

هدایت گرمایی

ام. نکاتی اوزیسیک

M.NECATI OZISIK

North Carolina State University

مترجمین

مهندس علی محمد کرمی

مهندس افشین حسین آبادی

سرشناسنامه :	اوزیسیک ، نجائی
عنوان و نام پدید آور:	هدایت گرمایی / ام نکاتی اوزیسیک ؛ مترجمین علی محمد کرمی ، افشین حسین
آبادی :	
مشخصات نشر:	تهران : کتاب آوا : دادستان : ۱۳۸۹
مشخصات ظاهری :	۳۸۴ ص
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۵۵۲۶-۱۹-۶
وضعیت فهرست نویسی :	فیا
یادداشت:	عنوان اصلی ، Heat conduction
یادداشت:	این کتاب اولین بار با عنوان "انتقال گرما (حرارت)" ترجمه اسماعیل خوشروان در سال ۱۳۷۰ توسط مرکز نشر دانشگاهی منتشر شده است .
عنوان دیگر :	انتقال گرما (حرارت)
موضوع	گرما-انتقال
شناسه افزوده:	کرمی ، علی محمد ، ۱۳۶۲- ، مترجم
شناسه افزوده :	حسین آبادی ، افشین ، ۱۳۶۳- ، مترجم
رده بندی کنگره :	۱۳۸۹ الف ۸ الف / TJ ۲۶۰
رده بندی دیویی :	۶۲۱ / ۴۰۲۲
شماره کتابشناسی ملی :	۲۰۲۸۷۵۲



انتشارات کتاب آوا

هدایت گرمایی

مولف :	اوزیسیک ، نجائی
مترجمین:	مهندس علی محمد کرمی، مهندس افشین حسین آبادی
ناشر:	کتاب آوا
ناشران همکار:	دادستان/میشاق عدالت
صفحه آرایی :	اخوان گرافیک ۶۶۴۸۲۷۴۸
چاپ و صحافی :	نشاط
نوبت چاپ:	اول ۱۳۸۹
تیراژ:	۱۰۰۰ جلد
قیمت :	۷۸۰۰۰ ریال
شابک :	۹۷۸-۶۰۰-۵۵۲۶-۱۹-۶

کلیه حقوق و حق چاپ متن کپی برداری طرح روی جلد و عنوان و مجموعه کتاب با توجه به قانون حمایت حقوق مولفان و مصنفان و هنرمندان برای ناشر محفوظ است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند

نیایش

خدا/یا: به من زیستنی عطا کن که در لحظه مرگ، بر بی ثمری
لحظه ای که برای زیستن گذشته است، حسرت نغورم، و مردنی سطا
کن که، بر بیهودگیش، سوگوار نباشم.
بگذار تا آن را خود، انتخاب کنم، اما آنچنان که تو دوست می
داری.

خدا/یا: "چگونه زیستن" را تو به من بیاموز، "چگونه مردن" را خود
خواهم آموخت.

معلم اخلاق، استاد شهید، دکتر علی شریعتی

فهرست مطالب

۱۳.....	فصل اول: میانی انتقال حرارت.....
۱۴.....	۱-۱ شار حرارتی.....
۱۶.....	۲-۱ معادله ی دیفرانسیل هدایت حرارت.....
۲۲.....	۳-۱ معادله ی هدایت حرارت در مختصات دکارتی، استوانه ای و کروی.....
۲۴.....	۴-۱ معادله ی هدایت حرارت در دیگر دستگاه های مختصات متعامد.....
۲۹.....	۵-۱ شرایط مرزی عمومی.....
۳۳.....	۶-۱ شرایط مرزی خطی.....
۳۸.....	۷-۱ تبدیل شرایط مرزی ناهمگن به شرایط مرزی همگن.....
۴۰.....	۸-۱ مسائل همگن و ناهمگن.....
۴۱.....	۹-۱ مسئله هدایت حرارتی برای اجسام در حال حرکت.....
۴۳.....	۱۰-۱ معادله هدایت حرارتی در رسانای ناهمسانگرد.....
۴۵.....	۱۱-۱ فرمول بندی سیستم یکپارچه.....
۵۰.....	مراجع.....
۵۰.....	مسائل.....
۵۵.....	فصل دوم: تفکیک متغیرها در دستگاه مختصات دکارتی.....
۵۶.....	۱-۲ مفاهیم پایه تفکیک متغیرها.....
۶۰.....	۲-۲ تعمیم به مسائل سه بعدی.....
۶۱.....	۳-۲ تفکیک معادله هدایت حرارتی در دستگاه مختصات دکارتی.....
۶۳.....	۴-۲ مسائل همگن یک بعدی در جسم متناهی ($0 \leq x \leq L$).....
۶۶.....	۵-۲ محاسبه مقادیر ویژه.....
۷۴.....	۶-۲ مسائل یک بعدی همگن در یک رسانای نیمه نامتناهی.....
۷۹.....	۷-۲ فرمول بندی شار.....

۸-۲	مسائل همگن یک بعدی در رسانای نامتناهی	۸۱
۹-۲	مسائل چند بعدی همگن	۸۴
۱۰-۲	روش حل ضربی	۹۲
۱۱-۲	مسائل چند بعدی حالت پایا بدون تولید گرما	۹۶
۱۲-۲	تقسیم مسائل ناهمگن به مسائل ساده تر	۱۰۶
۱۳-۲	تبدیل های مفید	۱۱۲
۱۴-۲	دیاگرام های دمای گذرا	۱۱۳
	مراجع	۱۱۷
	مسائل	۱۱۸
	نکات	۱۲۰

فصل سوم: تفکیک متغیرها در دستگاه مختصات استوانه ای		
۱-۳	تفکیک معادله هدایت حرارت در دستگاه مختصات استوانه ای	۱۲۴
۲-۳	بازنویسی یک تابع دلخواه در دستگاه مختصات استوانه ای	۱۲۹
۳-۳	مسائل همگن شامل متغیرهای r, ϕ, z	۱۴۰
۴-۳	مسائل همگن شامل متغیرهای r, z, t	۱۵۰
۵-۳	مسائل همگن شامل متغیرهای r, ϕ, t	۱۵۶
۶-۳	مسائل همگن شامل متغیرهای r, ϕ, z, t	۱۶۲
۷-۳	مسئله چند بعدی حالت پایا بدون تولید گرما	۱۶۵
۸-۳	تقسیم مسائل ناهمگن به مسائل ساده تر	۱۶۹
۹-۳	دیاگرام های دمای گذرا	۱۷۲
	مراجع	۱۷۵
	مسائل	۱۷۵
	نکات	۱۷۷

فصل چهارم: تفکیک متغیرها در دستگاه مختصات کروی		
۱-۴	تفکیک معادله هدایت حرارتی در دستگاه مختصات کروی	۱۸۰
۲-۴	توابع لژاندر و توابع لژاندر وابسته	۱۸۵
۳-۴	تعامل توابع لژاندر	۱۸۹
۴-۴	بازنویسی یک تابع دلخواه بر حسب توابع لژاندر	۱۹۰
۵-۴	مسائل شامل متغیرهای (r, θ)	۱۹۵
۶-۴	مسائل همگن شامل متغیرهای (r, μ, t)	۲۰۲
۷-۴	مسائل همگن شامل متغیرهای (r, μ, ϕ, t)	۲۱۲

۲۱۵.....	۸-۴ مسائل چند بعدی حالت پایا.....
۲۱۹.....	۹-۴ دیاگرام های دمای گذرا.....
۲۲۱.....	مراجع.....
۲۲۲.....	مسائل.....
۲۲۴.....	نکات.....
۲۲۷.....	فصل پنجم: کاربرد قضیه دو هامل.....
۲۲۸.....	۱-۵ بیان قضیه دو هامل.....
۲۳۱.....	۲-۵ رفتار ناپیوستگی ها.....
۲۳۵.....	۳-۵ کاربردهای قضیه دو هامل.....
۲۴۶.....	منابع و مراجع.....
۲۴۶.....	مسائل.....
۲۴۹.....	فصل ششم: کاربرد تابع گرین.....
۲۵۰.....	۱-۶ روش تابع گرین برای حل مسائل هدایت حرارتی حالت گذرای ناهمگن.....
۲۵۵.....	۲-۶ نمایش چشمه های حرارتی نقطه ای ، خطی و سطحی به کمک توابع دلتا.....
۲۵۸.....	۳-۶ تعیین تابع گرین.....
۲۶۳.....	۴-۶ کاربردهای تابع گرین در دستگاه مختصات دکارتی.....
۲۷۲.....	۵-۶ کاربرد های تابع گرین در دستگاه مختصات استوانه ای.....
۲۷۷.....	۶-۶ کاربردهای تابع گرین در دستگاه مختصات کروی.....
۲۸۵.....	۷-۶ حاصلضرب توابع گرین.....
۲۹۱.....	منابع و مراجع.....
۲۹۱.....	مسائل.....
۲۹۷.....	فصل هفتم: کاربرد تبدیل لاپلاس.....
۲۹۸.....	۱-۷ تعریف تبدیل لاپلاس.....
۳۰۰.....	۲-۷ ویژگی های تبدیل لاپلاس.....
۳۱۰.....	۳-۷ معکوس تبدیل لاپلاس با استفاده از جداول معکوس تبدیلات لاپلاس.....
۳۱۶.....	۴-۷ کاربرد تبدیل لاپلاس در حل مسائل انتقال حرارت تابع زمان.....
۳۲۰.....	۵-۷ تقریب هایی برای مقادیر زمانی کوچک.....
۳۲۶.....	منابع و مراجع.....
۳۲۷.....	مسائل.....

فصل هشتم: روشهای تحلیلی تقریبی..... ۳۲۹

۱-۸ روش انتگرالی - مفاهیم پایه..... ۳۳۰

۲-۸ کاربرد روش انتگرالی در هدایت حرارت گذرای خطی در یک رسانای نیمه نامتناهی..... ۳۳۱

۳-۸ کاربرد روش انتگرالی در هدایت حرارت گذرای غیر خطی..... ۳۳۹

۴-۸ کاربرد روش انتگرالی در یک ناحیه متناهی..... ۳۴۴

۵-۸ روش های تحلیلی - تقریبی مانده ها..... ۳۴۸

۶-۸ روش گالرکین..... ۳۵۲

۷-۸ انتگرال جزئی..... ۳۶۵

۸-۸ کاربرد در مسائل گذرا..... ۳۷۰

مراجع..... ۳۷۷

مسائل..... ۳۷۹

واژه نامه..... ۳۸۰

پیشگفتار مؤلف

در آماده سازی ویرایش دوم این کتاب تغییراتی با انگیزه ارائه راه حل های گوناگون برای مسائل هدایت حرارتی بدون ذکر جزئیات مختلف اثبات های آن و نیز در جهت هرچه کاربردی تر نمودن این کتاب اعمال گردید. تلاش های فراوانی برای ارائه واضح ، منظم و قابل فهم مطالب در این ویرایش صورت گرفته است. کتاب حاضر بعنوان کتاب درسی برای مقاطع بالاتر از لیسانس در دانشکده های مهندسی و همچنین یک کتاب مرجع برای مهندسين ، دانشمندان و محققين بشمار می آید. در طی گذشت بیش از دوازده سال از انتشار اولین ویرایش این کتاب، تغییراتی در بعضی قسمت های کاربردی و همچنین روش حل مسائل هدایت حرارت رخ داده است. بعنوان نمونه در سال های اخیر استفاده از مسائل هدایت حرارتی معکوس (IHCP) در تعیین خواص ترموفیزیکی نامعلوم جامدات ، نرخ انتقال حرارت سطوح یا منابع تولید انرژی در داخل جسم ، در بسیاری از کاربردهای مهندسی اهمیت قابل توجهی یافته است. برای پاسخ به چنین نیازهایی دو فصل جدید به این ویرایش اضافه گردیده است ، یکی در مورد نظریه و کاربرد IHCP و دیگری در مورد فرمول بندی و حل مسائل منبع گرمایی متحرک. علاوه بر این، استفاده از روش انتالپی در حل مسائل شامل تغییر فاز با توجه به افزایش کاربرد آن وسعت بیشتری یافته است. همچنین فصولی در باب استفاده از روش دوهامل ، تابع گرین و روش های تفاضل محدود در جهت استفاده کاربردی تر از آنها مورد بازنگری قرار گرفته اند. فرمول تابع گرین امکان ارائه حل های تحلیلی برای گستره وسیعی از مسائل هدایت حرارتی در دستگاه مختصات دکارتی، استوانه ای ، کروی توابع گرین تقریبی در دسترس قرار می دهد. توابع گرینی که برای استفاده در چنین حل های معمولی مورد نیاز هستند به کمک توابع ویژه ، مقادیر ویژه و نرم های موجود در جداول فصول دوم و سوم ، ایجاد می گردند. فصل اول در مورد تمامی پیش زمینه های مربوط به معادله هدایت حرارت ، شرایط مرزی و پارامتر های مهم سیستم بحث می کند. فصول دوم ، سوم و چهارم به حل مسائل هدایت حرارت همگن تابع زمان به ترتیب در دستگاه های مختصات دکارتی، استوانه ای و کروی به کمک روش کلاسیک تفکیک متغیرها و تکنیک بسط متعامد می پردازد. توابع ویژه ، شرایط ویژه و نرم های حاصل به شکلی کاملاً منظم برای ترکیبات گوناگون شرایط مرزی در جداول (۲-۲)، (۳-۲)، (۱-۳)، (۳-۲) و (۳-۳) آورده شده اند. نتایج حاصل از این جداول برای ایجاد توابع گرین مورد نیاز در فرمول بندی حل توابع گرین بکار می رود. فصل پنجم به کاربرد روش دوهامل اختصاص یافته است. فصل ششم به تابع گرین و کاربرد آن در حل مسائل هدایت حرارت می پردازد. همچنین فصل هفتم به کاربرد تبدیل لاپلاس در حل مسائل هدایت حرارت یک بعدی گذرا اختصاص یافته است.

فصل هشتم نیز به حل مسائل هدایت حرارت تابع زمان یک بعدی در لایه‌های موازی از تیغه‌ها و استوانه‌های هم مرکز و نیز کره اختصاص یافته است. یک تکنیک بسط متعامد تعمیم یافته جهت حل مسائل بکار برده می‌شود. و از روش تابع گرین برای تعمیم تحلیل به حل مسائل شامل تولید انرژی می‌پردازد. فصل نهم روشهای تحلیلی تقریبی را برای حل مسائل هدایت حرارت به کمک روش های انتگرالی و گالرکین را شرح میدهد. صحت نتایج تقریبی با مقایسه آنها با حل های دقیق بیان گردیده اند. در پایان دسته ای از اطلاعات مفید مانند ریشه های معادلات غیر جبری، برخی از خواص توابع بسل و مقادیر عددی توابع بسل و چند جمله ای های لژاندر، در ضmann چهارم و پنجم برای دسترسی سریع و آسان آورده شده است. همچنین می‌خواهم از پروفیسور J. P. Bardón و Y. Jarny از دانشگاه Nantes کشور فرانسه و J. V. Beck از دانشگاه ایالت میشیگان و Woo Seung Kim از دانشگاه Hanyang از کشور کره بخاطر پیشنهادات ارزنده شان در آماده سازی ویرایش دوم تشکر کنم.

Raleigh, North Carolina
December 1992

M. NECATI OZISIK

پیشگفتار مترجمین

انتقال حرارت یکی از مهمترین بخشهای علوم مهندسی بوده که کاربردهای فراوانی در شاخه های مختلف مهندسی از قبیل مهندسی مکانیک ، شیمی ، هسته ای و متالورژی دارد.

یکی از مکانیزم های انتقال حرارت ، هدایت گرمایی است که در مباحث اصلی این کتاب به آن پرداخته شده است .

کتاب حاضر ترجمه هشت فصل از کتاب هدایت گرمایی اوزیسیک میباشد . انتخاب فصول یاد شده ، بر اساس برنامه مصوب انتقال حرارت پیشرفته که در چند سال اخیر در دانشگاه های مختلف کشور تدریس گردیده ، صورت گرفته است .

عدم وجود یک نسخه ی با کیفیت ترجمه شده از این کتاب ، ما را بر آن داشت که نسبت به ترجمه ی این کتاب اقدام نماییم.

همچنین اشتباهات تایپی در چندین بار بررسی اصل کتاب، در این ترجمه تقریباً بطور کامل اصلاح شده است.

امید آن داریم که با ترجمه ی این کتاب سهمی هر چند کوچک از دین خود را به جامعه ی علمی و آموزشی میهن عزیزم ایران ادا کرده باشیم . در خاتمه فرصت را غنیمت شمرده و از همه ی اساتید و دوستانی که به نحوی در ارائه این اثر با ما همکاری نموده اند، صمیمانه تشکر و قدردانی مینماییم.

پیشنهادهات و انتقادات شما اساتید گرانقدر ، پژوهشگران و دانشجویان عزیز می تواند ما را در ارائه هر چه بهتر این کتاب در چاپ های بعدی یاری نماید .

علی محمد کرمی (کارشناس ارشد تبدیل انرژی)

افشین حسین آبادی