دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

دانشکده تحصیلات تکمیلی

سمینار برای دریافت درجه کارشناسی ارشد "*M.Sc*"

اکتشاف- مهندسی معدن

عنوان :

بررسی دور سنجی (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در اکتشاف نواحی امید بخش

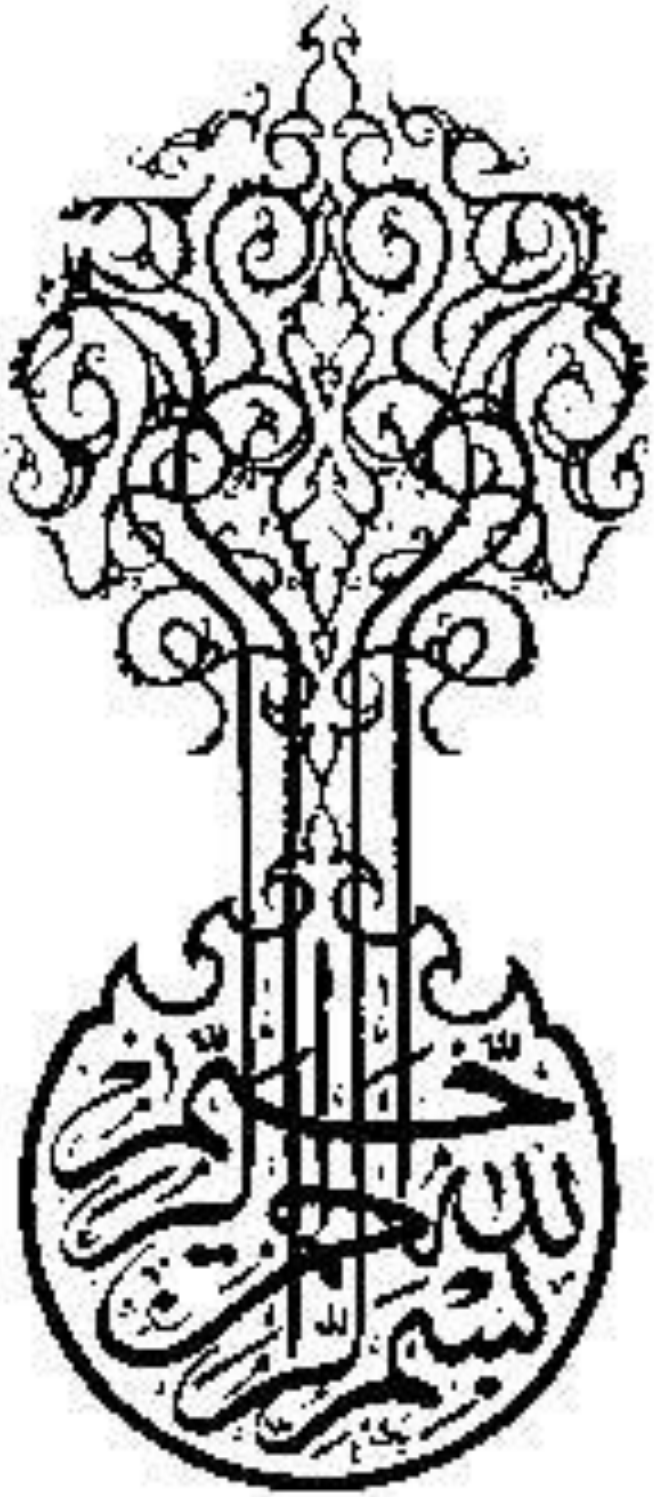
استاد راهنما :

دکتر اسدالله جعفرزاده

نگارش:

سید مسعود هاشمی احمدی

شهریور ۱۳۸۷


بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

دانشکده تحصیلات تکمیلی

سمینار برای دریافت درجه کارشناسی ارشد *"M.Sc"*

مهندسی معدن - اکتشاف

عنوان :

بررسی دور سنجی (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در اکتشاف نواحی امید بخش

نگارش:

سید مسعود هاشمی احمدی

۱-استاد راهنما : دکتراسدالله جعفرزاده

۲-مدیر گروه : دکتر احمد اسدی

تاریخ دفاعیه : ۱۳۸۷/۶/۱۱

فهرست مطالب

عنوان مطالب	شماره صفحه
چکیده	۱
مقدمه	۲
فصل اول : کلیات	۵
۱-۱) هدف	۶
۱-۲)پیشینه تحقیق	۶
۱-۳)روش کار و تحقیق	۷
فصل دوم : سنجش از دور و GIS در اکتشافات مواد معدنی	۸
۲-۱) مقدمه	۹
۲-۲) آمایش	۱۰
۲-۳) نقشه برداری زمین شناختی ناحیه ای ـ سنگ شناسی و ساختار	۱۲
۲-۴) زونهای دگرسانی	۱۴
۲-۵) یک فن تحلیل مولفه های اصلی برای نقشه برداری زونهای دگرسانی	۱۶
۲-۶) فن تبدیل مولفه های اصلی	۱۶
۲-۷) اهمیت تلفیق داده ها	۱۹
فصل سوم : پیش درآمدی بر GIS	۲۱
۳-۱) مقدمه	۲۲
۳-۲) سازماندهی	۲۴
۳-۳) تجسم (به تصویر درآوردن)	۲۵

فهرست مطالب

عنوان مطالب	شماره صفحه
۳-۴) جستجوی فضایی	۲۵
۳-۵) ترکیب (تلفیق)	۲۶
۳-۶) تجزیه و تحلیل	۲۷
۳-۷) پیش بینی	۲۸
۳-۸) GIS و نرم افزار رایانه ای وابسته	۲۹
۳-۹) طراحی و ترسیم به کمک رایانه	۳۰
۳-۱۰) سیستم های پردازش تصویر	۳۱
۳-۱۱) GIS سه بعدی	۳۱
۳-۱۲) سیستم های مدیریت پایگاه داده ها	۳۲
۳-۱۳) سیستم های تهیهٔ نقشه به روش روی میز	۳۲
۳-۱۴) بسته های نرم افزاری تهیهٔ نقشه های سطحی و منحنی های میزان	۳۳
۳-۱۵) برنامه های زمین آمار	۳۳
۳-۱۶) برنامه های مورفولوژی (ریخت شناسی) ریاضی	۳۴
۳-۱۷) نرم افزار دیگر	۳۴
۳-۱۸) GIS مراقب یا ناظر در برابر GIS وابسته به پروژه	۳۴
۳-۱۹) کاربرد زمین شناسی GIS	۳۵
۳-۲۰) تهیه نقشه های پتانسیل معدنی	۳۶
۳-۲۱) مدل مفهومی	۳۷

فهرست مطالب

عنوان مطالب	شماره صفحه
۳-۲۲) توصیف مختصر مطالعه GIS	۳۹
فصل چهارم : به تصویر در آوردن و جستجوی داده های فضایی	۴۸
۴-۱) مقدمه	۴۹
۴-۲) نمایش تصاویر کارتوگرافیک	۵۰
۴-۳) اجزای یک تصویر کارتوگرافیک	۵۱
۴-۳-۱) عناصر گرافیکی متصل به موضوعات (عوارض) فضایی	۵۱
۴-۳-۲) حاشیه نویسی در نقشه کشی	۵۴
۴-۴) تفکیک رنگ ، مقیاس و متافایل ها (فایلهای تغییر یافته)	۵۵
۴-۵) سخت افزار نمایش برای تصاویر رقومی	۵۷
۴-۶) رنگ	۵۹
۴-۷) جداول جستجوی رنگها	۶۴
۴-۸) دستگاههای نسخه چاپی	۶۶
۴-۹) تجسم سطوح (به تصویر درآوردن سطوح)	۶۹
۴-۱۰) نماهای داده هایی که به طور دینامیک به هم متصلند	۷۳
۴-۱۱) جستجوی فضایی	۷۵
۴-۱۲) جستجو با کمک خصوصیت های فضایی	۷۶
۴-۱۳) جستجو به وسیله خصوصیات غیرفضایی	۷۸
فصل پنجم : امواج الکترومغناطیس و رفتار طیفی اجسام و پدیده ها	۷۹

فهرست مطالب

عنوان مطالب	شماره صفحه
۵-۱) مقدمه	۸۰
۵-۲) انرژی و مبانی تابش	۸۰
۵-۳) فعل و انفعالات انرژی در برخورد با پدیده های زمین	۸۲
۵-۴) خاک	۸۳
۵-۵) خصوصیات بازتاب های طیفی خاک	۸۴
۵-۶) رطوبت، بافت و ساختمان خاک	۸۵
۵-۷) کانی های خاک	۸۷
۵-۸) بازتاب های طیفی کانی های غیر رسی	۸۹
۵-۹) ماده آلی	۹۰
۵-۱۰) املاح خاک	۹۱
۵-۱۱) پوشش گیاهی	۹۶
۵-۱۲) گیاهان مسن	۹۸
۵-۱۳) گیاهان متاثر از شوری	۹۹
۵-۱۴) گیاهان خشک	۱۰۱
۵-۱۵) گیاهان تحت تاثیر کمبود عناصر غذایی	۱۰۴
۵-۱۶) کمبود ازت	۱۰۵
۵-۱۷) علائم کمبود فسفر	۱۰۵
۵-۱۸) تغییرات فصلی کلروفیل گیاهان	۱۰۶

فهرست مطالب

عنوان مطالب	شماره صفحه
۵-۱۹) آب	۱۰۸
۵-۲۰) مقدمه ای بر فرایند پردازش رقومی تصویر	۱۱۲
فصل ششم : کاربرد داده های ماهواره ای	۱۱۵
۶-۱) مقدمه	۱۱۶
۶-۲) کشاورزی و منابع طبیعی	۱۱۶
۶-۳) آب	۱۱۷
۶-۴) زمین شناسی	۱۱۸
۶-۵) ژئوبوتانی	۱۱۸
۶-۶) ژئومرفولوژی	۱۱۹
۶-۷) بیابانزایی	۱۲۰
۶-۸) مدیریت بلایای طبیعی	۱۲۰
۶-۹) تخمین دمای سطحی بیابان لوت	۱۲۱
۶-۱۰) رودخانه ها و مناطق مرطوب	۱۲۲
۶-۱۱) رخساره ها	۱۲۳
۶-۱۲) تخمین حرارت سطحی	۱۲۳
فصل هفتم : تلفیق سنجش از دور و فنون دیگر	۱۲۴
۷-۱) مقدمه	۱۲۵
۷-۲) تلفیق سنجش از دور و GIS	۱۲۵

فهرست مطالب

عنوان مطالب	شماره صفحه
۷-۳) مفاهیم کلی GIS	۱۲۷
۷-۴) کدبندی داده ها	۱۲۷
۷-۵) تلفیق GIS ، جهان مجازی واینترنت	۱۳۰
۷-۶) سیستم تعیین موقعیت جهانی	۱۳۰
۷-۷) کاربردهای زمین آمار در سنجش از دور	۱۳۱
۷-۸) مفهوم واریوگرام	۱۳۱
۷-۹) معیارهای تغییرات مکانی (MSV)	۱۳۲
۷-۱۰) انتخاب متغیر برای ارزیابی وکاربرد معیارهای زمین آمار	۱۳۳
۷-۱۱) معیارهای تغییرپذیری مکانی	۱۳۴
۷-۱۲) زمین آمار برای رفع مشکل ابر در تصاویر ماهواره ای	۱۳۵
۷-۱۳) کاربرد زمین آمار در تخمین ماده آلی خاک	۱۳۹
۷-۱۴) انتخاب مناطق مناسب برای اکتشاف مس پورفیری	۱۴۱
نتیجه‌گیری	۱۴۴
پیشنهادات	۱۴۴
منابع و ماخذ	۱۴۵
فهرست منابع فارسی	۱۴۵
فهرست منابع لاتین	۱۴۶
چکیده انگلیسی	۱۴۷

فهرست جدول ها

عنوان	شماره صفحه
۲-۱: مقیاس های مناسب تهیه نقشه با استفاده از تصاویر ماهواره ای	۲۰
۴-۱: سه جدول جستجوی جداگانه برای رنگ های قرمز، سبزو آب	۶۶
۴-۲: ترکیب های مخلوط های دوتایی از سه رنگ تفریقی صورتی، آبی زنگاری	۶۸
۶-۱: چندکاربرد مهم داده های ماهواره ای	۱۱۷

فهرست شکل ها

عنوان	شماره صفحه
۲-۱: تصویر تک رنگ دگرسانی منطقه	۱۸
۳-۱: GIS و سایر سیستم های نرم افزاری وابسته	۳۰
۳-۲: تهیه نقشه پتانسیل معدنی به کمک GIS	۳۹
۳-۳: نمودار جریانی مطالعه پتانسیل معدنی در سه مرحله	۴۰
۳-۴: زمین شناسی ساده شده ناحیه دریاچه های مورگان ، چیزل ، اندرسن	۴۱
۳-۵: نقشه ای نشان دهنده گستره مناطق دگرسانی	۴۲
۳-۶: نقشه های ژئوشیمیایی براساس غلظت عناصر در نمونه های رسوبات دریاچه	۴۳
۳-۷: نقشه های ژئوفیزیکی به دست آمده از نقشه برداری مغناطیسی هوایی	۴۴
۳-۸: نقشه هایی نشان دهنده مراحل پردازش برای برخی داده های زمین	۴۵
۳-۹: نقشه های سه عامل از پنج عامل حد واسط ایجاد شده	۴۶
۳-۱۰: نقشه نشان دهنده مطلوبیت برای انباشته های سولفید توده ای	۴۷
۴-۱: نقشه زمین شناسی با سکانس رنگی غیر پیوسته	۵۳
۴-۲: مثال هایی از برخی عناصر گرافیکی	۵۶
۴-۳: مقایسه زوم سخت افزار با زوم نرم افزار	۵۸
۴-۴: نمونه داری برای نشان دادن یک راه اندازی معمول و رایج سخت افزار	۵۹
۴-۵: مکعب رنگ نشان دهنده رنگ های افزوده یا اصلی (RGB) و رنگ های فرعی یا تفریحی	۶۰
۴-۶: حساسیت چشم نسبت به طول موج های قرمز، سبز و آبی	۶۱
۴-۷: هگزون شدت، رنگ و اشباع (IHS) و رابطه اش با مکعب رنگ	۶۱

فهرست شکل ها

عنوان	شماره صفحه
۴-۸: تصویر IHS از مجموعه کلدول، نفوذی کربناتیت	۶۲
۴-۹: جستجوی سیاه و سفید (جدول رنگها)	۶۵
۴-۱۰: جدول جستجوی رنگ	۶۵
۴-۱۱: یک آرایه (۴×۴) نشان دهنده اعداد ۱ تا ۱۶	۶۹
۴-۱۲: مثالی از سلولهای دیتر برای رنگ های اصلی	۷۰
۴-۱۳: استفاده از سایه زنی ارتفاعات برای یک تصویر مغناطیسی هوایی	۷۱
۴-۱۴: ترکیب بصری نقشه زمین شناسی با مدل ارتفاعی رقومی (DEM)	۷۲
۴-۱۵: چهار منظره متصل شده به هم از لحاظ دینامیکی از داده های ژئوشیمیایی	۷۵
۴-۱۶: B قسمتی از نقشه شکل A در مقیاس بزرگ	۷۶
۴-۱۷: جستجوی فضایی تعاملی (متقابل)	۷۷
۵-۱: چند محدوده طیفی معمول در سنجش از دور	۸۱
۵-۲: موج الکترومغناطیسی ، مولفه های امواج الکترومغناطیسی سینوسی (E) و یک موج مشابه (M)	۸۱
۵-۳: طیف الکترومعناطیس	۸۲
۵-۴: منحنی های بازتاب طیفی خاک، گیاه و آب	۸۴
۵-۵: منحنی بازتاب طیفی انواع خاک لخت با رطوبت های گوناگون	۸۶
۵-۶: بازتاب طیفی پنج نوع خاک معدنی	۸۷
۵-۸: اثر دما روی a) اپسومیت ، b) هگزاهیدریت	۸۸
۵-۹: بازتاب طیفی چند کانی خاک	۸۹

فهرست شکل ها

عنوان	شماره صفحه
۵-۱۰: منحنی های بازتاب طیفی ماده آلی مستخرج از آلفی سل و هومیک اسید	۹۰
۵-۱۱: منحنی های بازتاب طیفی سه خاک آلی با مراحل مختلف تجزیه	۹۱
۵-۱۲: بازتاب های طیفی گچ، نمک طعام و کارنالیت	۹۲
۵-۱۳: بازتاب طیفی دو نوع خاک شور	۹۳
۵-۱۴: بازتاب های طیفی کلرورهای سدیم و منیزیم با مخلوطی از سیلیکات ها	۹۴
۵-۱۵: بازتاب های طیفی خاک های شور و غیر شور	۹۵
۵-۱۶: شش نوع شرایط سطح خاک های خیلی شور ایران موثر بر میزان بازتاب	۹۶
۵-۱۷: منحنی بازتاب طیفی پوشش گیاهی سالم	۹۸
۵-۱۸: بازتاب طیفی پنبه تحت شرایط محلول های غذایی	۹۹
۵-۱۹: مشخصات طیفی گونه خارشتر الحاجی سود و الحاجی	۱۰۰
۵-۲۰: مشخصات طیفی گونه خارشتر الحاجی و سیادسی فولیا	۱۰۰
۵-۲۱: بازتاب طیفی پنبه، پنبه مرطوب و لیگنین بازتاب های طیفی	۱۰۱
۵-۲۲: بازتاب طیفی مواد خشک گیاه	۱۰۲
۵-۲۳: بازتاب طیفی مواد خشک گیاه کاج	۱۰۳
۵-۲۴: مقایسه بازتاب طیفی پوشش گیاهی دارای قابلیت فتوسنتز	۱۰۳
۵-۲۵: بازتاب های طیفی برگ های فلفل سالم و برگ های دچار کمبود	۱۰۴
۵-۲۶: بازتاب طیفی برگ های رو به سایه بلوط در ماه های آوریل ، می ، جولای	۱۰۶
۵-۲۷: بازتاب طیفی برگ های رو به سایه بلوط در ماه های آوریل ، می ، جولای	۱۰۷

فهرست شکل ها

عنوان	شماره صفحه
۵-۲۸: تغییرات بازتاب با طول موج برای میزان مختلف شوری	۱۰۸
۵-۲۹: تغییرات بازتاب طیفی برای غلظت های مختلف مواد معلق	۱۱۰
۵-۳۰: تغییرات بازتاب طیفی برای خاک های مختلف	۱۱۰
۵-۳۱: اثر غلظت رسوب وشوری آب دریاچه ارومیه	۱۱۱
۶-۱: مقایسه PC_1, PC_2 , PC_3 , PC_4	۱۱۲
۶-۲: نقشه های حرارتی با احتساب توان تشعشعی ۱ و ۰/۹۲	۱۲۲
۷-۱: مراحل کلی تحقیقات سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی در جهان واقعی	۱۲۳
۷-۲ : مولفه های سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی	۱۲۶
۷-۳: کد گذاری پدیده های نقطه ای ، خطی و پلی گن با استفاده از روش رقومی	۱۲۷
۷-۴: اصول روی هم گذاری نقشه های رستری	۱۲۸
۷-۵ : تلفیق GIS , VR و اینترنت	۱۳۰
۷-۶: واریوگرام های مستقیم تجربی در مناطق آموزشی	۱۳۵
۷-۷: نمودار هفت روش رفع مشکل ابر	۱۳۹

چکیده

در عمق تاریخ فردی را تصور کنید که در یک کارگاه فلز کاری کار می کرده است. از دید او ، آن کارگاه و در مقیاس بزرگتر آن شهر، خود دنیایی محسوب می شده و به نظر او طبیعت بی کران می نمود در حالی که سفر یک ماهه او امروزه، در نیم ساعت توسط هواپیما می پیماییم و ماهواره ها در دوران ما هر روز بارها کره زمین را دور می زنند.انسان فرهیخته امروز زمین را محدود می بیند و به چشم او مانند آن مرد باستانی زمین بی کرانه و بینهایت نیست. و امروز می دانیم که زمین و منابع آن محدود است و هر روز به شناخت بیشتر ابعاد و منابع آن نزدیکتر می شویم و نخستین گام برای مدیریت استفاده انسان از این منابع نقشه برداری و پویش و بررسی تصویری زمین است و برای این منظور دست اندرکاران به عکسهای هوایی و پس از آن به تصویرهای حاصل از سنجنده های نصب شده بر روی هواپیماها و ماهواره ها رو آورند.نقشه های گوناگون از تصاویر ماهواره ایی حاصل گردید و نیاز به همپوشانی و تلفیق آنها با سایر نقشه های بدست آمده از علوم ژئوشیمی و ژئوفیزیک و سایر علوم زمین شناسی جهت شناسایی محل های مناسب جهت اکتشافات معدنی و تعیین مناطق امیدبخش معدنی احساس گردید که توسط سیستم های اطلاعات جغرافیایی و تصاویر به دانش روز حاصل از سنجش از دور با سایر نقشه ها این امر ممکن و میسر شد.در متن حاضر سعی شده که ابتدا سیستم های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور معرفی و سپس کاربرد آنها در تعیین مناطق امید بخش و پتانسیل دار معدنی مورد بررسی قرار گیرد.

مقدمه

سیستم اطلاعات جغرافیایی و تصاویر پردازش شده ماهواره ایی به طور فزاینده به شکل وسیله ای متعارف و معمول درسازماندهی داخل هردو بخش خصوصی ودولتی درآمده است. کاهش قیمت وهزینه راه اندازی سیستم های اطلاعات جغرافیایی وافزایش قابلیت و توانمندی وسهولت استفاده از این سیستم ها برای کاربران، همه در بالا رفتن نرخ پذیرش واستفاده همگانی از GIS , RS درسال های اخیر موثر بوده اند. معهذا ، بیشتر مدیران مسئول اجرای یک سیستم موثر وکارا برای شرکت یا اداره سازمان خود با دو مسئله روبه رو هستند. اولین مسئله تسلط کامل برخود فن آوری GIS , RS معرفی واستفاده موثر وبهینه وتوجیه چگونگی مدیریت اطلاعات جغرافیایی می باشد.

درباره متون موجود به GIS , RS تا به امروز باید گفت که بیشتر این نوشته ها تقریباً بطورکلی توجه خود را معطوف تشریح و آموزش فن آوری GIS , RS کرده اند. این رهیافت تعجب انگیر نیست، چراکه فن آوری GIS , RS هنوز جوان است وحتماً بسیار مهم است که پیکره ای کلی از دانش واطلاعات درباره فن آروی GIS , RS پدید آورده شود و بین محققین وکاربران این سیستم ها معمول گردد. ازآن گذشته ، باید دانست که بدون این تلاش ، احتیاج یانیازی به اطلاعات درباره مدیریت سیستم های اطلاعات جغرافیایی وجود نخواهد داشت. ماحصل این رهیافت فنی واولیه درمورد سیستم های اطلاعات جغرافیایی ، آن چنانکه از کارهای نویسندگانی چون رابرت آنگینبرگ (Robert Aangeenbrug) درسال ۱۹۹۱ وراجر تاملینسون (Roger Tomlinson) درسال ۱۹۸۵ ومایکل گودچایلد(Micheal Goodchild) در سال ۱۹۹۱ و ویلیام هاکسهولد (Willliam Huxhold) درسال ۱۹۹۱ ودیگران بر می آید، چندین متن مهم بوده است.

اکنون که سال ها از به کارگیری سیستم های اطلاعات جغرافیایی می گذرد، تحقیق درمورد چگونگی بهره وری وبطور کلی رضایت متصور کاربران ازاین سیستم ها ومسائلی که این سیستم ها وفن آوری مربوطه را احاطه کرده است، امری بدیهی بنظر می رسد. به رغم اینکه بسیاری از کاربران سیستم که با موفقیت از آنها سود جسته اند و ازکاربردهای عملی آنها استفاده های عظیم وشایان کرده اند، دسته دیگری از کاربران GIS , RS چندان واکنش پرجوش وخروشی از به کارگیری سیستم های GIS , RS از خود نشان نداده اند و در پاسخ به این سوال که تا چه اندازه از GIS , RS خود راضی هستند، درارزیابی از سیستم های موجود گفته اند: " هیچکس وقتی را صرف یادگیری کار با GIS , RS نمی کند" "چون سیستم دربخش ماست ، دیگر بخش ها در استفاده از آن خودداری می کنند" یا "هیچ انگیزه ای برای راه انداختن وبه کارگیری سیستم وجود ندارد وسیستم همچنان بلااستفاده مانده است" یا "مسئولین امر هرگز اطلاعاتی را که ما می توانیم در اختیارشان بگذاریم از ما نخواسته اند، بنابراین ما هم به ندرت از سیستم استفاده می کنیم".

اگر این فن آوری مفید است، پس مسئله چیست؟ چرا غالباً ایجاد انگیزه و تعهد لازم برای نصب وبهره گیری موفقیت آمیز از GIS , RS مشکل است؟ پاسخ های یاد شده فوق تنها دربرگیرنده

قسمتی ازمسائل ودشواری ها وموانع موجود برسرراه پذیرش بدعت نوین است و در واقع اشاره دارد به مشکل "اراده" و"مهارت" لازم برای مدیریت موثرRS , GIS . اولا اراده لازم برای مدیریت موثر GIS RS ,به این معناست که برای جستجو درزمینه های به کارگیری مناسب این سیستم ها انگیزه وجود داشته باشد، به علاوه آنکه برای ترغیب دیگران به استفاده ازاین بدعت نوین اقداماتی صورت گیرد. درحقیقت باید مانند یک پشتیبان ومدافع برای این سیستم ها در داخل سازمان انجام وظیفه کرد. هم پژوهش وهم تجربه شخصی ، هردو نمایانگر این حقیقت اند که درصورت وجود اراده محکم برای سرمایه گذاری دریک سیستم اطلاعات وجستجو برای کاربردهای عملی آن بطور فراگیر، استفاده وبه کارگیری مثبت آن سیستم در کل سازمان ممکن وعملی می شود .

علاوه بر داشتن اراده برای استفاده از GIS , RS درعملیات سازمانی ، بسیاری از فن آوری های جدید به سبب فقدان مهارت های لازم مدیریت با شکست مواجه گردیده است. مدیران ارشد غالباً از اداره یک فن آوری جدید، به علل زیاد عاجزند. این مسئله مبانی یک تز اصلی ومرکزی برای این کتاب را مشخص می سازد بدین صورت که موفقیت یا شکست فن آوری های جدید مانند فن آوری سیستم های اطلاعات جغرافیایی، غالباً بطور مستقیم به موفقیت یا شکست نحوه مدیریت آن فن آوری یا بدعت نوین درسازمان مربوط بستگی دارد.

باور این است که مدیریت موفقیت آمیز یک GIS , RS به چیزی بیش از یک دانش وآگاهی عمیق درزمینه فن آوری GIS , RS نیاز دارد. وجود مهارت های لازم در مدیر این سیستم ، وتوانایی وی در تحلیل فضایی، نهایتاً برای استفاده مناسب، موثر و با کارایی بالا از اطلاعات جغرافیایی بسیار مهم است. همچنین برای موفقیت یک GIS , RS ، درک یک رشته تحولات در پویایی امرو رفتاری وسازمانی ، کاملاً ضروری است تا مشخص شود که آیا از یک سیستم GIS , RS به نحو مطلوب استفاده خواهد شد یا خیر. به عبارت دیگر باور این است که تلاش برای تقویت بازدهی سازمانی از طریق معرفی و ارائه GIS , RS به همان اندازه که چالشی فنی است، یک چالش مدیریتی نیز می باشد.

تسلط فنی برGIS مدیون مجموعه ای است که دایم التزاید پژوهشی ومتونی که تداوم این تسلط را آسان تر خواهد ساخت. با افزایش مهارت های فنی بسیاری از مدیران یا تیم های GIS مشاهده می شود که نقطه متمرکز اهمیت دادن وعلاقه آنها به مجموعه ای پیوسته ومسلسل مدیریتی معطوف می گردد وباید به آنها توجه شود، از آنجا که این مسائل مدیریتی (مانند نصب و بهره گیری صحیح وموفقیت آمیز سیستم ها وهماهنگ نمودن فعالیت ها در همه بخش ها) همیشه وجود داشته ، درک این مطلب آسان می شود که چرا که دریک حرکت سریع وشتابان سازمانی برای بهره گیری از سیستم های جدید همواره یک واکنش کند وجود دارد. لذا زمان عطف توجه به این مسائل فرا رسیده است.

پژوهش در زمینه های متنوع وگوناگونی چون مطالعه در زمینه معرفی تولید جدید، مدیریت پروژه ونصب وتکمیل وبه کارگیری سیستم های اطلاعاتی مدیریت (MIS) مبین این است که مهارت

مدیریتی به عنوان پایه ای برای موفقیت GIS تا چه اندازه مهم است. برای نشان دادن وشرح مطلب می توان به یک مورد مطالعه بررسی (Fisher) برای تعیین مهمترین فاکتورهای دخیل در موفقیت پروژه ها طراحی کرده بودند. نتیجه حاصل نشان داد که در بین عوامل متعدد سهیم درموفقیت پروژه ، مهمترین آنها عبارتند از : مهارت فنی درمورد عناصر واجزای تشکیل دهنده پروژه و نیز عوامل رفتاری ومدیریتی مانند نحوه رهبری، انگیزه، برقراری روابط موثر با دیگر اعضای پروژه وایجاد تیم کاری.
تحقیقات انجام شده نمایانگر این واقعیت بود که عوامل رفتاری خیلی بیشتر از جزئیات فنی پروژه درموفقیت پروژه سهم دارند. این یافته ها درمطالعات دیگری که در زمینه اجرای فن آوری های جدید سیستم های اطلاعات انجام گرفته به کرات خود را نشان داده اند. همچنین در تقویت وتاکید اهیمیت درک نقش مدیریت وپویایی سازمانی لازم برای راه اندازی وتسهیل پذیرش سیستم واستفاده موثر ازآن ، این یافته ها دخیل بوده اند.

دراین فصل ، برای بحثی که تا پایان این کتاب ادامه خواهد داشت پایه ای بنیادی بنا خواهد شد و به بسیاری از مباحث مدیریتی پرداخته خواهد شد که درمقابل هر سازمانی ، که بخواهد به حداکثر استفاده از سیتسم اطلاعات جغرافیایی GIS دست یابد، وجود دارد. این بحث با تعریف وتشریح سیستم های اطلاعات جغرافیایی شروع وسپس در فصول بعدی به برخی موضوعات با جزئیات بیشتر پرداخته خواهد شد.

فصل اول

کلیــات

فصل اول : کلیات

۱-۱) هدف

هدف نهایی GIS پشتیبانی برای تصمیم گیری پایه گذاری شده بر داده های فضایی، مانند آنچه که در چند مثال زمین شناسی نشان داده شده ، می باشد. مدیر اکتشاف می تواند به منظور مونتاژ کردن داده ها به شکل نقشه پتانسیل معدنی برای تصمیم گیری اولویت های اکتشاف در آینده از GIS استفاده کند. زمین شناس معدنی می تواند اثرات زهکشی معدن کاری اسید را با GIS ، به منظور انتخاب نوع راه حلی که مقرون به صرفه است، ارزیابی کند زمین شناس مهندسی می تواند شرایط پایداری شیب ها را با GIS برای انتخاب بهترین مسیر یک جاده جدید ارزیابی کند . گاهی اوقات هدف از استفاده GIS پشتیبانی یک تحقیق عمومی (کلی) است . برای مثال، یک ژئوشیمیست می تواند از GIS به منظور بررسی همبستگی فضایی میان پراکندگی سلنیوم در آبهای سطحی و پراکندگی های نوع (جنس) سنگ های محلی ، pH آب و پوشش گیاهی محل استفاده کند ، یا ژئوفیزیست می تواند GIS را برای مطالعه عوامل فضایی وابسته به زمین لرزه ها به کار گیرد . البته ، GIS برای جمع آوری ، نگهداری واستفاده از داده های فضایی در نقش مدیریت پایگاه داده ها و نیز برای تهیه محصولات کارتوگرافیک استاندارد شده و سفارشی بی ارزش است . کاربرد GIS اپن اهداف عمده رااز راه یک یا چند فعالیت زیر با داده های فضایی بایگانی می کند : سازماندهی ، تجسم (به تصویر درآوردن) جستجو، ترکیب، تجزیه و تحلیل و پیش بینی.

۱-۲) پیشینه تحقیق

در ایران فعالیت اصلی سنجش از دور از سال ۱۳۵۱ با راه اندازی اولین ایستگاه گیرنده زمینی در ماهدشت کرج شروع شد و اکنون با گذشت حدود ۳۶ سال، شاهد پیشرفت هایی در زمینه کاربرد این فناوری هستیم. علیرغم پیشرفت نسبی فناوری سنجش از دور ایران، باید اذعان کرد که پیشرفت های این فناوری در ایران در مقایسه با برخی از کشورها کم می باشد. ولی امید است این خلأ موجود به همت والای اندیشمندان و محققن بزودی پر شود. بدیهی است پیشرفت های فوق العاده و سریع فناوری سنجش از دور، راهگشای صرفه جویی در وقت ، کاهش هزینه و انجام مطالعات در مناطق مختلف، بویژه مناطق صعب العبور را فراهم آورده است. تا کنون کاربردهای بسیار متعددی برای داده های سنجش از دور ارائه شده است و با مروری بر مجلات علمی و پژوهشی مرتبط با این موضوع، شاهد روش ها و کارایی های جدید این داده ها می باشیم. اما به دلیل آنکه هنوز فواید و اثرات این فناوری کاملاً شناخته شده نیست، یا اینکه گاهی استفاده بهینه از آنها به عمل نیامده، از این رو لازمه موفقیت چشمگیر در این زمینه آن است که علم و فناوری سنجش را به درستی معرفی نموده و گرایش ها و کارایی آن را ترویج نموده تا معیارهای تفسیر، تجزیه، تحلیل و ارزیابی و فراوری های این فناوری بیان شود.

۱-۳) روش کار و تحقیق

در متن حاضر ابتدا به معرفی و کاربردهای سنجش از دور و سیستم های اطلاعات جغرافیایی پرداخته شده و در مرحله بعد کاربرد آنها در انتخاب نواحی امید بخش و اکتشافات معدنی توضیح داده شده است. در ادامه سعی شده تا روش های مختلف مورد کاربرد در اکتشافات بررسی و شرح داده شوند.

فصل دوم

سنجش از دور و GIS در اکتشافات مواد معدنی

فصل دوم : سنجش از دور و GIS در اکتشاف مواد معدنی

۲-۱) مقدمه

سنجش از دور پاسخ دعای مکتشف نیست. این فناوری «جعبه سیاه» جادویی نیست که نقشه ای تهیه کند که در آن یک پیکان با برچسب «اینجا را حفر کنید» وجود داشته باشد. فناوری سنجش از دور مانند فناوریهای به نسبت جدید زمین فیزیک و زمین شیمی، می تواند برای مکتشف کمک بزرگی در راه پیوسته مشکلتر شونده یافتن توده های معدنی جدید باشد. اما این فناوری به ندرت می تواند به تنهایی و به طور مستقل این کار را انجام دهد. در نخستین روزهای کاربرد به ندرت می تواند به تنهایی و به طور مستقل این کار را انجام دهد. در نخستین روزهای کاربرد زمین فیزیک، به ویژه سیستمهای الکترومغناطیس هوا برد، توده های معدنی جدید زیادی با اندکی کمک از دیگر فناوریها کشف شد. مناطق زمین شناسی امید بخش که اغلب در نواحی معدنی شناخته شده قرار داشتند شده قرار داشتند را نهشته های یخچالی عمیق پوشانده بود، و فناوریهای اکتشافی مرسوم را غیر موثر می کرد. الکترومغناطیس هوا برد می توانست ذخایر معدنی زیر این پوشش را مکان یابی کند، و بدین ترتیب کشفهای بزرگی انجام گرفت. دیری نپایید که بیشتر ذخایر آشکارتر کشف شدند، و در حال حاضر نیز سیستمهای زمین فیزیکی حساس همراه با گستره کاملی از سایر فناوریها برای اکتشاف ذخایر عمیق دارای نشانه های راهنمای کمتر، به کار گرفته می شوند. این موضوع درباره زمین شیمی نیز صادق است. در برخی محیطهای مناسب خاص، زمین شیمی به تنهایی ذخایر معدنی را مکان یابی کرده است، اما در بیشتر نواحی به خوبی کشف شده، که ذخایر باقیمانده آنها بر حسب تعریف کاملاً پوشیده هستند، زمین شیمی فقط یک ابزار در میان بسیاری ابزارهای دیگر است. در برخی نقاط دنیا به ویژه مناطق خشک با پستی و بلندی قابل توجه، سنجش از دور می تواند به تنهایی زونهای دگرسانی اطراف انواع خاصی از ذخایر معدنی را شناسایی کند. این توانایی با اکتشاف برخی معادن مورد تایید قرار گرفته است. با این وجود کشف بیشتر ذخایر معدنی مستلزم دقت بیشتری بوده و محیط های کمی در دنیای واقعی وجود دارد که به سادگی محیطهایی باشد که در آزمایش سیستمهای جدید به کار می روند. بنابراین، سنجش از دور باید هوشیارانه مورد استفاده قرار گیرد، و به گونه ای متناسب با هدف دلخواه و با محیط زمین شناختی، اقلیمی و توپوگرافی و نیز به عنوان ابزاری قوی در میان دیگر ابزارهای زمین شناسی اکتشافی به کار رود. حوزه های اصلی کاربرد سنجش از دور در آمایش، نقشه برداری ساختاری و سنگ شناسی، و مکان یابی زونهای دگرسانی است. تصویر روبشگر هوابرد نیز می تواند در نقشه برداری دقیق مواد معدنی محتمل به کار می رود. در تمام سطوح برنامه اکتشاف معدنی، سنجش از دور هنگامی که همراه با دیگر منابع اطلاعاتی مرسوم تر، از نقشه های توپوگرافی و زمین شناختی گرفته، تا اطلاعات تولید تا داده های زمین فیزیکی و زمین شیمیایی مورد استفاده قرار بگیرد، سودمندتر است.

۲-۲) آمایش

استفاده از سنجش از دور برای کمک به کارهای آمایش، چنان گسترده شده است که بسیاری کاربران حتی نمی دانند که در حال به کارگیری تصویر ماهواره ای هستند. تصویرهای ترکیب رنگی کاذب، از اواسط دهه ۱۹۷۰ به طور منظم به عنوان یک نقشه خام، اما بهنگام برای نواحی دور مورد استفاده قرار گرفته است و اگر چه در حال حاضر محصولات پیچیده تر به دست آمده از لندست TM یا اسپات به جای MSS که به صورت سیستمهای تصویر استاندارد تصحیح هندسی شده و حتی گاهی نام مکانها و خطوط شبکه جغرافیایی نیز بر روی آنها نوشته شده است، کاربرد نسبتاً عمومی دارد، اما هنوز هم تصویر عکاسی تصحیح نشده ساده، شناخته شده ترین کمک سنجش از دور برای زمین شناسان صحرایی و زمین فیزیکدانان است.

یافتن دلیل پذیرش اولیه و کاربرد گسترده تصویرهای ماهواره ای به عنوان کمکی به کارهای آمایش در اکتشاف، آسان است. بیشتر اکتشافهای معدنی در نواحی دور افتاده جهان که اغلب به طور ضعیفی نقشه برداری شده اند، انجام می شود و بنابراین برای طراحی هر برنامه اکتشافی، نقشه پایه الزامی است. حتی جاهایی که نقشه های خوبی وجود دارد، سرعت تغییر در این نواحی دور طی بیست سال گذشته چنان بوده است که به سرعت قدیمی می شوند. حتی اگر رودخانه ها مسیر گذر خود را نگه داشته رشته کوهها در جای خود باقی بمانند، الگوهای اسکان و ارتباطات به سرعت زیاد تغییر می کند. آنچه در نقشه های تهیه شده در دهه ۱۹۶۰ به صورت جنگلهای گرمسیری دست نخورده ظاهر شده، ممکن است در حال حاضر چشم انداز مزارع روستایی باشد. مشکلات آمایشی نقل و انتقال انسان و تجهیزات به جنگل و مشکلات کاری در جنگل، توسط مشکلات تبادل نظر با صدها تن ملاکین درباره حقوق دسترسی به جنگل جایگزین شده است. نواحی بیابانی بدون اسکان دائم بشر یا منابع آب سطحی، ممکن است به مزارع آبیاری تبدیل شده و مشکلات تامین آب و راههای دسترسی برای کارهای صحرایی را مرتفع کرده باشد، اما در واقع دشواریهای انجام کار را به مقدار زیادی افزایش داده است. موسسه های دولتی، اغلب ممکن است اطلاعات ناچیزی درباره این تغییرات داشته یا حتی مایل به گفتگو درباره آنها با خارجیان نباشند. نیاز به اطلاعات درست و به هنگام درباره راههای دسترسی و انواع پوشش زمین را اغلب فقط می توان توسط ماهواره سنجش از دور برآورد کرد که مشاهدات آن به مرزهای محلی یا ملی محدود نبوده و تصویر آن می تواند اطلاعات شبه نقشه ای کمی را فراهم کند.

با وجود این، کاربر نباید دچار اشتباه شود که فکر کند تصویرهای ماهواره ای چیزی شبیه به نقشه هستند. نقشه های توپوگرافی نتیجه تفسیر و سنتزگستره ای از مشاهدات مختلف زمینی و در بسیاری موارد عکسهای هوایی می باشند.

تصویر ماهواره ای، حتی نوع پردازش شده و ترکیب رنگی کاذب تصحیح شده، شامل داده ها یا مشاهدات خام بدون تفسیر یا سنتز است. این تصویر اغلب، می تواند سیماهایی که بر روی نقشه ظاهر نشده اند را نشان دهد، زیرا این سیماها برای مشاهده گر زمینی به آسانی قابل دیدن نیستند چرا که

وی نمی تواند اشیا را در طول موجهای فرو سرخ ببیند، و یا به این دلیل است که سیماها در جایی قرار دارند که به سادگی قابل دسترس نیستند، به ویژه پیش از آنکه استفاده از هلی کوپتر در طرحهای نقشه برداری به صورت امری عادی درآید. در برخی موارد، نقشه ممکن است به دلیل سانسور عمدی تهیه کننده نقشه ، سیماهای مهم موجود بر تصویر ماهواره ای را نداشته باشد. تصویر ماهواره ای، در اصل منبع اطلاعات خام درباره سطح زمین است. تفسیر و سنتز می تواند به صورت انفرادی توسط کاربر و احتمالاً همراه با قرار دادن نام مکانها و شبکه جغرافیای بر آن انجام شود یا اینکه از تصویر می توان به عنوان پایه ای برای نقشه تفسیری استفاده کرد. اینکه کدام رهیافت پذیرفته شود، به هزینه و نیز نوع کاربرد اطلاعات بستگی دارد.

یک بررسی شناسایی مقدماتی از ناحیه ای ناشناخته ، بعید است بیش از یک تصویر ترکیب رنگی کاذب استاندارد خریداری شده یک توزیع کننده را توجیه کند، از این تصویر می توان به عنوان منبع اطلاعات پایه منطقه و به عنوان اساس طراحی مرحله اولیه کار صحرایی استفاده کرد. کارهای گسترده تر صحرایی، به طور معمول ، تولید چند نسخه از تصویر که به گونه خاصی می تواند سیماهایی را که برای طرح اهمیت خاصی دارند، بارز کند و در این مرحله، تصحیح هندسی اغلب مطلوب می باشد. اگر سازمان به قدر کافی بزرگ و مدت کاربرد احتمالی تصویر به میزان کافی دراز می باشد، حتی ممکن است تولید نقشه های تصویر رنگی چاپ شده، اقتصادی باشد، چرا که هزینه واحد این کار، بسیار کمتر از محصولات عکسی است که در این صورت دست کم بیش از ۵۰۰ عدد از آن مورد نیاز خواهد بود.

اداره کل منابع معدنی عربستان سعودی، از محصولات شبه نقشه ماهواره ای، در نقشه برداری و برنامه های اکتشافی استفاده های بسیار گسترده ای می کند. در ابتدا، موزاییکهایی از تصویر تک باند (تک رنگی) MSS لندست که به طور چشمی پردازش شده، در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ تولید شد، که مقایس اول برای ناوبری هواپیما در بیابان و مقیاس دوم به عنوان پایه نقشه برداری با هدف پشت اطلاعات زمین شناختی مقدماتی در نظر گرفته شد. ضرورت اصلی انجام این کار این بود که هیچ گونه نقشه توپوگرافی برای بیشتر قلمرو پادشاهی وجود نداشت و حتی هنگامی که نقشه های دقیق توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ تهیه شد، ملاحظات امنیتی اجازه استفاده عادی را به زمین شناسان یا خلبانان خارجی نمی داد. محصولات اولیه لندست با یک سری نقشه های تصویری رنگی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ دنبال شد که آنها نیز بر پایه تصویر MSS بودند. این تصویر ها به شکل رقمی پردازش و تصحیح هندسی شده و نام مکانها و شبکه جغرافیایی نیز بر روی آنها قرار داده شده بود. این تصویرها تا ۱۹۸۴ به طور عادی به ویژه برای ناوبری هلی کوپتر مورد استفاده بوده است و بیشتر خلبانان آنها را بر نقشه های مرسوم بسیار ترجیح می دهند، زیرا نقشه های تصویری ، نسبت به هر نقشه تفسیر شده دیگر، ارتباط بسیار نزدیکتری به آنچه خلبان به طور واقعی می بیند دارد.

نوع تصویر مورد نیاز برای هدفهای آمایشی، از برخی جنبه ها به اندازه منطقه پوششی بستگی دارد، اما به طور معمول، مطلوب آن است که ریزترین تفکیک قابل تهیه را داشته باشد. از آنجا که تصویر

اغلب برای مکان یابی راههای دسترسی، پلها و سیماهای مصنوعی مشابه به کار می رود، استفاده از تفکیکی که این سیماهای را به وضوح نشان دهد، مهم است. استفاده از تصویر رنگی نیز تقریباً ضروری است زیرا امکان جداسازی زمینهای با پوشش گیاهی متراکم و مناطق آبی را فراهم می سازد. تصویر MSS لندست ، هنوز هم می تواند برای مناطق بسیار بزرگ و دور غیر مسکونی و یا با سکونت انسانی کم، کافی باشد، اما در همه موارد دیگر، هزینه بالاتر تصویر پانکروماتیک اسپات، به دلیل جداسازی ضعیف سطحی برای کاربرد در آمایش پیشنهاد نمی شود و به نظر می رسد تفکیک مکانی و طیفی تصویر لندست TM برای بسیاری از طرحها مطلوب باشد. در صورتی که مناطق اکتشافی کوچکتر بوده یا دارای تراکم جمعیتی و زراعتی بالایی باشند، افزایش سه برابری هزینه بر کیلومتر مربع برای تصویر چند طیفی اسپات، می تواند قابل توجیه باشد در حالی که در حالتهای حدی که ریزترین تفکیک مکانی ممکن و بهترین تباین طیفی مورد نیاز بوده و هزینه بر واحد سطح مسئله مهمی نباشد، از ترکیب تصویر پانکروماتیک اسپات با تفکیک ۱۰ متری، با لندست TM می توان استفاده کرد. برخی از پرجاذبه ترین عکس نقشه های جهان، از راه ترکیب این دو سنجیده با استفاده از فنهای نمونه گیری مجدد تخصصی توسعه یافته توسط بزرگترین شرکتهای پردازشگر سنجش از دور تولید شده اند. عکس نقشه ای بسیار واضحی را در محدوده کامل رنگهای طبیعی می توان در مقیاسهایی به بزرگی ۲۰۰۰۰ :۱ تولید کرد. این عکسها در بسیاری حوزه های متفاوت از اکتشاف مواد معدنی با نقشه های مرسوم رقابت را آغاز کرده اند. از آنجا که هر برنامه اکتشاف مواد معدنی، در اصل، فرایند حذف زمینهای کم امید بخش و حفظ امید بخش ترین و اغلب بخشهایی بسیار پراکنده می باشد، هزینه پوشش ناحیه ای با چنین محصولات جذابی ، به ندرت قابل توجیه است، اگر چه این عکس نقشه ها می توانند ارزش زیادی در هنگام مراحل اکتشافات تفصیلی و ارزیابی مواد معدنی احتمالی یک برنامه اکتشافی داشته باشند.

۲-۳) نقشه برداری زمین شناختی ناحیه ای ـ سنگ شناسی و ساختار

بیشتر نقشه های زمین شناختی که در ۳۰ سال گذشته تهیه شده اند، در برخی موارد شامل مقداری تفسیر عکس نیز می شدند و بسیاری از نقشه های اکتشاف مقدماتی نواحی دور افتاده جهان، تقریباً به طور کامل از روی عکسهای هوایی تهیه شده اند. فرایند آماده سازی یک نقشه زمین شناختی، در بیشتر موارد شامل مشاهدات پراکنده زمینی رخنمونهای سنگی و به دنبال آن درون یابی بسیار ذهنی بین نقاط مشاهده ای است. شیوه درون یابی، به طور عادی توسط تفسیر عکسهای هوایی هدایت می شود. در بسیاری از نقاط جهان، نبود رخنمونهای سنگی طبیعی، گردآوری داده های سطحی را محدود می کند و حتی در حالتهایی که ابهامات زیادی در تفسیر زمین شناختی بوده یا رخنمونهای مهم وجود نداشته باشند، ممکن است به ایجاد رخنمونهای مصنوعی از راه گودزنی، ترانشه زنی یا حفاری نیاز باشد. حتی در مناطق با رخنمونهای مصنوعی از راه گودزنی، ترانشه زنی یا حفاری نیاز

باشد. حتی در مناطق با رخنمونهای قابل توجه، عامل زمان، امکان نقشه برداری دقیق تمام رخنمونهای سنگی را، به جز در مطالعات تفصیلی مناطق کوچک با مقیاسهای بزرگتر از ۱۰۰۰۰: ۱ به ندرت ممکن می سازد، بنابراین، درون یابی بخش اص لی هر نقشه برداری زمین شناختی است.

کاربرد مرسوم عکسهای هوایی تک رنگ استریوگرافیکی برای کسب اطلاعات ساختاری و برخی راهنمایی های سنگ شناختی بوده است. گسلها و دیگر سیماهای خطی و همچنین سیماهای خمیده خطی برجسته ای به هم متصل شده باشند و در نتیجه بتواند به صورت یک افق پیوسته کوارتزیتی نقشه برداری شود. نقشه برداری سنگ شناسیها از روی عکسهای هوایی، عمدتاً به تغییرات پوشش گیاهی بستگی دارد، هر چند تنوع زبری سطح نیز اگر در مقیاس نسبتاً بزرگی رخ داده باشد، می تواند مهم باشد. تشخیص منحصر به فرد انواع سنگ یا کانی بدون اطلاعات صحرایی، به ندرت از روی عکسهای هوایی امکان پذیر است. عکسهای هوایی، به طور معمول دست کم دوبار در طی یک عملیات نقشه برداری مورد استفاده قرار می گیرند، یک بار برای تعیین ساختار عمومی و شناسایی مکانهای کلیدی در کنترل زمینی، و بار دوم به عنوان کمک به فرایند درون یابی پس از مرحله اصلی کارهای صحرایی. تکرار بیشتر کنترل صحرایی و تفسیر عکس با هدف کنترل نواحی مشکل داری که تعیین شده اند، اغلب پس از نخستین دورن یابی لازم است. همه این کارها بر پایه تفسیر چشمی توسط زمین شناسان با تجربه و ترجیحاً کسانی که کارهای صحرایی را انجام می دهند، صورت می گیرد. این امر کار زیادی را طلب می کند، اما بسیاری از زمین شناسان در می یابند که زمانی که بر روی تفسیر عکس صرف می شود، بسیار ارزشمند است، زیرا اصلاح زمین شناسی ناحیه کمک کرده و اندیشه را درباره تفسیرهای دیگر تحریک می کند.

سنجش از دور ماهواره ای در بیشتر برنامه های نقشه برداری زمین شناختی جانشین تفسیر عکسهای هوایی مرسوم نشده است ، اگر چه نقش فزاینده ای در بسیاری مناطق بازی می کند. کمبود تصویرهای ماهواره ای استریو و تفکیک مکانی نسبتا درشت بسیاری از تصویرهای فعلی ، دو عامل مهم در جلوگیری از جانشینی کامل عکسهای هوایی مرسوم توسط سنجش از دور است. افزون بر این، مسئله مهم هزینه نیز وجود دارد. هر چند تهیه عکسهای هوایی جدید از منطقه ای بزرگ ، بسیار گرانتر از خرید تصویر ماهواره ای است، اما بیشتر تفسیرهای زمین شناختی عکسها نیازی به جدیدترین عکسها ندارد. بیشتر سازمانهای زمین شناسی ملی و شرکتهای مهم معدنی، بایگانیهای بزرگی از عکسهای هوایی که نواحی اصلی مورد توجه آنها را می پوشانند، دارند و عکسهایی که در بایگانی وجود نداشته باشند، را به طور معمول می توانند با قیمت نسبتاً پایین از موسسه های نقشه برداری ملی خریداری کنند. زمین شناسان ، همچنین عادت دارند که عکسهای هوایی را همراه با یک استریوسکوپ جیبی برای تفسیر در اردوگاه یا حتی زمانی که بر روی یک رخمون نشسته اند، با خود داشته باشند. تصویر ماهواره ای، به طور عادی برای چنین کاربردهای بسیار گران تلقی می شود و به طور معمول، فقط در آن دسته از اردوگاههای صحرایی که به خوبی برپا شده باشند، یا در ستادهای فرماندهی، در اختیار

زمین شناس صحرایی هستند. این مشکل نیز وجود دارد که تنها تصویر ماهواره ای که بسیاری از زمین شناسان، حتی ۱۰ سال پس از پرتاب لندست۴ ، و۵ سال پس از اسپات دیده اند، تصویر لندست MSS از لندسهای ۱، ۲و۳ است. تفکیک مکانی درشت و عدم جداسازیهای سنگ شناختی در این تصویر، احساس منفی کاذبی را درباره قابلیتهای سنجش از دور به وجود آورده و بسیاری از زمین شناسان صحرایی را در این تعصب آنها که تفسیر عکسهای هوایی مدل قدیمی بهترین راه انجام کار است، سرسخت کرد.

تصویر ماهواره ای امروزی می تواند کمک بزرگی به نقشه برداری زمین شناختی باشد. این تصویر بجز در مقیاسهای بسیار دقیق (بزرگتر از ۲۰۰۰۰: ۱) قادر است همه کارهای عکس هوایی را انجام دهد. چاپهای تک رنگ استریوی تصویر ماهواره ای، دقیقاً می تواند به عنوان عکس هوایی معمولی در تفسیر چشمی با استریوسکوپهای مرسوم به کار رود، اما این تصویر، همچنین می تواند امکانات بسیار زیادتری را به دلیل ماهیت چند طیفی و تواناییهای پردازش رقمی تصویر فراهم سازد.

۲-۴) زونهای دگرسانی

بسیاری از ذخایر معدنی، همراه با خود زونهای دگرسانی گسترده ای دارند. این زونها، حجمهایی را به بزرگی گاه دو یا سه برابر ذخیره معدنی واقعی، اشغال می کند. با توجه به اینکه چنین زونهای دگرسانی هدفهای بسیار بزرگتری را نسبت به کانه زایی همراه آنها نشان می دهند، اغلب به عنوان راهنمای کانه زایی به کار می روند. انواع زونهای دگرسانی بسیاری وجود دارد. برخی از این زونها فقط زمین شیمیایی بوده و هیچ گونه تغییری در شیمی کلی یا کانی شناسی سنگهای متاثر از آن را نشان نمی دهند. این زونها می توانند هدفهایی عالی برای مطالعات زمین شیمیایی خاک و رسوبات آبراهه ها باشند، اما امکان شناسایی آنها از راه سنجش از دور وجود ندارد، مگر اینکه برخی عناصر کمیاب که در زون دگرسانی غنی هستند، در گیاهان ایجاد مسمومیت کنند. مشخصه دیگر زونهای دگرسانی، تغییرات کانی شناختی با حجم کوچک مانند تبدیل گوتیت به مگنتیت، یا پیریت به پیروتیت است که اثرات قابل توجهی بر واکنش زمین فیزیکی زون دگرسانی می گذارند، اما به طور معمول، از راه سنجش از دور قابل شناسایی نمی باشند. سومین نوع زون دگرسانی، تغییرات کانی شناختی بزرگی، مانند سریسیتی شدن فلدسپارها وارد شدن آهن به اکسیدها و سولفیدها را نشان می دهد. این تغییرات کانی شناختی، اغلب در زون هوازده به شدت جمع می شود، زیرا سنگهای هوازده ، اغلب نسبت به انواع غیر هوازده، بیشتر مستعد هوازدگی شیمیایی است. این است. این زونهای دگرسانی، انواعی هستند که در محیطهای یخشک و نیمه خشک می توانند با استفاده از سنجش از دور ماهواره ای مکان یابی شوند.

این نوع زون ها دگرسانی، با رده های بسیاری از ذخایر معدنی همراه هستند، اما به ویژه در اطراف ذخایر گرمایی و سولفیدهای همراه با آتشفشانها، به خوبی توسعه می یابند. گاهی زونهای مشابهی، ذخایر سولفیدهای رسوبی را احاطه می کند. این زوها را اگر چه نمی توان به یقین نتیجه دگر سانی

دانست، اما می توانند حاصل رسوبگذاری شیمیایی در یک محیط نابهنجار به شمار آیند. استفاده از این زونهای دگرسانی، به ویژه در اکتشاف کانه زایی طلای گرمابی مهم است ، زیرا یک توده معدنی با ارزش، می تواند هدف بسیار کوچکی باشد، اما اطراف آن را حجم نسبتاً بزرگی از دگرسانی احاطه کرده باشد. این رده از ذخایر معدنی، اساساً بدین دلیل که اندازه کوچکی دارند، اغلب هدف زمین فیزیکی ضعیفی هستند و هر چند این رده می تواند نشانه زمین شیمیایی مشخصه ای باشد، اما زمین شیمی رسوبات آبراهه ای ، همواره در محیط های خشک موثر نیست. مهمترین مشخصه این زونهای دگرسانی که قابلیت شناخته شدن با استفاده از سنجش از دور ماهواره ای دارند، افزایش عمومی بازتابش کلی یا سپیدایی، حضور آلودگیهای اکسید آهن و حضور تجمعات خاص کانیهای رسی است. دو مشخصه اول این زونها، در صورت داشتن شدت کافی یا پوشش منطقه ای نسبتاً بزرگ، از زمان اولین ماهواره های لندست، قابل شناسایی بوده اند. روبشگر چند طیفی با چهار باند موج در بخش مرئی و فروسرخ نزدیک طیف و تفکیک مکانی ۸۰ متری، قادر بود نواحی بزرگی از سنگهای رنگ پریده یا مواد هوازده را که نسبت به سنگهای اطراف بازتابش بسیار بزرگتری در طول موجهای مرئی داشتند آشکار سازی کند. باند ۵ MSS (معادل باند ۲ همین سنجنده درزمانی که بر روی لندستهای ۴ و ۵ قرار دارد)، در بخش سرخ طیف قرار داشته و در نتیجه به آلودگیهای آهن که به طور عادی رنگ سنگها و محصولات هوازده آنها را به سرخ بر می گرداند، حساس است. گستره کاملی از نسبتها توسط مکتشفان مواد معدنی با هدف برجسته کردن این زونهای آهن دار در طی دهه ۱۹۷۰ بر روی تصویر MSS انجام پذیرفت. برخی از این کارها در محیطهای خشک به خوبی انجام شدند، هر چند قادر نبودند تفاوت آلودگیهای آهن ناشی از کانه زایی را از آلودگیهای گسترده تری که حاصل فرایندهای لاتریتی شدن بوده و در بیساری از نواحی خشک و نیمه خشک عمومیت دارد را تشخیص دهند.

پرتاب لندست ۴ در سال ۱۹۸۳، که حامل روبشگر TM بود، شانس آشکارسازی زونهای دگرسانی با استفاده از تصویر ماهواره ای را که تا حد زیادی افزایش داد. روبشگر TM باند موجهای بیشتری را پوشش داده و دارای تفکیک مکانی ریزتری است. این روبشگر، به ویژه دارای باندی در ۲/۲ میکرون است (باند ۷) که اساساً به درخواست جامعه زمین شناسی افزوده شده بود. بسیاری از شرکتهای اکتشافی، سیستم روبشگر هوابرد دیدی لوس، که عموماً به عنوان نقشه بردار موضوعی هوابرد (ATM) معروف است را نیز به کار بردند. این امر به منظور آزمایش سنجش از دور بر فراز نواحی کانه زایی شناخته شده و در نهایت انجام عملیات اکتشافی در مناطق جدید انجام پذیرفت. فنهای بسیار گسترده ای برای شناخت زونهای دگرسانی با استفاده از TM وATM توسعه یافته است. فنی که توسط لوفلین در مرکز ملی سنجش از دور انگلساتن توسعه یافته است به عنوان مثالی از یک رهیافت ممکن توضیح داده خواهد شد.

۲-۵) یک فن تحلیل مولفه های اصلی برای نقشه برداری زونهای دگرسانی

فن ساده از نقشه برداری دگرسانی ، با استفاده از تصویرهای TM و ATM ناحیه گریت بیسین غرب ایالات متحده امریکا، در مرکز ملی سنجش از دور انگلستان (UKNRSC) توسعه یافت. این فن، نیازی به تصحیح جوی یا تابش سنجی نداشته و امکانات پردازش تصویر نسبتاً ساده ای را به کار می برد. این فن، تنها به شناخت مقدماتی خواص طیفی کانیها و پوشش گیاهی نیاز داشته و بر توانایی تبدیل مولفه اصلی برای نقشه برداری جزئیات بیشتر واریانس داده ها در مولفه های متوالی مبتنی است. این مطالعه را اطلاعات مفصل صحرایی تعداد زیادی ذخیره قطعی و احتمالی مختلف، که در تصویر وجود داشت به پیش برده و ازتجربه جمعی زمین شناسان اکتشافی که سنجش از دور را به عنوان کمکی در پی جویی به کار می برند، استفاده کرد. این فن بر روی داده های تصویر TM وATM که برخی اکتشافات طلای ایالات متحده به دست آمده، پیش از یا بلافاصله پس از اکتشاف آنها، آزمایش شده است. بسیاری از این مناطق، با استفاده از روش تغییر یافته تحلیل مولفه اصلی مکان یابی شدند و آزمونهای بعدی بر روی تصویرهای TM سایر بخشهای غرب ایالات متحده، جنوب اسپانیا، شرق مدیترانه ، خاورمیانه و آمریکای جنوبی، نشان داد که این روش کاربرد وسیعی در مناطق خشک و نیمه خشک دارد.

۲-۶) فن تبدیل مولفه های اصلی

تبدیل مولفه های اصلی، فن آماری چند متغیره ای است که ترکیبهای خطی ناهمبسته (بارهای ویژه بردار) متغیرها را به گونه ای انتخاب می کند تا هر ترکیب خطی استخراج شده متوالی یا مولفه اصلی، دارای واریانس کوچکتری باشد. واریانس آماری تصویرهای چند طیفی، به واکنش طیفی مواد سطحی مانند سنگها، خاکها و پوشش گیاهی ربط داده می شود و همچنین تحت تاثیر بعد پذیری آماری داده های تصویر است. هنگامی که کانالهای چند طیفی تصویر به عنوان متغیر مورد استفاده قرار گرفته و در معرض این تبدیل قرار گیرد، ترتیب مولفه های اصلی تحت تاثیر فراوانی مکانی مواد سطحی مختلف و نیز داده های آماری تصویر قرار خواهد داشت. اثر آمار صحنه که هم قابل اندازه گیری و هم قابل تنظیم است را می توان به منظور هدایت تبدیل استفاده کرد به گونه ای که اطلاعات توزیع مکانی و فراوانی نسبی مواد سطحی خاصی را فراهم کند. آن گاه از تحلیل مولفه های اصلی می توان به عنوان فن جستجوی تصویر استفاده کرد.

بیشتر نرم افزارهای مولفه های اصلی واقع در برنامه های پردازش تصویر، نه تنها یک دسته تصویر مولفه اصلی، تعدادی برابر با باندهای درونداده را تولید می کنند، بلکه آمار تبدیل مولفه های اصلی را نیز به دست می دهند. این آمار، به طور معمول شامل بارهای ویژه بردار است که نشانگر سهم هر باند از داده های درونداده در هر یک از مولفه های اصلی می باشد. اگر ویژگی های طیفی خام یک نوع سطح

خاص معلوم باشد، بر حسب اینکه کدام باند بتواند بازتاب زیاد و کدام یک بازتاب کمی برای این سطح داشته باشد، نقشه برداری مولفه های اصلی این سطح، به طور معمول می تواند از راه مطالعه بارهای ویژه برداری انجام شود. انتخاب دقیق باندهای درونداده، می تواند تصویرهای مولفه های اصلی تولید شده را محدود یا هدایت کند. در همه موارد، مولفه اصلی اول ، سپیدایی کلی صحنه، یعنی سیمایی که بزرگترین واریانس را دارد، نقشه برداری می کند. دومین مولفه اصلی، اغلب پوشش گیاهی را نقشه برداری خواهد کرد، هر چند این امر به اهمیت منطقه ای پوشش گیاهی صحنه بستگی دارد. در صورتی که پوشش گیاهی وجود نداشته باشد، تصویر دومین مولفه ، اختلاف بین باندهای مرئی و فروسرخ صحنه خواهد بود. مولفه های اصلی با رتبه های پایینتر، سیماهای جزئی تر مانند آنهایی که همراه با زونهای دگرسانی هستند را نقشه برداری خواهند کرد.

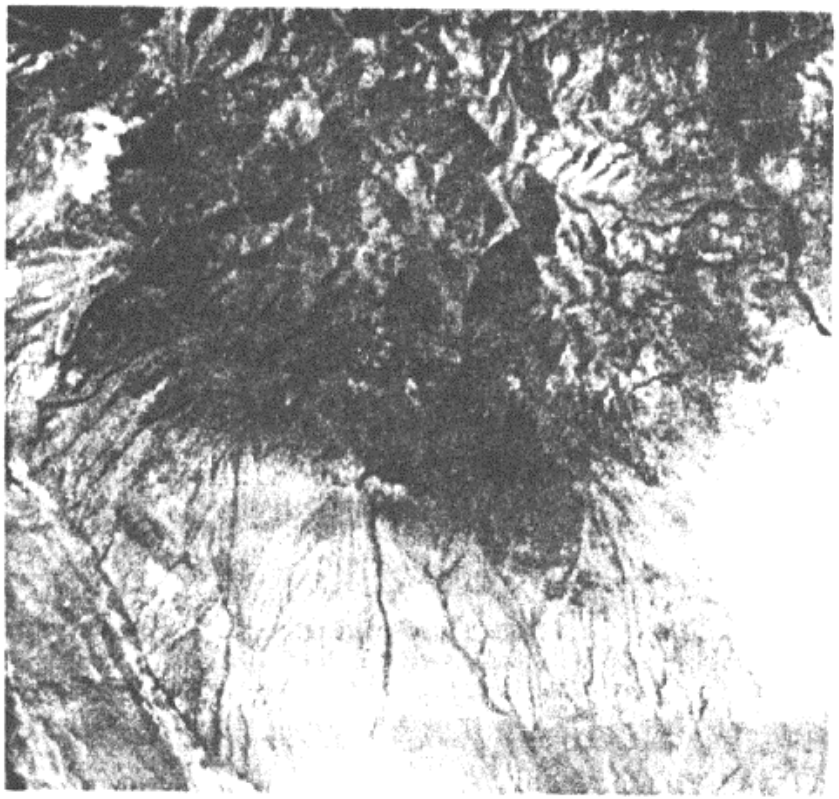
روش لوفلین با مراجعه به زیر صحنه TM کوههای روبرتس منطقه یورکانوادا توضیح داده شده است. این ناحیه، شامل دو معدن طلای در حال تولید گلدبار و ادامه گلدبار و چند نقطه امیدبخش دیگر است. کانه زایی طلا از نوع اپی ترمال و با سن احتمالی اوایل ترشیاری بوده و در سنگهای کربناتی پالئوزوییک قرار دارد. این کانه زایی، توسط ساختارهایی با روند شمال غرب ـ جنوب شرق کنترل می شود که خود در کمربند کانه زایی مهنم بتل مانتین ـ روند یورکا با راستای مشابه قرار می گیرند. روند یورکا نیز به موازات روند مشهور کارلین است. محل معادن و نقاط امید بخش در شکل که تصویر اولین مولفه اصلی (سپیدایی) از منطقه مطالعاتی است، دیده می شود.

آزمایشهای طولانی نشان داد که اگر فقط چهار باند از ۶ باند ممکن TM با طول موجهای بازتابی، در تبدیل مولفه های اصلی قرار گیرد و اگر این باندها به گونه ای انتخاب شوند که نمایانگر سیمای مورد نظر باشند، نقشه برداری بدون ابهام انواع زونهای دگرسانی انتخابی را می توان انجام داد. دو نوع دگرسانی که به آسانی در تصویر TM ظاهر می شود، عبارت است از «هیدروکسیل» که توسط حضور فیلوسیلیکاتهای هیدروکسیل دار برجسته می شود، و دگرسانی اکسید آهن لیمونیتی. فیلوسیلیکاتهای هیدروکسیدار باعث جذب قوی در باند TM ۷ و اکسید آهن باعث جذب در باندهای ۱ و۲ و بازتابی بیشتر در باند ۳ می شود. باندهای درونداده برای نقشه برداری دگرسانی هیدروکسیل به باندهای ۱، ۴، ۵ و TM ۷ محدود بوده و به منظور پرهیز از نقشه برداری اکسیدهای آهن، باندهای ۲ و۳ حذف می شوند. بررسی بارهای ویژه بردار، امکان شناسایی مولفه اصلی درست و همچنین تصحیح تصویر مولفه اصلی را فراهم می سازد. بدین ترتیب، سیمای مورد نظر را می توان بسته به فراوانی نسبی آن در صحنه، به صورت مثبت یا منفی نقشه برداری کرد. مثالی از یک تصویر دگرسانی هیدروکسیل نشان می دهد، که با پردازش تهیه شده است. نواحی دگرسانی به صورت لکه هایی روشن در تصویر دیده می شود. اکسیدهای آهن از راه تحلیل مولفه های اصلی باندهای ۱، ۳ ، ۴ و TM ۵ نقشه برداری و برای جلوگیری از نقشه برداری هیدروکسیل، باند ۷ حذف شده است. تصویر «اکسید آهن» به طور معمول چهارمین مولفه اصلی است، اما آن را دوباره می توان با مراجعه به بارهای ویژه بردار کنترل کرد. تصویر

اکسید آهن مربوط به منطقه مطالعاتی را نشان می دهد. دگر سانی اکسید آهن در این تصویر، با لکه های روشن شناخته می شوند.

تصویر های تک رنگ به تنهایی سودمند هستند، اما ترکیب رنگی هر دو نوع دگرسانی برای هدفهای تفسیری ترجیح داده می شود. در این عکس، دگرسانی «هیدروکسیل» با سرخ، دگرسانی «اکسید آهن» با آبی، و تصویر حاصل از جمع کردن دو تصویر مولفه اصلی این دگرسانیها، با سبز نشان شده است. هر جا دو نوع دگرسانی بر هم منطبق باشند، ترکیب رنگی سفید دیده خواهد شد. مقایسه عکس با شکل ۱ نشان می دهد که محل معادن و نقاط امید بخش برجسته شده و مناطق دگرسانی دیگری نیز وجود دارد که برای مطالعات زمینی بیشتر ارزشمند است. باید تذکر داده شود که تصویر استفاده شده در این آزمایش، در سال ۱۹۸۵ و پیش از آغاز تولید طلا از هر یک از معادن منطقه ، تهیه شده بود.

این روش بر روی روبشگر دیدی لوس و تصویرهای TM دیگر نواحی کانه زایی در محیط های خشک ونیمه خشک آزمایش شده و نتایج مثبت آن نشان داده شده است.



شکل شماره ۲-۱:تصویر تک رنگ دگرسانی منطقه

۲-۷) اهمیت تلفیق داده ها

سنجش از دور، در شرایط آرمانی می تواند سه نوع اطلاعات ساختاری، سنگ چینه شناختی و کانی شناختی را که اهمیت زیادی در اکتشاف مواد معدنی دارند، فراهم سازد. در بدترین حالت یعنی پوشش گیاهی متراکم، پوشش خاک حمل شده ضخیم و توپوگرافی ملایم، هیچ یک از این کارها ممکن نبوده و سنجش از دور به مفهومی که در این کتاب مطرح شده، نمی تواند هیچ نقشی داشته باشد. با این وجود، به طور معمول می توان برخی اطلاعات ساختاری با ارزش را از تصاویر رقمی ماهواره ای یا هوابرد استخراج کرد. درشرایط مناسب، به طور معمول (اما نه همیشه) می توان اطلاعات زیادی در محیطهای خشک از توزیع مکانی واحدهای سنگی مهم بدست آورد. در شرایط معین و برای برخی انواع ذخایر معدنی، کانی شناسی خاص زونهای دگرسانی همراه با ذخایر معدنی را می توان با استفاده از سنجش از دور مشخص کرد. در مواردی اندک، هاله های زمین شیمیایی همراه با کانه زایی ممکن است به قدری سمی باشد که تغییراتی را در پوشش گیاهی ایجاد کند و در این صورت، ژئوبوتانی (زمین گیاه شناسی) سنجش از دور می تواند امکان پذیر باشد. با این وجود، در مواردی بسیار کمیاب، سنجش از دور می تواند به تنهایی باعث کشف ذخایر معدنی مهمی شود. بیشتر ذخایر معدنی آشکار که از راه سیماهای سطحی مشخص خود قابل اکتشاف بوده اند، درمواردی بسیار کمیاب، سنجش از دور می تواند به تنهایی باعث کشف ذخایر معدنی مهمی شود. بیشتر ذخایر معدنی آشکار از راه سیماهای سطحی مشخص خود قابل اکتشاف بوده اند، حتی در نقاط دور جهان، از قبل کشف شده اند. انرژی و دقت پی جویان در طی سالها را هرگز نباید کوچک شمرد. حتی اگر ذخیره ای در مقیاس بزرگ معدنکاری نشده یا ثبت نگردیده باشد، به ندرت می توان ذخیره معدنی بزرگی (از مواد قابل استفاده پیشاز این عصر فناوری) با هر نوع ظاهر سطحی را دریافت که احتمالاً نشانی از علاقمندیهای پیشین را نشان ندهد. ذخایر کشف نشده ، چندان آشکار نیستند و شناخت آنها به ترکیب دقیق وتحلیل داده هایی با منشاء های مختلف نیاز دارد. اطلاعات ساختاری حاصل از سنجش از دور و نقشه بردرای سطحی ، داده های سنگ چینه شناختی حاصل از نقشه برداری ناحیه ای که احتمالاً به کمک مشاهده از دور هاله های زمین گیاه شناختی تکمیل شده باشد، اطلاعات زمین فیزیکی حاصل از مطالعات هوابرد و زمینی، همگی باید با یکدیگر تلفیق شده تا اکتشافگر با تجربه بتواند متقابل پارامترهای چندگانه را مشاهده کرده و سپس با استفاده از تشخیص خود، درباره مرحله بعدی برنامه اکتشاف تصمیم بگیرد.

همان گونه که پیش از این توضیح داده شد، عبارت سیستم اطلاعات جغرافیایی ، فقط می تواند نامی بلند برای نقشه باشد. یک رشته از همپوشانهای شفاف، که در سیستم تصیور و مقیاس یکسانی نقشه برداری شده باشند را می توان برای مطالعه روابط مکانی مجموعه داده های مختلف به کار برود واین گونه GIS های آنالوگ، به تحلیلهای کیفی در مقیاسهای ثابت محدود بوده و به ندرت می توان از آنها برای بررسی همزمان روابط متقابل بیش از سه مجموعه داده استفاده کرد. GIS های رقمی، این گونه محدودیتهای ذاتی را ندارند. تعداد و اندازه مجموعه داده ها، توسط فقط توان ذخیره سازی و

پردازش قابل دسترسی، و هزینه تهیه و رقومی کردن داده های ضروری محدود می شود، اما در حالی که رایانه ها تواناتر و ارزانتر شده و مقدار داده های تهیه و ذخیره شده به شکل رقمی وسیعتر می شود.

جدول ۲-۱: مقیاس های مناسب تهیه نقشه با استفاده از تصاویر ماهواره ای

کاربرد	مقیاس	سنجنده‌ها و ماهواره‌های پیشنهادی
زمین‌شناسی ساختاری	قاره‌ای (۱:۲۰۰۰۰۰۰>)	ماهواره‌های هواشناسی زمین‌آهنگ
	ناحیه‌ای (۱:۱۰۰۰۰۰۰>)	تصویر باند ۲ AVHRR, (NIR) نوآ
	ناحیه‌ای (۱:۲۵۰۰۰۰)	لندست MSS، باند ۴ (۷ برای لندستهای ۳،۲،۱)
	محلی (۱:۵۰۰۰۰)	باند ۴ لندست TM(گاهی‌اوقات باندهای ۵ و ۷)
	محلی (۱:۲۰۰۰۰)	اسپات XS یا اسپات Pan، باند ۳ قبلی
نقشه‌برداری سنگ شناختی	ناحیه‌ای (۱:۱۰۰۰۰۰۰>)	AVHRR نوآ،باندهای‌گرمایی و NIR (باندهای ۵،۴،۲)
	محلی (۱:۵۰۰۰۰)	لندست TM (تمام باندها، گاهی شامل باند گرمایی)
	محلی (۱:۲۰۰۰۰<)	روبشگرهای هوابرد (دیدی لوس یا سایر روبشگرها)
آمایش	ناحیه‌ای (۱:۲۰۰۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰۰۰)	لندست MSS (تمام باندها)
	ناحیه‌ای (۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰۰)	لندست TM (باندهای ۵،۴،۳، یا ۷،۵،۴)
	ناحیه‌ای (۱:۵۰۰۰۰<)	PAN اسپات یا ترکیب PAN/TM
نقشه‌برداری کاربری اراضی برای EIA و غیره	ناحیه‌ای و محلی (۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۲۰۰۰۰۰)	لندست TM (تمام باندها بجز گرمایی)

فصل سوم

پیش درآمدی بر GIS

فصل سوم : پیش درآمدی بر GIS

۳-۱) مقدمه

شماری اندک از زمین شناسان و سایر دانشمندان علوم زمین از رایانه ها برای مدیریت داده های فضایی از دهه ۶۰ میلادی بدین سو ، استفاده کرده اند. در طول دهه ۸۰ ، پیشرفت های به دست آمده در سخت افزار رایانه ها به ویژه سرعت پردازش و ذخیره داده ها توسعه ساخت نرم افزار، کار و نظارت بر داده های فضایی را تسریع کرد. توامندیهای تکوین یافته برای نمایش گرافیکی در این توسعه نقشی مهم ایفا می کنند . این یکی از فرآورده های مهم این دوره از تغییر شتاب زده فن آوری GIS در همه رشته هایی که اطلاعات جغرافیایی را به کار می گیرند، در مدیریت منابع ، طراحی بهره برداری از زمین ، حمل و نقل، بازاریابی و بسیاری از کاربردهای علوم زمین و غیره به گونه ای گسترده احساس شده است. بیشتر سازمانهای زمین شناسی بزرگ امروزه از GIS استفاده می کنند و نظارت داده های فضایی از هر گونه اش، توسط رایانه گسترده است. این فصل با توصیف مفهوم GIS ، اهداف و کارکردهای GIS چگونگی ارتباط آن با نرم افزارهای دیگر به ویژه نظارت بر داده های فضایی، GIS را معرفی میکند و کاربردی متداول از زمین شناسی آن را عرضه می کند .

GIS چیست ؟

یک سیستم اطلاعات جغرافیایی یا ساده تر GIS یک سیستم رایانه ای برای مدیریت داده های فضایی است . واژه جغرافیایی گویای آن است که موقعیت های موضوع های داده ها ، برحسب مختصات جغرافیایی (طول و عرض) شناخته شده اند یا می توانند شناخته شوند. بیشتر GIS ها به داده های دو بعدی محدود می شوند اگر چه برخی سیستم ها مورد توجه ویژه زمین شناسان توانمندی های درست سه بعدی دارند و عوارضی مثل چین های خوابیده را می توانند معرفی کنند. واژه اطلاعات نشان دهنده آن است که داده ها در GIS برای ارائه دانسته های مفید ، نه فقط به صورت نقشه ها و تصاویر رنگی بلکه به صورت گرافیک های آماری ، جداول و پاسخهای نمایشی متنوعی به منظور جستجوهای تعاملی سازماندهی می شوند. واژه سیستم نشان دهنده آن است که GIS از چندین قسمت متصل و وابسته به یکدیگر با کارکردهای گوناگون ساخته می شود. بدین سان ، GIS توامندیهای کاری را برای جمع آوری، ورود، پردازش، تغییر شکل ، به تصویر درآوردن، ترکیب، جستجو، تجزیه و تحلیل، مدل سازی و خروج داده ها دارد . یک GIS شامل یک بسته نرم افزاری از برنامه های رایانه ای با یک واسطه کاربر است که دستیابی به عملیات ویژه را فراهم می آرود. کاربر می تواند عملیات GIS را با واسطه کاربر گرافیکی موسوم به GUI یا با کمک زبان دستوری شامل جملات برنامه ای که سکانس (ترتیب) و نوع عملیات را دیکته می کند ، نظارت و کنترل کند.

GIS ابزارهایی رایانه ای برای کار کردن با نقشه ها ، تصاویر رقومی و جداول ژئوکد شده (با موقعیت جغرافیایی) قسمتهای داده ها نظیر نتایج یک برداشت ژئوشیمیایی هستند GIS ها به منظور جمع آوری داه های فضایی از منابع گوناگون به صورت یک پایگاه داده های یکدست و یکنواخت طراحی می شوند که اغلب ساختارهای داد های رقومی متنوعی را به کار می گیرند ضمن آن که پدیده های مختلفی از نظر فضایی را به صورت یک سری لایه های داده ای (مثل زمین شناسی سنگ بستر، عمق سطح آب زیرزمینی، آنومالی ثقلی بوگه (Bouguer) و غیره) معرفی می کنند که همه آنها در ثبات مکانی قرار درند. به این معنی که آنها در تمام محل ها و موقعیت ها به درستی همپوشانی پیدا می کنند.

در رویارویی با رشد شتابزده داده های فضایی رقومی در علوم زمین وجود GIS بسیار ضروری و مهم است. امروزه بسیاری از مجموعه داده های فضایی توسط بخش های دولتی ، شرکتهای خصوصی و محققین دانشگاهی ایجاد می شوند و به گونه ای نامؤثر استفاده می شوند و به منابع هدر رفته بدون سیستم های مطلوب برای مدیریت داده ها منجر می شوند. تصاویر ماهواره ای بهترین مثال برای این نوع اتلاف داده هاست. بدون سیستم های رقومی برای پردازش و نمایش تصاویر، حجم زیادی از داده های دورسنجی که به طور روزانه جمع آوری می شود به سادگی در دستگاههای ذخیره رایانه باقی می مانند و غنای اطلاعاتی آنها از نظر دور می ماند و بلااستفاده می شود. داده های گردآوری شده از ابزارهای ژئوفیزیکی ، هوایی ، دریایی، زمینی ، ته چاه (down-hole) و غیره نیز حجم عظیمی از اعدادی را به دست می دهند که تا وقتی به درستی سازماندهی و نمایش داده نشوند، چیزی نشان نمی دهند . به همین ترتیب، نقشه برداری ژئوشیمیایی سنگ، خاک ، آب، نهشته ها و گیاهان اغلب با سی عنصر یا بیشتر از هر نمونه تعیین می شود و مقادیر زیادی داده های فضایی که محتوای اطلاعاتی آن بدون سیستم های داده های فضایی کارآمد و مؤثر قابل ارزیابی نیست، به دست می دهد.

GIS تحولی چشمگیر در بسیاری از رشته های کاربردی پدید آورده است زیرا پردازش و تجزیه و تحلیل لایه های مجزایی از داده های فضایی را امکانپذیر می کند و ابزارهایی برای تجزیه و تحلیل مدل سازی روابط متقابل میان لایه ها را فراهم می آورد . دانشمندان علوم زمین به درک رابطه فضایی میان انواع متنوع داده های فضایی که گردآوری می کنند نیاز دارند. برای مثال ، اکتشافات معدنی مستلزم در نظر گرفتن همزمان چندین نوع نشانگر فضایی برای ذخایر معدنی نظیر زمین شناسی، ساختار، ویژگی های ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی منطقه و همچنین محل ، موقعیت و نوع اکتشافات معدنی گذشته است. در مسائل زیست محیطی، تعامل (عملکرد متقابل) چندین فرایند باید در نظر گرفته شود وتجزیه و تحلیل همزمان چندین مجموعه از داده ها ضروی است.

پیش از گسترش فراگیر GIS در اواخر دهه ۸۰ میلادی، بیشتر دانشمندان علوم زمین که با مجموعه داده های فضایی چندگانه کار می کردند، بیشتر کارهایشان را بر روی میزهای سبک و مجهز به سیستم روشنایی انجام می دادند. گروهی به نسبت کوچک از جامعه علوم زمین به ایانه گرایش

داشتند و بیشتر با رایانه های چارچوب های اصلی و نرم افزارهای ساخته شده به طور محلی کار می کردند. فن آوری GIS هنوز در آغاز راه است (۱۹۹۳) و بیشتر کاربردهای آن توسط متخصصین اجرا می شود. با این حال ، GIS توان آن را دارد که محل کار زمین شناسی را به شدت تغییر دهد. در عرض چند سال اخیر رایانه های شخصی درعمل ماشین تحریر وماشین حساب را از اداره ها حذف کرده اند و GIS به احتمال جایگزین میز نور و قفسه نقشه ها می شود. مانند بسیاری از رشته های عملی که رایانه ها در آن بکار گرفته می شوند، GIS توان رهانیدن کاربر از مسائل فنی و پرزحمت ، و کنترل و نظارت بر داده ها را دارد و توانمندی تجزیه و تحلیل و تفسیر خلاق داده ها را افزایش می دهد.

معنی اصطلاح GIS بیش از یک نوع برنامه رایانه ای شده است. GIS به دانش مدیریت و تجزیه و تحلیل اطلاعات جغرافیایی اطلاق میشود. امروزه در بسیاری کشورها موسسات آموزشی وجود دارند که به تمام جنبه های GIS می پردازند. در ایالات متحده ، مرکز ملی اطلاعات جغرافیایی و تجزیه و تحلیل (NCGIA) در دانشگاه سانتاباربارای کالیفرنیا (Santa Barbara California) در رأس امور قرار دارد. در برتیانیا کبیر ، گروهی از آزمایشگاههای منطقه ای برای تحقیق GIS پایه ریزی شده است . اکنون دوره های آموزشی GIS بخشی از برنامه های آموزشی دائم در بسیاری از دانشگاهها و کالج های فنی است. شماری بسیار مجله در زمینه GIS وجود دارند ، که بیشتر آنها جنبه تجاری دارند، اما برخی از آنها تنها برای انتشار مقالات عملی است ، نظیر مجله بین المللی سیستم های اطلاعات جغرافیایی منتشر می شوند . همایش هایی پرشمار به GIS اختصاص می یابند ، که پاسخگوی نیازهای کسانی هستند که با GIS در بخشهای آموزشی، دولتی و تجاری کار می کنند ، GIS در حال حاضر محبوبیت دارد زیرا تازه و موضوعی است . به مرور زمان ، ممکن است GIS به سادگی به رشته های متنوعی که بر آن تأثیر می گذارد مانند کاربردهای دیگر رایانه ، جذب شود. با این حال بیشتر احتمال دارد که رشته GIS به گونه همیشگی همراه با برنامه کار خود تحقیق، نهادینه شود تا نیازهای بسیاری از رشته هایی را که با داده های فضایی سروکار دارد ، تأمین کند.

۳-۲) سازماندهی

هر آن کس که توده ای بزرگ از داده ها را برای هدفی بخصوص گردآوری کرده باشد به اهمیت سازماندهی داده ها آگاه است. داده ها می توانند به راههای گوناگون مرتب شوند و اگر طرح کلی سازماندهی برای کاربرد عملی مناسب نباشد، اطلاعاتی مفید را نمی توان به آسانی به دست آورد. گاهی اوقات طرحهای کلی برای سازماندهی داده ها مدل های داده ای نامیده می شوند ویژگی اصلی برای سازماندهی داده های GIS موقعیت فضایی است. جدولی از داده های ژئوشیمیایی می تواند برای تجزیه و تحلیل روابط میان عناصر ژئوشیمیایی بر روی نمودارهای پراکندگی جالب باشد، اما بدون در دست داشتن موقعیت نمونه ها ، تفسیر الگوهای فضایی و روابطشان با سایر داده های فضایی، نظیر جنس سنگ ، نمی تواند انجام گیرد. همچنین داده های GIS بر طبق ویژگی های غیرفضایی سازماندهی می

شوند . برای مثال، تفسیر داد های ژئوشیسمیایی ممکن است به شناسایی الگوهای فضایی از نسبت های عناصر یا به گروهی از مشاهدات مبتنی بر روش تجزیه و تحلیل یا سال جمع آوری داده ها بستگی داشته باشد. بنابراین مدل های داده ای باید مشاهدات انجام شده توسط خصوصیات فضایی و هم غیرفضایی را سازماندهی کند. کارایی و نوع سازماندهی داده هر پنج فعالیت دیگر را زیر تأثیر می گیرند و در نتیجه اهمیت اساسی دارد.

۳-۳) تجسم (به تصویر درآوردن)

GIS از توانمندیهای گرافیکی رایانه ها برای تجسم بهره می جویند. نمایش بصری به طور معمول با استفاده از صفحه نمایش ویدوئی انجام می شود اما سایر دستگاههای خروجی نظیر چاپگرهای رنگی برای نمایش های نسخه چاپی استفاده می شوند. انسان توانایی فوق العاده ای در درک روابط فضایی پیچیده به کمک چشم دارد در حالی که همان اطلاعات ممکن است هنگام ارائه شدن به صورت جدولی از اعداد بسیار نامفهوم و ناهوشمندانه باشد. برای مثال، با در دست داشتن جدولی از تجزیه و تحلیل های ژئوشیمیایی ، یک زمین شناس در حالت عادی قادر به شناسایی پراکندگی فضایی پستی و بلندی های (فراز و فرودهای) موجود در داده ها نیست اما وقتی همین جدول به صورت نقشه ای مفید درآید، الگوهای فضایی فوری نمایان می شوند. تجسم در GIS با رنگ و نماد و به وسیله روش های تخصصی یا به کارگیری پرسپکتیو، سایه دار کردن و سایر راهها به دست می آید.

۴-۳) جستجوی فضایی

تجسم ، الگوی فضایی را از میان مجموعه هایی از بخش های داده ای سازمان یافته، آشکار میکند . با این حال ، تجسم (به تصویر درآوردن) برای پاسخ دادن به سؤالاتی درباره مواردی خاص در داده ها ، مانند مقدار قسمت های ویژه ، چندان مفید نیست. جستجوی فضایی فعالیت تکمیلی تجسم داده هاست. برای مثال، نمایش ویژه ترکیب نقاط انباشته های کانیابی و یک نقشه ژئوشیمیایی وجود یک رابطه فضایی را در برخی نواحی نمایش ، ولی نه در نواحی دیگر ، پیشنهاد می کند. جستجوی فضایی به کاربر اجازه می دهد که شرایط هر مورد را ، با کشف نام و سایر جزئیات فردفرد محل تجمع ماده معدنی ، و ویژگی های فردفرد نمونه های ژئوشیمیایی در دوربرهای گزیده شده مورد نظر ، را دریابد. این امر اغلب به یافتن دلیل و منطق نهفته در پشت الگوی فضایی کمک می کند . GIS ابزارهایی را برای دو نوع جستجوی تعاملی (متقابل) تدارک می بیند. نخستین نوع ، پرسش ویژگی های این موقعیت چیست؟ و دومین نوع پرسش در چه جاهایی این ویژگی ها وجوددارند؟ است.

برای مثال، فرض کنید یک نقشه مغناطیسی هوایی بر روی صفحه نمایش ویدئویی آورده شده است. ممکن است کسی بخواهد سازند سنگی ، فاصله به نزدیکترین راه ، ارتفاع توپوگرافی، مقدار

آنومالی بوکه و موقعیت و تجزیه و تحلیل نزدیکترین نمونه ژئوشیمیایی برای هر موقعیت خاص ، را به طور دقیق بداند. بسیاری از GIS ها به کاربر امکان می دهند تا یک جدول فشرده از ویژگیهای منتخب (که در صفحه نمایش ظاهر شده) وابسته به یک موقعیت خاص را تهیه کند . موقعیت یا محل در بیشتر موارد به صورت تعاملی با مکان نما (curser) شناسایی می شود و جدول به سرعت با تغییر مکان کرسر به هر موقعیت جدید به روز درمی آید. به وضوح این کار مستلزم این است که داده ها به طور مؤثری به کمک موقعیت فضایی سازماندهی شوند تا بازیابی سریع امکان پذیر باشد.

به عنوان مثال از پرسش نوع دوم ، کسی ممکن است بخواهد همه موقعیت های روی نقشه را که در آنجا مجموعه ویژه ای از شرایط در آنها صدق می کند ، بداند . دریک حالت ساده ، ممکن است دانستن همه موقعیت هایی که در آنها آرسنیک موجود در خاکشان بیشتر از ۲۵۰ppm است ، مفید باشد. بسیاری از GISها از یک زبان جستجو برای ساختن پرسش های ویژه بهره میگیرند. کاربر در یک یا چند جمله (یاعبارت) ایجادکننده جستجو، که نتیجه آن ممکن است جدول یا نقشه ای با موقعیت های شناسایی شده باشد ، را تایپ می کند. جستجو ممکن است پیچیده تر باشدو همه موقعیت های تا عمق ۲۵۰ متری یک دریاچه، در ارتفاعات بیش از ۱۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریا، یا محل های واقع شده در زیر آهک کربینفر رادرخواست کند. جستجوهای مؤثر از این دست ، مستلزم سازماندهی داده ها توسط ویژگی های فضایی و غیرفضایی هستند.

پرسشهای دیگری ممکن است به فاصله ، جهت یابی و شرایط مجاورت یا دربرگیری مانند همه گرانیت های هم مرز با آهک را پیدا کنید ؟ ارتباط داشته باشد . چنین پرسشهایی نه تنها مستلزم جستجوی مؤثر و مفید بخشهای داده هاست بلکه به توانمندی (قابلیت) بیرون کشیدن خصوصیت های هندسی و توپولوژیکی آنها نیز احتیاج دارد. اصطلاح توپولوژی به ویزگیهایی از یک عارضه داده ای مانند مجاورت و دربرگیری اشاره می کند که زیر تأثیر تغییر شکلهای فضایی قرار نمی گیرند . بنابراین آفریقا مجاور دریای مدیترانه است فارغ از اینکه چه نوع سیستم مختصاتی برای ارائه مرزهای این عوارض فضایی استفاده شود.

۳-۵) ترکیب (تلفیق)

توانایی درهم آمیختن مجموعه های داده های فضایی از منابع بسیار گوناگون و نمایش و انجام ترکیب ها ، بیشتر، به درک و تفسیر پدیدههای فضایی که به سادگی هنگامی که داده های فضایی مجزا به صورت جداگانه در نظر گرفته می شوندبه آسانی آشکار نیستند، رهنمون می شود. برای مثال ،با قرار دادن یک نقشه زمین شناسی رقومی شده بر روی یک تصویر ماهواره ای ممکن است معلوم شود که یک لیتولوژی خاص دارای بافت یا عکس العمل طیفی مشخصی بر روی تصویر است. فرایند ترکیب لایه های داده های فضایی گاهی اوقات ادغام داده ها نامیده می شود و می تواند یا به کمک تجسم (به

تصویر درآوردن) نمایش های ترکیبی در انواع متنوع یا با مدلهای ادغام که به گونه ای مؤثر یک نقشه جدید از دو یا چند نقشه موجود ایجاد می کنند، انجام می شود. مدل های ادغام، مدلهای ریاضی نمادین هستند ، که با استفاده از عملیات حسابی و منطقی لایه های داده ها را با یکدیگر ترکیب می کنند . یک مثال ساده ترکیب یک نقشه از دریاچه ها، به دست آمده به وسیله رقومی کردن یک نقشه توپوگرافی مبنا ، نشان دهنده عوارض زهکشی، با یک نقشه رقومی داه های رادیومتریک، به دست آمده از نقشه برداری هوایی ، است.

نقشه رادیومتریک، به فرض، شامل ۱۰۰ رنگ است که هر رنگ نمایانگر شدت اندازه گیری تشعشع عنصر است در حالی که نقشه دریاچه تنها دارای دو رنگ است ، حضور یا عدم حضور دریاچه ، عبارت جبری که این دو نقشه را ترکیب می کند ممکن است خاطر نشان کند که نقشه جدید مساوی با کلاس (در این مثال رنگ) نقشه رادیومتریک است به غیر از جایی که دریاچه ها وجود دارد ، در غیر این صورت کلاس صفر است . چنین عباراتی بطور معمول به زبان برنامه نویسی نوشته می شوند و گاهی اوقات به عنوان جبر نقشه (map algebra) شناخته می شوند که مختص GIS است . امروز هرنقشه ترکیب شده می تواند به عنوان یک نقشه تک عمل کند و ارتباط فضایی توده آب را با الگوهای رادیومتریک آشکار نماید.

یکی از ویژگیهای براستی قدرتمند GIS ، توانایی اتصال عبارت جبر نقشه با هم به منظور تشکیل الگوریتمهای پیچیده تر است . چندین نقشه و جدول خصوصیات داده ای می تواند در یک مرحله پردازش ترکیب شوند. فرایند ترکیب نقشه ها با یکدیگر بطور معمول مدل سازی نقشه یا مدل سازی کارتوگرافیک نامیده می شود.

۳-۶) تجزیه و تحلیل

تجزیه و تحلیل فرایند استنباط یا دریافت مفهوم از داده هاست. تجزیه و تحلیل اغلب در یک GIS به صورت بصری (باکمک چشم) انجام می شود که پیشتر نیز به آن اشاره شد. همچنین تجزیه و تحلیل در GIS به کمک اندازه گیری، محاسبات آماری به کمک رایانه، تطبیق مدلها با مقادر داده ها و سایر عملیات می تواند اجرا شود. برای مثال ، یک تجزیه و تحلیل از نواحی موجود بر روی نقشه ممکن است به پدید آمدن یک جدول (یا هیستوگرام) بیانجامد که نسبت های منطقه واقع در زیرکلاسهای مواد سطحی را به طور خلاصه ارائه کند یا ممکن است باعث به وجود آمدن جدول سطوح پوششی شودکه روابط همپوشانی کلاسهای سنگ بستر و کلاسهای سطحی رابه صورت فشرده عرضه نماید. یک خلاصه آماری می تواند برای مقایسه متوسط (mean) و انحراف استاندارد اندازه گیریهای اورانیم به روش هوایی توسط جنس سنگ استفاده شود. یا یک مدل رگرسیون ممکن است به داده های ژئوشیمیایی دو متغیره نسبت داده شود و مقادیر پیش بینی شده حاصله به صورت نقشه ای نمایش داده شود تا

مشاهده گردد که آیا انحراف ها نسبت به مدل به سایر عوامل زیست محیطی شناخته شده مربوط است . گاهی یک تجزیه و تحلیل طبقه بندی مبتنی بر گروه بندی موقعیتها با یکدیگر به وسیله ویژگیهای چند متغیره مشابه می تواند به تفسیر و تحلیل سودمندی بیانجامد . بیشتر از ابزارهای لازم برای تجزیه و تحلیل های مخصوص به عنوان قسمتی از GIS یافت نمی شوند، بلکه نیاز به این دارد که به سایر برنامه های رایانه ای انتقال داده شود . تجزیه و تحلیل یا بر روی داده های سازماندهی شده به صورت نقشه یا بر روی داده های سازمان یافته به صورت جدول انجام می گیرد.

تجزیه و تحلیل فضایی در محیط GIS ، تنها به معنی تجزیه و تحلیل داده های فضایی است . برای مثال ، جدول بندی سراسری دو نقشه ممکن است به نتایج سودمندی درباره رابطه میان دو نقشه پایان پذیرد، اگرچه مختصات فضایی نقش مستقیمی در خلاصه آماری ایفا نکند. بااین حال ، در ادبیات آماری ، تجزیه وتحلیل فضایی اغلب به تجزیه و تحلیل اطلاق می شود که به ویژه با موقعیت فضایی سروکار داشته باشد . برای مثال ، تجزیه و تحلیل سطح روند روش تطبیق یک سطح ریاضی با مقادیر داده های مشاهده شده است و آشکارا از مختصات فضایی در محاسبات استفاده می کند . کتاب تألیف شده توسط آنوین ، (۱۹۸۱) پیش درآمدی خوب برای این نوع تجزیه و تحلیل مکانی تخصصی تر است همچنین به کتاب پیشرفته تألیف شده توسط کرسی ، (۱۹۹۱) جهت اطلاعات بیشتر می توان مراجعه نمود.

۳-۷) پیش بینی

هدف از مطالعه GIS به طور معمول پیش بینی است . برای مثال تعدادی از لایه های داده ای نشان دهنده انباشته های طلا می توانند به منظور پیش بینی مطلوبیت طلا به عنوان یک نقشه جدید با یکدیگر ترکیب شوند . سپس چنین نقشه ای می تواند به عنوان ملاک و معیار تصمیم گیریهای اکتشاف یا بهره برداری از زمین مانند آیا این منطقه برای ایجاد یک پارک ملی مناسب است ؟ مورد استفاده قرار گیرد. پیش بینی در GIS با به کارگیری جبر نقشه برای تعریف مدل های نمادین که قوانین لازم برای ترکیب لایه های داده ای بایکدیگر را دربرمی گیرد، سروکار دارد. گاهی پیش بینی ، یک تمرین تحقیقی به منظور کشف نتیجه پایه ریزی مجموعه ای از فرضیات به خصوص ، بیشتر با هدف آزمون و بررسی عملکرد یک مدل است . برای مثال، فرد ممکن است به تعداد و مساحت محل هایی که ناپایدار پیش بینی شده اند، با مدل پایداری شیب ها به عنوان تابعی از تغییرات در شیب و اشباع شدگی خاک ، تنها برای ارزیابی عملکرد و حساسیت مدل ، علاقمند باشد. از طرف دیگر ، هدف ممکن است بهره برداری از نتایج برای انتخاب محلهایی برای ساختمان سازی یا طراحی برای احداث جاده باشد.

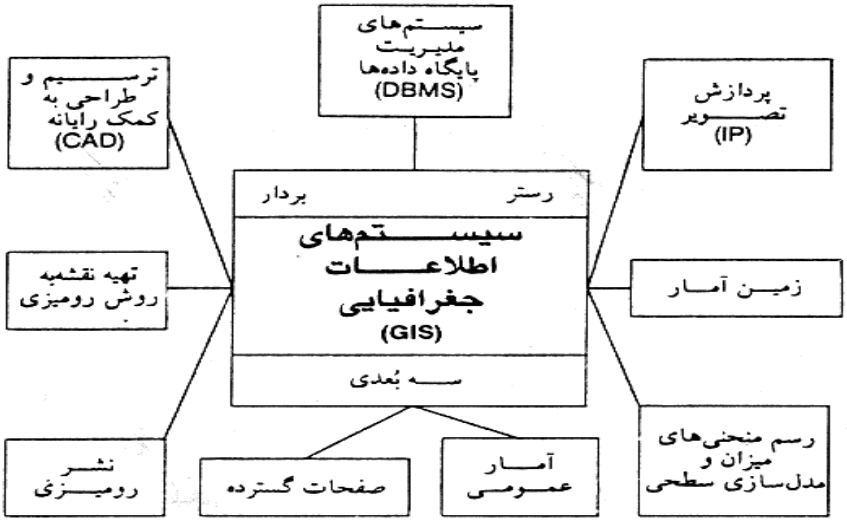
ابزارهای مدل سازی GIS وسایلی را باری به کارگیری داده های فضایی در حل مسأله فراهم می کنند و داده های فضایی را تنها از راه بازگرداندن و نمایش اطلاعات به دست نمی آورند (یعنی از راههای دیگری برای دست یافتن به داده ها استفاه می کنند)

۳-۸) GIS و نرم افزار رایانه ای وابسته

وابستگان نزدیک متعددی در گروه محصولات نرم افزاری رایانه ای برای مدیریت و نظارت بر داده های فضایی ساخته شده است که در شکل ۱-۳ آمده است. بسیاری از این ها برنامه های رایانه ای هستند که تا حدی به GIS شبیه هستند اما نه از همه نظرها. حتی در میان محصولاتی که به عنوان GIS به طور کامل و تمام عیار واجد شرایط هستند، محدوده زیادی در توانمندیهای عملی ، برخی مطلوب در ساختن محصولات کارتوگرافیک و برخی شایسته برای مدل سازی نقشه و بقیه ارائه کننده مدیریت برتر پایگاه داده ها و غیره . ردیفی گسترده وجود دارد. پارگرافهای (بندهای) بعدی بررسی اجمالی برخی گروهای نرم افزاری است. این عمل به روشن شدن این موضوع که GIS چه چیز هست وچه چیز نیست کمک می کند و همچنین بعضی عواملی را که زیر تأثیر توسعه GIS قرار گرفته اند ، به تصویر می کشد.

به خاطر متمرکز شدن این کتاب ، GIS درمرکز نمودار شکل ۱-۳ جای گرفته است اما در حقیقت هر یک از جعبه ها می توانست در مرکز باشد. برای مثال ، اگر کتاب درباره مدیریت پایگاه داده ها بود جعبه DBMS در مرکز قرار می گیرفت. معرفی جایگزین دیگر ، نشان دادن مجموعه ای از جعبه های همپوشانی است زیرا در واقع بسیاری از برنامه ها (و سیستم های برنامه ها) در عمل همپوشانی می کنند. فزون بر این ، موقعیت همیشه در حال تغییر است چون سیستم های تجاری نسخه های جدید با توانمندیهای گسترش یافته بر مبنای معیاری منظم تولید می کنند. این عمل به همگرایی کاربردی، برای مثال با سیستم های نقشه رومیزی که اعمال پیشرفته ای که آنها را به GIS بسیار نزدیک می کند یا بسته های نرم افزاری طراحی رایانه ای که شامل اعمال تغییر شکل سیستم تصویر GIS هسند ، می انجامد . همچنین این ابهام و سردرگمی میان سیستم های مختلف و تکامل دائمی سیستم های نرم افزاری انتخاب یک برنامه مناسب برای کاربرد معین را دشوار می سازد. در این مورد راه حل ویژه ای وجود ندارد فقط می توان هشدار داد که طیف گسترده است . گروهها به خوبی تعریف نشده اند ، و مرز میان گروهها به مرور زمان جابجا می شود. این امر به نسبت شبیه خریداری سخت افزار است که شما باید تصمیم خود را بر مبنای داده های موجود در زمان x قرار دهید اگر چه می دانید که در زمان x+t داده ها و تصمیم شما تغییر خواهند کرد .

دوخویشاوند نزدیک و مهم GIS جدید سیستمهای طراحی و ترسیم به کمک رایانه (CAD) و سیستم های پردازش تصویر (IP) هستند. هر دو نوع سیستم با داده های فضایی سرو کار دارند اما بر مبنای مدلهای داده ای و اعمال بسیار متفاوت قرار گرفته اند. با این حال، CAD و IP هر دو نقش مهمی در توسعه و گسترش GIS ایفا کرده اند.



شکل ۳-۱: GIS و سایر سیستم های نرم افزاری وابسته به بسیاری از آنها با داده های فضایی سرو کار دارند و بعضی از اعمال GIS را شامل می شوند.

۳-۹) طراحی و ترسیم به کمک رایانه

سیستم های CAD از آغاز برای طراحی های مهندسی ساخته شدند . این سیستم ها ساختار داده های برداری را برای نمایش نقاط ، خطوط ونمادهای گرافیکی به کار می گیرند. استفاده از بردار بدان معنی است که هر نقطه در هنگام ترسیم به کمک یک جفت مختصات فضایی (به جای یک عدد یا کمیت عددی) تعریف میشود و اینکه خطوط از مجموعه ای نقاط مرتب شده تشکیل می شوند. نواحی به کمک خطوط مرزی که آنها نیز به صورت رقومی به عنوان مجموعه ای از نقاط به هم متصل هستند، نمایش داده می شوند. داده های رقومی تعریف کننده یک ترسیم شامل تعداد زیادی جفتهای مختصات است.

سیستم های CAD برای عرضه رقومی ، تغییر شکل فضایی و نمایش ترسیمات ، شامل نقشه ها ، عالی هستند . با این حال سیستم های CAD به خودی خود برای کنترل و نظارت بر خصوصیات غیرفضایی طراحی نشده اند، مگر در موارد مقدماتی ، و برای دستکاری تصاویر رقومی مناسب نیستند. بنابراین آنها برای کنترل و نظارت جداول داده ها یا داده های مشبک (شبکه بندی شده) مطلوب نیستند و توانایی تهیه اعمال تجزیه و تحلیلی یک GIS را ندارند. بسیاری از GIS های اولیه با ساختارهای داده های برداری برای کنترل و نظارت بر داده های فضایی ساخته شده اند اما بعدها مدیریت پایگاه داده ها و توانمندیهای عملی برای تجزیه و تحلیل مدل سازی به آنها افزوده شد.

۳-۱۰) سیستم های پردازش تصویر

از سوی دیگر سیستم های IP برای دستکاری و ظاهر ساختن تصاویر رقومی درقالب رستری، تصاور اصلی که تهیه شده توسط سنسورهای ماهواره ای ، و همچنین سنسورهای تصویربرداری پزشکی ، تکوین یافتند. یک رستر ، تنها ، شبکه ای از پیکسل هاست (عناصر تصویری) همسان با آنچه بر روی صفحه تلویزیون وجود دارد. هر پیکسل شبیه سلولی در شبکه مستطیلی است . اصطلاحات رستر و شبکه به صورت مبادله ای در لغت شناسی GIS استفاده می شوند . موقعیت های فضایی پیکسل ها به طور آشکار با هر مقدار پیکسل به صورت مبادله ای در لغت شناسی GIS استفاده می شوند. موقعیت های فضایی پیکسل ها به طور آشکار با هر مقدار پیکسل ذخیره نمی شوند بلکه به صورت تلویحی (غیرمستقیم) توسط سکانسی که در آن داده های پیکسلی به طور رقومی نگهداری می گردد، ذخیره می شوند. سیستم های IP برای نمایش وتجزیه و تحلیل تصاویر رقومی بسیار نیرومندند ، و همپوشانی و ترکیب ساختار داده های مشبک (شبکه بندی شده) مجموعه داده های فضایی را برای محاسبه رایانه ای، در مقایسه با سیستم های برداری ساده تر می کند . با این حال سیستم های IP محض، بیشترشان ، در هنگام کار باداده های برداری ضعیف عمل می کنند و توان ارتباط با جداول دارای داده های خصوصیت های غیرفضایی را ندارند. به طور کلی آنها برای تهیه نقشه هایی با کیفیت بالا مناسب نیستند، چون مرزهای واحدهای نقشه ناهموار است ، اگرچه بعضی از تصاویر رقومی با قدرت تفکیک رنگ زیاد، کیفیت نقشه را دارند. بعضی از GISهای اولیه بر اساس ساختار داده های رستری بودند و تمام داده های فضایی را به عنوان مجموعه ای از لایه های مشبک ، شبیه یک سیستم IP ، در نظر می گرفتند. هنگامی که داده هایی که قرار اس تجزیه و تحلیل شوند از نظر فضایی بر روی سطح کره زمین پراکنده اند ، (برخلاف تصاویر مقاطع نازک سنگها یا تصاویری از درون بدن انسان) یک سیستم IP مانند یک GIS است . بسیاری از سیستم های IP پیشرفته تر که عملکرد برداری خود را بهبود بخشیده اند می توانند حاشیه نویسی کارتوگرافیک را به نسخه چاپی تصویری اضافه کنند و صاحب توانمندیهای تجزیه و تحلیلی و مدل سازی باشند.

۳-۱۱) GIS سه بعدی

اغلب GIS های تجاری برای کاربردهایی در رشته های متنوع طراحی وساخته شده اند ، و به گونه تخصصی برای علوم زمین نیستند . GIS طراحی شده به طور تخصصی برای کار زمین شناسی ، به ویژه معدنکاری و اکتشاف نفت ، بایستی به طور کامل سه بعدی باشد، تا این که هر رخداد داده ای توسط موقعیتش در فضا به سه مختصات فضایی (y,x برای وضعیت افقی و z برای وضعیت عمودی) مشخص شود. این عمل امکان می اهد که دو یا چند عارضه که در یک موقعیت (x,y) قرار دارند با مقدار z از یکدیگر متمایز شوند. برای داده های علوم زمینی که عوارض واقع در یک موقعیت (x,y) فقط یک مقدار

z دارند GIS دو بعدی کافی است . اغلب GISهای دو بعدی برای نمایش پرسپکتیو سطوحی که تک مقدارند (بیش از یک مقدار z در هر موقعیت ندارند) امکانات و تسهیلاتی دارند. این عمل اغلب توانمندی (قابلیت) دو و نیم بعدی گفته می شود. ارتفاع سطح می تواند هر خصوصیتی داشته باشد نه فقط بلندای تنها برای طرح هایی که با داده هایی نظیر نقاط چندگانه در درون حفرات، مقاطع لرزه ای ، ساختارهای گسله پیچیده یا خوابیده (recumbent) یا داده های ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی ، سه بعد لازم است . این کتاب چندان به موارد سه بعدی نمی پردازد و کسانی که به این زمینه علاقه دارند به کتابهای تدوین شده توسط ری پر، (۱۹۸۹) ترنر، (۱۹۹۲) فلاگ و هاربو ، (۱۹۹۲) برای ورود به این عرصه مراجعه کنند . تعدادی GIS سه بعدی تجاری وجود دارد و به وضوح با عملکرد GIS دو بعدی تا حدی مشترک است با این حال ، ساختارهای داده های تخصصی ، به تصویر درآوردن و تجزیه و تحلیل که به ارتباط با مسائل سه بعدی نیاز دارد، سیستم های سه بعدی را به نسبت متفاوت تر از GIS دو بعدی می پروراند.

۳-۱۲) سیستم های مدیریت پایگاه داده ها

خویشاوند مهم دیگر GIS ، DBMS است که به معنی سیستم مدیریت پایگاه داده ها است. DBMS سیستم های رایانه ای برای نظارت و کنترل بر هر نوع داده های رقومی هستند . برخی از چیزهای به دست آمده از سیستم مدیریت پایگاه داده ها در درون هر GIS وجود دارد و بسیاری از GISهای تجاری (موجود در بازار) آشکارا به یک DBMS ویژه متصل می شوند. بسیاری از داده های جمع آوری شده توسط زمین شناسان به صورت جداول اعداد و متن ذخیره می شوند . برای مثال ، داده های ژئوشیمیایی اغلب در جداولی که ردیف آنها محل های نمونه برداری و ستون آنها عناصر شیمیایی اند، ثبت می شوند . هنگامی که موقعیت هر محل به کمک یک جفت مختصات فضایی (مثلاً یک بردار) ثبت می شود. چنین جداولی شامل یکی از مهمترین ورودیهای GIS است. جایی که سیستم کد (CAD) به همراه DBMS به کار می رود، بسیاری از نظارت های داده ها و اعمال برداری GIS می تواند اجرا شود اگرچه ساختارهای داده ها ، به طور معمول ، برای تجزیه و تحلیل پیشرفته تر و عملیات مدل سازی به قدر کافی پیچیده نیستند.

۳-۱۳) سیستم های تهیهٔ نقشه به روش روی میز

این سیستم ها به طور عمده برای نمایش و جستجوی داده های فضایی اند . آنها اغلب از پایگاههای داده هایی استفاده می کنند که پیش از آن دریک GIS یا DBMS مونتاژ شده اند. آنها نسبت به یک GIS کامل ، ارزانتر و یادگیری آنها آسانتر است. آنها برای کاربرهای داده های فضایی که لازم است یک

پایگاه داده های موجود را بدون وارد شدن به ایجاد پایگاه داده ها یا تجزیه و تحلیل و مدل سازی پیشرفته مجسم و کشف کنند، مناسبند .

۳-۱۴) بسته های نرم افزاری تهیهٔ نقشه های سطحی و منحنی های میزان

چنانچه داده ها به صورت یک جدول سازماندهی شوند، ضمن آن که هر ردیف ثبت داده های نمونه برداری شده درموقعیت جغرافیایی است ، هدف آنی تجزیه و تحلیل داده ها اغلب تهیه نقشه های منحنی میزان یک یا چند متغیره است که در ستونهای جدول ذخیره می شوند . برای مثال ، از ته تا سر سازند به صورت ستونهایی در یک فایل از داده های چاه ، اغلب برای نشان دادن شکل سطح چینه شناسی در دید مسطح (هموار) تهیه و تدوین می شود . تهیه نقشه های سطحی اصطلاح کلی تری برای تخمین (برآورد) ویژگی های سطحی به دست آمده از داده های نقطه ای نامنظم در فضا نه فقط بیان کننده نتیجه به صورت منحنی های میزان بلکه به صورت ساختارهای داده های مشبک یا مثلث بندی شده است . بعضی سیستم های تهیه نقشه های سطحی تجزیه و تحلیل پیچیده ای مثل کنترل و نظارت بر گسل ها در سطح زمین، عملیات میان سطوح نقشه برداری شده چندگانه ، فراهم کردن ابزارهای به تصویر درآوردن و مدل سازی و رویکرد عملی GIS کامل را عرضه می کنند. بسته های نرم افزاری تهیه نقشه های سطحی توسط زمین شناسان به ویژه در صنعت نفت به گستردگی کاربرد یافته است. چندین فصل از کتاب دیویس ، (۱۹۸۶) یکی از کتب آموزشی استاندارد برای روشهای آماری در زمین شناسی، به رسم منحنی های میزان وتجزیه و تحلیل سطوح زمین شناسی پرداخته است.

۳-۱۵) برنامه های زمین آمار

زمین آمار شاخه ای از آمار است که با متغیرهای منطقه بندی شده سر و کار دارد. یک متغیر منطقه بندی شده کمیتی است که مقدارش با موقعیت فضایی تغییر می کند و رفتارش چیزی میان یک متغیر واقعاً اتفاقی و یک متغیر جبری است. رفتار متغیرهای منطقه بندی شده با واریوگرامهایی بررسی می شود که اختلاف مربع میانگین را بین مقادیر داده ها ، به عنوان تابعی از فاصله و جهت بین موقعیت های داده ها، رسم می کند . واریوگرام ها در کریجینگ، یعنی روش تخمین مقدار متغیر منطقه بندی شده از نقاط داده های پراکنده ، استفاده می شود. بسته های نرم افزاری برنامه زمین آمار به طور معمول برای کنترل و نظارت داده های موقعیت نقطه ای مشابه با برنامه های تهیه نقشه های سطحی و نقشه های منحنی میزان طراحی می شوند و می توانند برآوردهای همراه با کریجینگ (co-kriging) و همراه با واریوگرام (co-variogram) را بر اساس تغییر فضایی جفت های متغیر انجام دهند. کتاب ایزاکز ، و سری واستاوا ، (۱۹۸۹) زمین آمار متغیر انجام دهند ، را به خوبی معرفی می کند.

۳-۱۶) برنامه های مورفولوژی (ریخت شناسی) ریاضی

مورفولوژی ریاضی به شاخه ای از تجزیه و تحلیل فضایی اطلاق می شود که با اشکال و اندازه های عوارض هندسی در تصاویر سروکار دارد سرا ، (۱۹۸۲) . این رشته برای بیرون کشیدن و تجزیه و تحلیل عوارض موجود در تصاویر اهمیت دارد و از دیدگاه زمین شناسی به طورعمده در مورد تصاویر سنگها در مقاطع نازک یا صیقلی شده به کار رفته است فابری ، (۱۹۸۴) . استخراج و بیرون کشیدن عوارض ، از تصاویر ماهواره ای و تجزیه و تحلیل عوارض موجود بر روی نقشه ها ، برای GIS اهمیت متدولوژیک دارد اگرچه در حال حاضر تعداد بسیار کمی از سیستم های IP یا GIS با روال عادی مورفولوژی ریاضی ارتباط ندارند.

۳-۱۷) نرم افزار دیگر

برنامه های دیگر که اغلب به همراه GIS برای وظایف تخصصی استفاده می شوند عبارتند از : صفحات گسترده ، برنامه های تجزیه و تحلیل آماری، به ویژه برای تجزیه و تحلیل چند متغیره و واسط های سیستم خبره .

۳-۱۸) GIS مراقب یا ناظر در برابر GIS وابسته به پروژه

سهم عمده ای از منابع GIS ، به ویژه در سازمان های بزرگ ، به ساخت و نگهداری پایگاههای داده های ناظر که به عنوان منابع داده ای برای گروه زیادی از کاربرها در یک دوره زمانی تمدید شده خدمات ارائه می کنند، اختصاص داده شده است. در نقطه مقابل ، گروهی از فعالیت های GIS وابسته به پروژه قرار دارد که با مجموعه داده های مجتمع برای یک منظور خاص برای تعداد کمی از کاربران سروکار دارد و بعد از اتمام پروژه نگهداری نمی شود. چند اختلاف مهم بین این فعالیت های شاخص و کسانی که با این دونوع GIS کار می کنند وجود دارد.

اندازه پایگاههای داده ای ، به احتمال، بسیار بزرگتر از داده های جمع آوری شده برای یک مطالعه وابسه به پروژه است. یک پایگاه داده های ناظر باید استاندارد داده هایی را ، که به صورت رسمی ، پذیرفته شده و باگذشت زمان ثابت می مانند به کار گیرد. در حالی که مجموعه داده های وابسته به پروژه فقط به نگهداری استانداردهای داده ای متناسب برای هدف مورد نظر احتیاج دارد. یک پایگاه داده های ناظر ممکن است یک پایگاه داده های ژئوشیمیایی ملی یا پایگاه داده های نقشه زمین شناسی منطقه ای برای یک استان یا ایالت باشد. از طرف دیگر ، مطالعه و بررسی GIS وابسته به پروژه ممکن است تهیه نقشه پتانسیل زمین لغزه برای یک منطقه کوچک ، به منظور طراحی موقعیت یک زیرتقسیم مسکونی جدید، جاده یا خط لوله با استفاده زا داده های ایجاد شده فقط برای کاربرد خاص ، باشد.

به منظور ایجاد یک پایگاه داده های ناظر ، استاندارهای داده ای باید برای ورود و نگهداری داده ها پایه ریزی شوند که می تواند توسط گروههای مختلف مردم در طول زمان به کار رود. بنابراین پایگاه داده های نقشه ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی مستلزم تعاریف داده ای دقیق و مدل های داده ای است که ساختار و سازماندهی قسمت های داده ها را به طور دقیق معین کند . GIS انتخاب شده برای استفاده ناظر باید در تهیه اعمال لازم برای به روز کردن و اصلاح (ویرایش) داده های فضایی ممتاز و برجسته باشد. GIS وابسته به پروژه لازم نیست که در مورد استانداردهای داده ای آن قدرها نیرومند باشد (اگرچه مدل داده ها هنوز باید بدون ابهام تعریف شود) و در مورد حفظ ونگهداری داده ها توانمند باشد اما باید برای تجزیه و تحلیل و مدل سازی داده ها مناسب باشد و یک پلاتفرم محاسبه کننده قابل انعطاف به جای کار تولید، برای امر تحقیق فراهم نماید.

به یاد داشته باشید که از کلمه پایگاه داده ها برای GIS ناظر استفاده کرده ایم در حالی که برای داده های وابسته به پروژه کلمات جمع آوری مجموعه های داده ای فضایی مناسبتر است . اشاره صریح به یک پایگاه داده ها به طور معمول بر مراقبت دراز مدت ، نگهداری و دستیابی توسط چندین کاربر دلالت می کند (بااین حال درعمل ، اصطلاح پایگاه داده های فضایی از سوی کسانی که GIS را برای هر دو نوع ناظر و وابسته به پروژه استفاده می کنند ، به کار می رود) در مطالعات وابسته به پروژه به ندرت منابعی برای نگهداری درازمدت وجوددارد و وقتی اهداف پروژه حاصل شد ، مجموعه های داده ای به دستگاههای ذخیره حجیم نظیر نوار یا دیسک به منظور انبارکردن درازمدت برگردانده ی شوند . به طور کلی در عمل ، بخشی از داده های جمع آوری شده برای پروژه های زمین شناسی GIS ، از پایگاه های داده های ناظر (اغلب داده های توپوگرافی، داده های حاصل از مساحی ژئوشیمیایی یا ژئوفیزیکی منطقه) و بخشی دیگر از منابع سازماندهی شده غیررسمی تر و از نقشه های سفارشی رقومی شده ، به دست می آیند.

۳-۱۹) کاربرد زمین شناسی GIS

تهیه نقشه های پتانسیل معدنی برای به تصویر کشیدن یک کاربرد متداول زمین شناسی در GIS انتخاب شده است. با این حال عملیاتی که برای تهیه نقشه هیا پتانسیل های معدنی انجام می شوند از بسیاری جهات به عملیات به کار گرفته شده برای کاربردهای متنوع GIS شبیه است و در اینجا هدف نشان دادن رویکرد کلی به جای پرداختن به جزئیات ویژه ذخایر معدنی است. جستجو برای سایر انواع منابع زمین شناسی، ارزیابی خطرات ، تقابل زیست محیطی و برریس های انتخاب سایت (محل) نیز مستلزم گرفتن همزمان داده های فضایی از چندین منبع است. برخی از کاربردهای دیگر GIS در علوم زمین که می توانست برای به تصویر کشیدن متدولوژی GIS استفاده شود عبارتند از :

۱- تهیه نقشه های حوادث و بلایای طبیعی که به پایداری شیب ها ، زمین لغزه ها ، منطقه بندی خسارت زمین لرزه ، فوران های آتشفشانی ، خسارت ناشی از طغیان رودخانه ها و تسونامی ها (امواج

غول پیکر) فرسایش ساحلی، خطرات آلودگی ناشی از فعالیت معدنی یا صنعتی ، گرم شدن کره زمین ، می پردازند.

۲- انتخاب محل مناسب برای اجرای پروژه های (طرح های) مهندسی نظیر دفع مواد زائد (محل دفن زباله های شهرداری، ریختن زباله های هسته ای در چاههای مخصوص این کار) ، خط لوله، جاده و مسیر راه آهن ، سدها، گسترش و توسعه ساختمان سازی.

۳- ارزیابی منابع برای فرآورده های متنوع زمین شناسی مانند آب، ماسه و گراول، سنگ ساختمانی، نفت خام، گاز طبیعی، زغال سنگ، انرژی زمین گرمایی در کنار کانی های فلزی .

۴- تحقیق و یافتن ارتباطات علت و معلولی موارد زیست محیطی مورد نظر میان مجموعه های داده های فضایی مختلف نظیر شیوع یک بیماری (درگیاهان، حیوانات یا انسان) در رابطه با الگوهای ژئوشیمیایی موجود در سنگها ، خاکها یا آب، همچنین بیماری ممکن است به ترکیب پیچیده ای از عوامل زیست محیطی فضایی مربوط باشد.

۵- تحقیقات اکتشافی روابط متقابل فضایی میان مجموعه های داده ای در طول دوره تحقیق زمین شناسی مانند درک علائم ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی منطقه ای گرانیت های نوع I و S یا ارزیابی علائم حاصل از تصاویر ماهواره ای درارتباط با لیتولوژی (جنس سنگ) و پوشش گیاهی.

۳-۲۰) تهیه نقشه های پتانسیل معدنی

اکتشاف معدنی یک فعالیت چند مرحله ای است که در مقیاسی کوچک آغاز می شود وبه مقیاس بزرگ تبدیل می شود و سرانجام به انتخاب محل هایی به عنوان هدف برای حفاری به منظور دست یافتن به ذخایر معدنی پایان می پذیرد. در یک مقیاس کوچک ، شرکتهای اکتشافی باید مناطق کلی را که ممکن است دارای پتانسیل دلخواه برای ذخایر معدنی یک نوع معین و انتخاب شده ، به طور معمول بر اساس ویژگیای وسیع زمین شناسی باشد به صورت کلی ترسیم کنند. در مقیاس متوسط ، بخشهایی از این مناطق کلی برای اکتشاف تفصیلی بعدی ، بر اساس شواهد حاصل از تهیه نقشه هایی زمین شناسی، نقشه برداری ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی منطقه ای وتعیین موقعیت مکانهای شناخته شده معدنی ، انتخاب می شوند . با شناسایی مناطق مطلوب تر ، اهداف را می توان به طور مستقیم انتخاب کرد یا مرحله دقیق تری از عمل مساحی را به عهده گرفت . در نهایت ، این فرآیند به ایجاد نقشه بزرگ مقیاس منجر می شود که نشان دهنده موقعیت ها و الویتهای محل های بالقوه معدنی است. البته تصمیم گیریهای حفاری حقیقی نیز بر اساس سایر ملاحظات مانند دستیابی فیزیکی و عوامل اقتصادی اند. در فرآیند تصمیم گیری باید چندین نوع از داده های فضایی باهم در نظر گرفته شوند .

اکتشاف مشابه ارزیابی منابع معدنی است ، یعنی فعالیتی که اغلب توسط دولتها به منظور مقایسه ارزش کانیایی مساحتی از زمین با ارزش آن در فعالیتهای دیگر نظیر جنگل داری، کشاورزی یا احیای مجدد (بازسازی) انجام می شود. همانند اکتشاف معدنی ، ارزیابی منبع معدنی با تقسیم زمین به

مناطقی بر طبق مطلوبیت معدنی سر و کار دارد . با این حال ، به منظور دادن یک ارزش پولی به منابع معدنی (لازم برای انجام مقایسه های با بهره وری های گوناگون زمین) ، تعداد ذخایر برآورد شده ، به اضافه اندازه و عیار ، باید به گستره های مطلوب الحاق شود . سپس چنین اطلاعاتی می تواند برای فهرستی از منابع معدنی استفاده شود و تصمیمات بهره وری از زمین را نظیر تعیین محل پارکها یا استقرار صاحبان زمین را تسهیل نماید.

تخمین و اکتشاف منبع معدنی هر دو داده های فضایی به دست آمده از منابع مختلف را مورد استفاده قرار می دهند . در گذشته ، انتخاب ، ارزیابی و ترکیب شواهد و مدارک ذخایر معدنی با کمک یک میز سبک انجام می شد. نقشه های گوناگون به طور فیزیکی روی هم قرار می گرفتند تا روابط مشترک را میان آنومالی ها تعیین شود. GIS به مقدار زیادی کارآیی این فرآیند را بالا برد و امکانات لازم برای پردازش داده های تخصصی و تجزیه و تحلیل داده های فضایی را گسترش داد.

کاربرد توصیف شده در این بخش با ارزیابی پتانسیل معدنی یک ناحیه کوچک در مانی توبا در کانادا سروکار دارد. این کار به عنوان بخشی از یک پروژه تحقیقاتی در سازمان زمین شناسی کانادا است که با فن آوری جدید به کار رفته برای اکتشاف فلزهای گرانبها ، با تمرکز بر روی ذخایر ماسیف سولفاید با منشأ آتشفشانی (VMS) در کمربند شیست سبز ناحیه اسنولیک (Snow Lake) انجام شد . مرحله اولیه کار در نوشته ردی و همکارانش ، (۱۹۹۲) توصیف شده و تصاویر ارائه شده در این متن از دومین مرحله مطالعه که توسط سازمان زمین شناسی کانادا در سال ۱۹۹۴ منتشر شده، اقتباس شده است.

۳-۲۱) مدل مفهومی

انباشته های معدنی می توانند به صورتهای مختلف گروه بندی یا طبقه بندی شوند که به ویژگیهای آنها بستگی دارد. هیچ دو ذخیره ای از یک نوع به طور کامل یکسان نیستند و بعضی اوقات یک دسته ممکن است محدوده ای از نوسان و تغییر را دربر داشته باشد . هر کلاس یا دسته می تواند توسط ذخیره معدنی ایده آل شده که به عنوان یک مدل ذخیره معدنی شناخته شده ، معرفی شود، مدلی که کلیه ویژگیهای متداول گروه را دارد. مدلهای ذخیره معدنی مدلهای مفهومی هستند ، که به طور معمول با کلمات و نمودارها توصیف می شوند . آنها ویژگیهای معمول و متداول یک گروه از ذخایر معدنی را شرح می دهند ، با تفسیر فرآیندهای انباشتگی کانی همراهند، و برای فراهم کردن ملاک هایی برای اکتشاف معدنی مفیدند هاجسون ، (۱۹۹۰) . مدل های ذخایر معدنی برای تهیه و تدارک چارچوب نظری برای هدایت مطالعات پتانسیل معدنی به کمک GIS دارای اهمیت اند. آنها به انتخاب داد ها و مدل سازی داده ها و تصمیم گیری اینکه کدام عوارض بهسازی شوند و به عنوان شاهد بیرون کشیده شوند و برای تصمیم گیری نحوه وزن دار کردن اهمیت نسبی شواهد در برآورد پتانسیل معدنی ، کمک میکنند . مدل های مفهومی در انواع مختلف برای تمام کاربردهای GISاند.

انباشتگی های مایسف سولفاید، با منشاء آتشفشانی درمجاری آتشفشانی در بستر اقیانوس تشکیل می شوند.

برای توصیف ویژگی ها و شرایط تشکیل ذخایر VMS به طور کلی به لیدان (۱۹۸۸ و ۱۹۸۴) مراجعه کنید. ذخایر VMS چیزل لیک (Chisel Lake) در کمربندی شیست سبزاسنولیک پروتروزئیک زیرین توسط بیلز بو گلی (۱۹۸۹) توصیف شدند که زمین شناسی ذخایر معدنی ناحیه آندرسن ـ چیزل ـ مورگان لیک را به طور خلاصه تهیه کرده اند. در این منطقه (ناحیه مورد مطالعه) ویژگی های اصلی ذخایر مفید برای تهیه نقشه های پتانسیل به قرار زیر است :

۱- انباشتگی های واقع در سکانس های ضخیم سنگ های آتشفشانی زیر آبی، انباشتگی ها، به طور عمده در جریان های گدازه های فلسیک (سنگ های کوارتز و فلدسپات دار) و نیز در سایر انواع سنگ های آتشفشانی یافت می شوند. همبری میان جریان های فلسیک و واحدهای ولکانوکلاستیک ممکن است مهم باشد.

۲- سنگ های آتشفشانی با نفوذ های فلسیک بزرگ همراهند که تصور می شود به عنوان منبع گرمایی زیر آتشفشانی عمل می کند و یک جریان هیدروترمال (گرمابی) به وجود می آورد. آب دریا که با فشار به میان سنگ های آتشفشانی راه پیدا می کنند که از آن ها فلزات شسته و حل می شوند و مجدداً در مجاری یا نزدیک بر بستر دریا رسوب می کنند.

۳- نواحی مجزا با دایک ها و عوارض عمودی همراهند که از میان سنگ های آتشفشانی عبور می کنند و جریان رو به بالای محلول های هیدروترمال را عملی می کنند. گرمای حاصل از دایک های نفوذی نیز به برقراری این جریان کمک می نماید.

۴- محلول هیدروترمال (گرمابی) با سنگ های آتشفشانی واکنش پیدا می کنند تا کانی های دگرسان به وجود آید.

سیلیسی شدن و حضور کانی های آمفیبول (Amphibole) در مناطق بزرگ و نیمه همشیب با چینه شناسی آتشفشانی اتفاق می افتد. آنکریت (Ankerite) در مناطقی با محدودیت بیشتر پدید می آید.

۵- هوازدگی و فرسایش انباشته ها هاله پراکنده ای از عناصر فلزی در نهشته های رودخانه ای و یخچالی به وجود می آورد.

۶- نقشه برداری های مغناطیسی منطقه ای نوساناتی را در مغناطیس پذیری سنگ ها نشان می دهد که به طور عمده ناشی از اختلاف جنس سنگ ها است. گرادیان های تند در اندازه گیری های حوزه مغناطیسی به طور معمومل تغییراتی را در نوع سنگ در همبری های زمین شناسی منعکس می کنند.

۷- داده های ژئوفیزیکی خصوصاً برای انباشته های ماسیف سولفاید VMS که ویژگی های مشخص الکتریکی دارند، می توانند نشان گر مهمی محسوب شوند. داده های هوایی و الکترومغناطیسی (EM) زمینی برای کشف این ذخایر به ویژه همراه با داده های مغناطیسی به گستردگی به کار می روند.

این معیارها قسمتی از مدل ذخیره ای به کار رفته در مطالعه GIS را تشکیل می دهد که چارچوبی برای انتخاب و تجزیه و تحلیل داده ها فراهم می کند.

۳-۲۲) توصیف مختصر مطالعه GIS

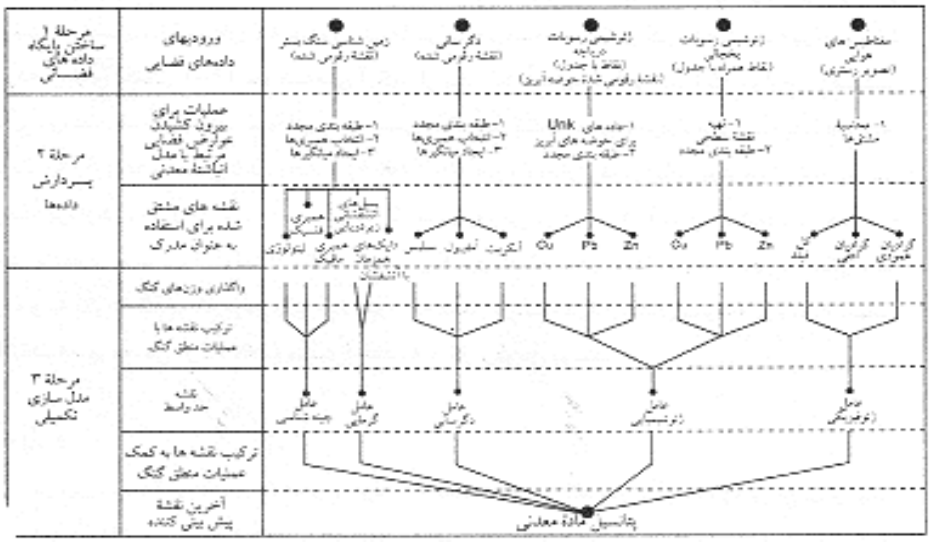
بیشتر طرح های GIS برای تهیه نقشه های پتانسیل معدنی می تواند به سه مرحله اصلی تقسیم شود (۱-۲) نخستین مرحله کلیه داده های مناسب را با همدیگر به پایگاه داده های GIS می آورد. دومین مرحله دست کاری داده ها برای بیرون کشیدن الگوهای فضایی مربوط به اهداف طرح است که در این مثال الگوهای مهم نشانگر ذخایر VMS هستند. سومین مرحله ترکیب شواهد بدست آمده به منظور پیش بینی پتانسیل معدنی است. با مراجعه به شکل ۱-۳ این مراحل را با جزئیات بیشتر برای مثال VMS در نظر بگیرید.

مرحله ۱

مرحله ساختن پایگاه داده ها به طور اولیه وقت گیرترین مرحله طرح است. این مرحله در مطالعات GIS بیشتر متداول است. این مرحله با پایه ریزی گستره های فضایی ناحیه مورد مطالعه . تصمیم گیری یک سیستم تصویر عملی مناسب و مونتاژ کردن داده های فضایی متنوع که باید در مطالعه به شکل رقومی استفاده شوند، تا به درستی ثبت شوند به طوری که اجزای فضایی به طور صحیحی همپوشانی پیدا کنند، سر وکار دارد.

مهمترین منبع داده ها نقشه زمین شناسی جدیدی بود که توسط بیلزوگلی (۱۹۹۲) منتشر شده است. نقشه کاغذی رقومی شد و مختصات جدولی آن به پروژکشن عملی تغییر شکل پیدا کرد، از حالت برداری به حالت رستری تبدیل و به وسیله گروه بندی برخی واحدها با یکدیگر ساده شد (شکل ۱-۴).

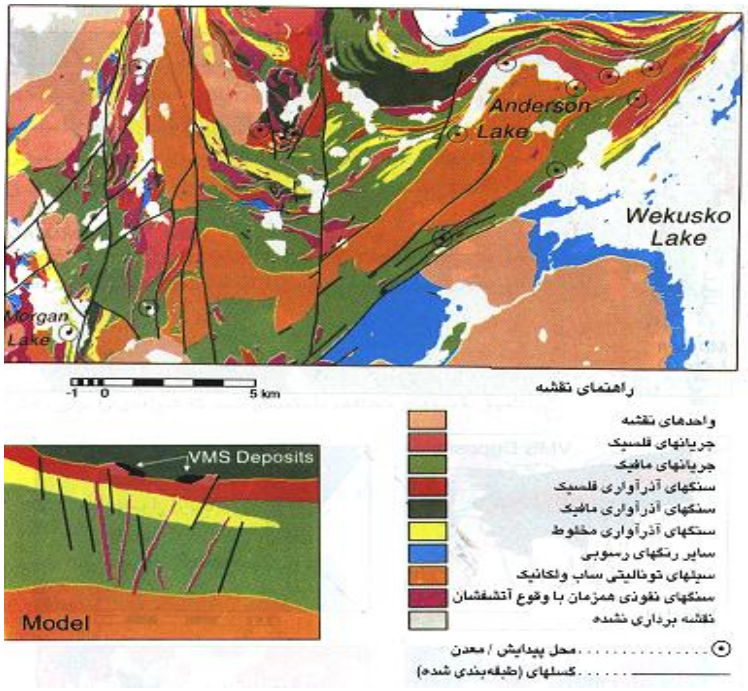
شکل ۳-۲: تهیه نقشه پتانسیل معدنی به کمک GIS به صورت یک فرایند ۳ مرحله ای



شکل ۳-۳: نمودار جریانی مطالعه پتانسیل معدنی در سه مرحله

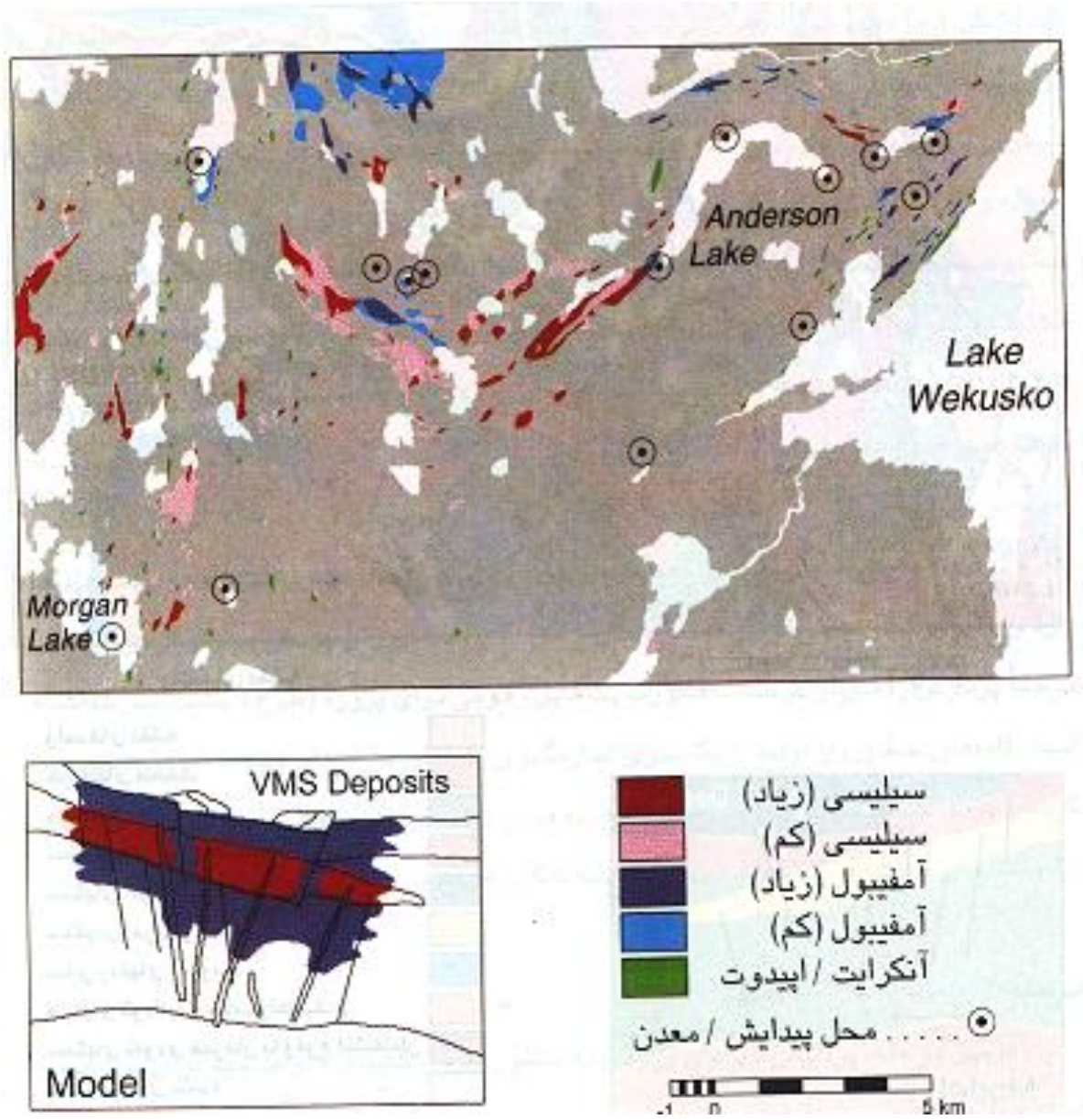
همچنین نقشه آلتراسیون از همان منبع رقومی شد و در روند اعمال مشابه فوق قرار گرفت (شکل ۱-۵) داده های ژئوشیمیایی از برداشت های منطقه ای رسوبات دریاچه قابل دسترس بودند. نمونه های برداشته شده از چندین دریاچه در ناحیه برای عناصر فلزی گوناگون تجزیه و تحلیل شدند. داد ها به صورت جدولی که یک ردیف برای هر نمونه و ستون هایی شامل خصوصیت های فضایی یا غیر فضایی دارد، به دست آمدند. موقعیت های فضایی به صورت مختصات (عرض جغرافیایی، طول جغرافیایی) و خصوصیات شیمیایی به صورت فیلدهای عددی ثبت شدند. هر نمونه به عنوان نماینده حوضه رسوبات رودخانه ای که در آن قرار دارد در نظر گرفته می شود به گونه ای که جدول داده ها برای حوضه ها به کار گرفته شد نه برای نقاط نمونه برداری (شکل ۱-۶) حوضه های آبگیر از یک نقشه توپوگرافی مبنا که عوارض زهکشی ناحیه بودند، رقومی شدند. داده های مغناطیسی هوایی دریک قالب رستری مشبک به پایگاه داده ها وارد وبه پروژکشن عملی تبدیل شدند (شکل ۱-۷) این داده های ژئوفیزیکی پیش تر از آن چندین مرحله پردازش را قبل از عرضه به صورت یک فایل رقومی برای پروژه (طرح)، پشت سرگذاشته است. داده های خط پرواز اولیه از یک سری اندازه گیری نقطه ای در امتداد خطوط تغییر شکل پیدا کرده و به یک شبکه منظم درون یابی شده بود. به همین ترتیب، موقعیت های نمونه های ژئوشیمیایی و انباشته های معدنی آن گاه که به دست آمدند به شکل رقومی بودند.

مرحله ۲



شکل ۳-۴: زمین شناسی ساده شده ناحیه دریاچه های مورگان ، چیزل ، اندرسن

دومین مرحله ، پردازش لایه های ورودی به منظور بیرون کشیدن شواهد مهم برای پیش بینی انباشته های VMS بود. نقشه زمین شناسی به صورت تعداد کوچکتری از واحدها یا کلاس های نقشه تعمیم داده شد (جنرالیزه شد) ولی اطلاعاتی که برای پیش بینی معدنی مهم به نظر می رسید، حفظ گردید. همبری میان روانه های فلسیک (ریولیت ها) و واحدهای ولکانوکلاستیک از نقشه زمین شناسی انتخاب و میانگین گیری تا نقشه مجاورت تهیه شود زیرا ذخایر VMS با این نوع همبری ها همبستگی فضایی نشان می دهند.



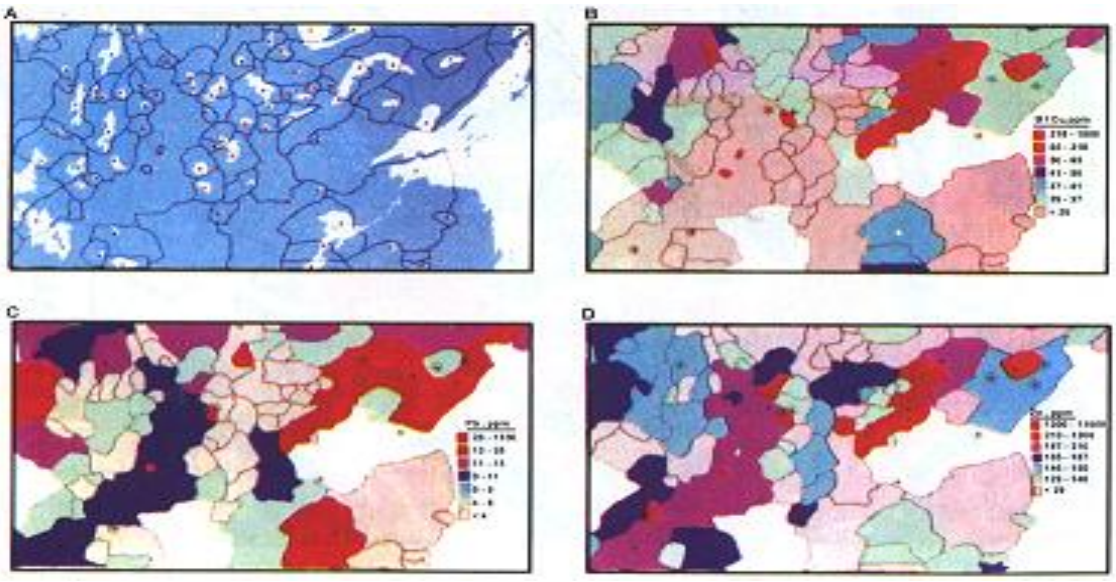
شکل ۳-۵: نقشه ای نشان دهنده گستره مناطق دگرسانی (آلتراسیون)

به همین ترتیب، نقشه های مجاورت از داده های زمین شناسی که نشان دهنده فاصله از دایک ها و سیل ها به عنوان نشان گر مجاورت با منبع گرمایی اند (شکل ۱-۸) به دست می آمدند. مناطق مختلف آلتراسیون از یکدیگر تفکیک و میانگیر شدند و حضور و مجاورت با انواع متنومع التراسیون مدل سازی شد. داده های ژئوشیمیایی عناصری که شاخص های مهم ذخایر دارای فلزات گرانبها به نظر می رسیدند بر روی یک مقیاس طراحی شده به منظور برجسته کردن و آشکارتر کردن نواحی دارای مقدار آنومالی بالا طبقه بندی شدند و از جدول داده ها به نقشه های حوضه های آبریز مبدل شدند (شکل ۱-۶) داده های مغناطیسی با انتخاب یک طرح کلی متناسب برای طبقه بندی بهسازی شد و یک نقشه

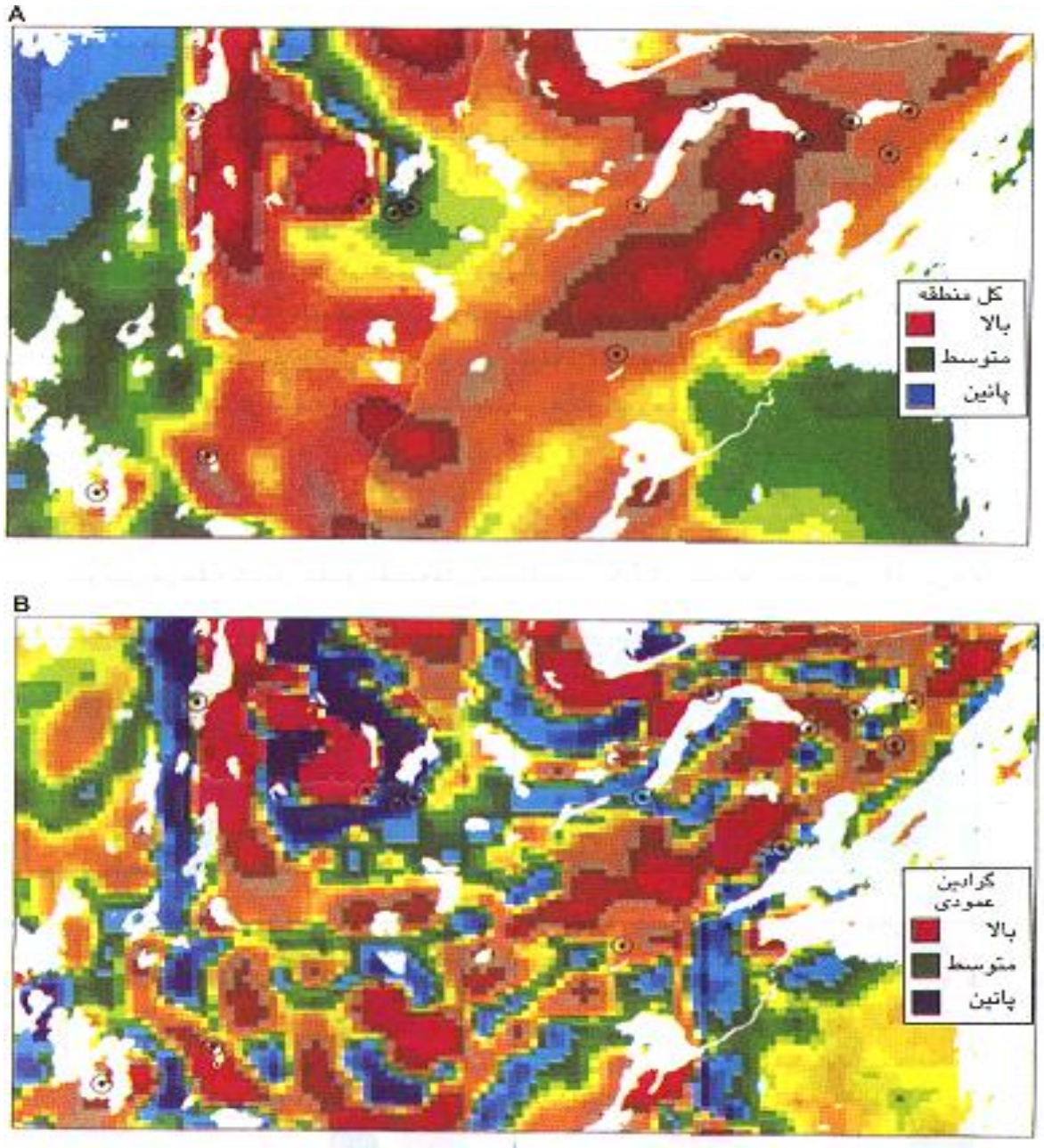
مشتقی که نشان دهنده نواحی که در آنجاها تغییر عمودی سریع در حوزه مغناطیسی محلی اتفاق می افتد، تهیه شد .

مرحله ۳

سومین مرحله شامل تلفیق نقشه های مختلف بایکدیگر است که شواهدی را برای یافتن ذخایر VMS فراهم سازد .



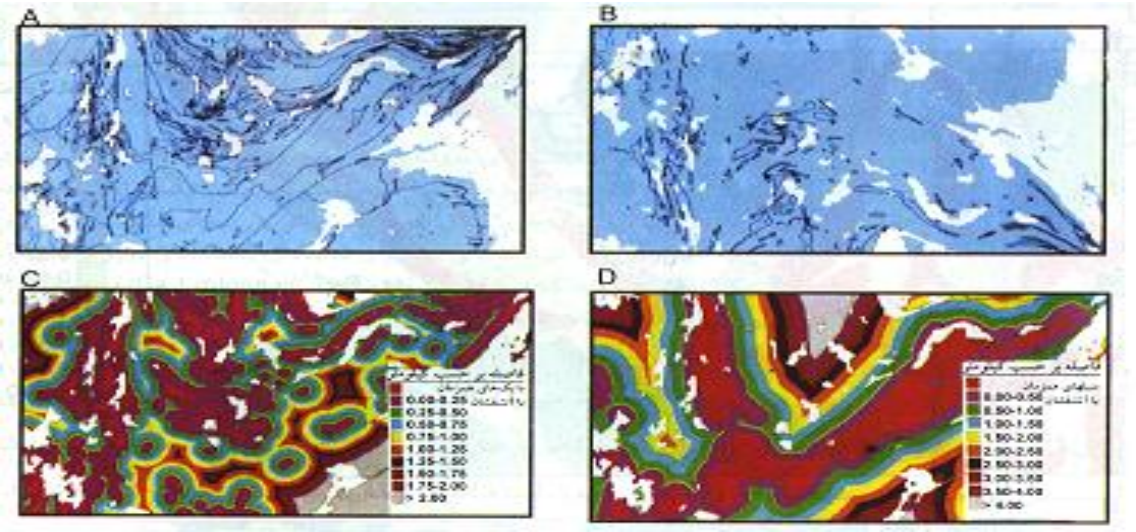
شکل ۳-۶: نقشه های ژئوشیمیایی براساس غلظت عناصر در نمونه های رسوبات دریاچه



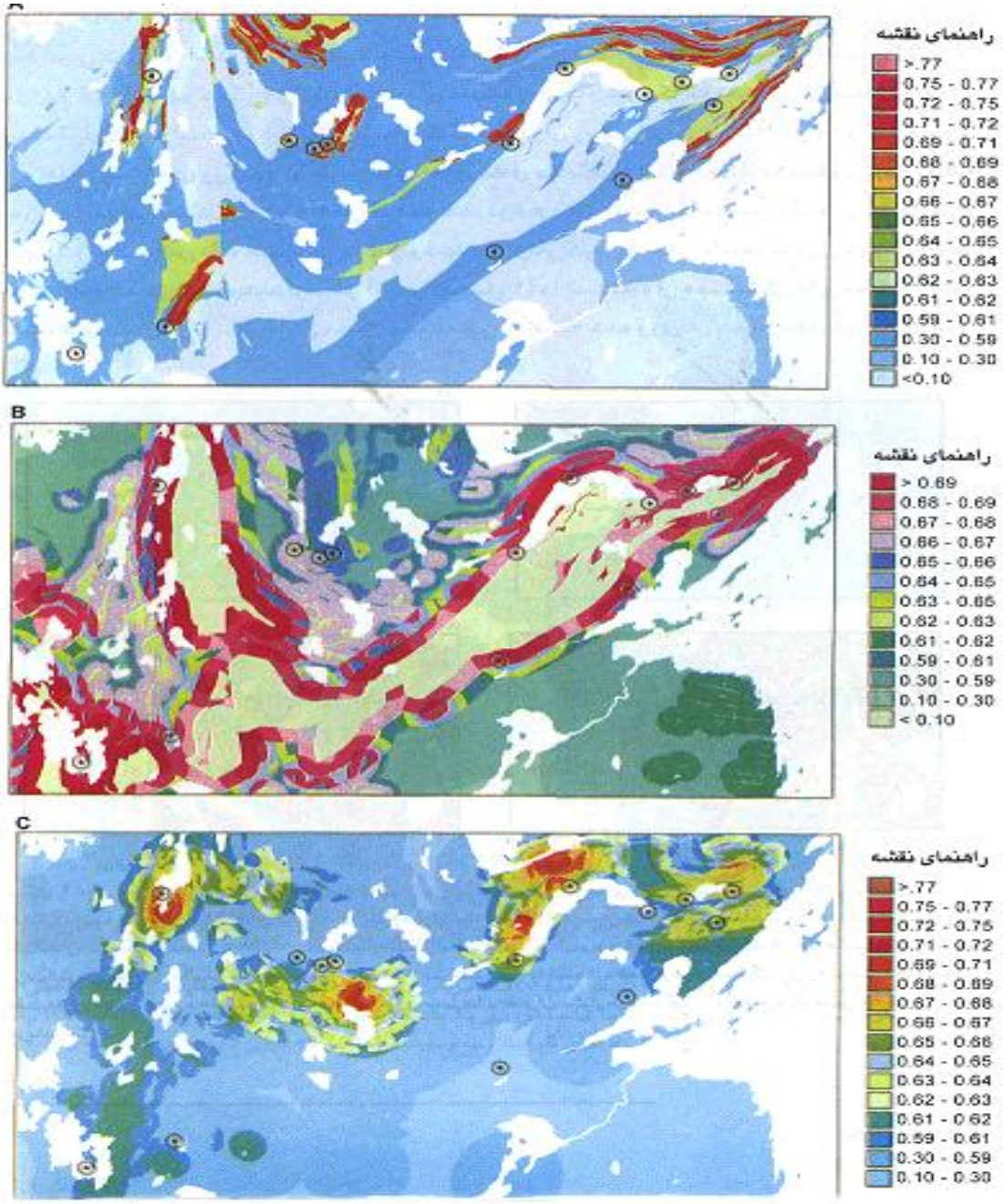
شکل ۳-۷: نقشه های ژئوفیزیکی به دست آمده از نقشه برداری مغناطیسی هوایی

این در سه مرحله صورت می گیرد که محصول نهایی آن نقشه پیش بینی کننده ای است که مطلوبیت نسبی یا پتانسیل VMS را نشان می دهد. فرایند تلفیق با وزن دار کردن و پیوستگی می تواند به راه های مختلفی انجام شود که به تفضیل در فصل ۹ مورد بحث قرار گرفته است. در این مثال منطق گنگ به عنوان روشی برای عرضه شواهد و جمع آوری شواهد از نقشه های ورودی، از طریق نقشه های عامل میانگین (شکل ۱-۹) به منظور تهیه نقشه خروجی نهایی (شکل ۱-۱۰) به کار گرفته شد. توابع عضویت گنگ به صورت ذهنی به هر نوع نشانگر اختصاص داده شدند که به این وسیله وزن دار کردن

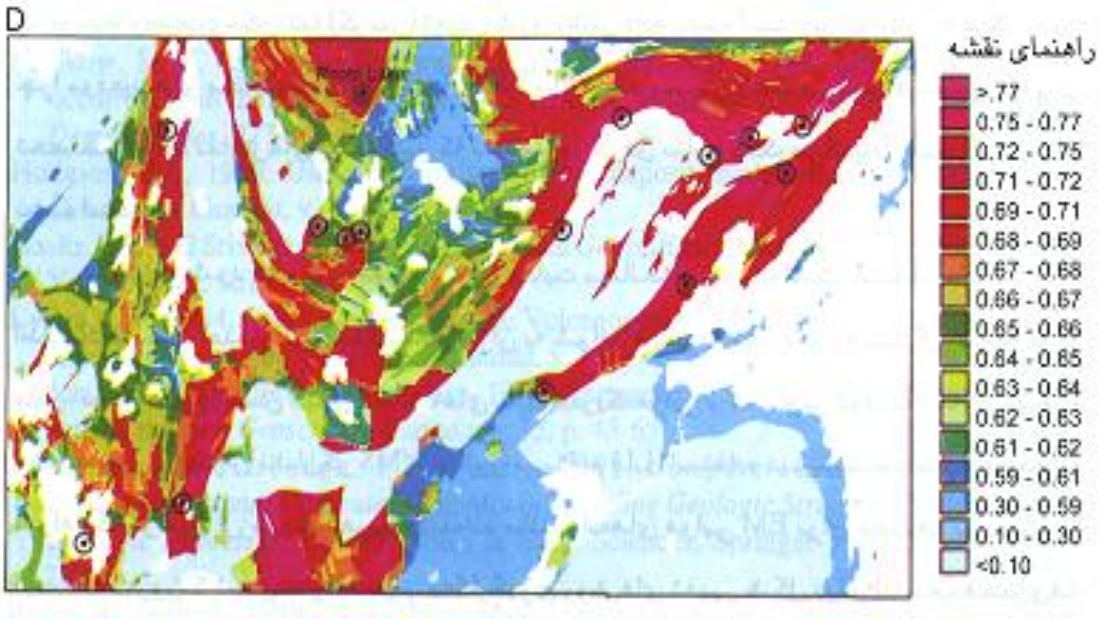
نسبی داده ها کنترل شد. از طرف دیگر ، شواهد می توانستند از نظر آماری با استفاده از همبستگی های مشاهده شده نقشه های نشان گر با مکان های پیدایش ماده معدنی شناخته شده وزن دار شوند. نقشه پتانسیل تنها یکی از چند راه حل ممکن است، زیرا شواهد می توانند ازطرق مختلف انتخاب ، دست کاری و وزن دار شوند. توانایی ایجاد نقشه های دیگر تغییر فرضیات یکی از جنبه های مهم این رویکرد است. در این موقعیت ، نقشه های پتانسیل بدون استفاده از مکان هیا انباشته های شناخته شده به طور مستقیم در تجزیه و تحلیل محاسبه شد. همان طور که در شکل ۱-۱۰ دیده می شود طبق انتظار، به تقریب، همه ذخایر در مناطق پتانسیل بالا رفته وجود دارند. به علاوه تعدادی از مناطق دارای مطلوبیت زیاد ذخیره در حال حاضر شناخته نشده اند.



شکل ۳-۸: نقشه هایی نشان دهنده مراحل پردازش برای برخی داده های زمین شناختی



شکل ۳-۹: نقشه های سه عامل از پنج عامل حد واسط ایجاد شده



شکل ۳-۱۰: نقشه نشان دهنده مطلوبیت برای انباشته های سولفید توده ای

دراینجا توانایی (قابلیت) جستجوی فضایی متقابل داده ها و نتایج در موقعیت های ویژه ای که توسط وضعیت مکان نما (کرسر) تعیین شده، نشان داده نشده است. این توانایی به درک این که چرا موقعیت های مخصوصی پتانسیل VMS بالا دارند بسیار کمک می کند. همچنین ورودی تخصصی مانند نمایش های پرسپکتیو که به تصویر کردن نتایج کمک می کند در اینجا نشان داده نشده است.

تاکید می شود که مدل مفهومی برای هدایت مطالعه ضروری است. انتخاب داده ها، انواع اطلاعات به دست آمده از آن و اختصاص اوزان به شواهد همگی به مدل ذخیره بستگی دارند. برای مثال، نقشه های پوشش گیاهی، نقشه های رادیومتریک هوایی و تصاویر لندست به کار گرفته نشدند چون به عنوان نشانگر VMS به طور مستقیم قابل استفاده نیستند. متاسفانه بعضی شواهد که در مدل ارزشمند تعریف شده اند مانند داده های هوایی EM برای مطالعه در دسترس نیستند. بیرون کشیدن شواهد مهم، به کارگیری روش های تغییر شکل برای انتخاب همبری ها، خطوط میانگیر، محاسبه مشتقات ، درون یابی نقاط به سطح عمومیت دادن یا جنرالیزه کردن نقشه ها با کمک طبقه بندی مجدد به مقدار زیادی تحت تاثیر مدل مفهومی قرار گرفت. مهمتر از همه، تخصیص اوزان گنگ و انتخاب عملیات منطق گنگ برای ترکیب شواهد مرهون مدل ذخیره است.

به طور خلاصه ، تجزیه و تحلیل و مدل سازی داده های فضایی در GIS فقط ریختن لایه های داده ها به داخل «جعبه سیاه» برنامه رایانه ای نیست. یک مدل مفهومی که ترجیحاً در مراحل اولیه مطالعه فرمول بندی شده، برای راهنمایی و هدایت مراحل مختلف پردازش GIS استفاده می شود.

فصل چهارم

به تصویر درآوردن و جستجوی داده های فضایی

فصل چهارم : به تصویر در آوردن و جستجوی داده های فضایی

۴-۱) مقدمه

تجسم یا به تصویر در آوردن کارکردی مهم در GIS است. دسترسی به گرافیک های رایانه ای برای تشخیص روابط فضایی بر روی نقشه ها، تصاویر و سایر نمایش های گرافیکی به طور عمده از طریق استفاده از نمایش های ویدئویی و نیز از طریق خروجی نسخه چاپی میسر میشود. دانشمندان علوم زمین عادت می کنند که به نقشه ها به صورت گروهی نگاه کنند و توانایی آنها برای تشخیص ساختار زمین شناختی و الگوی حاصل از نقشه ها به خوبی توسعه می یابد. بنابراین توانایی و ظرفیت GIS برای تبدیل جدول ها و داده ها به تصاویر و به تصویر درآوردن همبستگی های فضایی بلافاصله به کار با داده های مربوط به کره زمین بر می گردد.

ازطرف دیگر تشخیص الگوها و آنومالی ها در نمایشهای بصری اغلب مستلزم بررسی مقدارهای داده ای ویژه به طور دقیق است. به جای جستجو در فهرست جدول های کاغذی، GIS به همراه انواع دیگر سیستم های داده ای رقومی به کاربر امکان می دهد که تحقیقاتی ویزه را درباره داده ها به انجام رساند. توانایی سرعت بخشیدن به تحقیقات فضایی متقابل یک عملکرد ارزشمند GIS است که به تصویر درآوردن را تکمیل می کند. این فصل برخی از جنبه های به تصویر درآوردن و تحقیق را مورد بحث قرار می دهد و با موضوعات زیر سروکار دارد: ترکیب تصاویر کارتوگرافیک، سخت افزار نمایشی، مدل های رنگی، رسم نسخه چاپی ، به تصویر درآوردن سطوح، نمایش داده هایی که به طور دینامیک به هم متصل هستند و جستجوی فضایی.

فرایند به تصویر کشیدن در GIS به طور عمده با تهیه و دیدن تصاویر کارتوگرافیک سرو کار دارد که نقشه هایی به شکل تصاویر رقومی دارند . همچنین به تصویر درآوردن با «جنبه های» دیگری از ارائه داده ها در پایگاه داده ای GIS سروکار دارد. برای مثال به جای نگاه کردن به یک صفحه افقی (x,y) ، نیمرخ های عمودی و نمودارهای پرسپکتیو سه بعدی را می توان نمایش داد. به علاوه نمودارهای پراکندگی، نمودارهای سنجش تغییرات (واریوگرامها) ، هیستوگرامها، نمودارهای میله ای (bar charts) و سایر نمودارها، امکان ارزیابی بصری فضاهای داده ای که به الزام جغرافیایی نیستند را فراهم می کند . جایی که بیش از یک نوع منظره در محیط ویندوز به طور همزمان نمایش داده می شود با عوارضی که در یک منظره به طور پویا به عوارض سایر مناظر متصل است ، تفسیر آنومالی ها و الگوها به مقدار زیادی افزایش می یابد. برای مثال نقشه ها ، جدول ها ، نمودارها و تصاویر اسکن شده (نظیر عکسها) در برخی سیستمها هگی می توانند بر روی یک پرده (صفحه نمایش) نمایش داده شوند و به طور همزمان به یکدیگر متصل شوند. مناظر داده ای متصل به هم به گونه ای پویا ("hot-linked") اگر با جستجوی فضایی متقابل که امکان می دهد عوارض انتخابی در یک منظره به طور همزمان در سایر مناظر مشخص و آشکار و ترکیب شوند، بسیار قدرتمندند.

تحقیق فضایی یک پایگاه داده ای GIS با دو نوع سؤال اصلی سروکار دارد:
۱) چه شرایطی در بعضی موقعیت ها وجود دارد؟
۲) در کدام موقعیت ها شرایط به خصوصی وجود دارد؟

در مورد اول کاربر GIS می تواند موقعیتی را با کمک مکان نما (curser) بر روی تصویر کارتوگرافیک موجود بر روی صفحه نمایش (مانیتور) انتخاب کند و اطلاعات راجع به ویژگیهای لایه های داده ای منتخب ، که در خود موقعیت یا نزدیک آن وجود دارد ، بازگرداند . در مورد دوم کاربر می تواند موقعیت هایی را پیدا کند که معیارهای معینی نظیر «نزدیکی به یک جاده» ، «قرار داشتن بر روی گرانیت» ، «وجودآرسنیک در خاک به مقدار بیشتر از ppm ۳۰۰» و غیره دارند. نواحی انتخاب شده می توانند یا بر روی صفحه نمایش مشخص شوند یا بر روی یک منظره ای جدید نشان داده شوند . در هر دو حالت به تصویر درآوردن تعاملی یا متقابل نقش مهمی را ایفا می کند .

این فصل را با توصیف مرحله مقدماتی ترکیب یک تصویر کارتوگرافیک که به طور بصری داده های متعلق به چندین لایه داده های فضایی را با حواشی نگاری (annotation) کارتوگرافیک ترکیب می کند، آغاز می کنیم.

۴-۲) نمایش تصاویر کارتوگرافیک

هر نوع از داده های فضایی یا تصویری می تواند به صورت یک تصویر رقومی نمایش داده شود . بنابراین تصاویر پزشکی، تصاویر ماهواره ای و اسناد و مدارک اسکن شده نمونه هایی از تصاویر رقومی اند. تصاویر ایجاد شده با کمک GIS از این نظر که ژئوکد شده اند با سایر انواع تصاویر رقومی تفاوت دارند به طوری که پیکسل ها بر طبق یک پروژکشن جغرافیایی به طور صحیح در جای خود قرار گرفته اند. آنها به طور طبیعی، نمایش های مرکب (ترکیبی) از چندین نوع داده های فضایی اند که با حاشیه نگاری کارتوگرافیک واقع بر روی خود همراهند. در مرحله نمایش داده های رستری و برداری هر دو در یک قالب رستری بر روی صفحات نمایش ویدئویی ارائه می شوند ونسخه های چاپی بر روی رسام های (plotters) رنگی که عموم آنها دستگاههای رستری اند، تهیه می شوند. چنین نمایش هایی را می توان تصاویر کارتوگرافیک نامید، زیرا تصاویر در عین این که ویژگیهای نقشه های رایج را دارند، قومی اند . یک نقشه می تواند بدین صورت تعریف شود «نمایش گرافیکی بر روی صفحه ای از عوارض انتخاب شده از تمام یا بخشی از سطح زمین» (ماکور و همکاران (۱۹۹۰)) . کلمه نقشه به طور سنتی به کاغذی گفته می شود که بر روی آن نمایش گرافیکی به شکل غیررقومی قرار دارد.

ابزارهای نقشه کشی در GIS به سطحی رسیده است که برای یک نقشه کش ماهر تشخیص تصاویر کارتوگرافیک به صورت نسخه چاپی و نقشه های کاغذی معمولی مشکل است. یک تصویر کارتوگرافیک که به صورت خروجی GIS ایجاد شده ترکیبی از عناصر گرافیکی است که به چندین نوع عوارض فضایی و خصوصیت های آنها متصل است و در فایلهای پایگاه داده های فضایی ثبت شده است . به

خاطر این اتصال به پایگاه داده ها لازم نیست خروجی به صورت نمایش گرافیکی یک زمانه داده های فضایی در نظر گرفته شود اما به عنوان یک محصول از میان بسیاری از محصولات ممکن ، در محدوده مدل داده ای محسوب می شود. محصولات نقشه ای سفارشی به طور مستقیم از یک پایگاه داده ای ساخت یافته (well-structured) به دست می آید ولی از یک نقشه معمولی این کار پرهزینه و مشکل است . ممکن است مشتری بخواهد نقشه زمین شناسی جنرالیزه از طریق ترکیب واحدهای زمین شناسی را بر طبق لیتولوژی یا سن چینه شناسی مشاهده کند. مشتری دیگر ممکن است نقشه ای درخواست کند که فقط نشان دهنده یک منطقه به خصوص در مقیاس وسیع باشد که بر روی آن موقعیت های دارای مواد معدنی مورد نظر نشان داده شوند. انجام تغییرات بر روی یک نقشه سنتی (معمولی) بدون تجدیدنظر کلی عملی نیست در حالی که نگهداری یک پایگاه داده های فضایی اگر چه هنوز به نسبت گران است امروزه سریع و راحت است. از یک GIS ، نقشه های سفارشی و اختصاصی که دربردارنده آخرین بازنگری های اطلاعاتی است را می توان به دست آورد.

از طرف دیگر بیشتر خروجی بصری تولید شده توسط GIS تجربی است و برای نقشه کشی حرفه ای طراحی نمی شود. نمایش ها به منظور امتحان ترکیب ها و تلفیق های داده ای به خصوص، آزمایش فرضیه و دست چین کردن (browse through) داده های فضایی برای یافتن الگو ومفهوم تهیه می شوند. این جنبه تجربی GIS شاید یکی از بزرگترین دستاوردهای فن آوری باشد.

برخی از مؤلفان از اصطلاح «تصویر نقشه» (map image) به همان معنای تصویر کارتوگرافیک که در اینجا بکار رفته، استفاده کرده اند (رنز و همکاران ، (۱۹۹۳)) تصویر (یا نقشه) کارتوگرافیک نهایی، خواه بر روی یک صفحه نمایش ظاهر شود یا بر روی فیلم شفاف یا بر روی صفحه کاغذ، می تواند به عنوان ترکیب دو جزء در نظر گرفته شود؛ ۱) یک تصویر رقومی مرکب از عناصر گرافیکی که به عوارض فضایی در یک پایگاه داده های فضایی متصلند و ۲) حواشی نگاری کارتوگرافیک نظیر برچسب ها (labels)، فهرست علائم، راهنما و مقیاس. نوع ذخیره رقومی تصویر کارتوگرافیک به دستگاه نمایش بستگی دارد، اگرچه امروزه ساختارهای فایل، مستقل از دستگاه مرسوم و رایج است. برای نمایش دادن مراحل تهیه یک تصویر کارتوگرافیک، یک مثال زمین شناسی در شکل ۱-۴ ارائه شده است.

۴-۳) اجزای یک تصویر کارتوگرافیک

۴-۳-۱) عناصر گرافیکی متصل به موضوعات (عوارض) فضایی

هر یک از عوارض فضایی مثل نقاط، خطوط، پلی گون های نامنظم و پیکسل ها می تواند برای نمایش به عناصر گرافیکی مرتبط شوند. برخی از امکانات را برای عوارض نامبرده در نظر بگیرید.

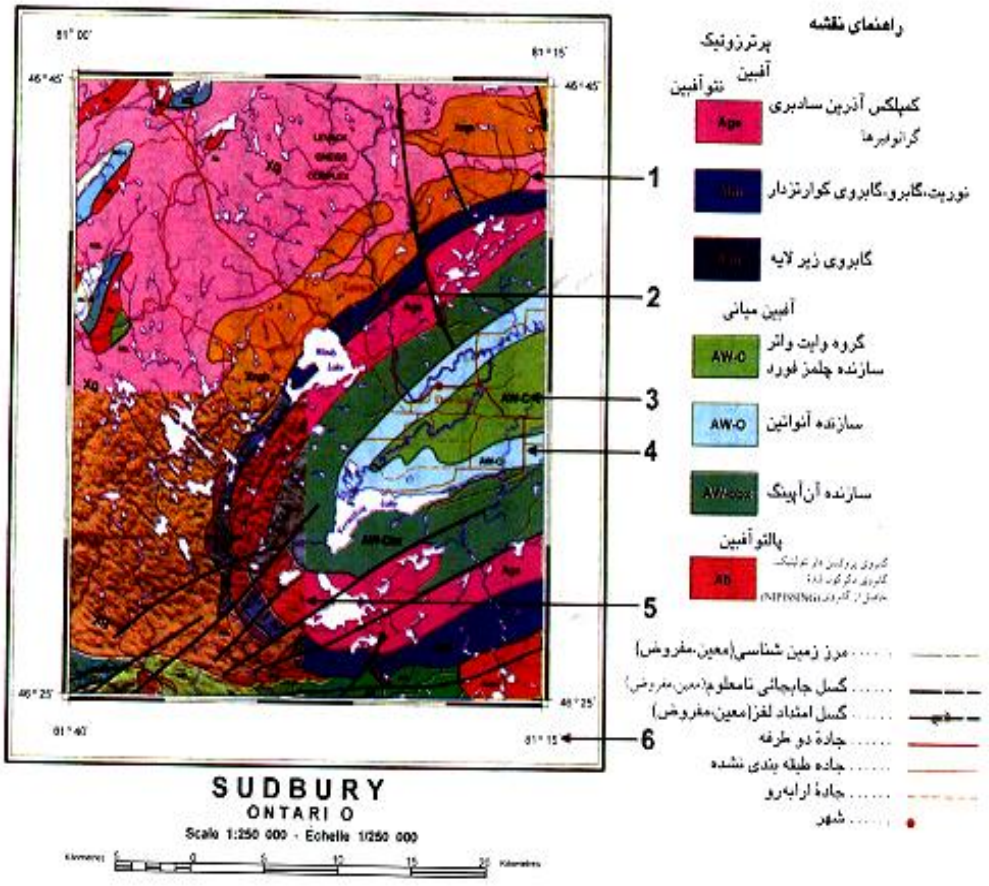
۱- داده های نقطه ای بر روی تصاویر با نشانه های گرافیکی نمایش داده می شوند. نوع، اندازه و رنگ نشانه هایی (symbols) که قرار است نمایش داده شوند در موقعیت های نقطه ای می توانند مقدارهای ثابت بگیرند یا می توانند بر طبق یک یا چند فیلد در جدول خصوصیت های نقطه ای تغییر کنند .

برای مثال در شکل ۱-۴ ، شهرها (فقط دو تا از آنها) با دایره هایی به رنگ نارنجی ثبت شده اند. نوع سمبل (نماد) ، رنگ و اندازه همگی ثابتند زیرا در این مورد فقط دو نقطه وجود دارد. با این حال فرض کنید که این نقاط کانون بیرونی زمین لرزه باشند و این که چندصد کانون بیرونی در ناحیه مورد مطالعه وجود داشته باشد. در این صورت یک نمایش مؤثر ممکن است شامل دایره هایی باشد که قطرشان با بزرگی زمین لرزه افزایش پیدا می کند و رنگشان با عمق زمین لرزه تغییر می کند که توسط مقدارهای ثبت شده در جدول خصوصیت های نقطه ای کنترل می شود . در حالتی که خصوصیتی نظیر بزرگی زمین لرزه که متغیری پیوسته و دائمی است، به طور معمول برای تقسیم اندازه گیریهای پیوسته به کلاس های جداگانه مناسب برای ترسیم یک طبقه بندی لازم است. اگرچه اندازه نشانه می تواند در یک محدوده منطقی و حساب شده به طور دائم تغییر کند، نوع و رنگ نماد به کلاسهای جداگانه نیاز دارد. شکل ۲-۴ برخی از نشانه های نقطه ای عجیب تر را که می توانند برای نقشه های زمین شناسی استفاده شوند نشان می دهد که بیشتر آنها برای ساختارها به کار می روند. با این حال برای رسم داده های خصوصیت نقطه ای، دوایر ، مربع ها ، لوزی ها ، خطوط متقاطع و سایر نشانه های نقطه ای به طور طبیعی انتخاب می شوند. بعضی نشانه ها ممکن است به جای داده های عددی، داده های برداری را در نقاط ثبت کنند. به عنوان مثال برای نشانه شیب و امتداد لایه یا زاویه پلانژ محور یک چین از نشانه های متداول و معمول زمین شناسی برای این اندازه گیری ها استفاده می شود و دو کمیت در هر نقطه ثبت می شود : جهت آزیموت و زاویه نسبت به خط افق . در بعضی موارد یک یا چند فیلد خصوصیت ها از جدول خصوصیت های نقطه ای شامل کدهای عوارض اند که به عنوان نشانگرهای عددی برای جدول انواع نشانه به کار می روند.

۲- داده های خطی (line data) بر روی تصاویر یا با خطوط پیوسته که می توانند از نظر ضخامت ورنگ تغییر کنند، یا به سبک های مختلف نمایش داده شوند .برخی سبک ها در شکل ۳-۴ نشان داده شده اند. دوباره ، فیلدهای اختصاصی جدولهای خصوصیت های خطی می توانند برای کنترل ویژگی های گرافیکی خطوط به کار روند. به طور مثال ، در شکل ۱-۴ جاده ها به سه سطح (تراز) طبقه بندی شده اند. جاده های دو طرفه با ضخیم ترین خطوط جاده های طبقه بندی نشده با خطوط باریکتر و جاده های زمستانی و مخصوص عبور در شبکه به صورت خط چین نشان داده شده اند.

۳- داده های پلی گون نامنظم بر روی تصاویر به صورت پلی گون های بسته و پرشده یا سیاه و سفید (خاکستری) یا با رنگ یک دست یا به صورت الگوهای مختلف نشان داده می شوند. مرز پلی گون ها به صورت خطوطی نشان داده می شوند که می توانند از نظر سبک، ضخامت و رنگ بر طبق داده های خطی تغییر کنند. رنگ والگوی داخل پلی گون با مقدارهای یک یا چند فیلد در جدول های خصوصیت های پلی گونی تعریف می شود و طبقه بندی ها اغلب برای خصوصیت ها ، به منظور تقسیم آنها به کلاسهای جداگانه به کار می روند . در شکل ۱-۴ ، پلی گون های واحد نقشه با رنگ ثابت پر شده اند . رنگ با استفاده از جدول رنگها (palette) که به نام جدول جستجوی رنگ (LUT) نیز معروف است

تعریف می شوند که در این باره در قسمت بعدی به طور عمیقتری بحث خواهد شد. الگوهای رنگ آمیزی یا می توانند جدا باشند یا کم و بیش سکانس پیوسته ای از الگوها مثل الگوهای نقطه یا یا هاشور زدن سراسری باشند که از نظر شدت رنگ تغییر می کنند. چنین الگوهای رنگ آمیزی می توانند متغیرهای اندازه یگری شده بر اساس مقیاس های اندازه گیری ترتیبی، فاصله ای یا نسبی را نشانه گذاری کنند زیرا تغییر تدریجی را نشان می دهند.



۴-۱:نقشه زمین شناسی با سکانس رنگی غیر پیوسته

داده های از نوع پیکسل به تقریب به طور منحصر به فردی با رنگ یا سایه های خاکستری نمایش داده می شوند. در حالتی که یک رستر فاقد جدول خصوصیت ها همراه وجود داشته باشد، رنگ با استفاده از جدول LUT از مقدار پیکسل تعیین می شود که در اینجا مورد بحث قرار می گیرد. از سوی دیگر مقدار پیکسل ممکن است نشانگر یک جدول خصوصیت ها باشد که در این صورت مقدار هر فیلد انتخاب شده اغلب پس از به کارگیری یک طبقه بندی برای تعیین رنگ استفاده می شود. بر روی بعضی سیستم ها حداکثر تا سه تصویر رستری می تواند در یک زمان نمایش داده شود که این کار با

استفاده از رنگ قرمز ـ سبز ـ آبی (RGB) در جدول LUT یا با تعیین رنگ از فضای رنگی (color space) دیگری مثل فضای شدت ـ رنگ ـ اشباع (HIS) انجام می گیرد. چهار ضلعی واقع در سمت چپ و پایین تصویر کارتوگرافیک در شکل ۱-۴ ترکیبی از دو تصویر رستری است که در فضای رنگی HIS نمایش داده شده است. یک تصویر از یک حس گیر هوایی به دست آمده که سیگنال شدت رادار را اندازه می گیرد. تصویر دیگر نقشه زمین شناسی در یک قالب رستری است. در فضای HIS ، شدت مساوی مقدار رادار در نظر گرفته می شود، رنگ یا فام (hue) با کلاس زمین شناسی کنترل می شود و اشباع شدگی برابر با یک ثابت در نظر گرفته می شود. نمایش رنگی HIS و RGB در اینجا بحث می شود.

سکانش نمایش انواع مختلف موضوعات و عوارض فضایی ارائه شده در یک تصویر کارتوگرافیک مهم است زیرا موضوعاتی که در آخر نمایش داده می شوند عناصر گرافیکی قبلی را پنهان می کنند. سکانس دنبال شده به طور معمول باید اول داده های پیکسلی را رسم کند سپس (به طور انتخابی) داده های پلی گونی بعد داده های خطی و نقطه ای را رسم نماید. بعضی اوقات داده های پلی گونی می توانند به گونه ای تأثیرگذار بر روی رأس داده های پیکسلی به صورت الگوی هاشور زدن کامل با سایر الگوها رسم شوند که باعث می شود رنگ داده های پیکسلی از طریق الگوهای منطبق شده آشکار شود یا آنها می توانند فقط به صورت خطوط مرزی نمایش داده شوند. یکی از متداولترین نمایش های زمین شناسی از این نوع شامل داده های تصویری ژئوفیزیکی یا ژئوشیمیایی است که همبری های زمین شناسی به صورت مرزهای پلی گونی بر روی آنها قرار گرفته است.

۴-۳-۲) حاشیه نویسی در نقشه کشی

دومین بخش اصلی در تصویر کارتوگرافیک حاشیه نویسی است . حاشیه نویسی در بیشتر موارد، در آخر رسم می شود که در واقع بازنویسی عناصر گرافیکی تصویر است. حاشیه نویسی شامل برچسب ها (labels)، عناوین، بلوک های متن، فهرست علائم و اختصارات، یک مقیاس میله ای ، یک شبکه و یک پیکان (فلش) به سمت شمال است. برچسب ها در بیشتر موارد به موضوعات و عوارض نقطه ای مرتبط اند بنابراین می توانند برای تعیین و تعریف مجموعه متن (text string) ، مجموعه حروف (font) ، اندازه ، رنگ و توجیه یا جهت یابی (orientation) برچسبها مورد استفاده قرار گیرند. در بعضی سیستم ها اندازه برچسب می تواند به عنوان متغیری در نظر گرفته شود که به طور اتوماتیک (خودکار) با افزایش یا کاهش مقیاس نقشه تغییر می کند. بلوک های عنوان و متن نیز می توانند در موقعیت بخصوصی قرار گیرند و ویژگیهایی شبیه به برچسبها داشته باشند. تیک ها (tics) یا خطوط شبکه یا خطوط تصاعدی که کل نقشه را دربرمی گیرند یا قطع می کنند برای مشخص کردن مختصات جغرافیایی یا مختصات پروژکشن استفاده می شوند. در برخی سیستم ها فهرست علائم و اختصارات می تواند به کلاس های موضوعات فضایی در فایل های متنی ویژه متصل شود . به طور کلی طراحی حاشیه های کارتوگرافیک

تا آنجا که مقدور است انعطاف پذیر و تعاملی (interactive) تهیه می شود که این امر تولید تصاویر کارتوگرافیک با کیفیت خوب را آسان می کند.

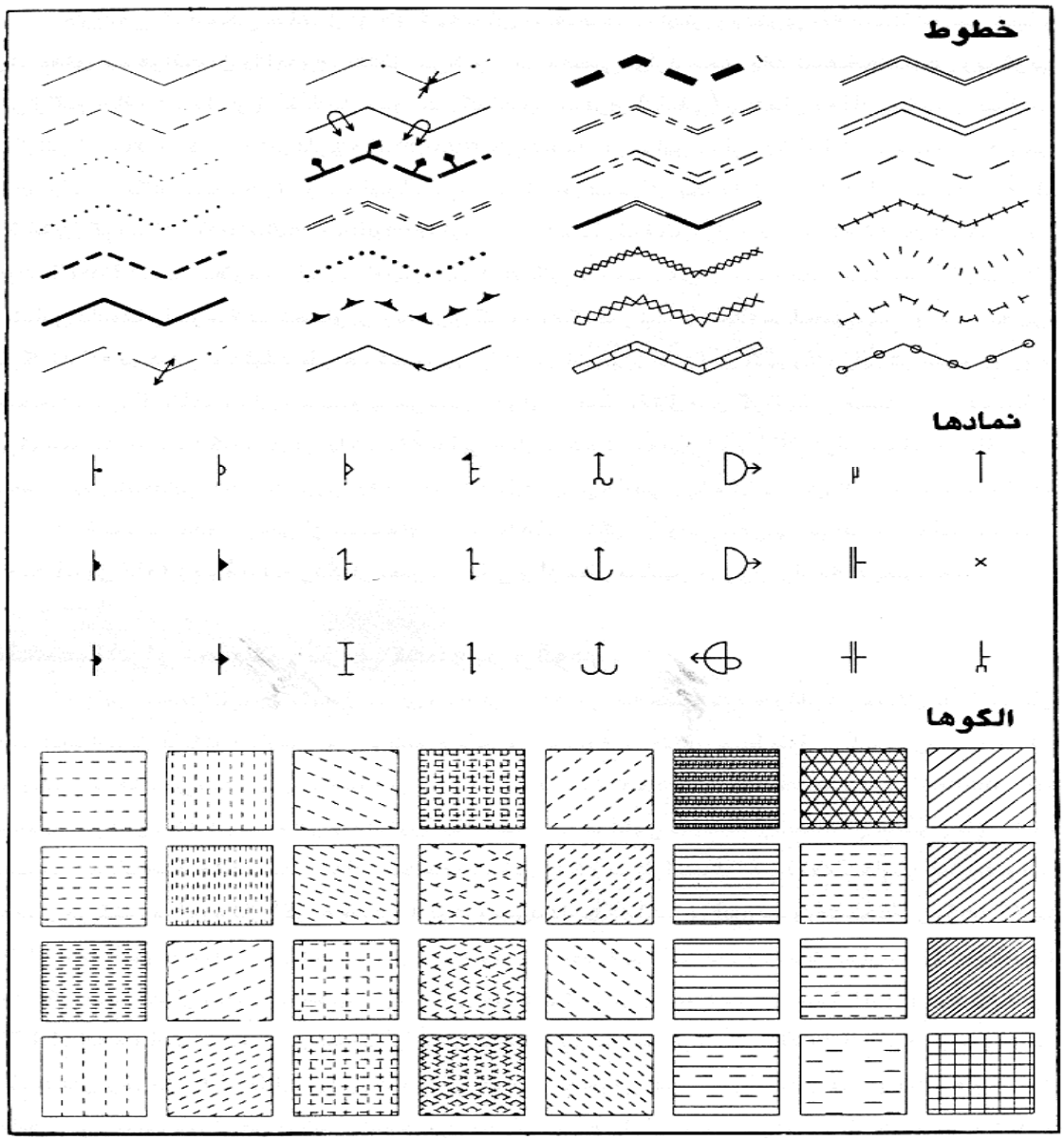
ترکیب تصاویر کارتوگرافیک یا در یک سری مراحل تعاملی اجرا می شود یا توسط ردیفی از فرامین در مراحل اجرایی دستوری (command procedure) یا فایل دست نوشته (script) کنترل می شود. مزیت به کارگیری یک مرحله اجرایی دستوری این است که سکانس های پیچیده عملیات به صورت فایلی که می تواند برای مقاصد متعدد ویرایش و استفاده شود، ذخیره می شود.

۴-۴) تفکیک رنگ ، مقیاس و متافایل ها (فایلهای تغییر یافته)

دستگاه سخت افزاری استفاده شده برای نمایش متقابل تصاویر کارتوگرافیک صفحه نمایش ویدئویی رنگی است. اندازه تصویر در حال نمایش توسط ترکیب ابعاد فیزیکی صفحه نمایش و تعداد ردیف ها و ستون های پیکسل های موجود بر روی صفحه نمایش بر روی محل حافظه ویدئو در تصویر حفظ شده به صورت رقومی کنترل می شود. در بیشتر موارد تعداد ردیف ها و ستون های صفح نمایش با تعداد ردیف ها و ستونهای حافظه ویدئو مطابقت دارد. تفکیک رنگ تصویر بر روی صفحه نمایش عبارت است از فاصله بر روی زمین برحسب پیکسل . این اغلب با تفکیک رنگ داده ها در پایگاه داده ها رابطه ای ندارد. برای مثال اگر یک لایه داده ای در قالب رستری با ۴۰۰۰ ردیف و ۴۰۰۰ ستون بر روی دیسک ذخیره شود اما بر روی صفحه ای به ابعاد ۱۰۰۰ ردیف و ۱۰۰۰ ستون نماش داده شود در این صورت نمایش در هر جهت فقط یک چهارم پیکسل ها را استفاه می کند . در اینجا گفته می شود که تصویر در هر یک از ابعاد خود توسط عدد ۴ فاکتورگیری شده است. برعکس برای یک رستری بر روی دیسک که کوچکتر از رستر نمایشی است ، بعضی پیکسل ها ممکن است چند بار آزمایش شوند تا یک مقیاس ویژه به دست آید و در مقایسه با سایر حالتها قسمت بیشتری از صفحه نمایش را اشغال نماید. داده های خطی و نقطه ای و نمادهای همراه آنها در طی فرآیند نمایش به صورت سریع (on-the-fly) رستری می شوند.

مقیاس نمایش یک تصویر کارتوگرافیک می تواند توسط بزرگ نمایی سخت افزاری (hardware zoom) یا یک بزرگ نمایی نرم افزاری (software zoom) تغییر پیدا کند . در بزرگ نمایی سخت افزاری تأثیر فقط بزرگ نمایی قسمتی از صفحه نمایش بدون تغییر تفکیک رنگ تصویر است . پیکسل های تصویری منفرد (مجزا) چندبار امتحان می شوند و همچنانکه عامل زوم افزایش پیدا می کند ، تصویر به طور فزاینده ای مشخص تر یم شود . بزرگ نمایی تغییر می کند (شکل ۳-۴) . به طور مثال بزرگ نمایی سخت افزاری از یک تصویر کارتوگرافیک شامل خطوط برداری شده یک ظاهر پلکانی به وجود می آورد در حالی که درزوم نرم افزار معادل آن، خطوط به نرمی و همواری مقیاس رقومی کننده اولیه خواهند بود. مناطق ویژه برای بزرگ نمایی (zooming) می تواند در بیشتر GISها به صورت ـ پنجره ای تعریف شود که وسعت جغرافیایی آن به صورت درونی ذخیره شود. این کار امکان می دهد که

تصویر کارتوگرافیک در همان پنجره چندین بار بدون به خاطر داشتن مختصات دقیق گوشه ها دوباره نمایش داده شود. تصاویر می توانند به صورت فزاینده ای با لغزاندن تصویر (panning) یا حرکت دادن بی هدف (roaming) به طور معمول تحت کنترل موس گرافیکی حرکت کنند. این عملیات مقیاس نمایش را تغییر نمی دهد.



شکل ۴-۲: مثال هایی از برخی عناصر گرافیکی

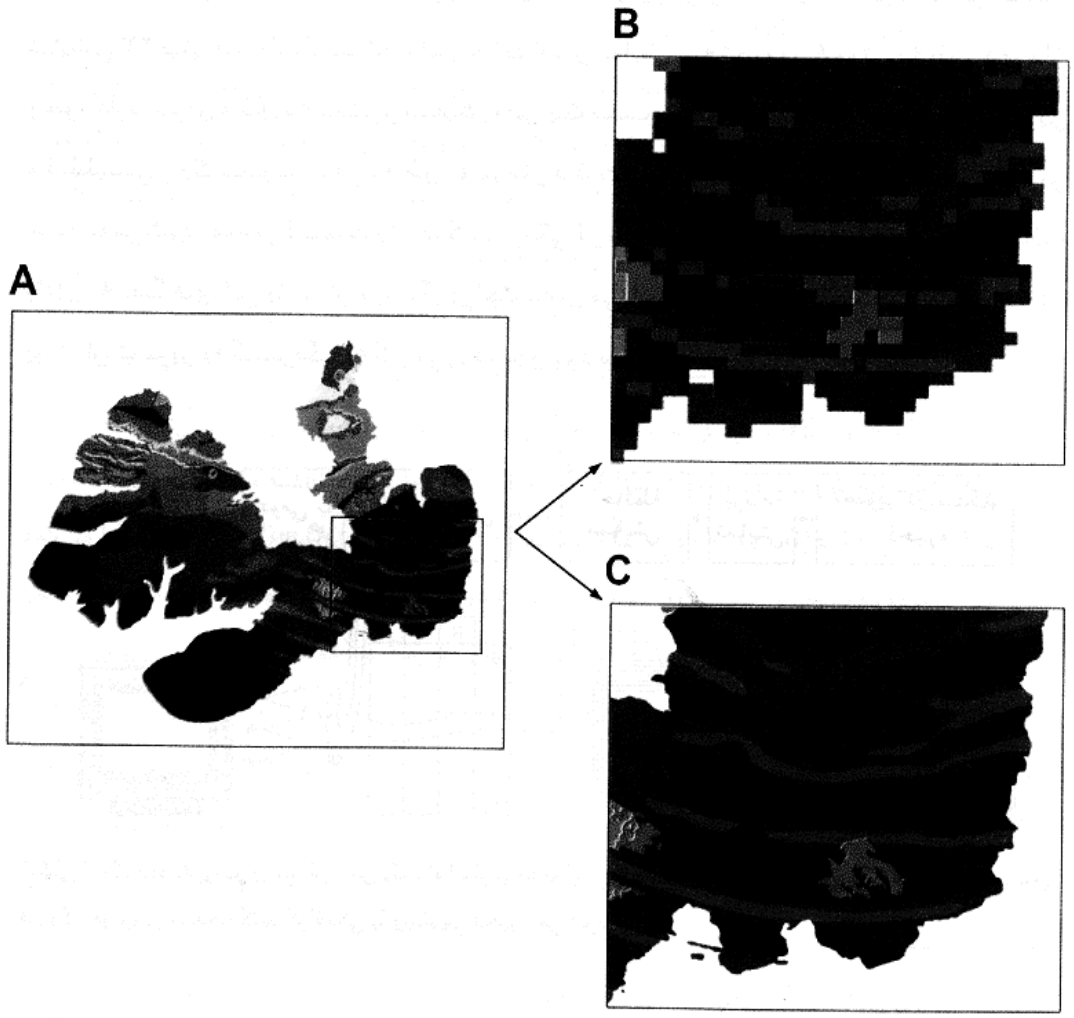
خروجی گرافیکی حاصل از GIS به جای صفحات نمایش ویدئویی به دستگاههایی نظیر رسامهای جوهرافشان یا لیزری منتقل می شود. در بعضی موارد محتویات صفحه نمایش ویدئویی (در واقع حافظه نمایش) فقط به صورت یک فایل رستری (خطی) با همان تعداد پیکسل صفحه نمایش (screen) نسخه

برداری (dumped) می شوند. در سایر موارد یک فایل ترسیمی رقومی برای یک دستگاه سخت افزار ویژه ایجاد می شود. از طرف دیگر یک فایل مستقل از دستگاه به نام متافایل گرافیکی (graphics metafile) ایجاد می شود. یک قالب رایج برای متافایل گرافیکی فایل postscript است. علاوه بر این متافایلهای گرافیکی که مستقل از دستگاه هستند، تفکیک رنگ فضایی داده ها را برخلاف تصاویر رستری که به تفکیک رنگ حافظه نمایشی محدودند، ذخیره می کنند که بیشتر جزئیات ظریف تصویر را از میان می برد و این کمبود برای ترسیم بر روی صفحات بزرگ کاغذ زیان محسوب می شود. در این حالت فایل های گرافیکی مستقل از دستگاه می توانندبه هر دستگاه نمایش یا نسخه چاپی هدایت شوند با این فرض که درایورهای نرم افزاری مناسب (برنامه هایی که متافایل را به دستورالعمل های ترسمی ویژه تبدیل می کنند) موجود باشند.

در قسمت بعدی برخی از جنبه های گرافیک های رنگی رقومی معرفی می شوند با این منظور که به کاربر GIS نحوه ارائه رنگ از نظر فیزیکی و از نظر نمادین بر روی رایانه تفهیم شود.

۴-۵) سخت افزار نمایش برای تصاویر رقومی

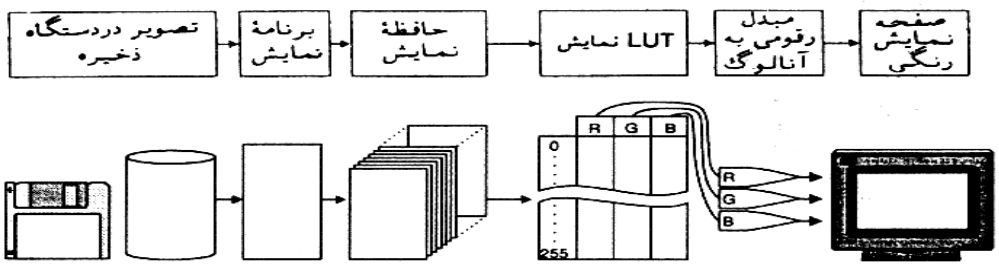
اجرای سخت افزاری متداول برای نمایش ویدئویی به صورت نمودار در شکل ۴-۴ نشان داده شده است . هنگام نمایش یک موضوع داده ای ، برنامه رایانه ای محل های مناسب را در حافظه نمایشی اشغال می کند. این حافظه از لحاظ منطقی به تعدادی از صفحات بیت (bit planes) تقسیم می شود که هر یک قادر به ذخیره یک تصویر دوتایی با تعداد ردیف ها و ستونهای ثابت هستند . تعداد صفحات بیت ، تعداد رنگهای ممکن را که می توانند در هر دفعه نمایش داده شوند، تعیین میکند. برای مثال اگر ۸ صفحه بیت وجود داشته باشد در این صورت تعداد رنگها $۲^۸$ یا ۲۵۶ است. این حافظه نمایشی به طور معمول به طور فیزیکی بر روی یک کارت یا صفحه گرافیکی مجزا قرار می گیرد . همچنین بر روی کارت یک جدول جستجوی سخت افزاری وجود دارد (LUT) که مقادیر تصاویر رقومی را به رنگ های قرمز، سبز و آبی (R,G,B) تبدیل می کند . علامت های رقومی B,G,R از میان یک مبدل رقومی به خطی عبور می کنند و در نهایت به صفحه نمایش می رسند. مقدار هر پیکسل تصویری به یک سطح ولتاژ تبدیل می شوند که شدت یک شعاع الکترونی رادر یک موقعیت به خصوص در صفحه نمایش می رسند . مقدار هر پیکسل تصویری به یک سطح ولتاژ تبدیل می شوند که شدت یک شعاع الکترونی را در یک موقعیت به خصوص در صفحه نمایش کنترل می کند. فسفرهای CRT که به صورت شبکه ای از نقطه های مجزا ظاهر می شوند با کمک شدت شعاع الکترونی به درجات مختلفی تحریک می شوند. بر روی صفحه نمایش های رنگی هر موقعیت پیکسلی فسفرهای سه گانه قرمز، سبز و آبی و سه گانه متعلق به تفنگ های الکترونی به طور جداگانه فسفرهای B,G,R را برای تهیه تصاویر رنگی تحریک می کند.



شکل ۴-۳: مقایسه زوم سخت افزار با زوم نرم افزار

مقدار و نحوه قرارگیری حافظه نمایشی بر روی یک کارت گرافیکی ویژه بسیار متنوع است. برای مرتب کردن و نحوه قرارگیری (configuration) به طور معمول سه عدد استفاده می شود نظیر (۸×۷۶۸×۱۰۲۴) . این بدان معنی است که ۱۰۲۴ ردیف پیکسل و ۷۶۸ ستون پیکسل وجود دارد که هر پیکسل می تواند مقدار رنگی از صفر تا $۲^{۸}$ یا ۸ بیت به خود بگیرد. بنابراین کارت گرافیکی با ترکیب (۲۴×۵۱۲×۵۱۲) نشان دهنده تصویری با ۵۱۲ ردیف و ۵۱۲ ستون و $۲^{۲۴}$ مقدار رنگ در هر پیکسل است. بسیاری از سیستم های پردازش تصویری قادرند که از حافظه نمایشی ۲۴ بیتی استفاده کنند که

در این حالت امکان نمایش سه تصویر ۸ بیتی به طور همزمان وجود دارد. برای مثال به منظور نمایش دادن یک تصویر لندست (LANDSAT) ، یک تصویر مغناطیسی و یک تصویر ثقلی به طور همزمان هشت بیت (تعداد ۲۵۶ رنگ) برای هر تصویر استفاده می شود. مقادیر لندست به تفنگهای رنگی قرمز، مغناطیس ها به تفنگ های سبز و جاذبه (ثقل) به تفنگهای آبی یا هر ترتیب دیگری اختصاص می یابند و یک تصویر رنگی که در پردازش تصویر به گستردگی به کار می رود، به وجود می آورند.



شکل ۴-۴: نمونه داری برای نشان دادن یک راه اندازی معمول و رایج سخت افزار نمایش

۴-۶) رنگ

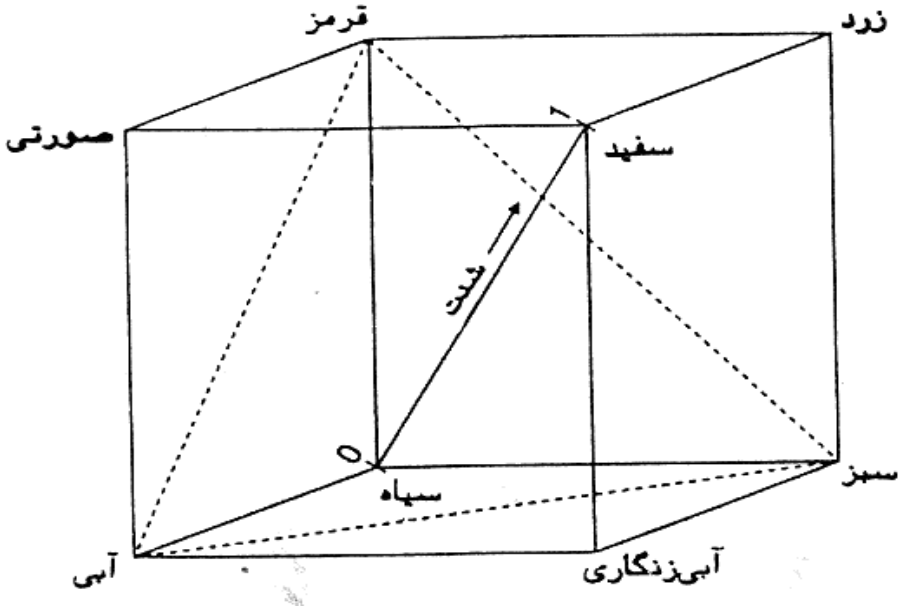
استفاده از رنگ برای نمایش نقشه ها و تصاویر به طور قابل توجهی توانایی برقراری ارتباط با اطلاعات فضایی را افزایش می دهد. چشم انسان قادر به تشخیص تفاوتهای رنگی ظریف و شناسایی الگوهای رنگی است. سلولهای نورگیر در شبکیه چشم دو نوعند : میله ای و مخروطی.

اعتقاد بر این است که سلولهای مخروطی وظیفه تشخیص رنگ را به عهده دارند. بر طبق نظریه سه رنگی (tristimulus) درباره دیدن رنگ ها ، سلولهای مخروطی سه نوع هستند که هر نوع به یکی از سه رنگ اصلی یعنی قرمز، سبز و آبی حساس اند. هر رنگ می تواند با اضافه شدن سه رنگ قرمز ، سبز و آبی به روش های مختلف به وجودآید. نظریه این است که انسان رنگ را با شدت نسبی تحریک (stimuli) ایجاد شده بر روی سلولهای مخروطی قرمز ، آبی و سبز تشخیص میدهد. تلویزیون رنگی و صفحه مایش های ویدئویی بر همین اساس کار می کنند. درهر نقطه بر روی صفحه نمایش ، یک فسفر قرمز، سبز و آبی ارایه می شود که می توانند به نسبت های گوناگون تحریک شوند. زمانی که فقط فسفر قرمز تحریک شود نقطه به صورت قرمز ظاهر میشود. زمانی که هر سه فسفر با هم وبا شدت یکسان تحریک شوند، نقطه به صورت خاکستری (یا جایی بین سفید و سیاه بسته به مقدار شدت) درمی آید. صفحه نمایش متشکل از شبکه ای از نقاط است که این نقاط بر روی هم یک تصویر واضح رنگی به وجود می آورد.

در این مدل رنگی ، رنگهای اولیه می توانند در سه گوشه از یک مکعب رنگی جای گیرند . در گوشه پایینی مکعب هر سه رنگ اولیه شدت صفر دارند و رنگ حاصله سیاه است. رنگ مطابق با هر نقطه در مکعب می تواند با جابجایی بر روی محورهای قرمز ، سبز و آبی (R,G,B) توصیف و تشریح

شود. محور اصلی که عرض مکعب را قطع می کند محور شدت است که بین سیاه در (۰و۰و۰)=(R,G,B) در مبدأ تا سفید (۱۰۰و۱۰۰و۱۰۰)=(R,G,B) تغییر می کند که در این محدوده شدت برحسب درصد بیان می شود. جایی در مکعب که رنگها برحسب مقدارهای (۵۰و۵۰و۵۰)=(R,G,B) تعریف می شوند رنگ حاصله خاکستری تیره و اگر مقدارهای (۱۰۰و۰و۰) باشد رنگ حاصله آبی روشن و غیره است. قرمز ، سبز و آبی رنگهای افزوده (additive) نامیده می شوند زیرا رنگهای جدید با اضافه کردن آنها به سیاه به دست می آید. رنگهای افزوده بر دستگاههای نمایش ویدئویی استفاده می شوند اما رنگهای تفریقی (subtractive) در رنگها و مرکبهای به کار رفته برای بسیاری از دستگاههای نسخه چاپی رنگی استفاده می شوند.

همچنین رنگهای تفریقی اصلی می توانند در مکعب رنگی نشان داده شوند. این رنگها عبارتند از آبی زنگاری، صورتی و زرد (C,M,Y) که در گوشه های باقی مانده مکعب قرار دارند (شکل ۵-۴) . آبی زنگاری با مخلوط کردن آبی و سبز، صورتی با مخلوط کردن آبی و قرمز و زرد با مخلوط کردن سبز و قرمز به وجود می آیند. رنگها و جوهر چاپگرها از رنگهای تفریقی اولیه به منظور تهیه سایر رنگها با کم کردن رنگهای مکمل از رنگ سفید به دست می آید.

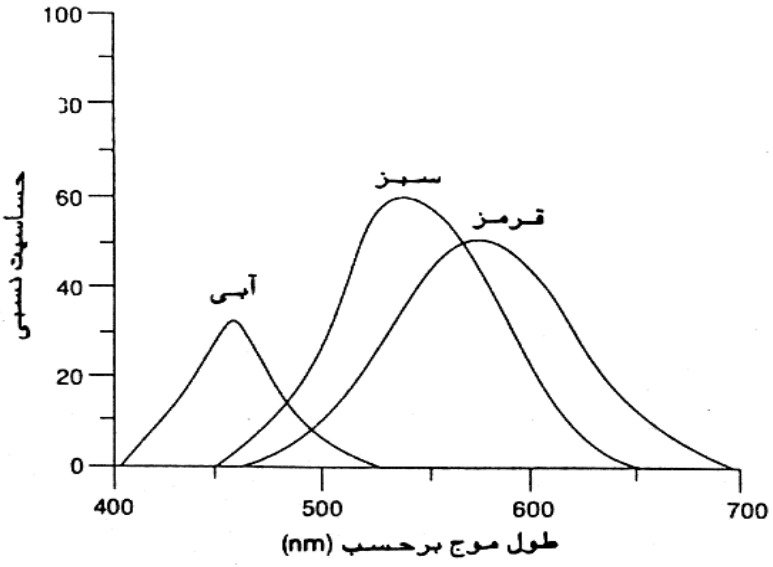


شکل ۴-۵: مکعب رنگ نشان دهنده رنگ های افزوده یا اصلی (RGB) و رنگ های فرعی یا تفریحی CMY)

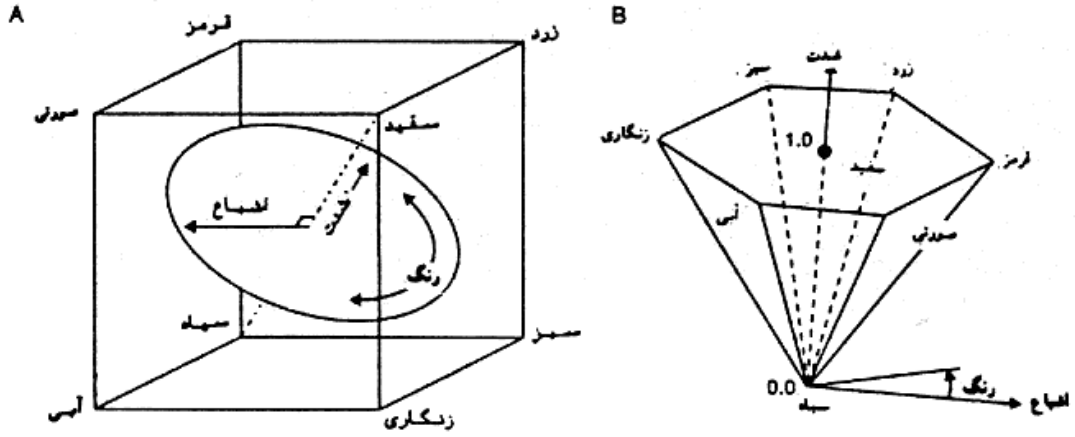
بنابراین رنگها بر روی مقیاس R,G,B برای نمایش های ویدئویی و بر روی مقیاس C,M,Y برای اغلب مقاصد چاپی و ترسیمی تعریف می شوند.

یکی از مشکلات کار با مدل مکعب رنگی RGB این است که تغییرات خطی موقعیت در داخل مکعب رنگی باعث تغییر خطی مطابق آن در هنگام تشخیص رنگ توسط چشم انسان نمی شود. شکل ۴-۶ نشان می دهد که رنگهای آبی به نسبت در مقایسه با سبز و قرمز حساسیت کمتری دارند و این

پدیده با تعداد به نسبت کم سلولهای مخروطی آبی در شبکیه چشم ، برخلاف سلولهای مخروطی قرمز و سبز، مطابقت دارد. مدل رنگی دیگر که بر این مشکل غلبه می کند فرمول (formulation) شدت، رنگ ، اشباع (HIS یا HIS) است. مدل HIS از نظر هندسی به مکعب رنگی RGB ارتباط دارد (شکل ۴-۷) . محور شدت بر هر دو مدل یکسان است که از صفر درصد (سیاه) در مبدأ به ۱۰۰ درصد (سفید) در بالا افزایش می یابد . موقعیت یک نقطه بر روی هر صفحه نرمال به محور شدت با استفاده از مختصات قطبی تعریف می شود که در آن رنگ یا فام (hue) فاصله زاویه ای و اشباع (saturation) فاصله از مرکز است.

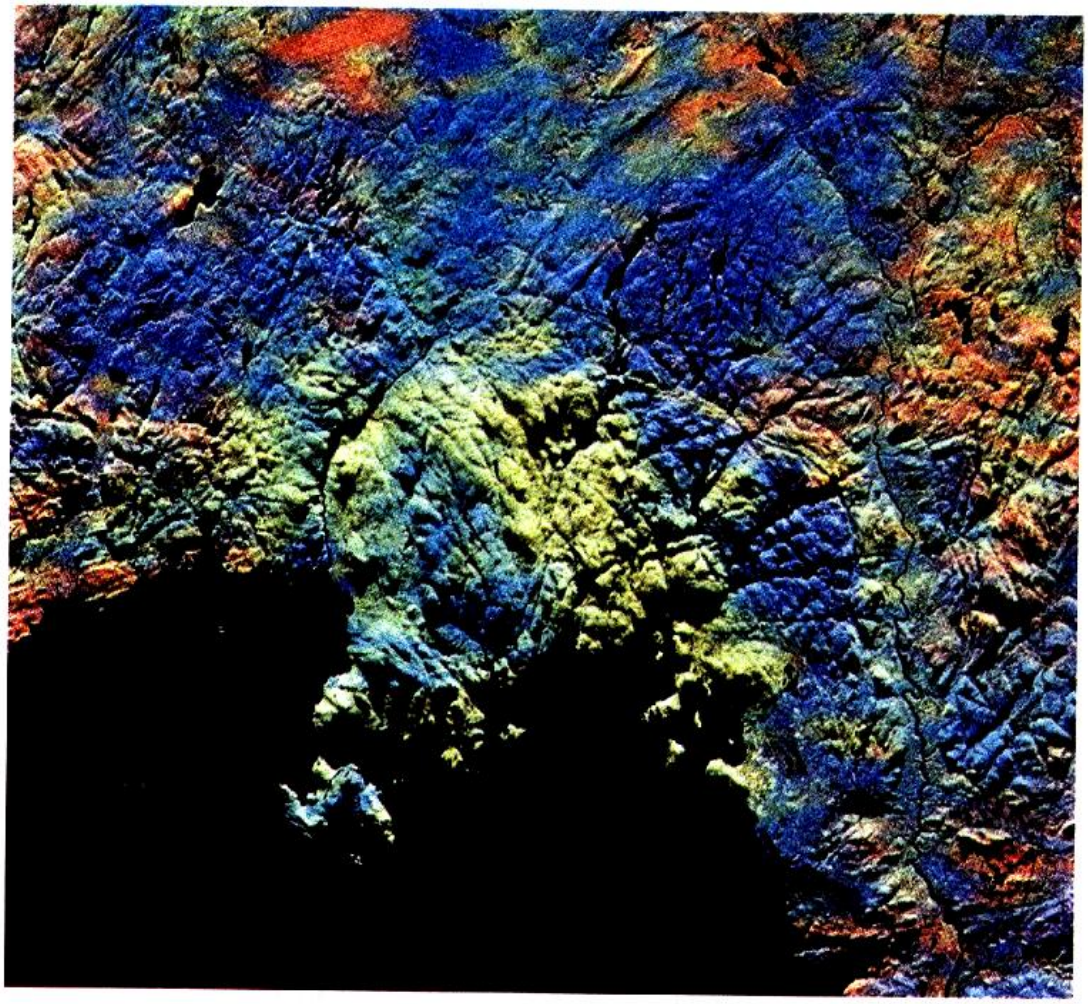


شکل ۴-۶: حساسیت چشم نسبت به طول موج های قرمز، سبز و آبی



شکل ۴-۷: هگزون شدت، رنگ و اشباع (IHS) و رابطه اش با مکعب رنگ

بنابراین رنگ یا فام از نظر مقدار صفر تا ۳۶۰ است و مبدأ آن اختیاری است. اما به طور عادی یا قرمز خالص یا آبی خالص است که برخلاف جهت عقربه های ساعت افزایش پیدا می کند. فضای HIS می تواند به صورت یک هگزون (hexone) با رنگهای خالص در اطراف لبه بالایی (top edge) قرار داشته باشد. شدت، کمیتی برای اندازه گیری روشنایی رنگ است . افزودن نور سفید رنگهایی با اشباع کمتر و کم رنگ تر تولید می کند.



شکل ۴-۸: تصویر IHS از مجموعه کلدول، نفوذی کربناتیت در شمال ساحل دریاچه سوپریور

مختصات HIS می تواند از مختصات RGB با روابط جبری زیر با اقتباس از هریسون وجوپ (۱۹۹۰) به دست آید:

$$I = R/\sqrt{3} + G/\sqrt{3} + B/\sqrt{3} \qquad (۴-۱)$$

$$H = \tan^{-1}(v_2 / v_1) \qquad (۴-۲) \quad و$$

$$S = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} \qquad (۴-۳)$$

که در آن

$$v_1 = R/\sqrt{6} + G/\sqrt{6} - 2B/\sqrt{6}$$

$$v_2 = R/\sqrt{2} - G/\sqrt{2}$$

برعکس مقادیر RGB می توانند از مقادیر HIS با کمک معادلات زیر تبدیل شوند :

$$R = I/\sqrt{3} + \xi_1/\sqrt{6} + \xi_2/\sqrt{2} \qquad (۴-۴)$$

$$G = I/\sqrt{3} + \xi_1/\sqrt{6} - \xi_2/\sqrt{2} \qquad (۴-۵)$$

$$B = I/\sqrt{3} - 2\xi_1/\sqrt{6} \qquad (۴-۶)$$

که دراین معادلات ε_1 و ε_2 برابرند با :

و

$$\xi_1 = S\ \cos(H)$$

$$\xi_2 = S\ \sin(H)$$

مزیت اصلی مدل HIS این است که رنگ (فام) تشخیص رنگ توسط انسان را از ترکیب قرمز، سبز و آبی بهتر توصیف میکند . برای مثال رنگ نارنجی می تواند با تغییر شدت روشن تر یا باتغییر اشباع کمرنگ تر اصلاح شود که این اصلاحات برای حدس زدن به صورت شهودی در فضای B,G,R مشکل است. به طور مشابه ، اشباع و شدت می توانند ثابت نگه داشته شوندو رنگ می تواند به مقدار مجاورتی خود در هگزون HIS تغییر کند، فرآیندی که در فضای RGB برخلاف دریافت شهودی و استنباطی است . درسیستمهای پردازش تصویر از مدل HIS اغلب برای افزایش رنگ استفاده می شود که تغییر شکل به مدل RGB منظور نمایش را به دنبال دارد. همچنین میتوان از آن به طور مؤثری برای نمایش مجموعه داده های چندگانه استفاده کرد.

برای مثال هریس و موری، (۱۹۹۰) ترکیب های مؤثری از نقشه های زمین شناسی با رادار تهیه کردند. واحدهای نقشه زمین شناسی به صورت رنگهای مختلف نمایش داده شدند، شدت نسبتی از انعکاس رادار بود و اشباع ثابت نگاه داشته شد. چهارگوش SW در شکل ۱-۴ از همین طرح کلی یا روش (scheme) استفاده می کند. در شکل ۱-۸ ترکیبی از یک تصویر رادار و یک تصویر از عنصر تشعشعی (radioelement) هوایی با استفاده از مدل HIS نمایش داده شده است. توانایی ترکیب اطلاعات مربوط به مورفولوژی سطحی، شامل داده های انعکاسی رادار با اطلاعات مربوط به ترکیب شیمیایی سنگها که با کمک اندازه گیری های رادیواکتیو معین شده ، به مقدار زیادی قابلیت تفسیر

صحنه (scene) را بهبود می بخشد. نمایش های RGB داده های مشابه کج شدگی و پیچش (tweaking) تجربی بسیار بیشتری به منظور دست یافتن به همان درجه از اطلاعات بصری نیاز دارد.

۴-۷) جداول جستجوی رنگها

سخت افزار نمایش از جدول LUT برای تعیین و تعریف رنگهایی که در حافظه نمایش ذخیره می شوند، بهره می برد. ساده ترین نوع جدول LUT یا جدول رنگها (palette) در جدولهای ۱-۴ و۲- ۴ نشان داده شده است. هر شماره رنگ به سه گانه ای (trio) از شدت های رنگ متصل است که تعریف کننده رنگهای قرمز ، سبز و آبی هستند . ظاهر تصویر در بسیاری از سیستم ها می تواند با تغییر جدول نمایشی LUT به سرعت عوض شود. برای LUT های جدول ۲-۴ ، $۲^{۸}$ یا ۸ بیت برای ذخیره شماره رنگ در هر پیکسل لازم است. از طرف دیگر در کارت های گرافیکی $۲^{۵}$ یا ۵ بیت موجود در هر پیکسل، LUT به شماره رنگها بین صفر تا ۳۲ محدود می شود.

در سیستم های نمایش تصویر با ۲۴ بیت در هر پیکسل برای توانایی نمایش همزمان سه تصویر ۸ بیتی ، سه LUT به کار گرفته می شود برای کنترل محدوده شدت هر یک از سه رنگ اولیه به طور جداگانه همان گونه که در جدول ۳-۴ نشان داده شده است.

هنگامی که تصاویر کارتوگرافیک بر روی صفحه نمایش ویدئویی نمایش داده می شوند، یک LUT برای کنترل رنگهای اختصاص داده شده به انواع مختلف داده ها به کار گرفته می شود. خواه این داده ها ، پیکسل های یک رستر باشندخواه پلی گون، خطوط، نقطه ها یا حاشیه نقشه باشند. جداول رنگهای سیاه و سفید ممکن است شامل مجموعه ای از مقادیر خاکستری (که در آن شدت رنگهای قرمز، سبز و آبی مساوی است) بطور معمول ، ته رنگ خاکستری (greytones) یا می تواند نشان دهنده الگوهای خطی نظیر الگوهای هاشور زده (hatch) و نشانه های نوع سنگ باشد.

#	Red	Green	Blue	Colour
0	0	0	0	Black
1	255	0	0	Red
2	200	200	0	Yellow
.	.	.	.	.
49	240	100	80	Brown
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
254	0	0	255	Blue
255	255	255	255	White

#	Red	Green	Blue	Colour
0	0	0	0	Black
1	1	1	1	
2	2	2	2	
.	.	.	.	
49	49	49	49	Grey
.	.	.	.	
.	.	.	.	
254	254	254	254	
255	255	255	255	White

شکل ۴-۹: جدول جستجوی سیاه و سفید (جدول رنگها) که نشان دهنده تغییرات سایه خاکستری است.

Image 1	Red
0	0
1	25
2	30
.	.
62	119
.	.
.	.
254	227
255	235

Image 2	Green
0	255
1	220
2	215
.	.
62	128
.	.
.	.
254	15
255	10

Image 3	Blue
0	160
1	170
2	185
.	
62	147
.	.
.	
254	38.
255	22

شکل ۴-۱۰: جدول جستجوی رنگ (جدول رنگها) که اعداد و شماره رنگها را به مقدار رنگ های قرمز، سبز و آبی پیوند می دهد.

جدول ۴-۱: سه جدول جستجوی جداگانه برای رنگ های قرمز، سبزو آب

Image 1	Red
0	0
1	25
2	30
.	.
62	119
.	.
.	.
254	227
255	235

Image 2	Green
0	255
1	220
2	215
.	.
62	128
.	.
.	.
254	15
255	10

Image 3	Blue
0	160
1	170
2	185
.	
62	147
.	.
.	
254	38.
255	22

۴-۸) دستگاههای نسخه چاپی

از لحاظ تاریخی، متداولترین دستگاه خروجی برای نسخه چاپی رایانه ای گرافیک ها چاپگرهای خطی و قلم های رسام بودند. دستگاه اولیه با استفاده از خطوط، ویژگی های روی صفحه تصاویری تهیه می کند که در آن ویژگی یک سلول از تصویر مشبک (gridded) را ارائه می نماید. در بسیاری از کاربردهای اولیه رایانه در زمین شناسی از چاپگرهای خطی برای تهیه نقشه های منحنی میزان و مقاطع استفاده وسیعی می شد برای مثال می توانید به کتب هاربو و مری یم ، (۱۹۶۸) یا هاربو و بونهام کارتر، (۱۹۷۰) مراجعه کنید. نقشه ها و تصاویر تن خاکستری نیز می توانند با چاپگرهای خطی از طریق اختصاص دادن ویژگیهایی بسیار مشخص مثل یک X چاپ شده بر روی یک Z (overprinted) به منظور تاریک کردن سایه ها و ویژگیهای کمتر مشخص، مانند کاما برای روشن کردن سایه ها تهیه شوند. چاپگرهای ماتریس نقطه ای که ویژگی ها و گرافیک ها را به صورت مجموعه ای از نقاط (dots) رسم می کنند روش قابل انعطافتری ارائه می نمایند رومو، (۱۹۸۹) چاپگرهای ماتریس نقطه ای ارزانند ولی تحت الشعاع شهرت چاپگرهای لیزری که تفکیک رنگ عالی دارند و می توانند هم ویژگیها وهم گرافیک های رستری را ترسیم کنند، قرار گرفته اند. قلم های رسام چه در گذشته و چه در زمان حال به طور گسترده ای برای گرافیک های برداری استفاده شده اند. قلم های رسام چه از نوع مدور و چه از نوع مسطح برای ترسیم خطوط ، نشانه ها و برچسب ها مناسبند. آنها برای ترسیم تصاویر رستری چندان مناسب نیستند و به طور عمده برای استفاده در خروجی GIS به خاطر کیفیت خوب دستگاههای رستری جانشین شده اند.

رسام های رستری که از جوهر افشان، موم حرارتی و اصول الکترواستاتیک استفاده می کنند امروزه به طور گسترده ای برای تهیه نسخه چاپی به کار می روند. بر روی مدیوم خروجی هر پیکسل در تصویر رستری به صورت یک نقطه یا ماتریسی از نقاط ظاهر می شود . فیلم نگارهای نوری (اپتیکی) که تصویر رستری را بر روی فیلم عکاسی منتقل می کنند. برای تهیه نسخه چاپی با کیفیت بالا عمومیت دارند.

اگرچه فن آوری نسخه چاپی به سرعت متحول می شود، اصول کلی تهیه نسخه چاپی تصاویر رستری به تقریب یکسان و مشابه است. مهمترین اصل برای تصاویر دوباره تهیه شده با کمک جوهر یا رنگ این استکه رنگها با استفاده از مخلوطی از رنگهای تفریقی اصلی آبی زنگاری ، صورتی و زرد تعیین می شوند . از آنجایی که ترکیب های این رنگها به محدوده رنگ بسیار وابسته است شکل ظاهری مخلوط توسط ماتریسی از نقاط به هم نزدیک به دست آمده از مخلوط های دوتایی از رنگهای تفریقی اصلی شبیه سازی می شود. سپس چشم نقاط شبیه سازی شده به رنگهای بخصوص را ادغام و تیره می کند.

برای مثال رسام های جوهرافشان (inkjet plotters) رستری از نقاط بسیار ریز و ظریف به وسیله پاشیدن قطرات ریز جوهر بر روی کاغذ یا فیلم شفاف ایجاد می کنند. جوهرها آبی زنگاری، صورتی و زردند. در حالی که بر روی صفحه نمایش ویدئوئی رنگهای اولیه افزوده به رنگ سیاه اضافه می شوند تا رنگ بخصوصی را به وجود آورند، رنگهای اولیه تفریقی از رنگ سفید برداشته یم شوند. در هر پیکسل جوهرافشان، جوهرافشان ها یا به صورت ON یا به صورت OFF هستند که تا هشت ترکیب دوتایی ممکن را به وجود می آورد (جدول ۴-۴) . در عمل اغلب رسامها نیز از جوهر مشکی جداگانه استفاده می کنند زیرا رنگ سیاه که با ترکیب C, M,Y (آبی ، صورتی ، زرد) به وجود می آید به سبب اینکه حاشیه نقاط به طور کامل ثبت نمی شوند، اغلب ته رنگ قهوه ای دارند.

از آنجایی که اندازه نقطه ورنگ جوهر نمی توانند تغییر کنند دامنه رنگهای خروجی ایجاد شده توسط اختلاط مستقیم بسیار محدود است . یکی از روشهای استفاده شده برای ایجاد محدوده وسیعی از رنگها به دیترینگ (dithering) معروف است. دیترینگ با استفاده از ماتریس دیتر (dither) می تواند توسط هر یک از رنگهای جدول ۴-۴ پر شود. چشم ، نقاط را با هم مشاهده می کندو رنگهای متنوع را به منظور ارائه رنگهای جدید با هم ادغام می نماید. ماتریس های دیترینگ به طور معمول (۲×۲)، (۳×۳) یا (۴×۴) هستند. اندازه تیپیک نقطه برای یک رسام رستری رومیزی ارزان قیمت حدود ۰/۲ میلی متر قطر است . این بدان معنی است که هر پیکسل (۰/۸×۰/۸) میلی متر را اشغال می کند به طروی که یک تصویر با وسعت ۲۵۰ پیکسل به صفحه ای با پهنای ۲۰ سانتی متر احتیاج دارد.

ماتریس دیتر (۴×۴) متشکل از شانزده نقطه است که در حالت ON یا OFF هفده ترکیب ممکن را برای جوهری با رنگ معین به وجود می آورد شکل ۴-۹ B و در یک سیستم پردازش تصویر طراحی شده در استرالیا به کار می رود. ترتیب نقطه ها در شکل ۴-۹ A از هریسون و جوپ (۱۹۹۰) اقتباس شده است . این ترتیب بحرانی (critical) است زیرا ترتیب نامتناسب می تواند سبب آشفتگی الگوهای هندسی نظیر زیگزاگ یا جناغی شود. نظم و ترتیبی در ماتریس انتخاب شده که از ساختارهای خطی قطری، افقی و عمودی اجتناب شود. نظم و ترتیب به گونه ای است که هیچ یک از جفت سلولهای مجاور شماره های پی در پی نداشته باشند و همه گروههای چهار سلول مجاور بر روی هم تا ۲۴ شوند خواه در یک دیتر یا در عرض دیترهای مجاور شکل ۴-۹ C . این نوع ساختار بر اساس قانون مربع

جادویی (pandiagonal magic square) یا "nasik" است . لی پل و کرلند، (۱۹۷۱ نقل قول شده از هریسون و جوپ، ۱۹۹۰)

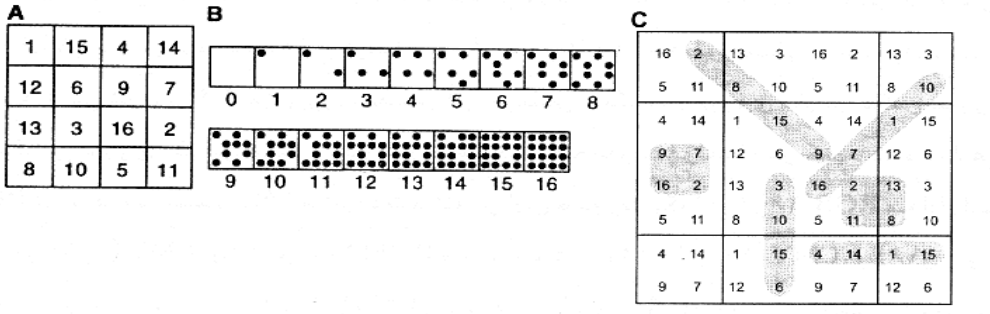
جدول ۴-۲: ترکیب های مخلوط های دوتایی از سه رنگ تفریقی صورتی، آبی زنگاری و زرد.

CYAN	MAGENTA	YELLOW	COLOUR
OFF	OFF	OFF	WHITE
OFF	OFF	ON	YELLOW
OFF	ON	OFF	MAGENTA
ON	OFF	OFF	CYAN
ON	ON	OFF	BLUE
ON	OFF	ON	GREEN
OFF	ON	ON	RED
ON	ON	ON	BLACK

برای ترسیم تصویری که رنگهایش توسط RGBs تعیف شده ابتدا به تبدیل به مقادیر CMY احتیاج است. برای یک ماتریس دیتر (۴×۴) شانزده موقعیت نقطه ای وجود دارد به طوری که شدت از صفر (کلاً OFF) تا ۱۶ (کلاً ON) تغییر می کند. بنابراین یک شدت ۸ بیتی از صفر تا ۲۵۵ (یا اگر مقیاس درصدی به کار گرفته شود از صفر تا ۱۰۰) به طور خطی به محدوده صفر تا ۱۶ تبدیل می شود. رنگ قرمز بر روی مقیاس آبی برعکس، رنگ سبز بر روی مقیاس عکس صورتی و رنگ آبی بر روی مقیاس رنگ زرد رسم می شوند. به خاطر سهولت فرض کنید که مقدارهای RGB در محدوده صفر تا ۱۶ فشرده شده اند در این صورت یک (۰و۰و۱۶) RGB معادل است با (۱۶و۱۶و۰) CMY، یک (۴و۱۲و۱۶) RGB معادل است با (۱۲و۴و۱۲) CMY، و (۱۶و۰و۰) RGB برابر است با (۰و۱۶و۱۶) CMY و غیره . در هر یک از رنگهای تفریقی اصلی با ماتریس مشابه دیتر می شوند (مثال شکل ۱۰-۴) . در عمل تبدیل مستقیم RGB به CMY نتایج مطلوبی در پی دارد زیرا رنگهای افزوده به نسبت متفاوت تر از رنگهای تفریقی مشاهده و تشخیص داده می شوند. در سیستم افزوده تغییرات کوچک شدت رنگ در سایه های تیره آسانتر و بهتر از سایه های روشن مشاهده می شود در حالی که سیستم تفریقی عکس این موضوع صادق است. گستردگی و کشش (stretch) غیرخطی هیستوگرام تصویر کنتراست را در رنگهای تیره تر قبل از ترسیم بهبود می بخشد.

فیلم نگارهای رنگی از دیترینگ برای به دست آوردن اختلافات رنگ استفاده نمی کنند. هر پیکسل با یک نقطه بسیار کوچک نشان داده می شود که توسط شعاعی از نور رنگی که به فیلم عکاسی برخورد می کند به وجود می آید. از سوی دیگر تهیه دوباره عکس های رنگی با کمک چاپگرهای جوهری مستلزم تفکیک رنگ است ، به طوری که اجزای جداگانه تصویر فتوگرافیک با رنگهای مختلف با فرآیند تفریقی چاپ می شوند. بنابراین اگرچه فیلم نگارهای رنگی می توانند برای تهیه اسلایدهای عکاسی (که در جای خود سودمند هستند) یا چاپ عکس های رنگی به کار روند این چاپها سپس باید قبل از انتشار مرحله تفکیک رنگ را بگذرانند. فرآیند تفکیک رنگ به صورت رقومی با تهیه اسلایدهای سیاه و سفید برای هر رنگ اولیه تفریقی و سیاه آماده برای انتشار بسیار مؤثر انجام می شود.

هنگامی که تصویر کارتوگرافیک متغیرهای فیلد پیوسته ترسیم می شوند، مقیاس رنگ به ایجاد تغییرات بین شماره رنگهای مجاور به ظرافت هرچه تمامتر مبادرت می کند تا تغییرات ونوسانات پیوسته قابل مشاهده شوند. از سوی دیگر وقتی که یک متغیر مقیاس گروه بندی شده مانند واحدهای خاک یا رخساره های دگرگونی رسم می شوند رنگ هایی انتخاب می شوند که کنتراست بین کلاسها را تأمین کنند.



شکل ۴-۱۱: یک آرایه (۴×۴) نشان دهنده اعداد ۱ تا ۱۶

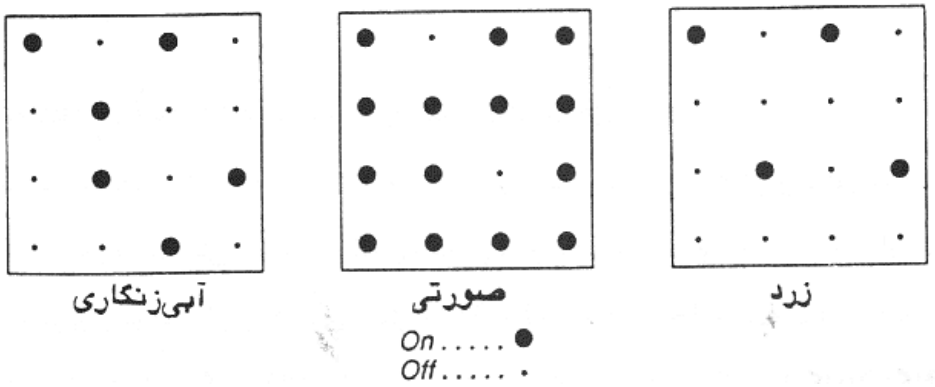
زمانی که ترسیم واحدهای محدوده کوچکی مثال افق های چینه شناسی یا دایک مورد نظر باشد، رنگهای اشباع شده تیره بایستی برای مشخص کردن (stand out) واحدها مورد استفاده قرار گیرند.

۴-۹) تجسم سطوح (به تصویر درآوردن سطوح)

در نمای دو بعدی، نقشه ای زا یک متغیر فیلد پیوسته نظیر ارتفاع توپوگرافی، به طور سنتی با استافده از خطوط منحنی میزان، نمایش داده می شود. اگرچه برای به تصویردرآوردن سطوح مؤثرند، تصاویر رقومی دارای کدهای رنگی با LUTs به دقت انتخاب شده برای ارائه تصویر با خطوط منحنی میزان واقع بر روی آنها با ترکیب مزایای رنگها و خطوط، اطلاعات گرافیکی بیشتری ارائه می کند. تصاویر سطوح در نمای دوبعدی می توانند با استفاده از روش سایه زنی ارتفاعات (hill shading) که از اطلاعات مربوط به منبع نوردهی بهره می برد، وضوح بیشتری یابد. مناطقی که در آنها منبع نور قابل

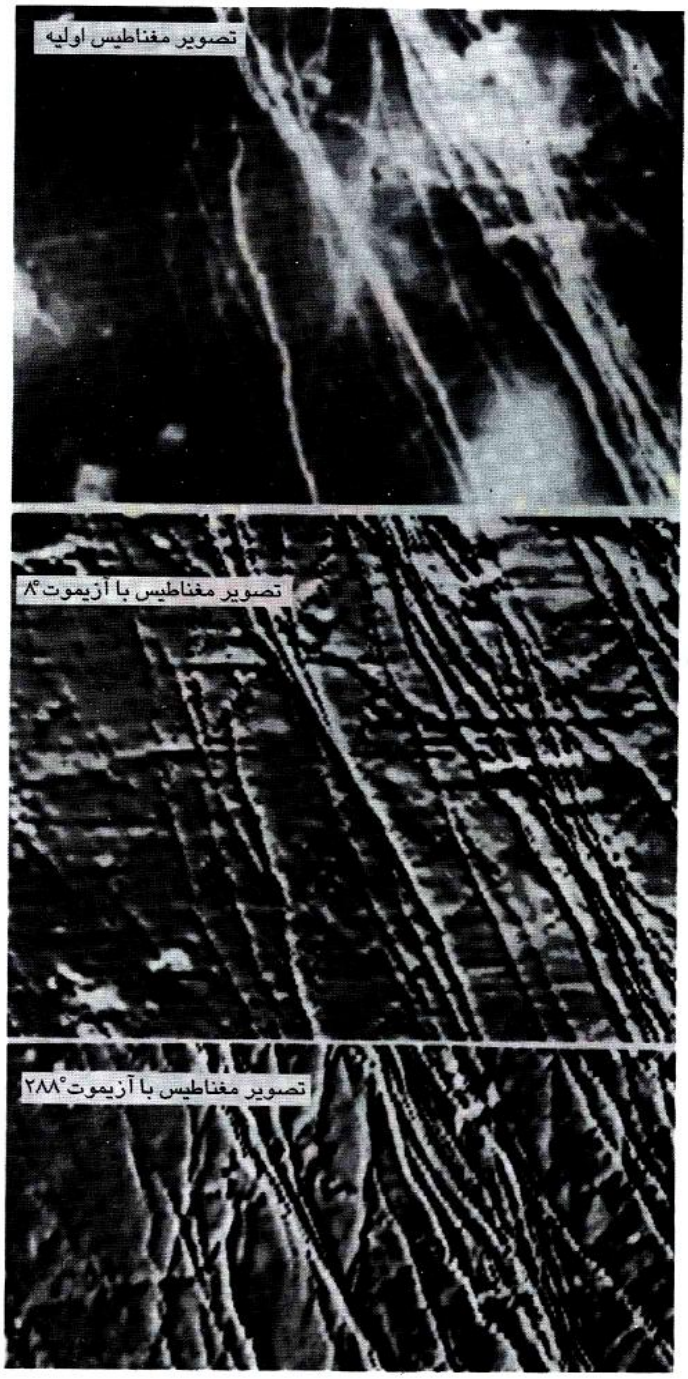
مشاهده نیست در سایه اند. تکنیک های سایه زنی نه تنها توسط نقشه کش های سنتی ، به ویژه برای نقشه های توپوگرافی، بلکه برای هر داده ای با مشخصات (x,y,z) که در آن (x,y) مختصات جغرافیایی و z متغیر فیلد مثل شدت مغناطیسی باشد، مورد استفاده قرار گرفته است. محاسبات رایانه ای لازم برای سایه زنی اتوماتیک ارتفاعات چندان پیچیده نیست (فصل ۷) و الگوریتم های سایه زنی ارتفاعات بایستی در چندین GIS یافت شوند. بروم ، (۱۹۸۸) یک برنامه رایانه ای برای سایه زنی ارتفاعات ژئوفیزیکی یا سایر تصاویر ارائه می کند که در آن موقعیت خورشید به صورت تعاملی با یک موس رایانه ای کنترل می شود.

به جای آن که سایه زنی باکمک پستی و بلندی توپوگرافی انجام شود، یک متغیر حوزه ژئوفیزیکی به عنوان ارتفاع در نظر گرفته می شود . دایک های نفوذی یا سایر توده های سنگی با مغناطیس پذیریی که به شدت با سنگ های اطراف در تضاد است به صورت عوارض توپوگرافی بر روی تصویر مغناطیسی سایه دار ظاهر می شوند (شکل ۱۱-۴) . با تغییر جهت تابش ، ظاهر عوارض می تواند بسته به موقعیتشان نسبت به منبع نور واضح تر یا مبهم تر شوند.



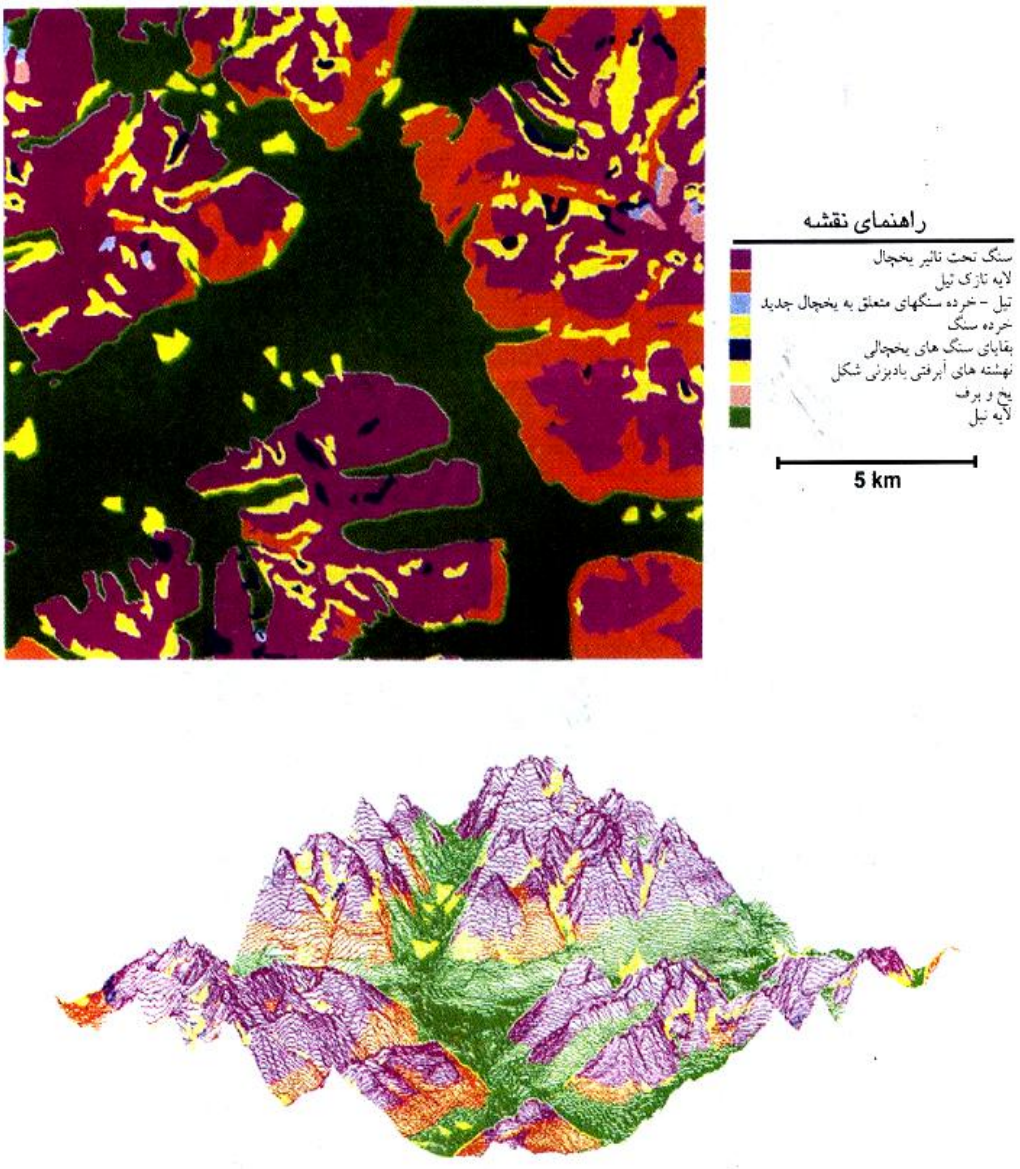
شکل ۴-۱۲: مثالی از سلولهای دیتر برای رنگ های اصلی

نمایش پرسپکتیو روشهایی مؤثر برای به تصویر کشیدن شکل وبافت سطوح اند. در یک منظره یا نمای پرسپکتیو، اندازه یک موضوع با فاصله از مشاهده گر نسبت عکس دارد. سیستم های نمایش گرافیکی اغلب به کمک مدل سه بعدی (wireframe) از یک سطح مناظر پرسپکتیو ایجاد می کنند. قاب محصور مجموعه از پروفیل های موازی با ردیف ها و ستونهای شبکه اصلی (در مورد تصاویر رستری) است که با تغییر شکل پرسپکتیو نمایان می شود. تأثیر این عمل برای خطوط موازی که با افزایش فاصله همگرا می شوند راهنمایی مهم برای دید انسان است. حقایق بیشتر با برداشتن لبه ها و سطوحی که به علت وجود سطح یکدست (solid surface) از نظر مشاهده گر پنهان مانده، به دست می آید. به طور مثال مش های مثلثی که به کمک مثلث بندی دلونی (Delaunay) به وجود می آیند نیز می توانند به صورت سه بعدی نمایان شوند.



شکل ۴-۱۳: استفاده از سایه زنی ارتفاعات برای یک تصویر مغناطیسی هوایی

با این حال حقایق بیشتر می تواند با افزودن رنگ سطح ، قابلیت انعکاس و بافت، شبیه سازی منبع نور، هموارسازی دستی و هندسی اشکال سه بعدی و ایجاد راهنماهای بیشتر نظیر تغییرات تیرگی (haze) به علت شرایط جوی به دست آید (کراک، ۱۹۸۹) همپوشانی های گرافیکی مؤثر می توانند با پوشاندن (draping) یک سطح بر روی جسم سه بعدی سطح دیگر ایجاد شوند.



شکل ۴-۱۴: ترکیب بصری نقشه زمین شناسی با مدل ارتفاعی رقومی (DEM)

برای مثال یک سطح زمین شناسی می تواند بر روی یک سطح توپوگرافی قرار گیرد (شکل ۱۲-۴) . مدل های سه بعدی می توانند چرخش پیدا کنند، کج شوند و از موقعیت های مختلف نمایان شوند . محاسبه تعاملی نمایش های سه بعدی بزرگ مستلزم محاسبات زیادی به ویژه حذف خطوط پنهان

است. گرافیکهای رایانه ای پیچیده به طور گسترده ای در صنعت فیلم به کار رفته است و فن آوری GIS در حال جمع آوری (reaping) مزایای تحقیقات کاربردی انجام شده در فیلم و سایر زمینه ها است.

اسمیت و پارادیس ، (۱۹۸۹) نشان می دهند که چگونه عوارض زمین شناسی سه بعدی می تواند به صورت بلوک هایی که می توانند از سطوح مختلف برش داده شوند تا اشکال و فرمهای سه بعدی را به طور کامل نمایان کنند، مدل سازی شوند. ون دریل، (۱۹۸۹) چندین نوع نمایش سه بعدی نشان می دهد که به طور خودکار (اتوماتیک) از رایانه ها به دست می آید و به طور سنتی از نمودارهای نرده ای (fence) گرفته تا مناظر سه بعدی و متشابه زیرزمینی (تحت الارضی) پس لرزه ها حاصل می شود. توانایی تجسم پدیده های زمین شناسی به صورت سه بعدی به احتمال تقابل عمده ای در بسیاری از شاخه های زمین ایجاد می کند. خوانندگان علاقمند به نمایش سه بعدی می توانند به کتابهای ری پر ، (۱۹۸۹) ، ترنر، (۱۹۹۲) ، فلاگ و هاربو ، (۱۹۹۲) مراجعه کنند.

۴-۱۰) نماهای داده هایی که به طور دینامیک به هم متصلند

ایده نماهای دادهای متصل به هم به طور پویا می تواند با مثال زمین شناسی شکل ۴-۱۳ نشان داده شوند. در شکل ۴-۱۳ A چهار نمایش داده ای با همدیگر به صورت خروجی نسخه چاپی از یک صفحه نمایش رنگی ارائه شده است. هر نمای داده ای پنجره جداگانه ای است که ارائه دهنده فضاهای داده ای متعلق به مجموعه داده های ژئوشیمیایی از ناحیه ولز (Wales) است . نمونه های ژئوشیمیایی از امتداد رودخانه ها برداشته شده است. تعدادی عناصر فلزی از نمونه های رسوبی تعیین شدند. عنصار مورد نظر سرب (Pb)، مس (Cu) و روی (Zu) هستند . مقدارها به شکل لگاریتم درآمده اند تا کج شدگی و پیچش مثبت توزیع عناصر و نمودارها در نتیجه به صورت LnCu, LnZn, LnPb مشخص شوند.

چهار نمای شکل ۴-۱۳ A عبارتند از : فضای جغرافیایی (x,y) ، فضای فراوانی (همانگونه که در نمودار box-and-whisker دیده یم شود) ، فضای (x,y) یا (y,z) (شامل پروفیل های عناصر در امتداد یک رودخانه) و فضای ژئوشیمیایی (z_i,z_j) .

۱- نمای اصلی نقشه ای است (فضای جغرافیایی) که نشان دهنده رودخانه ها به رنگ سبز با محل های نمونه برداری ژئوشیمیایی به صورت نقاط قرمز است . محل های پیدایش مواد معدنی به صورت نقاط آبی اند .

۲- سمت راست نقشه نمودار box-and-whisker (فضای فراوانی) از مقدارهای مس تغییر شکل یافته از نظر لگاریتمی قرار دارد. فضای فراوانی نیز می تواند به صورت هیستوگرام ، نمودار فراوانی تجمعی و غیره ارائه شود.

۳- در گوشه سمت چپ پایین از صفحه مزبور جعبه ای شامل سه پروفیل برای لگاریتم های Cu, Zn, Pb قرار دارد. در این فضا، محور افقی فاصله از کنار رودخانه تا یک مبدأ افقی است و محور عمودی تمرکز و غلظت عنصر ژئوشیمیایی است.

۴- در سمت راست پایین صفحه نمودار پراکندگی Pb نسبت به Zu (فضای ژئوشیمیایی) وجوددارد.

در سیستم های پردازش تصویر، این فضاگاهی اوقات فضای عارضه (feature space) به منظور تشخیص آن از فضای جغرافیایی نامیده می شود.

برنامه ، به طور عمده تعاملی طرح می شود به طوری که کاربر می تواند زیر مجموعه های مشاهدات را در هر یک از این چهارفضا یا در فضاهای دیگر تعریف شده برای داده ها انتخاب کند . در شکل زیر مجموعه ای از نمونه های رودخانه ای بر روی نمای نقشه به صورت نقاط قرمز بزرگتر انتخاب شده است . زیرمجموعه شناسایی شده در هر فضا ، در این مورد، به وسیله رنگ بر روی سایر فضاها نیز شناخته می شود. بنابراین نمودار box-and-whisker نشان می دهد که نقاط قرمز به مقدار مهم و معنی داری مقدارهای CU، در مقایسه با سایر نمونه ها، ارتقاء یافته اند. پروفیلها نوسانات غلظت عناصر را در امتداد رودخانه نشان می دهد و در فضای ژئوشیمیایی، نقاط قرمز شامل گروهی هستند که بخش اعظم ناحیه ای از نمودار را که متمایز از کل نقاطند را اشغال می کنند و خاطرنشان می نمایند که اعضای یک جمعیت آماری جداگانه اند.

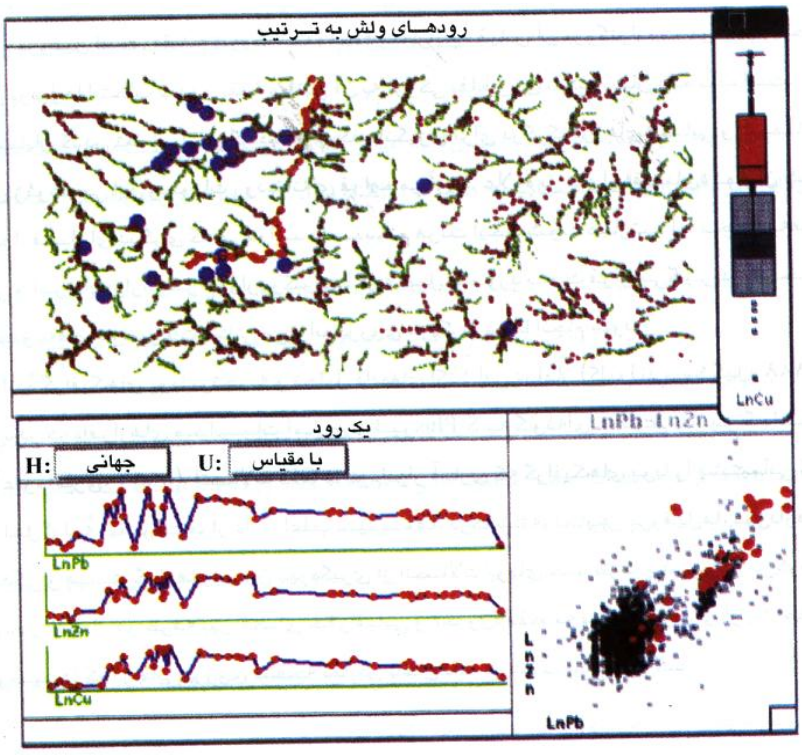
در شکل ۱۳-۴ B یک نمایش صفحه ای جدید ایجاد شده است که فقط نشان دهنده نماهای نقشه و پروفیل است. نقشه بزرگ شده است بنابراین مقیاس آن بزرگتر است . دو نقطه مجزا بر روی پروفیلها انتخاب شده و نقاط مطابق آن به بزرگی نقاط روی نقشه نشان داده شده است.

نمایان کردن تعاملی ابزار گرافیکی شگفت انگیزی برای درک کنترل های فضایی و شیمیایی بر روی ژئوشیمی این رسوبات رودخانه ای فراهم می آورد. علاوه بر چهار فضای نمایان شده در اینجا ، فضاهای دیگری که می توانند با سیستم هزلت ایجاد شوند عبارتند از : مجموعه های زمانی و ابرهای واریوگرام انتخاب زیرمجموعه های موضوعات مکانی می تواند بر روی هر یک از نماها انجام شود.

ایده گرافیک های پویا بر تجزیه و تحلیل داده های اکتشافی در آمار (کلیولند و مک گیل، ۱۹۸۸) امروزه در نرم افزارهای محاسبات آماری نظیر S-Plus به گونه ای عمیق تأثیر گذاشته است (علوم آماری، ۱۹۹۲) . اتصالات GIS به نرم افزار آماری که گرافیک های پویا را پشتیبانی کند در مراحل اولیه پیشرفت قرار دارد. اغلب سیستمها ، در گذشته، نمایش پروفیل ها ، نمودارهای پراکندگی و هیستوگرام ها را بدون بهره گیری از اتصالات پویای چند طرفه پشتیبانی می کردند. بااین حال اتصال دو طرفه بین فضای جغرافیایی و جدول فقط به فهرست برداری از یک جدول خصوصیت ها که در قابی بر روی صفحه نمایش نشان داده می شود ، بسنده می کند.

۴-۱۱) جستجوی فضایی

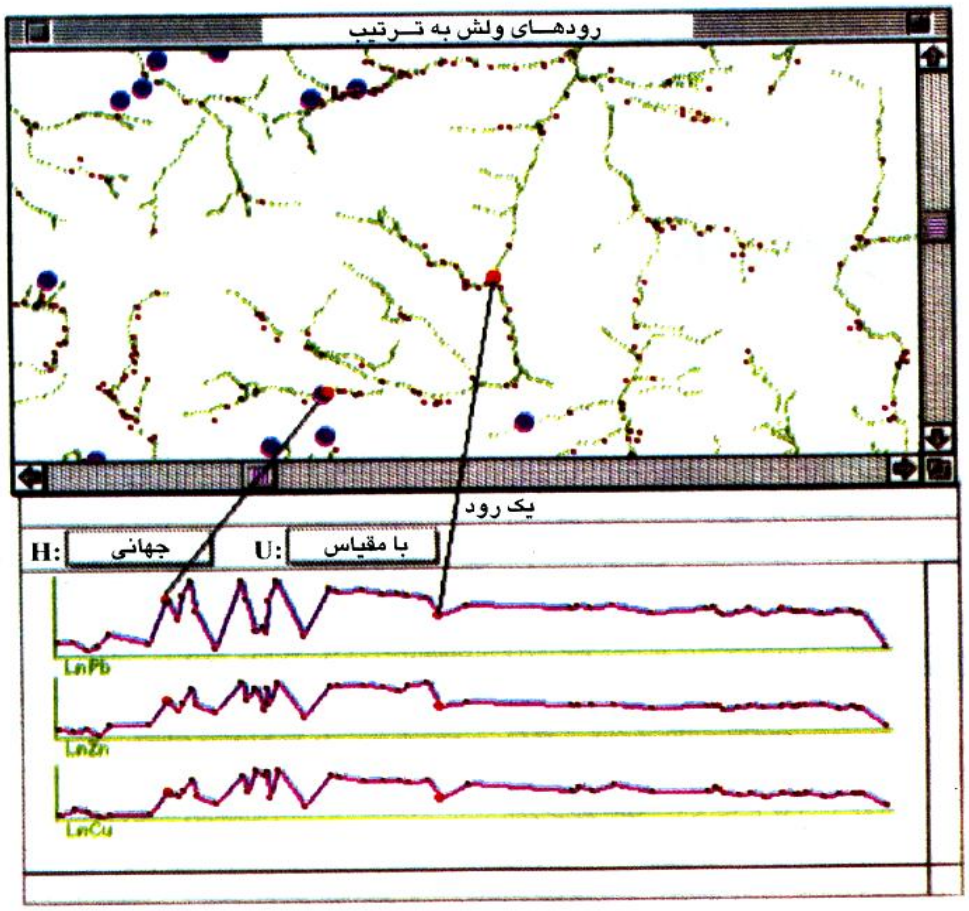
همانطور که در مقدمه گفته شد ، جستجوی فضایی در یک GIS یا با یافتن موضوعات داده ای فضایی (وخصوصیت های آنها) که در یک محل بخصوص وجود دارند یا با پیدا کردن محل هایی که در آنها موضوعات فضایی دارای شرایط خاصی اند، سروکار دارد. وقتی که جستجوها به طور متقابل انجام می شود نتایج حاصله به طور معمول بر روی نمایی با اتصال پویا مشابه نماهای متصل گفته شده در بالا نشان داده می شود. مثالی از دو نوع جستجوی فضایی با مراجعه به قسمت کوچکی از یک نقشه زمین شناسی ارائه می شود. (شکل۱۴-۴)



شکل ۴-۱۵: A چهار منظره متصل شده به هم از لحاظ دینامیکی از داده های ژئوشیمیایی

۴-۱۲) جستجو با کمک خصوصیت های فضایی

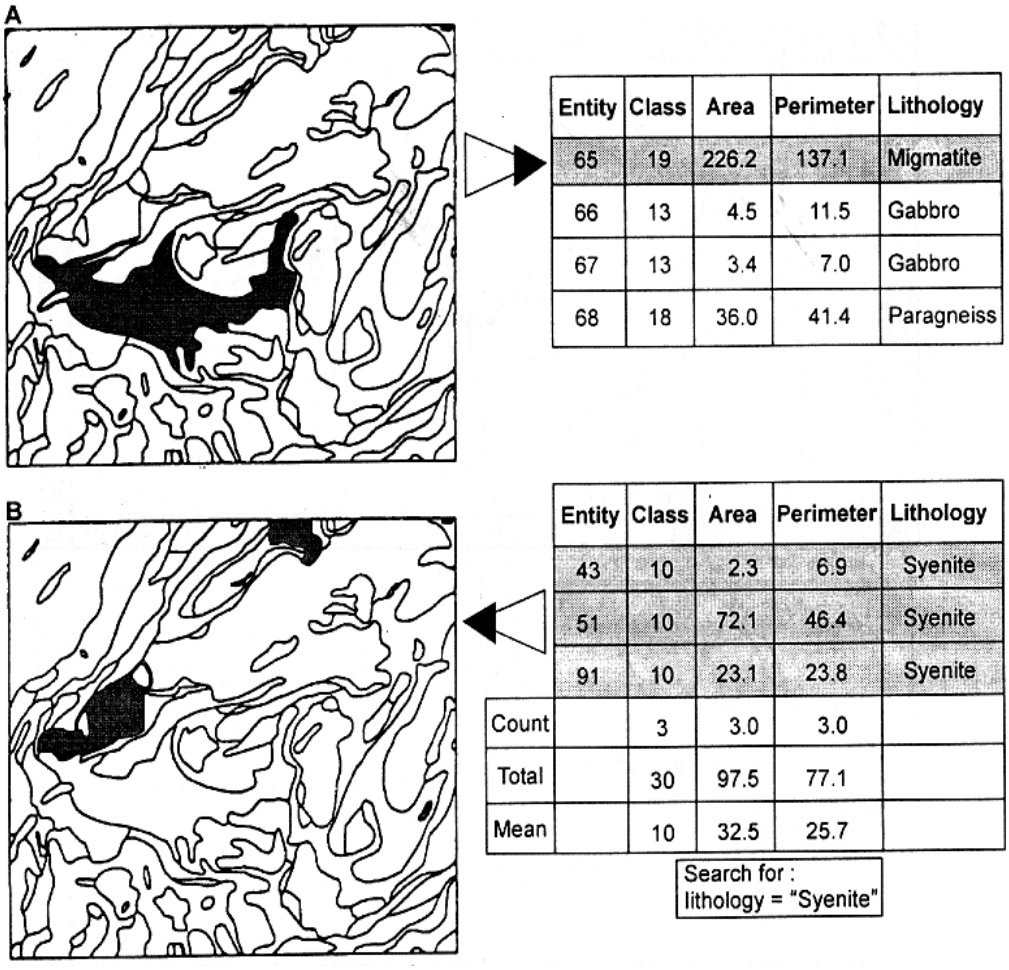
در شکل ۴-۱۴ A . پلی گون قرمز بر روی نقشه زمین شناسی با مکان نما (curser) شناخته می شود. سؤال این است در این موقعیت چه چیزی وجود دارد ؟ در این مورد یک پنجره در امتداد طولی نقشه نمایش داده می شود که شامل قسمتی از جدول خصوصیت های پلی گونی مرتبط با نقشه زمین شناسی است.



شکل ۴-۱۶: B قسمتی از نقشه شکل A در مقیاس بزرگ

که شماره رکورد ۶۵ و منطبق با کلاس ۱۹ نقشه زمین شناسی شناسایی می شود. در این مورد دو خصوصیت هندسی پلی گون فهرست می شوند که نشان دهنده مساحت و محیط پلی گونند. یک فیلد متنی شامل نام کلاس ثبت می کند که نوع سنگ میگماتیت است . فیلدهای دیگر در جدول می توانند برای جستجو انتخاب شوند به شرطی که قابل کاربرد باشند.با قرار دادن مکان نما بر روی هر پلی گون نقشه ، نمای جدول در پنجره به سرعت به روز می شود.

جستجو به وسیله موقعیت می تواند برای هر نوع موضوع فضایی به کار رود. جستجوی نقاط در بسیاری از مطالعات GIS اهمیت خاصی دارد.



شکل ۴-۱۷: جستجوی فضایی تعاملی (متقابل)

برای مثال با در دست داشتن نقشه ای از داده های نقطه ای که در آن نقاط نمونه های ژئوشیمیایی اند، جستجو می تواند خصوصیت های برگزیده از جدول خصوصیت های نقطه ای رامطابق با نزدیکترین نقطه به مکان نما نمایان سازد. از طرف دیگر موضوع ممکن است پیدا کردن همه نقاط درون یک دایره ، مستطیل یا چند ضلعی نامنتظم که به طور تعاملی بر روی صفحه نمایش تعریف شده به منظور فهرست کردن خصوصیت های برگزیده و خلاصه کردن آنها از نظر آماری باشد. به همین ترتیب خصوصیتهای عوارض خطی نیز می تواند به صورت تعاملی شناسایی شود. ویژگی های انفرادی (یا گروهی) پیکسل ها در یک رستر به منظور کشف کردن خواصی نظیر ارتفاع از سطح دریا ، مقدار طلا

(Au) در خاک ، سازند سنگی ، فاصله نسبت به نزدیکترین محور چین یا سایر متغیرهای تهیه شده در پایگاه داده ای می تواند به طور همزمان دریک پنجره به موازات حرکت مکان نما نمایش داده شود. بنابراین جستجو به کمک محل و موقعیت ، نمایی از نقشه و جدول را با انتخاب عوارض موجود بر روی نقشه به کار می گیرد. دومین نوع جستجو با یافتن موقعیت هایی که معیارهایی به خصوصی را تأمین می کنند برعکس عمل می کند. موضوعات و عوارض بر اساس خصوصیات غیرفضایی از یک یا چند جدول انتخاب می شوند. نتایج بر روی نقشه منعکس می شوند.

۴-۱۳) جستجو به وسیله خصوصیات غیرفضایی

در شکل ۴-۱۴ B جستجو برای یافتن پلی گون هایی که شامل سنگ سینیت است انجام می گیرد. جستجو می تواند با مشخص کردن رکوردهای مجزا در جدول توسط دست با مکان نما با پلی گون های مطابق آنها بر روی نقشه علامت گذرای شده صورت گیرد. از طرف دیگر مرحله جستجو می تواند به منظور یافتن کلیه پلی گونهایی که شرط لیتولوژی = سینیت در آناه صدق می کند انجام شود که این کار به متمایز شدن همزمان پلی گون های منتخب بر روی نقشه و مشخص شدن رکوردهای مربوط به آنها در نمای جدول منتهی می شود. همچنین بعضی سیستمها می توانندخلاصه های آماری خصوصیت های انتخاب شده را انجام دهند. البته این مسأله می توانست با سروکار داشتن با خصوصیت های متعدد و انواع مختلف عوارض در یک عملیات بسیار پیچیده تر باشد. در بیشتر سیستم ها جستجوهای پیچیده با زبانی از نوع SQL اجرا می شود. SQL مخفف زبان جستجوی ساخت یافته است وبه طور گسترده ای همراه با پایگاه های داده ای مرتبط به هم استفاده می شود ون در لنز ، (۱۹۹۸) . همانند جستجو توسط موقعیت فضایی، انتخاب در یک رستر می تواند برای نقاط ، خطوط، پلی گونها یا پیکسل ها به کار رود . جستجو به ایجاد زیرمجموعه ای از موضوعات و عوراض منجر می شود. نتیجه جستجو می تواند یک فایل جدید از موضوعات فضایی یا نمایشی با موضوعات منتخب که به طریقی مشخص یا علامت گذاری شده اند، ایجاد نماید.

موضوع کار کردن دستی با عوارض فضایی و جداول خصوصیت های آنها به زبان جبری بخشی از موضوع عمومی تر مدل سازی نقشه است که در فصول بعدی معرفی خواهند شد. همچنین مدل سازی نقشه با استفاده از زبان جبری برای با دست تهیه کردن نقشه ها وجدول های خصوصیت ها سرو کار دارد اما به جستجوی فضایی محدود نمی شود.

فصل پنجم

امواج الکترومغناطیس و رفتار طیفی اجسام و پدیده ها

فصل پنجم : امواج الکترومغناطیس و رفتار طیفی اجسام و پدیده ها

۵-۱) مقدمه

پدیده های و اشیای سطح زمین، بسیار متنوع و متغیرند. علاوه بر تنوع و تغییرات طبیعی بسیاری از پدیده های زمینی و تاثیر آنها بر یکدیگر سبب تنوع بیشتر در ویژگی های آنها می شود. این تفاوت ها می تواند بر میزان بازتاب های طیفی اثر گذاشته و دنیای بازتاب ها را بسیار پیچیده و متغیر سازد. بنابراین نباید انتظار داشت پدیده هایی که با یک نام می شناسیم، بازتاب های طیفی یکسانی داشته باشند. در واقع، اگر پدیده های ظاهراً یکسان دارای بازتاب مشابهی بودند، علم و هنر سنجش از دور نیز بسیار ساده و آسان بود و چه بسا صرفاً با کمک سخت افزارها و نرم افزارهای رایانه ای، مطالعات پدیده های زمینی بسادگی قابل انجام می شد. در حالی که علی رغم پیشرفت های چشمگیر سنجش از دور ، می توان گفت تحقیقات و کنکاش های به عمل آمده در زمینه بازتاب های طیفی پدیده ها و اشیا، هنوز در ابتدای راه است و نیاز به مطالعات گسترده پیرامون اشیا و پدیده ها و چگونگی بازتاب های طیفی آنها احساس می شود. کسانی که از علم و فناوری سنجش از دور برای مطالعه اشیا و پدیده های جهان واقعی استفاده می کنند، علاوه بر شناخت وضعیت بازتاب های طیفی و راه است و نیاز به مطالعات گسترده پیرامون اشیا و پدیده ها و چگونگی بازتاب های طیفی آنها احساس می شود. کسانی که از علم و فناوری سنجش از دور برای مطالعه اشیا و پدیده های جهان واقعی استفاده می کنند، علاوه بر شناخت وضعیت بازتاب های طیفی و راه و روشهای پردازش آن، لازم است درک عمیقی نسبت به ماهیت فیزیکی پدیده مورد مطالعه داشته باشند، زیرا با علم و آگاهی از محیط، بهتر می توان از فن سنجش از دور استفاده کرد و به موفقیت های بیشتری برای مطالعه جهان واقعی نایل شد. در این فصل، علاقمندان تا حدی با چگونگی بازتاب های طیفی ناشی از پدیده های مختلف و پیچیدگی های آنها آشنا می شوند تا در فصل های بعدی که مربوط به پردازش، طبقه بندی و ارزیابی است، بهتر بتوان نتیجه گیری کرد.

۵-۲) انرژی و مبانی تابش

امواج رادیویی، گرمایی، ماورای بنفش ، ایکس و نور مرئی، از اشکال مختلف طیف الکترومغناطیس اند . تمام امواج بر مبنای اصول تئوری موج، تابش می کنند، این تئوری ، انرژی الکترومغناطیسی را که به صورت هارمونیک و سینوسی و با سرعت نور (متر بر ثانیه ۳×۱۰^{۸}) حرکت می کند، توصیف می نماید. فاصله بین دو قله (L) و تعداد قله هایی که از یک نقطه ثابت در واحد زمان، در فضا عبور می کند (V) ، از معادله کلی زیر پیروی می کنند:

$$C = V . \lambda$$

λ : طول موج

V : فرکانس

C : سرعت نور

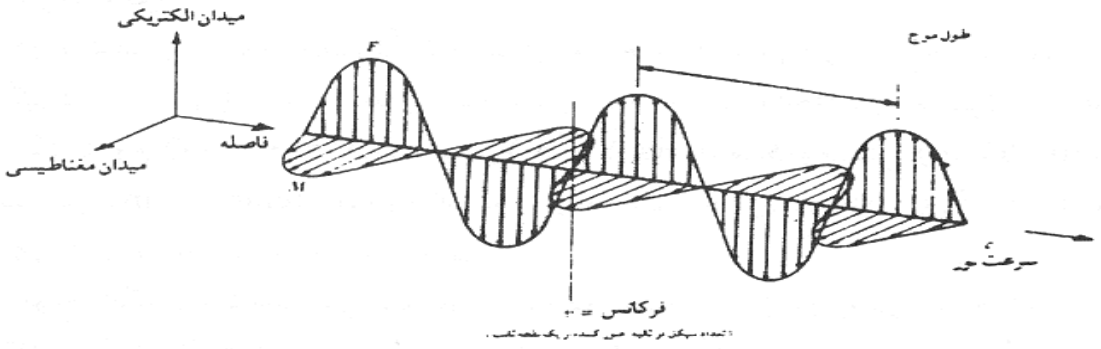
در سنجش از دور، معمولا طبقه بندی امواج بر اساس طول موج آنها صورت می گیرد. طول موج با واحدهای متفاوت بیان می شود. واحدهای معمول عبارتند از : آنگستروم ($A^0=10^{-10}$ m)، نانومتر (m^{-9} nm=10)، میکرومتر (m) و سانتی متر ($cm=10^{-2}$) . امروزه استفاده از واحد میکرومتر (μm) برای اندازه گیری طول موج بسیاری متداول است.

امواج الکترومغناطیسی به کار رفته در سنجش از دور، در باندهای طیفی مختلفی مانند باندهای نور مرئی، مادون قرمز و میکروویو قرار می گیرند. در جدول دامنه طیفی باندهای مذکور ارائه شده است.

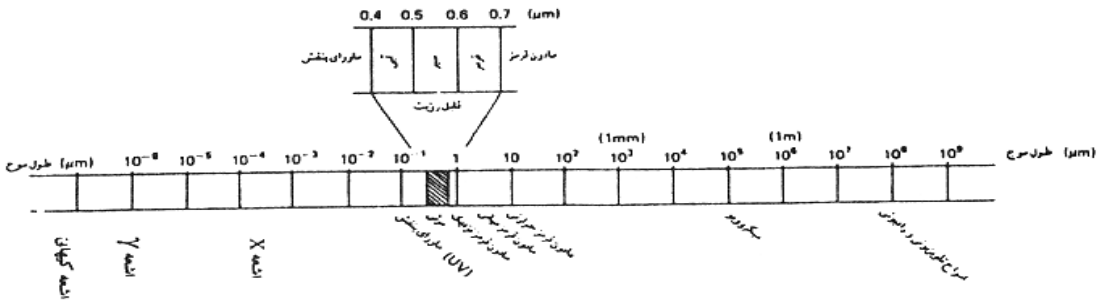
محدوده	طیف(μm)
نور مرئی	۰/٤–۰/۷
مادون قرمز انعکاسی	۰/۷–۳/۰
مادون قرمز حرارتی[1]	۳/۰–۱۵

شکل ۵-۱: چند محدوده طیفی معمول در سنجش از دور

سیستم های سنجش از دور، معمولا در یک یا چند بخش از طیف های نور مرئی، مادون قرمز یا میکروویو فعال اند.



شکل ۵-۲: موج الکترومغناطیسی ، مولفه های امواج الکترومغناطیسی سینوسی (E) و یک موج مشابه (M)



شکل ۵-۳: طیف الکترومعناطیس

۵-۳) فعل و انفعالات انرژی در برخورد با پدیده های زمین

انرژی الکترومغناطیسی در برخورد با پدیده های زمین، دچار سه حالت انعکاس، جذب یا عبور به شرح زیر می شوند:

$$E_I=E_R(\lambda)+E_A(\lambda)+E_T(\lambda)$$

در اینجا E_1 (λ) انرژی تابشی، $E_R(\lambda)$ انرژی انعکاسی، E_A (λ) انرژی جذب شده و E_T (λ) انرژی جذب نشده یا عبور یافته است. نسبت انرژی منعکس شده (E_R) ، جذب شده (E_A) و عبور یافته (E_T) برای پدیده های مختلف زمینی دریک طول موج معین، ممکن است متفاوت باشد. این تفاوت در سرنوشت انرژی درسه حالت فوق می تواند منجر به شناسایی برخی پدیده های زمینی شود، زیرا نسبت انرژی در سه حالت منعکس شده، جذب شده و عبور یافته برای یک پدیده معین در طول موج های گوناگون متفاوت است. بنابراین وقتی نتوان پدیده ای را در محدوده طیفی خاصی شناسایی کرد، امکان شناسایی آن پدیده در محدوده دیگر وجود دارد. با توجه به اینکه اصولاً می توان چندین محدوده طیفی (برای مثال محدوده های طیفی مرئی و مادون قرمز) را در مطالعات پدیده های زمینی به طور همزمان به کار گرفت ، این ویژگی کمک می کند تا بسیاری از پدیده های سطح زمین مانند خاک، پوشش گیاهی و آب مورد شناسایی قرار گیرد. مشخصات کمی انعکاس پدیده های سطحی زمین با اندازه گیری بخش انرژی منعکس شده و به صورت معادله زیر قابل بیان است:

$$\rho_x = \frac{E_R(\lambda)}{E_I(\lambda)} \times 100$$

(p_x) درصد انعکاس است. پدیده های سطحی زمین متنوع بوده و ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آنها نیز بسیار متفاوت است. برخی از این تفاوت ها می تواند در میزان بازتاب های طیفی موثر باشد، بنابراین با درصدهای انعکاسی متفاوتی روبه رو هستیم. در اینجا به بحث و بررسی پیرامون این تفاوت پرداخته می شود.

۵-۴) خاک

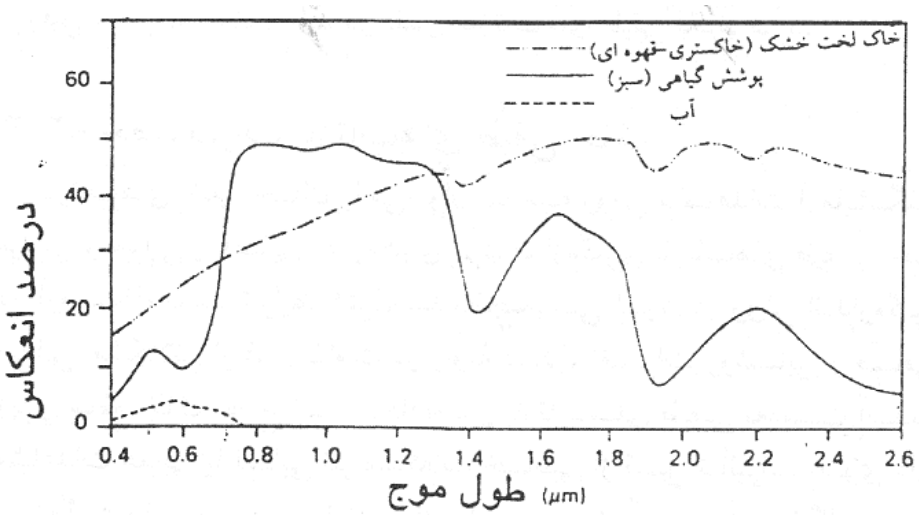
خاک، پدیده ای است که با پیچیدگی های زیاد فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی همراه است، به همین دلیل انتظار پیچیدگی های طیفی خاک نیز منطقی است . تمامی کاربران داده های سنجش از دور که با پدیده های سطح زمین سر و کار دارند، با پیچیدگی های طیفی خاک نیز روبه رو می شوند. از این رو می توان گفت شناخت کلی و درک بازتاب های طیفی خاک های مختلف برای غالب کاربران لازم است و اصولا هیچ کاربری نمی تواند ادعا کند که برای مطالعه پدیده های زمینی نیازی به شناخت و بازتاب های طیفی خاک ندارد. در اینجا به بررسی کلی خاک و پدیده های مربوط به آن می پردازیم. خاک، پدیده ای است پیچیده که طبقه بندی آن نه فقط از دیدگاه طیفی، بلکه از لحاظ ویژگی های فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی نیز با مشکلاتی همراه است. در طبقه بندی خاک ، عواملی مانند بافت ، ساختمان، رنگ، ترکیبات شیمیایی، میزان ماده آلی و بسیاری دیگر از خصوصیات موثراست. بافت خاک به اندازه ذرات، ساختمان، آرایش و نحوه قرار گرفتن ذرات خاک (دانه بندی) مربوط می شود. در خاک علاوه بر ذرات کوچکتر از ۲mm، ذرات بزرگتر مانند سنگریزه و قلوه سنگ نیز دیده می شود. از آنجایی که خاک ترکیبی از ذرات ریز و درشت و موماد مختلف با رنگ های متنوع است، بنابراین شناخت آن برای طبقه بندی طیفی اهمیت دارد. خاک ها معمولا دارای کانی های اولیه اند که گاهی میزان آنها به ۷۰ درصد یا بیشتر هم می رسد. از کانی های اولیه خاک می توان از فلدسپار، پیروکسین ، کوارتز، میکا و آمفیبول نام برد. بخش رس خاک، از سیلیکات های پیچیده آهن و آلومینیوم تشکیل شده است. کانی های ثانویه که ذرات ریزتری هستند، دارای سطح کل بیشتری می باشند. از مهمترین کانی های ثانویه می توان به رس های مونت موریلونیت، ایلیت و کلریت اشاره کرد. رنگ خاک ، از جمله ویژگی هایی است که بیانگر بسیاری از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می باشد. اصولاً در خاک تیره درصد بالایی ماده آلی (هوموس) و نیتروژن وجود دارد. خاک های روشن ماده آلی ناچیزی دارند. خاک های زرد و قرمز معمولا دارای ترکیبات آهن می باشند. با وجود همه پیچیدگی های ذکر شده، انتظار پیچیدگیهای طیفی نیز منطقی است. الگوی بازتاب طیفی خاک با گیاه فرق اساسی دارد. معمولا خاک های سطح زمین سریع خشک می شوند و تشکیل لایه نازکی تحت عنوان پوسته خشک را می دهند. این پوسته گاهی ظرف چند ساعت پس از بارندگی در مناطق خشک توسعه می یابد. برخی اوقات خاک سطحی خشک موجب بازتاب هایی می شود که نباید تصور شود خاک تحتانی نیز خشک است، زیرا در این قبیل حالت ها، سطح خاک کاملاً خشک، ولی اعماق پروفیل مرطوب است و باید در تفسیر بازتاب های طیفی لحاظ شود.

۵-۵) خصوصیات بازتاب های طیفی خاک

بازتاب های طیفی خاک را می توان به سه روش مشاهدات آزمایشگاهی ، میدانی و هوایی یا فضایی اندازه گیری کرد. اندازه گیری بازتاب های طیفی خاک در آزمایشگاه تحت شرایط کنترل شده انجام می شود. در روش اندازه گیری میدانی، مشکلاتی از قبیل تفاوت در زاویه دید، تغییرات روشنایی و صافی و زبری سطح خاک مطرح است. داده های بازتاب های طیفی به دست آمده از مشاهدات هوایی یا فضایی نیز مشکلات خاصی از قبیل تاثیرات جوی دارد. اندازه گیری های مربوط به بازتاب های طیفی به دست آمده در آزمایشگاه، به درک خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک کمک زیادی می کند، از این رو در مطالعات خاک بیشتر استفاده می شود. مطالعات اخیر نشان می دهد بازتاب های طیفی خاک در طیف های مرئی (VIS) و مادون قرمز نزدیک (NIR) ، از ۰/۴ تا۱/۱ میکرون و مادون قرمز میانی SWIR از ۱/۱ تا ۲/۵ میکرون و همچنین مادون قرمز حرارتی ۳ تا ۵ میکرون و ۸ تا ۱۲ میکرون اطلاعات زیادی در مورد خاک ارائه می دهد.

به منظور بررسی بازتاب های طیفی خاک، نخست به مقایسه کلی بازتاب های طیفی پدیده های مهم زمینی پرداخته می شود. شکل ۳-۵ منحنی های بازتاب طیفی خاک خشک ، پوشش گیاهی و آب را نشان می دهد.

مقایسه منحنی بازتاب طیفی خاک و پوشش گیاهی، نشان می دهد اصولاً منحنی های پوشش های گیاهی، به ویژه پوشش های سالم و سبز رنگ، اولا دارای نوسان های بیشتری می باشند، ثانیاً حداکثر و حداقل های

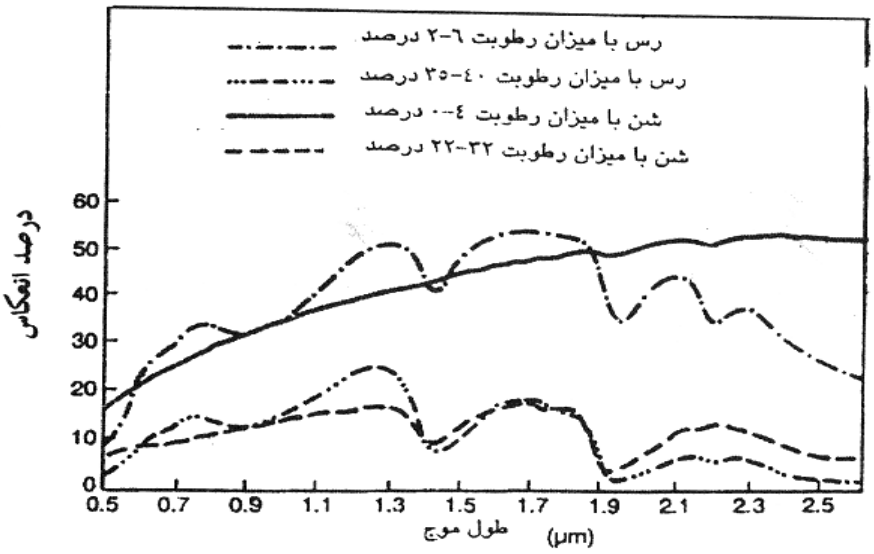


شکل ۵-۴: منحنی های بازتاب طیفی خاک، گیاه و آب

منحنی های پوشش گیاهی نسبت به منحنی های خاک بیشتر است.این بدان معناست عواملی بر بازتاب طیفی خاک موثرند، در مقایسه با عوامل موثر بر بازتاب طیفی گیاهان، نقش کمتری دارند. البته باید به دومسئله مهم توجه داشت: اول آنکه محدوده طیفی مورد مطالعه بسیار مهم است. برای مثال ممکن است در یک محدوده طیفی انعکاس گیاه سالم به صورت چشمگیری افزایش یابد، ولی انعکاس طیفی خاک در محدوده دیگری افزایش یابد، ثانیاً واکنش پدیده در محدوده طیفی مورد مطالعه نیز مهم است. برای مثال ممکن است محدوده طیفی به کار گرفته شده برای اندازه گیری بازتاب های طیفی، برای گیاه مناسب تر از خاک باشد یا برعکس ، برای خاک ایجاد حساسیت بیشتری کند. بنابراین سادگی روند افزایشی بازتاب های طیفی خاک در شکل نمی تواند الزاماً بیانگر کمتر خاک نسبت به گیاه باشد. خاک ترکیبی است از مواد معدنی وآلی پیچیده که خصوصیات متعدد فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در وضعیت خاک سطحی موثر است. از میان ده ها عوامل فیزیکی و شیمیایی خاک که ممکن است بر بازتاب های طیفی موثر باشند، تاکنون تعداد محدودی از این عوامل مورد مطالعه قرار گرفته اند و می توان گفت راه بسیاری تا روشن شدن اثر وضعیت خاک سطحی بر بازتاب در پیش است. در اینجا سعی می شود برخی از عوامل مهم تاثیر گذار خاک بر بازتاب های طیفی مورد بررسی قرار گیرد.

۵-۶) رطوبت، بافت و ساختمان خاک

میزان رطوبت، بافت و ساختمان خاک، بسیار پیچیده و وابسته به یکدیگر است. رطوبت خاک، موجب کاهش بازتاب در بخش مرئی و مادون قرمز می شود. در خاک خشک فضای بین ذرات خاک با هوا اشغال می شود. با افزایش رطوبت خاک، آب جای هوا را اشغال می کند و بازتاب خاک کاهش می یابد. بیان رابطه بین بافت، ساختمان و رطوبت خاک ، با توجه به مقایسه نوع خاک بهتر قابل انجام است. خاک رسی که مقدار زیادی رطوبت در خود نگه می دارد، انعکاس کمتری دارد. زمانی که خاک مرطوب باشد، در واقع هر ذره خاک با لایه ای از آب احاطه شده است. بنابراین خاک دارای ذرات ریزتر، سطح بیشتری در واحد حجم دارد (زیرا هر چه بافت خاک ریزتر باشد، سطح کل ذرات بیشتر می شود) در نتیجه آب زیادتر درخود نگه می دارد از این رو زمانی که بازتاب طیفی دو خاک کاملاً خشک و مرطوب را مقایسه کنیم، این اثر آشکار می شود. شکل ۴-۵ منحنی بازتاب طیفی خاک مرطوب و خاک خشک سیلتی لوم و خاک مرطوب و خاک خشک رسی را نشان می دهد.

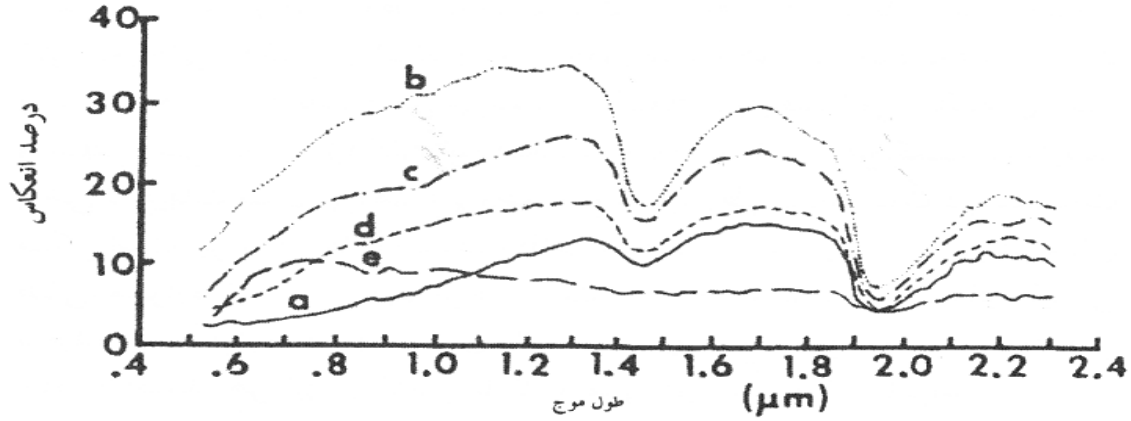


شکل ۵-۵: منحنی بازتاب طیفی انواع خاک لخت با رطوبت های گوناگون

بررسی این منحنی ها نشان می دهد شرایط بافت و ساختمان خاک سطحی اثر زیادی روی بازتاب دارد. ذرات بزرگ شن شرایط خشک تری رانسبت به خاک رسی ایجاد می کند ، بنابراین شنی که در هوای ازاد خشک شده، نسبت به رسی که در هوای آزاد خشک شده، آب کمتری دارد. در این مثال میزان رطوبت صفر الی چهار درصد برای شن با میزان دو الی شش درصد رطوبت برای رس مقایسه شده است. ساختمان خاک نیز نقش مهمی در بازتاب طیفی دارد. دانه بندی ریز، حجم خاک را بیشتر پر می کند و منجر به سطح صاف خاک می شود، در حالی که دانه بندی درشت با اشکال نامنظم، سطح غیر صاف ایجاد می کند. فضاهای خالی بین دانه بندی ها، حالت نامنظم به سطح خاک می دهد. بنابراین خاک های بدون ساختمان، نسبت به خاک های دارای ساختمان، بازتاب بیشتری دارند. همان گونه که اشاره شد، رطوبت موجب کاهش بازتاب طیفی می شود. در خاک های رسی ، باندهای جذبی هیدروکسیل در طول موج حدود ۱/۴ و ۲/۲ میکرومتر دیده می شود. بافت خاک (نسبت شن، سیلت و رس) عامل بسیار مهم و تعیین کننده ای در میزان رطوبت خاک است. خاک های درشت بافت مانند خاک شنی، به راحتی زهکشی می شوند و در نتیجه، رطوبت کمی در خود نگه می دارند و موجب افزایش بازتاب طیفی می شوند. خاک های ریز بافت نظیر خاک های رسی و سیلتی رسی، دارای زهکش ضعیف اند در نتیجه بازتاب طیفی کمتری دارند. برخی تحقیقات نشان می دهد علی رغم عدم وجود رطوبت، خاک درشت بافت ممکن است تیره تر از خاک ریز بافت ظاهر شود. بنابراین در تفسیر بازتاب های طیفی، همواره باید به این مهم توجه داشت که عوامل موثر بر بازتاب های طیفی پیچیده و متعددند و عوامل دیگری مانند همواری سطح زمین، وجود مواد آلی خاک و اکسید آهن نیز در کاهش بازتاب طیفی در بخش مرئی موثرند.

۵-۷) کانی های خاک

خاک های مناطق خشک و بیابانی ، از ماده آلی و رطوبت پایینی برخوردارند. اگر چه ماده آلی در خاک های مناطق خشک کمتر است، ولی در عوض کانی هایی مانند کوارتز، کلسیت ، دولومیت و اکسیدهای آهن اثر قابل توجهی روی بازتاب های خاک دارند. بازتاب های سطح خاک را می توان یک خاصیت تجمعی ناشی از رفتار طیفی ترکیب غیر یکنواخت خاک (موادآلی ، معدنی و رطوبت) دانست. مطالعات متعددی، سهم برخی پارامترهای خاک مانند اکسید آهن و بعضی کاتیون ها در شرایط طبیعی خاک را بازتاب سطحی نشان می دهد. شکل ۵-۵ منحنی بازتاب طیفی پنج نوع خاک، حاصل ۴۸۵ آزمایش بازتاب طیفی خاک های سطحی در برزیل را نشان می دهد. علت تغییرات در بازتاب های این خاک ها نیز تشریح شده است. برای مثال، پنجمین منحنی (e) مربوط به نمونه هایی است که اکسید آهن آنها غالب می باشد و در ناحیه زیر ۰/۷۵ میکرومتر، با افزایش طول موج، بازتاب های سطحی کاهش می یابد.



شکل ۵-۶: بازتاب طیفی پنج نوع خاک معدنی

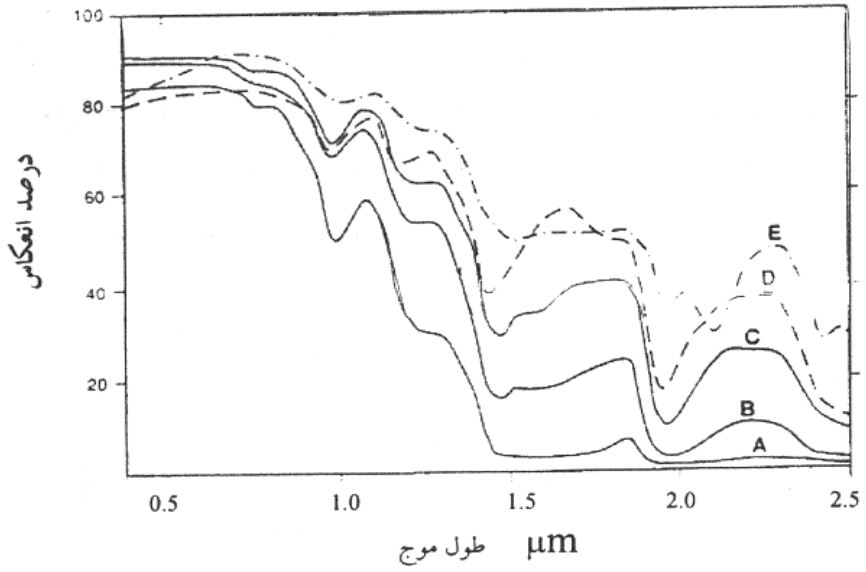
در مجموع، خاک های کم تحول یافته که دارای ماده معدنی بالایی می باشند، اثر قابل توجهی بر بازتاب های طیفی دارند. این موضوع باید در مطالعات سنجش از دور مد نظر قرار گیرد که اثر آب مولکولی کانی های تبخیری خاک بربازتاب متفاوت است و بسته به شکلی که مولکول های آب به کانی ها مرتبط شده اند، بازتاب نیز ممکن است متفاوت باشد و وجود باند جذبی آب نیز فرق می کند (HUNT , SALIBURY , 1970 DRAKE , 1995) بسیاری از کانی های تبخیری نظیر اپسومیت با دما، آب را جذب می کند یا از دست داده و تشکیل کانی های جدیدی با ویژگی هیدراسیون مختلفی می دهند. در زیر روند تغییرات اپسومیت در درجه حرارت نشان داده شده است :

$[MgSO_4,7H_2O]$ اپسومیت → $[MgSO_4,6H_2O]$ هگزاهیدریت

$[MgSO_4,2H_2O]$ ساندریت → $[MgSO_4,5H_2O]$ لئون هاردیت →

$[MgSO_4,H_2O]$ کی سریت →

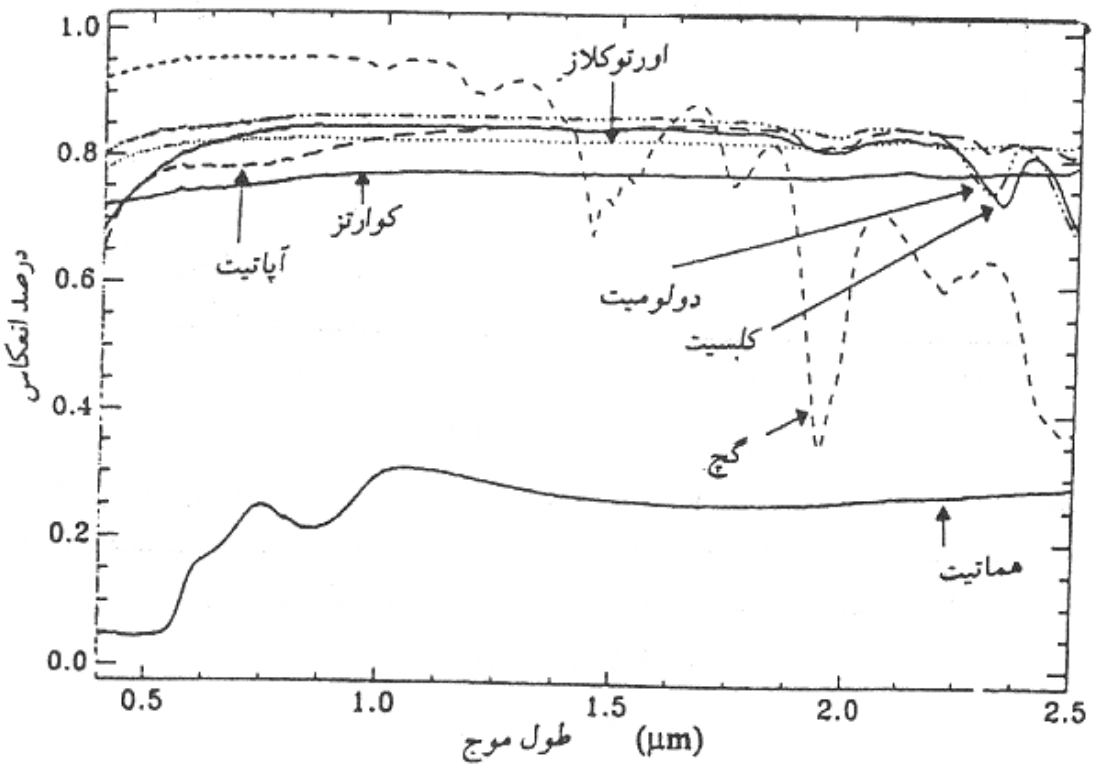
شکل ۵-۷: اثر دما روی اپسومیت



شکل ۵-۸: اثر دما روی a) اپسومیت ، b) هگزاهیدریت

همان گونه که شکل ۶-۵ نشان می دهد، منحنی های مختلف بیانگر بازتاب های طیفی مختلفی اند که در اثر حرارت و تشکیل کانی های گوناگون حاصل شده است. برای مثال، دمای ۳۰ درجه سانتی گراد سبب تغییر اپسومیت به هگزاهیدریت شده که این میزان تغییر بر اختلافات طیفی مانند افزایش در بازتاب، کاهش در اندازه جذب باندی و تغییر در محل جذب باندی اثر گذاشته است. گرمای تا ۴۶ درجه سانتی گراد تغییرات بیشتری را در بازتاب طیفی به دنبال دارد (منحنی c) اگر چه بازتاب های طیفی در ناحیه مرئی افزایش کمی را نشان می دهد، ولی افزایش در ناحیه مادون قرمز زیاد است.

۵-۸) بازتاب های طیفی کانی های غیر رسی



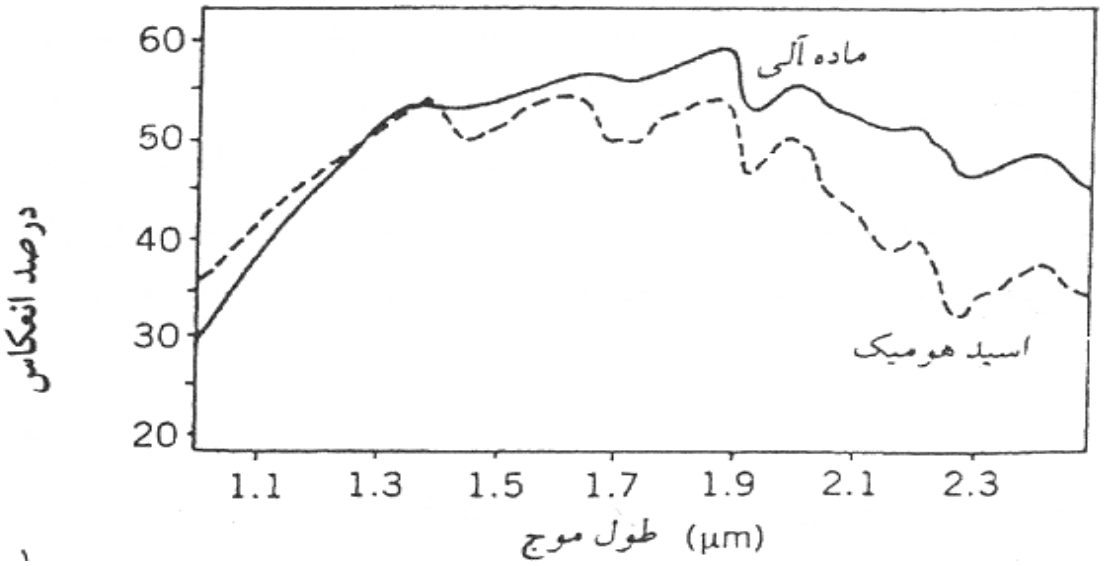
شکل۵-۹:بازتاب طیفی چند کانی خاک

کانی های غیر رسی، شامل سیلیکات ها، اکسیدها ، هیدروکسیدها، کربنات ها و سولفیدها ـ سولفات ها می شود که میزان هر گروه از کانی ها درخاک ، بسته به شرایط محیطی خاک، تفاوت می کند.

برای مثال کانی های اولیه در خاک های جوان بیشتر یافت می شوند. برخی سیلیکات ها مانند فلدسپارها بندرت در خاک های بالغ یافت می شوند، کوارتزها ممکن است در خاک های تکامل یافته نیز دیده شوند. کانی های گروه اکسیدی در مناطقی که بشدت تجزیه و تخریب شده اند، یافت می شوند.

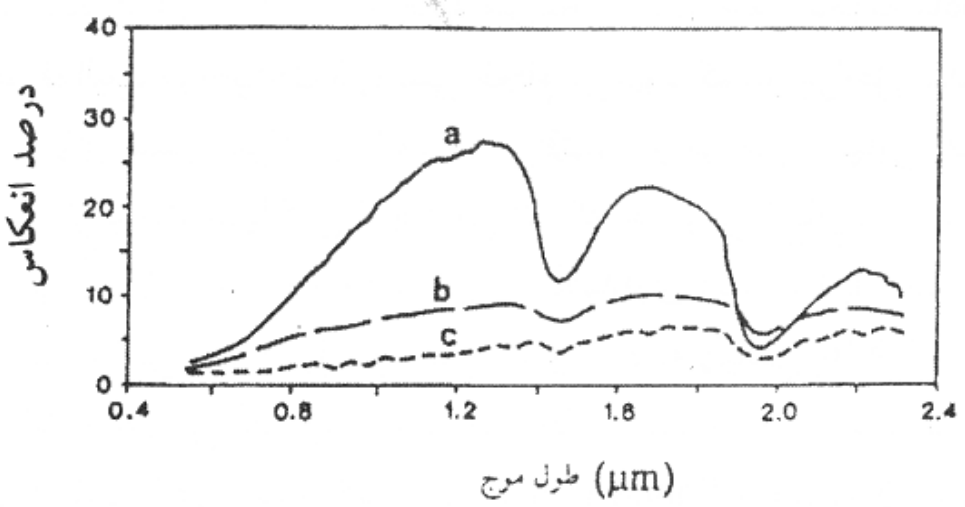
۵-۹) ماده آلی

ماده آلی، نقش مهمی در فرایندهای شیمیایی و فیزکی خاک و در نتیجه اثر زیادی روی ویژگی های طیفی خاک دارد. ماده آلی خاک مخلوطی از بافت های تجزیه شده گیاهی، جانوری و مواد مترشحه است. عمل تجزیه ماده آلی در خاک، توسط فعالیت موجودات ذره بینی انجام می شود که در مراحل ابتدایی، تغییرات اندکی روی شیمی مواد آلی اتفاق می افتد. در مراحل نهایی، فعالیت موجود ذره بینی ترکیبات کمپلکس ایجاد می کند که هوموس نامیده می شود. هوموس، نقش مهمی در دانه بندی ، حاصلخیزی، نگهداری آب، تبدیل آنیونی و رنگ خاک دارد. ماده آلی اثر قابل توجهی روی ناحیه طیفی VNIR , SWIR دارد .



شکل۵-۱۰: منحنی های بازتاب طیفی ماده آلی مستخرج از آلفی سل و هومیک اسید

تحقیقات نشان می دهد وقتی ماده آلی خاک کمتر از ۲ درصد باشد، اثر آن بر روی بازتاب طیفی بسیار کم است (Baumgradner و همکاران ، ۱۹۸۵). هنگامی که میزان ماده آلی به حدود ۹ درصد برسد، معمولا اثر پارامترهای دیگر خاک روی بازتاب محو و ناپدید می شود (Montgomery ، ۱۹۷۶) شکل ۸-۵ بازتاب طیفی ماده آلی مستخرج از آلفی سل و ترکیبات هوموس حاصل از مواد آلی را نشان می دهد. Buamgrdner و همکاران (۱۹۸۵) بازتاب های طیفی سه نوع ماده آلی خاک با تجزیه مختلف را مطالعه کردند با تجزیه مختلف را مطالعه کردند که نتایج آن در شکل ۹-۵ نشان داده شده است.



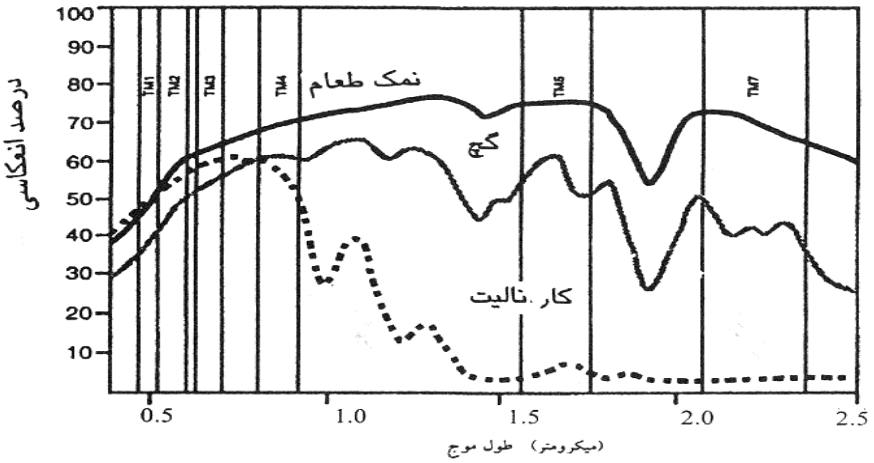
شکل۵-۱۱: منحنی های بازتاب طیفی سه خاک آلی با مراحل مختلف تجزیه

۵-۱۰) املاح خاک

املاح موجود در خاک، سبب بروز تغییراتی در ساختمان، وضعیت شیمیایی ، کلوئیدی و مرفولوژیکی خاک سطحی می گردد. خاک های شور، به خاک هایی گفته می شود که میزان املاح محلول آنها به حدی است که رشد و نمو گیاهان را کاهش می دهد. خاک های شور و قلیا، هم محتوی املاح محلول اند و هم درصد سدیم قابل تبادل آنها بالاست . در فصل مربوط به «خاک و سنجش از دور»، در مورد املاح مختلف و ویژگی های شوری خاک سطحی بحث و بررسی می شود، در اینجا به اثر خاک های شور و املاح بر بازتاب های طیفی اکتفا می گردد.

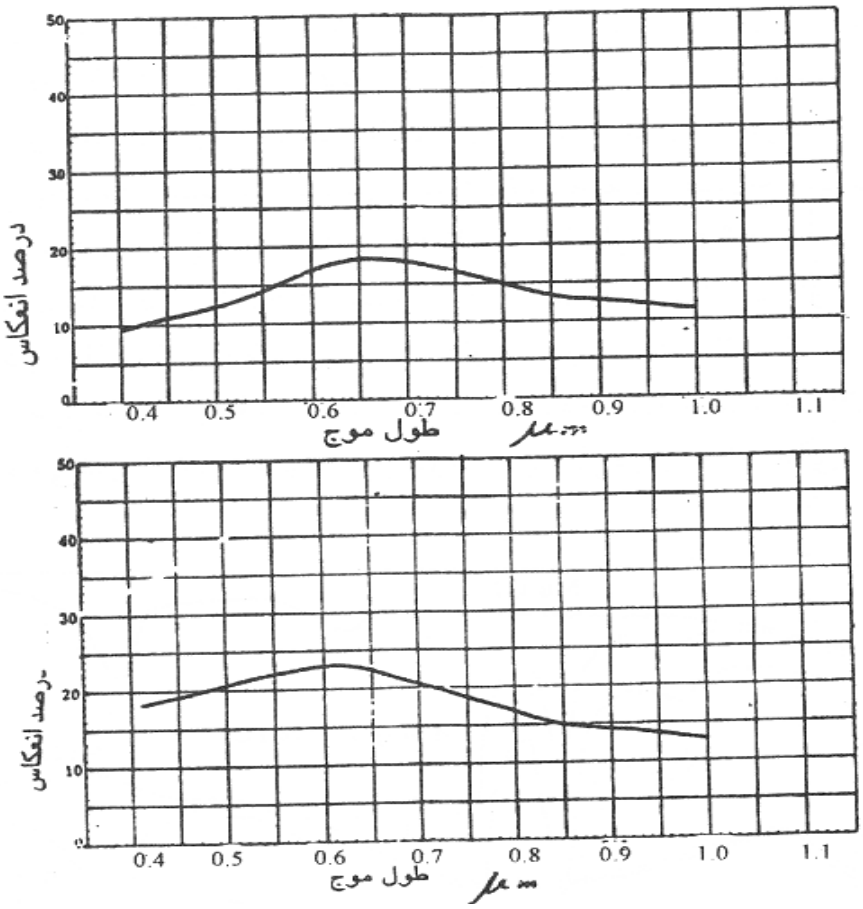
Zink , Metternitcht (۱۹۹۶) عوامل اصلی تاثیر گذار بر بازتاب را، مقدار و مینرالوژی نمک ها، رطوبت خاک، رنگ خاک و ناهمواری زمین می دانند. آنها به این نتیجه رسیدند که سولفات ها، به دلیل آب مولکولی تشکیل دهنده آنها، جذبی قوی در نزدیکی (m) ۱۰/۲ دارند، بنابراین باند حرارتی می تواند نقش مهمی در جداسازی سولفات ها داشته باشد. برای تفکیک املاح کلریدها (کلرور سدیم) از سولفات ها، باندهای مادون قرمز میانی موثرند. برخی مطالعات دیگر، ناحیه طیفی مرئی ۰/۷۷-۰/۵۵ میکرومتر و مادون قرمز نزدیک ۱/۳-۰/۹ میکرومتر را برای مطالعات شوری خاک مفید دانسته اند. معمولاً خاک های شور مناطق خشک، به ویژه زمانی که پوسته نمکی در سطح خاک تشکیل می شود (پوسته سفید رنگ نمکی)، بازتاب طیفی بالایی را نشان می دهند. البته بسیاری از عوامل از جمله ساختمان سطح زمین و صافی و زبری آن می تواند بر روی بازتابی طیفی اثر بگذارد. سطوح صاف بازتاب بیشتری از سطوح ناصاف و زبر دارند. مطالعات به عمل آمده بر روی کانی های گچ ($CaSO_4,2H_2O$) ، نمک طعام ($NaCl$) و کارنالیت ($KMgCl_3, 6H_2O$) در شرایط قابل کنترل آزمایشگاهی نشان می دهد گچ در ناحیه حدود ۲/۲ میکرومتر یا (۲۲۰۰ نانومتر) منطبق با مرکز باند ۷ سنجیده TM دارای ناحیه

جذب قوی قابل تشخیص است . نمک طعام در مقایسه با گچ ، بازتاب بیشتری در محدوده منطبق با باندهای سنجیده TM نشان می دهد. بسیاری از تحقیقات نشان می دهد بر اساس ویژگی جذبی گچ و نمک طعام، این املاح تبخیری بر روی برخی تصاویر ماهواره ای قابل تفکیک اند.



شکل ۵-۱۲: بازتاب های طیفی گچ، نمک طعام و کارنالیت

مطالعه بازتاب طیفی دو نوع خاک شور در کشور چین (۱۹۸۷) ، نشان داد با افزایش املاح از ۱۲/۱ به ۴۴ درصد، بازتاب طیفی افزایش می یابد، ولی روند تغییرات بازتاب تقریباً یکسان است. البته چون تمامی ترکیبات خاک معلوم نیست، بنابراین اظهار نظر قطعی در مورد منسوب کردن بازتاب صرفاً به میزان نمک با تردید همراه است. به هر حال مطالعه مذکور نشان می دهد خاک های شور نیز دارای بازتاب های طیفی مختلفی می باشند.

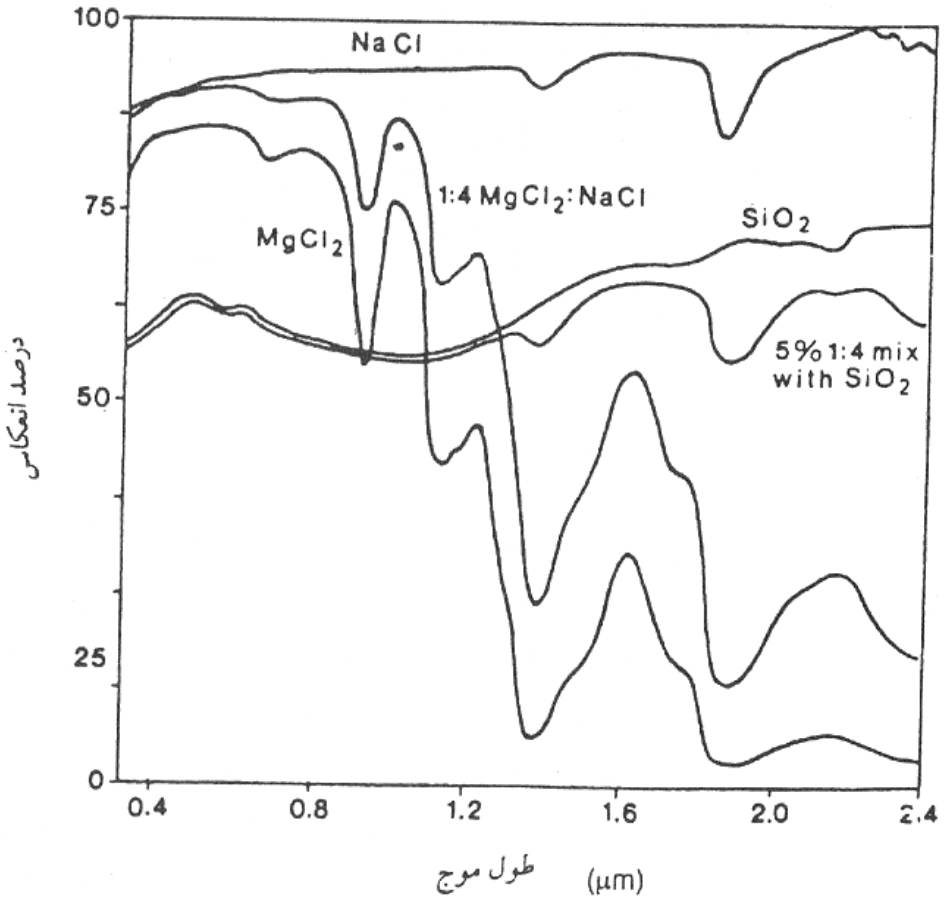


شکل ۵-۱۳: بازتاب طیفی دو نوع خاک شور

Hunt و همکاران (۱۹۷۱) نیز بازتاب های طیفی کلرور سدیم (NaCl) گزارش کردند، اما Russel , Hick (۱۹۹۱) فرضیه ای را عنوان کردند که طول موج های معینی در ناحیه VNIR – SWIR اطلاعات مفیدی در مورد خاک های شور ارائه می دهند. برای مثال، بازتاب های طیفی مخلوط $MgCl_2$, NaCl, SiO_2 ویژگی خاص مرتبط با ۲ باند جذبی آب در اطراف ۱/۴ و ۱/۹ میکرون را نشان می دهند. دلیل این مسئله احتمالاً پیوستگی نمک و آب مولکولی است . Hischfeld (۱۹۸۵) توانست غلظت NaCl در محلول آب را بر اساس چهار مشخصه در ناحیه SWIR در ۱/۶۳، ۱/۷۰، ۲/۰۸ و ۲/۱۷ میکرون تخمین بزند. Brown , Lin (۱۹۹۲) هم دریافتند که در محلول آب، همبستگی خطی بالایی بین جذب و غلظت های مختلف NaCl (۰/۱ تا ۵ مول) وجود دارد.

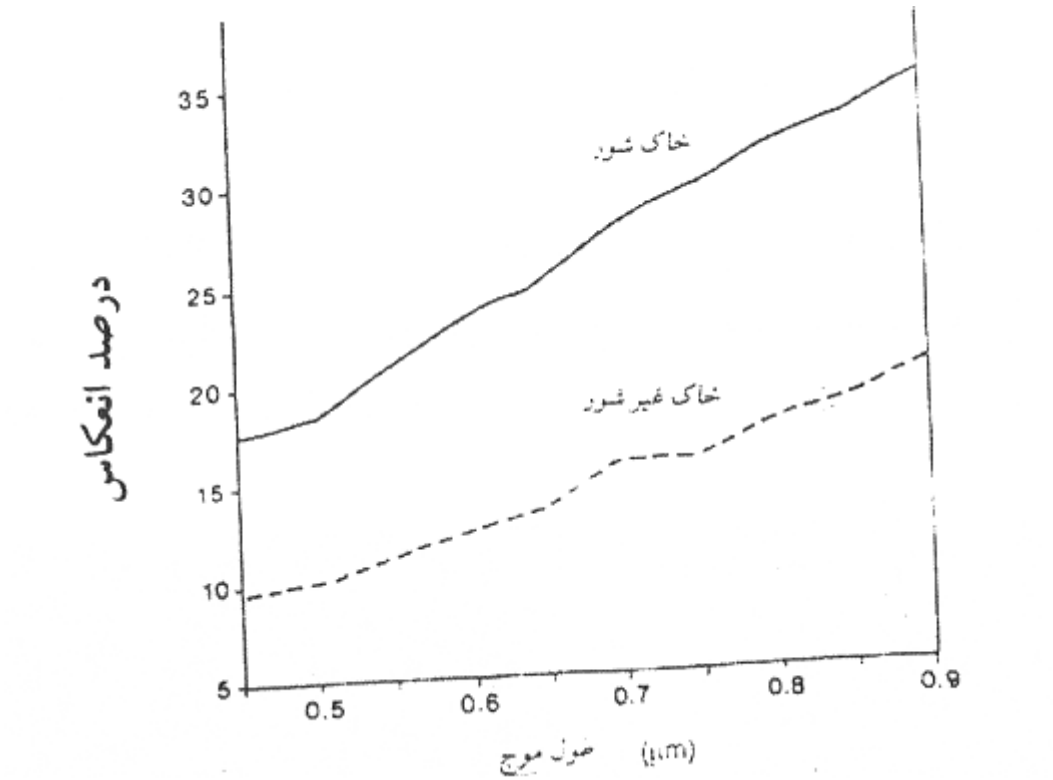
پوشش گیاهی ، عامل غیر مستقیمی برای تشخیص املاح خاک توسط اندازه گیری بازتاب های طیفی است (Wiegand و همکاران ، ۱۹۹۴) برای مثال ، برگ های پنبه کشت شده در خاک های شور، میزان کلروفیل بیشتری از برگ های پنبه کشت شده در خاک های با شوری کمتر دارند. در شکل

۵-۱۳ بازتاب های خاک های شور و غیر شور در ناحیه VNIR نشان داده شده است. همان گونه که در شکل مشاهده می شود.



شکل۵-۱۴: بازتاب های طیفی کلرورهای سدیم و منیزیم با مخلوطی از سیلیکات ها

خاک های شور بازتاب بیشتری از خاک های غیر شور دارند.



شکل۵-۱۵: بازتاب های طیفی خاک های شور و غیر شور

البته باید توجه داشت که عکس این عمل هم گزارش شده است، یعنی خاک های خیلی شور به دلیل خاصیت نگهداری رطوبت و هیگروسکپی املاح، با افزایش میزان آب، بازتاب کمتری نشان می دهند.

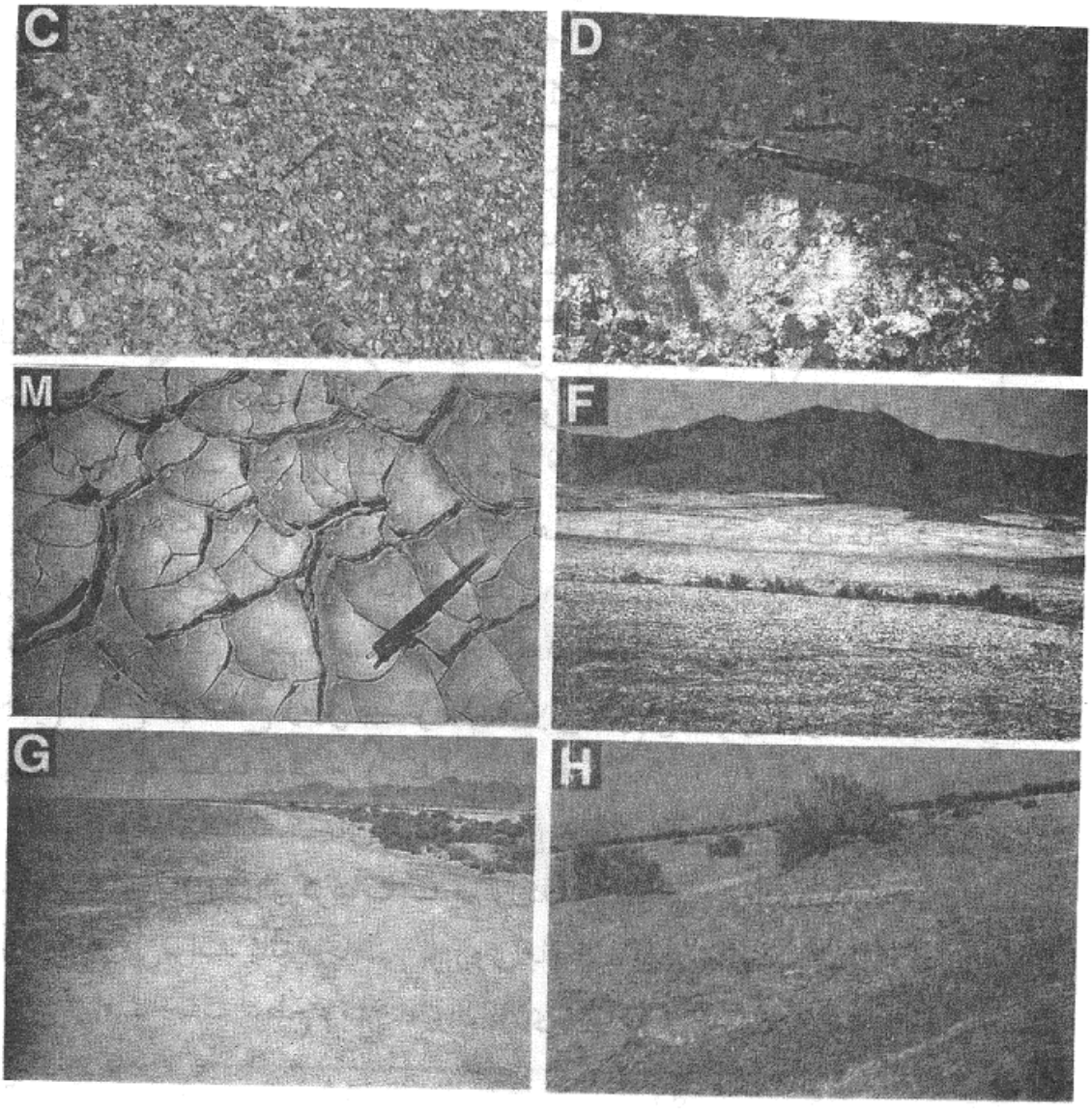
همان گوه که قبلاً نیز بیان شد، بازتاب های طیفی سطح خاک های شور متاثر از عواملی نظیر میزان و نوع املاح غالب، رطوبت ، بافت ، ساختمان، صافی و زبری سطح خاک و غیره است. در خاک های خیلی شور، علی رغم آنکه میزان تجمع املاح در سطح زمین بیشتر است، ولی عوامل دیگری بر میزان بازتاب تاثیر می گذارند که عمدتاً به شرح زیرند:

الف) نوع نمک : نمک های غالب سطح خاک بسیاری از مناطق را کلریدها، سولفات ها، مقادیری از کربنات سدیم و کلسیم تشکیل می دهند که هر کدام از این املاح می توانند تاثیر خاصی بر روی بازتاب طیفی داشته باشند.

ب) بافت خاک سطح زمین : میزان بالای سیلت و رس روی متغیر نمک تاثیر می گذارند.

ج) ساختمان خاک : در اثر دخالت عواملی مانند املاح، بافت و ماده آلی ایجاد می شود.

در تصویر ۱۴-۵ شش نوع شرایط سطح زمین خاک های شور که هر کدام تاثیر خاصی بر میزان بازتاب در طول موج های معینی داشته اند، نشان داده شده است. (Alavi Panah ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲).

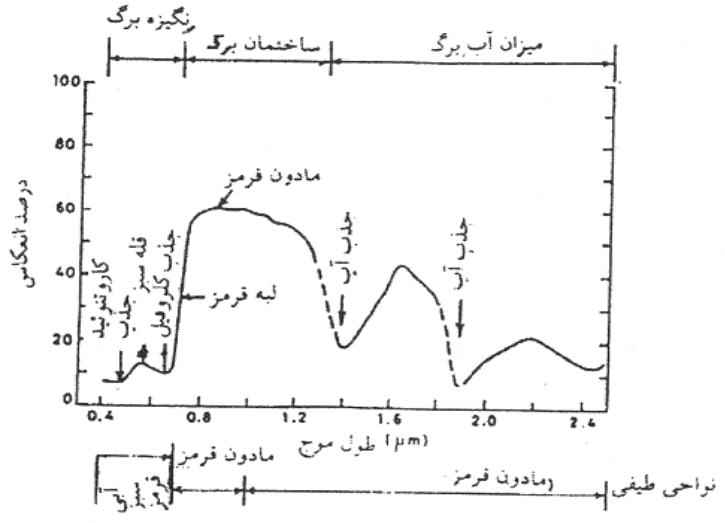


شکل ۵-۱۶: شش نوع شرایط سطح خاک های خیلی شور ایران موثر بر میزان بازتاب

۵-۱۱) پوشش گیاهی

درک صحیح بازتاب های طیفی گیاهان و خاک زیر آن ، به تفسیر موفقیت آمیز وضعیت پوشش گیاهی و خاک کمک می کند. علاوه بر این، بازتاب طیفی برگ ممکن است متاثر از انواع تنش های خشکی، شوری و کمبود عناصر غذایی باشد، زیرا این گونه تنش ها و کمبودها موجب تغییر شکل درونی و خارجی برگ می شود. نه تنها مشخصات یک نوع گیاه با نوع یگر متفاوت است، بلکه ساختمان برگ گونه های مختلف یک گیاه نیز با یکدیگر فرق می کند و این تفاوت ها ممکن است اختلاف در بازتاب های طیفی را به دنبال داشته باشد. این ویژگی ها، کلیدی برای تفکیک و طبقه بندی گیاهان و

مناطق زیر کشت در سنجش از دور محسوب می شود. در شکل ۱۵-۵ نمونه ای از مشخصات بازتاب طیفی گیاه سبز و شاداب نشان داده شده است. گیاه سالم معمولاً ۴۰ تا ۵۰ درصد انرژی مادون قرمزنزدیک (۰/۷ الی ۱/۱ میکرومتر) دریافتی را منعکس می کند. این شکل بازتاب در ناحیه مرئی و مادون قرمز نزدیک (VNIR) و مادون قرمز میانی (SWIR) توسط گیاه سبز را نشان می دهد. انرژی در بخش مرئی طیف الکترومغناطیس عمدتا توسط رنگیزه گیاه جذب می شود. در اینجا یک قله در ۰/۵۵ میکرومتر دیده می شود که مربوط به رنگ سبز گیاه است. ازآنجایی که تغییر میزان بازتاب در ناحیه مرئی طیف الکترومغناطیس موجب ایجاد رنگ های مختلف می شود، در اینجا نیز در قله ۰/۵۵ میکرومتر واقع در ناحیه طول موج سبز بازتاب بالایی وجود دارد، به همین دلیل گیاه به رنگ سبز دیده می شود.ناحیه ۱/۳-۰/۸ میکرومتر با بازتاب بالای گیاه در بخش مادون قرمز نزدیک به فلات مادون قرمز نزدیک موسوم است. تغییر سریع بازتاب طیفی در نقطه نزدیک به ۰/۸ میکرومتر، لبه قرمز نامیده می شود. معمولاً گیاهان مختلف هم از لحاظ ارتفاع منحنی در ناحیه مادون قرمز نزدیک و هم از لحاظ موقعیت لبه قرمز، تغییر می کنند. در تغییر ارتفاع منحنی در ناحیه مادون قرمز نزدیک و لبه قرمز، نوع و گونه گیاه ، سلامت و شادابی آن، تنش ها و کمبودها موثر است. زمان و فصل رویش گیاه از دیگر عواملی است که در تغییر وضعیت هر کدام از دو عامل یاد شده موثر است. با توجه به اختلاف و رابطه بازتاب در ناحیه مادون قرمز نزدیک و قرمز، بازتاب های طیفی گیاهی از لحاظ تراکم، سبزینگی و تولید شناسایی شود. نسبت بازتاب طیفی مادون قرمز نزدیک به قرمز تحت عنون شاخص پوشش گیاهی، کاربرد فراوانی دارد که در بخش شاخص های پوشش گیاهی بررسی می شود. محدوده ۲/۵-۱ میکرون (SWIR) نشان می دهد که طول موج های ۱/۴ ، ۱/۹ و ۲/۴۵ میکرومتر به شدت توسط مولکول های آب گیاه جذب شده و در نتیجه در سه طول موج شدت توسط مولکول های آب گیاه جذب شده و در نتیجه در سه طول موج مذکور افت ناگهانی و شدید دیده می شود. بازتاب طیفی در ناحیه SWIR مربوط به محتوای شیمیایی گیاه مانند پروتئین، نیتروژن ، لیگنین و دیگر ترکیبات برگ است.

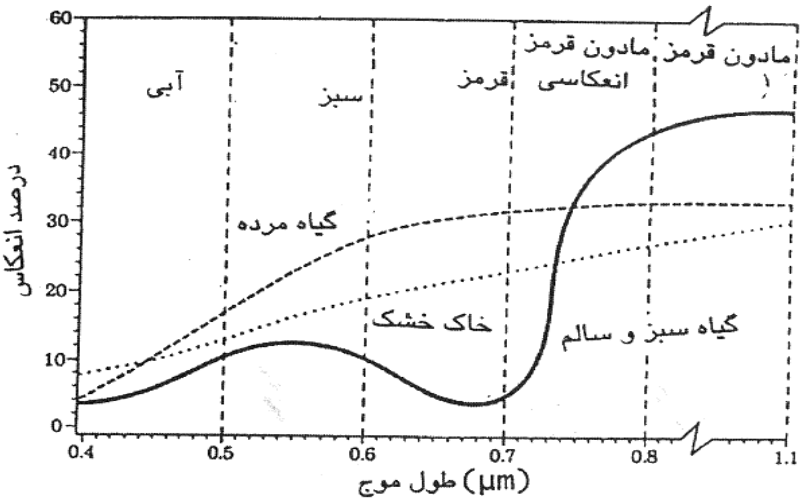


شکل۵-۱۷: منحنی بازتاب طیفی پوشش گیاهی سالم

۵-۱۲) گیاهان مسن

اگر چه صدها ترکیب مختلف در مواد گیاهان یافت می شود، ولی تعداد کمی از آنها حجم و وزن عمده گیاه را تشکیل می دهند. در طول دوران حیات گیاه ، ترکیباتی نظیر فروکتوز، گلوکز، نشاسته و پروتئین توسط گیاهان و میکروب ها مصرف می شوند و آنچه در زمان پیری باقی می ماند، عمدتا مواد دیواره سلولی و مواد تشکیل دهنده سلولز است. بازتاب طیفی این ماده در محدوده طیفی مرئی و مادون قرمز، چندان مورد مطالعه قرار نگرفته است. اما مطالعات نشان می دهد با مسن تر شدن برگ ها، بازتاب طیفی آنها نیز در محدوده طول موج سبز در قله ۰/۵۵ میکرومتر افزایش می یابد که دلیل آن مربوط به تخریب کلروفیل است. البته این وضعیت با کاهش بازتاب مادون قرمز نزدیک همراه است، ولی میزان کاهش بازتاب مادون قرمز نزدیک به اندازه میزان افزایش بازتاب در ناحیه سبز نیست، زیرا معمولا جذب اصلی این ترکیبات آلی یا در ناحیه ماورای بنفش یا مادون قرمز حرارتی اتفاق می افتد. مطالعات نشان می دهد میان وضعیت بازتاب های برگ های مسن و برگ های سبز و جوان شباهت کمی وجود دارد.

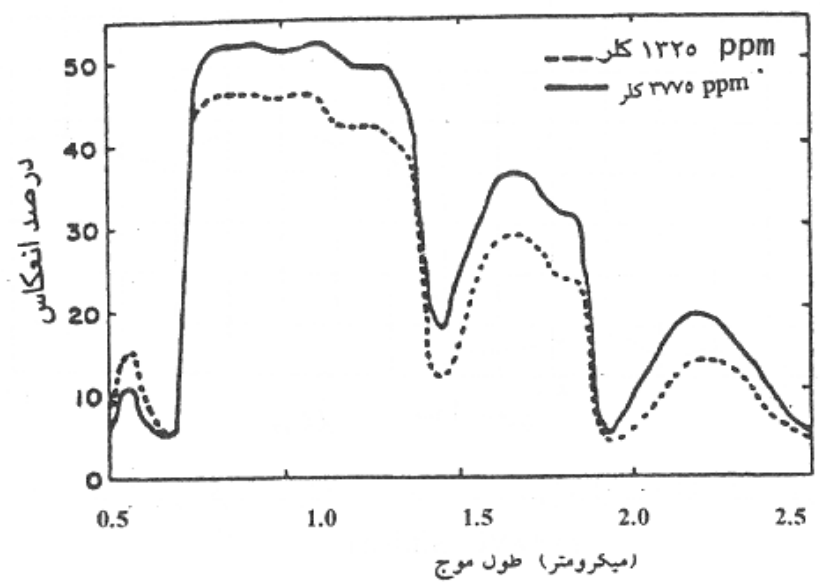
بازتاب طیفی برگ های سبز و جوان، ناشی از بازتاب های مربوط به کلروفیل و آب است. تا کنون مطالعات زیادی در مورد بازتاب های برگ های مسن انجام نشده است. شکل ۱۶ بازتاب طیفی گیاه سالم و شاداب با گیاه مرده یا مسن و خاک خشک را نشان میدهد. بازتاب گیاه مسن و خشکیده در ناحیه مرئی و بازتاب گیاه سالم در ناحیه مادون قرمز بیشتر است. خاک خشک در ناحیه مرئی بازتاب بیشتری از گیاه شاداب و بازتاب کمتری از گیاه مسن یا خشکیده دارد. بسیاری از شاخص های پوشش گیاهی بر اساس اختلاف در شکل این سه منحنی به دست می آیند.



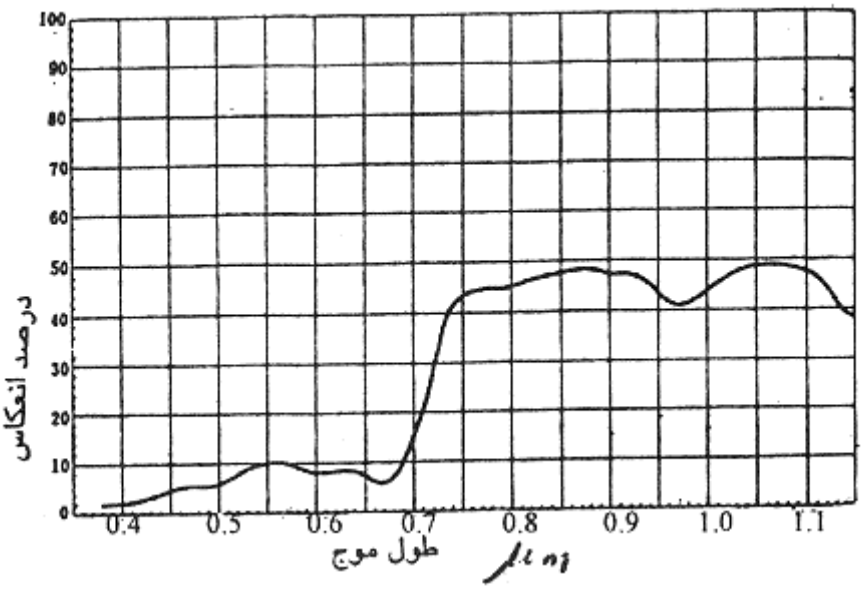
شکل ۵-۱۸: بازتاب طیفی گیاه خشکیده یا پیر، گیاه سبز و سالم و خاک خشک

۵-۱۳) گیاهان متاثر از شوری

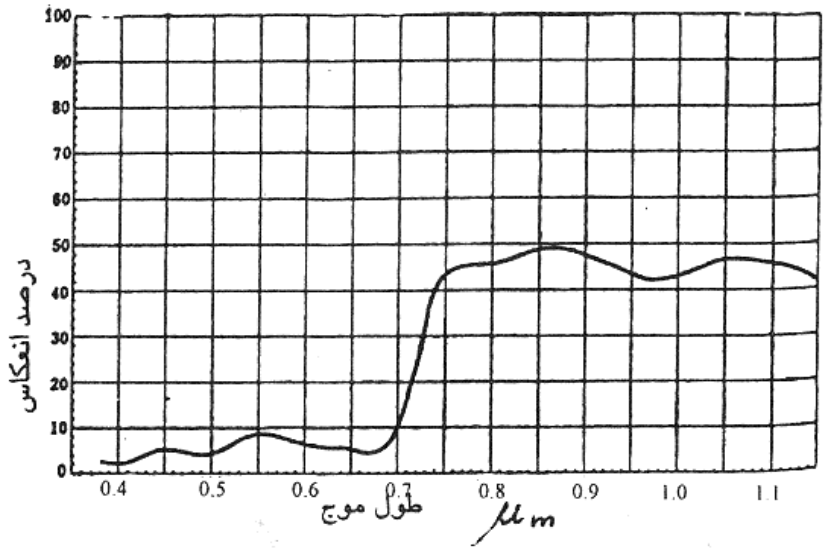
شکل ۵-۱۸ بازتاب طیفی برگ های گیاه پنبه تحت شرایط شوری را نشان می دهد. این منحنی ها نشان می دهد با افزایش غلظت کلر محلول غذایی، بازتاب در ناحیه مرئی افزایش و در ناحیه مادون قرمز نزدیک کاهش می یابد. علاوه بر این ، رسوب املاح روی برگ برخی گیاهان شورپسند نظیر گز سبب افزایش بازتاب طیفی می گردد. مطالعات سنجش از دور در زمینه کشاورزی که با محصول و خاک سر و کار دارد، فوق العاده پیچیده است. این مسئله بدلیل ماهیت پویا و پیچیدگی مواد بیولوژیکی و خاک است. بسیاری از خاک های تحت آبیاری ممکن است منجر به تجمع نمک در ناحیه ریشه گیاه شوند، بدون آنکه اثری از املاح در سطح چنین خاک هایی دیده شود. گاهی گیاه شاخص خوبی از شرایط خاک زیرین می باشد. بنابراین برخی اوقات شوری و شدت آن از روی علائم طیفی برخی گیاهان قابل تشخیص است.



شکل ۵-۱۹: بازتاب طیفی پنبه تحت شرایط محلول های غذایی



شکل۵-۲۰: مشخصات طیفی گونه خارشتر الحاجی سود و الحاجی در بیابان کمل تورن

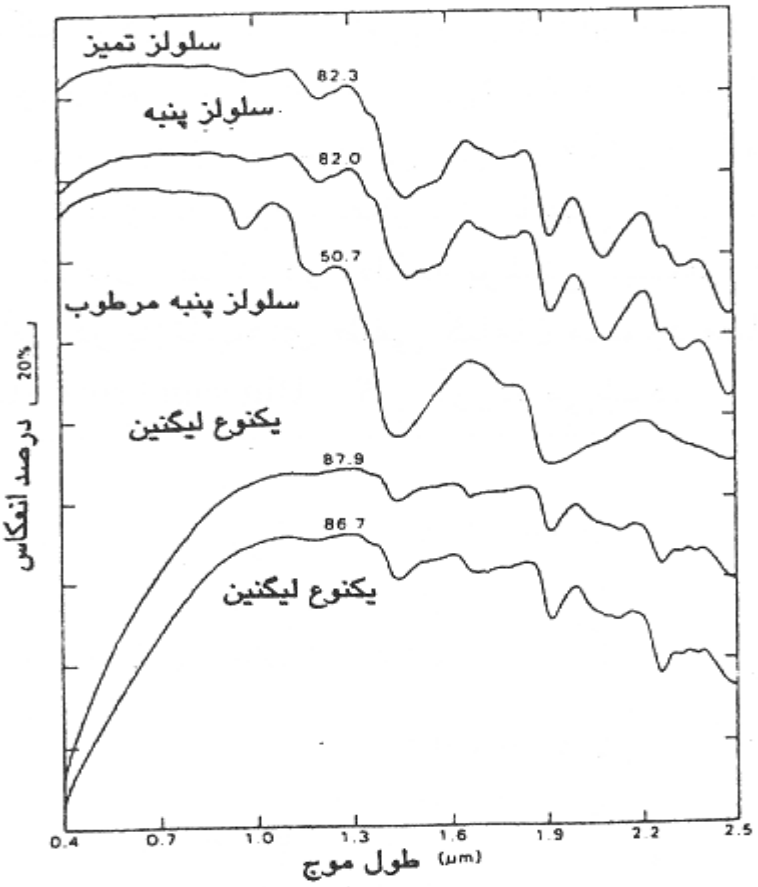


شکل۵-۲۱:مشخصات طیفی گونه خارشتر الحاجی و سیادسی فولیا در بیابان کمل تورن

۵-۱۴) گیاهان خشک

بازتاب های طیفی ترکیباتی مانند سلولز و لینگنین در محدوده نور مرئی و مادون قرمز نزدیک، مورد مطالعه چندانی قرار نگرفته است. در این کتاب به تحقیقات Elvidge اشاره می شود که در سال ۱۹۹۰ بازتاب های بسیاری از ترکیبات گیاهان را مورد مطالعه قرار داد. دلیل عدم توجه به بازتاب های طیفی ترکیبات آلی گیاهی در محدوده مرئی و ماده قرمز نزدیک آن است که جذب اصلی این ترکیبات معمولا در ناحیه طیفی ماورای بنفش یا مادون قرمز حرارتی روی می دهد.

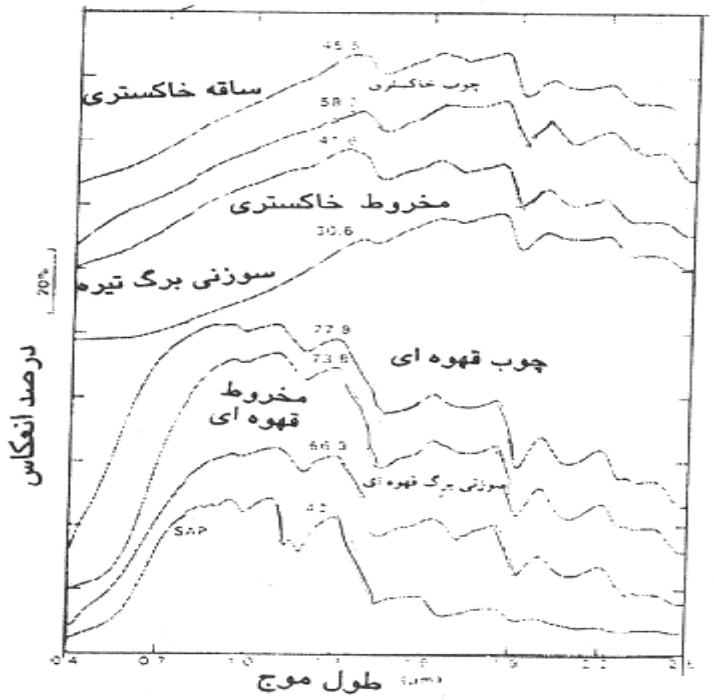
سلولز، پلی ساکاریدی است که در دیواره سلولی همه گیاهان یافت می شود. این ماده فراوان ترین ترکیب آلی در اکوسیستم خشکی است و یک سوم تا نصف وزن خشک گیاهان را تشکیل می دهد. سلولز، معمولا با لیگنین و همی سلولز همراه است. تخمین زده می شود سالانه $۱۰^{۱۵}$ کیلوگرم سلولز ساخته یا تخریب می شود. شکل ۲۰-۵ جذب های NIR در نواحی ۱/۲۲، ۱/۹۳، ۲/۱۰، ۲/۲۸، ۲/۳۴ و ۲/۴۸ میکرومتر را نشان می دهد. در این شکل، نقش آب در بازتاب طیفی سلولز پنبه مرطوب دیده می شود. در واقع، رفتار طیفی سلولز پنبه مرطوب در ناحیه ۰/۸ تا ۲/۵ میکرومتر، شباهت زیادی به رفتار طیفی برگ سبز دارد. لیگنین نیز پلیمر پیچیده ای است که ۱۰ تا ۳۵ درصد وزن خشک گیاهان را تشکیل می دهد. لینگنین یکی از مقاوم ترین هیدروکربن های طبیعی است. تفاوت های جذبی لیگنین و سلولز در شکل ۲۰-۵ نشان داده شده است.



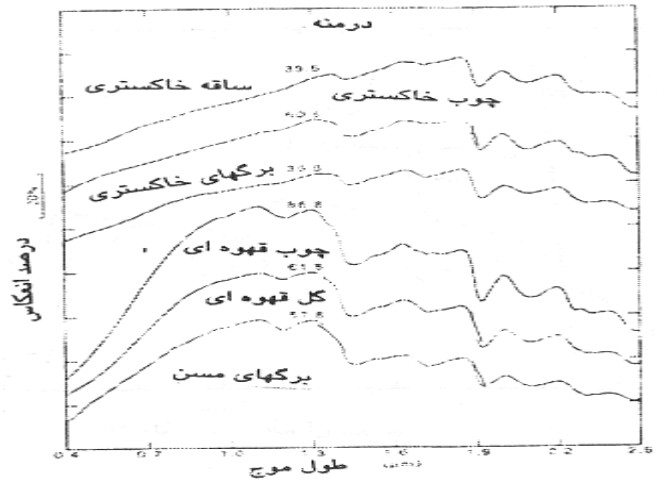
شکل۵-۲۲: بازتاب طیفی پنبه، پنبه مرطوب و لیگنین بازتاب های طیفی

شکل ۵-۲۳ بازتاب طیفی مواد خشک گیاه (Big sagebrush) را نشان می دهد. برگ های مسن، گل ها و چوب قهوه ای ، جذبی مشخصی در ناحیه ۰/۴ تا ۱/۰ میکرومتر دارند. این جذب در مواد گیاهی پوسیده (خاکستری) دیده نمی شود. شکل ۲۲-۵ طیف مواد خشک گیاهی یک نوع کاج (Pinyon Pine) را نشان می دهد. در شکل ۲۱-۵ شیره گیاه، برگ های سوزنی قهوه ای، مخروط قهوه ای و چوب قهوه ای به خوبی جذب را در ناحیه ۰/۴ تا ۰/۵ میکرومتر نشان می دهد. این جذب برای مواد پوسیده گیاهی (برگ های سوزنی سیاه ، مخروط های خاکستری و پوست درخت خاکستری) وجود ندارد (شکل ۲۲) قابل توجه است که در ناحیه طیفی ۱/۰ تا ۲/۵ میکرومتر، مشخصات طیفی لیگنین و هولوسلولز غالب شده است. در مجموع، در می یابیم مشخصات طیفی برخی مواد خشک گیاهی ، شباهت کمی با برگ های سبز دارد. در خلال پیر شدن، گیاه ، هم کلروفیل و هم آب از دست می دهد و آن دسته از مشخصات طیفی گیاه که قبلاً پنهان بود، با از دست رفته این دو ظاهر می شود. بدین ترتیب با توجه به توسعه سنجنده های با قدرت تفکیک طیفی بالا، امکان استفاده از مشخصات طیفی مواد گیاهان خشک در مطالعه پوشش گیاهی فراهم می شود. برای تشخیص نقش آب دربازتاب

های طیفی گیاهان مورد مطالعه ، میزان آب (درصد وزنی) دو گیاه Big sagebrush و کاج آورده می شود.

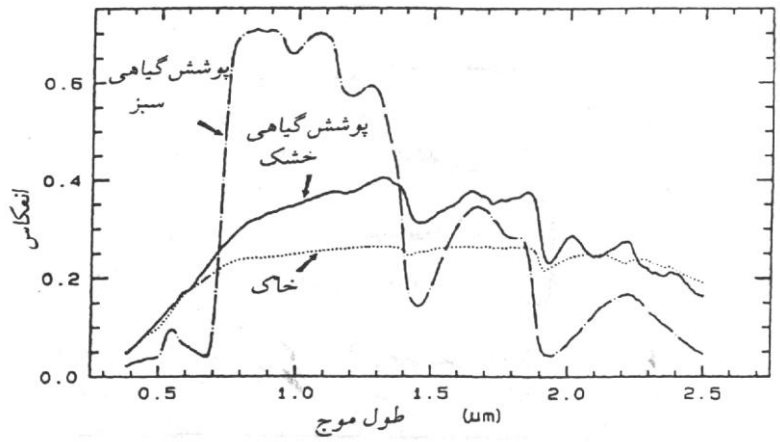


شکل۵-۲۳: بازتاب طیفی مواد خشک گیاه



شکل۵-۲۴: بازتاب طیفی مواد خشک گیاه کاج

با توجه به اینکه اصولا شاخص های پوشش گیاهی بر مبنای مشخصات طیفی پوشش های سبز بوده و ویژگی های طیفی مواد خشک گیاهی کمتر مورد توجه قرار گرفته است، بنابراین در اینجا به اهمیت دستیابی به شاخص های پوشش گیاهی برای مواد گیاهی خشک اشاره می شود. این شاخص ها در ارزیابی جوامع گیاهی، تنش های پوشش گیاهی ، تعیین مواد سوختی گیاهی، قابلیت مناطق برای آتش سوزی، نظارت بر چرخه کربن ، دیگر آثار متقابل بیوسفر و اتمسفر حائز اهمیت است.
بازتاب های طیفی گیاهان سبز و زنده با گیاهان خشک بسیار متفاوت است. میزان این تفاوت به دامنه تغییرات عواملی در گیاهان سبز و خشک مانند میزان و نوع کلروفیل، میزان آب، ترکیبات گیاه خشک و غیره بستگی دارد. در شکل ۲۳-۵ بازتاب طیفی گیاه سبز، گیاه خشک و خاک مقایسه شده است.



شکل ۵-۲۵: مقایسه بازتاب طیفی پوشش گیاهی دارای قابلیت فتوسنتز

گیاه سبز به علت وجود کلروفیل جذب کوتاهی در ناحیه یک میکرومتر دارد . گیاه خشک به دلیل وجود سلولز، لیگنین و نیتروژن ، بازتاب کمتری نشان می دهد. خاک نیز به سبب رس مونت مورلیونیت، جذبی ، در حدود ۲ میکرومتر نشان می دهد.

۵-۱۵) گیاهان تحت تاثیر کمبود عناصر غذایی

کمبود عناصر غذایی در گیاه، ممکن است به کلروسیس، زردی زودرس برگ ها، نکروسیس، تنش کم آبی ، تغییرات رنگ گل یا دیگر ویژگی های غیر طبیعی منجر شود. در اثر کمبود عنصر غذایی، تغییرات دمای برگ هم ممکن است روی بدهد. یعنی این مسئله منجر به افزایش دما و سپس تخریب پروتئین در برگ شود. از سوی دیگر، کمبود عناصر غذایی ممکن است روی مزوفیل برگ اثر گذاشته یا موجب تغییرات روزنه ها شود و در نهایت میزان تبخیر و تعرق و دمای برگ تاثیر بگذارد. زمانی که برگ ها می میرند، کمبود کلسیم ایجاد می شود و متعاقبا سبب بروز علائمی مانند پیچیدگی برگ ها،

زایل شدن رنگ، کلروسیس و دیگر علائم کمبود کلسیم می گردد. علائم کمبود آهن در برگ سبز ، کلروسیس است. از روی شکل ظاهری برگ ممکن است بتوان نوع کمبود، مانند کمبود آهن، روی و منیزیم را تشخیص داد. کمبود پتاسیم در برخی گیاهان ابتدا روی برگ های نورس و سپس روی برگ های جوان دیده می شود. یکی دیگر از کمبودهای اساسی، مربوط به نیتروژن است. برگ های مبتلا به کمبود نیتروژن ، کلروفیل کمی دارند و در نتیجه، رنگ آنها سبز کمرنگ است و معمولا دارای برگ های کوچکتر و آب کمتر در واحد ماده خشک اند. با افزایش نیتروژن، رنگ برگ از سبز روشن به سبز تیره تغییر می کند.

با توجه به اینکه کمبود هر عنصر و احیاناً آثار متقابل با عناصر دیگر و شرایط محیطی، موجب بروز تغییرات متنوعی در خصوصیات مرفولوژی گیاهان گوناگون می شود، بنابراین در اینجا به منظور آشنایی با نوع تغییرات به علائم کمبود ازت و فسفر در گیاهان زراعی اشاره می شود. اثر کمبود ازت و فسفر در بسیاری از محصلات از جمله گندم و ذرت ، در ایران رایج است و برخی علائم اصلی این کمبود در خصوصیات مرفولوژیکی این گیاهان به شرح زیر گزارش شده است.

۵-۱۶) کمبود ازت

الف) کمبود ازت در گندم : ساقه های کوتاه ، نازک و به تعداد کم، شاخ و برگ تنک و برگ های سبز مایل به زرد و پایین بوته مایل به ارغوانی و خوشه کوچک است.

ب) کمبود ازت در پنبه : برگ های سبز مایل به زرد، برگ های پیر خشک شده که قبل از رشد کامل می ریزند، شاخه های جانبی کم و باریک .

ج) کمبود ازت در درختان میوه (سیب ، گلابی، و گیلاس) برگ های کوچک وسبز روشن و برگ های پیر به رنگ نارنجی، قرمز یا بنفش که این برگ ها قبل از رشد کامل خزان می شوند. زاویه برگها ، نسبت به شاخه کوچک است. شاخه ها به رنگ قهوه ای یا قرمز و نازک و کوتاه می باشند. میوه ها کوچک و به رنگ سبز و روشن هستند و وقتی می رسند، قرمز رنگ می شوند.

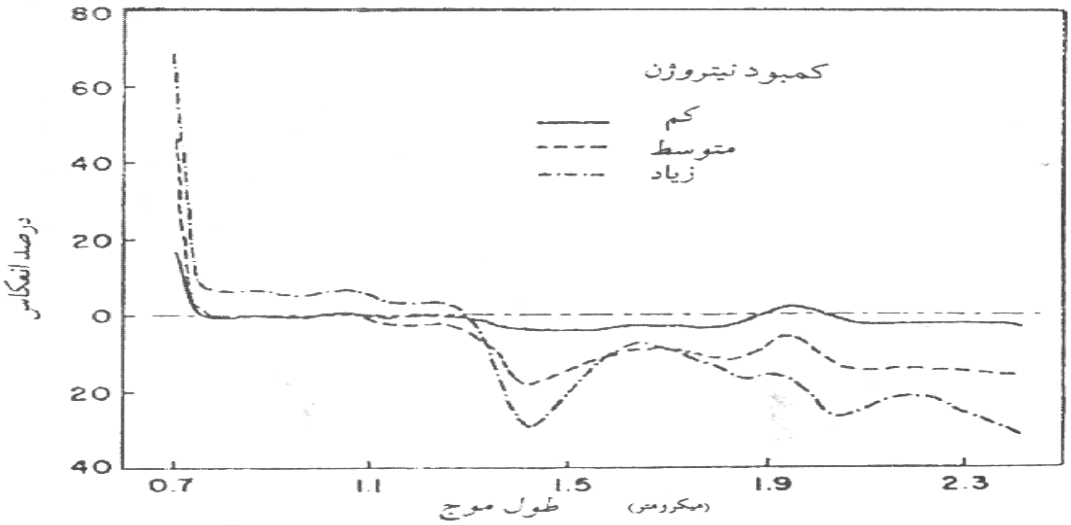
۵-۱۷) علائم کمبود فسفر

الف) کمبود فسفر در گندم : برگ های سبز تیره با ته رنگ بنفش، برگ های پیر از نوک به طرف پایین رگبرگ ها خشک می شوند و ممکن است بمیرند، ساقه ها کوتاه و ایستاده و خوشه ها کوچک است.

ب) کمبود فسفر در پنبه : برگ ها سبز تیره، ساقه ها کوتاه ، نازک و تعداد آنها کم، شاخه و برگ تنک و خوشه ها کوچک می باشد.

ج) کمبود فسفر در درختان میوه : برگ ها کوچک ، سبز تیره با ته رنگ بنفش، دمبرگ ها زاویه کوچکی را با شاخه تشکیل می دهند، شاخه های باریک و بنفش رنگ و برگ های رسیده با نقاط کوچک سبز تیره و میوه ها کوچک و با رنگهای متفاوتند.

مطالعات نشان می دهد که روش سنجش از دور برای مطالعه بیماری های جنگلی و خسارت حشرات مناسب است. Myers (۱۹۸۳) نیز آثار غلظت عناصر غذایی و املاح در بازتاب های طیفی گیاهان را مطالعه کرد. این مطالعات نشان می دهد گیاهان کاشته شده در محیط های شور، دارای پارانشیم توسعه یافته تر، کلروفیل کمتر و فضای بین سلولی کوچکتر و تعداد روزنه کمتری در واحد سطح اند، این مشخصات دلیل تغییرات در بازتاب های گیاهان تحت تنش شوری است. براساس آزمایش های گلخانه ای در برگ های سوزنی کاج ، رابطه ای بین غلظت نیتروژن و بازتاب در ناحیه طیفی سبز (۰/۵۲-۰/۴۵ میکرومتر) وجود دارد. Card و همکاران (۱۹۸۸) رابطه بین غلظت شیمیایی و بازتاب های طیفی برگ را بررسی و نتیجه گیری گردید که غلظت شیمیایی برگ ها را می توان از طریق بازتاب های طیفی با استفاده از مدل های رگرسیونی تخمین زد. شکل ۲۴-۵ بازتاب های طیفی متمایز برگ های فلفل دچار کمبود نیتروژن و برگ های سالم را نشان می دهد. مقایسه این منحنی نشان می دهد کمبود نیتروژن به شدت هم میزان آب داخل برگ و هم مرفولوژی آن را متاثر می سازد .



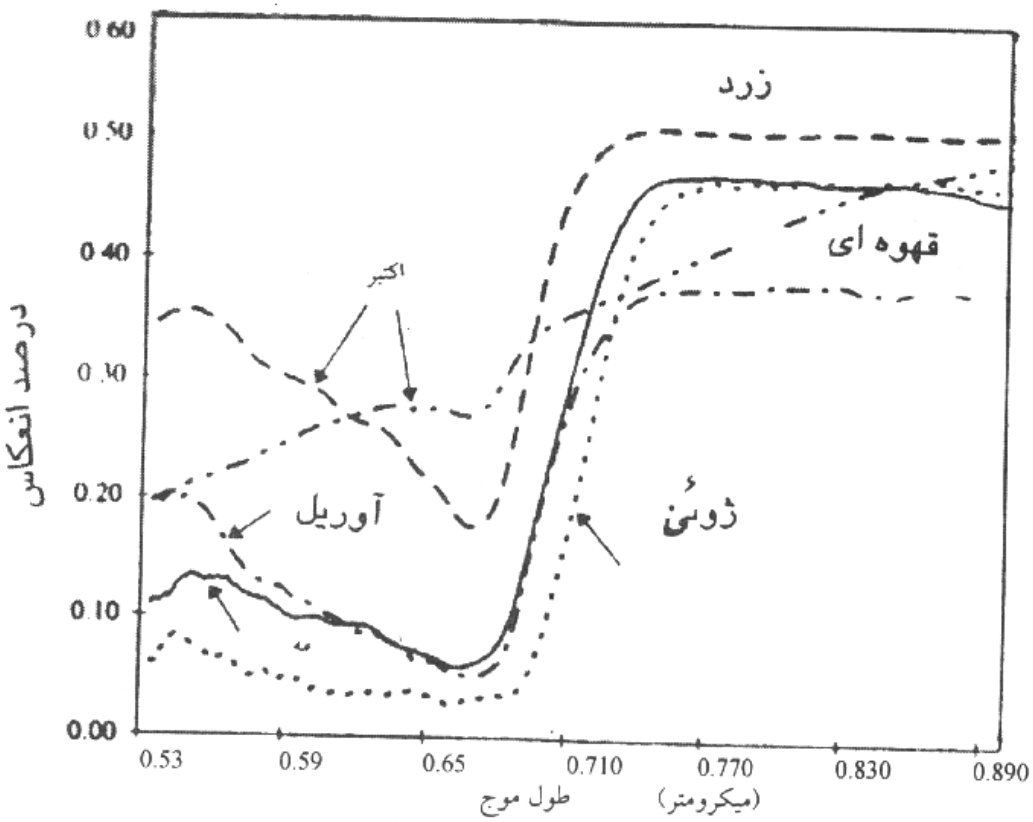
شکل ۵-۲۶: بازتاب های طیفی برگ های فلفل سالم و برگ های دچار کمبود نیتروژن

۵-۱۸) تغییرات فصلی کلروفیل گیاهان

ترکیبات بیوشیمیایی مانند کلروفیل و ازت گیاهان، از عوامل موثری هستند که پدیده های فیزیولوژیکی را مهار می کنند. در این زمینه، داده های ماهواره ای می تواند نقش اساسی در درک عملکرد گیاهان مختلف داشته باشند، زیرا اطلاعات ماهواره ای مربوط به زمان های مختلف با قدرت های تفکیک بالا امکان مطالعه بسیاری از ویژگی های گیاهان را فراهم می سازد.

شکل ۲۵-۵ بازتاب طیفی برگ های رو به سایه بلوط از ماه های آوریل تا اکتبر را نشان می دهد. منحی

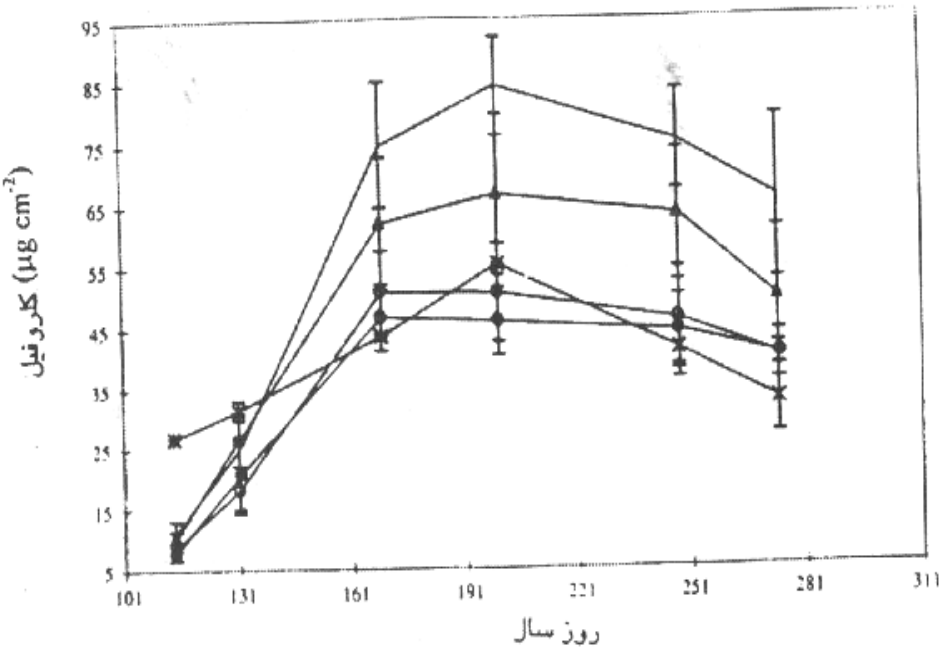
های این شکل به خوبی تغییرات فصلی زیاد بازتاب را به دلیل بلوغ برگ آشکار می کند.



شکل ۵-۲۷: بازتاب طیفی برگ های رو به سایه بلوط در ماه های آوریل ، می ، جولای و اکتبر

درطیف مرئی، برگ های همه گونه ها ، تغییرات مشابه و متناسب با زمان را نشان می دهند. تغییرات بازتاب های مرئی با زمان نشان دهنده کاهش بازتاب در شروع فصل رویش(مثلاً از آوریل تا ژوئن) مقداری تقریباً ثابت از ژوئن تا سپتامبر و افزایش در اکتبر است. با مشاهده مراحل بازتاب های طیفی برگ، متوجه می شویم که وزن برگ، مساحت و قطر آن، تنها عامل موثر مرفولوژیکی در بازتاب های طیفی مرئی نیست. در حقیقت ، در خلال فصل رویش، بازتاب های طیفی کاهش می یابد. در حالی که برگ ها ضخیم تر می شوند. بازتاب های طیفی مادون قرمز نزدیک برگ های گونه های مختلف گیاهی نیز همانند بازتاب طیفی مرئی تغییرات فاحشی با زمان نشان می دهند. شکل ۵-۲۶ تغییرات غلظت کلروفیل برگ های چند گیاه را در ماه های مختلف و افزایش غلظت کلروفیل در فاز اول رویش را نشان می دهد.

همان گونه که دیدیم، بسیاری از ویژگی های گیاه مانند کمبود و نیز ترکیبات گیاه، تغییرات فصلی کلروفیل و سن گیاه بر روی بازتاب سطح برگ تاثیر می گذارد. تصویر ضمیمه ۲۷ درصد انعکاس در محدوده ۰/۴ تا ۱/۰۵ میکرومتر برای حالات مختلف برگ گیاه Liquidambar styraciflua نشان می دهد) برگ سبز در حال فتوسنتز ، b) برگ زرد مسن c) برگ قرمز مسن، d) برگ مسن که بر روی زمین افتاده و c) بازتاب طیفی رنگ های مذکور (Jensen ، ۲۰۰۰) .



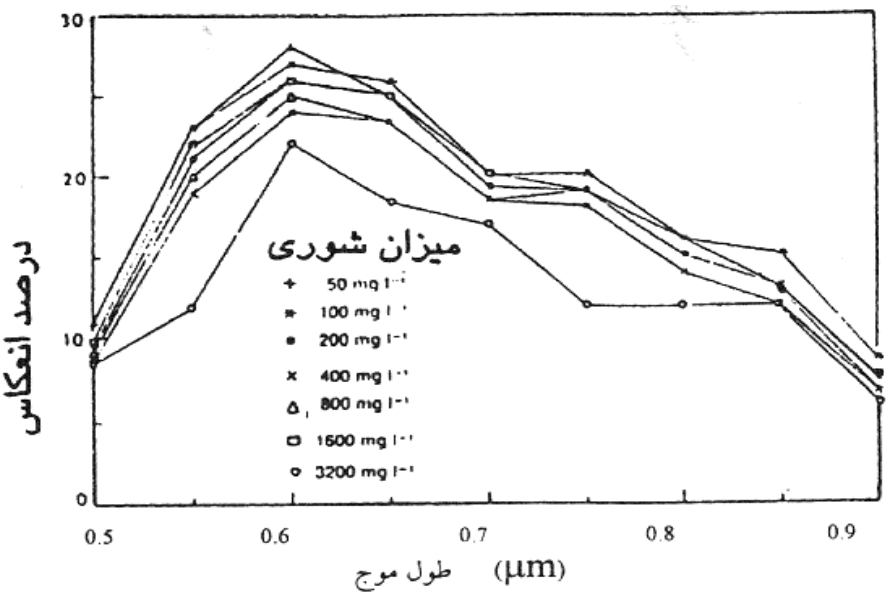
شکل ۵-۲۸: بازتاب طیفی برگ های رو به سایه بلوط در ماه های آوریل ، می ، جولای و اکتبر

۵-۱۹) آب

جذب انرژی در طول موج مادون قرمز نزدیک، مهمترین ویژگی آب است. بازتاب آب زلال در طیف نور مرئی، کمتر از ۵ درصد است. در واقع ، بخش کمی از انرژی وارده بر سطح آب، منعکس می شود و بقیه آن یا جذب شده یا از آن عبور می کند. اگر عمق آب زیاد باشد ، انرژی قبل از برخورد با کف آب جذب می شود. اگر عمق آب زیاد نباشد، بخشی از انرژی که به کف برخورد می کند، مجدداً به سطح آب می رسد. طول موج های آبی و سبز ، بهتر از مادون قرمز قابلیت نفوذ در آب را دارند، ولی با گل آلود شدن آب، قابلیت انتقال و انعکاس آن بیشتر می شود. برای مثال، آبی که دارای مواد کلوئیدی و رسی باشد، معمولا در محدوده مرئی انعکاس بیشتری نسبت به آب زلال دارد. آبگیرهایی که دارای گیاهان کلروفیل دار مانند جلبک باشند، انعکاس کمتری در طول موج آبی و انعکاس بیشتری در طول موج سبز دارند. از این خاصیت برای شناسایی جلبک ها یا علف های هرز برخی کانال های بزرگ

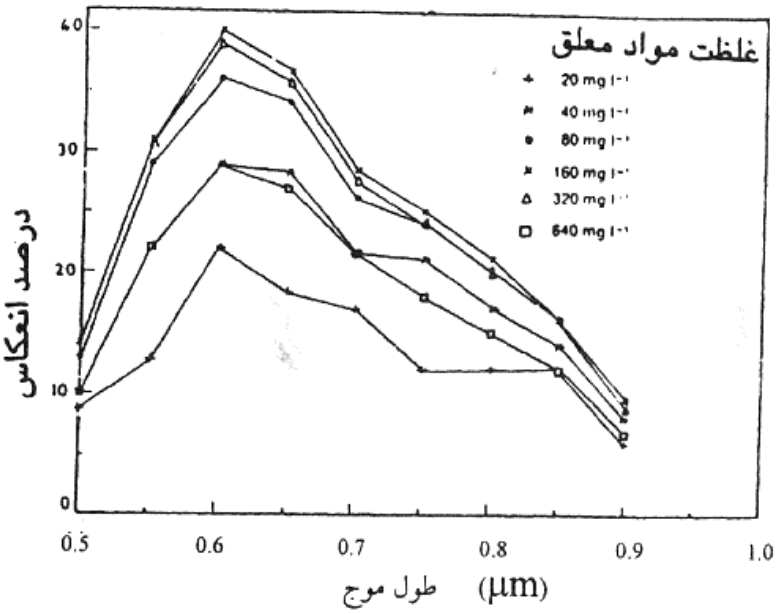
آبرسانی و رودخانه ها استفاده می شود. برخی گزارش ها نشان می دهد وجود Cl^-, Na^+ اثر قابل توجهی روی بازتاب طیفی آب در برخی طول موج ها دارد و هر چه غلظت املاح در آب بیشتر می شود، تغییر در بازتاب ها نیز آشکار تر می گردد.

کیفیت آب رودخانه ها، مخازن، دریاچه ها و مدخل خلیج ها ، دائماً تغییر می کند و دلیل آن تغییرات فصلی ، پیوستن رودخانه ها، جریان آب زیر زمینی و ورود فاضلاب ها و پساب مناطق شهری به منابع آب است. با توجه به اهمیت کیفیت آب، به ویژه ذخایر آب های آشامیدنی ، آب های آبیاری و صنایع و همچنین آلودگی های محیطی، نیاز به مطالعه دائم و نظارت بر کیفیت آب کارایی خوبی دارند. برای مثال شوری یکی از عوامل کیفیت آب است که با استفاده از داده های ماهواره ای قابل مطالعه است. Mariam , Bhargava (۱۹۹۲) اثر شوری آب و غلظت رسوب (گل آلودگی) را بر روی بازتاب طیفی مطالعه کردند. شکل ۲۷-۳ تغییرات بازتاب های طیفی حاصل از میزان شوری های مختلف آب (از ۵۰ تا ۳۲۰۰ mgl^{-1}) در دامنه طیفی ۰/۵-۰/۹ میکرومتر را نشان می دهد. این تغییرات مربوط به درصد بازتاب های مختلف غیر خطی است، به طوری که با افزایش طول موج در ناحیه ۰/۵۷۵ -۰/۵ میکرومتر، درصد بازتاب افزایش ، ولی در ناحیه ۰/۶-۰/۹ میکرومتر کاهش می یابد. شکل ۲۷-۵ افزایش درصد بازتاب در تمامی طول موج ها (۰/۵-۰/۹ میکرومتر) را با کاهش میزان شوری نشان می دهد. در طبیعت، آب با میزان شوری و غلظت رسوب متفاوت وجود دارد. بنابراین اثر متقابل آنها بر روی بازتاب حائز اهمیت است. شکل ۲۸-۵ بازتاب های طیفی را در طول موج های مختلف برای غلظت های مختلف رسوب با میزان شوری یکسان (۳۲۰۰ mg^{-1}) نشان می دهد. در این نمودار، غلظت رسوبات معلق ناشی از خاک از ۲۰ تا ۶۴۰ mgl^{-1} مشخص می شود. براساس منحنی های شکل ۲۸-۵، در می یابیم اندازه گیری شده در طول موجه های ۰/۹- ۰/۵ میکرومتر تابعی از شوری و همچنین بازتاب ها می شوند. شکل ۲۹-۵ رابطه بازتاب با طول موج برای خاک های مختلف میزان مواد معلق (mgl^{-1} ۶۴۰) و شوری یکسان (mgl^{-1} ۳۲۰۰) را نشان می دهد.

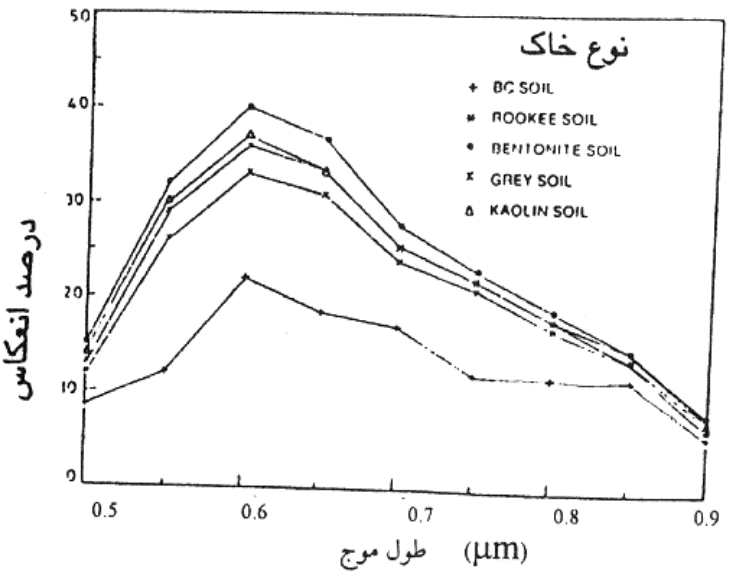


شکل ۵-۲۹: تغییرات بازتاب با طول موج برای میزان مختلف شوری

همان گونه که شکل ۵-۲۹ نشان می دهد، مقادیر بازتاب برای شوری و رسوب برابر، ولی برای خاک های مختلف یکسان نیست، بنابراین روشن می شود که مشخصات نوع خاک (علاوه بر میزان رسوب و شوری) نقش مهمی در بازتاب طیفی آب دارد.



شکل ۵-۳۰: تغییرات بازتاب طیفی برای غلظت های مختلف مواد معلق حاصل از خاک معین



شکل ۵-۳۱: تغییرات بازتاب طیفی برای خاک های مختلف

بازتاب تابعی از رسوب (Css) و شوری (S) است، یعنی که این رابطه تجربی به صورت فرمول زیر ارائه می شود.

$$C_{SS} = a3\ R\lambda^{(a4)}\ S^{(a5)}$$

که a^3 = -۱۷/۱۱۵ و a4 = ۶/۸۱۳۴ و a5 =۰/۰۱۱۹ است. قابل توجه است که کاربرد این مدل برای مواردی که مواد مختلف و ترکیبات دیگری در رسوب و شوری دخالت می کنند، باید ارزیابی شود و به طور مسلم در این زمینه به تحقیقات بیشتری نیاز است. در مجموع ، بازتاب های طیفی با غلظت رسوب همبستگی مثبت و با میزان شوری همبستگی منفی دارد. براساس نتایج برخی مطالعات پیرامون آب ، با استفاده از فناوری سنجش از دور، می توان مطالعات زیر را انجام داد:

۱ -نظارت بر پارامترهای کیفیت آب

۲ - برنامه ریزی، تشخیص و ارزیابی نتایج فعالیت های مدیریتی مسائل آب

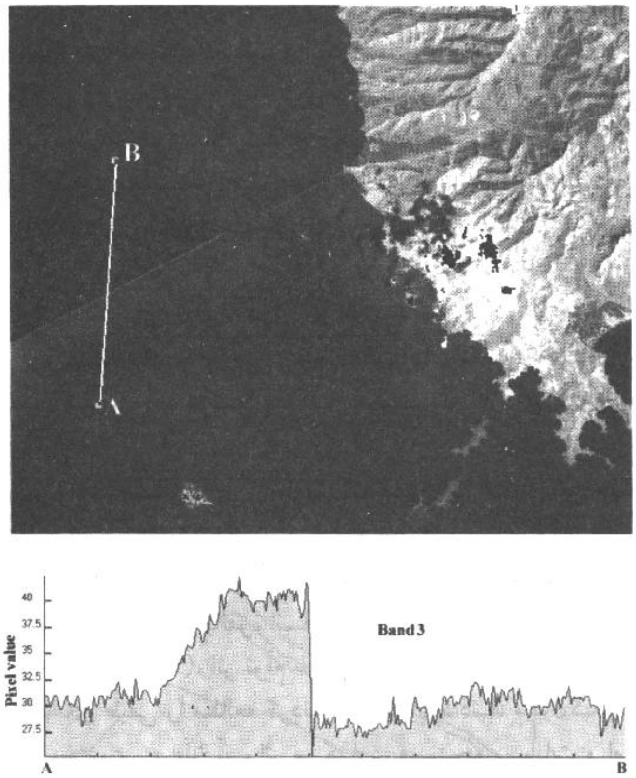
۳ - تشخیص کیفیت آب مرتبط با آثار محیطی و کاربردهای اراضی و اکوسیستم های آبی

۴ - درک بهتر اکو سیستم آبی از طریق تشخیص آثار متقابل بین مشخصات بیولوژیکی، شیمیایی و هیدرولوژیکی

۵ - مطالعه پارامترهای کیفیت آب و اثر مواد غذایی بر تغییرات فیزیکی و بیولوژیکی در آب و بررسی اثر بالقوه انسان روی سیستم های آبی

علاوی پناه و خدایی (۱۳۸۱) ، اثر توأم غلظت رسوب و شوری آب دریاچه ارومیه بر بازتاب های طیفی را مطالعه کردند. آنها نشان دادند میان گذر بین دو شهر تبریز و ارومیه روی جریان آب اثر می گذارد، در نتیجه رسوبات و املاح آب دریاچه نمی تواند به خوبی دو طرف میان گذر جریان یابد

و این مسئله می تواند موجب افزایش غلظت رسوب و شوری در یک سمت میان گذر (که داخل رودخانه است) بشود. تصویر ۳۰-۳ پروفیل درجه روشنایی TM3 در دو سوی میان گذر (خط AB) را نشان می دهد. این شکل اثر رسوب و شوری بر روی بازتاب ها و اختلاف شدید بازتاب ها در محل میان گذر را آشکار می سازد.



شکل ۵-۳۲: اثر غلظت رسوب وشوری آب دریاچه ارومیه

۵-۲۰) مقدمه ای بر فرایند پردازش رقومی تصویر

دانشمندان علوم زمین، فعالانه اطلاعات مربوط به منابع زمینی را جمع آوری می نمایند تا از آنها برای آزمون فرضیه ها ، شبیه سازی ها و ارائه مدل هایی از محیط استفاده کنند. آنان این اطلاعات را یا با مراجعه به محل مورد نظر به دست می آورند یا از طریق سنجش از دور. یکی از راه های گردآوری اطلاعات، بازدید پژوهشگر ازمنطقه مورد مطالعه است، تا پدیده ها را از نزدیک مشاهده کرده و آنها را مورد بررسی قرار دهد. کاربرد این روش بیشتر در علوم طبیعی بخصوص جغرافیای انسانی و سایر علوم اجتماعی است. جمع آوری و دریافت اطلاعات در محل ، ممکن است با استفاده از ابزاری انجام شود که به طور مستقیم در تماس با پدیده مورد نظر باشند. در این صورت، اطلاعات حاصله معمولاً به صورت سیگنال های (علائم) الکتریکی آنالوگ می باشند که دارای ولتاژهای متفاوت و ناشی از تغییرات مقادیر

فیزیکی اندازه گیری شده هستند. امروزه انواع زیادی از این وسایل اندازه گیری مانند دماسنج، زلزله نگار و رطوبت سنج در دسترس ما قرار دارند. اندازه گیری هایی که با این وسایل انجام می شود اطلاعات زیادی در خصوص جغرافیای طبیعی و سایر علوم زمینی فراهم می کنند.

سنجش از دور با سایر روش های جمع آوری و دریافت اطلاعات تفاوت می کند، زیرا سنجیده ها معمولاً امواج الکترومغناطیسی (EMR) را که با سرعت 3×10^8 متر بر ثانیه ازسوی منبع گسیل شده اند، ثبت می کنند. (این امواج که به طور مستقیم از جو عبور کرده و به سنجیده ها می رسند بازتابشی یا انعکاسی می باشند.) علاوه بر امواج الکترومغناطیسی (EMR) ، در مواردی ممکن است از امواج صوتی استفاده شود، اما بیشترین اطلاعاتی که از طریق سنجش از دور جمع آوری می شوند و کاربرد جغرافیایی دارند، حاصل کار سنجیده هایی است که در محدوده نوری و ماکروویو طیف الکترومغناطیسی فعالیت می کنند (Jensen، ۱۹۸۳).

سنجیده های الکترونیکی، سیگنال های الکترونیکی تولید می کنند. این سنجیده های الکترونیکی در مقایسه با سیستم عکاسی، دارای حساسیت وسیع تر در محدوده طیفی ، قابلیت بهتر برای کالیبره شدن و توانایی بیشتر برای ارسال داده ها به صورت الکترونیکی را دارند. علائم سنجیده الکترونیکی، معمولا بر روی نوارهای مغناطیسی ثبت می شود که بعدها این علائم را می توان به تصویر تبدیل کرد. البته باید توجه داشت که اصطلاح «تصویر» به هر نوع نمایش مصور داده های سنجیده اطلاق می شود. بنابراین عکسی را که یک اسکنر حرارتی (یا سنجیده الکترونیکی) ثبت می کند، تصویر حرارتی می نامند، نه عکس حرارتی، زیرا برای آشکار کردن از فیلم استفاده نشده است. به عبارتی دیگر، واژه «تصویر» به هر نوع نمایش مصور داده های سنجیده اطلاق می شود. بنابراین عکسی را که یک اسکنر حرارتی (یا سنجیده الکترونیکی) ثبت می کند، تصویر حرارتی می نامند، نه عکس حرارتی ، زیرا برای آشکار کردن از فیلم استفاده نشده است. به عبارتی دیگر ، واژه «تصویر» به هر نوع محصول نمایشی گفته می شود، بنابراین هر عکس تصویر است، ولی هر تصویری ممکن است عکس نباشد. در واقع تصاویر به دست آمده از سنجنده های الکترونیکی، ارقامی هستند که از طریق پردازش، قابلیت تبدیل به تصاویر مختلف را دارند. این مقادیر رقم های مثبت اند که ناشی از کمی نمودن سیگنال الکترونیکی اولیه از طریق سنجنده به مقادیر رقومی مثبت ، با استفاده از فرایندی موسوم به تبدیل علائم آنالوگ به دیجیتال (A to D) است. شکل ۲ فرایند تبدیل آنالوگ به دیجیتال را نشان می دهد. سیگنال الکترونیکی اولیه به دست آمده از سنجنده، یک سیگنال پیوسته است که در تصویر با خط ممتد نشان داده شده است. این سیگنال پیوسته است که در تصویر با خط ممتد نشان داده شده است. این سیگنال پیوسته در فواصل زمانی معین (T) نمونه برداری شده و به صورت اعدادی در نقاط انتخاب شده (a, b,….k) ثبت می شود. در شکل ۲ سیگنال های ورودی سنجنده بر حسب ولتاژ بین ۰ تا ۲ ولت و شکل های خروجی اعداد رقومی (DN) بین ۰ تا ۲۵۵ است. برای مثال ولتاژ ۰/۴۶ ولت در نقطه a عدد رقومی (DN) ۵۹ و نقطه i عدد ۲۰۵ را نشان می دهد. DN های حاصل از سنجنده ها در محدوده

های متفاوتی نمایش داده می شوند. برای مثال ۰ تا ۶۳ که مقیاس کدگذاری رایانه ای در مبنای ۲، ۶ بیتی یعنی ۶۴= $۲^{۶}$ و همچنین ۰ تا ۱۲۷ و ۰ تا ۲۵۵ به ترتیب مقیاس کد گذاری های ۱۲۸= $۲^{۷}$ و ۲۵۶= $۲^{۸}$ است.

حال این اعداد در محدوده ذکر شده و در محدوده های مختلف طیف الکترومغناطیس، امکان تجزیه و تحلیل پدیده های مورد مطالعه را می دهد، این مسئله علاوه بر آنکه قابلیت های متعددی دارد موجب صرفه جویی در وقت و هزینه نیز می شود. البته علی رغم آنکه تجزیه و تحلیل رقومی محاسن زیادی دارد ولی دارای محدودیت هایی است که برخی از این محدودیت ها برای تفسیر چشمی وجود ندارد و بر عکس برخی محدودیت چشمی در روش تجزیه و تحلیل رقومی وجود ندارد. برای مثال در تفسیر چشمی، محدودیت های توانایی چشم در جداسازی تن های مختلف از یکدیگر و همچنین عدم امکان تفسیر و بررسی همزمان انواع تصاویر طیفی وجود دارد. از طرفی، خصوصیات متنوع سطح زمین از دیدگاه زمین شناسان ، خاکشناسان ، جغرافی دانان، مهندسان عمران و شهرسازی و متخصصان کشاورزی و منابع طبیعی به گونه ای است که لازم است بسیاری از این مشخصات شناسایی شوند، بنابراین تفسیر عکس های هوایی می تواند اطلاعاتی را ارائه بدهد که برای تفسیر چشمی و تجزیه و تحلیل رقومی تصاویر ماهواره ای حائز اهمیت باشد. تفسیر چشمی و تجزیه و تحلیل رقومی داده های ماهواره ای به طور همزمان به شناخت بهتر پدیده های زمین و روابط حاکم بر آنها کمک می کند. درک خصوصیاتی نظیر انواع بسترهای سنگی، شکل زمین، شرایط زهکشی، عمق مواد مادری و جنس آنها، بافت خاک، پوشش اراضی و کاربری زمین و غیره، برای ارائه یک تفسیر و تصاویر ماهواره ای، به اطلاعات جانبی دیگری مانند نقشه های توپوگرافی ، زمین شناسی، خاکشناسی و کنترل های میدانی نیاز دارد. به طور کلی می توان گفت تلفیق نتایج تفسیر چشمی با پردازش و طبقه بندی های رقومی بسیار مفید و موثر است.

فصل ششم

کاربرد داده های ماهواره ای

۶-۱) مقدمه

در فصل های قبل ، در مورد مسائل مهم مربوط به سنجش از دور از قبیل دریافت داده های طیفی، وضعیت بازتاب های طیفی پدیده ها ، نحوه پردازش، طبقه بندی ، ارزیابی دقت و برخی کاربردهای آنها بحث شد. از آنجا که مطالعات و جمع آوری اطلاعات هدفمند باید نتیجه آن دستیابی به توسعه پایدار باشد، بنابراین در این فصل سعی می شود چند کاربرد مهم داده های ماهواره ای که در زمینه برنامه های توسعه اقتصادی و اجتماعی آینده حائز اهمیت است، شرح داده شود.

۶-۲) کشاورزی و منابع طبیعی

داده های ماهواره ای کاربرد وسیعی در امور کشاورزی و منابع طبیعی دارند علاوه بر این در زمینه اوضاع کمی و کیفی محصولات کشاورزی، تشخیص برخی انواع محصولات ، شناسایی درختان، برآورد سطح زیر کشت ، رشد و نمو محصولات و تولید، آفات و امراض ، کاربرد دارند. مطالعه جنگل ها و مراتع و تفکیک آنها براساس تراکم، گونه های جنگلی و مرتعی، تعیین تنش های شوری ، کم آبی، شناسایی هالوفیت ها و تهیه نقشه های کاربری اراضی، از دیگر کاربردهای داده های ماهواره ای است. کاربری زمین مربوط به استفاده خاصی است که انسان از زمین می کند، برای مثال زمین های جنگلی ، مزارع ، زمین آیش، زمین دیم، نمونه هایی از کاربری زمین هستند. تصویر ضمیمه ۱ کاربری اراضی مربوط به مزارع کشاورزی و باغ ها در منطقه اصفهان را به رنگ سبز نشان می دهد. قسمت های سبز رنگ که دارای مرزهای منظم اند، زمین های کشاورزی را نشان می دهد. همین تصویر، اطلاعات مربوط به پوشش زمین یعنی نوع عارضه سطح زمین را نیز نشان می دهد. رودخانه زاینده روز از باختر به خاور شهر اصفهان جریان دارد و پس از عبور از آن به مرداب گاوخونی واقع در خاور آن می ریزد. مطابق تصویر مذکور، رودخانه زاینده رود به رنگ آبی، اراضی لخت به رنگ غالب قهوه ای، مناطق مسکونی به رنگ غالب خاکستری، بزرگراه ها به رنگ تیره ، نمونه های پوشش زمین هستند. سنگ هایی که در جنوب شهر اصفهان رخنمون دارد، مربوط به سازند شمشک ، لیتولوژی شیل ماسه سنگ و سنگ های مربوط به کرتاسه باسنگ های آهکی اربتیولین دار است.

اطلاعات مربوط به پوشش زمین اغلب به طور مستقیم از روی تصاویر ماهواره ای قابل تفسیرند، ولی کاربری زمین ممکن است همیشه به طور مستقیم قابل تفسیر نباشد.

جدول ۶-۱: چندکاربرد مهم داده های ماهواره ای

زمین شناسی	تهیهٔ نقشه‌های زمین شناسی، اکتشاف معادن، مطالعه و تشخیص گسل، آتشفشان‌ها، زلزله
خاکشناسی	مطالعهٔ خاک‌های سطحی، تهیهٔ نقشه‌های پوشش زمین و کاربری زمین، مطالعهٔ شوری خاک، ارزیابی زمین، مسائل حفاظت خاک، شناسایی قابل کشت، تهیهٔ نقشهٔ حرارتی، مطالعهٔ رطوبت خاک
کشاورزی	شناسایی پوشش گیاهی، کاربری زمین، سطح زیر کشت، آفات و امراض گیاهی، کمبودهای غذایی گیاهان، تخمین محصول، تخمین و ارزیابی مراحل رویش و عملکرد گیاهان، مطالعه توسعهٔ کشاورزی، مراحل رشد گیاهان
منابع طبیعی	طبقه‌بندی جنگل‌ها و مراتع ، آتش سوزی جنگل، مدیریت جنگل، برداشت منابع جنگلی ، تخمین حجم ، تراکم ، سن و زیتوده گیاه ، تشخیص تخریب و آسیب‌های وارده به جنگل ، کاربری زمین، مدیریت منابع و نظارت
آب	مطالعهٔ رطوبت خاک ، تغییرات دریاچه‌های فصلی، باتلاق‌ها و شبکه‌های آبیاری، تشخیص سیل‌ها، آبراهه‌های قدیمی و کانال‌ها، تصویر مناطق آبرفتی و مخروط افکنه، کیفیت آب، تهیهٔ نقشهٔ حرارتی آب‌ها ، مناطق جزر و مد، مطالعهٔ زمین‌های مرطوب حاشیهٔ پلایا، حرکت یخچال‌ها ، چشمه‌های آب گرم و آب سرد معدنی
هواشناسی	پیش بینی وضع هوا ، مطالعهٔ دمای سطح آب‌ها ، تغییرات بیابانی شدن ، پیش بینی بلایای طبیعی
شیلات و محیط زیست	مطالعهٔ گیاهان آبزی و شناور، ماهیگیری، آلودگی دریاها، آلودگی‌های خاک و آب

۶-۳) آب

با توجه به اینکه بیش از ۷۰٪ سطح زمین را آب پوشانیده است، بنابراین استفاده از داده های سنجش از دور برای استخراج اطلاعات از اقیانوس ها ، دریا ها ، و آب های بسته ، اهمیت زیادی دارد. مطالعات نشان می دهد تصاویر ماهواره ای کاربرد زیادی در مسائل کیفیت آب و ژرفاسنجی، شیلات و ماهیگیری، تغییرات سطح آب ها و باتلاق ها ، شبکه های آبیاری و سیلاب ها دارد. زمین های تالابی به زمین هایی اطلاق می شود که بخش مهمی از سال آب گرفته و سطح آب زیر زمینی نزدیک به سطح زمین باشد. گودال های آبگیر ، مزارع آبگیر مربوط به شالیزارها ، زمین سیل گرفته و مرداب ها ، مثال هایی از زمین تالابی هستند که مطالعه این گونه تالاب ها از نظر دخالت انسانی، خشکسالی و رویدادهای زیست محیطی در گذشته حائز اهمیت است. سه شاخص مهم در تشخیص زمین های تالابی شامل رویش گیاهان آبزی، خاک های هیدرومورفی و هیدرولوژی زمین ها است.

دریاچه فصلی در دشت کویر (پلایا) که نقاط تیره رنگ دارای ژرفای بیشتر است و به دلیل شرایط شوری آب و خاک، هیچ گونه پوشش گیاهی دیده نمی شود. اصولا این نوع پلایاها از روی ترکیبات رسوبات و هیدرولوژی آن تعیین و شناخته می شود، بدین صورت که منبع رسوبات ثابت باقی می ماند و پلایا در طول زمان و در نتیجه تغییر در هیدرولوژی چاله مرکزی تغییر می کند. بنابراین هیدرولوژی پلایا نقش مهمی در مرفولوژی خاک و آب زیر زمینی چاله و حاشیه اش دارد. در مناطقی از پلایاها و کویرهای ایران که محل تجمع آب است، سطح سفره آب زیر زمینی به سطح زمین نزدیک می شود و این مناطق معمولا محل تجمع املاح در سطح است. دریاچه کفتراقلید فارس که رویش گیاهان آبزی در آن مشخص است نوع دیگری تالاب محسوب می شود.

۶-۴) زمین شناسی

اولین کاربرد اطلاعات ماهواره ای منابع زمینی، در مسائل زمین شناسی بوده است. تاکنون با استفاده از اطلاعات ماهواره ای مطالعات وسیعی در خصوص موضوعات زمین شناسی به عمل آمده است. تصویر ۳ وجود سنگ های رسوبی و آذرین بر روی تصاویر ماهواره ای را نشان می دهد. سنگ های رسوبی با به هم چسبیدن و سخت و محکم شدن، لایه های رسوبی تشکیل می دهند. برخی خصوصیات سنگ های رسوبی که بر روی تصاویر ماهواره ای قابل تفسیرند عبارتند از : بستره شکاف و مقاومت به فرسایش . سنگ های رسوبی اصولا چند لایه اند. تصویر ۳ لایه های افقی و غیر افقی را نشان می دهد را که لایه ها به رنگ متفاوتی دیده می شوند. این تصویر رودخانه ای که امتداد لایه ها را قطع کرده و رودخانه ای که در امتداد لایه ها جریان دارد ، نشان می دهد.

با استفاده از داده های ماهواره ای ، مطالعات زیادی روی سنگ های آذرین به عمل آمده است. سنگ های آذرین خروجی حاصل از فعالیت های آتشفشانی می باشند. تصویر جریان های مواد مذاب آتشفشان معمولا به گرانروی مواد مذاب بستگی دارد. تاکنون چندین نوع آتشفشان اصلی تشخیص داده شده است. در تصویر ۴ یک نمونه از جریان مواد آتشفشانی نشان داده شده است. مواد تشکیل شده در اثر فعالیت آتشفشان نظیر سنگ ها و خاکستر آتشفشان از دهانه آتشفشان به بیرون پرتاب شده و به رنگ فیروزه ای نمایان می باشند.

۶-۵) ژئوبوتانی

سنگ ، خاک و پوشش گیاهی از لحاظ طیفی اختلاف های فاحشی با یکدیگر دارند. رنگ سنگ ها یا مواد مادری رسوبی با نسبت مختلف ترکیبات کوارتز، خاک رس و کربنات ارتباط دارد. مقدار کم اکسید آهن و هیدروکسید آهن (به رنگ قرمز یا نارنجی) یا سولفید آهن (خاکستری تیره)، تشخیص برخی ماسه سنگ ها را دچار ابهام می کند. حال اگر چنین مناطقی دارای پوشش گیاهی نیز باشند، به طور مسلم تشخیص جنس سنگ یا خاک زیرین توسط باندهای طفی نور مرئی متصویر یا حتی غیر ممکن می گردد. اما باندهای دیگر مانند مادون قرمز نزدیک می توانند اطلاعات مربوط به پوشش گیاهی یا خاک را منعکس کنند یا اینکه اختلاف بازتاب در محدوده ۸-۱۴ میکرومتری در مادون قرمز حرارتی ، امکان تشخیص تفاوت لیتولوژیک را فراهم می سازد. گیاهان از بازتاب مستقیم از سطح خاک جلوگیری می کنند و خواص اصلی خاک های زیر خود را می پوشانند. اما در مواردی که گیاهان خودرو یا بومی در مناطقی با خاک های مختلف برویند، اما در مواردی که گیاهان خودرو یا بومی در مناطقی با خاک های مختلف برویند، ممکن است بسیاری از ویژگی های خاک و گیاه ار منعکس کنند. به عبارتی چنین گیاهانی که روی خاک زیرین ممکن می سازد. برای مثال ، خاک هیا شور تنش گیاه را تشدید کرده و این مسئله منجر به بازتاب طیفی متفاوت در مقایسه با گیاهی می شود که تحت تاثیر شوری نیست. در نتیجه، چنین تفاوت هایی در بازتاب ها برای شناسایی خاک یا ساختار زمین شناسی استفاده

می شود. جامعه گیاهی منعکس کننده شاخصی از شرایط محیطی است. به عبارتی گیاهان می توانند بیانگر برخی خصوصیات خاکی باشند که بر روی آن مستقرند. برای مثال گیاهان فریتوفیت که ریشه آنها به سطح سفره آب زیر زمینی می رسد، بیانگر مناطقی با سطح سفره آب زیر زمینی کم عمق است ، مانند Salsola dendroides , Holocemum strobilaceum گیاهان تریکوهیدروفیت در مناطق باسفره آب زیر زمینی کمتر از ۲ متر مستقر می شوند که از جمله می توان به گیاهان شورپسند Salsola soda , Atriplex tatarica , Salicornia Arabica اشاره کرد.

از آنجایی که گیاهان را از لحاظ عکس العمل به شوری می توان به دو دسته شورپسند (هالوفیت) یا غیر شور پسند تقسیم کرد ، بنابراین در مناطقی که گیاهان شورپسند مانند Salicornia hebaceae می رویند، دارای خاک های خیلی شور و مرطوب اند. دسته دیگری از گیاهان به نام هیدروفیت ها مانند Phragmites communis با مناطقی باتلاقی و سیلابی سازگارند.

۶-۶) ژئومرفولوژی

داده های ماهواره ای در مطالعات ژئومرفولوژیکی و ارتباط آن با مخازن آب زیر زمینی، تشخیص و طبقه بندی مناطق آبرفتی و مخروط افکنه ها، تشخیص بستر سیلاب ها و رودخانه ها و فن های آبرفتی، بسیار کاربرد دارد. فن های آبرفتی رسوبات مخروطی شکل و درشت بافتی هستند که در ارتفاعات بالاتر فرسوده شده و در این محل رسوب کرده اند. فن های رسوبی از لحاظ منبع سیلاب و آب زیر زمینی را تشکیل می دهند. تصویر ۵ فن های آبرفتی با زمان نسبی تشکیل آنها، همراه با گسل را نشان می دهد.

به طور کلی خاک های مناطق خشک که دچار کمبود مواد آلی و مواد کلوئیدی هستند، نسبت به عوامل فرساینده حساسند. باد عامل اصلی فرسایش در مناطق خشک بیابانی است. تمام ذراتی که دراثر باد به حرکت در می آیند، پس از طی مسافتی به جا گذاشته می شوند و رسوبگذاری آنها تابعی از قطرشان است و ذرات بزرگ که در سرعت های بالا به حرکت در می آیند، به محض کاهش سرعت باد رسوب می کنند، اما ذرات متوسط و ریزتر پس از برخورد با مانع یا با کاهش شدید سرعت باد، رسوب می کنند و تپه های ماسه ای را به وجود می آورند. با توجه به اهمیت زیاد فرسایش بادی در مناطق خشک، به ویژه ایران، مطالعه این پدیده از اولویت خاصی برخوردار است. تا کنون بلندترین تپه های ماسه ای در بیابان لوت در ایران تشخیص داده شده است. که ارتفاع آن به ۵۰۰ متر می رسد. ماسه های تجمع یافته که به صورت تپه های کوچک و پراکنده اند ، تپه های ماسه ای را به وجود می آورند. چنانچه ابعاد تپه ها بزرگ و متصل به هم باشند، ارگ هایی را به وجود می آورند، که نمونه بارز آن دربیابان لوت با وسعتی حدود ۱۰۷۶۰ کیلومتر مربع است. تصویر ۶ تصویر مرکب رنگی منطقه رسوبات بادی (ارگ) بیابان لوت را نشان می دهد.

عوامل متعددی در تصویر گیری ارگ ها دخالت دارند که از جمله می توان به وضعیت زمین ساخت منطقه ، پستی و بلندی وشرایط رطوبت خاک اشاره کرد. تصویر ۷ شروع بزرگترین و گسترده ترین ارگ داخل چاله حاشیه شرقی یاردانگ بیابان لوت را که در اراضی سنگفرشی لوت شروع می شود و ارگ های مرتفع و در امتداد هم را نشان می دهد.

۶-۷) بیابانزایی

بیابان زایی را می توان ناشی از دو عامل شکنندگی اکوسیستم مناطق خشک و نیمه خشک و فشار برای بهره بردرای از اراضی دانست. برای مطالعه بیابان زایی و تعیین روند و سرعت آن، دامنه وسیعی از مجموعه اطلاعات مکانی و زمانی موردنیاز است. رفتار هر اکوسیستم ناشی از یک مجموعه فرایند مربوط به زمان خاص و مکان معین نیست، بلکه ناشی از دامنه ای از فرایند های پویاست. بیابان زایی یکی از این فرایندهاست که مطالعه آن به جامع نگری نیاز دارد و لازم است که شاخص های متعددی مانند فرسایش خاک ، شوری خاک و آب، ترکیب پوشش های گیاهی و فراونی آنها ، شدت خشکی، انهدام موازنه بیلان آبی ، پراکنش جمعیت انسانی، جمعیت چهارپایان و وحوش مورد مطالعه قرار گیرد.
شاخص دیگری که می توانند درشناخت بیابان زایی اهمیت ویژه ای داشته باشد، شاخص بازتاب های طیفی است که در اثر تغییر در سایر عوامل، این شاخص نیز تغییراتی می کند و آگاهی و شناخت نسبت به این تغییرات کمک زیادی به مطالعه بیابان زایی توسط سنجش از دور می نماید. افزایش ناهمگونی در تصاویر ماهواره ای را می توان به عنوان شاخصی ازبیابان زایی محسوب کرد. با توجه به اینکه داده های ماهواره ای در زمان های مختلف و باندهای طیفی مختلف موجود بوده و کارایی آنها در بسیاری از شاخص های بیابان زایی آشکار گردیده است، بنابراین داده های ماهواره ای می تواند درمطالعات بیابان زایی کارساز باشد.

۶-۸) مدیریت بلایای طبیعی

زلزله ، سیل ، خشکسالی و دیگر رویدادهای طبیعی، که در زمره بلایای طبیعی ، کسب اطلاعات از دوره زمانی پیش از وقوع، حین وقوع و پس از آن حائز اهمیت فراوانی است. استفاده از داده های ماهواره ای در زمان های ذکر شده، یکی از ابزارهایی است که می تواند در مدیریت بلایای طبیعی کارساز باشد. اعتقاد براین است که می تواند درمدیریت بلایای طبیعی کارساز باشد. اعتقاد بر این است که می تواند در مدیریت بلایای طبیعی کارساز باشد. اعتقاد براین است که حدود ۶۰٪ نیازهای کاربران حوادث طبیعی را می توان از اطلاعات ماهواره ای تامین کرد و پیش بینی می گردد که برای سال های آینده میزان اطلاعات قابل استخراج از داده های ماهواره ای به ۸۰٪ افزایش یابد. بدیهی است فراهم ساختن از داده های ماهواره ای به ۸۰٪ افزایش یابد. بدیهی است فراهم ساختن اطلاعات در مدت زمان کوتاه برای برنامه ریزان و مدیران اهمیت بسزایی دارد. استفاده از داده های ماهواره ای سنجش از

دور برای ارزیابی حوادث و خطرها، ماهواره های موقعیت یاب برای بررسی محدوده های خطر و ماهواره ای هواشناسی برای پیش بینی وضع هوا بسیار مفید است. اطلاعات این گونه ماهواره ها برای بررسی عواقب ناشی از زلزله ، آتش سوزی جنگل ، سیل ، حوادث هسته ای و شیمیایی کاربرد زیادی دارد. اطلاعات ماهواره ای در باندهای طیفی مختلف و با توان تفکیک مکانی متنوع را می توان حتی در برخی زمینه های بحران نظیر روند بیابان زایی و شوری به کار گرفت .

۶-۹) تخمین دمای سطحی بیابان لوت

بیابان لوت یکی از گرمترین و خشک ترین بیان های ایران (Dresh ، ۱۹۶۸) و نمونه مشخصی از بیابان های جهان است. این بیابان در جنوب شرق ایران واقع شده و در عرض های بین ۲۱ و ۲۸ تا ۳۲ شمالی و طول های ۵۵ – ۵۵ تا ۳۰-۵۷ شرقی قرار گرفته است. بیابان لوت با ویژگی های خاص ژئومولوژیکی و متمایز از سایر بیابان ها، پدیده مهم و کم نظیری به عنوان یاردانگ را دربر می گیرد. یاردانگ ها حاصل فرسایش بادی و آبی به شمار می روند و در غرب لوت مرکزی واقع شده اند. این بخش به دلیل موقعیت خاص جغرافیایی و اقلیمی از میزان بالای تابش ماهیانه خورشید و روزهای آفتابی و هوای صاف برخوردار است و به همین دلیل در زمره گرم ترین مناطق ایران یا جهان قلمداد می شود (علوی پناه ، ۱۳۸۱). اما بر اساس اظهاراتی که محققان پیرامون حرارت لوت کرده اند، اندازه گیری های درجه حرارت در لوت نه تنها بسیار محدود می باشد، بلکه این اندازه گیری ها بیشتر در حاشیه لوت بوده است.

با توجه به حرارت بالای لوت بویژه یاردانگ های واقع در لوت مرکزی که فاقد حیات نباتی و جانوری می باشند، برای مطالعه حرارت با استفاده از داده های حرارتی شرایط ایده آلی وجود دارد. تصویر می شود عدم تداخل عواملی همچون پوشش گیاهی و ماده آلی در بازتاب های طیفی موجب سهولت و دقت بیشتر تخمین درجه حرارت سطحی بر اساس داده های حرارتی ماهواره ای می گردد. علوی پناه و همکاران (۲۰۰۱) در مورد دمای سطحی یاردانگ های لوت مطالعاتی به عمل آورده اند که به ذکر نتایج حاصل از آن می پردازیم. در این تحقیق از دو سری داده های ماهواره ای استفاده شده است :

۱- داده های TM ماهواره لندست به تاریخ های ۱۴ آذر ماه ۱۳۶۷ و ۳ تیر ماه ۱۳۶۸

۲- داده های AVHRP ماهواره NOAA

الف) قدرت تفکیک زمینی پایین باند حرارتی سنجیده TM (باند ۶) و وجود پیکسل های سایه و بخش های دریافت کننده مستقیم نو که در تخمین درجه حرارت پدیده های تپه و شیار مشکل ایجاد می کند.

الف) قدرت تفکیک زمینی پایین باند حرارتی سنجیده TM (باند۶) و وجود پیکسل های سایه و بخش های دریافت کننده مستقیم نور که در تخمین درجه حرارت پدیده های تپه و شیار مشکل ایجاد می کند.

ب) مشکلات اندازه گیری های دما در نقاط پراکنده و متعدد در مناطق صعب العبور و طاقت فرسای لوت در زمان گذر ماهواره ای

اندازه گیری های دما در نقاط پراکنده و متعدد در مناطق صعب العبور و طاقت فرسای لوت در زمان گذر ماهواره ای

ج) وزش باد و وجود ذرات ریز گرد و غبار در منطقه خشک و رفتار فیزیکی متفاوت ذرات گرد و خاک در شب و اوقات مختلف روز،

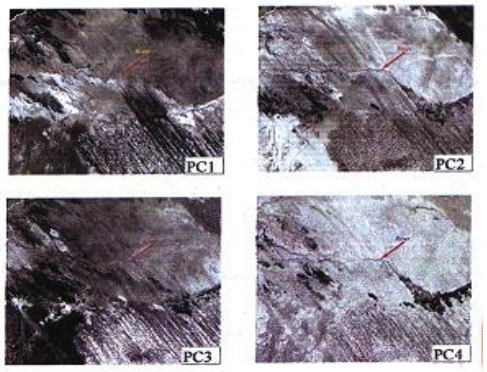
د) عدم وجود ضریب مشخص و قابل اطمینان برای محاسبه توان تشعشعی پدیده های مختلف منطقه

و) اختلاف زمانی و حتی چند دقیقه ای بین زمان اندازه گیری درجه حرارت پدیده مورد در سطح زمین با زمان گذر ماهواره و تغییرات سریعی مانند عبور ابر و سایه با وزش باد وگرد و غبار و بارش، تغییرات سریع درجه حرارت را به دنبال دارد و این موجبات مشکلات این مطالعه می گردد.

هـ) دخالت عوامل دیگری همچون رنگ ماسه بین یاردانگ ها که عامل مهمی در بازتاب گرمای تشعشعی است.

۶-۱۰) رودخانه ها و مناطق مرطوب

نتایج تجزیه و تحلیل مولفه های اصلی نشان داد که PC_2 حاوی اطلاعات مفیدی در مورد مناطق مرطوب به ویژه رودخانه های شمال یاردانگ است. مقایسه تصاویر چهار PC اولیه وضوح مسیر رودخانه اصلی و فرعی در PC_2 را نشان می دهد، در حالی که سایر PC ها تمامی مسیرهای رودخانه را نشان نمی دهند.



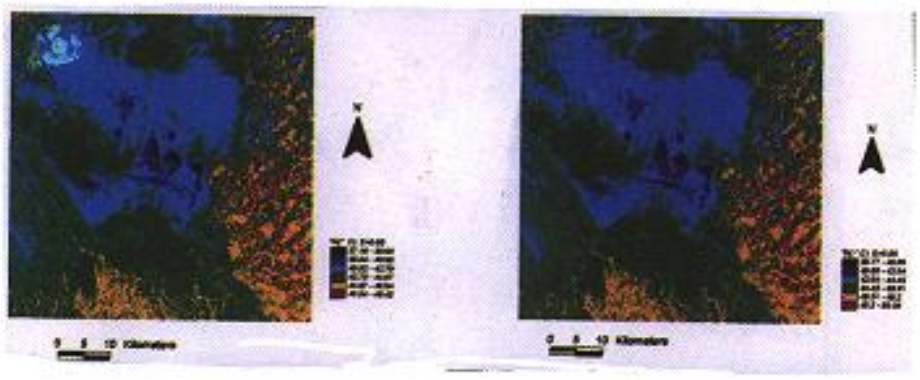
شکل ۶-۱: مقایسه PC_4 , PC_3 , PC_2, PC_1 که وضوح کامل مسیر رودخانه اصلی و فرعی در PC_2 را نشان می دهد

۶-۱۱) رخساره ها

بنابر تفسیر چشمی تصاویر مرکب $TM_7 - TM_4 - TM_2$ (RGB) مرزبندی واحدهای فتومورفیک، براساس رنگ غالب، بافت ، الگو ، تصویر ، اندازه و رنگ زمینه، کلید تفسیر ارائه شد. تصویر ۹ نقشه های اجمالی رخساره های بیابان لوت را نشان می دهد. در این مطالعه ۵نوع یاردانگ متمایز شده که هر یک ویژگی خاصی دارد (علوی پناه و همکاران، ۱۳۸۱).

۶-۱۲) تخمین حرارت سطحی

با استفاده از باند حرارتی ، نقشه های دما با احتساب توان های تشعشعی ۱ و ۰/۹۲ حداکثر دما در لحظه عبور ماهواره لندست در ۳تیر ماه ۱۳۶۸ به ترتیب ۴۶/۸ و ۵۳/۵۴C و حداقل به ترتیب ۳۵/۰ و ۴۲/۱C تخمین زده شد.



شکل ۶-۲: نقشه های حرارتی با احتساب توان تشعشعی ۱ و ۰/۹۲

فصل هفتم

تلفیق سنجش از دور و فنون دیگر

فصل هفتم : تلفیق سنجش از دور و فنون دیگر

۷-۱) مقدمه

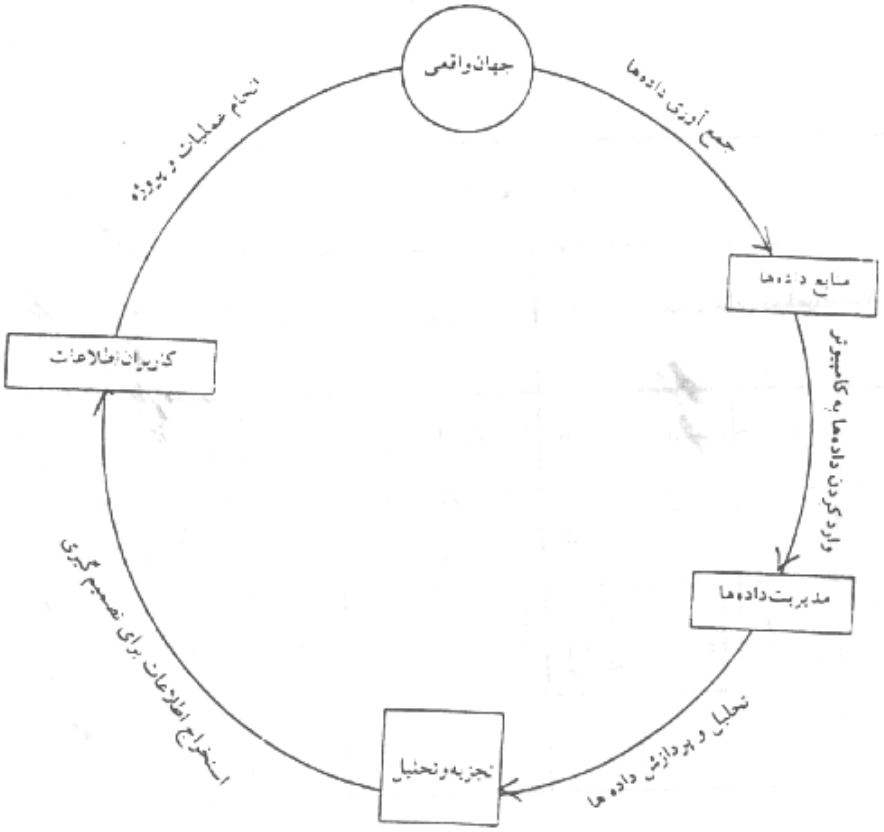
تولید اطلاعات از داده های سنجش از دور اعم از داده های ماهواره ها و هواپیماها نسبت به گذشته نه چندان دور ، افزایش فزاینده ای پیدا کرده است وبا توجه به اهمیت ونقش این گونه اطلاعات، به طور مسلم، تولید آنها روز به روز افزایش می یابد. البته علاوه برجنبه های کمّی، جنبه های کیفی وکارایی داده های ماهواره ای درمطالعات علوم زمینی نیز در حال افزایش است. راه های گوناگون و متنوعی وجود دارد که به کمک آنها می توان استفاده مطلوب از داده های سنجش ازدور را به حداکثر رساند که دراین فصل فقط به جنبه تلفیقی اطلاعات سنجش از دور باسایر فنون وعلوم می پردازیم. ازآنجایی که تشریح هر کدام از این فنون، خود مقوله طولانی است و هدف این متن نیست، بنابراین سعی می شود فقط به طور اجمال به راهها ، کاربردها و چگونگی تلفیق داده های سنجش از دور با سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) ، سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS) ، شبکه اینترنت، روش های آماری معمول درزمین آمار پرداخته شود.

۷-۲) تلفیق سنجش از دور و GIS

سنجش از دور حجم زیادی از اطلاعات را تولید می کند. این اطلاعات نه فقط دریک زمان ، بلکه در دوره ها و زمان های مختلف تولید وجمع آوری می شود ومی توان از آنها برای کشف ومطالعه پدیده ها استفاده کرد. با وجود این همه اطلاعات ارزشمند سنجش از دور، ناآشنایی افراد ازچگونگی برقراری رابطه بین سنجش از دور و GIS . موجب عدم استفاده مفید وگسترده از آنها می شود. بسیاری معتقدند تلفیق RS وGIS پتانسیل استفاده از داده های سنجش از دور را به بهترین نحو افزایش می دهد. سامانه اطلاعات جغرافیایی، می تواند به راحتی با اطلاعات سنجش از دور تلفیق شود. بررسی تمام ویژگی های GIS هدف این فصل نیست، اما شناخت کلی GIS وطرح امکان تلفیق داده های RS و GIS مفید وضروری به نظر می رسد. GIS ، ارتباط نزدیکی با کارتوگرافی رایانه ای ، مدیریت سامانه های اطلاعات سنجش از راه دور ومدیریت استفاد از رایانه دارد. یک جنبه مهم GIS ان است که اطلاعات مورد استفاده را مختصر و جهان واقعی را ساده سازی می نماید. بنابراین GIS مراحل مختلفی راشامل می شود که سرانجام نتایج، به همان جهان واقعی که اطلاعات وپایه از آنجا آمده است ، مرتبط می گردد. شکل ۱-۷ شمایی از سرنوشت داده ها دریک پروژه تحقیقاتی GIS رانشان می دهد. این نمودار نشان می دهد که چنین تحقیقاتی با اطلاعات از جهان واقعی شروع وبه همان جهان خاتمه می یابد.

امروزه GIS به طور موثری داده های مکانی وتوصیفی مربوط به منابع مختلف را براساس اهداف کاربران، نگهداری، بازاریابی، کاربردی می کند. پیشرفت های فوق العاده سریع فناوری GIS در سال

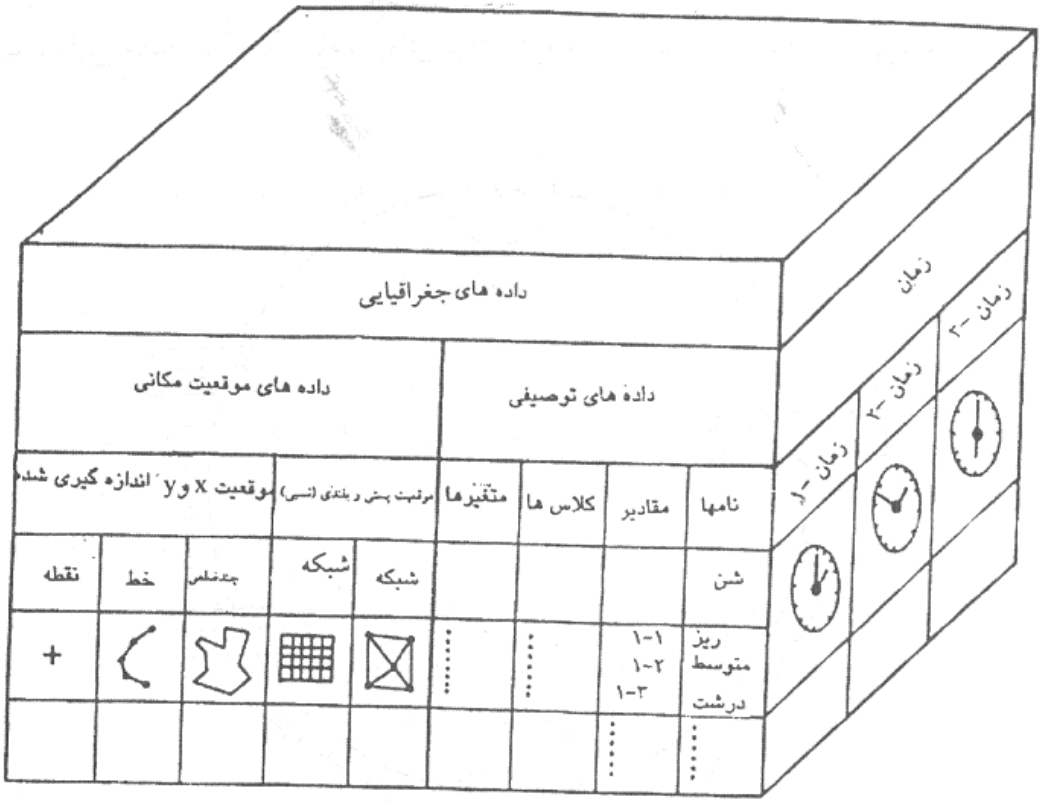
های اخیر موجب شده که جایگزین برخی روش های سنتی ومعمول گردد. هرساله برنامه های نرم افزاری جدید باقابلیت استفاده راحت وتوانایی های بالا در شبکه جهانی WWW دردسترس عموم قرار می گیرد. دسترسی به GIS به عنوان یک ابزار کارآمد، هر روزه زیادتر وخدمات آن بیشتر می گردد. کارایی GIS به حدی گسترش یافته که برخی از آن به عنوان یک رسانه یاد کرده اند (Cowen, 1994) . برخی استفاده از فناوری GIS را به قدری گسترده تصور می کنند که معتقدند استفاده از این فناوری بخشی از زندگی روزانه خواهد شد. GIS درحال تبدیل به منبعی برای مبادلات اطلاعات از جهان واقعی برای عموم مردم است وحتی از آن به عنوان ابزاری برای کشف جهان یاد می کنند وازهمین رو برخی آن را رسانه زمینی نامیده اند. GIS دردهه گذشته پیشرفت های زیادی کرده است. به طوری که درسایت هایی مانند Mapquest میلیون ها استفاده کننده را هر روز با نقشه های مبنا ومقصد آشنا کرده و سایت هایی مانند تصاویر ماهواره ای برای فروش عموم را عرضه می کند.



شکل ۷-۱: مراحل کلی تحقیقات سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی در جهان واقعی

۷-۳) مفاهیم کلی GIS

تمامی داده هایی که قابلیت تبدیل به نقشه را داشته باشند، خصوصیات مختصاتی (x.y) وتوصیفی دارند. برای مثال هر عارضه ممکن است هم مختصات (x,y) وهم خصوصیات z (ارتفاع) را داشته باشد. سه مولفه مکان، خصوصیات توصیفی وزمان ساختار سامانه های اطلاعات جغرافیایی را تشکیل می دهد (شکل ۷-۳).



شکل ۷-۲ : مولفه های سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی

۷-۴) کدبندی داده ها

سامانه اطلاعات جغرافیایی می تواند داده های جغرافیایی را به صورت نقطه، خط و پلی گن (سطح) ذخیره کند. اشکال سه حالت نقطه، خط و پلی گن در شکل ۷-۳ نمایش داده شده است. این داده ها می تواند به صورت های زیر ذخیره شود:

۱- مختصات y وx

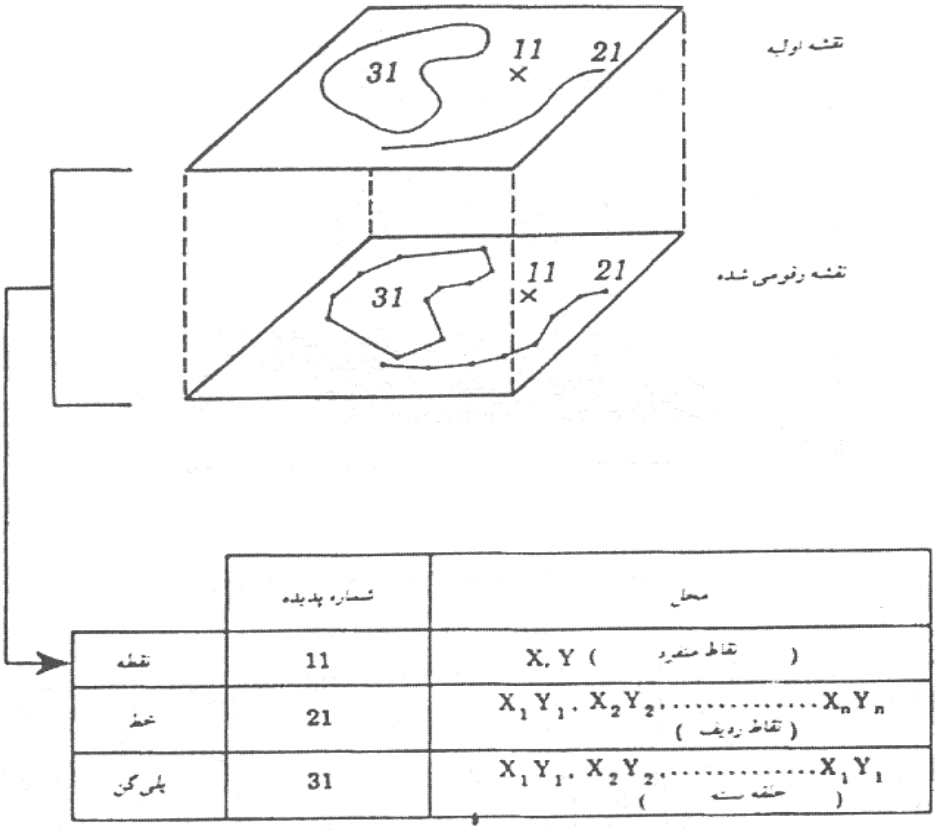
۲- به صورت توپولوژیکی مانند گره ها (محل تلاقی)، پاره خط و پلی گن، و

۳- به صورت شبکه ای (رستر).

شکل ۴-۷ چگونگی تبدیل یک نقشه مرکب ازنقطه ، خط و پلی گن به نقشه رقومی را توسط رقومی کردن نشان می دهد.

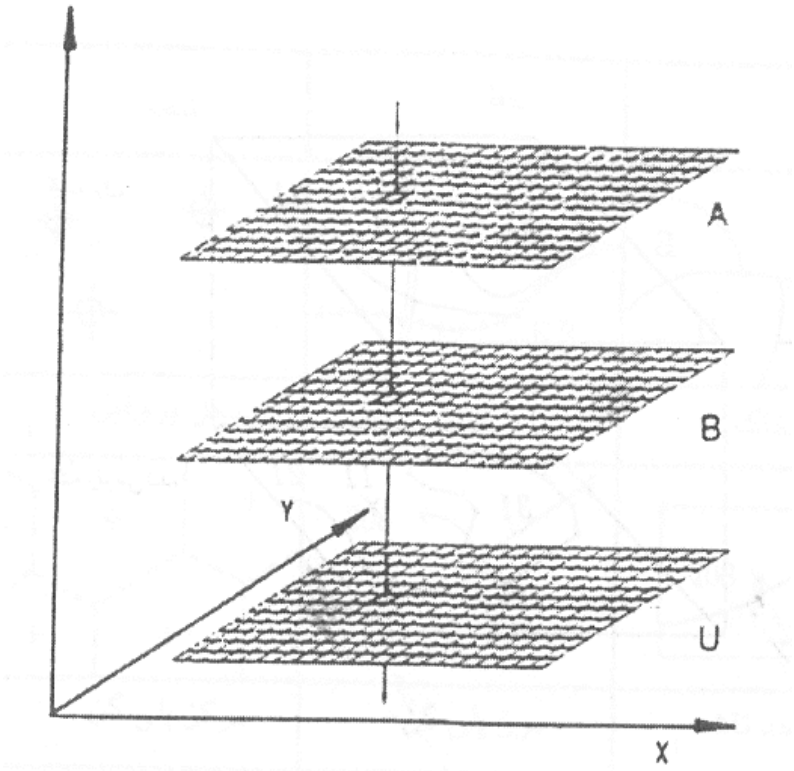
۲-۳- تلفیق اطلاعات

تلفیق سامانه اطلاعات جغرافیایی به صورت رستری با اطلاعات سنجش از دور که دارای مختصات دقیق و مناسب باشند، ممکن است. شکل ۵-۷ چگونه روی هم قرار دادن نقشه های رستری رانشان می دهد.



	شماره پدیده	محل
نقطه	11	X, Y ( )
خط	21	$X_1Y_1, X_2Y_2, \ldots\ldots\ldots\ldots X_nY_n$ ( )
پلی گن	31	$X_1Y_1, X_2Y_2, \ldots\ldots\ldots\ldots X_1Y_1$ ( )

شکل ۷-۳: کد گذاری پدیده های نقطه ای ، خطی و پلی گن با استفاده از روش رقومی کردن



شکل ۷-۴: اصول روی هم گذاری نقشه های رستری

عملیات ریاضی ومنطقی روی هم گذاری دو یا چند نقشه به صورت رستری یا برداری ، بخش اساسی تمام نرم افزارهای GIS است. عملیات روی هم گذاری شامل جمع، تفریق، تقسیم و ضرب مقادیر هم لایه داده و درمقدار مترادف در لایه داده نقشه دوم است.

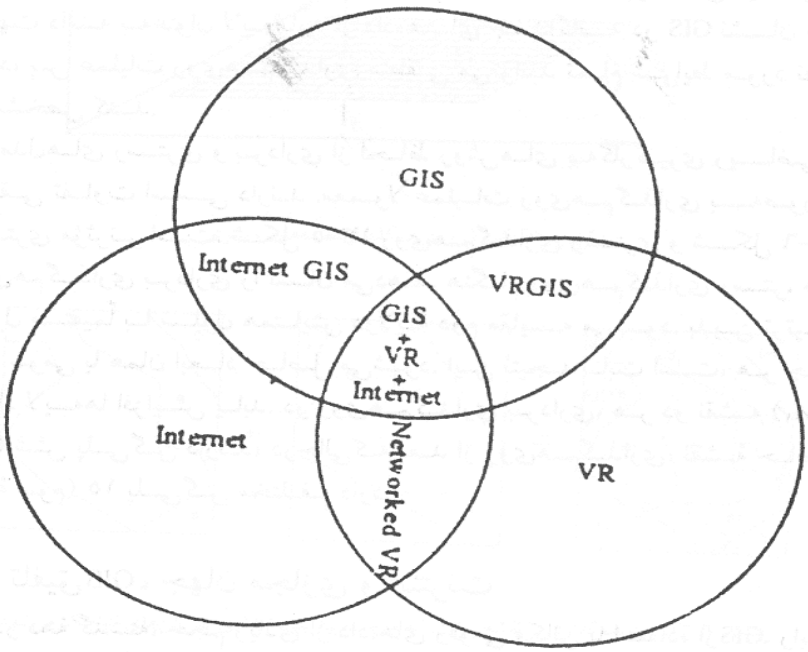
درعملیات روی هم گذاری منطقی، سعی براین است مناطق با مجموعه شرایط مشخص پیدا شود. برای مثال ، بنای خانه های روستایی درمناطقی مناسب است که بدون پوشش جنگلی ، خاک های با زهکشی مناسب ودامنه رو به جنوب باشد. حال اگر خاک ، پوشش گیاهی و جهت دامنه به عنوان لایه هایی از داده های جداگانه در GIS نشان داده شود، پس عملیات روی هم گذاری منطقی می تواند تمام شرایط مورد نظر را مشخص کند.

مدل های رستری وبرداری از لحاظ روش های به کارگیری ریاضی و منطقی تفاوت اساسی دارند. معمولاً عملیات روی هم گذاری به صورت رستری موثرتراست. شکل ۷-۵ روی هم گذاری رستری و شکل ۷-۶ روی هم گذاری برداری را نشان می دهد. هنگام روی هم گذاری رستر، هر سلول مستقیماً با سلول همتایش در لایه دوم مقایسه می شود. بدین ترتیب لایه سومی با همان ابعاد حاصل می شود. این نتیجه ثابت است، هر چند تعداد لایه ها افزایش یابد. در روی هم گذاری برداری، هر دو

نقشه(M_1 و M_2) شش پلی گن دارند، درحالی که بعد از روی هم گذاری ، نقشه حاصل (لایه سوم)۱۵ پلی گن مختلف دارد.

۷-۵) تلفیق GIS ، جهان مجازی واینترنت

دردهه گذشته، حجم زیادی از داده های رقومی مکانی با استفاده از GIS ، رایانه وسنجش از دور تولید شده است. این داده ها را می توان با استفاده ازGIS ، جهان مجازی (VR) واینترنت تلفیق کرد. اینترنت درسال های اخیر رشد چشمگیری داشته است. تلفیق GIS و VR وWeb برای بازسازی وکشف داده های مکانی یک نیاز آشکار است. VR ، یک فناوری است که برای نمایش سه بعدی جهان واقعی مفید است واستفاده کنندگان می توانند ازاین طریق در محیط های مجازی به قدم زدن یا پرواز، نمایند. درواقع اینترنت ، شبکه ای است با میلیون ها رایانه متصل به هم که زمینه را برای مبادله اطلاعات فراهم می سازد. شکل ۷-۷ تعدادی از روش های تلفیق ممکن را نشان می دهد.



شکل ۷-۵ : تلفیق GIS , VR و اینترنت

۷-۶) سیستم تعیین موقعیت جهانی

سیستم تعیین موقعیت جهانی ،یک سیستم تعیین مختصات وناوبری با استفاده از زمان ومکان است. ازجمله کاربردهای آن، پیدا کردن نقاط ناشناخته و مختصات دقیق جغرافیایی آنها در ناوبری ،

نقشه برداری ، وضعیت حرکات تکتونیکی زمین ، هیدروگرافی، کنترل وحمل و نقل هوایی وکنترل ماهواره های سنجش از دور است.

فناوری تعیین موقعیت جهانی نه فقط برای نقشه برداری های معمول وفتوگرامتری به کار می رود. بلکه برای ارزیابی دقت در مطالعات سنجش از دور استفاده می شود. اطلاعات حاصل از GPS به روش وعوامل محیطی بر روی نتایج حاصل از GPS تاثیر دارد ، در نتیجه مختلف بسته به نوع دریافت کننده وشرایط دریافت اطلاعات از GPS تفاوت می کند. پیش بینی در مورد دقت حدود ۲-۱ میلی متر با دریافت کننده GGR ودقت ۲-۱ سانتی متر با دریافت کننده SGR بیانگر تحولاتی دراستفاده ازGPS است. هرچند که دقت های GPS های متداول چندین متر می باشد. البته باید توجه داشت که در برخی نواحی مانند نواحی جنگلی ، دید محدود آسمان وحرکت سریع ماهواره GPS می تواند اثر قابل توجهی روی کاهش کیفیت ودقت داده های GPS بگذارد.

۷-۷) کاربردهای زمین آمار در سنجش از دور

در روش های طبقه بندی نظارت شده وبدون نظارت، وابستگی طیفی بین یک پیکسل وهمسایگانش درنظر گرفته نمی شود. بنابراین با احتساب ناشی از خود «همبستگی های مکانی» داده های رقومی وطیفی ، ممکن است دقت طبقه بندی پیکسل به پیکسل را افزایش دهد(Swain وهمکاران، ۱۹۷۹). این موضوع نشان می دهد یک پیکسل مستقل از طرف خود(همسایگان) نیست واین وابستگی می تواند کمی شود و در طبقه بندی لحاظ گردد. تغییرات بین پیکسل ها مربوط به ویژگی های بافت تصویر می شود ومی تواند با تجزیه وتحلیل مکانی داده های ماهواره ای مشخص گردد (Abarca ،۱۹۹۷). بافت تصویر عبارت است از صاف وزبری آشکار یا تغییرات موضعی ومحلی پیکسل ها. بافت را می توان با پارامترهایی که تغییرات مکانی داده های رقومی را لحاظ می کنند بررسی کرد. با استفاده از پارامترهای زمین آمار حاصل از توابع واریوگرام میتوان به تشریح ویژگی های بافت پرداخت (Carr ، ۱۹۹۶ ، Lark ۱۹۹۶). داده های رقومی (DN) به عنوان یک متغیر ناحیه ای تفسیر(wood cock وهمکاران، ۱۹۹۸) وبا ویژگی های ساختاری وتصادفی مشخص شده و توسط تابع واریوگرام کمی می شود.

۸-۷) مفهوم واریوگرام

از نظر زمین آمار، اعداد رقومی تصویر ماهواره ای به عنوان متغیر ناحیه ای درنظر گرفته می شود (1997, Abraca ,Olmo) . این متغیر به عنوان تابع DN (x) تعریف شده و DN پیکسل X با مختصات جغرافیایی یا ردیف و ستون تصویر مشخص می گردد. متغیر ناحیه ای DN (x) مانند متغیری تصادفی عمل می کند، بنابراین یک تصویر ممکن است به عنوان یک تابع تصادفی DN (x) لحاظ گردد که از مجموعه ای از متغیرهای تصادفی DN (x) ، DN (x_2) ، (DNx_n) ..... درمحل

های x_1, x_2 .... x_n تشکیل شده باشد. فرضیه های ذهنی منجر به توابع سمی واریوگرام (یا واریوگرام) به صورت زیر قابل ارائه است. (1971,Matheron) :

$$\gamma = \frac{1}{2} E\{DN(x) - DN(x+h)\}^2$$

که $y_{(h)}$ بیانگر نیمی از انتظارات ریاضی معادلات درجه دوم مقادیر زوج پیکسل درفاصله h است بنابراین $y_{(h)}$ یک تابع برداری وابسته به قدر مطلق زاویه وفاصله برداری h بین پیکسل های x-h و x است.

واریوگرام ، ابزاری قوی برای تجزیه وتحلیل ناحیه ای داده های ماهواره ای است. این اصطلاح مربوط به مشخصات تغییرات مکانی داده های ماهواره ای می شود و مطالعه آنها معمولاً مبتنی برمحاسبه ، تفسیر ومدل کردن واریوگرام تجربی است . تجزیه وتحلیل از روی واریوگرام اهمیت زیادی دارد ، زیرا اصطلاحات ارزشمندی درمورد تغییرات داده های ماهواره ای ارائه می دهد. با تجزیه وتحلیل واریوگرام می توان برای متمایز کردن پدیده ها از طریق طبقه بندی نظارت شده ، استفاده کرد. با توجه به ساختار رستری تصاویر ماهواره ای ، محاسبه واریوگرام با مشکل خاصی (بجز زمان لازم برای محاسبه تصاویر بزرگ) روبه رو نیست. مدل کردن واریوگرام نیاز به واریوگارم های تجربی دارد تا با مدل های نظری برازش داده شود. webster , Mc Brathey (۱۹۸۶) فهرستی از مدل های واریوگرام برای پردازش ، نظیر مدل های کروی ، توانی ، گوسین وغیره ارائه کرده اند. این مدل ها فقط برای کاربردهای زمین آمار در پردازش تصاویر ماهواره ای مفیدند (Atkinson وهمکاران، ۱۹۹۴).

۹-۷) معیارهای تغییرات مکانی (MSV)

Abarca وChica- Olmo (۱۹۹۹) پنج معادله برای تخمین تغییرات مکانی برای دو حالت (یک یا چند متغیره) پیشنهاد کردند. آنها معادلات V یا واریوگارم مستقیم، M یا مادوگرام، R یا رودوگرام را برای شرایط یک متغیره ومعادلات CV یا واریوگارم متقابل (ممزوج)و واریوگرام متقابل کاذب (PV) را برای شرایط چند متغیره پیشنهاد کردند. تمامی این معدلات تجربی اطلاعاتی در خصوص تغییرات مکانی موضعی داده های سنجش ازدور می دهند واز بافت تصویر برای جداسازی وطبقه بندی استفاده می کنند. پنج معادله برای تخمین تغییرات مکانی عبارتند از:

۱- واریوگرام مستقیم (V)

نتیجه آماری این واریوگرام از معادله ۱ حاصل شده است:

$$\gamma_k(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} \{dn_k(x_i) - dn_k(x_1 - h)\}^2$$

که N(h) تعداد زوج های دور، dn(0) مقادیر عددی پیکسل های x_1, x_{i-h} و k شماره باند سنجنده است.

۲- مادوگرام (M)

مادوگرام همان واریوگرام مستقیم مشابه است، با این تفاوت که به جای اختلاف مجذور، قدر مطلق اختلاف لحاظ شده است. این تابع ، معادل واریوگرام درجه اول پیشنهادی Matheron (۱۹۸۲) است.

$$\gamma_k(h)=\frac{1}{2N(h)}\sum_{i=1}^{N(h)}\{dn_k(x_i)-dn_k(x_1-h)\}$$

۳- رودوگرام (R)

رودوگرام نیز مشابه واریوگرام مستقیم است ، بااین تفاوت که به جای اختلاف مجذور، ریشه جذراختلاف قدر مطلق لحاظ شده است.

$$\gamma_k(h)=\frac{1}{2N(h)}\sum_{i=1}^{N(h)}\sqrt{|dn_k(x_1)-dn_k(x_1+h)|}$$

۴- واریوگرام (متقابل) (CV)

واریوگرام ممزوج ، تغییرات مکانی مشترک بین دو باند را کمّی می کند که K وj باندها می باشند.

$$\gamma_k(h)=\frac{1}{2N(h)}\sum_{i=1}^{N(h)}\{[dn_j(x_i)-dn_j(x_i+h)]dn_x(x_i)-dn_k(x_i)-dn_k(x-h)\}$$

۵- واریوگرام متقابل کاذب (PV)

در واریوگرام متقابل کاذب، به جای کوواریسانس ، از واریانس به شرح زیر استفاده می کنند:

$$\gamma_{jk}=\frac{1}{2N(h)}\sum_{i=1}^{N(h)}\{[dn_j(x_i)-dn_k(x_i+h)][dn_j(x_i)-dn(x-h)]\}$$

۷-۱۰) انتخاب متغیر برای ارزیابی وکاربرد معیارهای زمین آمار

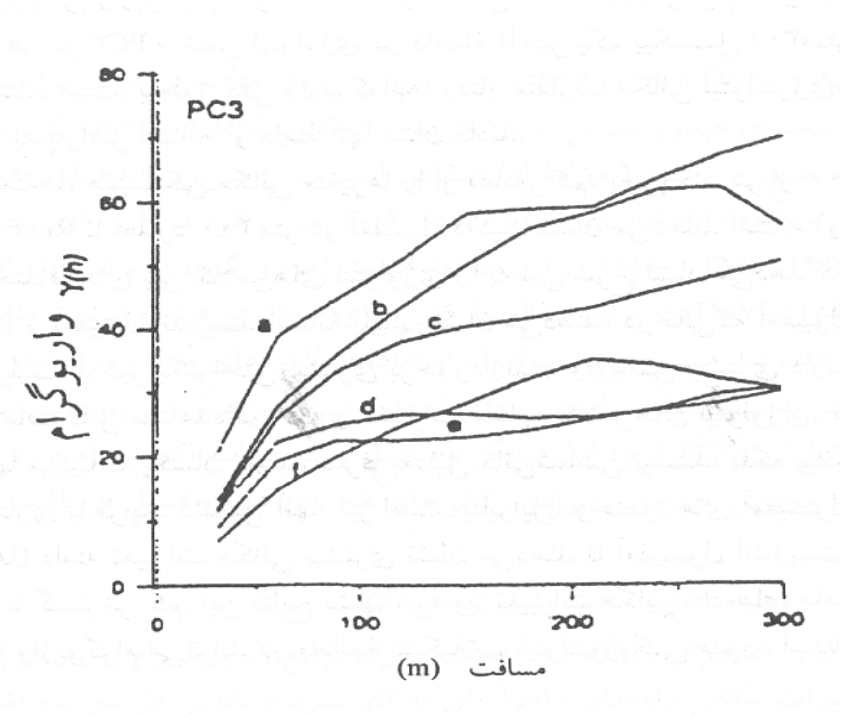
در تحقیقی به جای آنکه از پنج واریوگرام مذکور برای داده های TM استفاده شود از متغیرهای تبدیل شده اطلاعات باندهای TM یعنی مولفه های اصلی (PCA) استفاده گردید تا ویژگی های طیفی کلاس های لیتولوژی مورد مطالعه شناسایی و آشکار گردد. این متغیرها از روش FPCS (Mc Moore , Crosta ، ۱۹۸۹) به دست آمد وبعدها برای نقشه برداری هیدروترمال به کارگرفته شد. این روش بر وزن بردارهای ویژه که بیشترین رابطه را با علائم طیفی لیتولوژی دارد، استوار است.

Abarca, Chica-Olma (۱۹۹۹) درتحقیقی برای مطالعه اکسید آهن و کانی های محتوی هیدروکسیل، از تجزیه وتحلیل pc ها استفاده کردند. از آنجایی که تفسیر وتعیین ۶ مولفه اول مشکل است، از این رو باندهای مفید و موثر برای مطالعه را انتخاب و آنها را به دو دسته تقسیم کردند. گروه اول شامل TM۱، TM۳ ، TM۴ ، TM۵ برای مطالعه اکسید آهن وگروه دوم شامل TM۳ ، TM۴، TM۵، TM۷ که برای مطالعه کانی های محتوی هیدورکسیل مناسب تشخیص داده شد.

سپس چهار مولفه با استفاده از گروه های مذکور برای هریک ازدو متغیر به دست آمد وبا تفسیر PC ها معلوم شد مولفه سوم، مناسب ترین است؛ به عبارتی PC۳ گروه اول بیانگر وضعیت وتغییرات اکسید آهن و PC۳ است؛ به عبارتی PC۳ گروه اول بیانگر وضعیت وتغییرات اکسید آهن و PC۳ گروه دوم محتوی اطلاعاتی پیرامون کانی های محتوی هیدورکسیل می باشد.

۷-۱۱) معیارهای تغییرپذیری مکانی

Kacaze وهمکاران (۱۹۹۴) دریافتند می توان توابع واریوگرام را برای کمی کردن تغییرات مکانی داده های ماهواره ای به کار برد وبدین طریق به آشکار سازی الگوی تغییرات مکانی پدیده یا کلاس مورد نظر درتصاویر ماهواره ای پرداختند. چنین الگویی می تواند از طریق علائم وتغییرات مکانی کلاس ها حاصل شود. برای اینکه ، قبل از محاسبه MSV ، این الگوی تغییرات نشان داده شود، از روی دو مولفه سوم PC۳ های انتخاب شده در کلاس های آموزشی، برای شش لیتولوژی با استفاده از واریوگرام تجزیه وتحلیل شد. با توجه به محاسبات رایانه ای ، پارامترهایی مانند جهت، حداکثر فاصله ، فاصله تاخیر ، نوع واریوگرام و حتی برازش واریوگرام تعریف شد. درشکل ۸-۷ واریوگرام های جهت دار برای هر دو pc۳ وشش لیتولوژی در فاصله تاخیر یک پیکسل (۳۰ متر) نشان داده شده است. به طور کلی واریوگرام ها رفتار متفاوت مکانی لیتولوژی ها را با توجه به پارامتر آستانه ودامنه آنها نشان دادند. دامنه ها، همبستگی مکانی متغیرها را از مقادیر کم، یعنی کمتر از ۱۰۰ متر در آهک Reef تا حدود ۳۰۰ متر در آمفیبول داکیت نشان می دهند. آستانه (واریانس) نیز اختلاف های بین کلاس های لیتولوژی رابه شرح نشان می دهد که آهک Reef وآمفیبول اندازیت، آستانه پایینی نشان می دهند، درحالی که آمفیبول داکیت وریولیت از غیریکنواختی بیشتری برخوردارند و واریانس بیشتری دارند. این اختلافات قابل مشاهده درالگوی تغییرات مکانی کلاس های لیتولوژی ، که برخی از آنها ترکیبات یکسان دارند، صرفاً به دلیل کانی شناسی نیستند، بلکه بیانگر ارتباط ساختاری با فرایند تشکیل آنها نیز است. بنابراین ، رخنمون های آمفیبول داکیت (تپه ها) دامنه تغییرات مکانی بیشتری نشان می دهند تا آمفیبول آندزیت تشکیل شده با گسترش کم. این نتایج نشان می دهد تغییرات مکانی داده های ماهواره ای با توابع واریوگرام می تواند در مطالعه تشکیلات لیتولوژیکی مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۷-۶: واریوگرام های مستقیم تجربی در مناطق آموزشی

۷-۱۲) زمین آمار برای رفع مشکل ابر در تصاویر ماهواره ای

غالباً به دلیل پوشش ابری، استفاده از داده های AVHRR ماهواره NOAA برای مناطق وسیع با محدودیت هایی روبه روست. درمناطق کوچک ، امکان به دست آوردن تصویر بدون ابر ممکن است، ولی هنگامی که منطقه وسیعی مورد مطالعه باشد، امکان دسترسی به تصاویر بدون ابربسیار کم است. برای مثال، درتصاویر ماهواره ای کل اروپا هرگز امکان عاری بودن تصاویر از ابر وجود ندارد (Addink و Stein ، ۱۹۹۹). مطالعات آماری نشان می دهد درشمال غربی اروپا در ماه هایی که میزان پوشش ابری حداقل است. هنوز هم پوشش ابری ۴۰ ایجاد محدودیت می کند (Cramer , Leemans . ۱۹۹۱). بنابراین ماسک کردن موجب می شود تصاویر بدون اطلاعات داشته باشیم(Stein , Addink (۱۹۹۹) روش های مختلفی برای جایگزینی مقادیر ازدست رفته پیکسل های ابری با مقادیری که بیشترین شباهت ونزدیکی رابا تصاویر فاقد ابر دارند، ارائه کردند. دراینجا به شرح هفت روش مشتمل بر روش ساده جایگزینی تامحاسبه مقادیر با زمین آمار برای ۵ باند AVHRR ماهواره NOAA پرداخته می شود:

۱- جایگزینی ساده (SR)

$$\hat{Z}(P_0, t_1) = Z(P_0, t_{i-1}) \qquad \text{یا} \quad \hat{Z}(P_0, t_1) = Z(P_0, t_{i+1})$$

هر پیکسل ابری توسط مقادیر پیکسل درهمان محل که مربوط به یک روز بعد یا یک روز قبل است، جایگزین می شود. وقتی تصاویر دو روز متوالی از لحاظ هندسی و رادیومتری تصحیح شوند، واریانس روز به روز مقادیر پیکسل حداقل می شود و مقادیر پیکسل های یک تصویر می تواند برای جایگزینی مقادیر ازدست رفته در تصویر دیگر استفاده شود.

۲- حداکثر مقدار مرکب(Max VC)

$$\hat{Z}(P_{.}.t_{1}) = Max_{1 \le j \le 10}\ z(P_{.}.t_{i-1})$$

تاثیرات جوی مانند مه ، سبب کاهش ارزش عددی پیکسل ها در قلمرو حرارتی می شود. بنابراین زمانی که مزاحمت های جوی حداقل باشد، ارزش عددی پیکسل به بیشترین مقدار می رسد. برای هر پیکسل مجزا، حداکثر مقدار آن ازمیان ۱۰ تصویرروزهای متوالی به دست می آید.

۳- حداقل مقدار مرکب (Min VC)

روش Max VC برای باندهای حرارتی معتبر بوده و برای باندهای مرئی و مادون قرمز نزدیک قابل اعتماد نیست. وقتی مزاحمت های جوی حداقل باشد، مقادیر پیکسل ها کمترین خواهد بود. مقدار پیکسل در تصویر مرکب با انتخاب حداقل مقدار برای یک پیکسل، از ۱۰ تصویر روزهای متوالی به دست می آید.

۴- کریجینگ معمولی ^{2}(OK)

کریجینگ معمولی مقادیر پیکسل را به صورت مکانی درون یابی می کند (Huybregts , Journel ، ۱۹۷۸) وابستگی مکانی پیکسل ها در یک تصویر با واریوگرام نمایش داده می شود (Atkinson ، و همکاران، ۱۹۹۴) این واریوگرام با سه مشخصه اثر قطعه ای ، دامنه و آستانه تعریف می شود. مقادیر واریوگرام در t_i برای هر فاصله h به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\gamma(h) = \frac{\sum_{j=1}^{N(h)} (Z(P_j + h, t_i) - Z(P_j, t_i))^2}{2.N(h)}$$

که $Z(P_j+h, t_i)$, $Z(P_j, t_i)$ و j ام زوج مقادیر پیکسل اندازه گیری شده در یک فاصله h جدای زمان t_i است. تعداد کل این زوج ها $N_i(h)$ می باشد.

در کریجینگ معمولی ، واریوگرام می تواند به عنوان بهترین درون یاب خطی با وزن های y_i استفاده شود.

که یک همسایه پیکسل های مشاهده در t_i با فاصله r مقادیر از دست رفته که بایستی پیش بینی شود، قرار دارد.

۵- کوکریجینگ معمولی (CK)[1]

وقتی متغیر ثانویه ای موجود باشد و بین دو متغیر همبستگی قابل قبولی وجود داشته باشد، از تخمین استفاده می شود. کوکریجینگ اساساً برای صرفه جویی در وقت و هزینه ایجاد شده است Stein)

و همکاران، ۱۹۸۸) کوکریجینگ برای استفاده از مقادیر پیکسل در t_i و t_i ,t_{i+1} (t_{i-1}) و واریوگرام متقابل برای مدل کردن این حالت t_i ,t_{i+1} به این شرح به کار گرفته شده است:

$$\gamma_{i,j+1}(h)=\frac{\sum_{j=1}^{M(h)}(Z_k(P_j+h,t_i)-Z_k(P_j,t_i))(Z_k(P_j+h,t_{i+1})-(Z_k(P_j,t_{i+1})}{2.M_k(h)}$$

که کل تعداد زوج های قابل دسترس در t_i ,t_{i+1} مساوی $M(h)$ است. یک معادله مشابه برای واریوگرام های متقابل بین t_i ,t_{i+1} به کار می رود. مقادیر از دست رفته به شرح زیر محاسبه می شود:

$$\hat{Z}(P_o,t_{i/k})=\sum_{j\varepsilon\Omega i,k(r)}\lambda jZ_k(P_j,t_i)+\sum_{j\varepsilon\Omega_{i+1},k(r)}njZ_k(P_j,t_{i+1})$$

محاسبات با استفاده از مدل خطی، مشاهدات اندازه گیری شده در t_i ,t_{i+1} با وزن های صورت می گیرد.

۶- کریجینگ طبقه بندی شده (SK)[1]

در کریجینگ، برای برآورد مقادیر از دست رفته می توان از کل تصویر استفاده کرد، اما ممکن است غیر واقعی باشد، زیرا تصاویر ماهواره ای برای نمایش تفاوت ساختاری و اختلاف مقادیر پیکسل می باشد. بنابراین بهتر است منطقه را به واحدهای یکنواخت تر تقسیم کرد. پس یک واریوگرام برای هر واحد و فقط پیکسل های متعلق به همان واحد محاسبه بر اساس واحدهای هیدرولوژی، زمین شناسی یا پوشش اراضی می شود. واریوگرام K امین واحد به شرح زیر محاسبه می شود :

$$\hat{Z}(P_o,t_i) = Max_1 \le j \le 10 \quad Z(P_o,t_{i+j})$$

این رابطه $Z_k(0,0)$ مقدار پیکسل در K امین واحد را نشان می دهد. برآورد مقدار از دست رفته برابر است با :

$$\hat{Z}(P_o,t_i) = \sum_{j\varepsilon\Omega i(r)} \lambda j Z(P_j,t_i)$$

این رابطه Ω I,k(r) همسایه پیکسل های درون k امین واحد (نه دورتر از r جابه جا شده از محل پیشگویی) در زمان t را نشان می دهد.

۷- کوکریجینگ طبقه بندی شده (SCK)[1]

یک واریوگرام متقابل طبقه بندی شده بین پیکسل ها در t_i, t_{i+1} به شرح زیر تعریف می شود:

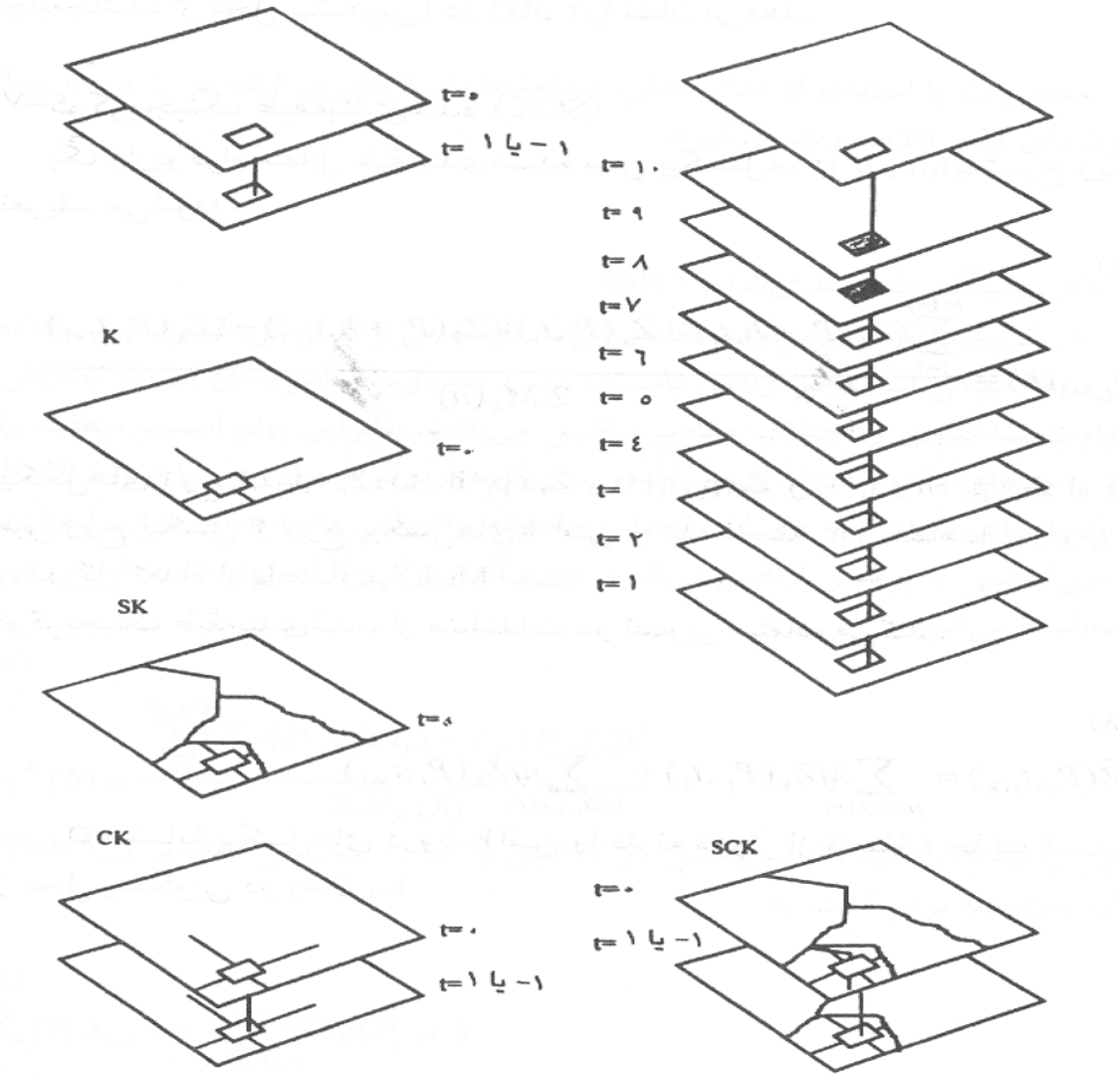
$$\gamma_{i,j+1}(h) = \frac{\sum_{j=1}^{M(h)} (Z_k(P_j+h,t_i) - Z_k(P_j,t_i))(Z_k(P_j+h,t_{i+1}) - (Z_k(P_j,t_{i+1})}{2.M_k(h)}$$

پیکسل های زوج $Z_K(p_j+h, t_{i+1})$, $Z_K(p_j+h, t_i)$,$Z_k(p_i , t_i)$ از j امین زوج پیکسل از زوج پیکسل های k امین واحد، فاصله h و مشاهدات در t_i, t_{i+1} و کل تعداد اینها مساوی $M_k(h)$ است.

کوکریجینگ طبقه بندی شده، از مشاهدات دو تصویر استفاده می کند:

Ω i+I/K همسایه پیکسل

$$\hat{Z}(P_o,t_{i/k}) = \sum_{j\varepsilon\Omega i,k(r)} \lambda j Z_k(P_j,t_i) + \sum_{j\varepsilon\Omega_{i+1},k(r)} nj Z_k(P_j,t_{i+1})$$



شکل۷-۷: نمودار هفت روش رفع مشکل ابر

نتایج مقایسه هفت روش مختلف جایگزینی پیکسل های ابر به کار رفته در تصاویر AVHRR ماهواره ای NOAA نشان می دهد، کوکریجینگ ، پایین ترین خطا را دارد و استفاده از روش کوکریجینگ برای حل مسئله اطلاعات از دست رفته، ساده و مناسب است، مشروط به اینکه تصویر روزهای متوالی با پوشش ابری کم موجود باشد، در غیر این صورت روش کریجینگ راه حل مناسبی است.

۷-۱۳) کاربرد زمین آمار در تخمین ماده آلی خاک

تجزیه و تحلیل توسط زمین آمار شامل دو مرحله اصلی است :

الف) تجزیه و تحلیل الگوی مکانی داده ها که منجر به واریوگرام ها می شود.
ب) درون یابی با استفاده از سمی واریوگرام ها
در تحقیقات سنجش از دور، توجه ویژه ای به مرحله اول (تجزیه و تحلیل الگوی مکانی) شده است. مطالعات نشان می دهد مولفه رنگ خاک مانند ماده آلی (OM) می تواند با استفاده از داده های ماهواره ای تخمین زده شود. اما در زمینه ارتباط سمی واریوگرام و داده های ماهواره ای، مطالعات اندکی با روش زمین امار یا DCK که یک روش غیر خطی دقیق تر از روش های خطی است، صورت گرفته است. این مطالعات نشان می دهد دقت پیشگویی تغییرات مکانی برای ماده آلی خاک با استفاده از داده های TM وروش DCK افزایش یافته است. در ضمن این تحقیقات نشان می دهد که کارایی سمی واریوگرام مربوط به باندهای TM بستگی به دامنه طیفی دارد. سمی واریوگرام های باندهای مرئی TM تحت تاثیر مولفه های بازتابی متعدد خاک قرار دارد.

انتخاب مناطق مناسب برای اکتشاف مواد معدنی بستگی به نوع ماده معدنی و شرایط تشکیل آن دارد. درفصلهای گذشته موضوع مدلهای تکتونیکی ، پترولوژیکی وآلتراسیون بحث شد ودر فصلهای بعدی نیز مدلهای ژئوشیمیایی وژئوفیزیکی نیز بررسی می شود. انتخاب مکانهای مناسب برای اکتشاف ذخایر معدنی که دارای سنگ منشأ مشخص بوده و در محیطهای تکتونیکی شناخته شده تشکیل می شوند با ذخایر معدنی اپی ژنتیک متفاوت هستند.
مواد معدنی فلزی وغیرفلزی نیز تفاوتهای زیادی از دیدگاه انتخاب مکانهای مناسب اکتشاف دارند. درشکل نوع اطلاعاتی که در اکتشاف ذخایر معدنی سین ژنتیک وارد سیستم GIS می شوند، درقالب عناوین اصلی مشخص شده است.
به عنوان مثال فرض براین است که موضوع اکتشاف مس درایران مطرح است و قرار است که مناطق مناسب برای اکتشاف مشخص ومعرفی شوند.
کانسارهای مهم مس عبارتند از:

۱- مس پورفیری
- نوع مونزونیتی
- نوع دیوریتی

۲- مس ماسیوسولفید
- نوع کروکو
- نوع قبرس

۳- مس رسوبی استراتی باند – استراتی فرم
۴- مس اسکارنی
۵- مس نوع Fe- Oxides- Au

۷-۱۴) انتخاب مناطق مناسب برای اکتشاف مس پورفیری

با استفاده از دانش زمین شناسی اقتصادی در خصوص کانسارهای مس پورفیری، اطلاعات مختلف به شرح زیر مورد استفاده قرار می گیرند:

الف- انتخاب و ورود اطلاعات

کمربندهای تکتونیکی زون فرورانش

چون کانسارهای مس پورفیری تاکنون فقط درکمربندهای آتشفشانی- نفوذی مرتبط با زونهای فرورانش کشف شده اند، بنابراین درایران باید درمقیاس کشوری، کار اکتشاف دراین کمربندها تعریف شود. یکی از کمربندهای مهم شناخته شده زون ارومیه – دختر است. درشمال و شرق ایران نیز با توجه به شرایط تکتونیکی پالئوتتیس ونئوتتیس نیز کمربندهای زون فرورانش وجود دارند.

سنگ منشأ

سنگ منشأ کانسارهای مس پورفیری توده های نیمه عمیق حدواسط (مونزونیت ، کوارتزمونزنیت، دیوریت، کوارتزدیوریت، سینیت آلکالن وکالک آلکالن غنی از پتاسیم)هستند، لذا درکمربندهای زون فروزانش با استفاده از نقشه های زمین شناسی ۱:۱۰۰.۰۰۰ ویا ۱:۲۵۰.۰۰۰ توده های نفوذی با ترکیب ذکر شده مشخص وپس از رقومی شدن با استفاده از نرم افزار مناسب (GIS) درراینه ذخیره سازی می شوند.

کاربرد مهم نقشه های زمین شناسی ۱:۱۰۰.۰۰۰ بیشتر برای انتخاب مناطق مناسب جهت اکتشاف می باشد، لذا نوع وکیفیت اطلاعات ارئه شده دراین نقشه باید پاسخ گوی اکتشاف باشد. به عنوان مثال کانسارهای مس پورفیری همراه گرانیتوئیدهای I کالک آلکالن و کانسارهای قلع پورفیری همراه گرانتیهای نوع S تشکیل می شوند. بنابراین درراهنما وگزارش نقشه علاوه برنام کلی واحدهای سنگی نام ژنتیکی واحدهای سنگی باید مشخص باشد تا در مرحله انتخاب مناطق مناسب بتوان تصمیم مناسب اتخاذ نمود.

این موضوع درنقشه های ۱:۱۰۰.۰۰۰ و ۱:۲۵۰.۰۰۰ درایران رعایت نشده است، لذا نقشه های زمین شناسی کمک چندانی به انتخاب مناطق مناسب جهت اکتشاف کانسارهای سین ژنتیک نمی کنند و باید با استفاده از تصاویر ماهواره ای و بازدید های صحرایی اقدام به تهیه نقشه های رقومی مناسب نمود.

آلتراسیون

محلولهای ماگمایی وگرمابی همزمان با تشکیل کانسارهای مس پورفیری باعث آلتراسیون سنگهای منطقه شده و انواع زونهای آلتراسیون تشکیل می شوند. نوع زونهای آلتراسیون بستگی به مدل مس پورفیری دارد. اطلاعات مربوط به آلتراسیون باید در نقشه های زمین شناسی ۱:۱۰۰.۰۰۰ ویا ۱:۲۵۰.۰۰۰ گزارش شده باشد. تعداد اندکی از نقشه های زمین شناسی ایران دارای اطلاعات مربوط به آلتراسیون هستند. آلتراسیون بهترین راهنمای اکتشافی ذخایری است که در تشکیل آن محلولهای ماگمایی نقش داشته اند. در اینجا نیز توسط پردازش تصاویر ماهواره ایی باید اقدام به تهیه نقشه آلتراسیون ها نمود.

خط واره ها

بررسی چگالی خط واره ها به عنوان معیاری برای اکتشاف کانسارهای نوع پورفیری استفاده شده است. به کمک رابطه زیر می توان نقشه فاکتور خط وارگی را تهیه کرد. (هارد کاسل،۱۹۹۶).

$$\text{Photo lineament Factor Value} = a/A + b/B + c/C$$

a = تعداد خط واره ها در هر سلول

b = تعداد تقاطع خط واره ها در هر سلول

c = طول خط واره ها در هر سلول

C,B,A = میانگین این پارامترها در کل نقشه مورد مطالعه

روش کار به این صورت است که در ابتدا خط واره ها ازتصاویر ماهواره ای با عکسهای هوایی استخراج شده وسپس با استفاده از انتخاب شبکه سلولی مناسب، پارامترهای ذکر شده استخراج می گردد. نقشه به دست آمده به صورت کانتوری رسم می گردد. مناطق با فاکتور خط وارگی بالاتر می تواند مناطق مطلوب را جهت اکتشاف کانسارهای پورفیری مشخص نمایند.

تصاویر پردازش شده ماهواره ای

درکمربند آتشفشانی – نفوذی زون فرورانش چنانچه اطلاعات ژئوشیمیایی رسوبات رودخانه ای، خاک ویا سنگ موجود باشد، این اطلاعات نیز رقومی شده ودر لایه های مختلف براساس نوع اطلاعات (رسوبات ویا سنگ) وهمچنین براساس نوع عناصر ذخیره سازی می شوند.

نقشه های اطلاعات ژئوفیزیکی

اطلاعات ژئوفیزیکی که در انتخاب مناطق جهت اکتشاف مس پورفیری مفید وموثر است عبارتنداز: مغناطیس هوایی و رادیومتری هوایی .

سازمان انرژی اتمی ایران برای بعضی از نقاط کشور دارای این اطلاعات می باشد. بنابراین با توجه به کمربندهای انتخابی ، اطلاعات مغناطیس هوایی ورادیومتری (مربوط به پتاسیم) دراین مناطق رقومی شده و در لایه های مشخص ذخیره سازی می شوند.

معادن فعال ومتروکه

استفاده از معادن فعال ومتروکه pb-zn با توجه به مدل کانی سازی ذخایر مس پورفیری می تواند مفید واقع شود. مجدداً در کمربند مورد نظر معادن وغیرفعال وهمچنین اندیسهای pb-zn با توجه به مختصات آنها به صورت لایه های مشخص وارد سیستم می شوند.

ب – پردازش، تلفیق ، تحلیل ونتیجه گیری

اطلاعات ذخیره شده در رایانه با استفاده از نرم افزار مخصوص برای کانسارهای مس پورفیری بررسی وتحلیل می شوند. نقاط مناسب برای اکتشاف مشخص وامتیازبندی می گردند. بنابراین GIS RS , علاوه برذخیره سازی اطلاعات امکان مقایسه اطلاعات مختلف را همزمان فراهم می کند ومی توان درمقیاس مختلف این اطلاعات را مقایسه کرد.

با در نظر گرفتن تمامی مطالبی که گفته شد می توان چنین بیان داشت که جهت صرفه جویی در زمان و هزینه (جدا از هزینه زمان) و همچنین مدیریت بهتر اطلاعات و رسیدن به نتیجه مطلوب تر استفاده از فناوری RS , GIS در تمامی مراحل اکتشافی امری لازم و ضروری به نظر می رسد.

پیشنهادات

پیشنهاد می شود در مراحل مختلف کارهای اکتشافی نقشه های مناسب از طریق سنجش از دور ایجاد و با استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی و تلفیق نقشه های حاصل از تصاویر سنجش از دور با سایر نقشه ها به نتیجه مطلوب دست یابیم.

منابع و ماخذ

فهرست منابع فارسی

۱- حائز ، ر ،۱۳۷۴ ، اصول سنجش از دور ، انتشارات مرکز سنجش از دور ایران ، چاپ دوم۳۵ ص

۲- زبیری ، م ،۱۳۸۵ ، آشنایی با فن سنجش از دور و کاربرد در منابع طبیعی ، انتشارات دانشگاه تهران ، چاپ ششم ،۳۱۰ ص

۳- طاهرکیا، ح ،۱۳۸۴ ، سیستم اطلاعات جغرافیایی ، انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت) ، چاپ دوم ۳۶۸ ص

۴- علوی پناه ، ک ، ۱۳۸۲ کاربرد سنجش از دور در علوم زمین ، انتشارات دانشگاه تهران ، چاپ اول ، ۴۶۲ ص

۵- علیزاده ربیعی ، ح ، ۱۳۸۴ ، سنجش از دور ، انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت) ، چاپهفتم ،۲۹۲ ص

۶- کریم پور ، م ،۱۳۸۴ ، اکتشاف ذخایر معدنی ، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد ، چاپ اول۶۳۶ ص

۷- مالمیریان ، ح ، ۱۳۸۱ ، اصول و مبانی سنجش از دور و تعبیر و تفسیر تصاویر هوایی و ماهواره ای ، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح ، چاپ دوم۳۵۰ ص

۸- مرکز اطلاعات جغرافیایی شهر تهران ، ۱۳۷۸ ، مدیریت سیستم های اطلاعات جغرافیایی ، انتشارات مرکز اطلاعات جغرافیایی شهر تهران ، چاپ اول۲۹۶ ص

فهرست منابع لاتین

1- Arctur , D , Designing geodatabases , Esri Press , USA , 2004
2- Aronoff , S , Remote sensing for GIS managers , Esri Press , New york , 2005
3- Borengasser , M , Hyperspectral remote sensing principles and applications , 4- CRC Press (Taylor & Francis Goup) , USA , 2007
5- Clark , K , Geographic information systems and environmental modeling , PHI , India , 2004
6- Goodchild , M , Geographic information systems and science, Wiley & Esri Press , USA , 2005
7- McCoy , R , Field method in remote sensing , Rawat , India , 2006
8- Richards , J , Remote sensing digital image analysis , Springer , Germany , 2006

ABSTRACT

In depth on individual imagine working at a metal workshop has worked. From his perspective, the workshop and on a larger scale in the city, considered by his world and his view of nature can be boundless, while he traveled a month today, in half an hour by plane and the satellites are Pymayym us during each Earth Day again turns around. educated man's limited land and sees her eyes like ancient man without land is not infinite and the Bank. And today we know that the earth and its resources are limited and each day greater recognition of its size and resources we are closer and the first step to manage human use of these resources mapping and image scanning, and review land and for this purpose to those involved aerial photographs and then images from sensor installed on aircraft and satellites give you. maps of different satellite images were obtained and the need to overlap and combine them with other maps obtained from geochemical and geophysical science geology and other sciences to identify suitable locations for mineral exploration and mining to determine promising areas was felt by geographic information systems knowledge and images from remote sensing with other maps it was possible and feasible. in the present text Try that first, geographic information systems and remote sensing applications and then introduce them to determine areas with mineral potential and promising to be considered.

ISLAMIC AZAD UNIVERSITY
TEHRAN SOUTH BRANCH
FACULTY OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF MINING ENGINEERING

"M.Sc" SEMINAR

SUBJECT:

Rated telemetry (RS) and Geographic Information System (GIS) in the exploration of promising areas

THESIS ADVISOR:
Ph.D A.Jafarzadeh

BY:
Seyed Masoud Hashemi Ahmadi

September 2008