

تصویربرداری راداری

در سنجش از دور

ج. آ. ریچاردز

مترجم:

مهدی درویشی

نشر علم

تهران - ۱۳۹۳

سرشناسه	ریچاردز، جان آلن، ۱۹۴۵ - م.
عنوان و نام پدیدآور	Richards, J. A. (John Alan)
مشخصات نشر	تصویربرداری راداری در سنجش از دور / ج. آ. ریچاردز؛ مترجم مهدی درویشی؛ ویراستار زهره نصیری.
مشخصات ظاهری	تهران: نشر علم، ۱۳۹۳.
شابک	۴۲۷ ص.
صعب‌فهرست نویسی	978-964-224-655-7
یادداشت	فیما
موضوع	عنوان اصلی: radar,c2009 Remote sensing with imaging
موضوع	سنجش از دور
موضوع	رادار
موضوع	قطبش‌سنجی
شناسه افزوده	درویشی، مهدی، ۱۳۶۰ -، مترجم
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۳ ۶۰۹/۷۰
رده‌بندی دیوئی	۶۲۱/۱
شماره کتابشناسی ملی	۵۶ - ۲۴



نشر

تصویر برداری راداری در سنجش از دور

مترجم: مهدی درویشی

ویراستار: زهره نصیری

صفحه آرا: لیلا حائری

نوبت چاپ: اول / ۱۳۹۳

تیراژ: ۵۵۰ جلد

چاپ و صحافی: رامین

لیتوگرافی: باختر

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۲۴-۶۵۵-۷

تهران انقلاب - خ ۱۲ فروردین - خ شهدای ژاندارمری - ک گرانفر - پ ۴

تلفن: ۶۶۴۱۲۳۵۸

فهرست مطالب

۹	پیشگفتار
۱۱	پیشگفتار مشق
۱۳	فصل ۱: سیستم تصویربرداری راداری
۱۳	۱-۱ امواج مایکروویو
۱۴	۲-۱ تصویربرداری با امواج مایکروویو
۱۶	۳-۱ مولفه‌های یک سیستم تصویربرداری راداری
۲۰	۴-۱ نحوه فصلبندی کتاب
۲۳	فصل ۲: ساختار تابش
۲۳	۱-۲ منابع انرژی در سنجش از دور
۲۷	۲-۲ محدوده طول موج های مورد استفاده در سنجش از دور
۲۹	۳-۲ کل انرژی در دسترس و قابل استفاده
۳۰	۴-۲ میزان انرژی موجود برای تصویر برداری مایکروویو
۳۳	۵-۲ سنجش از دور مایکروویو غیر فعال
۳۳	۶-۲ اتمسفر در فرکانسهای مایکروویو
۳۵	۷-۲ مزایای سنجش از دور راداری
۳۵	۸-۲ نگاهی بر میانی میدانهای الکترومغناطیس
۴۰	۹-۲ مفهوم میدان دور و میدان نزدیک
۴۲	۱۰-۲ پلاریزاسیون
۴۸	۱۱-۲ بردار جونز
۵۱	۱۲-۲ پلاریزاسیون دایره ای به عنوان سیستم بردار پایه
۵۳	۱۳-۲ پارامترهای استوکس، بردار استوکس و بردار استوکس اصلاح شده
۵۶	۱۴-۲ تابش پلاریزه جزئی و غیر پلاریزه
۵۸	۱۵-۲ کره پوانکره
۶۰	۱۶-۲ ارسال و دریافت تابش پلاریزه
۶۵	۱۷-۲ تداخل
۶۶	۱۸-۲ اثر داپلر

۷۱	فصل ۳: تکنولوژی تصویربرداری راداری
۷۱	۱-۳ رادار و تکنولوژی سنجش از دور
۷۴	۲-۳ تفکیک برد
۷۷	۳-۳ فشرده سازی پالس رادار
۸۱	۴-۳ تفکیک در امتداد مسیر پرواز
۸۲	۵-۳ رادار روزنه مصنوعی (SAR)
۸۳	۶-۳ اصول و مبانی ریاضی SAR
۸۷	۷-۳ عرض نوار تصویر و محدودیتهای فرکانس تکرار پالس
۹۰	۸-۳ سلول تکنیک رادار
۹۰	۹-۳ SAR
۹۳	۱۰-۳ مد عملیاتی نورافکن و اسکینت
۹۷	۱۱-۳ ادله
۱۰۰	۱۲-۳ معادلات تئوری برای سطح مقطع عرضی رادار
۱۰۰	۱۳-۳ سطح مقطع عرضی بر حسب DB
۱۰۱	۱۴-۳ اهداف پیوسته
۱۰۳	۱۵-۳ ضریب پراکندگی
۱۰۳	۱۶-۳ وابستگی پلاریزاسیون ضریب پراکندگی
۱۰۵	۱۷-۳ ماتریس پراکندگی
۱۱۰	۱۸-۳ بردارهای هدف
۱۱۱	۱۹-۳ ماتریسهای کواریانس و همبستگی
۱۱۶	۲۰-۳ اندازهگیری ماتریس پراکندگی
۱۱۷	۲۱-۳ ارتباط ماتریس پراکندگی با بردار استوکس
۱۱۹	۲۲-۳ ترکیب پلاریزاسیون
۱۳۲	۲۳-۳ پلاریمتری فشرده
۱۳۵	۲۴-۳ چرخش فارادی
۱۳۹	فصل ۴: تصحیح و کالیبراسیون تصاویر راداری
۱۳۹	۱-۴ منابع اعوجاج هندسی
۱۳۹	۱-۱-۴ اعوجاج فشرده‌گی در برد نزدیک
۱۴۲	۲-۱-۴ فرو افتادگی، جابجایی عوارض، کوتاه شدگی، سایه
۱۴۵	۳-۱-۴ تصویر در برد مایل
۱۴۶	۲-۴ تصحیح هندسی تصاویر راداری
۱۴۶	۱-۲-۴ مناطق با عوارض کم ارتفاع
۱۴۷	۲-۲-۴ کالیبره‌کنندههای راداری غیر فعال
۱۴۹	۳-۲-۴ کالیبره‌کنندههای فعال راداری (ARCS)
۱۵۰	۴-۲-۴ کالیبره‌کنندههای رادار فعال پلاریمتری (PARCS)
۱۵۰	۵-۲-۴ مناطق با عوارض مرتفع

۱۵۳	۳-۴ تصحیح رادیومتری تصاویر راداری
۱۵۳	۱-۳-۴ اسپیکل
۱۶۱	۲-۳-۴ داده‌های تصویر رادار
۱۶۲	۳-۳-۴ فیلترینگ اسپیکل
۱۶۸	۴-۳-۴ امواج رادیومتری ایجاد شده توسط آنها
۱۷۱	فصل ۵: پراکندگی ناشی از عوارض سطح زمین
۱۷۱	۱-۵ مقدمه
۱۷۲	۲-۵ مکانیسم‌های رایج پراکندگی
۱۷۳	۳-۵ پراکندگی سطحی
۱۷۳	۳-۵ سطح عوارض
۱۷۶	۱-۴-۵ سطح ناهموار
۱۸۶	۳-۳-۵ نفوذ به داخل سطح
۱۹۲	۴-۵ پراکندگی حجمی
۱۹۲	۱-۴-۵ مدل سازی پراکندگی حجمی
۱۹۶	۲-۴-۵ دی پلاریزاسیون در پراکندگی حجمی
۱۹۸	۳-۴-۵ تضعیف (محو شدگی) در پراکندگی حجمی
۱۹۹	۵-۵ پراکندگی ناشی از اهداف سخت
۲۰۰	۱-۵-۵ پراکندگی سطحی (سطح کوچک)
۲۰۱	۲-۵-۵ رفتار بازتاب‌دهنده دو وجهی
۲۰۷	۳-۵-۵ عناصر تشدید و فلزی
۲۰۹	۴-۵-۵ پراکندگی براگ
۲۱۱	۵-۵-۵ اثر اصلی
۲۱۳	۶-۵ پراکنده‌کننده‌های ترکیبی
۲۱۳	۷-۵ پراکندگی سطح دریا
۲۱۹	۸-۵ امواج (اقیانوسی) درونی
۲۲۰	۹-۵ پراکندگی یخ دریا
۲۲۳	فصل ۶: تداخل سنجی و توموگرافی SAR
۲۲۳	۱-۶ مقدمه
۲۲۳	۲-۶ اهمیت فاز
۲۲۵	۳-۶ رادار تداخل سنج INSAR
۲۲۸	۴-۶ تشکیل تصویر تداخل سنجی
۲۲۹	۵-۶ تصحیح تغییرات فاز زمین مسطح
۲۳۰	۶-۶ مسأله زاویه فاز
۲۳۲	۷-۶ بازگشایی فاز
۲۳۴	۸-۶ خط مبنای مایل
۲۳۴	۹-۶ مدهای عملیاتی بینگ پونگ و استاندارد

۲۳۵	۱۰-۶ انواع تداخل سنجی SAR
۲۳۷	۱۱-۶ مفهوم خط مبنای بحرانی
۲۳۹	۱۲-۶ ناهمبستگی
۲۴۱	۱۳-۶ آشکارسازی تغییرات توپوگرافی: تداخل سنج طولی
۲۴۶	۱۴-۶ تداخل سنجی پلاریمتری SAR (POLINSAR)
۲۴۶	۱-۱۴-۶ مفاهیم پایه
۲۵۱	۲-۱۴-۶ ماتریس همدموسی T_p
۲۵۲	۳-۱۴-۶ افزایش همدموسی
۲۵۳	۴-۱۴-۶ نمز ار همدموسی مختلط
۲۵۴	۱۵-۶ تفرکافی SAR
۲۵۴	۱-۱۵-۶ روش ترکیب روزنه
۲۶۱	۲-۱۵-۶ روش ترکیب برای تفکیک ارتفاعی
۲۶۳	۳-۱۵-۶ خط پرواز مواصل غیر یکنواخت
۲۶۴	۴-۱۵-۶ پلاریزاسیون ترکیبی
۲۶۴	۵-۱۵-۶ توموگرافی سنجی پلاریزاسیون
۲۷۶	۱۶-۶ فیلترینگ طیفی فیلتر برد خط مبنای بحرانی
۲۸۱	فصل ۷: SAR دو پایه
۲۸۱	۱-۷ مقدمه
۲۸۳	۲-۷ شبکه‌های رادار تعمیم یافته
۲۸۵	۳-۷ تحلیل رادار دو پایه
۲۸۵	۱-۳-۷ معادله برد رادار و سطح مقطع رادار دو پایه
۲۸۶	۲-۳-۷ تفکیک برد زمینی دو پایه
۲۹۱	۳-۳-۷ تفکیک آزمون دو پایه
۲۹۸	۴-۳-۷ پیکره‌بندی کلی دو پایه
۳۰۶	۵-۳-۷ پیکره‌بندیهای دیگر دو پایه
۳۰۸	۶-۳-۷ ضرورت همزمان سازی گیرنده - فرستنده
۳۰۸	۷-۳-۷ استفاده از فرستنده های موجود
۳۱۱	۸-۳-۷ اعوجاج هندسی و سایه در رادار دو پایه
۳۱۲	۹-۳-۷ مزایای سنجش از دور راداری دو پایه
۳۱۳	۱۰-۳-۷ پراکندگی دو پایه
۳۱۷	فصل ۸: تفسیر تصاویر راداری
۳۱۷	۱-۸ مقدمه
۳۱۸	۲-۸ پیچیدگی تحلیل
۳۱۹	۳-۸ تفسیر چشمی از طریق فهم رفتارهای پراکندگی
۳۲۰	۱-۳-۸ نقش و اهمیت زاویه فرود
۳۲۱	۲-۳-۸ نقش و اهمیت طول موج

۳۲۳	۳-۳-۸ نقش و اهمیت پلاریزاسیون.....
۳۲۵	۴-۸ تحلیل کمی داده رادار به منظور نگاشت موضوعی.....
۳۲۵	۱-۴-۸ مروری بر روشها.....
۳۲۸	۲-۴-۸ مشخصه‌های قابل استفاده برای آنالیز کمی رادار.....
۳۲۹	۳-۴-۸ کاربرد تکنیکهای طبقه‌بندی استاندارد.....
۳۲۹	۴-۴-۸ طبقه بندی آماری تصاویر راداری.....
۳۲۹	۱-۴-۴-۸ روش حداکثر احتمال.....
۳۳۴	۲-۴-۴-۸ بررسی فرآیند چند لوک کردن داده‌ها.....
۳۳۵	۳-۴-۴-۸ طبقه بندی مسطح‌های پراکندگی و کوواریانس و عملکرد پراکندگی استوکس.....
۳۳۶	۴-۴-۴-۸ اضافه کردن ابعاد دیگر.....
۳۳۷	۵-۸ تفسیر اساس مدل‌های ساختاری.....
۳۳۷	۱-۵-۸ تفسیر با استفاده از تلافی فاز پلاریزاسیون.....
۳۴۰	۲-۵-۸ تفسیر از طریق تجزیه مختاری.....
۳۴۱	۱-۲-۵-۸ تجزیه ماتریس همبستگی.....
۳۴۲	۲-۲-۵-۸ تجزیه ماتریس کوواریانس و همبستگی.....
۳۴۶	۳-۲-۵-۸ تجزیه ماتریس همبستگی و همبستگی کلی.....
۳۶۱	۴-۲-۵-۸ پارامترهای شکل همبستگی، مشخصه های طبقه بندی PollnSAR.....
۳۶۲	۶-۸ همبستگی تداخلسنجی به عنوان یک تکنیک.....
۳۶۳	۷-۸ برخی نتایج طبقه بندی تطبیقی.....
۳۶۷	۸-۸ یافتن جزئیات عمودی پیکسل با استفاده از همبستگی.....
۳۷۱	فصل ۹: تصویربرداری مایکروویو غیرفعال.....
۳۷۱	۱-۹ مقدمه.....
۳۷۲	۲-۹ دمای روشنایی رادیومتریک.....
۳۷۴	۳-۹ رابطه تابش مایکروویو با مشخصه‌های سطح.....
۳۷۸	۴-۹ تابش از سطوح ناهموار.....
۳۸۰	۵-۹ وابستگی ثابت دی الکتریک سطح.....
۳۸۰	۶-۹ تابش سطح دریا.....
۳۸۲	۷-۹ دمای روشنایی عوارض حجمی.....
۳۸۱	۸-۹ عوارض لایه‌دار: پوشش گیاهی بر فراز خاک.....
۳۸۵	۹-۹ سنجش از دور مایکروویو غیر فعال اتمسفر.....
۳۸۷	ضمایم.....
۴۲۱	تصاویر.....

پیشگفتار مؤلف

موضوع کتاب حاضر، سنجش از دور مبتنی بر تکنولوژی تصویربرداری راداری است. در نوشتن این کتاب سعی شده است حتی مخاطبانی که دانش قبلی در مورد رادار ندارند، بتوانند به درک مفاهیم اساسی تصویربرداری راداری بپردازند و مراحل پیشرفته‌تر آن یعنی تداخل سنجی راداری^۱، رادار چند پلاریزاسیونه و مدهای تصویربرداری توفیق یابند. استفاده از رادار برای تصویربرداری سطح و منابع زمین، مربوط به عصر حاضر نیست. سیستم‌های مایکروویو برای دهه ۱۹۶۰ پیش از سیستم‌های نوری که در محدوده طیفی مادون قرمز و مرئی تصویربرداری می‌کنند مشغول به کار بودند. پرتاب اولین سری ماهواره‌های لندست در اواسط دهه ۱۹۷۰ سرآغاز جدید سنجش از دور نوری بود. هر چند که ماهواره سی ست در همان دهه (۱۹۷۸) در حال تصویربرداری راداری بود اما فقط دوامه ماه توانست به عملیات تصویربرداری خود ادامه دهد و تعداد زیادی از سیستم‌های مایکروویو لندست‌های نوری که در طول دهه ۱۹۸۰ مشغول به کار بودند وجود نداشت. در نتیجه جامعه جهانی سنجش از دور به توسعه سیستم‌های تصویربرداری نوری متمایل شد. این رویه تا زمانی ادامه داشت که استفاده عملیاتی از ماهواره‌های شاتل در اواسط دهه ۱۹۸۰ و ماهواره‌های تصویربرداری راداری آزاد پرواز در اواسط دهه ۱۹۹۰ (به همراه چند سری هوایی پیشرفته) ممکن شد. از آن زمان قابلیت انعطاف پذیری منحصر به فرد و توانایی‌های بی‌همنای تصویربرداری راداری باعث توجه و علاقه‌مندی زیادی به تکنولوژی تصویربرداری مایکروویو شده است. بر خلاف تصویربرداری نوری، فهم زیربنای تئوریک تصویربرداری راداری به ویژه هنگامی که یک پدیده نوین است، می‌تواند چالش برانگیز باشد. این تکنولوژی نسبتاً پیچیده است و فهم برهم کنش انرژی مایکروویو تابشی بین یک منظره و تصویربرداری پیچیدگی بیشتری نسبت به تصویربرداری نوری دارد. درک جامعی از ابعاد مختلف این دو سیستم، نیازمند یک بخش مقدماتی در انتشار امواج الکترومغناطیس و حساب دیفرانسیل برداری است. هنوز بسیاری از کسانی که در دهه سنجش از دور فعالیت می‌کنند دارای پیشینه کاری در حیطه علوم زمین هستند و بعید است که در این حوزه نیاز به آشنایی با اطلاعاتی در این حوزه‌ها به دست آورند. برای آنکه آن‌ها نیز بتوانند از تکنولوژی تصویربرداری راداری بهره‌مند شوند، در پیش گرفتن یک شیوه مناسب و منسجم اما با اجتناب از درگیر شدن در مباحث تکنیکی الکترومغناطیس، اهمیت زیادی دارد. در پیش گرفتن چنین رویکرد آموزشی، هدف این کتاب است. این کار باعث گسترش تکنولوژی تصویربرداری راداری و فهم پایه‌ای مفاهیم پراکندگی^۲ (روشی که اکثر دانشمندان علوم زمین در مطالعات خود در پیش گرفته‌اند) شده و اغلب به وسیله ضمیمی که مفاهیم مهم ریاضی را

¹ Interferometric Radar

² Scattering

خلاصه می‌کند، پشتیبانی می‌شود (این ضمایم در انتهای کتاب آمده است). این رویکرد شما را قادر می‌سازد که بدون نیاز به بخش‌های اولیه تئوری الکترومغناطیس که تمرکز بیشتری نسبت به خود رادار دارد، گام مؤثری به سمت وجوه عملی تصویربرداری راداری بردارید. علاوه بر اینکه کتاب حاضر یک منبع مفید برای این نوع کاربران است، همچنین می‌تواند به عنوان یک متن تکنیکی برای سطوح لیسانس و بالاتر مورد استفاده قرار گیرد. فصل یک که یک چهارچوب کاری را ارائه می‌دهد، شامل شرح مواردی است که گمان می‌رود برخی خوانندگان بر آن احاطه دارند. فصل دو و سه اصول و مبانی رادار و چگونگی شکل‌گیری تصاویر راداری را پوشش می‌دهد، این فصل از موضوعاتی مانند رادار چند پلاریزاسیونه که از مهمترین موضوعات در زمینه تکنولوژی تصویربرداری مایکروویو مدرن است، تشکیل می‌شود. فصل چهار شامل خطاهای داده‌های راداری و تکنیک تصحیح آنها است. فصل پنج به بررسی یک چشم‌انداز زمینی از دید رادار و چگونگی پاسخ به انرژی تابشی مایکروویو اختصاص داده شده است، این فصل بخش مرکزی برای استفاده رادار در سنجش از دور است. فصل شش در مورد تابش سنجی (اینترفرومتری) است. تداخل سنجی، یک کاربرد مهم رادار است که امکان دریافت جزئیات اطلاعات توپوگرافی (با گذشت زمان) پیرامون یک چشم‌انداز را با استفاده از یک سری مجموعه تصاویر انرژی می‌دهد. فصل هفت در مورد رادار دو پایه است. رادار دو پایه، یک تکنولوژی نوظهور در زمینه سنجش از دور است که در این سیستم، منبع انرژی تابشی و گیرنده الزاماً در یک مکان (سکو) یکسان قرار ندارند. این تکنولوژی امروزه در اکثر رادارهای تصویربرداری سنجش از دور به کار گرفته می‌شود. فصل هشت به روش‌های تفسیر آویز اداری که شامل روش‌های آماری و روش‌های تجزیه هدف است (که اغلب برای نگاشت موضوعی استفاده می‌شود) می‌پردازد. فصل نه به خلاصه‌ای از تصویربرداری مایکروویو غیرفعال اختصاص داده شده است. ضرورت این بخش بدان جهت است که اغلب به مقدار کافی انرژی مایکروویو طبیعی ساطع شده از چشم‌انداز زمینه وجود دارد که می‌توان از آن برای ایجاد تصاویر با تفکیک درشت^۱ به منظور یافتن مقادیر خاص در مطالعات محیط زیستی و ارزیابی سطح دریا استفاده کرد. ضمیمه‌های انتهای کتاب شامل ارائه مفهوم اعداد مختلط، خلاصه‌ای از مفیدان بردارها و ماتریس‌ها، تشریح چگونگی شکل‌گیری تصاویر از داده سیگنال رادار و دیگر موارد تکمیلی است. بدنه اصلی تألیف این کتاب در حین گذراندن یک دوره فرصت مطالعاتی تدریس رادار سنجش از دور در مقطع لیسانس در سال ۱۹۹۵ در دانشگاه سانتاباربا کالیفرنیا به همراه یکی از پیشگامان رادارهای سنجش از دور پروفیسور جیمز سیمنت شکل گرفت.

جان ریچاردز

دانشگاه ملی استرالیا

استرالیا - کانبرا

می ۲۰۰۹

پیشگفتار مترجم

رشد روز افزون سرعت علم و تخصصی شدن علوم مختلف در عصر حاضر، باعث ظهور حوزه‌های جدیدی از علوم شده است. یکی از دلایل ظهور این حوزه‌های نوین در علم، هم پوشانی محتوایی بین علوم مهندسی، علوم طبیعی و علوم باستان است که پدیدار شدن حوزه‌های میان رشته‌ای یکی از آثار مترتب بر آن است. یکی از جالب‌ترین حوزه‌های میان رشته‌ای ظهور که حاصل همپوشانی این علوم مختلف است، علم سنجش از دور است. تلاقی علوم زمین با علم مخابرات و ثمره آن سنجش از دور مایکروویو، جذابیت و شکوه خاصی به علم سنجش از دور داده است. توانایی سنجش از دور رادار با عنوان تکنیکی جدید و کارآمد در سنجش از دور، موجب شده است تا با توجه به توانایی‌ها و قابلیت‌های خاص این سیستم، توجه بسیاری را به خود جلب کند. در سال‌های اخیر نیز در ایران علاقه‌مندان و پژوهشگران بسیاری در این عرصه به‌کار گرفته شده‌اند. میزان رو به رشد مشتاقان سنجش از دور راداری و همچنین عدم وجود منبعی جامع به زبان فارسی در این زمینه، انگیزه اصلی ترجمه این اثر شد. در ترجمه این کتاب سعی شده است که تا حد ممکن از معادل‌های رایج در سنجش از دور و مخابرات استفاده شود و در صورت عدم وجود معادل‌های فارسی رایج، از معادل‌های فارسی جدید که تلاقی‌کننده واژگان زبان اصلی باشد، استفاده شد. در مواقعی که امکان تحقق دو معیار ذکر شده وجود نداشت، ما گزینش عبارت زبان اصلی به صورت فارسی در ترجمه به کار رفته است. امید است ترجمه این اثر که در نوع خود یکی از اولین منابع سنجش از دور راداری است و به طور نسبتاً جامع تمام مفاهیم تصویربرداری راداری را در حوزه سنجش از دور مایکروویو پوشش می‌دهد، توانسته باشد سهمی هر چند کوچک در معرفی این بخش از علم سنجش از دور به جامعه علمی کشور داشته باشد. کتاب حاضر حاصل تلاش و همکاری عزیزانی بوده است که به طور مستقیم یا غیر مستقیم در ترجمه این کتاب اثر سهیم بوده‌اند. بنابراین بر خود لازم می‌دانم تا مراتب سپاس و قدرشناسی خود را از این عزیزان اعلام کنم. در ابتدا استاد فرزانه جناب آقای دکتر احمد خاتمی به سبب مساعدت ایشان در چاپ کتاب، از اساتید بزرگوار جناب آقای دکتر مسعود خیرخواه زرکش، آقای دکتر علی اکبر آبکار و آقای دکتر محمود رضا صاحبی به سبب آنکه در علم سنجش از دور از آنها بسیار آموختم، سپاسگزاری می‌کنم. شایسته است از زحمات بی‌شائبه همسر عزیزم که ویراستاری کتاب را پذیرفتند و همچنین محیطی آرام و مناسب برای انجام این کار فراهم آوردند، تشکر و سپاسگزاری کنم. از برادر عزیزم رضا درویشی به خاطر طراحی جلد کتاب و همچنین کمک‌های بی‌دریغش در طی ترجمه کتاب تشکر می‌شود. جای دارد از انتشارات علم که چاپ این کتاب مرهون مساعدت و تلاش آن‌هاست، قدردانی کنم. در پایان ذکر این نکته واجب است که ترجمه این اثر قطعاً از اشتباهات علمی و ترجمه‌ای خالی نیست، لذا از همه اساتید، پژوهشگران و صاحب‌نظران گرامی خواهشمند است که اینجانب را از نظرات، پیشنهادات و انتقادات خویش بی‌بهره نگذارند.

مهدی درویشی

mehdidarvishi@yahoo.com