- ساعت عبور از استوا:9/5 صبح
- زمان گردش به دور زمین:99دقیقه
- دوره تکرارپوشش زمین:16روز

• لندست7:

- سال پرتاب:1999
- ارتفاع: 705کیلومتر از سطح زمین
- زاویه میل:98/2 درجه
- مدار:شبه قطبی و خورشید آهنگ
- ساعت عبور از استوا:10 صبح
- زمان گردش به دور زمین:99دقیقه
- دوره تکرارپوشش زمین:16روز
- عرض تصویربرداری:185کیلومتر

• موارد استفاده کلی:

- کشاورزی (شناسایی محصولات- جنگلداری)
- تجزیه تحلیل زمانمند
- مدیریت منابع آب
- شناسایی مسائل زیست محیطی (تجزیه تحلیل ابرها- جنگل زدایی- آلودگی- فعالیتهای آتشفشانی)
- اکتشاف (آب- نفت- معدن)

جدول 1- خصوصیات نسلهای مختلف ماهواره لندست

Satellite	Launch Date	Sensor	Status
Landsat۱	۷-۲۳-۷۲	MSS	Expired۱-۶-۷۸
Landsat۲	۱-۲۲-۷۵	MSS	Expired۲-۵-۸۲
Landsat۳	۳-۵-۷۸	MSS	Expired۳-۳۱-۸۳
Landsat۴	۷-۱۶-۸۲	MSS,TM	
Landsat۵	۳-۱-۸۴	MSS,TM	Operational
Landsat۶	۱۰-۵-۹۳	MSS,ETM	Lost launch
Landsat۷	۴-۱۵-۹۹	ETM+	Operational

جدول 2- مشخصات سنجنده TM ماهواره لندست

Band	Micrometers	Resolution
۱	۰.۴۵-۰.۵۳	۳۰m
۲	۰.۵۲-۰.۶۰	۳۰m
۳	۰.۶۳-۰.۶۹	۳۰m
۴	۰.۷۶-۰.۹۰	۳۰m
۵	۱.۵۵-۱.۷۵	۳۰m
۶	۱۰.۴۰-۱۲.۵۰	۱۲۰m
۷	۲.۰۸-۲.۳۵	۳۰m

جدول3- مشخصات سنجنده ETM ماهواره لندست

Band Number	**Spectral Range(Spectral Range**(microns)	**Ground Pixel Size** (m)
۱	.۴۵ to .۵۱۵	۳۰
۲	.۵۲۵ to .۶۰۵	۳۰
۳	.۶۳ to .۶۹۰	۳۰
۴	.۷۵ to .۹۰	۳۰
۵	۱.۵۵ to ۱.۷۵	۳۰
۶	۱۰.۴۰ to ۱۲.۵	۶۰
۷	۲.۰۹ to ۲.۳۵	۳۰
Pan	.۵۲ to .۹۰	۱۵

- اسپات(SPOT):

- در تاریخ 1986بوسیله مرکز ملی مطالعات فضایی فرانسه و همکاری کشورهای بلژیک و سوئد به فضا پرتاب شد.
- مدار ماهواره: شبه قطبی
- ارتفاع : 822کیلومتر
- زمان عبور از استوا:10/5 صبح
- ساخت فرانسه و در سال 1999 در مدار 832 کیلومتری قرار گرفت که هر 26 روز زمین را پوشش می دهد و عرض تصویر برداری آن 60 کیلومتر است.
- سنسورهای این ماهواره نسبت به ماهواره های Landsat دارای شعاع دید نسبتا کوچکتری است (60 در 60 کیلومتر 3600 کیلومتر مربع).
- دستگاههای SPOT HRV را میتوان جهت داد و میتوان از آنان برای تصویر برداری از مناطقی خاص تنظیم کرد. این ویژگی بخصوص در زمان جمع آوری اطلاعات حاصل از وقایع طبیعی (سیلاب- شکستگی سد و ...) بسیار مفید است. همچنین از این قابلیت در تولید تصاویر زوج استریویی فراهم می شود.

- ماهواره Ikonos

- این ماهواره در سال 1999 به فضا پرتاب شد.
- اولین ماهواره تصویربرداری تجاری است که قادر به جمع آوری تصاویر پانکروماتیک با قدرت تفکیک 1متر می باشد.
- عرض تصویر برداری 11 کیلومتر.
- مدار شبه قطبی
- ارتفاع 681 کیلومتر
- تصاویر چند طیفی با قدرت تفکیک 4 متر ، و تصاویر پانکروماتیک با قدرت تفکیک 82 سانتیمتر.

3- تفسیر و پردازش اطلاعات ماهواره ای:

بنا به تعریف ، تجزیه و تحلیل و تفسیر اطلاعات ماهواره ای عبارت است از بررسی و مطالعه اطلاعات ماهواره ای به منظور شناسایی پدیده های مختلف سطح زمین و استخراج اطلاعات مورد نظر از آن بر طبق روشهای مختلف می باشد.

برحسب نوع اطلاعات ماهواره ای، شیوه تفسیر به دو صورت چشمی(Visual) و رقومی(Digital) می باشد.

در تفسیر چشمی، تفسیر توسط انسان انجام می گیرد. از روشهای تفسیر سنجش از دور است که معمولا برای ساختار آنالوگ سنجش از دوروعکسهای هوایی بکار می رود.

تفسیر رقومی، با استفاده از قابلیت کامپیوتر و برنامه های خاص انجام می گیرد.

مزایا و معایب:

- تفسیرچشمی ساده و نیازی به تجهیزات پیشرفته ندارد.
- از محدودیتهای تفسیر چشمی این است که در یکزمان تنها از یک باند طیفی می توان جهت تفسیر استفاده نمود.
- در تفسیر رقومی امکان تجزیه و تحلیل همزمان چند باند طیفی وجود دارد ویک مجموعه حجیم از داده ها را می توان سریعتر از تفسیر چشمی انجام داد.
- در بیشتر موارد ، ترکیبی از دو حالت می تواند نتایج مطلوبی را به دنبال داشته باشد.

3-1- تفسیر چشمی:

در تفسیر بصری، شناخت اهداف، کلید تفسیر و استخراج اطلاعات می باشد.

مهمترین عوامل یا کلیدهای تعبیر و تفسیر چشمی اطلاعات سنجش از دور که به کمک آنها شناخت و استخراج اطلاعات فراهم می گرددعبارت است از:

- ✓ تن(Tone)
- ✓ شکل(Shape)
- ✓ اندازه(Size)

- ✓ الگو (Pattern)
- ✓ بافت(Texture)
- ✓ آگاهی از دانش مربوطه

تن:

عبارت است از روشنایی نسبی یا رنگ اجسام در یک تصویر. یا به عبارت دیگر تن عبارت است از هریک از گامهای خاکستری قابل تشخیص که بین سیاه و سفید وجود دارد و حاصل انعکاس انرژی از سطح اجسام و عوارض می باشد.

تن یا رنگ، یک عنصر پایه و مهمترین کلید برای تفکیک اهداف زمینی در تصویر می باشد.

شکل:

عناصر و پدیده های زمینی، هریک شکل خاصی دارند و با توجه به همین خاصیت می توان به وجود آنها بر روی تصاویرپی برد

اندازه:

با توجه به مقیاس تصویر و اندازه تقریبی یک جسم بر روی زمین و ارتباط آنها با یکدیگر تا حدود زیادی می توان در مورد جسم مورد نظر قضاوت نمود.از اندازه بیشتر برای شناسایی موارد پیوسته و خطی نظیر جاده، راه آهن، آبراهه، کانال آبرسانی و... استفاده می شود

الگو:

الگو مربوط به ترتیب فضایی پدیده ها می شود. تکرار فرمهای کلی خاص یا ارتباطات آنها، خصوصیات بسیاری از پدیده های طبیعی و یا مصنوعی می باشد و به پدیده ها الگویی می دهد که فهم آنها و تفسیر عکس را یاری می بخشد. مثلا از طریق بررسی الگوی شبکه آبراهه ها ، تشخیص و تفکیک و همچنین جنس و نوع سنگ پی برد.

به عنوان مثال وجود شبکه آبراهه ای متراکم و ریز در یک منطقه نشانه نفوذ ناپذیری سنگ در منطقه می باشد.

بافت:

بافت عبارت است از تناوب تغییرات تن بر روی یک تصویر.

بافت محصولی است از شکل، اندازه، الگو، سایه و تن هر یک از پدیده ها.

بافت ، نرمی(همواری) و یا سختی(ناهمواری) دیداری کلی عوارض یک تصویر را تعیین می کند.

3-2- پردازش رقومی اطلاعات ماهواره ای:

این نوع پردازش و تفسیر اطلاعات سنجش از دور، بر پایه ارزشهای رقومی اطلاعات و قابلیت محاسبه و تغییر وتبدیل آنها با استفاده از قابلیتهای کامپیوتر و برنامه های خاص استوار می باشد.

در این روش امکان بهره گیری از روابط و محاسبات ریاضی-آماری، بطور گسترده فراهم می گردد.

تغییراتی که در هر مرحله از پردازش بر روی ارزشهای رقومی پدید می آید، تجزیه و تحلیل می شود و سرانجام شناسایی، تفکیک و طبقه بندی پدیده های زمینی انجام می گردد.

بطور کلی و با بیان ساده: عملیاتی را که در مسیر تجزیه و تحلیل و تفسیر رقومی اطلاعات ماهواره ای و با هدف شناسایی و تفکیک پدیده های زمینی صورت می گیرند می توان در چهار مرحله زیر خلاصه نمود:

- بررسیهای اولیه و آماده سازی اطلاعات (Pre-processing)
- آشکارسازی و بارزسازی تصویر (Image enhancement)
- طبقه بندی اطلاعات (Data classification)

- بررسی و پردازش نهایی (Post – processing)

با توجه به پیشرفتهای سریع تکنولوژی سنجش از راه دور و بهره گیری از اطلاعات ماهواره ای، دستگاهها و تجهیزات مورد استفاده و نیز نرم افزارهای خاص پردازش تصاویر و اطلاعات بطور مداوم در حال تغییر و تکمیل هستند و از این رو پردازش و تفسیر رقومی اطلاعات ماهواره ای بحث بسیار وسیعی است.

3-2-1 - بررسیهای اولیه و آماده سازی اطلاعات (Pre-processing)

در مرحله پیش پردازش، با یک سری عملیات روی داده های خام، خطاهای رادیومتری، اتمسفری و هندسی مورد توجه قرار می گیرد. بنابراین شناسایی و تشخیص خطاهای احتمالی موجود در داده های ماهواره ای اهمیت زیادی دارد.

لازم است پس از دریافت داده ها ، بررسی دقیقی در مورد آنها از نظر هندسی و رادیومتری به عمل آید.

- انواع خطاهای داده های ماهواره ای:
  - خطای رادیومتریک
  - خطاهای هندسی داده ها

خطای رادیومتریک :

خطاهای رادیومتریک به دلایل زیر حاصل می شود:

- اختلاف در شرایط اتمسفری(جذب و پخش)
- اختلاف در زاویه تابش
- خطاهای ناشی از سنجنده ها

تصحیح خطاهای اتمسفریک:

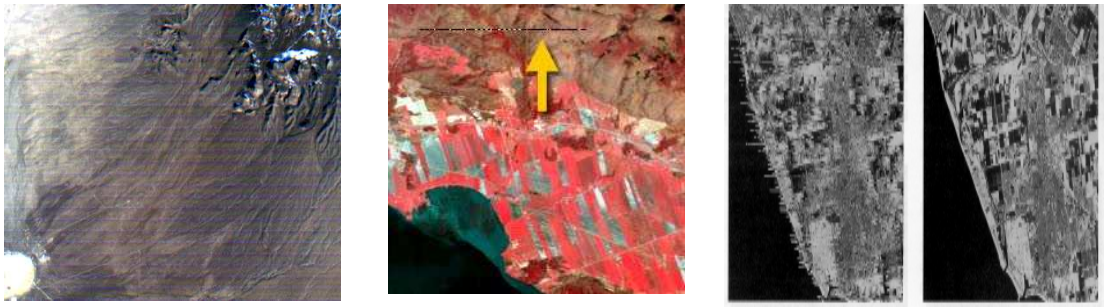
اتمسفربر روی طول موجهای کوتاهتر از 0/5میکرومتر، بیشترین و طول موجهای بلندتر، کمترین تاثیر پراکنشی را دارد. پراکنش اتمسفری سبب پایین آمدن تباین در شکل می شود. به عبارتی موجب رو شناییهای اضافی شده و در نتیجه مشکلاتی را برای شناسایی پدیده ها ایجاد می کند. پراکنش اتمسفری بر هر کدام از باندها اثر متفاوت دارد. برای مثال باند آبی TM بیشتر از دیگر باندها تحت تاثیر قرار می گیرد.

دو روش اصلی برای تصحیح اتمسفری وجود دارد. اولین روش با استفاده از هیستوگرام است که در این روش هیستوگرامهای باندها بصورت مجزا محاسبه و ترسیم می گردد. معمولا مناطقی که از آب صاف یا سایه و بازالت تیره تشکیل شده باشد، دارای انعکاس پایین است. پیکسلهای این مناطق در طول موج مادون قرمز نزدیک، DN های نزدیک به صفر دارند. چنانچه هیستوگرام دیگر باندها نیز رسم شود ، مشاهده می شود که DN های مناطق تیره در این باندها بیشتر از باند مادون قرمز است و هیچگاه از صفر شروع نمی شود. حداقلDNها در هیستوگرام های باندهای 1و3در مناطق تیره ، مبین مقدار اثر پراکنش جوی است. بنابراین برای حذف آثار جوی می توان این حداقل DN را از DN باندهای دیگر کسر کرد.

دومین روش بکار رفته در تصحیحات اتمسفری روش رگرسیون است. این روش در مناطقی کاربرد دارد که بخشهای تیره دارند. در این روش DN باند مادون قرمز روی محور X در مقابل سایر باندها روی محور Y ترسیم می شود. سپس با استفاده از روش رگرسیون استاندارد، بهترین خط مستقیم برازش داده می شود. انحراف از محور X نشان دهنده مقدار اثر پراکنش اتمسفری است.

خطاهای ناشی از سنجنده ها:

- این خطاها ناشی از نقص فنی حسگرهای سنجنده می باشد.
- سه نوع از این خطاهـاStripping و Dropped line و Line Offsets مـی باشد.



Stripping Dropped line Line Offsets

شکل 14- خطاهای رادیومتریک ناشی از سنجنده

- تصحیحات هندسی تصاویر ماهواره ای:

معمولا به دلیل حرکات ماهواره ای و زمین در حین تصویر بـرداری، خطاهـایی بـر روی تصاویر پدید می آید که قبل از برطرف کـردن آنهـا، تصـویر مـاهواره ای بـا نقشـه هـای همسان ، مطابقت کامل ندارد. از اینرو در برخـی مطالعـات بـویژه در مـواقعی کـه انـدازه گیری سطح پدیده ها مطرح است یا در مواردی که انطباق پدیده های تصویر با نظیر آنهـا بر روی زمین مورد توجه است مشکلاتی بروز می کند.

بطور کلی منظور از تصحیح هندسی یک تصویر ، تغییر سیستم مختصات اجزای سازنده تصویر و انطباق آن با نقشه های نظیر و یا تصویری است که قـبلا بـر روی آن تصـحیح هندسی صورت گرفته است . از اینرو می توان گفـت تصـحیح هندسـی ، انطبـاق سیسـتم مختصات تصویر با یکی از سیستمهای مختصات بین المللی نظیر طول وعرض جغرافیایی یا سیستم متریک نظیر UTM . در این صورت تصویر تصـحیح شـده در واقـع بـا نقشـه های نظیر انطباق می یابد و به عبارت دیگر هر نقطه از تصویر مختصات جغرافیایی نقطـه نظیر خود را بر روی نقشه خواهد داشت.

منابع خطاهای هندسی:

- تغییرات در ارتفاع و سرعت سکوی سنجنده
- انحنای زمین
- پستی و بلندی زمین
- چرخش زمین
- خظای مربوط به سنجنده

تعدادی از خطاها مانند خطاهای مربوط به سنجنده ، به دلیل ثابت بودن تغییرات، قبل از آنکه در دسترس استفاده کنندگان قرار گیرد، انجام می شوند.

روش تصحیح هندسی:

تعدادی از خطاهای هندسی تصویر در ایستگاههای گیرنده زمینی انجام می گیرد.

- تصحیحات سیستماتیک

از مدلهای ریاضی استفاده می شود وفاکتورهایی مانند هندسه تصویر، اعوجاجات سنجنده و ... مورد توجه قرار می گیرد.

- تصحیحات غیر سیستماتیک

از توابع چند جمله ای و نقاط کنترل جهت انتقال سیستم مختصات تصویر به سیستم مختصات جغرافیایی استفاده می کند.

- روش ترکیبی

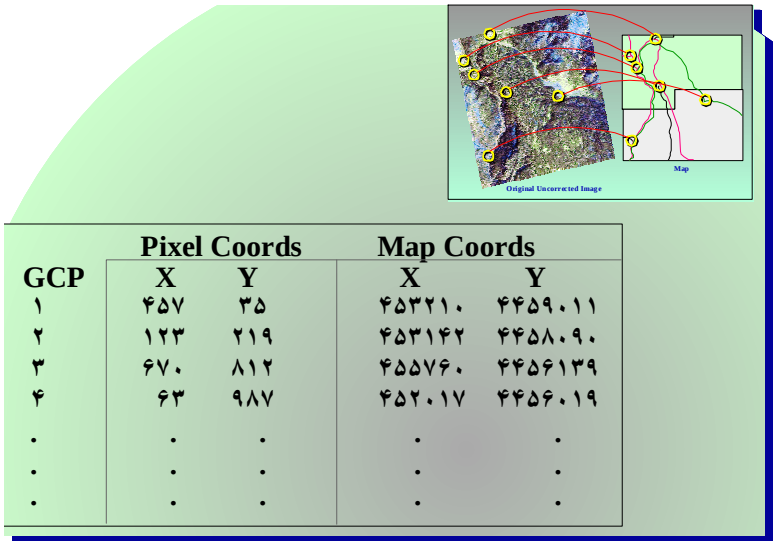
از هر دو تکنیک استفاده می شود.

تصحیحات خطاهای هندسی:

برای تصحیح هندسی تصویر مراحل زیر باید اجرا شود.

1- تغییر سیستم مختصات پیکسلهای تصویر:

در این مرحله با استفاده از نقاط کنترل بر روی تصویر و انجام محاسبات مربوطه، مختصات هر یک از پیکسلهای تصویر خام نسبت به نقاط کنترل انتخابی تغییر می کند و یک فضای هندسی جدید منطبق با سیستم مختصات جدید به نام ماتریس تصحیح شده ایجاد می گردد. نقاط کنترل زمینی را می توان با استفاده از GPS، نقشه های موجود و یا تصویرتصحیح شده بدست آورد.



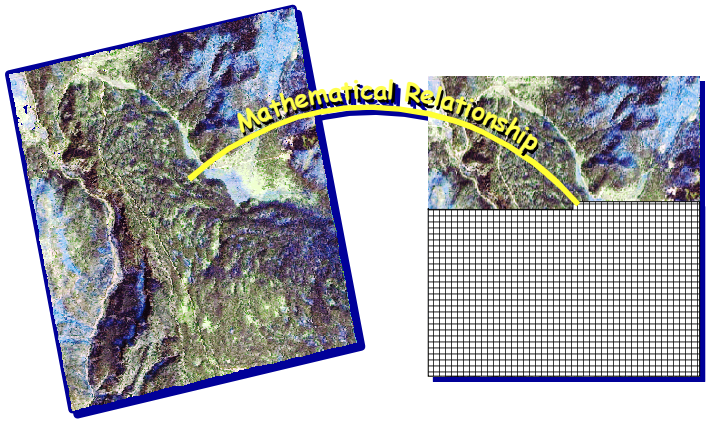
GCP	Pixel Coords X	Pixel Coords Y	Map Coords X	Map Coords Y
۱	۴۵۷	۳۵	۴۵۳۲۱۰	۴۴۵۹۰۱۱
۲	۱۲۳	۲۱۹	۴۵۳۱۴۲	۴۴۵۸۰۹۰
۳	۶۷۰	۸۱۲	۴۵۵۷۶۰	۴۴۵۶۱۳۹
۴	۶۳	۹۸۷	۴۵۲۰۱۷	۴۴۵۶۰۱۹
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.

شکل15- مرحله تغییر سیستم مختصات تصویر در تصحیح هندسی

2- نمونه برداری مجدد(Resampling):

در این مرحله ارزش عددی هر یک از پیکسلها در مختصات جدید ، بوسیله یکی از روشهای درونیابی تعیین می شود.

مهمترین روشهای درونیابی در نمونه برداری مجدد عبارتند از روش نزدیک ترین همسایه، روش درونیابی دوتایی و روش درونیابی پیچش مکعبی.



شکل 16- مرحله نمونه برداری مجدد در تصحیح هندسی

3-2-2- آشکار سازی یا بارزسازی تصویر:

هدف از آشکار سازی تصویر، افزایش قابلیت تفسیر تصویر از طریق مغایرت بین اهـداف و پدیده های مورد نظر موجود در صحنه تصویر می باشد.

روشهای آشکار سازی:

- آشکار سازی طیفی

تعدیل درجات روشنایی پیکسلها بر اساس توابع ریاضی

- آشکار سازی مکانی

تعدیل درجات روشنایی بر اساس ارزشهای مجموعه ای از پپیکسلهای همسایه

- ترکیبات رنگی

- ترکیبات رنگی:

تصاویر رنگی موجب وضوح بهتر پدیده و تفسیر راحت تر آن می شود.

حساسیت چشم انسان به تغییرات رنگ بسیار زیاد است در حالیکه چشم انسان حداکثر می تواند بین 20 تا 25 تن خاکستری را تمیز دهد.

ارائه و نمایش شکل چند باندی بصورت رنگی بدین معنی است که سه شکل حاصل از سه باند همزمان مورد استفاده قرار می گیرند. با توجه به اینکه طیف وسیعی از داده های سنجش از دور را می توان بصورت رنگهای کاذب تعریف کرد و نمایش داد بنابراین رنگهای قابل رویت در تصاویر رنگی کاذب ممکن است هیچ رابطه ای با رنگ واقعی اشیای روی زمین نداشته باشد. با توجه به اینکه رنگهای متفاوت ، ترکیبی از نسبتهای متفاوت رنگهای قرمز ، سبزو آبی است، بنابراین عوارض مختلف را می توان با ترکیبات رنگی مختلف بارزسازی کرد.

از ترکیب 3 باند مختلف و اختصاص هر رنگ از سه رنگ قرمز ، سبز و آبی (RGB) به هر باند، تصویر رنگی ساخته می شود.

با ترکیب باندهای مختلف نظیر باندهای انعکاسی TM ماهواره لندست، تعداد زیادی ترکیب رنگی کاذب حاصل می شود که هر کدام از این ترکیبات عوارض و پدیده های خاصی را بارزسازی می کند.

بر اساس مطالعات به عمل آمده، تصاویر رنگی مرکب زیر کارایی ویژه ای به این شرح دارند:

TM۷۴۱: جداسازی لیتولوژی در مناطق خشک

TM۷۵۱: جداسازی لیتولوژی در مناطقی که کانیهای محتوی هیدروکسیل غالب است.

TM۵۳۱: جداسازی لیتولوژیکی

TM۴۳۲: جداسازی انواع پوشش گیاهی

- آشکار سازی طیفی:

بررسی هیستوگرام ارزشهای طیفی یک تصویر در واقع اولین گام برای افزایش کنتراست می باشد. با بررسی ارزشهای طیفی ، نحوه توزیع ارزشهای مورد نظر و فراوانی آنها در تصویر مشخص خواهد شد.

در آشکار سازی طیفی ، ارزش هر پیکسل بدون توجه به ارزشهای پیکسلهای مجاور تغییر می یابد.

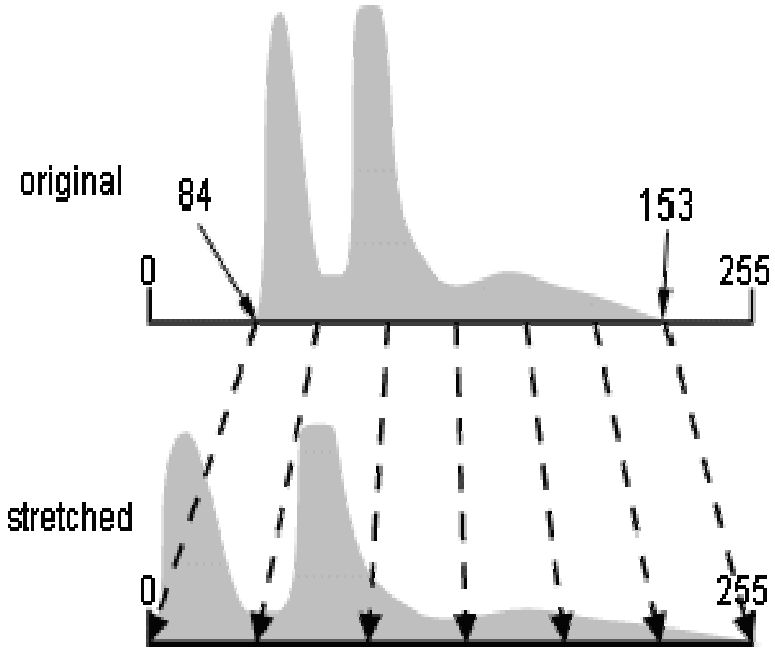
در بسیاری موارد، مواد مختلف موجود در طبیعت یا پدیده های گوناگون بازتابهای طیفی یا تشعشعات حرارتی مشابهی از خود نشان می دهند که در چنین حالتی تصویری با کنتراست نسبتا کم حاصل می شود.

عامل دیگری که موجب تباین کم در تصاویر ماهواره ای می شود، حساسیت اشکار سازهاست. سنجنده هایی نیر TM، دارای توان تفکیک رادیومتری 8بیتی می باشند. یعنی درجه روشنایی پیکسلها می تواند در تئوری در دامنه 0تا 255 قرار گیرد. اما در بسیاری موارد درجه روشنایی ها در عمل در دامنه محدودتری مثلا 50 تا 150 قرار می گیرند که در این صورت عمل بارزسازی برای تصویر سبب وضوح بیشتر آن گشته و از این طریق می توان تفاوت بین پدیده ها را آشکار ساخت. این عمل بارزسازی تصویر موجب افزایش توان فرد برای تفسیر بصری می شود.

یکی از روشهایی که در آشکار سازی طیفی به منظورافزایش کنتراست تصویر می گردد بسط کنتراست نام دارد. بسط دادن دامنه تصویربه دامنه وسیعتری از مقادیر درجه روشنایی ، بسط تباین یا کنتراست گویند که در این بسط به دلیل وضوح بیشتر تصویر، امکان متمایز کردن پدیده های بیشتری فراهم می گردد.

بسط تباین خطی به گونه ای است که درجه روشنایی های یک تصویر که محدوده دامنه کمی بوده است، در محدوده 0 تا 255 گسترش می یابند که در واقع کمترین درجه روشنایی تصویر صفر(سیاه) و بیشترین درجه آن برابر 255(سفید) می گردد.

به کار بردن این روش، تصویر مطلوب و واضح تری ایجاد می کند.



شکل16- کشش خطی هیستوگرام در اشکار سازی طیفی

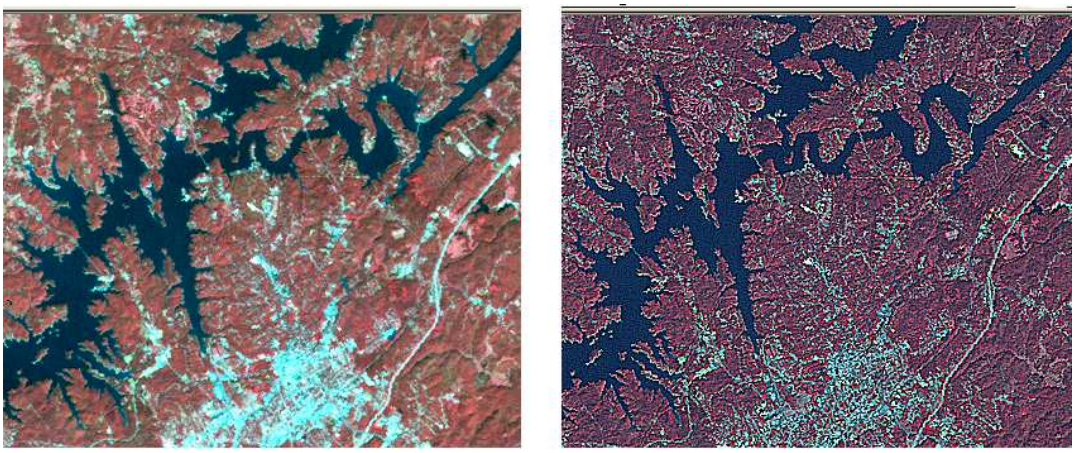
- آشکار سازی مکانی:

در آشکار سازی مکانی ارزش هر پیکسل با توجه به ارزش پیکسلهای مجاور تغییر می کند. روشهای آشکار سازی مکانی شامل استفاده از فیلترهای مختلف می باشد. فیلتر کردن یک تصویر در واقع نوعی تغییر ارزشهای طیفی است که در آن ارزش هر پیکسل با توجه به ارزش پیکسلهای مجاور تغییر می کند و تصویر جدیدی با کنتراست متفاوت با تصویر اصلی تشکیل می شود.

فیلترهای بالا گذر (High pass) و فیلترهای پایین گذر(Low pass) دو نوع مهم از فیلترهای مورد استفاده در سنجش از دور می باشد.

از موارد مهمی که از فیلترها استفاده می شود آشکار سازی لبه و تشخیص مرزها می باشد. بخش مهمی از اطلاعات ارزشمند تصاویر ماهواره ای ممکن است از لبه هایی مانند مسیر آبراهه ها، خطوط ارتباطی و گسلها بدست آید که موارد مختلف و حالتهای متعددی را شامل

می شود. عملیات آشکار سازی لبه، وضعیت لبه ها را مشخص می کند و به موجب آن جزییات بیشتر و واضح تر آشکار می شود.

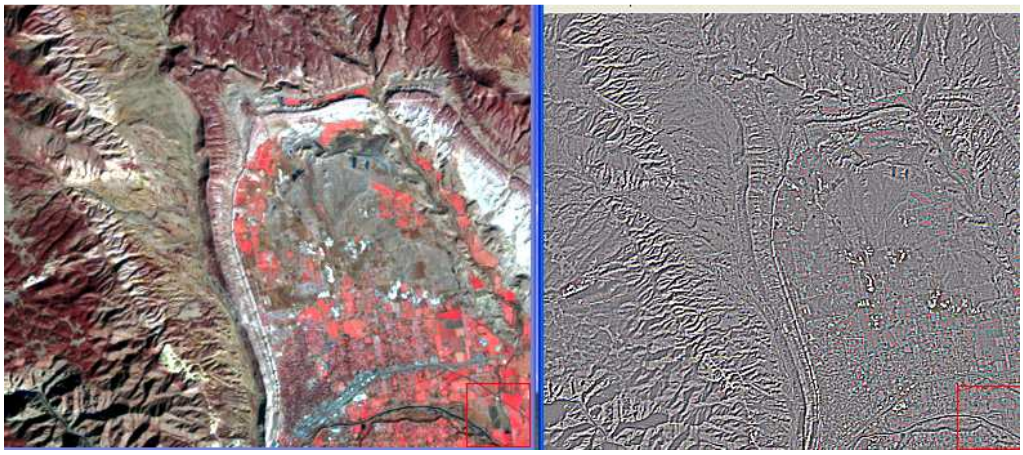


تصویرحاصل ازفیلتربالا گذر تصویر اصلی

شکل 17- نمونه ای از آشکار سازی مکانی با انجام فیلتر بالاگذر بر روی تصویر

با استفاده از فیلتر ها ی پایین گذر، دامنه طیفی تصویر کم می شود و تصویری با جزییات تقریبا یکنواخت حاصل می شود. از جمله کاربردهای فیلترهای پایین گذر ، از بین بردن نویزها در تصویر می باشد.

استفاده از فیلترها بالا گذر یا عبور بالا در پدیده های دارای ارزش طیفی بالا، جزییات بیشتری ظاهر می شود و به خصوص اختلاف بین پیکسلهای مجاور که در آنها ارزش طیفی تغییر ناگهانی یافته بیشتر می شود. چنین خاصیتی در مطالعه و بررسی عوارض خطی ومرزها مورد استفاده قرار می گیرد.



شکل18- انجام فیلتر آشکار سازی لبه بر روی تصویر

3-2-3- طبقه بندی اطلاعات:

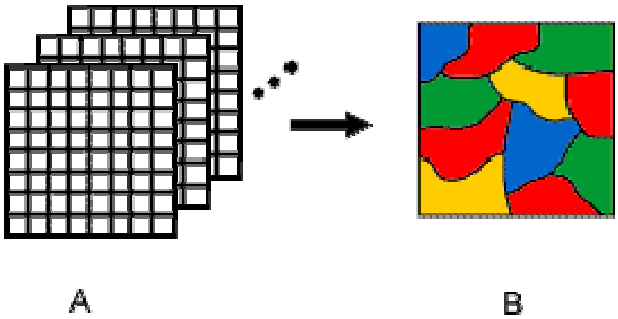
با توجه به هدف اصلی تکنولوژی سنجش از دور که شناسایی و تفکیک پدیده های زمینی وقرار دادن آنها در گروهها یا طبقات مشخص است، طبقه بندی تصاویر ماهواره ای را می توان به عنوان مهمترین بخش تفسیر اطلاعات ماهواره ای به شمار آورد.

هر چند همانطور که قبلا در بخش تفسیر چشمی تصاویر بیان شد، تهیه نقشه های مختلف نیز نوعی طبقه بندی اطلاعات در حد توان چشم انسان و بدون دخالت دادن روابط ریاضی و آماری و صرفا بر اساس استفاده از تفاوت تنهای تصاویر است، لیکن وقتی منظور از تفسیر تصاویر ماهواره ای، استخراج جزییات است، تفسیر بر اساس بررسی ارزش طیفی پیکسلها، روابط پدیده های زمینی و باندهای طیفی مورد استفاده در سنجش از دور و استفاده از روابط ریاضی و آماری انجام می شود. در اینصورت تفسیر چشمی تصاویر جوابگو نیست و بایستی طبقه بندی رقومی با استفاده از کامپیوتر و نرم افزارهای خاص انجام شود.

هدف طبقه بندی، یافتن الگوهای معنی دار در داده های ماهواره ای می باشد. در سیستمهای کامپیوتری با استفاده از ویژگیهای آماری پیکسلهای یک تصویر رقومی این طبقه بندی انجام می شود.

به عبارت دیگر به جداسازی مجموعه های طیفی مشابه و تقسیم بندی طبقاتی آنها که دارای رفتار طیفی یکسانی باشد، طبقه بندی اطلاعات ماهواره ای گفته می شود.

در عمل طبقه بندی، هر کدام از درجه روشنایی ها به کلاسهای پوشش اراضی، زمین شناسی، کاربری اراضی و دیگر عوارض سطح زمین منتسب می شود.



شکل 19- مفهوم طبقه بندی چند طیفی داده های ماهواره ای

زمانی که تمام پیکسلهای تصویر به کلاسهای خاصی اختصاص داده شود، نقشه های موضوعی بدست می آید که نشاندهنده توزیع جغرافیای پدیده هایی از قبیل خاک، پوشش گیاهی ، آب و زمین شناسی منطقه خواهد بود.

نقشه های موضوعی رقومی ناشی از طبقه بندی داده های سنجش از دور پس از تصحیح هندسی ، قابل انطباق و انتقال به GIS نیز می باشد.

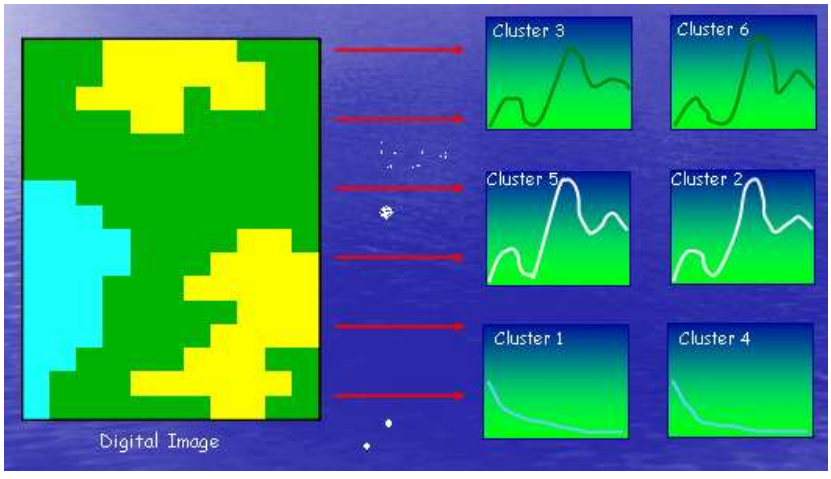
اساس کار طبقه بندی اطلاعات بر مقایسه ارزش طیفی پیکسلهای تصویر یا نمونه هایی است که مفسر آنها را معرفی کرده یا کلاسها یا طبقات اولیه ای است که بطور خودکار هنگام تفسیر رقومی تشکیل می شوند. به این ترتیب پیکسلهایی که ارزش طیفی آنها از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارند در یک گروه یا طبقه طیفی قرار می گیرند.

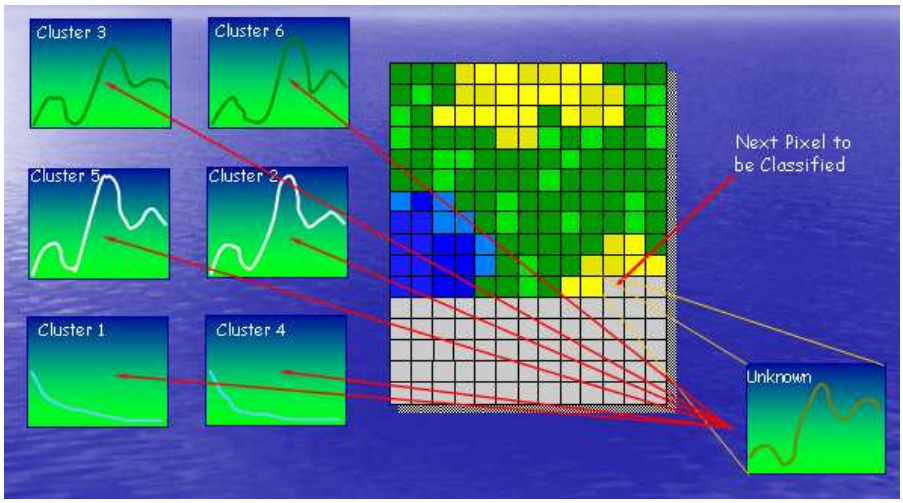
بطور کلی برای طبقه بندی اطلاعات ماهواره ای از دو روش اصلی استفاده می شود:

- طبقه بندی بدون نظارت (Unsupervised classification)
- طبقه بندی با نظارت (Supervised classification)

– طبقه بندی بدون نظارت:

هرچند بنا به تعریف فوق اساس هر دو روش طبقه بندی بر اختلاف ترزشهای طیفی پیکسلها یا اجزای سازنده تصاویر استوار است، ولی از نظر نوع اجزا متفاوت هستند. در روش بدون نظارت گروه بندی طیفی بصورت خودکار و بر اساس اختلاف ریاضی ارزشهای طیفی محاسبه می گردد.





شکل20- طبقه بندی بدون نظارت

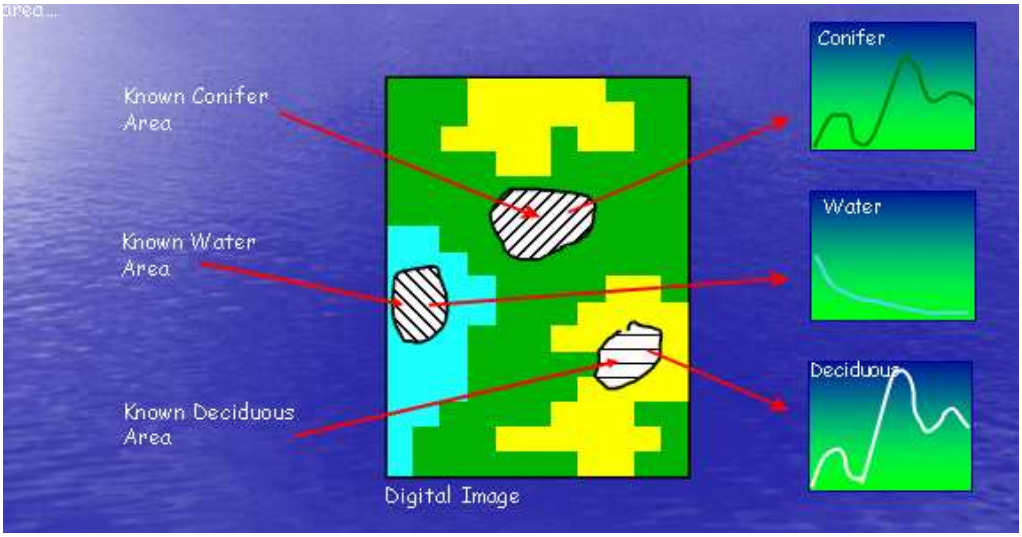
- طبقه بندی با نظارت:

در روشهای طبقه بندی نظارت شده ، نقش کاربر در شناسایی و تعیین کلاسها بسیار مهم می باشد. کاربر باید تمتم کلاسهایی را که روی تصویر موجود می باشند ، تک تک شناسایی کرده و در روی تصویر نمونه هایی از هر کلاس را به عنوان نمونه آموزشی به کامپیوتر معرفی نماید. بعد از اینکه نمونه ها از تمام کلاسها تعیین شد، کامپیوتر مشخصات آماری هر کدام از نمونه ها را محاسبه می نماید. سپس توسط کامپیوتر و با استفاده از مشخصه طیفی، این کلاسها با استفده از یک قاعده تصمیم گیری تمام تصویر طبقه بندی می شود.

مراحل طبقه بندی با نظارت به شرح ذیل می باشد:

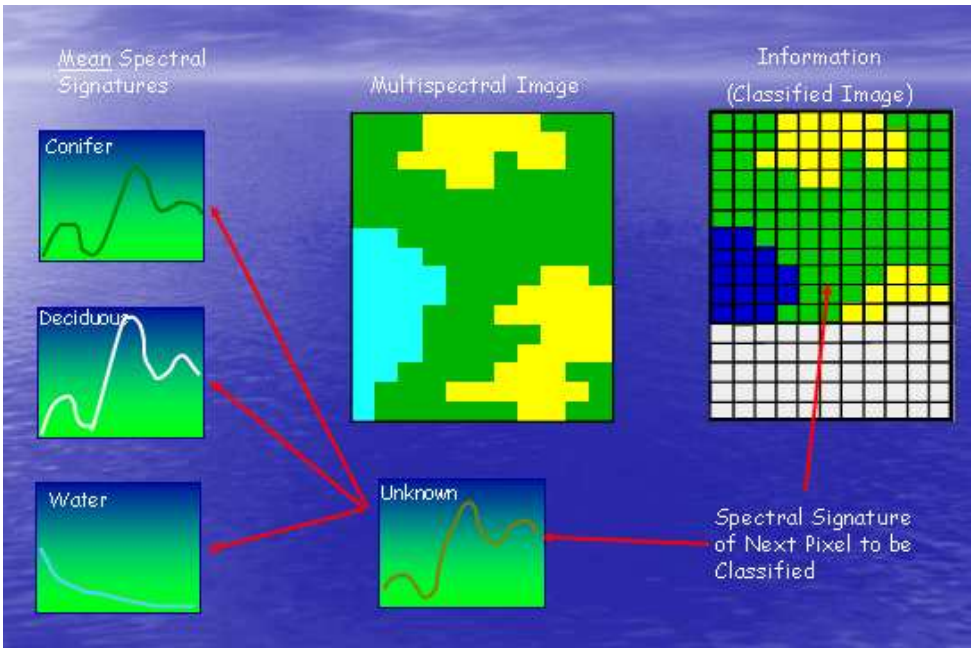
1- ابتدا با مشاهده تصویر و با استفاده از اطلاعاتی که به نوعی در شناسایی پدیده های تصویر موثر هستند، بر روی هر پدیده تعدادی مناطق با سطوح به عنوان نمونه انتخاب می شوند تا از آنها برای طبقه بندی اطلاعات در مراحل بعدی استفاده شود.

از آنجاییکه مناطق نمونه، پایه طبقه بندی را تشکیل می دهند، لازم است انتخاب آنها با دقت کافی صورت گیرد و نمونه ها تا حد امکان همگن باشند.



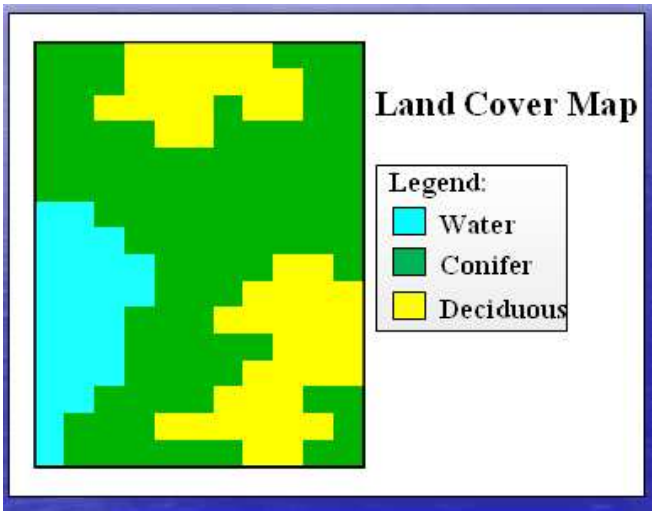
شکل 21- مرحله انتخاب مناطق نمونه در طبقه بندی با نظارت

2- مرحله دوم ایجاد نمونه یا نشانه های طیفی نمونـه هـا. در ایـن مرحلـه پـس از انجـام محاسباتی نظیر تعیین میانگین، واریانس و انحراف معیار ارزشهای طیفـی نمونـه هـا، بـا توجه به باندهای مورد استفاده، انجام یک طبقه بندی مقدماتی گزارشی در اختیـار مفسـر قرار می دهد .

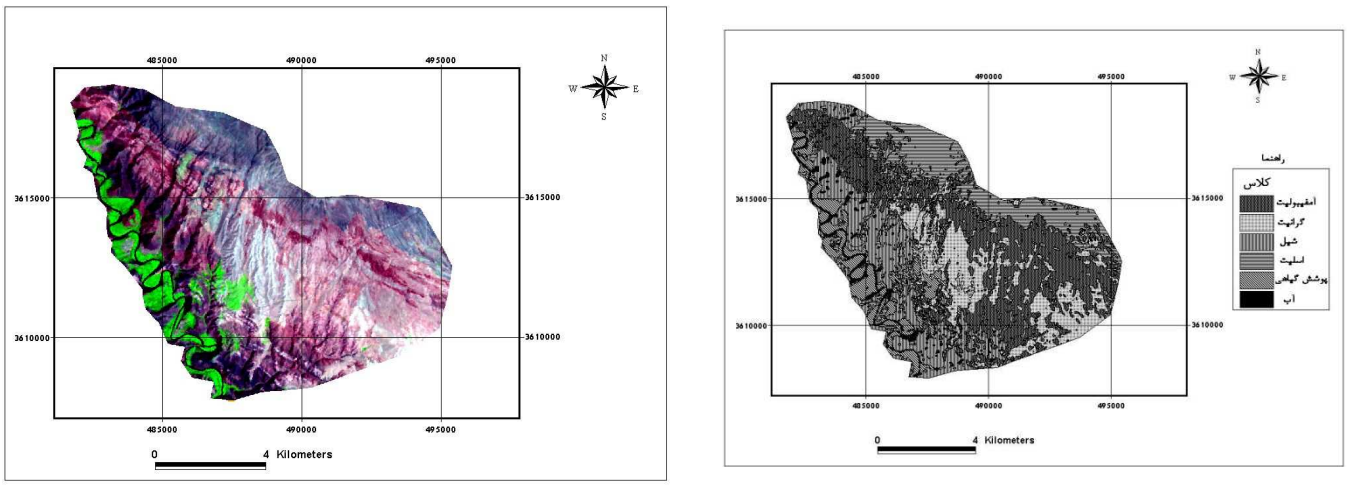


شکل 22- مرحله ایجاد نشانه های طیفی در طبقه بندی با نظارت

3- در مرحله سوم هر یک از پیکسلهای تصویر یا مجموعه اطلاعاتی که طبقه بندی می شوند ، با نشانه های طیفی نمونه ها که در مرحله قبل ایجاد شده اند مقایسه می گردند وهر گروه از پیکسلها به یکی از طبقات نمونه گیری شده نسبت داده می شود. نتیجه نهایی طبقه بندی ، تصویر یک باندی است که در آن طبقات نمونه گیری شده کاملا مجزا شده و در هر طبقه یا کلاس قرار می گیرند.



شکل 23- طبقه بندی با نظارت



شکل 24- نمونه ای از طبقه بندی داده های ماهواره ای در مطالعات زمین شناسی

(شکل سمت چپ تصویر ماهواره ای و شکل سمت راست نتیجه طبقه بندی بر روی تصویر می باشد).

3-2-4- عملیات پس از طبقه بندی:

جهت بهبود تصاویر طبقه بندی شده، معمولا روشهایی بکار گرفته می شود که به مرحله پس از طبقه بندی موسوم است. برای عملیات پس از طبقه بندی می توان از فنون مختلف نظیر GIS، نقشه های توپوگرافی، فیلترینگ و ... استفاده کرد.

دسته بندی و ادغام کلاسها، اجرای فیلتر و ارزیابی طبقه بندی سه مرحله مهم پس از طبقه بندی می باشد.

4- کاربردهای مختلف سنجش از دور:

4-1- کاربرد سنجش از دور در هیدرولوژی:

هیدرولوژی مطالعه آب در سطح زمین است. کاربردهای سنجش از دور در هیدرولوژی متعدد هستند. بیشتر فرآیندهای هیدرولوژی، پویا بوده و نیاز به مشاهده و کنترل بصورت متناوب دارند. سنجش از دور یک دید منظره ای از توزیع مکانی فرآیندهای پویای هیدرولوژی ایجاد می کند.تعدادی از کاربردهای سنجش از دور در هیدرولوژی به شرح ذیل می باشد:

- -ارزیابی رطوبت خاک
- -مطالعه پوشش برفی
- تعیین آب معادل ذوب برف
- تهیه نقشه خطر سیلاب
- کنترل و تعیین تغییرات مسیر رودخانه
- شناسایی کیفی رسوبگذاری
- ...

تصاویر سنجش از دور همچنین جهت اندازه گیری و کنترل وسعت مناطق تحت خطر سیلاب استفاده می شود. ورودی داده های سنجش از دور به محیطGIS، محاسبه سریع و ارزیابی سطوح سیلاب و مناطقی که پتانسیل خطر سیلاب دارند را فراهم می سازد. از جمله کاربردهای دیگر سنجش از دور در هیدرولوژی، مطالعات مربوط به پوشش برف و بر آورد آب ذخیره آن می باشد.

همچنین تصاویر ماهواره ای در فصول خشک می تواند برای پی بردن به وجود آبهای زیر سطحی ، مفید واقع شود.

4-2- کاربرد سنجش از دور در کشاورزی:

سنجش از دور یک ابزار مناسب جهت جمع آوری اطلاعات مورد نیاز برای تهیه نقشه محصولات کشاورزی قلمداد می شود. تعدادی از کاربردهای تصاویر ماهواره ای در زمینه کشاورزی به شرح زیر می باشد:

- ارزیابی شرایط محصول
- برآورد میزان محصول
- نقشه خصوصیات خاک
- نقشه مدیریت اراضی
- کنترل آفات و بیماریهای گیاهی
- شناسایی اراضی شور
- شناسایی مناطق مستعد کشت
- تعیین سطح زیر کشت

سجش از دور با ایجاد یک دید کلی می تواند اطلاعات ساختاری در رابطه با آفات و بیماریهای گیاهی را ارائه دهد. انعکاس طیفی از یک منطقه، مرحله رشد و سلامتی گیاهان را منعکس می کند، بنابراین توسط سنجنده های چند طیفی اندازه گیری می شود.

4-3- کاربردهای سنجش از دور در منابع طبیعی:

منابع طبیعی کره زمین، حافظ زندگی انسانها و موجودات زنده دیگر به شمار می رود. یکی از دلایل عمده تکوین علم سنجش از دور، بررسی وضع منابع طبیعی به منظور بهره برداری از آنها برای تغذیه جمعیت فزاینده روی زمین بوده است. بر همین اساس مدیریت صحیح بر منابع طبیعی، این نظر را تامین می کند و در همین خصوص است که تفسیر داده های ماهواره ای می تواند نتایج ویژه ای را فراهم آورد. داده های چند زمانه سنجش از دور به عنوان ابزاری مهم جهت شناسایی ویژگیهای زیست محیطی و بررسی و آنالیز تغییرات در منابع طبیعی محسوب می شود.

تعدادی از کاربردهای سنجش از دور در منابع طبیعی در ذیل ارائه شده است:

- تهیه نقشه پوشش گیاهی
- کنترل جنگلزدایی
- کنترل بیابانزایی
- کنترل و حفاظت از زیستگاههای ساحلی
- آماربرداری از پوشش
- آماربرداری از گونه ها
- کنترل آفات و بیماریهای گیاهی
- ...

4-4- کاربرد سنجش از دور در مطالعه اقیانوسها و خطوط ساحلی:

داده های سنجش از دور می تواند یک دید فضایی برای جمع آوری اطلاعات از سطح اقیانوسها و دریاها، در یک مقیاس منطقه ای تهیه کند. سنجنده ها می توانند اطلاعاتی مانند رسوبات معلق دریاها، مواد ارگانیکی و جریانهای دریایی را ثبت نمایند.

تعدادی از کاربردهای سنجش از دور در مطالعه اقیانوسها و دریاها به شرح زیر است:

- مطالعه حرارت آب
- مطالعه کیفیت آب
- تولیدات اقیانوسها و غلظت فیتوپلانکتونها
- لکه های نفتی
- تهیه نقشه خطوط سواحل و تغییرات ساحلی
- شناسایی مسیر حرکت طوفانها و جریانهای دریایی

منابع:

- علیزاده ربیعی، حسن،(1378)، سنجش از دور(اصول و کاربرد)، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی، تهران.
- زبیری، محمود و دالکی، احمد،(1375)، اصول تفسیر عکسهای هوایی با کاربرد در منابع طبیعی، انتشارات دانشگاه تهران.
- زبیری، محمود و مجد، علیرضا،(1375)، آشنایی با فن سنجش از دور و کاربرد آن در منابع طبیعی، انتشارات دانشگاه تهران.
- طاهر کیا، حسن،(1375)، اصول و کاربرد سنجش از دور، انتشارات دانشگاه تهران.
- علوی پناه، سید کاظم،(1382)، کاربرد سنجش از دور در علوم زمین(علوم خاک)، انتشارات دانشگاه تهران.

- Drury, S.A., (۱۹۸۷) Image interpretation in geology, Allen and Anwin, London.