دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

فصلنامه دریا و کشتی سال هشتم، شماره اول(۱۳۹۶) **شماره شاپا:** ۳۹۹۳-۲۴۷۶

نگرشی بر کاربرد سنجش از راه دور در علوم دریایی

محی الدین احراری رودی[1]

گروه اقیانوس شناسی، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

کد مقاله: ۹۶۰۱

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۱/۱۸ **تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۶/۰۳/۳۱**

چکیده

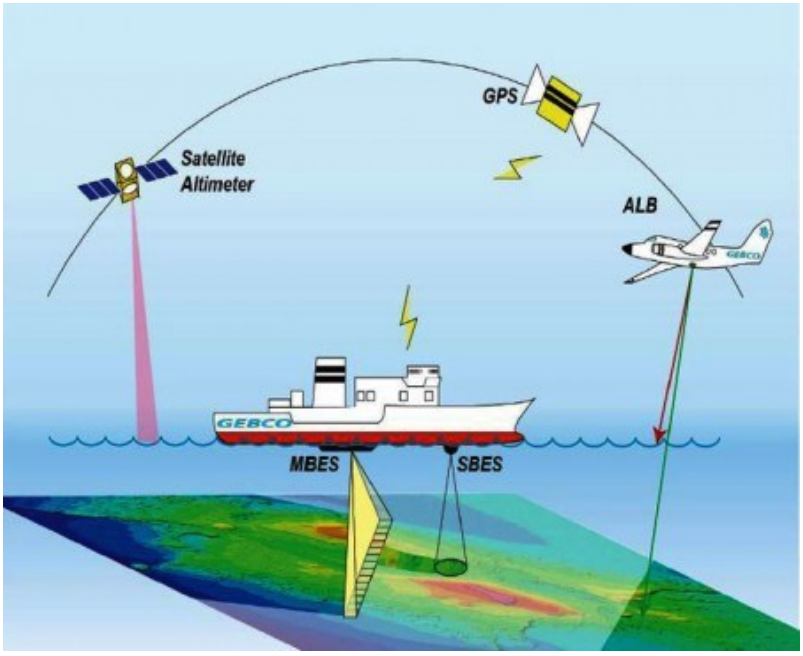
سنجش از دور از زمره روش های جمع آوری داده ها محسوب می شود که در آنها تماس فیزیکی با اشیا مورد اندازه گیری در حداقل ممکن نگه داشته می شود یعنی یا صعب العبورند یا دسترسی به آنها غیرممکن و پرهزینه. سنجش از دور در بسیاری از زمینه های علمی و تحقیقاتی از جمله اقیانوس شناسی، دریانوردی، علوم دریایی و بسیاری از زمینه های علمی و تحقیقاتی کاربردهای گسترده ای دارد. اجزاء اصلی یک سامانه سنجش از دور شامل پدیده، منبع انرژی، مسیر انتقال (اتمسفر) و سنجنده است. در واقع دو جز اصلی آن یعنی هدف و مسیر انتقال در تمامی سامانه های سنجش از دور مشترک بوده و تفاوت عمده تنها در اجزاء دیگر یعنی منبع انرژی و نوع سنجنده مورد استفاده می باشد. سنجنده های سنجش از دور را بر مبنای منبع انرژی مورد استفاده می توان به دو گروه عمده فعال و غیر فعال تقسیم بندی کرد. با پیشرفت تکنولوژی و فنآوری اطلاعات نرم افزار های متعددی در این زمینه نیز طراحی شده اند که نرم افزار های ArcGIS و NV از پرکاربردترین این نرم افزارهاست. این نرم افزارها می توانند جمع آوری حجم بالای داده ها، موزائیک بندی، تصحیح هندسی و قطعه بندی داده ها، تلفیق اطلاعات ماهواره‌ای، تجزیه و تحلیل اطلاعات تصویری و اطلاعات رقومی، پردازش داده های ماهواره ای و تفسیر داده‌ها در مدت زمان کوتاه انجام دهند.

کلید واژه: سنجش از دور، نرم افزار، سنجنده، تجهیزات ماهواره ای، علوم دریایی.

[1] Corresponding author
E-mail address: ahrari.geologist@gmail.com
Postal Address:Chabahar Maritime University,Chabahar, Iran

۱- مقدمه

از دیرباز روش های مختلفی برای جمع آوری داده ها به خصوص داده های مکانمند وجود داشته است. انجام مشاهدات نجومی، نقشه برداری زمینی، هیدروگرافی، فتوگرامتری و سنجش از دور روش های عمده جمع آوری اطلاعات مکان مند می باشد (رسولی، ۱۳۸۷، رضوامی، ۱۳۸۹). سنجش از دور (Remote Sensing) از زمره روش های جمع آوری داده ها محسوب می شود که در آنها تماس فیزیکی با اشیا مورد اندازه گیری در حداقل ممکن نگه داشته می شود (شکل ۱).



شکل ۱) نحوه سنجش از دوردر مطالعات علوم دریایی

در مقایسه با روش های زمینی که در آنها عامل انسانی وظیفه تفسیر و برداشت را بر عهده دارد و معمولا در تماس مستقیم یا با فاصله کم از اشیا انجام می شود، در سنجش از دور، جمع آوری داده ها بر عهده سنجنده است. برای سنجش از دور تاکنون تعاریف بسیاری ارائه شده است که برخی از مهمترین آنها عبارتند از: تعریف اول سنجش از دور، دانش پردازش و تفسیر تصاویری است که حاصل ثبت تعامل انرژی

الکترومغناطیس و اشیا می باشند (Sabins,1997; Tor, 2002)، تعریف دوم سنجش از دور به معنای برداشت سطح زمین از فضا با استفاده از خصوصیات امواج الکترومغناطیس منعکس شده یا منتشر شده از سطح اشیا است. کاربرد سنجش از دور در مدیریت منابع طبیعی ، تولید نقشه های کاربری و پوششی و حفظ طبیعت است (Congalton and Green, 1999) و تعریف دیگر سنجش از دور علم و هنر بدست آوردن اطلاعات درباره یک شی، منطقه یا پدیده از طریق پردازش و آنالیز داده های اخذ شده بوسیله یک دستگاه دورسنج است بدون اینکه هیچ تماس مستقیمی با شیء یا عارضه مورد نظر داشته باشد (Borstad Associates, 2000; Mccoy and Kevin, 2001; West et al., 2001). این تعریف گرچه کمی قدیمی است ولی تا حد زیادی توانمندی و قابلیت های مهم سنجش از دور را بیان می دارد. براساس این تعریف و روند جاری سنجش از دور می توان یک سیستم سنجش از دور را به دو بخش جمع آوری داده ها و استخراج اطلاعات تقسیم کرد. حاصل بخش جمع آوری داده ها، داده های سنجش از دوری هستند که به شکل تصاویر، عکس ها، داده های ارتفاعی و نظایر آنها به کاربران ارائه می شوند که این بخش از چهار عنصر اساسی منبع انرژی (Energy Source)، اتمسفر، عوارض و اشیا و نهایتاً سنجنده ها که انرژی ارسال شده از طرف اشیا را دریافت، اندازه گیری و ثبت می کند. سنجنده ها برای نگهداری و انتقال (در مدار یا فضا) نیاز به سکویی دارند که اغلب هواپیما یا ماهواره است. حاصل تعامل چهار مولفه یاد شده، معمولا تصویری است که در بخش استخراج اطلاعات بکار گرفته می شوند. در مرحله بعد تصویر مورد آنالیز قرار می گیرد تا اطلاعات مورد نیاز از آن استخراج شود. به طور کل آنالیز تصاویر را از لحاظ تئوری، می توان نگاشتی از تصویر به همراه اطلاعات دانست که به دو صورت تفسیر بصری (روش سنتی) و روش کامپیوتری انجام می پذیرد (علوی پناه و لدنی، ۱۳۸۹؛ علیزاده ربیعی، ۱۳۹۲). در روش اول کارشناس با کمک ایجاد انواع ترکیب های رنگی و تجربیات گذشته عوارض را بر اساس به رنگ، بافت و دیگر پارامترها شناسایی می کند. در صورتی که در روش های کامپیوتری علیرغم دخالت عامل انسانی در نهایت تصمیم گیری با الگوریتم کامپیوتری می باشد که هر پیکسل از تصویر متعلق به چه کلاس یا عارضه ای بر روی سطح زمین است. این مقدمه کوتاه بر سنجش از دور گرچه بسیاری از جزئیات را به همراه ندارد ولی می تواند دید کلی ایجاد کند که فرآیند و عملکرد یک سیستم سنجش از دور چگونه است و هر بخش از آن در کجای فرآیند نقش بازی می کند.

۲- بحث و نتیجه گیری

در این بخش ابتدا به مهمترین کاربردهای سنجش از دور اشاره می شود سپس معرفی انواع مهم سنجنده های مربوطه بیان خواهد شد.

۱-۲- کاربردهای سنجش از دور

سنجش از دور در بسیاری از زمینه های علمی و تحقیقاتی کاربردهای گسترده ای دارد. از جمله کاربردهای تکنیک سنجش از دور می توان به استفاده از آن در علوم دریایی مانند دریانوردی، اقیانوس شناسی، زمین شناسی دریایی، آب شناسی و آبنگاری، معدن، شیلات، کارتوگرافی، جغرافیا، مطالعات زیست شناسی و زیست محیطی، سیستم های اطلاعات جغرافیایی، هواشناسی، کشاورزی، جنگلداری، توسعه اراضی و به طورکلی مدیریت منابع زمینی و غیره اشاره کرد (فاطمی، ۱۳۹۳).

سنجش از دور می تواند تغییرات دوره ای پدیده های سطح زمین را نشان دهد و در مواردی چون بررسی تغییر مسیر رودخانه ها، تغییر حد و مرز پیکره های آبی چون دریاچه ها، دریاها و اقیانوسها، تغییر مورفولوژی سطح زمین و غیره بسیار کارساز است. افزون بر این یک سیستم سنجش از دور با توجه به این که بر اساس ثبت تغییرات واختلافهای بازتابش الکترومغناطیسی از پدیده های مختلف کار می کند، میتواند حد و مرز پدیده های زمینی اعم از مرز انواع خاکها، سنگها، گیاهان، محصولات کشاورزی گوناگون و ... را مشخص کند. سنجش از دور در پیش بینی وضع هوا و اندازه گیری میزان خسارت ناشی از بلایای طبیعی، کشف آلودگی آبها و لکه های نفتی در سطح دریا، اکتشافات معدنی نیز کاربرد دارد. بدون شک استفاده از این فن در مطالعات اکتشافی و منابع طبیعی و سایر موارد پیش گفته نه تنها سرعت انجام مطالعات را بیشتر می کند،بلکه از نظر دقت و هزینه و نیروی انسانی نیز بسیار با صرفه تر است. سنجش از دور این امکان را فراهم می‌کند که از مناطق غیرقابل دسترس و خطرناک اطلاعات جمع‌آوری شود. نمونه‌هایی از کاربردهای سنجش از دور شامل پایش جنگل‌زدایی، بررسی تاثیر تغییر اقلیم بر روی یخچال‌ها در مناطق قطبی، تعیین عمق بدنه‌های آبی و جمع‌آوری اطلاعات نظامی از مناطق پرخطر مرزی است. همچنین سنجش از دور می‌تواند جایگزین روش‌های پرهزینه جمع‌آوری اطلاعات میدانی شود. امروزه نسل پیشرفته و پیچیده ای از ابزارهای تصویربرداری و کسب اطلاعات به وجود آمده که با استقرار و بکارگیری این تکنولوژی بر ماهواره های مدار گرد که به صورت شبانه روزی به دور زمین در حال گردش هستند، از تمام سطح زمین تصاویر و اطلاعات جدید و به هنگام تهیه کنند (مقصودی و مهدوی، ۱۳۹۴). در زمینه کاربرد داده های ماهواره ای می توان به طور اختصار به موارد زیر اشاره کرد:

۲-۱-۱- مطالعه تغییرات دوره ای

برخی از پدیده ها و عوارض سطح زمین در طی دوره های زمانی تغییر می یابد. علت این تغییرات می تواند عوامل طبیعی مانند سونامی، سیل، آتشفشان، زلزله، تغییرات آب و هوایی، یا عوامل مصنوعی مانند دخالت انسان در محیط زیست باشد. برای مثال تغییر سطح آب دریای خزر در طی یک دوره ۱۰ تا ۲۰ ساله، تغییر میزان سطح پوشش و جنگلها درشمال کشور و تغییر پوشش گیاهی نخل در جنوب کشور و میزان آسیب آنها در دوران جنگ را می توان با استفاده از داده های ماهواره ای با دقت بسیار زیادی مطالعه کرد.

۲-۱-۲- مطالعات علوم دریایی

یکی از موضوعات مهم در علوم دریایی مسئله نشت نفت و آلاینده های نفتی است. شناسایی سریع و جلوگیری از نشت نفت در دریاها و کاهش اثرات مخرب آن بر اکوسیستم‌های دریایی، امری ضروری است. تکنولوژی سنجش از دور به واسطه برداشت داده در بخش‌های مختلف طیف الکترومغناطیس و در فواصل زمانی کوتاه همچنین دید ناحیه‌ای وسیع، گزینه مناسبی جهت آشکارسازی عوامل آلوده کننده و پایش سریع لکه‌های نفتی می باشد.

از تکنولوژی سنجش از دور به خصوص در چند زمینه مهم کاربردهای دریایی می توان استفاده کرد که ازآن جمله مطالعات اقیانوس شناسی، دوره های پیشروی و پسروی کرانه دریا؛ مطالعات عمومی ویژگیها و خصوصیات توده های آبی مثل نقشه دمای سطح و رنگ آب و نقشه تراکم میزان کلروفیل و پلانکتون و مطالعات مربوط به تأثیر سایر پدیده ها بر دریا، از جمله وضعیت حرکت وتندی امواج دریا و غیره هستند. تا به حال سنجنده ها و ماهواره های مخصوصی فقط برای مطالعات دریاها و اقیانوسها طراحی وساخته شده است. مهمترین این ماهواره ها عبارتند از ماهواره " موس" ژاپن و ماهواره " سی ست" آمریکا.

۲-۱-۳- مطالعات کشاورزی و محیط زیست

تشخیص و تمایزگونه های گیاهی مختلف، محاسبه سطح زیر کشت محصولات کشاورزی، مطالعه مناطق آسیب دیده کشاورزی براثرکم آبی یا حمله آفتهای مختلف به آنها از جمله مهمترین کاربردهای داده های ماهواره ای است. تهیه نقشه جامع پوشش گیاهی هر منطقه، تهیه نقشه آبراهه ها و ارتباط آنها با مناطق مستعدکشت وبرآورد میزان محصول زیر کشت از کاربردهای دیگر چنین اطلاعاتی است. لازم به

ذکر است که وزارت بازرگانی و کشاورزی کشور ایالات متحده آمریکا از ابتدای تکوین تکنولوژی سنجش از دور همه ساله محصول کشاورزی کشور آمریکا وتمام کشورهای جهان را با استفاده ازتصاویر ماهواره ای برآورد می کند تا برای برنامه ریزی بازار و تولید اطلاعات مفید و لازم را بدست آورد. افزون بر این مطالعه میزان انهدام جنگلها و یا میزان پیشرفت جنگل کاری از کاربردهای دیگر این تصاویر است.

۲-۱-۴- مطالعات آبنگاری

مطالعه آبهای سطحی منطقه و تهیه نقشه آبراهه ها، بررسی تغییر مسیر رودخانه ها بر اثر عوامل طبیعی یا مصنوعی، تخمین میزان آب سطحی هر منطقه از جمله جالبترین کاربرد داده های ماهواره ای است.کشور ما از جمله کشورهایی است که با وجود داشتن منابع آبهای سطحی در بسیاری مناطق از مشکل کم آبی رنج می برد، که استفاده از تکنولوژی نوین وبه دست آوردن اطلاعات دقیق می تواند راهگشای استفاده بهتر ازمنابع آب کشور باشد.

۲-۱-۵- مطالعات زمین شناسی دریایی

با استفاده از داده های ماهواره ای می توان مطالعات پوسته اقیانوس و شناسایی منابع اقتصادی و معدنی کف بستر، مطالعه مرزهای بسیاری از تشکیلات سنگی را از یکدیگر تفکیک کرد، گسله ها را مورد مطالعه قرار داد و نقشه های گوناگون زمین شناسی دریایی تهیه کرد. از جمله نقشه های رسوبات خشکی، ساحلی و بستر دریا و اقیانوس با استفاده از داده های ماهواره ای، گسله ها و شکستگی های پوسته، سازندهای سنگی، خاکشناسی، پتانسیل ذخایر سطحی و عمقی را می توان نام برد. افزون بر این با توجه به گستره بسیار وسیع زیر پوشش هر تصویر ماهواره ای، چنین تصاویری برای مطالعات کلان منطقه ای برای محققان بسیار مفید است.

۲-۱-۶- مطالعه مخاطرات طبیعی

امروزه برآورد میزان خسارت ناشی از بلایای طبیعی از قبیل سونامی، سیل، زلزله، آتشفشان، طوفان، زمین لغزش، فرونشست و جریانهاب دامنه ای با استفاده از داده های ماهواره ای بسیار متداول است. تعیین راهبرد مناسب برای جلوگیری و کاهش خسارت بلایای طبیعی از جمله دیگر کاربردهای سمجش از دور است. بنابراین سنجش از دور این امکان را فراهم نموده است تا محققان بدون تماس فیزیکی و از راه دور به

اطلاعات لازم دسترسی پیدا نمایند، چرا که گاهی پوشش های گیاهی، یخچالی و آبی مطالعه پوسته خشکی ها و اقیانوس ها را بصورت مستقیم ناممکن یا پرهزینه می سازند.

۲-۲- ماهواره های دورسنجی (Remote Sensing Satellites)

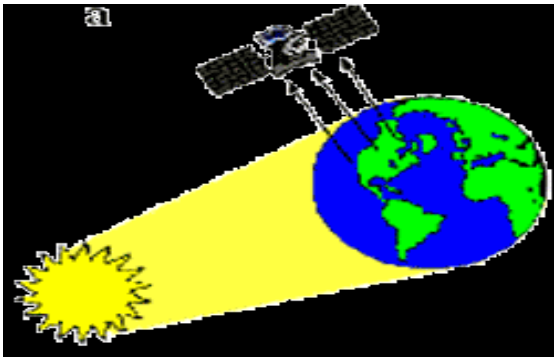
هر وسیله ای که اشعه الکترومغناطیسی منعکس شده از پدیده های مختلف یا سایر انرژیهای ساطع شده (مثل مادون قرمزحرارتی) را جمع آوری نموده وبه شکلی مناسب ،برای کسب اطلاعات از محیط اطراف ارائه دهد، سنجنده نامیده می شود. خورشید یک منبع انرژی بسیار مهم برای سنجش از دور می باشد .یاد آوری می شود که انرژی خورشید هم به صورت امواج مرئی انعکاس پیدا می کند وهم به صورت امواج مادون قرمز حرارتی جذب شده و مجدداً تشعشع پیدا می کند .تمامی سامانه های سنجش از دور انرژی را اندازه گیری می کنند. از این رو هر وسیله که انرژی تابش الکترومغناطیسی منعکس شده از پدیده های مختلف ویا سایر انرژی های ساطع شده (مانند امواج مادون قرمز حرارتی) از اشیاء را جمع آوری کند و به شکلی مناسب اطلاعاتی از پدیده یا شیئی را ارائه دهد، سنجنده نامیده می شود. به عبارت دیگر سنجنده دستگاهی است که به اندازه گیری میزان انرژی بازتاب شده از یک شی می پردازد.با این تعاریف پرواضح است که یک دوربین عکاسی یک سنجنده می باشد.اکثر سنجنده ها در یک یا چند محدوده طیف الکترومغناطیسی قادر به تصویربرداری هستند.

اجزاء اصلی یک سامانه سنجش از دور شامل پدیده، منبع انرژی، مسیر انتقال (اتمسفر) و سنجنده است. در واقع دو جز اصلی آن یعنی هدف و مسیر انتقال در تمامی سامانه های سنجش از دور مشترک بوده و تفاوت عمده تنها در اجزاء دیگر یعنی منبع انرژی و نوع سنجنده مورد استفاده می باشد. با این توصیف ،سنجنده های سنجش از دور را بر مبنای منبع انرژی مورد استفاده می توان به دو گروه عمده فعال و غیر فعال تقسیم بندی کرد.

۱-۲-۲- سنجنده های غیر فعال

سامانه های سنجش از دور انرژی را اندازه گیری می کنند،اگر در این سامانه ها منبع انرژی به طور طبیعی قابل دسترس باشد، در اصطلاح آن را سنجنده غیرفعال (منفعل) می گویند. به بیان دیگر، سنجنده های غیر فعال فقط می توانند بازتاب انرژی که به طور طبیعی از یک منبع انرژی (عمدتاً خورشید) در

حال جریان است را اندازه گیری کنند.بنابراین این سنجنده ها خود دارای مولد انرژی الکترومغناطیسی نیستندکه بتوانند آنرا بطرف پدیده بفرستند ، بلکه انرژی منعکس شده از پدیده های مختلف زمین را که اشعه الکترومغناطیسی خورشید به آنها تایید شده است را جمع آوری وسنجش می کنند.از این رو کارآیی این سنجنده ها فقط محدود به زمان ومکانی است که خورشید روشن کننده نیمکره زمین می باشد.جمع آوری اطلاعات را با چنین روشی در اصطلاح سنجش از دور غیرفعال می نامند . مثلاًعکسبرداری در روز با انواع دوربین های TM و PAN اسکنرهای چند طیفی و مایکروویو غیرفعال انجام می شود، سنجنده های مایکروویو غیر فعال می توانند در طول موج های یک میلیمتر تا یک متری تصویربرداری کنند (شکل ۲).

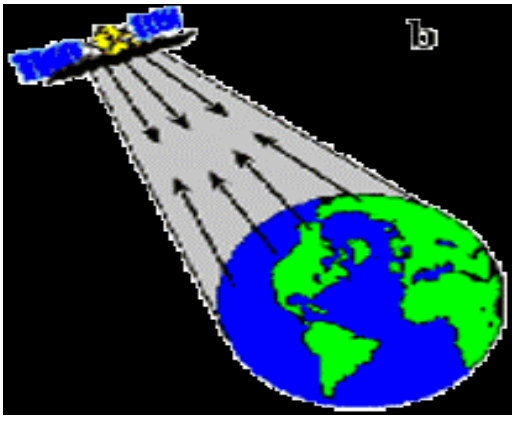


شکل ۲) سنجنده های غیرفعال

۲-۲-۲- سنجنده های فعال

این سنجنده ها، خود تامین کننده منبع انرژی بوده و دارای مولد انرژی الکترومغناطیسی هستند.اکثر سامانه های سنجش از دور فعال در بخش امواج مرئی، مادون قرمز، مادون قرمز حرارتی و امواج میکرو (کوچک) طیف انرژی الکترومغناطیسی کار می کنند. آنها قادرند امواج و پالسهای الکتریکیشان را تحت هر شرایطی در درون اتمسفر، زمین یا در اعماق آبها نفوذ بدهند و بازتاب امواج را جمع آوری و اندازه گیری کنند. بدین صورت که ابتدا انرژی الکترومغناطیسی به طرف پدیده مورد نظر فرستاده شده و بازتاب آن جمع آوری، ثبت و سنجش می گردد. مثلاً دوربین عکاسی فلاش دار پس از ارسال نور به طرف یک پدیده ،بازتاب نور یا اشعه آنرا جمع آوری وثبت می کند. این روش جمع آوری اطلاعات در اصطلاح، سنجش از دور فعال گفته می شود. رادار می تواند تهیه تصویری را به هنگام شب یا روز، هوای ابری یا بارانی سبک

انجام دهد. این عوامل هیچ تاثیری در کیفیت تصویر نمی گذارند. البته باید توجه داشت که بافت سطح پدیده در تصاویر راداری اهمیت خاصی دارد. امواج راداری که بیشتر مورد استفاده قرار می گیرند، دارای طول موجی برابر ۳/۳ تا ۰/۸ سانتیمتر هستند. تصاویر راداری بیشتر برای تجزیه و تحلیل اراضی وتهیه نقشه از زمین هایی که اکثراً به وسیله ابرها پوشیده شده مانند جنگلهای انبوه کمربند همگرای حاره ای کاربرد دارند. علاوه بر اینها ،بازده اطلاعاتی سنجنده ها نیز می تواند معیار دیگری برای تقسیم بندی آنها باشد زیرا نتیجه و خروجی تمامی سامانه های سنجش از دور شبیه هم نمی باشند. بنابراین انواع سنجنده های سنجش از دور را می تواند بر مبنای بازده اطلاعاتشان، به دو گروه عمده سنجنده های غیر تصویر بردار و سنجنده های تصویربردار تقسیم بندی کرد (شکل ۳).



شکل ۳) سنجنده فعال

تمامی سامانه های سنجش از دور موجود به نوعی اطلاعاتی درباره اشیاء به ما می دهند. خروجی همه سامانه های مذکور از یک نوع و شبیه به هم نبوده بلکه بسته به نوع سنجنده از نظر موارد استفاده متفاوت می باشد. بازده اطلاعاتی برخی از این سامانه ها قابلت تبدیل به عکس یا تصویر داشته و در اصطلاح آنها را سنجنده های تصویری یا تصویربردار می گویند. اما بازده اطلاعاتی گروه دوم به صورت یک سری نمودار و جداول آماری بوده که قابلیت تبدیل به عکس یا تصویر را نداشته و آنها را در اصطلاح سنجنده های غیرتصویری یا غیر تصویربردار می نامند.

۳-۲-۲- سنجنده های غیر تصویر بردار

نورسنج ها، اشعه سنج ها و طیف سنج ها جزو سنجنده های غیر تصویربردار بوده که نور و امواج الکترومغناطیسی را به اعماق زمین، آبها و آسمان ارسال می کنند. سپس انعکاس آنها را اندازه گیری و ثبت کرده و خروجی اطلاعاتشان به صورت نمودار و جداول قابل مشاهده می باشد. در ادامه، مفسران و متخصصان با مقایسه ی ارقام و تغییرات در نمودارها پی به وضعیت و شرایط حاکم بر پدیده مورد نظر می برند.

۴-۲-۲- سنجنده های تصویر بردار

سنجنده های تصویری بیشترین کاربرد را در سنجش از دور دارند. زیرا بازده اطلاعاتی آنها قابلیت تبدیل به عکس یا تصویر را داشته و خود به سه دسته تقسیم می شوند: الف) سنجنده های مصور (Pictural Sensors) : دوربین های عکاسی اولین و شناخته ترین سنجنده هایی هستند که بازده اطلاعات آنها مستقیما تبدیل به عکس می شود. تصاویری را که دوربین های عکاسی با فیلم های مختلف تهیه می کنند در طول موج های بین ۴٪ تا ۹٪ میکرون قرار دارند. مشخصات اصلی و مهم دوربین های عکاسی که در سنجش از دور استفاده می شوند عبارتند از : فیلم، فاصله کانونی و فیلتر که فاصله کانونی عبارت است از فاصله بین مرکز تصویر عدسی دوربین و فیلم هنگامی که برای بینهایت تنظیم شده است. معمولاً فاصله کانونی را در کنار عکس های هوایی و تا رقم صدم میلیمتر چاپ می کنند. فیلم برای به تصویرکشیدن عوارض وپدیده های سطح زمین و نزدیک آن از فیلم استفاده می شود. ساختمان فیلم از چند لایه تشکیل شده و هر لایه آن به قسمتی از طیف امواج الکترومغناطیسی حساس است. با توجه به تعداد و نوع لایه های حساس موجود در ساختمان فیلم آنها را در سه گروه عمده فیلم های سیاه و سفید (شامل فیلم های اورتوکروماتیک، پانکروماتیک وفیلم های مادون قرمز سیاه و سفید)، فیلم های رنگی معمولی یا رنگی طبیعی (این فیلم ها نسبت به تمام محدوده مرئی طیف الکترومغناطیسی حساس بوده و قشر آنها از سه لایه حساس به باندهای، آبی، سبز قرمز تشکیل شده و در نهایت رنگ طبیعی را نشان می دهند. به طوری که با مشاهده عکس تهیه شده در نور سفید پدیده ها با رنگ های طبیعی همانند طبیعت به نظر می رسند) و نهایتاً فیلم رنگی مجازی یا کاذب (این فیلم ها دارای لایه های حساس به نور سبز و ماودن قرمز بوده که در عکس تبدیل به رنگ های آبی، سبز، قرمز می شوند) قرار می گیرند. رنگ اجسام در تصویر به دست آمده با فیلم های مذکور بستگی دارد به درصد رنگ های سبز و قرمز و مادون قرمزی که از پدیده منعکس می گردد.گیاهان سبز در عکس ها وتصاویر رنگی کاذب به رنگ قرمز تیره دیده می شوند، چون رنگ سبز و رنگ مادون قرمز نزدیک را منعکس می کنند ومجموع این دو رنگ یعنی آبی به

علاوه قرمز ، تبدیل به قرمز تیره (Magenta) می گردد. فیلتر یا صافی از نقش بسیار مهمی در جمع آوری اطلاعات روی فیلم برخوردار است. فیلتر وظیفه دارد که از ورود آن دسته از پرتوهایی که مورد نیاز نیستند جلوگیری کند. در نتیجه پرتوهایی را که برای پدیده ای کامل مورد نظر است را ازخود عبور می دهد. برای مثال، فیلتر دوربین عکاسی وسیله ای است که قسمتی از طول موجها را جذب و مابقی را خود عبور می دهد ویا اینکه بسته به نوع فیلتر فقط نسبت به بخشی از طیف الکترومغناطیسی شفاف بوده ونسبت به مابقی آن کدر عمل می کند. دوربین های عکاسی انواع مختلف دارند که در عکسبرداری هوایی و فضایی مورد استفاده قرار می گیرند.

۵-۲-۲- سنجنده های عددی و رقومی

سنجنده های مذکور و بازده اطلاعاتی آنها که به صورت یک سری ارقام و اعداد است، بیشترین کاربرد را در علم سنجش از دور دارند. سنجنده های رقومی عمدتاً بر روی سکوهای فضایی بویژه ماهواره ها نصب می شوند و نیازی به بازگرداندن سکو به سطح زمین نیست. زیرا اطلاعات جمع آوری شده به آسانی می تواند به ایستگاه های دریافت زمینی مخابره شود. بدین صورت که امواج بازتابیده از پدیده های گوناگون به کمک سیستم موجود در سنجنده به امواج الکتریکی تبدیل شده و پس از ثبت و ضبط در فرصت مناسبی به زمین مخابره می شوند.گاهی هم این عمل مستقیماً صورت می گیرد.سیستم جمع آوری و ثبت اطلاعات این سنجنده ها با سنجنده های تصویربردار مصور تقریباً یکی بوده وتفاوت عمده آنها در خروجی و بازده اطلاعاتشان است. زیرا بازده اطلاعاتی سنجنده های رقومی به دلیل عدم وجود فیلم در داخل سنجنده مستقیماً تبدیل به عکس یا تصویر نمی شود. بلکه طی انجام مراحل خاصی قابلیت تبدیل به عکس را داشته یا از طریق تبدیل به تصاویر تلوزیون وبا روش های کامپیوتری خاصی، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و می تواند مورد استفاده کاربران قرار گیرد. سنجنده های عددی یا رقومی، سنجنده های اپتیکی – مکانیکی نیز گفته می شوند. زیرا اولاً در محدوده اپتیکی طیف الکترومغناطیسی یعنی ۰/۳ تا ۱۵ میکرومتر کار می کنند.ثانیاً مکانیکی از این نظر گفته می شوند که در این سنجنده ها ، آئینه ای به کمک یک موتور همانند آئینه ای لندست، که ۸۱۹ بار در دقیقه دوران دارد، به نوسان در می آید. سنجنده های نقشه بردار موضوعی TM، اسکن کننده چند طیفیMSS, PAN, LISS, HRV, OCM و غیره که بر روی ماهواره های سنجش از دور نصب شده اند همگی از نوع سنجنده های عددی یا رقومی می باشند.

۶-۲-۲- سنجنده MMS چند طیفی (Multispectral Scanner)

کلمه اسکن (Scan) از نظر لغوی به معنای دیدن، ثبت کردن و یا جاروب کردن می باشد. سیستم سنجنده ی چندطیفی به هرگونه سیستم بینایی که یک موضوع، سطح زمین یا عوارض آنرا در بیش از یک طول موج به صورت الکترونیکی یا الکترومغناطیسی اسکن کند، گفته می شود. بنابراین سنجنده چند طیفی سنجنده ای است که به طور همزمان از چندین باند طیفی باریک (از باند مرئی گرفته تا باند مادون قرمز حراراتی) تصویر برداری نماید.این سنجنده ها ،سطح زمین را به صورت نوارهایی باریک با خط اسکن، در جهت عمود بر مسیر پرواز ماهواره (سکو) تصویرداری می کنند. در این نوع سنجنده، آئینه ای متحرک تعبیه شده که در هر ثانیه ۱۳/۶ بار، به اندازه ۲/۹ ± درجه یا سرجمع ۵/۸ درجه نوسان دارد. حرکت آئینه از غرب به شرق می باشد .یعنی در جهت حرکت از غرب به شرق عکسبرداری می نمایند.پرتوی بازتاب شده از یک نوار به پهنای ۲۴ متر که به شش نوار کوچکتر، به پهنای ۴ متر تقسیم می شوند به آئینه رسیده واز آئینه به سیستم اپتیکی سنجنده منتقل می گردد. طول این نوار ۲۴ متری که عمود برجهت مسیر عبور ماهواره است، ۱۱ کیلومتر می باشد. در سیستم اپتیکی سنجنده، آئینه ومنشور تعبیه شده تا پس از متمرکز کردن پرتوهای دریافتی وتجزیه آنها با منشور، به ثبات های سنجنده هدایت و در آنجا تبدیل به امواج الکتریکی می شوند و پس از تقویت ، یا بر روی نوار ضبط شده (تا در موقع مناسب یعنی قرار گرفتن ماهواره در حوزه ایستگاه زمینی ،به زمین مخابره شوند) یا اینکه مستقیماً به زمین مخابره می گردند.سنجنده MSS یا اسکن کننده چند طیفی ماهواره های آیکونوس وکویک برد در چهار باند تصویربردای می کنند .در هر باند همزمان شش نوار عکسبرداری می شود.بنابراین جمعاً ۲۴= ۴* ۶ ثبات نصب گردیده است. در سنجنده اسکن کننده چند طیفی ماهواره ای سری آیکونوس میدان دید لحظه ای (IFOV) برابر با ۴*۴ متر در روی زمین می باشد.یعنی در هر لحظه اطلاعات مربوط به قطعه ای از زمین به ابعاد ۴*۴ متر به آئینه می رسد ولی به دلیل پوشش مشترک قطعات ۴*۴ متری این اطلاعات به ابعاد کمتر از ۴*۴ متر روی ثبات ها ذخیره می گردند به هر یک از این قطعات اصطلاحاً پیکسل می گویند. بنابراین هر پیکسل معادل ۱۶ متر مربع یا به اندازه ابعاد یک اتاق خواب معمولی در روی زمین است.تعداد پیکسلها در هر تصویر MSS در جهت محور X ها و محور y ها هر کدام حدود ۲۷۵۰ عدد می باشد. به عبارت دیگر تعداد کل پیکسل های یک MSS ماهواره آیکونوس با ابعاد ۱۱*۱۱ کیلومتر روی سطح زمین برابر است با ۷۵۶۲۵۰۰ عدد وچون در چهار باند تصویربرداری می شود،در هر تصویربرداری بیش از ۳۰ میلیون ارزش اطلاعاتی به شکل رقومی ثبت می گردد.این مربعات ۴*۴ متری را که اطلاعات اشعه منعکس شده از آن در سیستم MSS به طور جداگانه ضبط می گردد، قدرت تفکیک زمینی (GRE) نیز می نامند. یعنی حداقل مساحتی از زمین که قابل تشخیص است. مثلاً در این سنجنده اطلاعات رقومی یک زره پوش نظامی را که ابعادش حدود ۴*۴ متر است را در یک پیکسل ضبط وثبت می کرده و آنرا به عنوان یک

ارزش اطلاعاتی در نظر می گیرد و چون در چهار باند تصویربرداری می شود .جمعاً چهار ارزش اطلاعاتی توسط سنجنده ثبت می شود.

۳- نرم افزارهای دورسنجی

سیستم اطلاعات جغرافیایی یا GIS یک سیستم کامپیوتری برای مدیریت و تجزیه و تحلیل اطلاعات مکانی بوده که قابلیت جمع اوری وذخیره و نمایش اطلاعات جغرافیایی را دارد. GIS یک سیستم رایانه ای است که امکان دسترسی و کاربری همزمان از چند موضوع را به دست می دهد. این سیستم می تواند با روی هم انداختن (Overlay) نقشه هایی با موضوعات مختلف از یک منطقه، امکان بررسی همه جانبه آن منطقه را موجب سازد. این سیستم ها قادر هستند عملیات مختلف فضایی، ارتباطی، پردازش و مدیریت داده ها را انجام دهند. چنین ویژگی هایی موجب شده است GIS به عنوان ابزاری که توانایی تصمیم گیری را افزایش می دهد، شناخته شود. امروزه GIS در زمینه های مختلف تکنولوژیکی، صنعتی، زیست محیطی، جغرافیایی، اقتصادی، اجتماعی و هزاران موضوع دیگر به کمک بشرشتافته و به کمک آن بشر توانسته در هزینه و از آن مهم تر زمان، صرفه جویی چشمگیری نماید. در واقع تمام سیستم های اطلاعات جغرافیایی نوعی نمادسازی رایانه ای از برخی جنبه های جهان واقعی اند. GIS دید ساده ای از جهان واقعی ارائه می دهد که به آن مدل کی گویند. مدل همان تلفیق داده هاست که وسیله ای برای درک سیستم هایی به شمار می آید که در شرایطی دیگر، پیچیدگی یا مقیاس مکانی آن خارج از درک ذهنی ما قرار دارد. به طور کلی اطلاعات یک سیستم GIS را می توان به دو دسته اطلاعات مکانی یا گرافیکی (این اطلاعات که به آنها اطلاعات فضایی هم گفته می شود موقعیت و مکان عوارض را مشخص می کنند و اطلاعات غیر مکانی یا توصیفی (این اطلاعات، مشخصات عوارض مکانی که در اطلاعات گرافیکی معرفی شده اند توصیف می کنند) تقسیم کرد.

با پیشرفت تکنولوژی و فنآوری اطلاعات نرم افزار های متعددی در این زمینه نیز طراحی شده اند که نرم افزار های ArcGIS و ENVI از پرکاربردترین این نرم افزارهاست. قابلیتهای نرم‌افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی مانند ArcGIS و ENVI یکی تبادل اطلاعات با سایر نرم افزارها و دیگری امکان اتصال به پایگاه داده‌های رابطه‌ای خارجی است (Esri, 2016). این نرم افزارها می توان با تلفیق و ذخیره سازی حجم وسیعی از اطلاعات مقایسهٔ داده های توصیفی و توپولوژیک را به شکلهای مختلفی همانند نقشه، جدول، شکل، قرار دادن لایه ها روی هم، مثلث بندی، ترسیم و پهنه بندی نماید (قهرودی تالی و بابایی فینی، ۱۳۹۳). این نرم افزارها می توانند جمع آوری حجم بالای داده ها، موزائیک بندی، تصحیح

هندسی و قطعه بندی داده ها، تلفیق اطلاعات ماهواره‌ای، تجزیه و تحلیل اطلاعات تصویری و اطلاعات رقومی، پردازش داده های ماهواره ای و تفسیر داده‌ها در مدت زمان کوتاه انجام دهند(Jian Guo and Philippa, 2010).

۴- نتایج

سنجش از دور دانش پردازش و تفسیر تصاویری است که حاصل ثبت تعامل انرژی الکترومغناطیس و اشیا می باشند. از طرفی سیستم سنجش از دور را می توان به دو بخش جمع آوری داده ها و استخراج اطلاعات تقسیم کرد. سنجش از دور در بسیاری از زمینه های علمی و تحقیقاتی کاربردهای گسترده ای دارد. از جمله کاربردهای فن سنجش از دور می توان به استفاده از آن در زمین شناسی، آب شناسی، معدن، شیلات، کارتوگرافی، جغرافیا، مطالعات زیست شناسی، مطالعات زیست محیطی، سیستم های اطلاعات جغرافیایی، هواشناسی، کشاورزی، جنگلداری، توسعه اراضی و به طورکلی مدیریت منابع زمینی و غیره اشاره کرد.

اجزاء اصلی یک سامانه سنجش از دور شامل پدیده، منبع انرژی، مسیر انتقال (اتمسفر) و سنجنده است.. در واقع دو جز اصلی آن یعنی هدف و مسیر انتقال در تمامی سامانه های سنجش از دور مشترک بوده و تفاوت عمده تنها در اجزاء دیگر یعنی منبع انرژی و نوع سنجنده مورد استفاده می باشد. خورشید یک منبع انرژی بسیار مهم برای سنجش از دور می باشد. سنجنده های سنجش از دور را بر مبنای منبع انرژی مورد استفاده می توان به دو گروه عمده فعال و غیر فعال تقسیم بندی کرد. با پیشرفت تکنولوژی و فنآوری اطلاعات نرم افزار های متعددی مانند ArcGIS، ERDAS Imaging، PCI Geomatica، R-Mapper و ENVI در این زمینه نیز طراحی شده اند که نرم افزار های ArcGIS و ENVI از پرکاربردترین این نرم افزارهاست. . این نرم افزارها می توانند جمع آوری حجم بالای داده ها، موزائیک بندی، تصحیح هندسی و قطعه بندی داده ها، تلفیق اطلاعات ماهواره‌ای، تجزیه و تحلیل اطلاعات تصویری و اطلاعات رقومی، پردازش داده های ماهواره ای و تفسیر داده‌ها در مدت زمان کوتاه انجام دهند.

منابع

رسولی، علی اکبر، ۱۳۸۷، مبانی سنجش از دور با تاکید بر پردازش تصاویر ماهواره ای، انتشارات دانشگاه تبریز، ۸۰۶ صفحه.

رضوانی، علی اصغر، ۱۳۸۹، کاربرد عکسهای هوایی و ماهواره ای در جغرافیا، انتشارات پیام نور، ۱۶۵ صفحه.

علیزاده ربیعی، حسن، ۱۳۹۲، سنجش از دور (اصول و کاربرد)، انتشارات سمت، ۳۰۲ صفحه.

علوی پناه، کاظم و لدنی، مسلم، ۱۳۸۹، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، اتشارات دانشگاه تهران، ۳۸۰ صفحه.

فاطمی، باقر و رضایی، یوسف ؛ ۱۳۹۳، مبانی سنجش از دور، انتشارات آزاده، ۲۹۶ صفحه.

مقصودی، یاسر و مهدوی، ساحل، ۱۳۹۴، مبانی‌سنجش از دور راداری، انتشارات دانشگاه خواجه نصیر طوسی، ۳۱۲ صفحه.

قهرودی تالی، منیژه و بابایی فینی، ام السلمه، ۱۳۹۳، درآمدی بر سیستم های اطلاعات جغرافیایی، اتشارات پیام نور، ۱۹۴ صفحه.

Borstad Associates, (2000). Effluent mapping using airborne digital imagery. A Borstad web publication.

Congalton, R.G. and Green, K. (1999). Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data. CRC Press Inc.

Esri, (2016)," Metadata and GIS "WEB , www.esri.com.

Jian Guo Liu, Philippa J. Mason, 2010, Image Processing and GIS for Remote Sensing: Techniques and Applications, 2nd Edition.

Mccoy, Jill and Kevin, Johnstom, (2001), Using ArcGIS Spatial Analyst ,Copyright Esri.

Sabins, F. (1997). Remote Sensing, Principles and Interpretation.W.H. Freeman and Company, New York.

Tor, Bernhardsen (2002). Geographical Information Systems An Introduction. Second Edition, New York, John Wiley & Sons.

West Jr, Lawrence A, Traci J. Hess (2001). “Metadata as a knowledge management tool: supporting intelligent agent and end user access to spatial data "University of central Florida.