

به نام خدا

سنجش از دور کاربردی در مطالعات محیطی



# سنجش از دور کاربردی در مطالعات محیطی

مقدمه بر محیط شناسی دورسنجی

تألیف: بهزاد رایگانی - عابد ترابی نیا



پژوهشکده محیط زیست و توسعه پایدار

بهار ۱۴۰۲



سازمان اسناد و کتابخانه ملی  
جمهوری اسلامی ایران

سرشناسه: رایگانی، بهزاد، ۱۳۵۹ -

عنوان و نام پدیدآور: سنجش از دور کاربردی در مطالعات محیطی: مقدمه بر محیط‌شناسی دورسنجی/

تالیف بهزاد رایگانی، عابد ترابی‌نیا.

مشخصات نشر: تهران: پژوهشکده محیط زیست و توسعه پایدار، ۱۴۰۲.

مشخصات ظاهری: ۲۴۶ص: مصور.

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۹۷۲۸۰-۶-۲

یادداشت: کتابنامه: ص. ۲۴۵ - ۲۴۶.

عنوان دیگر: مقدمه بر محیط‌شناسی دورسنجی.

موضوع: سنجش از دور

Remote sensing

منابع طبیعی -- سنجش از دور

Natural resources -- Remote sensing

شناسه افزوده: ترابی‌نیا، عابد، ۱۳۶۹-

شناسه افزوده: پژوهشکده محیط زیست و توسعه پایدار

رده بندی کنگره: G ۷۰/۴

رده بندی دیویی: ۶۲۱/۳۶۷۸

شماره کتابشناسی ملی: ۹۲۲۱۹۳۶



پژوهشکده محیط زیست و توسعه پایدار

شناسنامه‌ی کتاب

نام کتاب: سنجش از دور کاربردی در مطالعات محیطی

تألیف: بهزاد رایگانی - عابد ترابی‌نیا

طراحی جلد: مسعود طه‌زاده

ناشر: انتشارات پژوهشکده محیط زیست و توسعه پایدار

چاپ اول: بهار ۱۴۰۲

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۵۰۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۹۷۲۸۰-۶-۲

# سخن ناشر

در این کتاب سعی شده است در یک رویکرد سریع فناوری سنجش از دور توضیح داده شود و به صورت کاربردی شیوه بهره‌برداری از تصاویر ماهواره‌ای در مطالعات محیط زیستی تشریح گردد.

در ابتدا مقدمه بر علم سنجش از دور ارائه خواهد شد. سپس به صورت گام به گام، انواع تصاویر ماهواره‌ای، مشکلات موجود در داده‌ها، مشاهده جزئیات تصاویر، رفع خطاها و طبقه‌بندی و استخراج اطلاعات از آنها تشریح می‌شود.

# فهرست مطالب

مقدمه

۱۶

## فصل اول کلیات

۱۵

ویژگی های سنجنده های ماهواره ای ..... ۲۱

تمرین: آشنایی با نرم افزار Erdas Imagine ..... ۲۷

## فصل دوم: اصول تابش الکترومغناطیسی

۲۹

برهم کنش با انرژی الکترومغناطیسی ..... ۲۹

راه های انتقال انرژی ..... ۳۰

مدل های تابش الکترومغناطیسی ..... ۳۱

مدل موجی تابش الکترومغناطیس ..... ۳۱

قانون استفان بولتزمن ..... ۳۳

منابع انرژی الکترومغناطیسی ..... ۳۴

طیف الکترومغناطیسی ..... ۳۴

تابش الکترومغناطیسی مورد استفاده در سنجش از دور ..... ۳۵

قانون جابجایی وین ..... ۳۶

منحنی های تابش جسم سیاه ..... ۳۶

شدت تابش خورشید ..... ۳۷

مدل ذرات تابش الکترومغناطیسی ..... ۳۷

تئوری کوانتومی تابش الکترومغناطیسی ..... ۳۸

تئوری ساطع شدن انرژی یا تابش در اجسام ..... ۳۹

برهم کنش تابش با اجسام ..... ۴۲

پراکندگی یا پخشیدگی ..... ۴۳

پخش رالی ..... ۴۵

پخش مای ..... ۴۶

پخش غیرانتخابی ..... ۴۶

## فهرست مطالب ■ ز

۴۷	جذب.....
۴۸	عبور.....
۴۹	اثرات اتمسفری در تابش.....
۴۹	بازتابش.....
۵۱	برهم کنش ماده و انرژی در سطح زمین.....
۵۲	بازتابندگی، عبور و جذب نیمه کروی.....
۵۳	درخشندگی و گسیل تابشی.....
۵۳	چگالی شارتابشی.....
۵۴	تابندگی.....

## ۵۹ فصل سوم: ارزیابی کیفیت تصویر و بررسی آماری

۶۰	تئوری نمونه‌برداری داده ماهواره‌ای.....
۶۱	اطلاعات داده سنجنش از دوری.....
۶۲	مشاهده تک تک پیکسل‌ها.....
۶۳	آمار توصیفی تک متغیره.....
۶۶	آمار چند متغیره سنجنش از دوری.....
۶۹	ابر پراکنش فضایی باندها.....
۷۰	آنالیز زمین آماری داده سنجنش از دوری.....
	تمرین: ورود اطلاعات با فرمت های مختلف، افزایش تباین تصویر به کمک تغییر دادن
۷۵	مقادیر کتراست، طبقه بندی بر اساس ارزش روشنایی Density Slicing.....
۷۶	تمرین: استفاده از ابزار Model Maker در ERDAS و استخراج اطلاعات به کمک آن.....

## ۷۷ فصل چهارم: تصویرسازی علمی و جایگزین های نمایش اولیه

۷۸	ملاحظات نمایش تصویر.....
۷۹	نمایش موقتی و ویدئویی تصویر.....
۷۹	سیستم مختصات رنگی دهی.....
۸۰	جدول مشخصات رنگی.....
۸۳	سیستم پردازش تصاویر ۲۴ بیتی.....

- شاخص‌های انتخاب پر جزئیات‌ترین باندها برای ایجاد تصاویر مرکب..... ۸۷
- شاخص فاکتور بهینه..... ۸۷
- شاخص شفیلد..... ۸۸
- ادغام داده‌های سنجنش از دوری..... ۸۹
- محاسبه فاصله و مساحت در تصاویر ماهواره‌ای..... ۹۳
- تمرین: نمایش علمی Scientific Visualization..... ۹۶
- تمرین: ساخت نقشه در ERDAS و ENVI..... ۹۷

## فصل پنجم: تصحیح رادیومتری

- اصول تابش الکترومغناطیسی و تصحیح رادیومتری..... ۹۹
- تصحیح رادیومتری داده سنجنش از دور..... ۱۰۰
- کالیبراسیون سنجنده..... ۱۰۰
- استخراج مقادیر بازتابندگی..... ۱۰۱
- تصحیح خطای آشکارساز سیستم سنجنش از دوری (خطای داخلی)..... ۱۰۲
- پیکسل‌های بد تصادفی..... ۱۰۲
- ردیف یا ستون از دسته رفته..... ۱۰۴
- مشکلات شروع خطوط..... ۱۰۵
- نواری شدن N خطی..... ۱۰۶
- انواع تصحیحات اتمسفری (خطای بیرونی)..... ۱۰۸
- تصحیح اتمسفری مطلق..... ۱۰۹
- تصحیح اتمسفری بر اساس مدل‌سازی انتقال انرژی تابشی..... ۱۱۰
- تصحیح اتمسفری بوسیله کالیبراسیون خط تجربی..... ۱۱۲
- تصحیح اتمسفری نسبی..... ۱۱۳
- تصحیح توپوگرافی یا تصحیح کسینوسی زاویه شیب زمین..... ۱۱۵
- تمرین: تصحیحات رادیومتری ELC..... ۱۱۷
- تمرین: تصحیح رادیومتری - ATCOR..... ۱۱۸



فصل ششم: تصحیح هندسی

۱۱۹	خطاهای هندسی درونی و بیرونی.....
۱۱۹	خطاهای هندسی داخلی.....
۱۲۰	جابجایی تصویر یا ارببی در اثر چرخش زمین.....
۱۲۱	تغییر اندازه سلول قدرت تفکیک مکانی به علت سامانه پوشگر.....
۱۲۲	عرض نوار زمینی.....
۱۲۳	اعوجاج یک بعدی عمودی توسط سامانه پوشگر.....
۱۲۵	خطاهای هندسی خارجی.....
۱۲۵	تغییر ارتفاع.....
۱۲۵	تغییر حالت فضاپیما.....
۱۲۷	نقاط کنترل زمینی.....
۱۲۸	انواع مختلف تصحیح هندسی.....
۱۲۹	همسوسازی تصویر به نقشه.....
۱۲۹	ثبت تصویر به تصویر.....
۱۳۰	منطق همسوسازی تصویر به نقشه.....
۱۳۱	درونیابی مکانی.....
۱۳۱	درونیابی ارزشی.....
۱۳۱	میانابی مکانی بوسیله یک معادله تبدیل مختصات.....
۱۳۳	درونیابی مکانی بوسیله معادلات تبدیل مختصات رو به جلو.....
	محاسبه خطای <b>RMS (Root-Mean-Squared Error)</b> در تابع نقشه
۱۳۴	سازی معکوس.....
۱۳۵	درونیابی شدت ارزشی.....
۱۳۶	Nearest-neighbor Resampling.....
۱۳۷	Bilinear Interpolation.....
۱۳۷	Cubic Convolution.....
۱۳۸	موزاییک نمودن تصاویر.....

تمرین: تصحیح هندسی یا Geometric Correction..... ۱۴۱

تمرین: موزاییک کردن تصاویر ..... ۱۴۲

### فصل هفتم: جلوه دادن به تصویر (بهبود کیفیت نمایش) ۱۴۳

بهبود رادیومتری..... ۱۴۴

بهبود مکانی عارضه‌ها در تصویر..... ۱۵۰

فیلتر پیچیده ماتریس فضایی..... ۱۵۲

فیلتر فرکانس بالا..... ۱۵۶

فیلترهای بهبود لبه‌ها..... ۱۵۶

بهبود طیفی..... ۱۵۸

تمرین: بهبود رادیومتری تصویر..... ۱۶۶

### فصل هشتم: استخراج اطلاعات موضوعی ۱۶۹

#### طبقه‌بندی ۱۶۹

طبقه‌بندی نظارت شده..... ۱۷۰

طبقه‌بندی نظارت نشده..... ۱۷۱

طبقه‌بندی فازی (نرم) در مقابل طبقه‌بندی قطعی (سخت)..... ۱۷۱

طبقه‌بندی شی‌گرا در برابر طبقه‌بندی پیکسل پایه..... ۱۷۱

طرح طبقه‌بندی برای تهیه نقشه کاربری و پوشش زمین..... ۱۷۲

طرح‌های طبقه‌بندی شناخته شده..... ۱۷۳

اجرای یک طبقه‌بندی نظارت شده، پیکسل پایه و سخت..... ۱۷۸

انتخاب باندها..... ۱۸۲

روش گرافیکی انتخاب باندها..... ۱۸۳

روش‌های آمار انتخاب باندها..... ۱۸۶

انتخاب بهترین خوارزمیک طبقه‌بندی..... ۱۸۹

خوارزمیک طبقه‌بندی متوازی‌السطوح..... ۱۹۰

خوارزمیک طبقه‌بندی کمترین فاصله تا میانگین..... ۱۹۱

خوارزمیک طبقه‌بندی بیشترین احتمال..... ۱۹۳

۱۹۸.....	اصول طبقه‌بندی نظارت نشده
۱۹۹.....	خوارزمیک دسته‌بندی سلسله‌وار
۲۰۳.....	روش داده همسان یا ISODATA
۲۰۷.....	روش طبقه‌بندی پیکسل پایه در مقابل طبقه‌بندی شی‌گرا
۲۱۳.....	تمرین: طبقه‌بندی نظارت شده و نظارت نشده

## فصل نهم: تعیین رقومی تغییرات

۲۱۵.....	شناخت منطقه
۲۱۶.....	دوره زمانی
۲۱۶.....	طرح طبقه‌بندی
۲۱۷.....	نوع طبقه‌بندی
۲۱۷.....	ملاحظات کلی
۲۲۳.....	تعیین تغییرات به کمک ترکیب سه تاریخه تک بانندی
۲۲۳.....	تعیین تغییرات به کمک ترکیب کامل تصاویر مربوط به چندتاریخ
۲۲۴.....	تعیین تغییرات به کمک عملیات جبری
۲۲۶.....	تعیین تغییرات بر اساس مقایسه پس از طبقه بندی
۲۲۶.....	تعیین تغییرات به کمک بکار گیری ماسک باینری در تاریخ دوم
۲۲۷.....	تعیین تغییرات به کمک استفاده از منبع داده کمکی در تاریخ اول
۲۲۸.....	تعیین تغییرات به کمک تحلیل برداری تغییر طیفی
۲۲۹.....	تعیین تغییرات همبستگی-مقاطع
۲۳۱.....	تعیین تغییرات به کمک سامانه‌های دانش محور
۲۳۱.....	تعیین تغییرات بوسیله تفسیر چشمی روی مانیتور

## فصل دهم: صحت‌سنجی

۲۳۳.....	ارزیابی صحت تصویر موضوعی
----------	--------------------------