





دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء  
دانشکده منابع طبیعی امام حسن مجتبی (ع)  
کارشناسی ارشد جنگلشناسی و اکولوژی جنگل

بررسی تغییرات گستره جنگل با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در  
جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی در ارتفاعات شهرستان بهبهان)

پژوهشگر:

کیانوش رستمی

استاد راهنما:

علی اصغر تراهی

استاد مشاور:

شهرام یوسفی خانقاه

بهمن ۱۳۹۱

# اظهارنامه

اینجانب کیانوش رستمی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته جنگلشناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان نویسنده پایان نامه، بررسی تغییرات گستره جنگل با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در جنگل‌های زاگرس تحت راهنمایی آقای دکتر علی اصغر تراهی متعهد می‌شوم:

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان می‌باشد و مقالات مستخرج با نام "دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان" به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است، اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

امضاء دانشجو

تاریخ

## مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ایی، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

که از خواسته‌هایشان گذشتند، سختی‌ها را به جان خریدند

و خود را سپربلای مشکلات و ناملایمات کردند

تا من به جایگاهی که اکنون در آن ایستاده‌ام برسم.

## پاسکزاری

حمد و پاس خدای متعال را که انسان را به زیور دانش آراست تا با اندیشیدن و تامل راه درست زیستن را بیاموزد. اکنون در آستانه راهی نوی به پاس نعمت بی حد پروردگار، بر خود لازم میدانم پاسکزار عزیزانی باشم که در طول تهیه پایان نامه خالصانه یاریم نمودند.

از جناب آقای دکتر علی اصغر تراهی استاد محترم راهنما، بابت راهنمایی ایشان در طول انجام این تحقیق، کمال تشکر را دارم.

همیشه قدردان زحمات استاد مشاور گرامی، جناب آقای مهندس شهرام یوسفی خانقاه می باشم، راهنمایی های ایشان منق را به دوش من گذاشته که آن را در سطر سطر این نوشته احساس می کنم.

از داوران محترم جناب آقایان دکتر رضا بصیری و دکتر علیرضا صاحبی به جهت قبول زحمت داوری این پایان نامه صمیمانه پاسکزارم.

از دوستان و همکلاسیهای خوبم که در این مدت یار و همراهم بودند بسیار پاسکزارم. و همچنین از کلیه کسانی که به هر نحوی از انحاء در طول انجام این پایان نامه یاری کردند صمیمانه پاسکزارم.

## چکیده

آشکارسازی تغییرات با استفاده از داده‌های سنجش از دور در سال‌های اخیر مورد توجه بسیار محققان و پژوهش‌گران قرار گرفته است. این تحقیق با هدف بررسی تغییرات گستره جنگل‌های زاگرس با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده TM و ETM+ به منظور دستیابی به میزان موقعیت تغییرات از سال ۱۳۶۵ تا سال ۱۳۸۹ به صورت مطالعه موردی در ارتفاعات شهرستان بهبهان با مساحت ۶۳۶۲۸/۴۷ هکتار با استفاده از روش کشف تغییرات مقایسه پس از طبقه‌بندی انجام گرفت. پس از بررسی تصاویر ماهواره‌ای از لحاظ تصحیحات رادیومتری، هندسی و اتمسفری، نمونه‌های تعلیمی از طبقات جنگل و غیرجنگل انتخاب و طبقه‌بندی به روش نظارت شده و با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال انجام گرفت. نتایج نشان داد که صحت کلی و ضریب کاپای نقشه طبقه‌بندی شده TM به ترتیب برابر با ۹۰/۸۶ درصد و ۰/۸۵ درصد و ETM+ برابر با ۹۵/۳۱ درصد و ۰/۹۳ درصد می‌باشد. پس از طبقه‌بندی نقشه‌های TM و ETM+ به منظور کشف تغییرات، نقشه‌ها با همدیگر تقابل داده شدند و نقشه تغییرات، عدم تغییرات و نرخ تغییرات بدست آمد. نتایج حاصل از تقابل دو نقشه نشان داد در طی دوره مورد مطالعه (۲۴ سال) ۱۶۲۳۱/۲۳ هکتار معادل ۲۵ درصد از سطح جنگل کاسته شده است و نرخ تغییرات سالیانه جنگل برابر با ۶۷۶/۳۰ هکتار معادل ۱/۰۶ درصد بدست آمد. نتایج نشان داد که تصاویر ماهواره‌ای TM و ETM+ قابلیت تهیه نقشه گستره جنگل را در جنگل‌های زاگرس دارا می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: کشف تغییرات، گستره جنگل، تصاویر ماهواره‌ای، TM و ETM+، زاگرس، بهبهان

## فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه .....	۲
۲-۱ کلیات.....	۶
۱-۲-۱ مفاهیم سنجش از دور .....	۶
۲-۲-۱ کاربردهای سنجش از دور.....	۷
۳-۲-۱ انواع سنجش از دور.....	۷
۴-۲-۱ فعل و انفعال انرژی در اتمسفر و سطح زمین.....	۷
۱-۴-۲-۱ طیف الکترومغناطیس.....	۷
۲-۴-۲-۱ بازتاب طیفی گیاهان .....	۹
۵-۲-۱ مؤلفه‌های فرایند سنجش از دور.....	۱۱
۶-۲-۱ ماهواره‌های سنجش از دور.....	۱۲
۱-۶-۲-۱ ماهواره لندست ۵.....	۱۲
۲-۶-۲-۱ ماهواره لندست ۷ .....	۱۳
۷-۲-۱ مهمترین قابلیت داده‌های سنجش از دور .....	۱۴
۸-۲-۱ پیش پردازش تصاویر ماهواره‌ای.....	۱۴
۹-۲-۱ بررسی کیفیت داده‌ها .....	۱۴
۱۰-۲-۱ تصحیح خطاهای تصاویر ماهواره‌ای.....	۱۵
۱۱-۲-۱ استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای.....	۱۶
۱-۱۱-۲-۱ تفسیر بصری تصاویر.....	۱۶
۲-۱۱-۲-۱ تفسیر رقومی تصاویر.....	۱۷
۱۲-۲-۱ کشف تغییرات .....	۱۷
۱۳-۲-۱ روشهای کشف تغییرات با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای.....	۲۰
۱-۱۳-۲-۱ روش تفاضل تصاویر.....	۲۰
۱-۱-۱۳-۲-۱ روش تفاضل شاخص نرمال شده تفاوت گیاهی .....	۲۱
۲-۱-۱۳-۲-۱ تعیین آستانه .....	۲۱
۲-۱۳-۲-۱ روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی .....	۲۲
۳-۱۳-۲-۱ مقایسه پس از طبقه‌بندی.....	۲۳

۱-۳-۱۳-۲-۱ ارزیابی تغییرات روش مقایسه پس از طبقه‌بندی.....۲۴

۲-۳-۱۳-۲-۱ روش‌های طبقه‌بندی .....۲۴

۱-۲-۳-۱۳-۲-۱ طبقه‌بندی نظارت نشده.....۲۵

۲-۲-۳-۱۳-۲-۱ طبقه‌بندی نظارت شده.....۲۵

۳-۳-۱۳-۲-۱ نمونه‌های تعلیمی .....۲۶

۱-۳-۳-۱۳-۲-۱ انتخاب نمونه‌های تعلیمی .....۲۶

۲-۳-۳-۱۳-۲-۱ روش‌های نمونه‌برداری و انتخاب نمونه‌های تعلیمی.....۲۷

۳-۳-۳-۱۳-۲-۱ ارزیابی صحت نمونه‌های تعلیمی و بررسی تفکیک پذیری آن‌ها.....۲۷

۴-۱۳-۲-۱ الگوریتم‌های طبقه‌بندی.....۲۸

**فصل دوم: سابقه تحقیق**

۲- بررسی منابع.....۳۱

۱-۲ سابقه تحقیق در ایران.....۳۲

۲-۲ سابقه تحقیق در خارج.....۳۷

**فصل سوم: مواد و روش‌ها**

۱-۳ منطقه مورد مطالعه.....۴۲

۲-۳ داده‌های مورد استفاده.....۴۴

۳-۳ نرم افزارهای مورد استفاده در تحقیق.....۴۴

۴-۳ - تهیه نقشه واقعیت زمینی نمونه‌ای.....۴۴

۵-۳ -پیش پردازش داده‌های ماهواره‌ای.....۴۵

۱-۵-۳ - بررسی خطای رادیومتری داده‌های ماهواره‌ای.....۴۵

۲-۵-۳ - بررسی تطابق هندسی داده‌های ماهواره‌ای.....۴۵

۳-۵-۳ - بررسی میزان خطای اتمسفری داده‌های ماهواره‌ای.....۴۶

۷-۳ - بکارگیری روش‌های کشف تغییرات.....۴۶

۱-۶-۳ - روش کشف تغییرات.....۴۶

۱-۱-۶-۳ - انتخاب نمونه‌های تعلیمی.....۴۷

۲-۱-۶-۳ - طبقه‌بندی.....۴۷

۷-۳ - ارزیابی صحت نتایج طبقه‌بندی و معیارهای برآورد آن.....۴۷



۳-۷-۱ ارزیابی صحت نتایج طبقه‌بندی.....۴۷

۳-۷-۲ معیارهای برآورد ارزیابی صحت.....۴۸

۳-۷-۳ تهیه نقشه تغییرات .....۵۰

۳-۷-۴ صحت نقشه تغییرات.....۵۰

**فصل چهارم: نتایج**

۴-۱ نتایج مربوط به تصحیح رادیومتری.....۵۲

۴-۲ نتایج مربوط به تصحیح هندسی.....۵۲

۴-۳ نتایج مربوط به تصحیح اتمسفری.....۵۲

۴-۴ نتایج مربوط به طبقه‌بندی.....۵۳

۴-۴-۱ نتایج ارزیابی صحت تصاویر طبقه‌بندی شده TM و ETM+.....۵۵

۴-۴-۲ تهیه نقشه واقعیت زمینی.....۵۶

۴-۴-۳ تهیه نقشه تغییرات.....۵۶

۴-۴-۴ ارزیابی نرخ تغییرات.....۵۸

۴-۴-۵ ارزیابی صحت نقشه تغییرات.....۶۰

**فصل پنجم: بحث و نتیجه‌گیری**

۵-۱ بحث و نتیجه‌گیری.....۶۳

۵-۲ نتیجه‌گیری نهایی.....۶۷

۵-۳ پیشنهادات.....۶۸

منابع.....۶۹

عنوان	فهرست جداول	صفحه
جدول ۱-۱- مشخصات لندست ۵ و ۷.....		۱۳
جدول ۱-۴- مساحت کاربری‌ها برحسب هکتار و درصد در ابتدا و انتهای دوره.....		۵۴
جدول ۲-۴- نتایج صحت کلی و ضریب کاپا برای تصاویر TM و ETM+.....		۵۵
جدول ۳-۴- نتایج جدول ماتریکس خطا برای تصویر سنجنده TM.....		۵۵
جدول ۴-۴- نتایج جدول ماتریکس خطا برای تصویر سنجنده ETM+.....		۵۶
جدول ۵-۴- نوع و درصد تغییرات کاربری اراضی صورت گرفته در فاصله سا لهای ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۹.....		۵۹
جدول ۶-۴- مساحت مناطق تغییر یافته و بدون تغییر و نرخ تغییرات.....		۶۰
جدول ۷-۴- نتایج حاصل از ارزیابی صحت نقشه تغییرات.....		۶۱

عنوان	فهرست اشکال	صفحه
شکل ۱-۱ - طیف الکترومغناطیسی.....		۸
شکل ۲-۱ - مقایسه طیفی آب، خاک و گیاه.....		۹
شکل ۳-۱ مولفه‌های فرایند سنجش از دور.....		۱۱
شکل ۱-۳ - محدوده منطقه.....		۴۲
شکل ۱-۴ تصویر طبقه‌بندی شده TM سال ۱۳۶۵.....		۵۳
شکل ۲-۴ تصویر طبقه‌بندی شده ETM+ سال ۱۳۸۹.....		۵۴
شکل ۳-۴ - نقشه تغییرات کاربری از سال ۱۳۶۵ تا سال ۱۳۸۹.....		۵۷
شکل ۴-۴ - نقشه تغییرات سطح جنگل از سال ۱۳۶۵ تا سال ۱۳۸۹.....		۵۸

فصل اول

مقدمه و کلیات

## مقدمه و کلیات

### ۱-۱ مقدمه

بدون تردید زیستگاه‌های زیست‌کره میراث‌های با ارزش طبیعی هر سرزمین و کشور محسوب می‌شوند که مبین گستره‌ای از اکوسیستم‌های دست‌نخورده، تنوع عظیمی از گونه‌های گیاهی و جانوری، سیمای منحصر به فردی از چشم‌اندازها، آثار تاریخی و فرهنگی بیشمار و دارای ارزش اقتصادی، آموزشی، پژوهشی و تفرجگاهی می‌باشند. برخلاف تصور عام از این قبیل مناطق که آنها را مانند سرمایه‌های راکد و حتی بعضاً در جهت برخی استفاده‌های ویژه انحصاری می‌پندارند، حفاظت پایدار از چنین منطقه‌هایی که تنها در گرو درک و شناخت واقعی ارزش‌های نهفته در آنها امکان پذیر است به واقع تعیین کننده پایداری روند توسعه سرزمین محسوب می‌شوند (ساسانی، ۱۳۷۵).

با توجه به اینکه جنگل از مهمترین ثروت‌های طبیعی و از با ارزشترین سامانه‌های حیات وحش هر کشوری حساب می‌شود، تنوع در شرایط محیطی و تفاوت آنها از منطقه‌ای به منطقه دیگر مانند تفاوت‌های اقلیمی، زمین‌شناسی، توپوگرافی و خاک، منابع آب و پوشش گیاهی، باعث تفاوت در توان اکولوژیک مناطق می‌گردد. استفاده از این مناطق بدون در نظر گرفتن تفاوت‌های اکولوژیک و پتانسیل‌های محیطی، موجب پدیده‌های ناگواری همچون فرسایش، بیابانزدایی، آلودگی زمین، و تخریب محیط زیست می‌گردد که در نهایت منابع طبیعی را در معرض تهدید قرار می‌دهد (Ghorbani et al, 2010). در چنین شرایطی مدیریت غلط و روش‌های نادرست بهره‌برداری دست به دست هم داده و زمینه کاهش منابع و استفاده غیرمنطقی انسان از سرزمین را فراهم می‌کند. افزایش سیل در سال‌های اخیر، آلودگی هوا و آب در شهرهای بزرگ، از بین رفتن سطح وسیعی از

جنگل‌ها، رشد بی رویه شهرها، بیابانزدایی گسترده و نظایر آنها از نتایج نادرست استفاده از سرزمین می‌باشد که در نهایت به فقر و تخریب منابع منجر می‌گردد (کرمی، ۱۳۸۳). تغییرات کاربری اراضی محصول واکنش بین عوامل فرهنگی، مهارت‌ها، احتیاجات جامعه از یک سو و پتانسیل‌های طبیعی از سوی دیگر می‌باشد. این تغییرات یا به صورت طبیعی در مدار گردش آن و یا بوسیله عوامل مصنوعی از جمله دخالت انسان به وجود می‌آیند (نشاط، ۱۳۸۱). از مهمترین عوامل تخریب کننده این مناطق توسط عوامل انسانی می‌توان به تغییر کاربری جنگل به اراضی کشاورزی و مسکونی، استفاده از چوب جنگل‌ها در تولید فرآورده‌های چوبی و منبع سوخت و انرژی به ویژه در بخش‌های محروم منطقه و همچنین تخریب تدریجی و کاهش وسعت آنها به دلیل آلودگی محیط زیست و گرم شدن کره زمین (سرهنگ زاده، ۱۳۷۳)، آتش سوزی (Dingcheng 1990)، جاده‌ها و خطوط ارتباطی و انتقال نیرو (گاز و برق)، فرسایش خاک و لغزش اشاره نمود (رضایی بنفشه، ۱۳۸۶). با توجه به بررسی عوامل تخریب معلوم گردیده که فعالیت‌های انسانی مهمترین عامل از بین رفتن جنگل‌ها است. لذا جهت مدیریت و حفاظت پایدار از این منابع توجه به مقدار و محل جنگل‌زدایی، سرعت و مساحت جنگل‌زدایی و علل جنگل‌زدایی ضروری است (رضایی بنفشه، ۱۳۸۶). آگاهی از نحوه استفاده از سرزمین و نوع فعالیتی که در هر بخش از آن انجام می‌گیرد، جهت دستیابی به اطلاعات صحیح و به‌هنگام از جوامع و پدیده‌های مختلف زمینی اساس برنامه‌ریزی‌های گوناگون است (نشاط، ۱۳۸۱). اهمیت جنگل‌های زاگرس از هر نظر ایجاد می‌کند که اطلاعات کمی و کیفی به‌هنگام و دقیقی از آن تهیه و تغییرات آن در طول دوره‌های نچندان طولانی مدت تعیین گردد. کشف تغییرات<sup>۱</sup> به موقع و دقیق از عوارض سطح زمین برای درک روابط و فعل و انفعال‌های بین انسان و پدیده‌های طبیعی به منظور تصمیم‌گیری بهتر برای مدیریت و استفاده بهتر از منابع بسیار

---

<sup>1</sup> - Change Detection

مهم است (قنبری، ۱۳۸۶). تعیین تغییرات با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به یکی از زیر شاخه‌های مهم در علم جنگلداری تبدیل شده است و ابزاری برای نظارت و کنترل انواع تغییرات (چه این تغییرات به وسیله انسان و چه به صورت طبیعی رخ داده باشند) در اکوسیستم جنگل می‌باشد (Sader, 2003). یکی از مبانی مدیریت منابع طبیعی، اطلاعات مربوط به نقشه‌های تغییرات کاربری اراضی است با توجه به هزینه بالا و به‌هنگام نبودن تهیه این نقشه‌ها به وسیله عملیات زمینی، در سال‌های اخیر استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به عنوان روشی برای این کار مطرح شده است (Pelletreau 2004). در مورد تعیین کاربری و تعیین پوشش اراضی تاکنون مطالعات زیادی در کشورمان صورت گرفته و استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در تهیه این گونه نقشه‌ها تاکنون توسط بسیاری از متخصصین مورد تأیید قرار گرفته است (علوی پناه، ۲۰۰۹). مشخص کردن صحیح و به موقع تغییرات در پدیده‌هایی که در سطح زمین رخ می‌دهد، پایه و اساس درک رابطه بین کارکردهای انسان و رخدادهای طبیعی و استفاده از منابع طبیعی می‌باشد.

کشف تغییرات شامل کاربرد داده‌های چند زمانی برای بررسی کمی تغییرات زمانی پدیده‌ها می‌باشد. روش‌های زیادی برای تشخیص این تغییرات وجود دارد که از بین آنها، روش‌های اصلی کشف تغییرات شامل آنالیز مؤلفه‌های اصلی<sup>۱</sup>، تفاضل تصاویر<sup>۲</sup> و مقایسه پس از طبقه‌بندی<sup>۳</sup> به طور معمول استفاده می‌شوند (قنبری، ۱۳۸۶). این مطالعه به منظور بررسی میزان تخریب جنگل و نوع تغییرات ایجاد شده در یک دوره زمانی ۲۴ ساله با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و با استفاده از روش کشف تغییرات مقایسه پس از طبقه‌بندی جهت بررسی تخریب جنگل‌های منطقه سد مارون و ارتفاعات شهرستان بهبهان در استان خوزستان می‌باشد.

---

<sup>1</sup>-PCA

<sup>2</sup>-Difference images

<sup>3</sup>-Post clasification

## سوالات تحقیق عبارتند از:

۱ - آیا تهیه نقشه گستره جنگل‌های زاگرس با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای TM و + ETM امکان پذیر است؟

۲- آیا پوشش جنگلی منطقه مورد مطالعه از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۹ دستخوش تغییرات شده است؟

## فرضیه‌های این تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

۱ - تهیه نقشه گستره جنگل‌های زاگرس با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای TM و + ETM امکان پذیر است.

۲ - پوشش جنگلی منطقه مورد مطالعه از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۹ دستخوش تغییرات شده است.

## اهداف تعیین شده برای این تحقیق عبارتند از:

۱ - بررسی قابلیت تصاویر لندست TM و +ETM برای تهیه نقشه تغییرات جنگل

۲ - تهیه نقشه تغییرات سطح جنگل از سال ۱۳۶۵ تا سال ۱۳۸۹ در منطقه مورد مطالعه

۳ - تهیه نقشه کاربری اراضی و پوشش جنگلی منطقه مورد مطالعه به کمک تصاویر ماهواره‌ای



## ۲-۱ کلیات

### ۱-۲-۱ مفاهیم سنجش از دور<sup>۱</sup>

سنجش از دور یعنی تشخیص و جمع‌آوری داده‌ها از فاصله دور و عمدتاً به عنوان فناوری و علمی تعریف می‌شود که به وسیله آن می‌توان بدون تماس مستقیم، مشخصه‌های (مکانی، طیفی، زمانی) یک شیء یا پدیده را تعیین، اندازه‌گیری و یا تجزیه و تحلیل نمود. با نداشتن تماس مستقیم، باید روشی برای انتقال اطلاعات از طریق فضا مورد استفاده قرار گیرد. برای این منظور واسطه‌های مختلفی مانند میدان جاذبه، میدان مغناطیسی، امواج صوتی و انرژی الکترومغناطیسی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با این وجود، فناوری رایج در سنجش از دور استفاده از امواج الکترومغناطیسی است. سنجش از دور در علوم منابع طبیعی عبارت است از اندازه‌گیری خصوصیات پدیده‌های سطح زمین با استفاده از داده‌های که از راه دور توسط هواپیما و ماهواره کسب می‌شوند (درویش صفت، ۱۳۷۷).

### ۲-۲-۱ کاربردهای سنجش از دور

معروفترین کاربرد سنجش از دور در نقشه‌برداری و سامانه اطلاعات جغرافیایی<sup>۲</sup> است. همچنین به مواردی از جمله بررسی و شناخت فضای بیکران، پایش محیط زیست، اقیانوس شناسی، کمک به پیشگیری و مدیریت بلایای طبیعی (سیل، زلزله، سونامی و غیره)، کویرزدایی، اکتشاف و استخراج منابع زیرزمینی، امداد و نجات و رصد تغییرات آب و هوای جهان، استفاده از آن در زمین‌شناسی، معدن، شیلات، کارتوگرافی، جغرافیا، مطالعات زیست‌شناسی، مطالعات زیست‌محیطی، کشاورزی،

---

<sup>1</sup> -Remote sensing

<sup>2</sup> -GIS

جنگلداری، توسعه اراضی و به طور کلی مدیریت منابع زمینی و غیره میتوان اشاره کرد (رنجبرنژاد، ۱۳۸۹).

### ۱-۲-۳ انواع سنجش از دور

بر اساس نوع منبع انرژی مورد استفاده، سنجش از دور به دو دسته سنجش از دور فعال<sup>۱</sup> و سنجش از دور غیرفعال<sup>۲</sup> تقسیم میشود. سنجش از دور غیرفعال هنگامی مطرح است که یک منبع طبیعی انرژی که عمدتاً نور خورشید است مورد استفاده قرار گیرد. سنجنده‌های فعال امواجی را از خود تولید می‌کنند و با تاباندن آن به سمت هدف مورد نظر و دریافت بازتابش حاصل از آن به ویژگی-های هدف پی می‌برند. انواع سنجنده‌های راداری یا لیزری نمونه بارز این نوع هستند. با توجه به محدوده‌های انرژی الکترومغناطیس بکار رفته و خصوصیات آنها در محدوده‌های طیفی نوری، حرارتی و مایکروویو، سنجش از دور نوری، سنجش از دور حرارتی و سنجش از دور مایکروویو مطرح می‌شود. سنجش از دور اشعه ایکس و گاما در مقیاس محدودتری مطرح هستند (رنجبرنژاد، ۱۳۸۹).

### ۱-۲-۴ فعل و انفعال انرژی در اتمسفر و سطح زمین

نور خورشید هنگام عبور از اتمسفر توسط مولکول‌ها و ذرات معلق اتمسفر تحت تاثیر قرار گرفته و منعکس، پخش یا جذب می‌شود.

### ۱-۲-۴-۱ طیف الکترومغناطیس

تابش الکترومغناطیسی<sup>۳</sup> به علت اتم‌ها و مولکول‌های موجود در مواد می‌باشد. طیف الکترومغناطیسی منبع معمول داده‌های سنجش از دور است. متداولترین واحدی که برای اندازه-

---

<sup>1</sup> - Active remote sensing

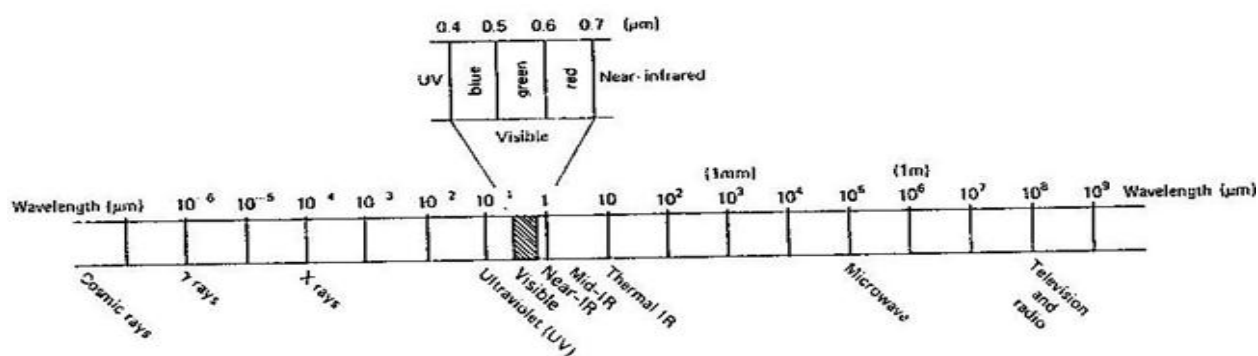
<sup>2</sup> - passive remote sensing

<sup>3</sup> -Electro – Megnetic Radiation

گیری طول موج در طیف الکترومغناطیس مورد استفاده قرار می‌گیرد، میکرومتر است. بخش‌های طیف الکترومغناطیسی به کار رفته در سنجش از دور در امتداد یک طیف پیوسته قرار می‌گیرند که در محدوده وسیعی شامل امواج با طول موج بسیار کوتاه (اشعه گاما) تا بسیار بلند (امواج رادیویی) قرار می‌گیرند (علوی‌پناه، ۱۳۸۷).

بخش مرئی این طیف در محدوده بین ۰/۴ میکرومتر تا ۰/۷ میکرومتر قرار دارد به طوری که رنگ آبی تقریباً بین طول موج ۰/۴ میکرومتر تا ۰/۵ میکرومتر، رنگ سبز تقریباً بین طول موج ۰/۵ میکرومتر تا ۰/۶ میکرومتر و رنگ قرمز تقریباً بین طول موج ۰/۶ میکرومتر تا ۰/۷ میکرومتر می‌باشد. در انتهای نور قرمز محدوده طیف مرئی، سه نوع امواج مادون مادون قرمز وجود دارد، از ۰/۷ میکرومتر تا ۱/۳ میکرومتر مادون قرمز نزدیک، از ۱/۳ میکرومتر تا ۳ میکرومتر مادون قرمز میانی و بیش از ۳ میکرومتر مادون قرمز حرارتی قرار دارد. در طول موج‌های بلندتر (بیشتر از ۱ میلی‌متر) بخش امواج کوتاه (مایکروویو) طیف وجود دارد (رنجبرنژاد، ۱۳۸۹). (شکل ۱-۱).

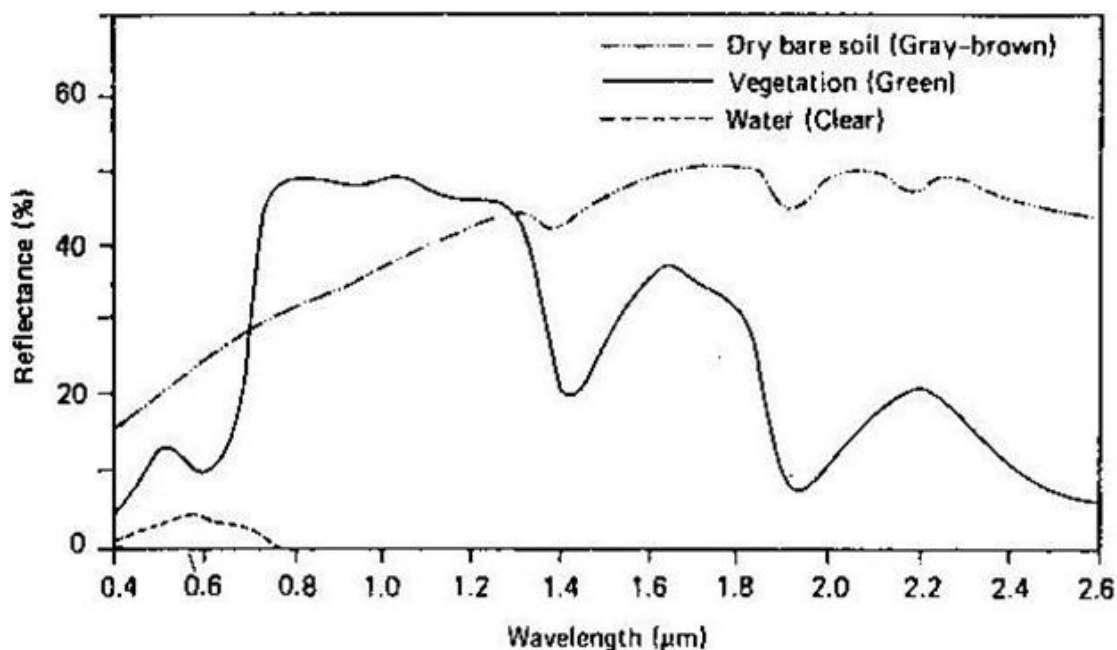
اکثر سیستم‌های سنجش متداول در یک یا چندین بخش از قسمت مرئی، مادون قرمز یا مایکروویو طیف الکترومغناطیس فعالیت می‌کنند. به عبارت دیگر هر یک از سیستم‌های سنجنده به نواحی خاصی از طیف الکترومغناطیس حساس بوده و قسمتی از خصوصیات طیفی اجسام را ثبت می‌کنند.



شکل ۱-۱ - طیف الکترومغناطیسی

## ۲-۴-۲-۱ بازتاب طیفی گیاهان

تعمل نوری پدیده‌ها در چهار جنبه پراکنش<sup>۱</sup>، جذب<sup>۲</sup>، عبور<sup>۳</sup> و بازتاب<sup>۴</sup> نمود پیدا می‌کند. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پدیده و اندازه طول موج انرژی الکترومغناطیسی میزان هر کدام از اجزاء یاد شده را تعیین می‌کند. نسبت انرژی‌های منعکس شده، جذب شده و عبور یافته در مورد پدیده‌های مختلف برای یک طول موج و نیز نسبت انرژی در این حالت‌ها برای یک پدیده معین در طول موج‌های مختلف با هم فرق دارد. شکل ۲-۱ انعکاس طیفی آب، خاک و گیاه را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱ - مقایسه طیفی آب، خاک و گیاه

در بازتاب طیفی گیاهان، کلروفیل، ذرات رنگی، آب موجود در گیاه شکل و ساختار فیزیکی و بسیاری از پارامترها تاثیر دارند. طرح کلی انعکاس در گیاهان یکسان می‌باشد. اما بخش‌های

- 
- 1 - Scattering
  - 2 - Absorbtion
  - 3 - Transmission
  - 4 - Reflection