

# معادلات دیفرانسیل و تئوری حل آنها

تألیف

دکتر بهروز الفتیان گیلان

دانشگاه صنعتی کرمانشاه

۱۴۰۰

|                         |                                                              |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------|
| سرشناسه                 | الفتیان گیلان، بهروز، ۱۳۵۶ -                                 |
| عنوان                   | معادلات دیفرانسیل و تئوری حل آن‌ها/تألیف بهروز الفتیان گیلان |
| مشخصات نشر              | کرمانشاه: دانشگاه صنعتی کرمانشاه، ۱۴۰۰.                      |
| مشخصات ظاهری            | ز، ۴۰۲ ص.: جدول.                                             |
| شابک                    | ۱-۴-۹۶۰۳۷-۹۶۰۶۲۲-۹۷۸                                         |
| وضعیت فهرست‌نویسی       | ۱-۴-۹۶۰۳۷-۹۶۰۶۲۲-۹۷۸                                         |
| یادداشت                 | فیفا:                                                        |
| یادداشت                 | کتابنامه.                                                    |
| موضوع                   | نمایه.                                                       |
| موضوع                   | معادله‌های دیفرانسیل- راهنمای آموزشی (عالی)                  |
| موضوع                   | Diffrensial Equations- Study and teaching (Higher)           |
| موضوع                   | معادله‌های دیفرانسیل- مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی)          |
| موضوع                   | Diffrensial Equations- Problems, exercises, etc. (Higher)    |
| شناسه افزوده            | دانشگاه صنعتی کرمانشاه                                       |
| رده‌بندی کنگره          | Q۴۳۷۱                                                        |
| رده‌بندی دیویی          | ۵۱۵/۳۵۰۷۶                                                    |
| شماره کتابشناسی ملی     | ۸۴۲۱۱۱                                                       |
| اطلاعات رکورد کتابشناسی | فیفا:                                                        |



دانشگاه صنعتی کرمانشاه

انتشارات دانشگاه صنعتی کرمانشاه

|                                                |                             |
|------------------------------------------------|-----------------------------|
| شناسنامه کتاب:                                 | تاریخ و نوبت چاپ: ۱۴۰۰، اول |
| عنوان کتاب: معادلات دیفرانسیل و تئوری حل آن‌ها | قطع: وزیری                  |
| مؤلف: بهروز الفتیان گیلان                      | شمارگان: ۵۰۰ جلد            |
| حروف‌نگار- طراح جلد: زهرا صفری- الیورا صیامی   | قیمت: ۹۹۰۰۰ تومان           |
| ناشر: دانشگاه صنعتی کرمانشاه                   | ISBN: 978-622-96037-4-1     |
| شابک: ۱-۴-۹۶۰۳۷-۹۶۰۶۲۲-۹۷۸                     |                             |

کرمانشاه، بزرگراه امام خمینی، معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه صنعتی کرمانشاه، تلفن: ۰۵-۸۳۳۸۳۰۵۰۰۰

کدپستی: ۶۷۱۵۶۸۵۴۲۰، نمابر: ۰۵۰۰۶-۸۳۳۸۳، سایت: www.kut.ac.ir، ایمیل: info@kut.ac.ir

## پیش‌گفتار مؤلف

درس معادلات دیفرانسیل به عنوان یکی از دروس اساسی مصوب وزارت علوم در برنامه درسی خیلی از رشته‌های دانشگاهی قرار دارد و کتاب‌های متعددی توسط مؤلفین و مترجمین دانشگاهی وارد عرصه آموزش این درس در سطح دانشگاه شده است که عموماً به صورت تخصصی و مختص رشته‌های خاصی نوشته شده‌اند و معمولاً پاسخگوی نیاز عمومی دانشجویان رشته‌های مختلف تحصیلی در زمان تحصیل و خصوصاً زمان رویارویی با آزمون‌های پیش‌رو نظیر آزمون‌های ورودی تحصیلات تکمیلی نیستند و این امر باعث سوق حداکثری دانشجویان به استفاده از منابع غیر دانشگاهی دیگری که ممکن است استانداردهای علمی لازم در آن‌ها رعایت نشده باشد گردیده است. بنابراین ارتباط دانشجویان با خیلی از کتب دانشگاهی درس معادلات دیفرانسیل تنها به دوره دانشجویی در زمان اخذ این درس برمی‌گردد. بر این اساس ظهور یک کتاب دانشگاهی جامع در درس معادلات دیفرانسیل که هم بتواند پاسخگوی نیاز اساتید و دانشجویان در دوران تحصیل مطابق با سرفصل مصوب این درس باشد و هم دانشجویان برای رویارویی با آزمون‌های پیش‌رو بتوانند به عنوان یک منبع استاندارد از آن استفاده کنند اجتناب‌ناپذیر می‌شود. لذا مصمم به تألیف کتابی در زمینه درس معادلات دیفرانسیل شدم که متناسب با نیازهای مذکور بتواند توجه جامعه دانشگاهی اعم از اساتید و دانشجویان در رشته‌های مختلف تحصیلی را به خود معطوف نماید. بنابراین طراحی این کتاب قطعاً باید تفاوت‌های ساختاری ویژه‌ای در تبیین و ارائه مطالب داشته باشد تا بتواند همواره جایی را در ذهن اساتید گرامی و دانشجویان عزیز به عنوان یک منبع تدریس دانشگاهی درس معادلات دیفرانسیل و همچنین مطالعه جهت شرکت در آزمون‌های تحصیلات تکمیلی باز نماید. برآیند این تفکرات منجر به تألیف کتاب حاضر شد که در آن تمرکز اصلی بر ارائه دقیق تئوری تعاریف، مفاهیم اصلی، پیش‌نیازها، قضیه‌ها و حل مثال‌های متنوع می‌باشد. براین اساس نام این کتاب را معادلات دیفرانسیل و تئوری حل آن‌ها انتخاب نموده‌ام. در این کتاب سعی شده است ترتیب و نحوه ارائه مطالب به گونه‌ای باشد که دانشجوی حتی بدون آموزش استاد و به صورت خودخوان بتواند از پس یادگیری موضوعات مختلف آن برآید. به این صورت که پس از آموزش منظم و آسان هر موضوع به گونه‌ای به ارائه و حل مثال‌های متعدد و متنوع پرداخته شده است که دانشجوی لذت یادگیری پس از مطالعه را کاملاً احساس نماید. به دانشجویان

عزیز توصیه می‌کنم برای درک لذت یادگیری هنگام مطالعه این کتاب رعایت توالی موضوعات، حوصله و آرامش در خواندن و درک دقیق و عمیق تعاریف و قضایا را در دستور کار خویش قرار دهند زیرا روش حل مثال‌ها و سؤالات در قضیه‌ها و توضیحات مرتبط به آن‌ها نهفته است و رعایت این اصول تسلط کامل در یادگیری مطالب ارائه شده را به دنبال خواهد داشت. جهت پرداختن به حل تعداد بیشتری از سؤالات و مثال‌های متنوع از اثبات قضیه‌ها صرف‌نظر شده است بدون این‌که کمترین تأثیری در کاهش قدرت استفاده از قضایا به وجود بیاید تا دانشجویان با حل سؤالات با تنوع بیشتر بتوانند توانایی کافی در قدرت حل مسئله را کسب نمایند. در صورت نیاز به شیوه اثبات هر کدام از قضیه‌ها خواننده می‌تواند به یکی از منابع [۲]، [۴] یا [۱۰]، مراجعه نماید. تمام موضوعات سرفصل درس معادلات دیفرانسیل مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در این کتاب در شش فصل تنظیم شده است و با ارائه مثال‌های کافی به تشریح و توضیح این مباحث پرداخته شده است. در پایان هر بحث سؤالات چهارگزینه‌ای متنوع تألیفی یا برگرفته از سؤالات آزمون‌های تخصصیات تکمیلی ادوار گذشته با دسته‌بندی موضوعی با ارائه راه حل‌های کامل نیز گنجانده شده است چرا که در حل برخی سؤالات چهارگزینه‌ای گاهی اوقات لازم است ریل حل مسئله را با توجه به حضور گزینه‌ها به گونه دیگری گذاشت و از طرف دیگر به دلیل چهارگزینه‌ای بودن آزمون‌های ورود به تحصیلات تکمیلی همواره سؤالات چهارگزینه‌ای مورد نیاز و اقبال دانشجویان بوده است. هر فصل را نیز با ارائه سؤالات تکمیلی چهارگزینه‌ای به پایان برده‌ایم تا یادگیرنده بتواند با حل سؤالات آن خود را محک بزند. امیدوارم که با تألیف این کتاب توانسته باشم گوشه‌ای از نیاز علمی دانشگاه‌های کشور عزیزمان ایران در امر آموزش درس معادلات دیفرانسیل را به درستی تشخیص داده باشم بلکه این اثر بتواند مفید فایده واقع شود. در پایان از تمام دوستانی که با ارائه نظرات مفید و سازنده خود در تألیف این کتاب به نوعی با اینجانب همکاری نموده‌اند تشکر می‌کنم و از خانم زهرا صفری در زمینه حروفچینی دقیق متن کتاب با نرم افزار زی‌پرشین نیز کمال تشکر را دارم. همچنین از شورای نشر دانشگاه صنعتی کرمانشاه به خاطر ارائه مجوز چاپ کتاب ذیل انتشارات دانشگاه صنعتی کرمانشاه و سایر عوامل همکار تا پایان چاپ کتاب صمیمانه سپاسگزاری می‌کنم.

بهرروز الفتیان گیلان

کرمانشاه، ۲۴ اردیبهشت ۱۴۰۰

b.olfataian@kut.ac.ir

# فهرست عناوین فصول

پیش‌گفتار مؤلف

ج

۱ تعاریف و مفاهیم پیش‌نیاز ۱

۱۵ ۲ معادلات دیفرانسیل مرتبه اول و روش‌هایی برای حل آن‌ها ۲

۱۲۵ ۳ معادلات مرتبه دوم و بالاتر و شیوه حل آن‌ها ۳

۲۰۵ ۴ یافتن جواب به صورت سری برای معادلات دیفرانسیل خطی ۴

۲۷۱ ۵ تبدیل‌های لاپلاس و لاپلاس معکوس ۵

۳۳۵ ۶ دستگاه معادلات دیفرانسیل خطی ۶

۳۹۳ منابع ۷

۳۹۵ واژه‌نامه فارسی به انگلیسی ۸

۳۹۹ نمایه ۹