



انتقال گرمای همرفت

آدریان بیژن

ترجمه:

دکتر جواد ابوالفضلی اصفهانی

استاد دانشگاه فردوسی مشهد

دکتر وحید اطمینان

سرشناسه: بیژن. آدریان، ۱۹۴۸ - م.
عنوان و نام پدیدآور: انتقال گرمای همرفت / تألیف آدریان بیژن؛ ترجمه جواد ابوالفضل اصفهانی، وحید اطمینان
مشخصات نشر: مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۶.
مشخصات ظاهری: ۵۱۶ ص. : مصور.
فروست: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ ۴۹۲.
شابک: ISBN: 978-964-386-158-2
وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا (چاپ سوم)
یادداشت: Convection heat transfer, 3rd ed. C2004
یادداشت: عنوان اصلی:
یادداشت: چاپ اول: ۱۳۸۶ (فیپا).
یادداشت: چاپ سوم.
یادداشت: واژه‌نامه.
یادداشت: کتابنامه.
موضوع: گرما - - همرفت.
شناسه افزوده: ابوالفضل اصفهانی، جواد، ۱۳۳۸ - ، مترجم.
شناسه افزوده: اطمینان، وحید، ۱۳۶۰ - ، مترجم.
شناسه افزوده: دانشگاه فردوسی مشهد. انتشارات
رده‌بندی کنگره: QC ۳۲۷ / ب ۹ الف ۸ ۱۳۸۶
رده‌بندی دیویی: ۶۲۱ / ۴۰۲۲۵
شماره کتابشناسی ملی: ۱۰۷۵۹۲۷

انتقال گرمای همرفت

پدیدآورنده: آدریان بیژن
ترجمه: دکتر جواد ابوالفضل اصفهانی؛ دکتر وحید اطمینان
ویراستار علمی: دکتر محمدباقر آیانی
مشخصات: وزیری، ۵۰۰ نسخه، چاپ ششم، زمستان ۱۳۹۷
چاپ و صحافی: چاپخانه دانشگاه فردوسی مشهد
بها: ۴۵۰/۰۰۰ ریال
حق چاپ برای انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد محفوظ است.

مراکز پخش:

فروشگاه و نمایشگاه کتاب پردیس: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، سازمان مرکزی، جنب سلف یاس تلفن: ۳۸۸۳۳۷۲۷ (۰۵۱)
مؤسسه کتابیران: تهران، خیابان کارگر جنوبی، خیابان لبافی‌نژاد، بین خیابان فروردین و اردیبهشت، شماره ۲۳۸ تلفن: ۶۶۴۹۴۴۰۹ - ۶۶۴۸۴۷۱۵ (۰۲۱)
مؤسسه دانشیران: تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت) نبش خیابان نظری، شماره ۱۴۲ تلفکس: ۶۶۴۰۰۲۲۰ - ۶۶۴۰۰۱۴۴ (۰۲۱)

<http://press.um.ac.ir>

Email: press@um.ac.ir



۴۹۲

Press.um.ac.ir

فهرست مطالب

۷	پیشگفتار مولف
۱۰	پیشگفتار مترجمان
۱۲	فهرست نمادها
۱۹	فصل اول - مفاهیم بنیادی
۲۰	۱-۱ قانون پایستگی جرم
۲۲	۲-۱ معادلات اندازه حرکت
۲۷	۳-۱ قانون اول ترمودینامیک
۳۵	۴-۱ قانون دوم ترمودینامیک
۳۷	۵-۱ تحلیل مقیاسی (وزنی)
۴۰	۶-۱ خطوط گرما ثابت برای نمایش همرفت
۴۲	مراجع
۴۴	مسائل
۴۹	فصل دوم - لایه مرزی آرام
۵۰	۱-۲ مسائل بنیادی انتقال گرمای همرفت
۵۳	۲-۲ مفهوم لایه مرزی
۵۶	۳-۲ لایه‌های مرزی گرما و سرعت
۶۱	۴-۲ روش انتگرال
۶۸	۵-۲ حل تشابهی
۶۸	۱-۵-۲ شیوه حل
۷۰	۲-۵-۲ حل میدان جریان
۷۳	۳-۵-۲ انتقال گرما
۷۶	۶-۲ دیگر شرایط گرمادهی دیواره
۷۷	۱-۶-۲ طول اولیه بدون گرمایش
۷۸	۲-۶-۲ دیواره با دمای دلخواه
۸۰	۳-۶-۲ شار گرمای یکنواخت
۸۱	۴-۶-۲ دمای لایه

۸۱	۷-۲	اثر شیب فشار طولی: جریان روی گوه و جریان سکون
۸۵	۸-۲	اثر وجود جریان از طریق دیواره: دمش و مکش
۸۹	۹-۲	اثر رسانش گرما در پوشش جامد روی دیواره
۹۳	۱۰-۲	کمینه‌سازی تولید آنتروپی در لایه مرزی آرام
۹۵	۱۱-۲	خطوط گرما ثابت در لایه مرزی آرام
۹۹		مراجع
۱۰۱		مسائل

فصل سوم - جریان آرام در کانال

۱۱۷	۱-۳	طول ورودی هیدرودینامیکی
۱۱۸	۲-۳	جریان کاملاً توسعه یافته
۱۲۱	۳-۳	قطر هیدرولیکی و افت فشار
۱۲۵	۴-۳	انتقال گرما در جریان توسعه یافته
۱۳۲	۱-۴-۳	دمای میانگین
۱۳۲	۲-۴-۳	نیمرخ دمای توسعه یافته
۱۳۴	۳-۴-۳	شار گرمایی یکنواخت در دیواره
۱۳۷	۴-۴-۳	دیواره با دمای یکنواخت
۱۴۰	۵-۴-۳	لوله غوطه‌ور در سیال دما ثابت
۱۴۳	۵-۳	انتقال گرما در ناحیه ورودی
۱۴۶	۱-۵-۳	تحلیل مقیاسی
۱۴۷	۲-۵-۳	جریان یکنواخت توسعه یافته گرمایی (جریان اسلاگ)
۱۴۹	۳-۵-۳	جریان هاگن-پوزولی در حال توسعه گرمایی
۱۵۰	۴-۵-۳	جریان در حال توسعه هیدرولیکی و گرمایی
۱۵۴	۶-۳	سرمایش بهینه مجموعه‌ای از صفحه‌های موازی
۱۵۷	۷-۳	خطوط گرما ثابت در جریان توسعه یافته
۱۶۲	۸-۳	شکل بهینه کانال برای کمترین مقاومت جریان
۱۶۵	۹-۳	بهینه کردن شکل کانال: شبکه درختی
۱۶۷		مراجع
۱۸۱		مسائل

فصل چهارم - همرفت طبیعی خارجی

۱۹۹	۱-۴	همرفت طبیعی به عنوان یک موتور گرمایی
۲۰۰	۲-۴	معادلات لایه مرزی آرام
۲۰۲	۳-۴	تحلیل مقیاسی
۲۰۵	۱-۳-۴	سیالات با عدد پرانتل بالا
۲۰۶	۲-۳-۴	سیالات با عدد پرانتل پایین
۲۰۸		

۲۰۹	مشاهدات	۳-۳-۴
۲۱۱	روش انتگرال	۴-۴
۲۱۲	سیالات با عدد پراتل بالا	۱-۴-۴
۲۱۳	سیالات با عدد پراتل پایین	۲-۴-۴
۲۱۵	حل تشابهی	۵-۴
۲۲۰	دیواره با شار گرمایی یکنواخت	۶-۴
۲۲۳	اثر لایه بندی گرمایی	۷-۴
۲۲۶	لایه های مرزی هم بسته	۸-۴
۲۲۸	جریان در کانال های عمودی	۹-۴
۲۳۱	ترکیب همرفت طبیعی و اجباری (همرفت دوگانه)	۱۰-۴
۲۳۵	انتقال گرما با در نظر گرفتن اثر آشفتگی	۱۱-۴
۲۳۵	دیواره های عمودی	۱-۱۱-۴
۲۳۷	دیواره های شیب دار	۲-۱۱-۴
۲۳۹	دیواره های افقی	۳-۱۱-۴
۲۴۱	استوانه افقی	۴-۱۱-۴
۲۴۲	کره	۵-۱۱-۴
۲۴۲	استوانه عمودی	۶-۱۱-۴
۲۴۳	دیگر اجسام غوطه ور	۷-۱۱-۴
۲۴۶	سرمايش بهينه در صفحه های عمودی مولد گرما	۱۲-۴
۲۴۹	مراجع	
۲۵۲	مسائل	

۲۶۵	فصل پنجم - همرفت طبیعی داخلی	
۲۶۶	گرمایش گذرا از دیواره های جانبی	۱-۵
۲۶۶	تحلیل مقیاسی	۱-۱-۵
۲۷۰	معیاری برای لایه های عمودی مجزا	۲-۱-۵
۲۷۱	معیاری برای فواره های افقی مجزا	۳-۱-۵
۲۷۴	رژیم لایه مرزی	۲-۵
۲۸۱	محفظه های کوتاه	۳-۵
۲۸۹	خلاصه نتایج مربوط به محفظه های گرمایش جانبی	۴-۵
۲۸۹	دیواره های جانبی دما ثابت	۱-۴-۵
۲۹۳	شار گرمایی یکنواخت در دیواره های جانبی	۲-۴-۵
۲۹۴	محفظه های چندگانه	۳-۴-۵
۲۹۶	محفظه های مثلثی شکل	۴-۴-۵
۲۹۸	گرمایش از زیر در محفظه ها	۵-۵

۲۹۹	۱-۵-۵	نتایج مربوط به انتقال گرما
۳۰۱	۲-۵-۵	تئوری مقیاسی برای رژیم آشفته
۳۰۲	۳-۵-۵	تئوری ساختاری همرفت بنارد
۳۱۰	۶-۵	محفظه‌های شیب‌دار
۳۱۲	۷-۵	فضای حلقوی بین دو استوانه افقی
۳۱۴	۸-۵	فضای حلقوی بین دو کره هم‌مرکز
۳۱۴	۹-۵	محفظه‌های مورد استفاده برای عایق‌کاری و استحکام
۳۲۱		مراجع
۳۲۶		مسائل
۳۳۱		فصل ششم - گذار به جریان آشفته
۳۳۲	۱-۶	داده‌های تجربی گذار
۳۳۲	۲-۶	تحلیل مقیاسی (وزنی) گذار
۳۳۷	۳-۶	کمانش جریان‌های غیر لزج
۳۴۱	۴-۶	معیار عدد رینولدز محلی برای گذار
۳۴۴	۵-۶	ناپایداری جریان غیرلزج
۳۵۱	۶-۶	گذار در همرفت طبیعی روی یک دیواره عمودی
۳۵۳		مراجع
۳۵۶		مسائل
۳۵۹		فصل هفتم - جریان لایه مرزی آشفته
۳۵۹	۱-۷	ساختارهایی با مقیاس بزرگ
۳۶۲	۲-۷	معادلات میانگین زمانی
۳۶۵	۳-۷	معادلات لایه مرزی
۳۶۸	۴-۷	مدل طول اختلاط
۳۶۹	۵-۷	توزیع سرعت
۳۷۷	۶-۷	اصطکاک دیواره در جریان لایه مرزی
۳۷۹	۷-۷	انتقال گرما در جریان لایه مرزی
۳۸۳	۸-۷	تئوری انتقال گرما در جریان لایه مرزی آشفته
۳۸۸	۹-۷	دیگر جریان‌های خارجی
۳۸۸	۱-۹-۷	جریان قائم بر استوانه
۳۹۰	۲-۹-۷	کره
۳۹۱	۳-۹-۷	اجسام با اشکال دیگر
۳۹۲	۴-۹-۷	جریان قائم بر آرایه استوانه‌ها
۳۹۷	۱۰-۷	همرفت طبیعی در امتداد دیواره‌های عمودی
۴۰۰		مراجع

۴۰۲	مسائل
۴۱۱	فصل هشتم - جریان آشفته در کانال
۴۱۱	۱-۸ توزیع سرعت
۴۱۳	۲-۸ ضریب اصطکاک و کاهش فشار
۴۱۸	۳-۸ ضریب انتقال گرما
۴۲۲	۴-۸ نرخ کلی انتقال گرما
۴۲۲	۱-۴-۸ دیواره دما ثابت
۴۲۴	۲-۴-۸ دیواره با شار گرمایی ثابت
۴۲۵	۵-۸ مدل‌های دقیق‌تر آشفتگی
۴۲۹	۶-۸ خطوط گرما ثابت برای جریان آشفته در نزدیکی دیواره
۴۳۲	۷-۸ فاصله‌گذاری بهینه کانال‌ها برای جریان آشفته
۴۳۳	مراجع
۴۳۵	مسائل
۴۴۱	فصل نهم - جریان آشفته آزاد
۴۴۲	۱-۹ لایه برشی آزاد
۴۴۲	۱-۱-۹ ویژگی‌های مدل جریان آشفته آزاد
۴۴۵	۲-۱-۹ توزیع سرعت
۴۴۶	۳-۱-۹ ساختار جریان‌های آشفته آزاد
۴۴۸	۴-۱-۹ توزیع دما
۴۴۹	۲-۹ فواره‌ها
۴۴۹	۱-۲-۹ فواره دوبعدی
۴۵۲	۲-۲-۹ فواره گرد
۴۵۵	۳-۲-۹ فواره در مخزن لایه‌بندی شده (بر اساس چگالی)
۴۵۷	۳-۹ شاه‌پرها
۴۵۷	۱-۳-۹ شاه‌پر گرد و فرضیه درون‌کشی
۴۶۲	۲-۳-۹ بسامد نوسان استخر آتش
۴۶۶	۳-۳-۹ تشابه هندسی جریان‌های آشفته آزاد
۴۶۷	۴-۹ دنباله‌های گرمایی در پشت منابع گرمایی متمرکز
۴۷۰	مراجع
۴۷۱	مسائل
۴۷۳	پیوست‌ها
۴۷۴	پیوست الف - ثابت‌ها و ضریب‌های تبدیل
۴۷۹	پیوست ب - خواص جامدها

۴۸۹

پیوست پ - خواص مایع‌ها

۴۹۸

پیوست ت - خواص گازها

۵۰۵

پیوست ث - روابط ریاضی

۵۰۷

واژه‌نامه

Press.um.ac.ir

پیشگفتار مولف

پژوهش، شرح حال زندگی فرد است. من این مسأله را اغلب در طی سخنرانی‌هایم بیان می‌کنم و هنگامی که به این ویرایش جدید کتاب *انتقال گرمای همرفت* نگاهی می‌اندازم، درستی آن را درمی‌یابم. حتی اگر هر سه ویرایش این کتاب را با هم در نظر بگیریم، درستی این ادعا بیشتر آشکار می‌شود. این کتاب گاهشمار زمینه انتقال گرما در کار من، روش‌هایی که در این مسیر ایجاد کرده و آموزش داده‌ام و همچنین اقبال بلندی است که من برای کار با همکارانی بسیار تیزهوش داشته‌ام. همچنین، این سه ویرایش داستان چگونگی رشد کردن و رونق گرفتن علم انتقال گرما است که بر اساس چالش‌های جدید و به ویژه، ایده‌های جدید انجام شده است.

یک جهت‌گیری جدید که در این کتاب طرح شده، تأکید بر طراحی به عنوان یک علم (ایجاد پیکربندی جریان بر اساس قاعده) بوده است. در سال‌های متوالی، علم انتقال گرما پر شده بود از ویژگی‌های انتقال گرمای پیکربندی‌های متنوع، اما ساده جریان-روابطی بین اختلاف دما و آهنگ انتقال گرما. این اطلاعات برای مدل کردن و شبیه‌سازی‌های موردنیاز در طراحی حیاتی هستند. اما واقعیت تلخ این است که «قیدها» وجود دارند و یک قید بسیار مهم، فضا است (اندازه، حجم، وزن). هدف، همیشه ایجاد انتقال گرمای بیشتر و بیشتر در یک حجم مشخص بوده است؛ از مبادله‌کن‌های گرمایی فشرده، مربوط به سال‌هایی که من در TIM درس می‌خواندم، گرفته تا روش‌های افزایش انتقال گرما و سرمایه‌های مدارهای الکترونیکی که امروزه مطرح هستند. نیروی محرک (انگیزه)، انجام کارهای بیشتر با استفاده از منابع محدود بوده است.

"کوچک‌سازی" همچنان به پیش می‌رود اما این همه داستان نیست. زیرا وسایلی که ما مورد

استفاده قرار می‌دهیم باید در مقیاس خود ما ساخته شوند؛ صرف نظر از این که کوچک‌ترین جزءشان چقدر کوچک است، این وسایل باید ماکروسکوپی باشند. هر چقدر که در ساخت اجزای کوچکتر موفقیت بیشتری بدست می‌آوریم، چالش بزرگتری برای نصب و اتصال تعداد بیشتری از این اجزاء به وسیله جریان‌ها (گرما، سیال، برق) برای زنده نگه داشتن آن‌ها، پیش رویمان قرار می‌گیرد. این چالش در واقع "ساختن"، کنار هم چیدن و بهینه کردن در هنگام کنار هم قرار دادن است (یعنی بهینه‌سازی پیچیدگی و بدست آوردن پیکربندی جریان برای وسیله ماکروسکوپی است).

ساختن به معنای پیش رفتن در جهت عکس، از کوچک به بزرگ، است زیرا فقط حرکت در این جهت است که می‌تواند مقیاس‌های کوچک را سودمند سازد. تنها پس از رسیدن به ساختار بهینه است که اجزاء با مقیاس کوچک می‌توانند چگالی بالایی از گرما را حمل کنند.

در این ویرایش جدید، اولین گام‌ها به سوی ساختارهایی با چگالی انتقال گرمای بالا به عنوان مقدمه‌ای بر *تئوری و طراحی ساختاری** مورد استفاده قرار گرفته‌اند: تولید پیکربندی جریان تحت قیدهای کلی برای دستیابی به عملکرد کلی بیشینه. روش، طراحی به عنوان علم و تولید پیکربندی‌های بهینه و پیچیده بر اساس قانون ساختاری در مرکز توجه قرار دارند. تأکید بر این جنبه از ویرایش سوم لازم و مناسب است، نه تنها به خاطر اهمیت امروزی آن، بلکه به این خاطر که این بحث از ویرایش سال ۱۹۸۴ آغاز شده است (بهینه‌سازی فاصله‌گذاری با همرفت طبیعی را ببینید، صفحه ۱۵۷، مسأله ۱۱، فصل ۴).

به خاطر تأکید بر روش‌شناسی است که من در این ویرایش جدید، پیشرفت‌های انجام گرفته به وسیله سه روش دیگر را که در ویرایش ۱۹۸۴ پیشرو بودند، مورد بررسی قرار می‌دهم. این روش‌ها مورد توجه قرار گرفته و هم اکنون بخش‌های بزرگی از پژوهش‌ها را اشغال کرده‌اند:

روش تقاطع مجانب‌ها، که فاصله‌گذاری بهینه برای همرفت طبیعی را به طرز شگفت‌انگیزی به صورت سراسر به دست آورد، به فاصله‌گذاری همرفت اجباری و همچنین پیش‌بینی تمام ویژگی‌های همرفت بنارد از طریق تئوری ساختاری گسترش داده شده است. روش تقاطع مجانب‌ها، از نظر علم آموزش نیز در یادگیری مفهوم *گذار مفید* است (مثلاً جریان آرام-آشفته، همرفت طبیعی-اجباری). خطوط گرما ثابت اکنون برای به تصویر کشیدن مسیرهای حقیقی همرفت مورد استفاده قرار می‌گیرند: مسیرهای شار انرژی، نه جریان سیال. این خطوط در ویرایش سال ۱۹۸۴ با مثالی در رابطه با همرفت طبیعی در محفظه‌ها معرفی شدند. این ایده به انتقال جرم و مجموعه‌ای از پیکربندی‌های پایه و

* A. Bejan, *Shape and Structure, from Engineering to Nature*, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.

کاربردی همرفت طبیعی و اجباری در سیالات و مواد متخلخل اشباع بسط داده شده است. این روش به ویژه برای انتقال گرمای محاسباتی مناسب است و باید در نرم‌افزارهای محاسباتی تجاری گنجانده شود.

تحلیل مقیاسی در این ویرایش نیز همچنان به عنوان روش اصلی برای آموزش مبانی همرفت مورد استفاده قرار گرفته است. قوانین تحلیل مقیاسی به عنوان یک روش حل مسئله برای اولین بار در سال ۱۹۸۴ ارائه شد. امروزه این روش به صورت گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است و به این ترتیب تدریس آن در یک دوره مقدماتی همرفت، ضروری‌تر می‌نماید. یکی دیگر از دلایل افزایش اهمیت تحلیل مقیاسی، گسترش انتقال گرمای محاسباتی است. اگر محاسبات درست انجام شده باشند، تحلیل مقیاسی آنچه را که انبوه نتایج عددی می‌خواهند به ما بگویند آشکار می‌سازد. به علاوه، آموزش تحلیل مقیاسی یادآوری این نکته به دانشجو است که از کاغذ و قلم قطع امید نکند. نباید همه کارها را بوسیله کامپیوتر انجام داد.

در هنگام کار بر روی این ویرایش جدید، من از کمک‌ها و نظرهای J. Bonjour, C. Biserni, I. E. Lorenzini, S. Lorente, A. D. Kraus, S. J. Kim, Y. Fautrelle, D. Gobin, M. Feidt, Dincer, D. A. P. Neveu, W. J. Minkowycz, A. F. Miguel, F. Meunier, N. Mazet, G. Lorenzini, M. E. Weber, J. V. C. Vargas, F. B. Tehrani, B. Spinner, E. Sciubba, A. H. Reis, Nield, T. Bello-Ochende, Y. Azoumah, C. Zamfirescu استفاده کردم. به ویژه، از دانشجویان دوره دکترایم W. Wechsato, Luiz A. O. Rocha, J. C. Ordonez, L. Gosselin, A. K. da Silva, که در تهیه این کتاب من را یاری کردند، تشکر می‌کنم.

آدریان بیژن

دوره‌ام، کارولینای شمالی

آوریل ۲۰۰۴

پیشگفتار مترجمان

انتقال گرمای همرفت یکی از دروس اصلی رشته مهندسی مکانیک در گرایش تبدیل انرژی می‌باشد. در دانشگاه‌های کشور مراجع مختلفی از سوی اساتید این درس به دانشجویان معرفی می‌شود. اما در این میان، کتاب انتقال گرمای همرفت نوشته آقای آدریان بیژن از اقبال بیشتری نسبت به سایر مراجع برخوردار گردیده است. دکتر بیژن که خود از پیشگامان علم مهندسی مکانیک در عصر حاضر می‌باشد، در این کتاب تلاش نموده است تا ضمن مرور بر مباحث کلاسیک همرفت، ایده‌های نوینی را نیز مطرح کند. این مفاهیم جدید، ضمن آن که در حل بسیاری از مسائل راهگشا هستند، دید عمیق‌تری را نیز در مورد بسیاری از پدیده‌های فیزیکی در خواننده ایجاد می‌کنند. دانشجویان با مطالعه این کتاب خواهند آموخت که معلوم‌ها را مورد چالش قرار داده و در مورد مجهول‌ها آزادانه و خلاقانه فکر کنند. یکی از ویژگی‌های بارز این کتاب تأکید بر تحلیل مقیاسی به عنوان یک روش حل ساده و در عین حال بسیار گویا است. این روش در سراسر کتاب دیدگاهی کلی نسبت به آنچه از روش‌های حل دقیق مورد انتظار است به خواننده ارائه می‌دهد. تقاطع مجانب‌ها و نمایش خطوط گرما ثابت نیز به عنوان ایده‌هایی نو و جذاب مورد توجه خاص قرار گرفته‌اند. قابلیت‌های تئوری ساختاری برای حل بسیاری از مسائل انتقال گرما و مکانیک سیالات مطرح شده است که می‌تواند مبنایی برای گسترش بیشتر این تئوری باشد. مسائل ارائه شده در آخر هر فصل به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که مباحث کاربردی‌تر و عملی‌تر را مطرح می‌کنند. مجموعه این ویژگی‌ها، کتاب حاضر را به یکی از کامل‌ترین و خواندنی‌ترین کتاب‌های انتقال گرمای همرفت تبدیل کرده است.

مترجمان تشکر و قدردانی خود را از زحمات بی‌شائبه جناب آقای دکتر آیانی در بازخوانی و

ویرایش متن ابراز می‌دارند. هرچند دقت زیادی به عمل آمده تا ترجمه کتاب عاری از هرگونه لغزش احتمالی باشد اما بی‌گمان حاصل کار عاری از نقص نیست و تذکرات خوانندگان گرامی در مورد لغزش‌های احتمالی موجب امتنان خواهد بود. در پایان، یادآور می‌شود که در آینده مباحثی به کتاب اضافه خواهد شد که در نشانی اینترنتی <http://profsite.um.ac.ir/~abolfazl> در اختیار علاقمندان قرار خواهد گرفت.

دکتر جواد ابوالفضلی اصفهانی

مهندس وحید اطمینان

بهار ۱۳۸۶

Press.um.ac.ir