ضرایب ثابت
- ۱۶۳ فصل ۱۸ - معادلات دیفرانسیل خطی با ضرایب متغیر
معرفی - توابع تحلیلی - نقاط عادی و نقاط منفرد
- ۱۷۰ فصل ۱۹ - جواب بصورت سریهای توانی حول یک نقطه عادی
روشی برای معادلات همگن - روشی برای معادلات غیرهمگن
- ۱۹۱ فصل ۲۰ - نقاط منفرد منظم و روش فرینیوس
قضیه وجود - روش فرینیوس - جواب عمومی
- ۲۱۸ فصل ۲۱ - تابع گاما - توابع بسل
تابع گاما - توابع بسل - اعمال جبری بر روی سریهای نامتناهی

- فصل ۲۲ - تبدیل لاپلاس ۲۳۳
انتگرال‌های ناویژه - تعریف تبدیل لاپلاس - همگرایی تبدیل لاپلاس
- فصل ۲۳ - خواص تبدیل لاپلاس ۲۴۳
- فصل ۲۴ - تبدیلات لاپلاس معکوس ۲۵۴
تعریف - قضیهٔ یکتایی - روش مربع کامل کردن - روش بسط کسره‌های جزئی
- فصل ۲۵ - کانولوشن و تابع پلهٔ واحد ۲۶۷
کانولوشن - تابع پلهٔ واحد
- فصل ۲۶ - جواب‌های معادلات دیفرانسیل خطی با ضرایب ثابت به کمک تبدیلات لاپلاس ۲۷۶
تبدیلات لاپلاس مشتقات - جواب مسائل با مقدار اولیه
- فصل ۲۷ - جواب سیستم‌های معادلات دیفرانسیل خطی با ضرایب ثابت به کمک تبدیلات لاپلاس ۲۸۷
- فصل ۲۸ - ماتریسها ۲۹۴
ماتریسها و بردارها - جمع ماتریسها - ضرب عددی و ضرب ماتریسی -
ماتریس یکه و ماتریس صفر - توانهای یک ماتریس مربع - مشتق‌گیری
و انتگرال‌گیری ماتریسی - معادلهٔ مشخصه
- فصل ۲۹ - e^{At} ۳۰۸
تعریف - محاسبهٔ e^{At}
- فصل ۳۰ - تبدیل معادلات دیفرانسیل خطی به دستگاه مرتبهٔ اول ۳۲۰
- فصل ۳۱ - حل دستگاه معادلات خطی با ضرایب ثابت ۳۳۲
معرفی - حل مسائل با مقدار اولیه - مقایسهٔ روشهای حل
- فصل ۳۲ - روشهای عددی ساده ۳۴۵
ملاحظات عمومی - روش اولر - روش هیون - روش سری سه‌جمله‌ای
تیلور - روش نیستروم - مرتبهٔ یک روش عددی
- فصل ۳۳ - روشهای رانج- کوتا ۳۷۴
معرفی - روش رانج- کوتای مرتبهٔ سوم - روش رانج- کوتای مرتبهٔ چهارم

- ۳۸۶ فصل ۳۴ - روشهای پیشبینی - تصحیح
معرفی - یک روش مرتبه دوم - روش مایلن - روش هامینگ
- ۴۰۸ فصل ۳۵ - روشهای پیشبینی - تصحیح بهبودیافته
معرفی - روش مایلن بهبودیافته - روش هامینگ بهبودیافته - مقادیر آغازین
- ۴۲۱ فصل ۳۶ - روشهای عددی برای دستگاههای معادلات
ملاحظات عمومی - روش اولر - روش رانج - کوتای مرتبه چهارم -
روش مایلن - روش هامینگ
- ۴۴۲ فصل ۳۷ - مسائل با مقدار مرزی مرتبه دوم
مسائل همگن و مسائل غیرهمگن - یکتایی جواب - مسائل مقدار ویژه
- ۴۵۴ فصل ۳۸ - مسائل اشترم - لیوویل
تشریف - خواص مسائل اشترم - لیوویل
- ۴۶۳ فصل ۳۹ - بسط توابع ویژه
توابع هموار قطعاتی - سری فوریه سینوسی - سری فوریه کسینوسی
- ۴۷۵ ضمیمه الف - تابع گاما $(1/99 \leq x \leq 1/00)$
- ۴۷۶ ضمیمه ب - توابع بسل $(10/0 \leq x \leq 14/9)$
- ۴۸۱ ضمیمه پ - تبدیلات لاپلاس
- ۴۸۷ ضمیمه ت - واژه‌نامه فارسی - انگلیسی
- ۴۹۴ ضمیمه ث - واژه‌نامه انگلیسی - فارسی

مقدمه نویسنده

در طی بیست سال گذشته پیشرفتهای زیادی در زمینه معادلات دیفرانسیل صورت گرفته است. ظهور کامپیوترهای با سرعت زیاد روشهای حل عددی را ممکن ساخته، باعث بوجود آمدن گروهی از روشهای جدید شده است. شیوه سیستماتیکی که امروزه در حل مسائل مهندسی محبوبیت زیادی پیدا کرده، قابل اجراء توسط روشهای ماتریسی و تبدیل لاپلاس می باشد.

این کتاب توسط مسائل حل شده زیاد، تئوری کلاسیک معادلات دیفرانسیل، نیز روشهای جدیدتر را مورد بررسی قرار می دهد. بیش نیاز بسیاری از فصول تنها حساب دیفرانسیل و انتگرال می باشد. این کتاب به عنوان کتاب استاندارد درس معادلات دیفرانسیل، و یا کتاب کمک درسی برای دوره کارشناسی، و یا مطالعه مستقل مناسب می باشد.

فصول ۱ تا ۲۱ و ۳۷ تا ۳۹ مطالب کلاسیک، شامل معادلات جدایی پذیر و کامل، حل معادلات خطی با ضرایب ثابت توسط معادله مشخصه، روش تغییر پارامترها و روش ضرایب نامعین، حل سری ها و مسائل مقدار مرزی و اشتراک لیوویل را مورد بررسی قرار می دهد. فصول ۲۲ تا ۳۶ روشهای جدیدتر، مانند تبدیل لاپلاس، روشهای ماتریسی و روشهای عددی را بررسی می کند. روشهای عددی به خاطر اهمیت کاربردی شان بیشتر مورد تأکید قرار گرفته اند. هر فصل کتاب به سه بخش تقسیم شده است. بخش اول شامل نکات مهم فصل می باشد. بخش دوم شامل مسائل حل شده است که مطالب بخش اول را تشریح می کند، و در بعضی موارد مطالب بخش اول را تعمیم می دهد. بخش آخر شامل یک سری مسئله با پاسخ نهایی آنها می باشد که دانشجو می تواند میزان یادگیری مطالب فصل را با حل این مسائل مورد ارزیابی قرار دهد.

مقدمه مترجمان

برای نوک و پیش‌بینی رفتار پدیده‌های طبیعی، نیاز به ساختن مدل‌های ریاضی از این پدیده‌ها وجود دارد. مسلماً این مدل‌ها، بر اساس یک‌سری قوانین فیزیکی؛ از قبیل اصل بقای ماده، اصل بقای انرژی، اصل بقای اندازه حرکت، قانون دوم ترمودینامیک، قانون کِرَشُف و ... می‌باشد. لفظ «پدیده»، معنای تغییر نسبت به زمان را در خود دارد، که این تغییرات در مدل‌های ریاضی، به صورت مشتقات کمیت مورد نظر نسبت به زمان جلوه می‌کند. بنابراین مدل ریاضی یک پدیده، شامل معادله یا معادلاتی است که در آنها مشتقات کمیت مورد نظر نسبت به زمان وجود دارد. چنین معادله‌ای «معادله دیفرانسیل» نامیده می‌شود. از این رو یک فیزیکدان و یا یک مهندس، برای تشریح پدیده‌ها، می‌بایست که معادلات مختلف دیفرانسیل را شناخته، از آنها به عنوان ابزاری برای حل مسائل استفاده کند.

کتابی که در دست دارید، نوشته «ریچارد پروسرون»، ریاضی‌دان شهیر آمریکایی است. کتاب به صورت اصولی و سیستماتیک، برای دانشجویان دوره کارشناسی، در کلیه رشته‌های فنی مهندسی و علوم پایه، نیز برخی رشته‌های علوم تجربی، نوشته شده است. اگرچه برخی از فصل‌های پایانی کتاب، مباحث پیشرفته‌تر را که عموماً در دوره‌های کارشناسی ارشد مورد بحث قرار می‌گیرند، مطرح می‌کند. کتاب حالتی خودآموز داشته، استفاده از آن نیاز به استاد ندارد. هر فصل با تعاریف دقیق از مفاهیم اساسی، اثبات قضایا، و به دست آوردن روابط اصلی شروع شده، سپس برای درک بهتر مطالب، تعداد زیادی مسئله به طور کامل حل شده است. اما به سبب اینکه قدرت و توانایی در حل مسائل، تنها با مطالعه مسائل حل شده به دست نیامده، نیازمند حل آن توسط خود فرد می‌باشد، تعداد زیادی مسئله بدون حل نیز تنها با پاسخ انتهایی‌شان، در انتهای هر فصل ارائه شده است. از دانشجویان عزیز، مصرأ درخواست می‌شود که پس از مطالعه متن درس و مسائل حل شده، مسائل فاقد پاسخ کامل انتهای فصل‌ها را نیز حل کنند. توانایی دانشجوی در حل این مسائل، نشان‌دهنده درک صحیح

مطالب بوده، به واقع جواز عبور دانشجو به فصل بعدی می‌باشد. در صورتی که دانشجو قادر به حل مسائل آخر فصل نباشد، از او تقاضا می‌شود فصل مزبور، و مسائل حل‌شده آن را یک بار دیگر، ولی با دقت بیشتر، خوانده؛ این عمل را تا زمانی که قادر به حل مسائل انتهایی آن فصل شود، تکرار کند.

از آنجایی که هیچ اثری بدون لغزش و خطا نمی‌باشد، از دانشجویان عزیز و استادان گرانقدر، درخواست می‌شود که هر نظری در ارتباط با بالا بردن کیفیت این کتاب به نظرشان می‌رسد، با اینجانبان در میان گذاشته، قرین منت‌مان گردانند. ظریفی گفت: من و مادرم باهم، بهترین مترجمان دنیا هستیم، زیرا هیچگاه پیشگویی خطایی از ما سر نمی‌زند. به او گفتند: این ادعای بزرگی است. از کجا چنین ادعایی کنی؟ وی پاسخ داد: از آنجا که هرگاه ابری در آسمان پیدا شود، من گویم باران خواهد آمد، و مادرم گوید نخواهد آمد؛ که مسلماً یا آن شود که من گویم، یا آن شود که او گوید! ما مترجمان این کتاب نیز باهم، بهترین مترجمان دنیا هستیم، زیرا هیچگاه در ترجمه متون مختلف، خطایی از ما سر نمی‌زند! حالا چطور است که وقتی کتابهای مان چاپ می‌شوند، در آنها غلط‌هایی به چشم می‌خورد به چه فراوانی؛ قطعاً با تقصیر حروفچینان محترم کتابهای مان است^۱، و یا به این خاطر است که تنها نظر یکی از ما دو نفر (به سبب جلوگیری از ایجاد تضاد در مطالب کتاب) در کتاب درج شده است؛ و الا حرف حساب همان است که چند خط پیشتر به آن اشاره گردید. در هر حال، چه بخواهید و چه نخواهید، از هم‌اکنون بی‌صبرانه در انتظار دریافت نظرها و پیشنهادهای

^۱ امید است که این قسمت مهم مقدمه، توسط حروفچین گرامی‌تر از جان این کتاب، محکوم به حذف مصلحت‌اندیشانه نگردیده، «سهواً» جا نیفتد!

[بیچاره حروفچین‌ها!! که هرچه کاسه است سر آنها می‌شکنند، مگر نه این است که هر کتاب بعد از حروفچینی باید توسط مؤلف یا مصحح خوانده شود و غلطهای آن را پیدا کنند و علامت بزنند تا تصحیح شود؛ که متأسفانه بسیاری از مصححین (ویراستاران) بجای پیدا کردن غلطهای تایپی، دنبال پشتک و وارو زدن روی متن تایپی می‌روند و بجای پیدا کردن غلطها، شروع می‌کنند به خط‌خطی کردن متن و غلطهایی می‌گیرند که البته بسیاری از آنها بی‌موردند و روی متن دست‌نویس هم می‌توانستند همان کار را بکنند؛ در نتیجه یادشان می‌رود که دارند غلط‌گیری می‌کنند و ... خوب، معلوم است دیگر، همان پیش می‌آید که گفته شد. نمونه‌اش هم در همین کتاب فراوان است. ای‌کاش خوانندگان به نمونه اولیه این کتاب دسترسی داشتند تا خود قضاوت می‌کردند. در هر حال، هرچقدر هم که غلط گرفته باشند و حروفچین «سهواً» تصحیح نکرده باشد باز مسئولیت به گردن خود مصححین است که غلطهایی را که خود گرفته‌اند، کنترل کنند که حتماً تصحیح شده باشند (حتی اگر لازم باشد عمل تصحیح و کنترل، باید بارها صورت گیرد) نه اینکه شانه از زیر بار مسئولیت خالی کنند و بگویند حروفچین تصحیح نکرده است! - حروفچین همین کتاب]

شما سروران گرامی مان هستیم، تا انشاء... اگر این کتاب به چاپ دوم برسد، آنها را به کار بندیم. آری، بی صبرانه در انتظار دریافت نظرها و پیشنهادهای شما، سروران گرامی هستیم زیرا، ما نیز همچون «پروتو گوراس»، فیلسوف شهیر یونان باستان، براین باوریم که: «این انسان است که مقیاس همه چیزهاست. مقیاس هستی چیزهایی که هست، و مقیاس نیستی چیزهایی که نیست!»

دکتر مهرداد نوری خاجوی

دکتر فرامرز آشنای قاسمی

تهران - پاییز ۹۳

www.ketab.ir