



## سنجش از

## دور حرارتی

## و کاربرد آن

## در علوم زمین

تألیف: دکتر سید کاظم علوی پناه

انتشارات دانشگاه تهران

امروزه سنجش از دور به معنی مشاهده زمین است که بیشتر از راه فضا و با استفاده از ماهواره‌های سنجش از دور صورت می‌گیرد. امواج الکترومغناطیسی مورد استفاده از دور در باندهای طیفی مختلفی مانند باندهای نور مرئی، مادون قرمز انعکاسی و مادون قرمز حرارتی قرار می‌گیرند.

سیستم‌های سنجش از دور به طور معمول در یک یا چند بخش از طیف‌های نور مرئی، مادون قرمز انعکاسی و یا حرارتی فعالند. سنجش از دور انعکاسی در اصل به بازتاب پدیده‌ها مربوط می‌شود، که خورشید منبع اصلی انرژی آن است. یعنی تصاویر این نوع سنجش از دور فقط با وجود نور خورشید قابل تهیه است. اما در سنجش از دور مادون قرمز حرارتی، منبع انرژی خود اشیاء و پدیده‌هایی هستند که دمای بالاتر از صفر مطلق ( $273^{\circ}\text{C}$ -) دارند. بنابراین تابش‌های اجسام ناشی از گرمای زمین یا به عبارتی به دلیل جنبش ملکولی است. یعنی منبع این انرژی هم خورشید است که در طول روز تابیده و باعث گرم شدن زمین می‌شود و این انرژی دریافتی، در قالب امواج مادون قرمز حرارتی در طول شبانه روز بازپس داده می‌شود.

بنابراین اگر چه نور خورشید حضور ندارد، اما جنبش مولکولی به دلیل ماهیت ذرات موجب ساطع شدن امواج مادون قرمز حرارتی می‌شود. به عبارت زیباتر، «در دل آفتابیش در میان بینی». البته این انرژی قابل عکسبرداری نبوده و چشمان ما نسبت به این مقدار انرژی و طول موج حساس نیست. اما سنجنده‌های حرارتی نسبت به تابش‌های ناشی از گرمای زمین حساسند و به همین دلیل این سنجنده‌ها در تاریکی شب هم، از سطح زمین تصویربرداری می‌نمایند و می‌توانند دنیای نامرئی را تشخیص دهند. به عبارتی این سنجنده‌ها «آنچه نادیدنی است آن بینند». موضوع جالب دیگر آنست که چشم‌های ما به انرژی مادون قرمز حرارتی حساس نیستند و از همین رو در شب از رؤیت زمین محرومیم ولی در عوض از طریق حس لامسه می‌توانیم این انرژی حرارتی را حس کنیم. احساس انرژی حرارتی خورشید و یا آتش روی دست و صورت، مثالی از این بهره مندی است. به همین دلیل ممکن است بتوان گفت که کشف انرژی حرارتی همزمان با خلقت انسان بوده است. جالب اینکه بهره مندی برخی جانداران از انرژی مادون قرمز حرارتی در مقایسه با انسان بیشتر است. یعنی این جانداران اطلاعات بیشتری از تابش‌های مادون قرمز حرارتی درک می‌کنند. برای مثال بعضی مارها مانند زنگی در جلوی چشمان خود منافذی دارند که به وسیله آنها امواج مادون قرمز را حس می‌کنند و براساس اطلاعاتی که از این تابش‌ها دریافت می‌کنند، موقعیت دقیق شکار را تشخیص می‌دهند. به همین دلیل این مارها در تاریکی مطلق شب می‌توانند با نهایت دقت، طعمه را شکار کنند. در این کتاب تلاش نمودم که مسئله گرما و برخی کاربردهای آن در علوم زمین را کنکاش نمایم، اما گستردگی مطلب و ماهیت بین رشته‌ای آن از یک طرف و رازهای پنهان آفرینش از طرف دیگر بیشتر از این به من فرصت ژرف نگری نداده است. از اینرو پاسخ به دیگر پرسش‌های مربوط به «گرما» را به دیگر بزرگواران واگذار می‌کنم و توصیه می‌نمایم «گرمی باده از نرگس مستانه بپرس».

سنجش از دور حرارتی دارای پیچیدگی‌ها، تنوع و ابهامات زیادی است. در این کتاب سعی شد تا این پیچیدگی‌ها و ابهامات مطرح و ساده شود و در عین حال به مواد کاربردی آن پرداخته شود. اما همچنان مشکلاتی برای استفاده فراگیر از سنجش از دور حرارتی وجود دارد. البته بایستی اذعان کرد که پیشرفت کندتر سنجش از دور مادون قرمز حرارتی، در مقایسه با سنجش از دور انعکاسی، دلیل بر اهمیت کمتر آن نیست.

صرفنظر از این قبیل مشکلات، در این کتاب نتایج و یافته‌های علمی دانشمندان بسیاری درج شد که امید است مورد استفاده گسترده متخصصان و دانشجویان قرار گیرد.

این کتاب در ۱۱ فصل تنظیم و سعی شده تا این مجموعه به گونه‌ای باشد که هم مسایل مرتبط با سنجش از دور حرارتی و هم موارد مربوط به مطالعات و تغییرات دما در سطح پدیده‌های زمین با ارائه نمونه‌هایی از مناطق مختلف جغرافیایی جهان، به ویژه ایران به صورت ساده ارائه شود.

در این کتاب بخش‌های مربوط به مبانی و تئوریه‌ها تا حد آشنایی با موضوع مد نظر قرار گرفته و بخش‌های مربوط به تفسیر مادون قرمز حرارتی و کاربرد آن بیشتر مورد دقت قرار گرفتند و هدف آن مرجع قرار گرفتن کتاب برای دانشجویان کارشناسی ارشد، دکتری و متخصصین می‌باشد. از آنجایی که تاکنون کتابی در ارتباط با سنجش از دور حرارتی و مسایل مربوط به تغییرات مکانی و زمانی دما ارائه نشده، تلاش کردم تا علاوه بر سنجش از دور، مسایل حرارت و تغییرات آن هم در همین کتاب بحث و بررسی شود تا از این راه امکان نتیجه‌گیری، تلفیق و تحقیق بیشتر و بهتر فراهم گردد. البته با توجه به نبود الگویی دیگر، شاید این شیوه عملکرد با نواقصی نیز همراه باشد، ولی امیدوارم در آینده بتوان این گونه کاستی‌ها را برطرف کرد.

با وجود اهمیت زیاد حرارت و روش‌های سنجش آن، متأسفانه تاکنون در ایران کتابی در این زمینه تألیف نشده و حتی کتابهای سنجش از دور به زبان انگلیسی هم گاهی به اختصار، فصلی از کتاب را به سنجش از دور حرارتی اختصاص داده‌اند. براساس آخرین اطلاعات موجود، کمبود نشریات و کتابهای مرتبط با این موضوع، نه تنها در ایران بلکه در سطح جهان محسوس است. گرچه امید است این اثر مورد استفاده کاربردی و تفسیر قرار گیرد ولی همچنان نیاز به تألیف کتابی در زمینه مبانی تئوریه‌ها و فیزیک سنجش از دور احساس می‌شود. خوشبختانه در چند سال اخیر ماهواره‌های دارای سنجنده حرارتی مانند **TERRA** توانسته‌اند، تحولی شگرف در این علم ایجاد کرده و هر روز بر دامنه یافته‌های بشری و اهمیت حرارت و سنجش و کاربرد آن، مطالب جدیدتری را بیفزایند. شواهد نشان می‌دهد که اهمیت تشخیص و تعیین دمای سطح زمین از طریق سنجش از دور، موجب تشویق بسیاری از متخصصان و به کارگیری داده‌های ماهواره‌ای شده است.

تألیف چنین کتابی که قلمرو گسترده و مباحث مفصلی از حوزه‌های مختلف علمی را می‌طلبد، نیاز به اطلاعات بسیار جامعی دارد و بدیهی است که نگارش چنین کتابی مشکلات عدیده‌ای را برای مؤلف ایجاد می‌کند.

