گروه جغرافیا
(آ/۸۷)

دانشگاه پیام‌نور
۱۶۳۳

سرشناسه	: رضوانی، علی‌اصغر، ۱۳۳۱ –
عنوان و نام پدیدآور	:کاربرد عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای در جغرافیا (رشته جغرافیا)/مولف علی‌اصغر رضوانی ؛ تجدیدنظر توسط رودابه فرهادی.
وضعیت ویراست	: ویراست ۲.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه پیام نور، ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری	: دوازده، ۱۸۳ ص.
فروست	: دانشگاه پیام نور؛ ۱۶۳۳ .گروه جغرافیا؛ آ/۸۷.
شابک	: 978-964-387-670-8
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: چاپ قبلی: دانشگاه پیام نور: ۱۳۸۰(۱۵۶ ص).
یادداشت	: کتابنامه
موضوع	: عکاسی هوایی در جغرافیا -- آموزش برنامه‌ای
موضوع	: عکاسی هوایی در جغرافیا -- آزمونها و تمرینها(عالی)
موضوع	: جغرافیا -- سنجش از دور -- آموزش برنامه‌ای
شناسه افزوده	: فرهادی، رودابه
شناسه افزوده	: دانشگاه پیام نور
رده بندی کنگره	: ۱۳۸۹ ۲ک۶ر/G۷۰/۴
رده بندی دیویی	: ۶۲۱/۳۶۷۸
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۰۵۴۵۵۴

کاربرد عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای در جغرافیا

دکتر علی‌اصغر رضوانی

ویرایش علمی و تجدیدنظر: دکتر رودابه فرهادی.

تهیه و تولید: مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی

چاپ و صحافی: انتشارات دانشگاه پیام‌نور

تعداد: * * *

چاپ.....،۱۳۸۹

قیمت: * * *

کلیهٔ حقوق نشر اعم از چاپی، الکترونیکی و اینترنتی برای دانشگاه پیام‌نور محفوظ است.

دانشگاه پیام‌نور

کاربرد عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای در جغرافیا

(رشتهٔ جغرافیا)

دکتر علی‌اصغر رضوانی

ویرایش علمی و تجدیدنظر: دکتر رودابه فرهادی

بسم الله الرحمن الرحیم

پیشگفتار ناشر

کتاب‌های دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف یک درس در یک یا چند رشتهٔ دانشگاهی، به‌صورت کتاب درسی، متن آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک‌درسی چاپ می‌شوند.

کتاب درسی ثمرهٔ کوشش‌های علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصل‌های مصوب تهیه و پس از داوری علمی، طراحی آموزشی، و ویرایش علمی در گروه‌های علمی و آموزشی، به چاپ می‌رسد. پس از چاپ ویرایش اول اثر، با نظرخواهی‌ها و داوری علمی مجدد و با دریافت نظرهای اصلاحی و متناسب با پیشرفت علوم و فناوری، صاحب اثر در کتاب تجدیدنظر می‌کند و ویرایش جدید کتاب با اعمال ویرایش زبانی و صوری جدید چاپ می‌شود.

متن آزمایشگاهی (م) راهنمایی است که دانشجویان با استفاده از آن و کمک استاد، کارهای عملی و آزمایشگاهی را انجام می‌دهند.

کتاب‌های فرادرسی (ف) و **کمک‌درسی** (ک) به منظور غنی‌تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه و بر روی لوح فشرده تکثیر می‌شوند و یا در وبگاه دانشگاه قرارمی‌گیرند.

مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی

فهرست

پیشگفتار **نه**
فصل اول ـ تفسیر عکس‌های هوایی **۱**
مقدمه ۱
۱ـ۱. اصول و معیارهای تفسیر عکس‌های هوایی ۱
۱ـ۲. عوامل اصلی شناخت و تفسیر ۲
۱–۲–۱. شکل ۵
۱–۲–۲. اندازه ۵
۱–۲–۳. تن عکسی ۸
۱–۲–۴. رنگ ۱۰
۱–۲–۵. نقش یا الگو ۱۲
۱–۲–۶. سایه ۱۳
۱–۲–۷. موقعیت توپوگرافیکی و تأثیر سایر عوارض ۱۵
۱–۲–۸. بافت ۱۹
۱ـ۳. انواع فیلم و فیلتر در عکس‌برداری هوایی ۲۰
۱ـ۳ـ۱. فیلم‌های مورد استفاده در عکس‌برداری هوایی ۲۲
۱ـ۳ـ۲. فیلترهای مورد استفاده در عکس‌برداری هوایی ۲۳
۱ـ۴. زمان عکس‌برداری هوایی ۲۶
۱ـ۴ـ۱. عکس‌برداری بهاری ۲۷
۱ـ۴ـ۲. عکس‌برداری تابستانی ۲۹
۱ـ۴ـ۳. عکس‌برداری پاییزی ۳۱
۱ـ۴ـ۴. عکس‌برداری زمستانی ۳۲
۱ـ۵. برجسته بینی ۳۴
۱ـ۶. استریوسکوپ و انواع آن ۳۶
۱ـ۶ـ۱. استریوسکوپ جیبی ۴۰
۱ـ۶ـ۲. استریوسکوپ آیینه‌دار ۴۱

۱ـ۶ـ۳. چگونگی توجیه عکس‌های هوایی برای برجسته بینی با استریوسکوپ جیبی ۴۲
۱ـ۶ـ۴. چگونگی توجیه عکس‌های هوایی برای برجسته بینی با استریوسکوپ آیینه‌دار ۴۴
خلاصه ۴۸
خودآزمایی ۴۹

فصل دوم ـ تفسیر تصویرهای ماهواره‌ای **۵۱**
مقدمه ۵۳
۲ـ۱. تفسیر داده‌های ماهواره‌های لندست ۵۳
۲ـ۲. تفسیر تصویرهای ماهواره‌ای به روش سنتی ۵۴
۲ـ۲ـ۱. دستگاه‌های ترکیب رنگ ۵۴
۲ـ۲ـ۲. ترانسفرسکوپ‌های زوم‌کننده ۵۶
۲ـ۲ـ۳. دستگاه‌های تبدیل عکس به ارقام و اعداد ۵۷
۲ـ۳. تفسیر داده‌های ماهواره‌ای به روش پیشرفته ۵۹
۲ـ۴. نقشه‌های تصویری ۶۱
۲ـ۴ـ۱. اطلاعات کارتوگرافی نقشه‌های تصویری ۶۴
۲ـ۴ـ۲. اطلاعات طیفی نقشه‌های تصویری ۶۴
۲ـ۴ـ۳. نحوه تشخیص و ترسیم پدیده‌های طبیعی و مصنوعی ۶۵
۲ـ۴ـ۴. موارد خاص کاربرد نقشه‌های تصویری ۶۸
۲ـ۴ـ۵. مزایا و محدودیت‌های نقشه‌های تصویری ۷۵
خلاصه ۷۶
خودآزمایی ۷۷

فصل سوم ـ کاربرد عکس‌های هوایی در شناسایی و مطالعه پدیده‌های طبیعی **۷۷**
مقدمه ۷۹
۳ـ۱. معیارهای شناسایی پدیده‌های طبیعی از روی عکس‌های هوایی ۷۹
۳ـ۱ـ۱. توپوگرافی ۸۰
۳ـ۱ـ۲. شبکه‌های زهکشی ۸۱
۳ـ۱ـ۳. بافت شبکه‌ی زهکشی ۸۳
۳ـ۱ـ۴. فرسایش ۸۶
۳–۱–۵. زمینه‌ی خاکستری ۸۷
۳ـ۱ـ۶. پوشش گیاهی ۸۷
۳ـ۲. کاربرد عکس‌های هوایی در شناسایی سنگ‌های تشکیل دهنده پوسته زمین ۸۸
۳ـ۲ـ۱. شناسایی سنگ‌های آذرین از روی عکس‌های هوایی ۸۹
۳ـ۲ـ۲. شناسایی سنگ‌های رسوبی از روی عکس‌های هوایی ۸۹
۳ـ۲ـ۳. شناسایی سنگ‌های دگرگونی از روی عکس‌های هوایی ۹۴
۳ـ۴. کاربرد عکس‌های هوایی در مطالعات خاک ۹۹
۳ـ۴ـ۱. بافت خاک ۹۹
۳ـ۴ـ۲. افق‌بندی خاک ۱۰۰
۳ـ۵. کاربرد عکس‌های هوایی در مطالعه پدیده‌های بیابانی ۱۰۲

۳ـ۶. کاربرد عکس‌های هوایی در مطالعه پوشش گیاهی ۱۰۵
۳ـ۶ـ۱. مطالعه پوشش گیاهی جنگلی و مرتعی از روی عکس‌های هوایی ۱۰۸
۳ـ۶ـ۲. مطالعه پوشش گیاهی زمین‌های کشاورزی از روی عکس‌های هوایی ۱۱۰
۳ـ۷. کاربرد عکس‌های هوایی در مطالعه منابع آب ۱۱۱
خلاصه ۱۱۵
خودآزمایی ۱۱۷

فصل چهارم ـ کاربرد عکس‌های هوایی در شناسایی عوارض انسانی ۱۱۹
مقدمه ۱۱۹
۴ـ۱. کاربرد عکس‌های هوایی در مطالعات شهری ۱۲۰
۴ـ۱ـ۱. ساختار شهر ۱۲۵
۴ـ۱ـ۲. منطقه مسکونی ۱۲۶
۴ـ۱ـ۳. منطقه تجاری ۱۳۰
۴ـ۱ـ۴. مراکز خدماتی ۱۳۱
۴ـ۱ـ۵. فضای سبز ۱۳۲
۴ـ۱ـ۶. شبکه‌ی ارتباطی شهر ۱۳۲
۴ـ۲. کاربرد عکس‌های هوایی در مطالعات صنعتی ۱۳۴
۴ـ۲ـ۱. صنایع استخراجی ۱۳۴
۴ـ۲ـ۲. صنایع تبدیلی ۱۳۵
۴ـ۲ـ۳. صنایع تولیدی ۱۳۸
۴ـ۳. کاربرد عکس‌های هوایی در مطالعات باستان شناسی ۱۴۰
۴ـ۴. کاربرد عکس‌های هوایی در مهندسی راه و ساختمان ۱۴۰
۴ـ۵. کاربرد عکس‌های هوایی در امور نظامی و امنیتی ۱۴۱
خلاصه ۱۴۲
خودآزمایی ۱۴۴

فصل پنجم ـ کاربرد تصویرهای ماهواره‌ای در آمایش سرزمین و مطالعه پدیده‌های انسانی و طبیعی ۱۴۵
مقدمه ۱۴۵
۵ـ۱. آمایش سرزمین ۱۴۶
۵ـ۲. تعریف کاربری زمین ۱۴۷
۵ـ۳. کاربرد تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی در تهیه نقشه‌های کاربری زمین ۱۵۰
۵ـ۴. کاربرد داده‌های ماهواره‌ای در مطالعه و حفظ منابع طبیعی ۱۵۱
۵ـ۵. کاربرد تصویرهای ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی در بررسی تغییرات کاربری‌های مختلف ۱۵۵
۵ـ۶. کاربرد داده‌های ماهواره‌ای در مطالعه نواحی کشاورزی ـ روستایی ۱۶۱
۵ـ۷. کاربرد تصویرهای ماهواره‌ای در مطالعه نواحی صنعتی ـ شهری و مسائل نظامی ۱۶۷
خلاصه ۱۷۳
خودآزمایی ۱۷۶
پاسخ خودآزمایی‌های فصل اول تا پنجم ۱۷۹

فهرست منابع و مآخذ ۱۸۲

پیشگفتار

کتاب کاربرد عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای به‌منظور استفاده‌ی دانشجویان دوره‌ی کارشناسی جغرافیا و سایر علاقه‌مندان به رشته‌ی تحریر در آمده است. از اهداف ارائه مطالب کتاب حاضر آشنایی با کاربرد عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای در مطالعات جغرافیایی است. جغرافیای کاربردی بدون استعانت از عکس و نقشه مفهومی ندارد و هر نوع برنامه‌ریزی دارای هدف‌های فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی شخصی است که انجام و اجرای آن می‌بایست بدون تخریب محیط زیست صورت گیرد. روش‌هایی که از اوایل قرن بیستم تا به امروز در مطالعات و تحقیقات جغرافیایی مورد استفاده قرار گرفته و در برنامه‌ریزی‌ها نیز اساس کار به‌شمار می‌رود، استفاده و به‌کارگیری عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای و تفسیر آنها، کارتوگرافی، به‌کارگیری سیستم‌های کامپیوتری و تحلیل‌های مکانی است. از این رو کاربرد عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای، کمک ارزنده‌ای به شناخت وضع موجود می‌نماید و اطلاعات ذیقیمتی را در این رابطه به‌دست می‌دهد و بدین وسیله امر برنامه‌ریزی و آمایش سرزمین را آسانتر می‌کند. در تدوین این کتاب سعی شده است مطالب و نکات علمی با زبانی ساده ارائه شود تا ابهامات ممکن در مورد مطالب طرح شده به حداقل کاهش یابد و دانشجویان بتوانند با برخورداری از حداقل راهنمایی از آن بهره‌گیری نمایند. تقدم و تأخر ارائه‌ی مطالب علمی و تسلسل آن به نحوی است که با سایر کتب مرجع و منابع مختلف در این زمینه هماهنگی لازم را دارا است و بنابر تجربه‌ی نگارنده در امر تدوین بیشترین کارآیی مطلوب را در فراگیری مطالب درسی ارائه می‌نماید.

در فصل اول این کتاب اصول و معیارهای تفسیر عکس‌های هوایی بیان شده است و ابزارهایی که به تفسیر کمک می‌کنند معرفی شده است. و در فصل دوم تفسیر تصویرهای ماهواره‌ای مورد بررسی قرار گرفته است. نحوه‌ی استفاده و کاربرد عکس‌های هوایی در شناسایی عوارض طبیعی و معیارهای شناسایی ناهمواری‌ها بر روی عکس‌های هوایی در فصل سوم آمده است، در فصل چهارم چگونگی استفاده از عکس‌های هوایی در شناسایی عوارض انسانی مطرح شده که عمدتاً بر مطالعات شهری تأکید بیشتری دارد و در فصل پنجم آمایش سرزمین و نقشی که داده‌های ماهواره‌ای در این رابطه ایفا می‌کنند مورد بحث قرار گرفته است.

گرچه هنوز مراجع و منابع گسترده‌ای به زبان فارسی از کاربرد عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای در جغرافیا در اختیار دانشجویان و علاقه‌مندان نیست، ولی آثار معتبر علمی در زمینه‌ی کلی سنجش از دور کم نیستند و در عین حال کمبود شدیدی در بعضی از زمینه‌های تخصصی این رشته و منابع قابل دسترس آن وجود دارد. یکی دیگر از اهداف این کتاب جبران این کمبودها و ارائه‌ی مرجعی در این زمینه است، با این امید که عرضه مزبور گامی بسیار کوچک در برآورد این مهم بوده باشد.

علی‌اصغر رضوانی

بهار ۱۳۷۳

تجدیدنظر این کتاب همزمان با برگزاری دومین همایش ملی علوم جغرافیایی دانشگاه پیام‌نور و ارائه جدیدترین دستاوردها در این رابطه بود که تلاش شد حداکثر استفاده از این امکان صورت پذیرد.

همچنین در افزودن شکل‌ها و تصاویر از پاورپوینت آموزشی آقای دکتر علی نصیری استفاده فراوانی به عمل آمده است. در اینجا لازم است از برگزارکنندگان همایش فوق و جناب آقای دکتر نصیری قدردانی و تشکر شود. امید است مطالب مورد تجدیدنظر قرار گرفته، پاسخگوی دانشجویان عزیز باشد.

در پایان ضمن تشکر از همه اندیشمندان و سروران گرامی، منتظر دریافت نظرات اصلاحی، پیشنهادات و انتقادات از طریق پست الکترونیکی **r_farhady@yahoo.com** می‌باشم.

رودابه فرهادی

بهار ۱۳۸۹

مقدمه تجدیدنظر کننده

بیش از ۱۵ سال از تدوین کتاب کاربرد عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای در جغرافیا می‌گذرد و در طول این مدت، تدریس آن در مراکز و واحدهای دانشگاه پیام‌نور برای دانشجویان رشته جغرافیا ادامه داشته است. در این دوره زمانی تحولات سریع و چشمگیری در فن سنجش از دور و کاربردهای آن حاصل شده است و لازم به نظر می‌رسید این تغییرات و پیشرفت‌ها در منابع درسی لحاظ شود.

با عنایت به این امر، مدیریت محترم تولید محتوا و تجهیزات آموزشی دانشگاه پیام‌نور تجدیدنظر کتاب فوق را بر عهده بنده قرار داد تا با بضاعت اندک علمی و فرصت کم، تا حد امکان مطالب کتاب را مورد تجدیدنظر قرار دهم.

بدین منظور تلاش نمودم مطالب کتاب را با زبانی ساده بیان نموده و تصاویر کتاب را نیز مورد اصلاح یا تجدیدنظر قرار دهم. در فصل اول ضمن اضافه نمودن عکس‌های جدید، مطالبی در رابطه با انواع فیلم و فیلتر مورد استفاده در عکس‌برداری هوایی افزوده شده و ضمن اشاره به انواع استریوسکوپ‌ها چگونگی توجیه عکس‌های هوایی برای برجسته‌بینی مورد ویرایش و تجدیدنظر قرار گرفته است. در فصل دوم، ضمن ویرایش متن، تصاویر جدیدی افزوده شده و تصاویر قبلی مورد اصلاح قرار گرفته است. در فصل سوم و چهارم و پنجم نیز ضمن اصلاح یا تغییر تصویرها و شکل‌ها، مطالب جدیدی افزوده شد. تصاویر و مطالبی از قابلیت‌های ماهواره‌ای جدید زینت‌بخش فصل پنجم شده است. شایان ذکر است استریوگرام‌های تهیه شده در متن کتاب، قابلیت دید برجسته با استفاده از استریوسکوپ جیبی را دارند.

فصل اول

تفسیر عکس‌های هوایی

مقدمه

منظور از تفسیر عکس‌های هوایی کاربرد شیوه‌هایی است که توسط آن پدیده‌های مختلف، حدود و طبیعت آنها بر روی عکس تعیین شده و بالاخره رابطه‌ی آنها با محیط زیست مورد بررسی قرار می‌گیرد. تعیین شیوه‌ای خاص برای تفسیر کاری است بسیار دشوار، زیرا هر مفسری با توجه به شناخت و معرفت قبلی خود از اشیاء و پدیده‌ها آنها را مورد و تجزیه و تحلیل، بررسی قرار می‌دهد. اما می‌توان شیوه‌هایی بسیار کلی، ممکن و مفید برای تفسیر را مورد بررسی قرار داد. روند تفسیر عکس که طی آن مفسر را به اخذ حداکثر اطلاعات در ارتباط با موضوع مورد مطالعه یاری می‌نماید، نیازمند آن است که قبل از بررسی بر روی عکس، اطلاعات قبلی و منابع مختلف درباره‌ی موضوع مورد نظر جمع آوری و مطالعه شود.

تفسیر ویژگی‌ها نیز شامل تقسیم عکس به واحدهای کمی و کیفی پدیده مورد نظر است. بدین منظور بر روی عکس کاغذ شفاف قرار داده می‌شود و به وسیله‌ی مداد با توجه به ویژگی‌های کلی، تفکیک یاد شده انجام می‌پذیرد به‌طوری که هر واحد با واحدهای مشابه خود در یک گروه قرار داده می‌شود و سپس با واحدهای مختلف مورد مقایسه قرار می‌گیرد. نتایج حاصل از تفسیر عکس‌های هوایی بین مفسران مختلف متفاوت است و آن دسته از مفسرانی که دارای تجارب بیشتری هستند بهتر می‌توانند عکس‌های هوایی را تفسیر کرده و اطلاعات مورد نیاز را از آنها دریافت دارند.

تفسیر کلی عکس شامل مشاهده‌ی پدیده‌ها و ویژگی‌های قابل رؤیت بر روی عکس هوایی است. درجه‌ی شناسایی استریوسکوپی یک شیئی رابطه‌ی مستقیم با

آشنایی مفسر در پدیده‌ی مورد نظر دارد. خانه‌ها، درختان و جاده‌ها به سادگی قابل تشخیص هستند که البته این هم بستگی به مقیاس و کیفیت عکس دارد. اما شناسایی مواردی مثل نوع پوشش گیاهی، نوع خاک، نوع سنگ و غیره بدون در نظر گرفتن معیارهای مختلف که در جای خود به آنها اشاره خواهد شد، کاری بس دشوار است. در تفسیر کلی عکس پس از مشاهده‌ی تمام نقاط تحت پوشش استریوسکوپی باید سعی گردد اشیاء و پدیده‌های مختلف از یکدیگر تفکیک و طبقه‌بندی گردند تا پس از مشاهده و کنترل مستقیم، برخی از آنها بر روی زمین مورد ارزیابی قرار گیرند.

۱-۱. اصول و معیارهای تفسیر عکس‌های هوایی

در شناخت عوارض از روی عکس‌های مایل یا آنها که به‌وسیله دوربین‌های دستی گرفته می‌شوند، کمتر کسی دچار مشکل می‌گردد، چون آنچه در عکس تصویر شده، مطابق شکل‌هایی است که روزانه انسان با چشم عادی می‌بیند، در حالی که در عکس‌های هوایی عمودی که از چندین هزار متری زمین برداشته شده است، شناخت اجسام کار چندان ساده‌ای نمی‌باشد؛ بخصوص برای افرادی که هرگز زمین زیر پای خود را از هوا و از درون هواپیما یا هلی‌کوپتر ندیده‌اند، این مسأله مشکل‌تر به نظر می‌رسد.تفسیر عکس‌های هوایی یعنی عمل بررسی این عکس‌ها به منظور شناسایی اشیاء و نتیجه‌گیری از آن‌ها.

یک مفسر خوب و با تجربه همیشه دانستنی‌های ذهنی خود را با درک عینی و داده‌های عکس، در تشخیص عوارض طبیعت و شرایط مربوطه، توأم کرده و با توجه به تعدادی از عوامل مهم، می‌تواند عکس‌های هوایی را تعبیر و تفسیر نماید. عوامل زیر در درک و تفسیر عکس‌های هوایی اثر مستقیم و قطعی دارند.

۱. حساسیت ترکیب و فیلم و فیلتر و یا حساسیت سایر دستگاه‌های کشف و ظبط.
۲. عکس‌گیری و عمل آوردن فیلم و تصویر
۳. فصل سال
۴. ساعت عکس‌برداری
۵. اثرات آتمسفر
۶. مقیاس تصویر

۷. قدرت نقش‌گیری یا تجزیه‌پذیری مجموعه سیستم ضبط تصویر
۸. حرکت تصویر در لحظه عکاسی
۹. پارالاکس استریوسکوپی
۱۰. قدرت دید و درک تشخیص مفسر
۱۱. ابزار و تکنیک تعبیر و تفسیر
۱۲. کمک‌های تعلیماتی در دسترس

باید توجه داشت که عوامل ۱ تا ۹، همه بر روی کیفیت تصویر مؤثرند، در حالی که شماره‌های ۱۰، ۱۱و ۱۲ و مربوط به استخراج و کشف اطلاعات لازم از تصویر می‌باشند، بدون شک، ترکیب بعضی از عوامل فوق می‌تواند کمک مؤثرتری به مفسر بنماید، بنابراین باید عوامل مهمتر و مؤثرتر را در این بحث شناخت و اولویت‌ها را تعیین نمود تا بتوان از علم «سنجش از راه دور» بهتر نتیجه‌گیری کرد.

از آنجا که یک مفسر در موقع خواندن عکس، با مقادیر زیادی اطلاعات و داده‌های عکسی روبه‌رو است، که باید در خصوص آنها قضاوت نماید، لذا علم تفسیر، جنبه‌ی هنری نیز دارد. در واقع می‌توان گفت که تفسیر ترکیبی از هنر و علم است. مفسر باید هم دارای ابزار تعبیر و تفسیر باشد و هم اطلاعات جامعی از طبیعت داشته باشد تا بتواند به‌طور صحیح نسبت به آنچه می‌بیند، قضاوت نماید.

یک مفسر با تجربه بایستی دارای انباری از اطلاعات در ذهن باشد تا بتواند با توجه به جمیع جهات، اظهار نظر دقیق کند. لازم است مفسر اطلاعات عمومی در زمینه‌های جغرافیا، زمین‌شناسی، جنگل‌بانی، مهندسی و سایر رشته‌های مربوط به طبیعت و فرهنگ منطقه داشته باشد. با یک دید سریع استریوسکوپی، نمی‌توان قضاوت دقیقی در مورد عوارض پیچیده زمینی نمود، بلکه مفسر باید بداند که در تصویر مورد مطالعه کم و بیش متوقع دیدن چه اجسام و عوارضی است و همچنین باید بداند که چه عوامل و شکل‌هایی را در آن محل نباید ببیند تا در نتیجه بتواند در کوتاه‌ترین مدت اطلاعات دقیق‌تری را از تصویر بگیرد.

در بعضی شرایط خاص و با توجه به سایر عوامل جانبی، حتی ممکن است یک مفسر به آنچه که روی عکس نمی‌بیند، پی ببرد، مانند خطوط نفت و گاز زیر خاک یا فرودگاه‌های مستتر شده. در این رابطه، تجربه و قدرت تخیل و تفکر مفسر حائز اهمیت فراوان است. به عبارت دیگر، فردی که در طبیعت، در کنار یک جسم یا عارضه‌ای بایستد و

نتواند آن را تشخیص دهد، بدون شک، روی عکس هوایی که چندین هزار برابر هم کوچکتر شده، قادر به انجام این برنامه نیست. البته، در مسائل شناسایی نظامی که اطلاعات جانبی عوارض و پدیده‌ها کم می‌باشد، معمولاً، مفسر لفظ «احتمالاً یا امکان دارد» را در جلو یافته‌های خود خواهد گذاشت تا توجیهی برای کمبود اطلاعات و در نتیجه، امکان اشتباه باشد.

اگر برای امور کارتوگرافی و مهندسی فتوگرامتری عکس‌های تازه مورد استفاده قرار گیرد، مسائل تفسیری ساده‌تر خواهد بود. چنانچه پوشش‌های مکرری در تاریخ‌های گوناگون از منطقه موجود باشد، کمک بیشتری به بالا بردن دقت یافته‌ها و راحتی کار مفسر می‌نماید. برای تشخیص مسائل مربوط به عمران شهری و بهره‌وری از سرزمین، برنامه‌ریزی دقیق برای زمان پرواز اهمیت بسیار دارد.

در فرایند تفسیر عکس‌های هوایی، مفسر معمولاً هفت کار را انجام می‌دهد که شامل موارد ذیل است:

۱. **آشکار سازی:** در این عملیات، پدیده‌هایی که به طور مستقیم مرئی هستند، مثل صفحه‌های سنگی و همچنین منطقه‌هایی که به‌طور غیر مستقیم مرئی هستند مثل منطقه‌های دارای خاک مرطوب برروی عکس تفکیک می‌شوند.

۲. **شناسایی و تشخیص:** در این عملیات، پدیده‌های مختلف، به‌نام مشخص می‌شوند. این عملیات جزو مهمترین عملیات است و مفسر در آن از ۸ عامل رنگ، تن، بافت، الگو، یا نقش، مکان و موقعیت جغرافیایی، شکل، سایه و اندازه سود می‌جوید.

۳. **تحلیل:** در این عملیات ترتیب مکانی پدیده‌ها یا منطقه‌ها آشکارسازی می‌شود.

۴. **قیاس:** در این عملیات که نسبتاً پیچیده است، از اصل تقارب و همگرایی شواهد برای پیش‌بینی وقوع برخی رابطه‌ها برروی عکس‌های هوایی استفاده می‌شود.

۵. **طبقه‌بندی:** در این عملیات، پدیده‌های شناسایی شده در یک سیستم منظم، طبقه‌بندی شده و آرایش می‌یابند.

۶.**ایده‌آل‌سازی:** در این عملیات با استفاده از خط‌هایی، توزیع مکانی پدیده‌ها در منطقه خلاصه‌سازی می‌شود.

۷. **تعیین صحت:** در این عملیات نقاطی تصادفی برروی منطقه مورد مطالعه، به‌طور مستقیم مورد مشاهده میدانی قرار می‌گیرند تا صحت یا عدم صحت تفسیر آن مشخص شود.

به دلیل اهمیت زیاد عملیات مرحله دوم یعنی شناسایی و تشخیص، در این قسمت به‌طور خلاصه به بررسی ۸ عامل مؤثر در شناسایی و تشخیص پدیده‌ها برروی عکس‌های هوایی می‌پردازیم. برای زمان پرواز، بسیار کاربرد دارد.

۱ـ۲. عوامل اصلی شناخت و تشخیص

می‌توان گفت که مراحل کشف، مرزبندی و شناسایی عوارض و یا شرایط تصویری و سپس، قضاوت و اتخاذ تصمیم نهایی می‌تواند علم و هنر تفسیر را تشکیل دهد. عوامل مهمی که انسان را قادر به دستیابی به مراحل فوق، یعنی کشف، مرزبندی و شناسایی و در نتیجه، برآورد موضوع می‌نماید عبارتند از: شکل، اندازه، تن، رنگ، نقش، سایه، موقعیت، بافت و عوارض یا شرائط جانبی که ذیلاً، به شرح آنها می‌پردازیم.

۱ـ۲ـ۱. شکل[1]

مقایسه تصویر اجسام در عکس‌های هوایی عمودی، با آنچه در طبیعت به چشم انسان آشنا می‌باشد، گاهی بسیار شگفت‌انگیز و در نتیجه برای تفسیر مشکل است. بنابراین عادت دادن و تطبیق چشم با دید عمودی و از بالا، نسبت به عوارض زمینی، درست مثل زبان تازه‌ای که انسان می‌آموزد، باید آموزش داده شود. پس از آموزش، این موضوع مانند ابزاری قوی در دسترس مفسر می‌باشد. کسی که عادت به دید ارتفاعی و عمودی می‌کند قادر است اکثر عوارض روی عکس را خوانده و تفسیر نماید. مثلاً فردی که تفسیر را در رابطه با مطالعات صنعتی آموخته از منظره عمودی یک کارخانه می‌تواند دریابد که کار این کارخانه چیست یا تولیداتش کدام است. حتی این شناخت گاهی کاملتر از این است که مفسر تا درب کارخانه هم برود. منظره یک توده جنگلی از دید بالا، می‌تواند به مفسر اطلاعات لازم را در خصوص اقتصادی بودن جنگل یا مستعد بودن آن برای پارک و تفرجگاه بدهد. دیدن شکل هندسی زمین از بالا می‌تواند اطلاعات جالبی در خصوص اثرات کوهزایی و مراحل دانه‌بندی در اختیار زمین‌شناس بگذارد. برای پویندگان راه بیابان‌ها و یا مناطق جنگلی تنک، مطالعه مسیر راه‌ها از روی عکس می‌تواند بسیار کارساز باشد.

مفسر هرچه آموزش‌های کامل‌تری ببیند، درک تشخیص اجسام و عوارض روی

1. Shape

عکس هوایی را بهتر پیدا می‌کند ضمناً توجیه صحیح تصاویر می‌تواند عمق بهتری در دید استریوسکوپی بدهد.

در یک جفت عکس هوائی، مفسر تصاویر اجسام و عوارض را به‌صورت سه بعدی، از راه دور، دیده و در نتیجه، زاویه اختلاف منظر[1] را نیز ملاحظه می‌کند. همیشه در طبیعت وقتی که با چشم معمولی به جسمی نگاه می‌کنیم، زاویه اختلاف منظر به وسیله فاصله بین دو مردمک چشم تشکیل می‌شود، در حالی که در عکس‌های هوایی فاصله بین دو مرکز عکس (باز عکسی) هم اندازه فاصله دو مردمک چشم می‌شود، اما فاصله بین دو مرکز عکس به مراتب، بیش از فاصله بین دو مردمک چشم می‌باشد. در نتیجه، عمق تصویر در یک جفت عکس خیلی اغراق‌آمیز به‌نظر می‌رسد. مفسر عکس هوائی باید این پدیده را شناخته و با آن آشنا باشد. مثلاً گاهی اتفاق می‌افتد که با مشاهده شیب زمین در روی عکس این استنباط حاصل می‌شود که شیب اراضی اجازه عبور با وسیله نقلیه را نمی‌دهد ولی وقتی که به طبیعت مراجعه می‌شود، عدم صحت این تصور را می‌توان به چشم دید. این تفاوت حاصل اغراق آمیز شدن ارتفاع در تصویر است.

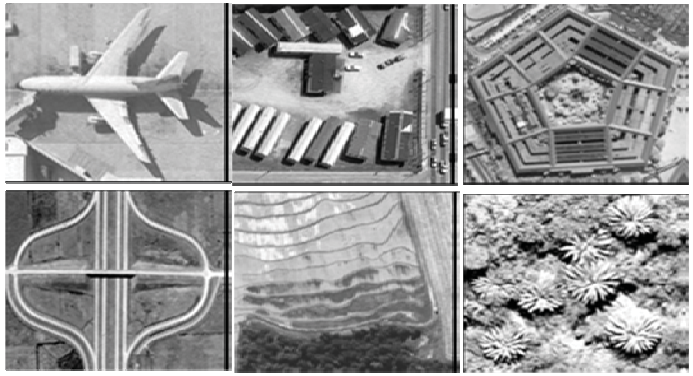
مفسرین با تجربه قادر به تخمین عمق دید برای اجسام مهم هستند و لازم است افراد مبتدی نیز با این پدیده آشنا شوند و برای مسلط شدن به آن، باید قدرت اندازه‌گیری روی عکس را توسعه دهند و با بررسی‌های مکرر زمینی، میزان دقت را بالا ببرند. چنانچه ارتفاع اجسام یا زوایای عمودی بین نقاط مورد لزوم باشد، با وسایل و محاسبات ساده می‌توان آنها را اندازه‌گیری نمود. ضمناً همین پدیده کمک می‌کند که در یک جفت تصویر استریوسکوپی ایجاد اغراق در ارتفاع شده و در نتیجه، مفسر قادر می‌شود ارتفاع درخت، ساختمان و غیره را اندازه بگیرد در حالی که دیدن همین ارتفاعات در پرواز هوایی مستقیم، کار چندان آسانی نیست، چون معمولاً نسبت این ارتفاعات به ارتفاع پرواز بسیار کوچک و ریز خواهد بود که حتی با حدس زدن هم قابل دید نیستند.

به لحاظ کوچکی زاویه اختلاف منظر، میزان اغراق ارتفاعی در تصاویر فضایی و در پوشش‌های مشترک آشکار نیست. تصاویر فضایی بدون پوشش مشترک، دید سه‌بُعدی نداشته و فقط به عنوان دید از بالا قابل مشاهده و استفاده می‌باشد. به هرحال، هنوز هم «شکل» یکی از عوامل اصلی تشخیص عوارض بوده و در زمینه‌های مختلف

1. Angle of Parallax

تفسیر عامل کمک‌کننده می‌باشد.

برای مفسران کمترین ارزش شکل این خواهد بود که بتوان به وسیله آن گروه و طبقه‌ای را که یک جسم یا عارضه ناشناخته مربوط به آن می‌شود، تشخیص داد، بنابراین در اکثر اوقات، شکل اجسام به‌طور قطع می‌تواند در شناسایی آنها، مؤثر باشد و اهمیت و کارکرد جسم را به مفسر بازگو می‌کند. (شکل‌های ۱–۱ و ۱–۲)



شکل ۱–۱: شکل عوارض اطلاعات کافی را در زمینه شناسایی آنها به ما عرضه می‌کند. منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

شکل ۱–۲: عوارض مختلف با اشکال متفاوت در طبیعت مشاهده می‌شوند و به‌همان صورت در عکس‌های هوایی ظاهر می‌شوند. عامل شکل یکی از فاکتورهای مهم در شناسایی و تفسیر آنها است. منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

۱–۲–۲. اندازه[1]

اندازه فیزیکی از عوامل مهم شناسایی و تفسیر عکس‌های هوایی است. با سنجش و محاسبه اندازه‌ها می‌توان به ماهیت تصاویر پی‌برد. مثلاً یک کانال آبیاری شباهت زیادی به کانالی دارد که در مصارف نظامی برای استتار تانک‌ها ایجاد می‌نمایند ولی تفاوت اساسی آنها در اندازه می‌باشد. با یک اندازه‌گیری و محاسبه ساده می‌توان به واقعیت آنها دست یافت. مفسر باید به مجردی که به یک جسم یا عارضه ناشناخته برخورد کرد، فوراً اندازه آن را محاسبه نماید. البته، باید توجه داشته که چنانچه مقیاس زیاد تفاوت کند بایستی جسم را در نقاط مختلف عکس اندازه‌گیری نمود.

با کمک اندازه‌گیری اجسام، یک مفسر می‌تواند به نسبت قابل ملاحظه‌ای از خطاهای فردی بکاهد، در حالی که حتی بعضی عوامل مانند شکل، سایه، تن، بافت و نقش هم قادرند به سادگی، باعث گمراهی مفسر شوند، ولی برعکس، اندازه این عیب را ندارد.

آنهایی که با تصاویر ماهواره‌ای کار می‌کنند، وظیفه‌شان کمی مشکل‌تر است، زیرا در این تصاویر، اندازه اجسام و عوارض، بسیار، کوچکتر می‌باشد، علت آن قرار داشتن، ماهواره در لحظه عکس‌برداری، در فاصله کاملاً دوری نسبت به زمین می‌باشد. این، بدان معناست که در بررسی عامل اندازه برای تفسیر، بایستی هم‌اندازه نسبی و هم‌اندازه مطلق مدنظر قرار بگیرد. (شکل‌های ۱–۳، تا ۱–۵)

1. Size

شکل ۱– ۳: عامل اندازه در عکس‌های هوایی یکی از فاکتورهای مهم در شناسایی و تفسیر پدیده‌ها است. تشخیص خیابان‌ها از شاهراه‌ها به کمک عامل اندازه امکان‌پذیر است. منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

شکل ۱– ۴: در اندازه مطلق اندازه واقعی پدیده در روی عکس شناخته شده است و اندازه تعیین دقیق مهم است. در عکس هوایی فوق با کمک اندازه مطلق می‌توان دهانه آتشفشان را شناسایی نمود. منبع: (نصیری ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

شکل ۱–۵: در اندازه نسبی اندازه عوارض برای ما مشخص نیست، یا حتی مهم نیست. در عکس هوایی فوق به کمک اندازه نسبی می‌توان خانه‌ها و آپارتمان‌ها را از همدیگر تشخیص داد. منبع: (نصیری ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

۱ـ۲ـ۳. تن عکسی[1]

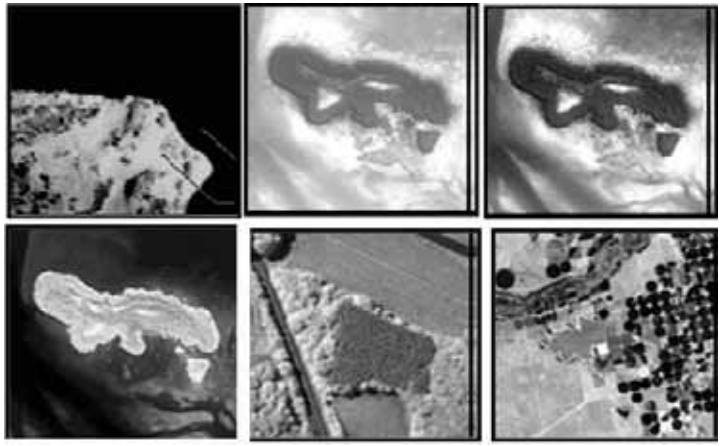
تن عکسی عبارت است از سفیدی یا سیاهی نسبی که حاصل انعکاسات نور به‌وسیله اجسام است. برای عکس‌های سفید و سیاه، تن یک عامل اساسی است که ترکیب آن با سایر عوامل شناخت، عوامل اولیه شناسائی عوارض و انجام تفسیر را تشکیل می‌دهد. تن عکسی تابعی از سایر عوامل مؤثر برروی آن می‌باشد. مثلاً عوارض مربوط به آب، مانند رودخانه‌ها (در حالی که آب داشته باشند). ممکن است دارای تن‌های متنوعی از سفید و سیاه برحسب زاویه خورشید و همچنین، طول موج‌های منعکس از سطح آب باشند. حتی محتمل است که جاده آسفالته سیاه به لحاظ صافی رویه آن، خیلی روشن به نظر برسد. جاده خاکی ممکن است در هوای خشک روشن باشد، در حالی که پس از بارندگی تیره خواهد بود. اجسامی که سطح فلزی صیقلی و هلالی دارند، با هر رنگی که باشند، مانند کامیون‌های نفتکش، ممکن است به اندازه‌ای زیاد از خود نور منعکس کنند که تن عکس نتواند هیچ چیزی را ثبت نماید.

لذا مفسر بایستی با عوامل تأثیرگذار بر تن به خوبی آشنا بوده و در موقع شناسایی و تفسیر آنها را مدنظر داشته باشد.

1. Potographic tone

در اینجا، باید اضافه کرد که تن عکسی بستگی به میزان انعکاس نور از شیء، حساسیت فیلم، میزان تیرگی هوا[1]، میزان نفوذ نور از فیلتر و زاویه‌ی میل خورشید دارد.

مثلاً کارشناسان امور طبقه‌بندی خاک، قسمت اعظم کارشان بررسی تن عکسی است که به وسیله آن می‌توانند خاک را طبقه‌بندی نمایند. جنگل‌بانان، نیز به وسیله این عامل خواهند توانست سوزنی برگان را از پهن‌برگان تشخیص دهند و زمین شناسان قادرند با کمک تن عکسی، نقشه فراوانی و پراکندگی سنگ‌ها در یک ناحیه را تهیه و یا تشکیلات ساختمانی زمین را تشخیص دهند و بالاخر به دورنمائی از کانی‌ها دست یابند. برای مواقعی که عکس را به‌صورت تکی (غیر برجسته) نیز بررسی می‌کنند، تن عکسی دارای اهمیت خاص می‌باشد. (شکل ۱-۶)



شکل ۱-۶: تن عکسی از عوامل مهم شناسایی پدیده‌ها بر روی عکس‌های هوایی است. منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

مفسر درپاره‌ای از موارد قادر است برای دستیابی بهتر به اطلاعات مورد لزوم، از تصاویری که از ترکیب فیلم و فیلترهای مختلف تهیه شده، استفاده نماید. در اکثر رشته‌های تفسیر، فیلم سفید و سیاه پان‌کروماتیک و فیلتر «منهای آبی» دارای کاربرد فراوان و عمومی است[2]. البته چنانچه سایر فیلم‌ها و فیلترها نیز تجربه شوند و یا

1. Haze

۲. در مورد انواع فیلم‌ها و فیلترها در صفحه‌های بعد به اجمال توضیحاتی ارائه خواهد شد.

عکس‌های حاصل از آنها وجود داشته باشد، می‌توانند در تفسیر مؤثر باشند. فیلم‌های مادون قرمز برای بررسی رستنی‌ها، خاک‌ها، و زهکش‌ها نیز مورد علاقه اکولوژیست‌ها و کارشناسان کشاورزی است.

۱ـ۲ـ۴. رنگ[1]

هر جسمی که مقداری از امواج نورانی را منعکس می‌سازد، دارای رنگ است. برای مثال می‌توان گفت علت این که رستنی‌ها به رنگ سبز دیده می‌شوند، انعکاس بخش عظیم‌تری از طیف نوری امواج سبز نسبت به امواج قرمز و آبی است. چشم انسان قادر است ۱۰۰۰ برابر بیشتر فام رنگ را نسبت به تن خاکستری تشخیص دهد. بنابراین، رنگ قادر است در شناسایی عوارض عکسی و جزئیات آن کمک بیشتری نماید. در تفسیر سنگ‌ها خاک‌ها و گیاهان که تنوع عوارض بسیار شدید است، عکس‌برداری رنگی می‌تواند اطلاعات بسیار دقیقی را در اختیار بگذارد. فیلم‌های رنگی کاذب مادون قرمز در جریان جنگ دوم جهانی توسعه پیدا کرد و اکنون کاربردهای زیادی در مطالعات تفصیلی مسائل گیاهی، پراکندگی گیاهان، تشخیص رطوبت خاک و مرزبندی زهکش‌ها و غیره دارد. (شکل ۱ـ۷)

شکل ۱- ۷: در عکس‌های هوایی رنگی، رنگ از عوامل مهم شناسایی پدیده‌ها می‌باشد. منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

1. Color

۱-۲-۵. نقش یا الگو[1]

به معنی طرز قرار گرفتن اجسام و عوامل جزئی آن‌ها در کنار یکدیگر می‌باشد. برای افرادی که با علوم زمین سروکار دارند، اصولاً نقش می‌تواند عامل بسیار مهمی در کشف عوارض و یا وظایف اجسام باشد. جغرافیدانان و باستان‌شناسان که مسایل الگوهای استقرار و پراکندگی را مطالعه می‌کنند می‌توانند با ملاحظه نقش‌ها به انتشار و مهاجرت در تاریخ فرهنگ‌ها پی ببرند. رخنمون‌ها سرنخی برای پی بردن به ساخت زمین‌شناسی، سنگ‌شناسی و بافت خاک خواهد بود. در رستنی‌ها، روابط بین موجودات زنده و محیط زیست اطراف آنها ایجاد نقشی را تحت عنوان گیاهان معرف می‌نماید. نقش‌های منطقه‌ای که در روی زمین به سختی قابل تشخیص هستند، بر روی عکس‌های هوایی و تصاویر فضایی واضح‌ترند. عکس‌های هوایی خیلی از اطلاعات ریز و جزئی را که ممکن است در مطالعات زمینی، انسان آن‌ها را فراموش کند یا نبیند، به خوبی ارائه می‌دهد (مانند شکستگی جزئی در یک توده سنگی یا معدنی و گسل‌های کوچک و غیره). در مسأله نقش، تنوع بسیار زیادی بر روی عکس‌های هوایی مشهود است که از آنها برای تفسیر استفاده می‌شود. به عبارت دیگر، می‌توان گفت که مفسرین ورزیده همیشه از پدیده نقش ستایش کرده و نهایت استفاده را در تفسیر عوارض سطحی زمین از آن‌ها می‌برند.

شناخت اثرات فرهنگی انسان بر طبیعت اکثراً بر روی عکس‌های هوایی آشکار و قابل تشخیص است، چون معمولاً، یا خطوط صاف و مستقیم و یا اشکال منظم همراه است.

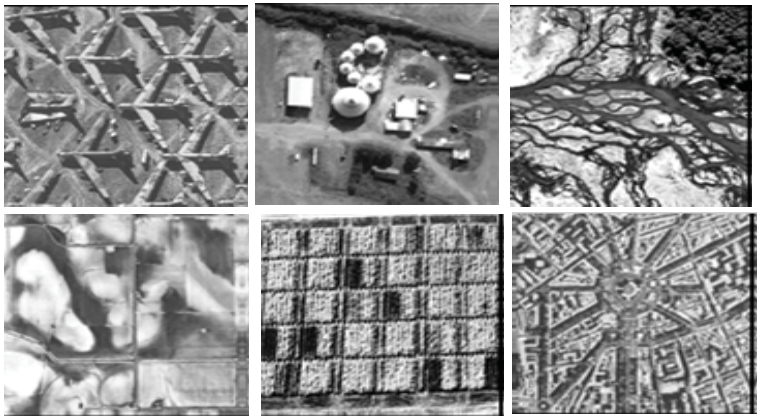
بسیاری از آثار انسان در روی طبیعت برای مدت زیادی به جا خواهد ماند. نقش‌های مربوط به اسکان انسان‌ها، معادن و کشاورزی، حتی هزارها سال بعد هم، از ارتفاع بسیار زیاد قابل تشخیص بوده و مفسران عکس‌های هوایی می‌توانند آن‌ها را به‌طور مستقیم از روی عکس‌های خودشان یا آثار جنبی آنها مانند رستنی‌ها و یا فرسایش به عنوان ابزاری در باستان‌شناسی مورد استفاده قرار دهند.

آثار مربوط به کشاورزی مانند کشت‌های ردیفی، شبکه زهکش‌ها و رستنی‌ها نقش مهمی در تفسیر دارند. زراعت در دره‌ها و روی تراس‌ها که معمولاً کرت‌بندی آنها در امتداد منحنی‌های میزان انجام می‌پذیرد، نماینده کشت و زراعت آبی در سطح شیبدار می‌باشد در حالی که کرت‌بندی بزرگ و با خطوط منظم و صاف می‌تواند نماینده کشت دیم باشد. البته،

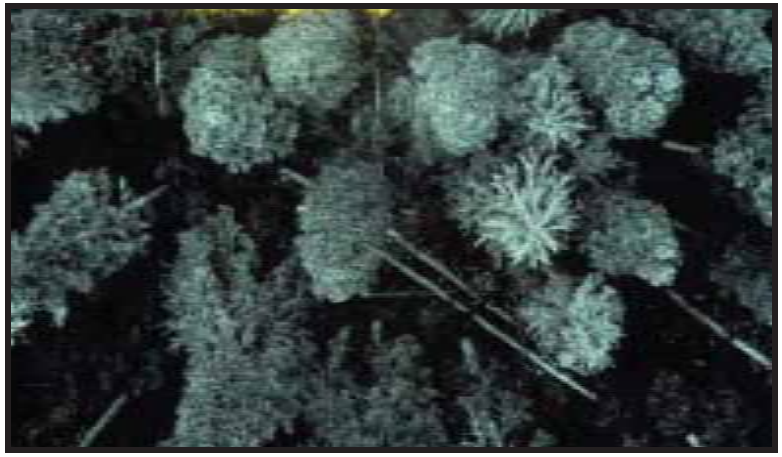
1. Pattern

در خصوص کشت دیم ممکن است گاهی آثار کرت‌بندی هم مشاهده نشود.

مجموعه نقش‌های مهم و پیچیده بر روی تصاویر فضایی، گاهی به شکل تفاوت در بافت ظاهر شده و احتمالاً باعث گمراهی می‌گردد. (شکل‌های ۱-۸ تا ۱-۱۰) اهمیت نقش را در تفسیر عکس‌های هوایی نشان می‌دهد.



شکل ۱-۸: در عکس‌های هوایی، نقش یا الگو شکل آرایش مکانی اجسام و عوامل جزئی آن‌ها در کنار یکدیگر می‌باشد. منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)



شکل ۱-۹: الگو ما را در شناسایی درختان کمک می‌کند. شکل آرایش فضایی شاخه‌ها و تاج درختان، در شناخت انواع گونه‌های درختی و گیاهی از عوامل مهم شناسایی و تفسیر به‌شمار می‌آید. منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

شکل ۱-۱۰: الگوی عوارض انسانی نظیر مزارع، باغ‌ها، جاده‌ها متفاوت از الگوی عوارض طبیعی رودخانه و جنگل می‌باشد. منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

۱-۲-۶. سایه[1]

سایه پدیده‌ای آشنا است که در طبیعت می‌توان به وسیله آن درباره اندازه و شکل اجسام یا افراد قضاوت نمود. در عکس‌های هوایی هم سایه می‌تواند به کمک مفسر بیاید و او را در شناخت عوارض و اجسام یاری رساند. در مواردی که اختلاف تن بین جسم و محیط اطراف آن وجود ندارد و اجسام ریز هستند، سایه آن‌ها کمک بیشتری به شناخت می‌نماید. بخصوص وقتی مفسر در آستانه قضاوت قرار می‌گیرد، سایه می‌تواند به شناخت او جهت بهتری بدهد.

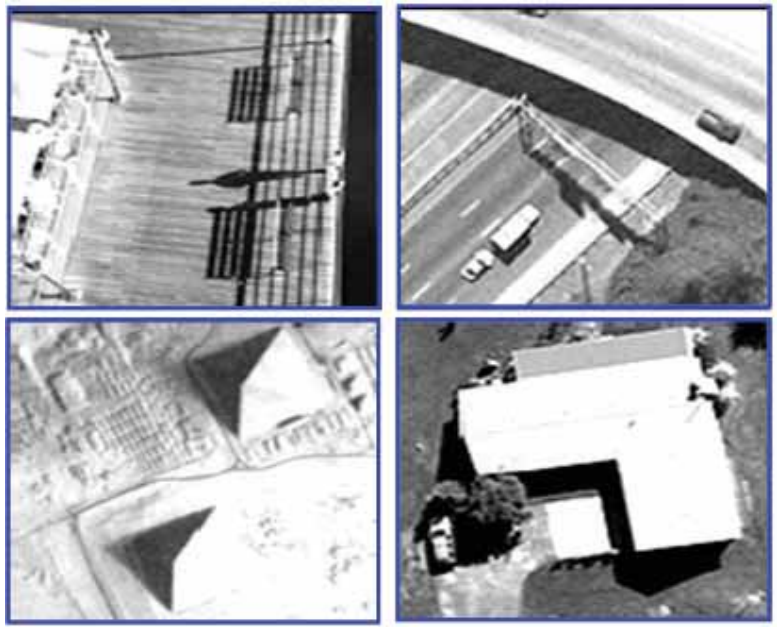
برعکس، زمانی که سایه اجسام یا عوارض بزرگ بر روی اجسام کوچکتر می‌افتد، انعکاسات اجسام کوچک به حدی کم خواهد بود که بر روی عکس، اثر قابل شناختی نخواهد گذاشت و پاره‌ای از اوقات، کاملاً جسم را می‌پوشاند. چنانکه مفسر نخواهد یک عارضه خاص را تفسیر کند، بلکه شناخت کلی و منطقه از روی تصویر مطرح باشد، می‌توان از مزایای سایه چشم پوشید. در این حالت عکس‌برداری هوایی

1. Shodow

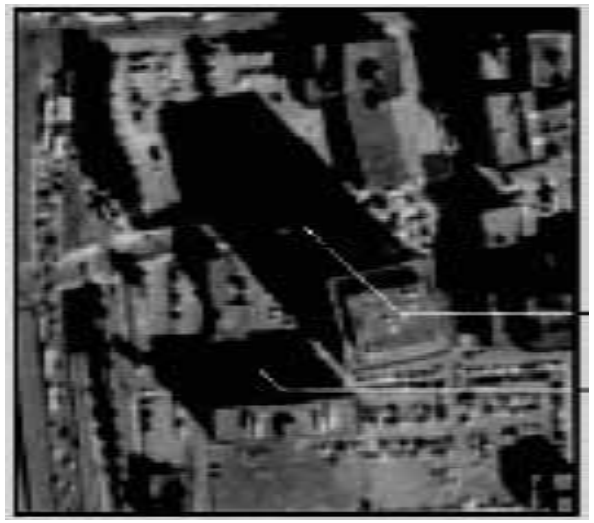
عموماً باید بین ساعت ۱۰ تا ۱۴ که سایه به‌حداقل طول خود می‌رسد، انجام شود (به سایر مشکلات عکسبرداری در این ساعات نیز، باید توجه شود).

سایه در عمق دید مفسر اثر مهم داشته و بخصوص، وقتی که تصاویر فضایی کوهستانی برای مطالعات ژئومورفولوژی مورد بررسی قرار می‌گیرند، این پدیده در ایجاد عمق بسیار مؤثر است.

شکل‌های ۱-۱۱ تا ۱-۱۴ اثرات مثبت و منفی سایه را در تفسیر عکس‌های هوایی نشان می‌دهد.

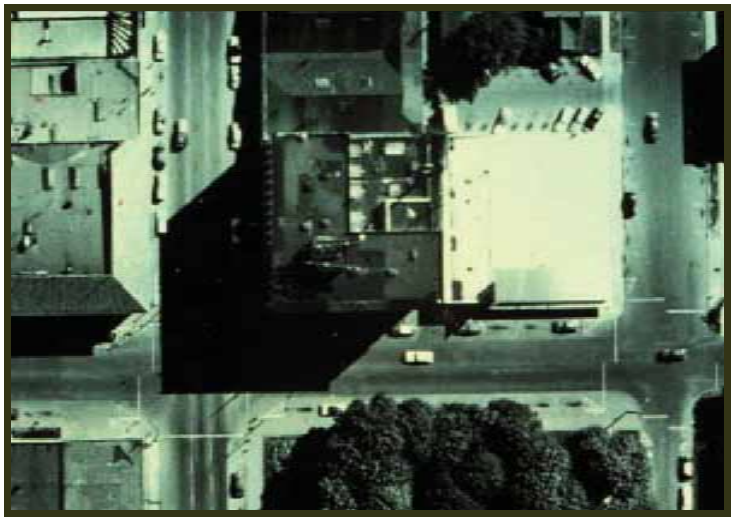


شکل ۱-۱۱: سایه اشیاء در تشخیص ارتفاع، اندازه، جهت، شکل و توپوگرافی سطح زمین کمک می‌کند. منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)



شکل ۱– ۱۲: تشخیص ارتفاع ساختمان‌ها با استفاده از سایه.
منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

شکل ۱ – ۱۳: کسب اطلاعات در مورد طرح و ساختار پل فولادی با استفاده از سایه.
منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)



شکل ۱– ۱۴: اثر محدودیت سایه در فرآیند تفسیر عکس‌های هوایی، محو عوارض در اثر عامل سایه. منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

اکثر مفسران باید کار خود را با عکس‌های هوایی عمودی انجام دهند و منظره عمودی را که چندان آشنا با چشم نیست، ببینند و قضاوت کنند، ولی عکس‌های مایل نزدیکی بیشتر با دید روزمره دارند، اما اندازه‌گیری بر روی آن‌ها بسیار پیچیده و مشکل است. بنابراین مفسر باید دنیای دید و تخیلات معمولی خود را دگرگون کرده و به دنبال تجربه بر روی دید از هوا به زمین باشد و توجه نماید که مقیاس اکثر عکس‌های مورد تفسیر به حدی کوچک است که عوارض را فوق‌العاده ریز می‌بینند. به لحاظ کوچکی مقیاس و دید عمودی، ممکن است مفسر پاره‌ای از اجسام کم اهمیت را بیشتر مهم بداند. بنابراین، مفسر باید بیاموزد که چگونه با عوامل فوق برخورد نماید تا حاصل تفسیر او نهایت دقت را داشته باشد.

در کار جنگل‌بانی، عموماً سایه درختان بلند می‌تواند رستنی‌های کوتاه زیر خود را بپوشاند و در این حالت اشکوب‌های زیرین قابل رؤیت نیستند.

چنانچه سایه درخت یا اجسام به وضوح و کامل دیده شود، می‌توان از این عامل برای اندازه‌گیری ارتفاع استفاده نمود.

۱-۲-۷. موقعیت توپوگرافیک و تأثیر سایر عوارض

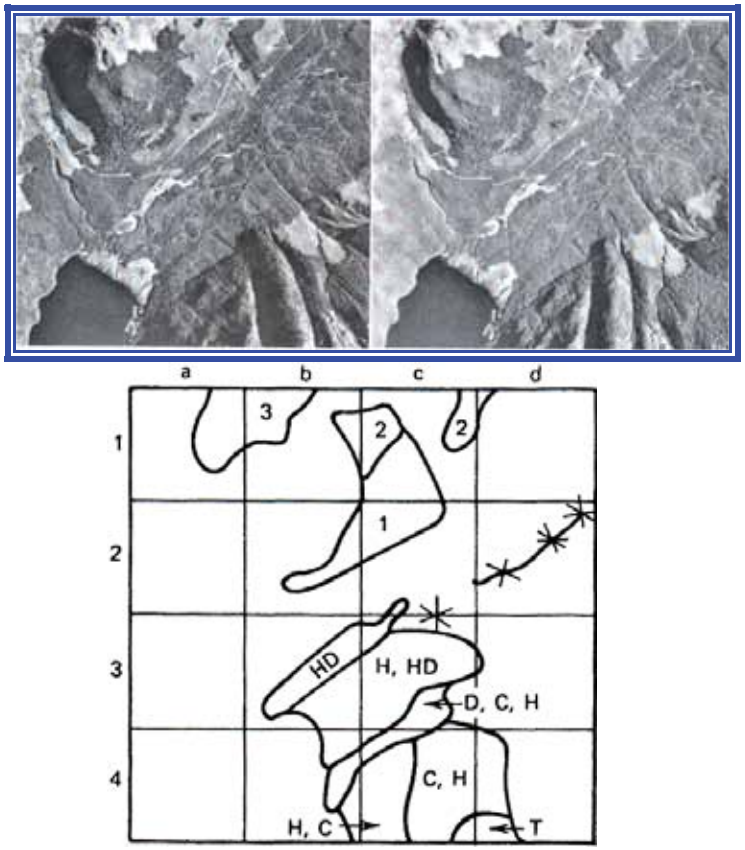
موقعیت منطقه مورد مطالعه می‌تواند به تفسیر عکس هوائی کمک کند. مثلاً، در بررسی گونه‌های جنگلی مناطق شمال ایران، باید توجه داشت که جامعه راش تجارتی، معمولاً بین ارتفاعی از ۷۵۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا می‌روید. بنابراین، درخت‌هایی از این گونه، خارج از ارتفاعات مذکور به‌صورت جامعه نمی‌روید. راش به‌ندرت پائین‌تر از ۷۵۰ متر دیده می‌شود که به‌صورت جامعه و یک توده عظیم جنگلی نیست بلکه پراکنده می‌باشد. ضمناً این درخت خواهان رطوبت بوده لذا بیشتر در دامنه‌هایی می‌روید که هوایی مه آلود و بارندگی زیاد دارد. راش ایران از آستارا تا منطقه گرگان روییده و از گرگان رویش آن قطع می‌شود و تا چند کشور دیگر در شرق ایران، رویشگاه ندارد. در ژاپن، گونه دیگری از این درخت می‌روید.

درخت‌هایی از قبیل توسکا، نیز در اراضی مرطوب در کنار نهرها و دریا می‌رویند و از نظر توپوگرافیک، رویشگاهی بین صفر تا ۱۰۰۰ متر دارد. بعضی گونه‌ها تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا نیز می‌رویند. برعکس سوزنی برگ‌های مختصری که در شمال وجود دارند، به لحاظ نیاز کمتر به آب، در دامنه‌های جنوبی البرز در خاک‌های مورد پسند خود می‌رویند، مانند جنگل زربین حسن‌آباد (در راه مرزن‌آباد به چالوس) و جنگل‌های حرا که در مرزهای آبی ایران، در خلیج فارس و به‌خصوص نزدیک بندرعباس رویشگاه دارند.

از نظر گونه‌های مختلف رستنی‌ها، باید عامل شیب و جهت را که در تقسیم‌بندی‌های فوق نمی گنجد، به حساب آورد. به‌عنوان نمونه بلوط‌های شمال ایران اکثراً در شیب‌های رو به جنوب، زیستگاه‌های خوبی دارند، در حالی که راش شیب‌های روبه شمال را می‌پسندد.

از نظر پراکندگی جغرافیایی جانوران، بخصوص، در مسائل شکاربانی و محیط زیست، موقعیت توپوگرافیک عامل مهمی در طبقه‌بندی زیستگاه‌ها به‌شمار می‌آید. مثلاً، حیواناتی چون کل و بز در مناطق مرتفع کوهستانی و صخره‌ای زیستگاه مناسب دارند در حالی که آهو جلگه‌های بدون درخت و تپه ماهورهای نیمه بیابانی را می‌پسندد.

رابطه بین نوع خاک و نوع رستنی یا زراعت، همیشه، از نقطه نظر طبقه‌بندی دارای اهمیت است و با توجه به آنها می‌توان عامل مجهول را شناسایی کرد.



شکل ۱-۱۵: موقعیت توپوگرافیک و رابطه گونه‌های گیاهی با ارتفاع، گونه گیاهی با ارتفاع تغییر می‌یابند. با توسکا (HD) در ته دره‌ها شروع می‌شود با ترکیباتی از شوکران (H) و سوزنی برگ ادامه می‌یابد ترکیبات درختی از درخت همیشه سبز (صنوبر داگلاس D) و شوکران و سدر (C) به مخلوط شوکران و سدر و سرانجام صنوبر خالص نمایان می‌شود. منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

۱-۲-۸. بافت[1]

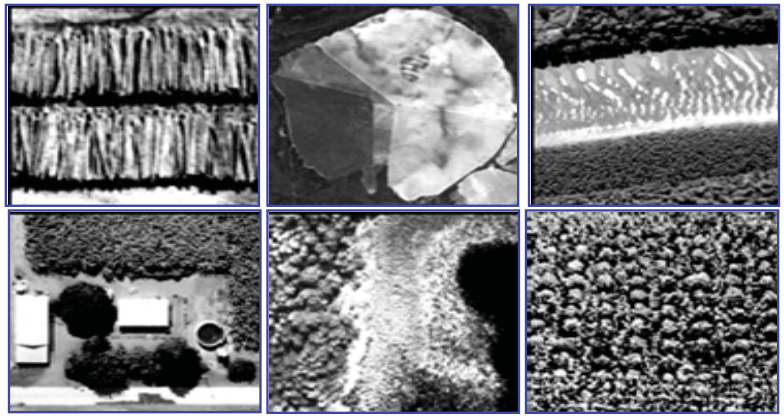
در عکس‌های هوایی، بافت اصطلاحاً به تناوب حاصل در تغییرات تن یا رنگ گروهی از اجسام گفته می‌شود که به اندازه‌ای کوچکند که می‌توان هر یک را جداگانه دید.

1. Texture

ممکن است بافت به ریزی (نرمی) یا درشتی (ریزی) نیز اطلاق شود. البته اندازه اجسام نیز ایجاد بافت می‌کنند که با کم و زیاد شدن مقیاس تغییر می‌نماید. در عکس‌های بزرگ مقیاس یک درخت ممکن است به‌صورت انفرادی دیده شود، در حالی که برگ درختان پهن برگ یا برگ‌های سوزنی شکل را نمی‌توان به‌صورت واضح دید، ولی عملاً همین برگ‌ها، در تشکیل بافت تاج درخت کمک می‌کنند.

در عکس‌های کوچک مقیاس تاج پوشش درخت به ایجاد تن در یک توده رستنی کمک می‌نماید. بنابراین در یک سری از مقیاس‌های مناسب، ممکن است بافت بتواند کمک مؤثری به شناخت اجسام نماید (مانند ترکیب گونه‌های معینی از یک توده جنگلی). از نظر تصاویر فضایی نیز بافت نقش بسیار حائز اهمیتی در تفسیر دارد. مثلاً پاره‌ای از فرسایش‌های انجام شده در یک منطقه را شاید بتوان از روی سایر عوامل از قبیل زهکش‌ها مرزبندی کرد. البته سیستم زهکش‌های طبیعی، خود می‌تواند نمایانگر مواد تشکیل دهنده خاک سطحی یا سنگ‌های زیرین گردد. در بعضی موارد نیز ممکن است پدیده‌ها از نظر رنگ، در تصویر مشابه، ولی در بافت تفاوت قابل ملاحظه داشته باشند (مثلاً میدان‌های آتشفشانی در مقابل توده‌های معدنی بیابانی).

بر روی عکس هوایی از یک منطقه جنگلی عموماً درختان جوان دارای بافت ریز (نرم) و درختان مسن و یا کج دارای بافت درشت می‌باشند



شکل ۱-۱۶: بافت، تغییرات روشنایی تکرار شونده در عکس هوایی
منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

شکل ۱-۱۷: بافت، تغییرات روشنایی تکرارشونده در عکس هوایی
منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

با توجه به مجموعه عوامل فوق و اضافه نمودن پارالاکس[1] و همچنین عامل هم‌جواری، می‌توان گفت که یک مفسر خوب، ضمن مد نظر داشتن این اصول، باید کلیه اطلاعات و تجربیات خود را جهت قضاوت نهائی در تفسیر عوارض به‌کار ببرد و چنانچه مفسر از قبل اطلاعات لازم از منطقه مورد تفسیر و شرایط اقلیمی آنجا داشته باشد، بدون شک کار تفسیر را می‌تواند سریع‌تر و دقیق‌تر انجام دهد و حاصل آن، ارزانتر تمام شدن مجموعه پروژه نیز می‌گردد.

۱-۳. انواع فیلم و فیلتر در عکس‌برداری هوایی

پیشنهاد یک فیلم و فیلتر که پاسخ‌گوی تمامی نیازها در عکس‌برداری هوایی باشد،

۱. پارالاکس (parallax) یا اختلاف منظر عبارت است از جابه‌جایی ظاهری تصویر به علت تغییر محل دید، در واقع جابه‌جایی ظاهری موقعیت یک جسم نسبت به یک نقطه یا سیستم به علت تغییر محل ایستگاه مطالعه کننده به‌وجود می‌آید. به عنوان مثال اگر یکی از انگشتان خود را مقابل چشم گرفته و با چشم راست به آن نگاه کنیم و موقعیت انگشت را روی دیوار نگاه کنیم، سپس با چشم چپ به آن نگاه کنیم خواهیم دید که موقعیت انگشت روی دیوار تغییر کرده است. در عکس‌برداری هوایی نیز نقاط مطالعه کننده ایستگاه‌های عکس‌برداری هستند که هواپیما در آن جا در یک لحظه عکس می‌گیرد و منطقه مورد مطالعه پدیده‌های زمینی خواهند بود.

امکان‌پذیر نیست و با وجود مطالعات فراوان هنوز نمی‌توان یک فیلم و یا فیلتر را در تمام جنبه‌ها از سایر فیلم‌ها و فیلترها برتر شناخت.

در این قسمت در حد ضرورت به معرفی متداول‌ترین فیلم‌ها و فیلترها در عکس‌برداری هوایی خواهیم پرداخت.

۱-۳-۱. فیلم‌های مورد استفاده در عکس‌برداری هوایی

فیلم‌های مورد استفاده در عکس‌برداری هوایی می‌توانند سیاه و سفید یا رنگی باشند که در هر صورت به صورت معمولی (پان‌کروماتیک) یا مادون قرمز خواهند بود.

۱-۳-۱-۱. فیلم‌های پان‌کروماتیک یا Pan

فیلم‌های پان‌کروماتیک[1]، همان فیلم‌های سفید و سیاه منفی معمولی هستند که حساسیتی به اندازه حساسیت چشم انسان دارند. ویژگی مهم این فیلم‌ها ایجاد تن‌ها و سایه روشن‌های خاکستری مناسبی است که وضوح خوبی را به نمایش می‌گذارد این فیلم‌ها نسبت به نور قرمز حساسیت بیشتری دارند و در شرایط تیرگی هوا با استفاده از فیلترهای مخصوص تیرگی هوا[2]، عکس بهتری از آنها به دست خواهد آمد. همچنین این فیلم‌ها نسبت به نور سبز حساسیت کمتری دارند و تشخیص گونه‌های گیاهی با استفاده از آنها مشکل است.

معمولاً با فیلم‌های پان‌کروماتیک فیلتر زرد به‌کار برده می‌شود. کاربرد مهم این فیلم‌ها در مصارف عمومی و تهیه نقشه است.

۱-۳-۱-۲. فیلم‌های سیاه و سفید مادون قرمز

فیلم‌های سیاه و سفید مادون قرمز، نسبت به تشعشع‌های آبی، بنفش، قرمز و مادون قرمز نزدیک حساسیت دارد. این فیلم‌ها اگر همراه با فیلتر قرمز به‌کار برده شود، طول موج‌های مورد استفاده آن فقط طول موج‌های قرمز و مادون قرمز نزدیک خواهد بود[3].

---

۱. پان‌کروماتیک یا تمام رنگ Pan chromatic

2. Haze

۳. برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد طول موج‌های طیف الکترو مغناطیسی خورشید، رجوع کنید به ضیائیان و پروین، اصول علم سنجش از دور، انتشارات دانشگاه پیام نور.

مقایسه عکس‌هایی که از یک منطقه با دو نوع فیلم سیاه و سفید پان‌کروماتیک و سیاه و سفید مادون قرمز تهیه شده باشد کمک مهمی در شناسایی و تفسیر عوارض می‌کند.

امواج مادون قرمز قادرند از درون ذرات معلق در هوا عبور کنند، این ویژگی، موجب استفاده بیشتر از فیلم‌های مادون قرمز در شرایط تیرگی هوا شده است. کاربرد مهم فیلم‌های سیاه و سفید مادون قرمز در تفسیر است. بخصوص در تشخیص سوزنی برگ‌ها از پهن برگ‌ها و تشخیص پدیده‌های مرتبط با آب کاربرد فراوانی دارند.

۱-۳-۱-۳. فیلم‌های رنگی معمولی

منظور از فیلم‌های رنگی معمولی همان فیلم‌های رنگی منفی است. ارجحیت آن بر فیلم‌های سیاه و سفید معمولی یا پان‌کرومایتک این است که از طریق این فیلم‌ها علاوه بر تشخیص از طریق تن عکسی، فام و رنگ نیز به کمک چشم انسان می‌آید و بدین‌وسیله انسان پنجاه تا صد برابر بیشتر از فیلم‌های پان‌کروماتیک، ترکیب رنگ‌ها را تشخیص خواهد دهد. این فیلم‌ها به سه رنگ اصلی آبی، سبز و قرمز حساسند که پس از ظهور، عکس‌هایی با رنگ‌های تقریباً طبیعی ایجاد می‌شود. (شکل شماره ۱-۱۸).

شکل ۱-۱۸: هر پدیده‌ای بخشی از طول موج‌های نور خورشید را منعکس می‌کند، که دارای رنگ است. به‌عنوان مثال پوشش گیاهی طول موج سبز را منعکس می‌نماید. بدین سبب پوشش گیاهی را به رنگ سبز می‌بینیم. منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

این فیلم‌ها نسبت به فیلم‌های سیاه و سفید، محدودیت‌های بیشتری در عکس‌برداری دارند و نیاز به هوای آفتابی، نور درخشان خورشید، تعیین زمان دقیق و فیلتر مخصوص دارند.

کاربردهای مهم آن‌ها در طبقه‌بندی خاک، تعیین رخ نمون‌ها، تشخیص ذخائر معدنی و صنعتی تشخیص و کشف عوارض سطحی آب، مسائل مرتبط با آب‌شناسی و مرزبندی خطوط ساحلی است.

۱-۳-۱-۴. فیلم‌های رنگی مادون قرمز

طرز قرار گرفتن لایه‌های حساس فیلم رنگی مادون قرمز با فیلم رنگی معمولی تفاوت دارد و محصول آن پس از ظهور و چاپ، عکسی است که دارای رنگ‌های کاذب و دگرگون شده است. با این فیلم‌ها به منظور جذب طیف آبی، فیلتر زرد به‌کار می‌رود.

با مقایسه عکس‌های تهیه شده با فیلم رنگی معمولی و فیلم رنگی مادون قرمز از یک منطقه می‌توان عوارض مستتر در متن طبیعت (تفتیش استتار در امور نظامی) و گونه‌های پوشش گیاهی و حتی ضایعات گیاهان ناشی از آفات گیاهی و کم آبی را شناسایی نمود.

پوشش‌های گیاهی طبیعی که در فیلم‌های رنگی معمولی به رنگ سبز ظاهر می‌شود، در فیلم‌های رنگی مادون قرمز به رنگ قرمز مشاهده می‌شود. و پوشش‌های سبز رنگ غیر زنده یا رنگ آمیزی شده که در فیلم‌های رنگی معمولی به رنگ سبز ظاهر می‌شود، در فیلم‌های رنگی مادون قرمز به رنگ آبی یا ارغوانی مشاهده می‌شود که کابرد مهمی در امور نظامی دارد.

برروی فیلم‌های رنگی معمولی گیاهان بیمار یا دچار کمی آبی قابل تشخیص نیستند، امّا این گیاهان حتی قبل از اینکه برروی زمین و توسط چشم انسان مورد شناسایی واقع شوند، با استفاده از فیلم‌های رنگی مادون قرمز شناسایی خواهند شد. چرا که خزان داران بیمار و دچار آفت برروی این فیلم‌ها به رنگ قرمز تیره یا سیاه و گیاهان مبتلا به کم آبی به رنگ قرمز روشن مشاهده می‌شوند.

شکل ۱- ۱۹: عکس‌های مادون قرمز رنگی اطلاعات بیشتری از عکس معمولی رنگی ارایه می‌دهند. در عکس زیر درخت سالم با رنگ **قرمز** و درختان آفت زده با رنگ **تیره** نشان داده شده است. منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

همچنین سوزنی برگ‌های بیمار که برروی فیلم‌های رنگی معمولی قابل تشخیص نبودند و به رنگ زرد تا سبز ظاهر می‌شدند، برروی فیلم‌های رنگی مادون قرمز، به رنگ صورتی مشاهده می‌شوند و سوزنی برگ‌های زرد شده به رنگ سفید و سوزنی برگ‌های زرد تا قرمز به رنگ زرد ظاهر می‌شوند.

۱-۳-۲. فیلترهای مورد استفاده در عکس‌برداری هوایی

فیلتر معمولاً از شیشه یا سایر اجسام ساخته شده و بین فیلم و صحنه مورد عکس‌برداری قرار می‌گیرد. با استفاده از فیلتر می‌توان نور بعضی از قسمت‌های طیف الکترو مغناطیسی خورشید را حذف کرد یا اثر آن را کاهش داد.

۱- ۳-۲-۱. فیلتر ضدتیرگی هوا

با اکثر فیلم‌های عکس‌برداری هوایی، فیلتر ضدتیرگی هوا به کار برده می‌شود. تیرگی

هوا عموماً ناشی از ذرات بخار آب، گردوغبار، دود و ... می‌باشد و این ذرات می‌توانند انعکاس‌های نور خورشید را دچار اختلال کرده یا پراکنده نمایند به‌طوری که عکس به دست آمده از شفافیت کافی برخوردار نباشد. این تیرگی با افزایش ارتفاع در اثر تراکم تیرگی هوا، غلیظ‌تر می‌شود. بنابراین در عکس‌برداری هوایی به لحاظ وجود ارتفاع بایستی فیلترهای ضدتیرگی قوی‌تری به کار برد. البته برای فیلم‌های رنگی فیلتر ضدتیرگی کم تراکم‌تری استفاده می‌شود.

۱-۳-۲-۲. فیلتر زرد

طول موج‌های آبی نسبت به طول موج‌های سبز و قرمز کوتاه‌ترند در نتیجه بیشتر از آنها پراکنده می‌شوند و بر روی عکس با غلبه نور آبی ظاهر می‌شوند. فیلتر زرد این توانایی را دارد که اجازه و رود طول موج‌های آبی به دوربین و رسیدن آن را به فیلم ندهد. به همین دلیل به این فیلترها، فیلتر منهای آبی[1] یا ضد آبی می‌گویند. در فیلم‌های رنگی فیلتر زرد بایستی به ظاهر بی‌رنگ باشد یا رنگ زرد ملایم داشته باشد چرا که استفاده از فیلتر زرد پررنگ ممکن است به توازن رنگ‌ها صدمه بزند.

۱-۴. زمان عکس‌برداری هوایی

فصل مناسب برای عکس‌برداری ارتباط کامل با طبیعت، هدف نهائی، فیلم مورد مصرف، نوع نقشه و همچنین روزهای آفتابی و قابل عکس‌برداری در یک دوره‌ی معین دارد. متأسفانه گاهی درست در فصلی که عکس‌برداری مورد نظر است، تعداد روزهای آفتابی چنان کم می‌باشد که امکان اجرای برنامه در وسعت زیاد را فراهم نمی‌کند.

به‌طور کلی، مصرف کنندگان عکس‌های هوایی را می‌توان به دو گروه بزرگ تقسیم نمود:

۱. گروهی که هدفشان تهیه نقشه‌های مختلف جهت برنامه‌ریزی می‌باشد که شامل مهندسان فتوگرامتری، نقشه‌برداری و غیره هستند.

۲. گروهی که با هدف تفسیر از عکس‌ها استفاده می‌نمایند که شامل مفسران در رشته‌های مختلف از قبیل زمین‌شناسی، جنگل‌بانی، خاک‌شناسی و غیره هستند.

1. Minus Blue

پیشنهاد یک فیلم و فیلتر خاص برای عکس‌برداری نمی‌تواند جواب‌گوی کلیه احتیاجات باشد. البته در پاره‌ای از کشورها، آزمایش‌های فراوانی برای تعیین بهترین نوع فیلم و فیلتر و فصل عکس‌برداری شده که دارای ارزش زیادی است؛ ولی دلیلی وجود ندارد که کلیه این اطلاعات برای سایر کشورها نیز قابل استفاده و عملی باشد. زیرا شرایط اقلیمی و جغرافیایی و وضع توپوگرافیک و غیره در نقاط مختلف جهان می‌تواند کاملاً متفاوت و متنوع باشد. حتی در کشوری مانند ایران، آزمایش‌های عکس‌برداری مثلاً در شمال کشور نمی‌تواند مورد مصرف کاملی برای جنوب یا شرق داشته باشد. به همین لحاظ باید فصل عکس‌برداری را برحسب نیاز و طبیعت تعیین نمود. به عنوان نمونه اگر بخواهیم برای شمال کشور نقشه‌های علوم زمین و جغرافیا تهیه نماییم، بدون شک فصل زمستان که گیاهان بی‌برگ بوده وسطح زمین پیداست، مشروط بر اینکه برف زمین را نپوشانده باشد، بهترین فصل است، ولی از نظر تفسیر عکس‌های هوایی برای مطالعاتی که عموماً به ظاهر رستنی بایستی مورد مطالعه قرار گیرد و بدون برگ تشخیص گونه‌ها و توده‌های جنگلی به خوبی قابل مرزبندی نیست، تابستان بهترین فصل برای تهیه عکس‌های هوایی می‌باشد. البته در هر دو حالت باید محدودیت‌های روزهای آفتابی و قابل عکس‌برداری را مد نظر داشت. در این صورت، عکس‌برداری زمستانی با فیلم پان‌کروماتیک و عکس‌های تابستانی با فیلم مادون قرمز بهترین نتایج را خواهند داشت.

در پاره‌ای از کشورهای اروپایی و امریکا که جنگل‌های سوزنی برگ دارای اکثریت می‌باشد، بیشتر تجربیات عکس‌برداری و تفسیر بر روی گونه‌های همیشه سبز انجام شده است. هر چند، حاصل تجربیاتشان ذیقیمت است، ولی این تجربه‌ها در ایران کاربرد زیادی ندارد. چرا که اکثر جنگل‌های تجارتی شمال ایران از پهن‌برگ‌ها و خزان‌کننده هستند و مجموعه سوزنی برگ‌های شمال فقط حدود ۵ درصد سطح جنگل‌های تجارتی را می‌پوشاند. برای روشن شدن معایب و محاسن فصول مختلف برای عکس‌برداری هوایی، در اینجا به ذکر هر فصل، به‌طور جداگانه می‌پردازیم.

شایان ذکر است علاوه بر عامل فصل عکس‌برداری، می‌توان با مقایسه‌ی عکس‌هایی که در سال‌های مختلف از یک منطقه تهیه شده است، روند تغییرات محیطی را با دقت مورد مطالعه و بررسی قرار داد و توسعه‌ی آتی را برنامه‌ریزی کرد. (شکل شماره ۱-۲۰) نمونه‌ای از این مورد را ارائه می‌دهد.

شکل ۱-۲۰: عکس برداری هوایی در زمان‌های مختلف، از یک منطقه. با توجه به تغییرات سریع برخی پدیده‌ها زمان عامل بسیار مهم در تفسیر عکس و کسب اطلاعات از آن به‌شمار می‌آید. منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

۱-۴-۱. عکس‌برداری بهاری

در این فصل از سال، برگ درختان خزان‌کننده (پهن‌برگ‌ها) به رنگ سبز ــ زرد کمرنگ است ولی درختان همیشه سبز (سوزنی‌برگ‌ها) طبق معمول دارای رنگ سبز تیره‌اند. بنابراین اگر هدف، تشخیص سوزنی برگ‌ها از پهن‌برگ‌ها باشد، عکس‌برداری در این فصل مفید است. حسن بزرگ این فصل از نظر عکس‌برداری جنگلی، بلندی ارتفاع خورشید و در نتیجه کوتاهی سایه است و ضمناً به لحاظ تُنک بودن پوشش درختان خزان کننده امکان دیدن پوسته زمین را نیز میسر می‌سازد. البته، در این فصل اشکوب‌های مختلف جنگلی همه باهم دارای برگ نمی‌شوند، در نتیجه، امکان دارد که بتوان عوارض اشکوب زیرین را از بالا دید.

از طرفی به لحاظ کوتاهی مدت عکس‌برداری و تنوع در میزان رنگ برگ‌ها نسبت به ارتفاعات مختلف، ممکن است در تشخیص گونه‌ها اشکال ایجاد شود. به همین لحاظ می‌توان گفت که برای امور جنگلبانی و تفسیر، عکس‌برداری بهاره کمتر استفاده می‌گردد. به‌خصوص، در مناطق جنگلی شمال که یک گونه گیاهی ممکن است در ارتفاعات مختلف روئیده شود و مسلماً همه‌ی آن‌ها هم زمان باهم دارای برگ نمی‌گردند.

فیلم و فیلتر برای عکس‌برداری بهاری فیلم پانکروماتیک و فیلتر زرد می‌باشد و چنانچه هدف، مطالعه رنگ‌گیری برگ درختان باشد، فیلم‌های رنگی نیز مفید است.

شکل ۱-۲۱: عکس بهاری از یک منطقه کشاورزی در اصفهان اردیبهشت ۱۳۸۲ منبع: (سازمان نقشه‌برداری کشور)

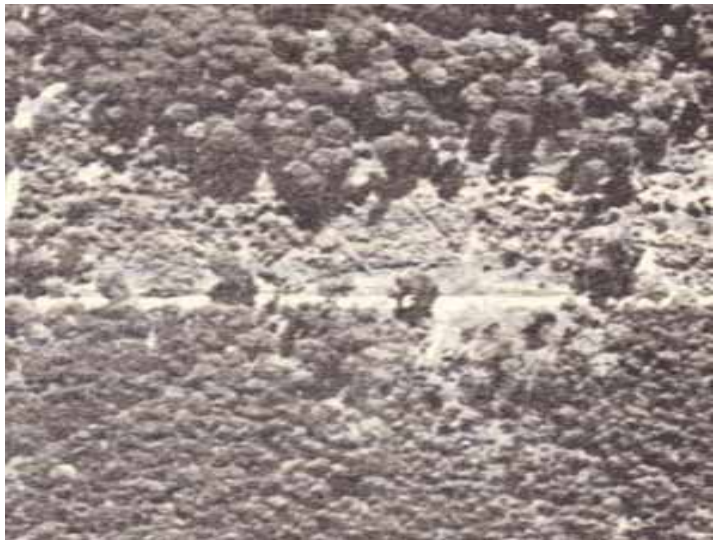
۱-۴-۲. عکس‌برداری تابستانی

در تابستان به لحاظ بهبود شرائط جوی و ضمیمه شدن انتهای بهار و ابتدای پائیز به آن، فصل عکس‌برداری کمی طولانی‌تر می‌شود و بنابراین اکثر عکس‌های هوایی در این فصل برداشته می‌شود. رستنی‌ها نیز در این فصل به رنگ طبیعی و تکامل خود می‌رسند. لذا عکس‌های این فصل دارای حداکثر اطلاعات از نظر رستنی‌ها است و مشکلات گروه پرواز برای عکس‌برداری نیز کمتر می‌باشد.

در عکس‌برداری تابستانی، همه گونه فیلم و فیلتر می‌تواند مصرف شود. در این فصل، عکس‌برداری با فیلم پان‌کروماتیک و فیلتر زرد ایجاد تصویری عالی می‌نماید، ولی برای تشخیص انواع گونه‌ها در یک توده جنگلی دارای «کنتراست» کمتر و تشخیص ضعیف‌تری است. از طرفی با وجود این که فیلم‌های مادون قرمز سفید و سیاه کنتراست خوبی ایجاد می‌کند، ولی از نظر ظاهری، قیافه عکس کمی غیر طبیعی به نظر می‌رسد، همچنین به لحاظ کنتراست زیاد ممکن است بعضی از پدیده‌ها و اطلاعات زمینی پوشیده شوند، در مناطقی که جنگل‌های یک‌دست، مثلاً همه پهن‌برگ، وجود دارد و وضوع و روشنی تصویر مهمتر از کنتراست می‌باشد، فیلم‌های پان‌کروماتیک ارجحیت دارد؛ مخصوصاً که این فیلم‌ها جهت تبدیل عکس به نقشه برای چشم اپراتورها آشناتر و راحت‌تر است.

در مورد سایر فیلم‌ها، باید اضافه کرد که به‌کارگیری فیلم‌های رنگی منفی با فیلتر مربوطه و یا فیلم‌های مادون قرمز رنگی نیز می‌تواند در تابستان کاربرد وسیعی برای تفسیر رستنی‌ها داشته باشد.

بدون توجه به معایب و محاسن هر یک از فیلم‌ها و فیلترها، تجربه ثابت نموده که چنانچه امکان باشد عکس‌برداری‌ها را به‌صورت دوگانه انجام داد، می‌توان از آنها نهایت بهره‌گیری را در تفسیر عکس‌های هوایی و تهیه نقشه نمود. مثلاً عکس‌برداری هوایی با فیلم مادون قرمز در تابستان از جنگل‌های شمال کشور و ترکیب آن با عکس‌برداری زمستانی با فیلم پان‌کروماتیک می‌تواند در تهیه نقشه کاربرد خوبی داشته باشد و بسیار مفید نیز باشد.



شکل ۱-۲۲: عکس تابستانی از یک منطقه جنگلی

۱-۴-۳. عکس برداری پاییزی

مشکلات عکس‌برداری پاییزی، کم و بیش مشابه عکس‌برداری بهاری است. در فصل پاییز که تغییر رنگ برگ درختان شروع می‌شود، محدودیت‌هایی از نظر زمان عکس‌برداری وجود دارد. زیرا تعداد روزهای آفتابی و قابل استفاده برای عکس‌برداری به تدریج کم می‌شود تا آن جا که ممکن است به چند روز در ماه محدود گردد، در نتیجه چنانچه عکس‌برداری از جنگل‌های شمال مورد نظر باشد، نمی‌توان آن را در یک یا حتی دو سال با یک گروه پرواز تمام کرد. از طرفی، اختلاف ارتفاع زمین و وجود گونه‌های جنگلی در ارتفاعات مختلف، باعث می‌شود که رنگ برگ‌های یک گونه خاص نیز همانند نباشد. در این فصل حتی اختلاف ارتفاع ۳۰۰ متر باعث می‌شود که تن یک گونه جنگلی واقع در دو ارتفاع مختلف، به‌صورت متفاوتی تصویر شود. لذا چنانچه فرض کنیم از جنگل‌های شمال کشور برای منظورهای آمار و تفسیر عکس‌برداری شود (که از ارتفاع بین حدود صفر متر آغاز و تا ارتفاع بیش از ۲۵۰۰ متر افزایش پیدا می‌کند) تفاوت تن‌ها به خوبی برای یک گونه در ارتفاعات مختلف قابل

رؤیت است. در این فصل ممکن است یک گونه در ارتفاعات زیاد شروع به خزان کرده باشد، در حالی که در منطقه میان بند تغییر رنگ داده و در ارتفاعات پایین تازه بخواهد شروع به تغییر رنگ نماید.

در عکس‌برداری پائیزی، فیلم‌های پان‌کروماتیک همراه بافیلتر زرد به‌طور وسیعی استفاده می‌شود. عکس‌برداری با فیلم پان‌کروماتیک در پاییز ظاهراً قابل مقایسه با عکس‌برداری با فیلم مادون قرمز در تابستان می‌باشد، با این تفاوت که سایه‌ها طویلتر و کم تراکم‌تر است.

هر چند که برای جنگل‌های شمال ایران تحقیقات لازم از نظر عکس‌برداری در این فصل نشده است، ولی به نظر می‌رسد که تا اوایل پاییز که تغییر رنگ گونه‌ها در ارتفاعات، تازه می‌خواهد شروع شود و هنوز خزان کردن برگ‌ها آغاز نشده است، از نظر عکس‌برداری به منظور تفسیر و آمار، قابل استفاده باشد، البته این زمان با توجه به شرایط اقلیمی در سال‌های مختلف نیز متفاوت خواهد بود.

شکل ۱-۲۳: عکس پاییزی از همان منطقه جنگلی

۱-۴-۴. عکس‌برداری زمستانی

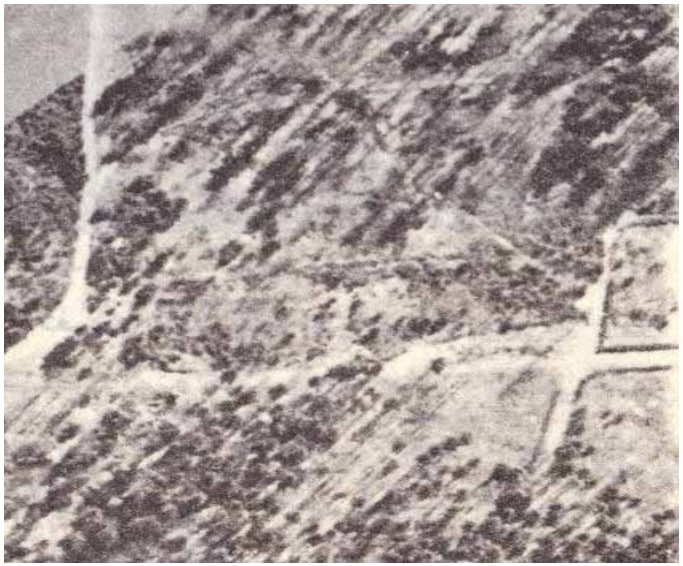
عکس‌هایی که در فصل بی‌برگی درختان گرفته می‌شوند، جهت اکثر امور مربوط به مطالعه بر روی زمین کاربرد دارند. این عکس‌ها برای تهیه نقشه‌های توپوگرافیک نقشه‌های زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، مهندسی و غیره مفید خواهند بود. البته، باید توجه داشت سایر شرایط لازم برای عکس‌برداری نیز بایستی فراهم باشد. در این فصل عکس‌برداری با فیلم پان‌کروماتیک و فیلتر زرد به‌طور وسیعی انجام می‌شود.

از عکس‌برداری زمستانی برای مرزبندی درختان همیشه سبز (سوزنی برگ‌ها) نسبت به درختان خزان‌کننده (پهن برگ‌ها) می‌توان به خوبی استفاده کرد. چرا که تفاوت بین این دو توده جنگلی، به خوبی، بر روی عکس‌های زمستانی قابل تشخیص می‌باشد (شکل ۱-۲۴).

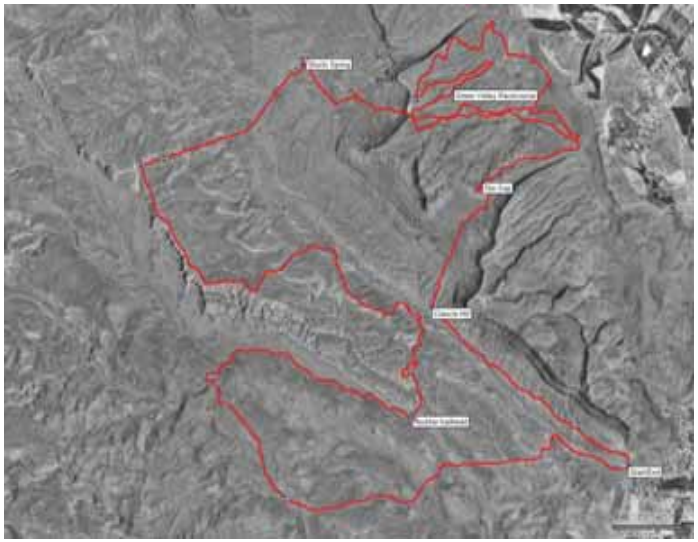
البته در ایران که تقریباً کلیه جنگل‌ها را پهن‌برگ‌ها تشکیل می‌دهند، از این کارآیی عکس‌های هوایی استفاده نمی‌شود بلکه از عکس‌های زمستانی تنها برای تهیه نقشه و یا امور مربوط به شناخت پوسته زمین می‌توان استفاده کرد، مشروط بر اینکه اراضی مورد عکس‌برداری با برف پوشیده نشده باشد (شکل ۱-۲۵). ضمناً باید توجه داشت که در این فصل در بعضی از مناطق ممکن است سطح آب‌های زیر زمینی، تالاب‌ها و رودخانه‌ها بالا آمده باشد که در این صورت مقداری از سطح و اراضی مجاور را می‌پوشاند، این قبیل عکس‌برداری‌ها بیشتر برای مطالعات عوارض مربوط به آب مفید خواهد بود.

یکی از معایب عکس‌برداری زمستانی در عرض‌های بالای جغرافیایی، کوتاه بودن روز و تمایل زیاد خورشید است که اولی سبب تقلیل راندمان عکس‌برداری و دومی باعث بلند شدن سایه‌ها و در نتیجه پوشانیده شدن بعضی از عوارض زمین در زیر این سایه‌ها می‌گردد. البته چنانچه بخواهند ارتفاع درخت یا اجسام را از روی سایه آنها اندازه بگیرند، درازی سایه به این عمل کمک می‌نماید.

به هرحال باید توجه داشت که برای عملیات تفسیر عکس‌های هوایی، از نظر شناسایی گونه‌های گیاهی، عکس‌های زمستانی در مناطق جنگلی شمال ایران کاربردی ندارند.



شکل ۱-۲۴: عکس زمستانی از همان منطقه جنگلی عکس‌های ۱-۲۲ و ۱-۲۳.



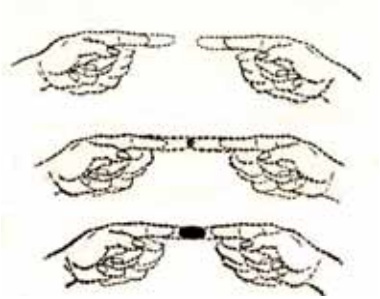
شکل ۱-۲۵: عکس زمستانی با امکان مطالعه سطح زمین

۱-۵. برجسته بینی

یکی از تفاوت‌های اصلی عکس‌های هوایی تهیه شده برای اهداف تفسیر و تهیه نقشه با عکس‌های معمولی، امکان برجسته بینی و تشخیص بعدسوم (اختلاف ارتفاع) از روی آنها با کمک وسایل برجسته بینی است. معمولاً عکس‌های هوایی به‌طور متوسط دارای ۶۰ درصد پوشش مشترک پشت سرهم (طولی) می‌باشد این پوشش مشترک امکان دید برجسته از منطقه عکس گرفته شده را بر یک جفت عکس پشت سرهم می‌دهد.

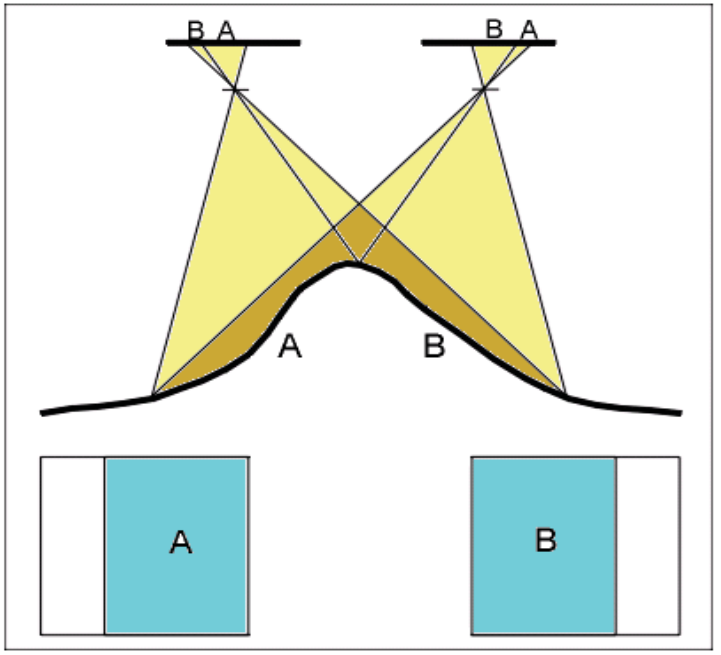
ساختمان چشم انسان به گونه‌ای است که با دید یک چشمی تشخیص فاصله یک جسم مشکل است، مگر آنکه قبلاً آن جسم را دیده باشیم و اندازه آن را بدانیم که در این صورت فاصله را می‌توان با توجه به جزئیات و روشنی تصویر حدس بزنیم. زمانی که به یک عکس هوایی نگاه کنیم، حالتی مانند تشخیص فاصله با استفاده از یک چشم را خواهیم داشت. گرچه ممکن است تفاوت سایه روشن‌ها به‌خصوص در مناطق کوهستانی یا وجود سایه ساختمان ها در نواحی شهری، احساس وجود برجستگی‌ها و فرورفتگی‌ها، یا دید برجسته را به دست دهد، امّا سایه روشن‌ها در مناطق کوهستانی ممکن است برعکس درک شود و در مورد سایه ساختمان‌ها نیز هیچ‌گونه امکان عملی برای اندازه‌گیری عمق یا ارتفاع اجسام بدون دید سه‌بعدی با یک جفت عکس هوایی وجود ندارد.

برای اثبات تفاوت دید یک چشمی و دو چشمی می‌توان آزمایش زیر را انجام داد. انگشتان اشاره خود را در جلو چشم قرار داده و با نگاه به دور دست‌ها به‌تدریج انگشت‌ها را به هم نزدیک می‌کنیم، قبل از اینکه دو انگشت عملاً به هم نزدیک شوند، احساس می‌شود که آنها بر روی یکدیگر قرار گرفته‌اند. پس از چند لحظه و با تمرکز بر انگشت‌ها انگشت کوچک سوّمی را به‌صورت برجسته بین آن دو خواهیم دید (شکل شماره ۱-۲۶).

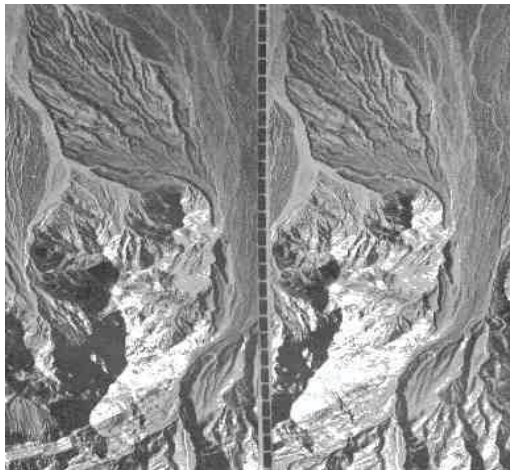


شکل ۱-۲۶: مانند شکل بالا به دو انگشت خود با دو چشم تمرکز کنید تا تصویر را سه‌بعدی ببینید.

همان‌طور که ذکر شد دو عکس متوالی هوایی معمولاً دارای ۶۰ درصد پوشش مشترک طولی هستند که این قسمت قابلیت دید برجسته را فراهم می‌کند. قسمت پوشش مشترک بخشی از سطح زمین است که در دو عکس متوالی با زاویه‌های دید متفاوت تکرار شده است. این زاویه‌های دید متفاوت، امکان برجسته دیدن پدیده‌های نظیر هم در روی دو عکس را میسر می‌سازد. به شکل ۱-۲۷ نگاه کنید قسمت A و B پوشش مشترک در دو عکس متوالی را نشان می‌دهد. در شرایط دید برجسته از درون استریوسکوپ، این بخش مشترک با زاویه‌های دید متفاوت از هر دو چشم دیده می‌شوند که با تلفیق آنها در مغز، بخش مشترک به صورت برجسته به نظر می‌رسد. در شکل شماره ۱-۲۸ با تمرکز بر خط‌چین وسط، با استفاده از یک استریوسکوپ جیبی، تصویر را سه‌بعدی خواهید دید.



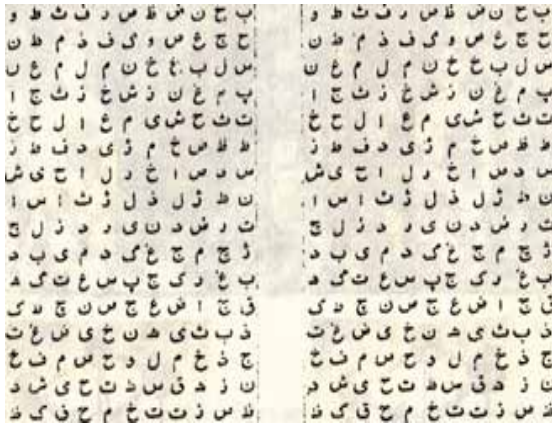
شکل ۱-۲۷: اساس کار برجسته بینی. منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)



شکل ۱-۲۸: در شکل بالا به خط چین وسط تمرکز کنید تا تصویر را سه‌بعدی ببینید.

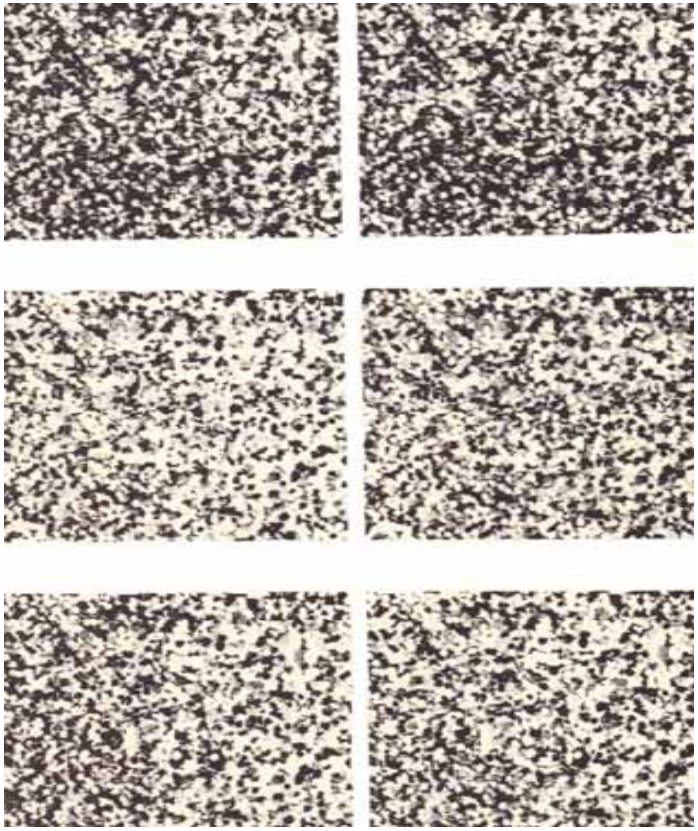
برای آزمایش قدرت برجسته بینی روش‌های مختلفی وجود دارد که دو نوع آن در اینجا شرح داده می‌شود.

ابتدا به شکل ۱-۲۹ که استریوگرامی از حروف برجسته است، با استفاده از یک استریوسکوپ جیبی نگاه کنید. چنانچه دارای دید برجسته باشید، باید بتوانید با استفاده از حروفی که به‌صورت برجسته می‌بینید، جمله‌ای بسازید.



شکل ۱-۲۹: با تمرکز در روی حروف پیام نامرئی را بخوانید.

سپس به شکل ۱-۳۰ که استریوگرام‌هایی از کلمات نامرئی است، با استفاده از یک استریوسکوپ جیبی نگاه کنید. اگر فردی برجسته بین باشید، قادر خواهید بود کلمه‌های لاتین پنهان شده در آنها را بخوانید.



شکل ۱-۳۰: استریوگرام‌هایی از کلمات نامرئی

البته باید در نظر داشت که قدرت برجسته بینی در افراد مختلف متفاوت است. برای تعیین میزان قدرت برجسته بینی، آزمایش‌های متعددی وجود دارد که در این جا به لحاظ رعایت اختصار از ذکر آنها صرف نظر می‌شود. علاقه‌مندان می‌توانند به کتاب‌هایی که در این زمینه وجود دارد و برخی از آنها در فهرست منابع و مآخذ ذکر

شده است، مراجعه نمایند.

۱-۶. استریوسکوپ و انواع آن

یکی از مزیت‌های همه عکس‌های هوایی امکان دید سه‌بعدی از پدیده‌های سطح زمین با استفاده از یک جفت عکس متوالی است. برای افرادی که قدرت برجسته بینی قوی دارند، امکان دید برجسته در یک جفت عکس بدون استفاده از ابزار نیز امکان پذیر است. استفاده از استریوسکوپ یا برجسته نما به کاربران کمک می‌کند تا بدون زحمت زیاد، عکس‌ها را به‌صورت برجسته ببینند و مورد مطالعه و تفسیر قرار دهند. چون برای دیدن اجسام با چشم و به‌صورت عادی، شعاع‌های دید در نقطه مورد نظر یکدیگر را قطع می‌نمایند، لذا برای جداکردن عمل دید هر چشم از دیگری، از استریوسکوپ استفاده می‌شود. به عبارت دیگر، خاصیت استریوسکوپ موازی نگه داشتن دید هر چشم و در نتیجه، ایجاد دو تصویر جداگانه و مستقل در چشم‌ها می‌باشد که پس از رسیدن این تصاویر به مرکز بینایی مغز، باهم ترکیب شده و تصویر برجسته‌ای را ایجاد خواهد نمود.

استریوسکوپ‌ها یا برجسته نماهای متعددی وجود دارد از قبیل:

ـ استریوسکوپ جیبی با اندازه‌ای کوچک، شکلی ساده، پایه‌های تاشونده و میدان عمل محدود؛

– استریوسکوپ آیینه‌ای با بزرگ‌نمایی زیاد و میدان عمل وسیع؛

– استریوسکوپ اسکن کننده با امکان مشاهده مدل برجسته در بزرگ‌نمایی‌های کم یا زیاد از زاویه‌های مختلف بدون نیاز به جابجایی عکس‌های هوایی؛

– اینترپرتوسکوپ یا تفسیر نما، برجسته نمای اسکن کننده‌ی بسیار پیشرفته‌ای که با استفاده از آن دو نفر کاربر می‌توانند عکس‌های هوایی را (چه به‌صورت نورگذران یا عکس) در بزرگ‌نمایی‌هایی که به طور مداوم تغییر می‌یابند، به طور هم زمان اسکن کنند؛

ـ استریوسکوپ آیینه‌دار آموزشی.

در اینجا به لحاظ رعایت اختصار دو نمونه اول شرح داده خواهد شد.

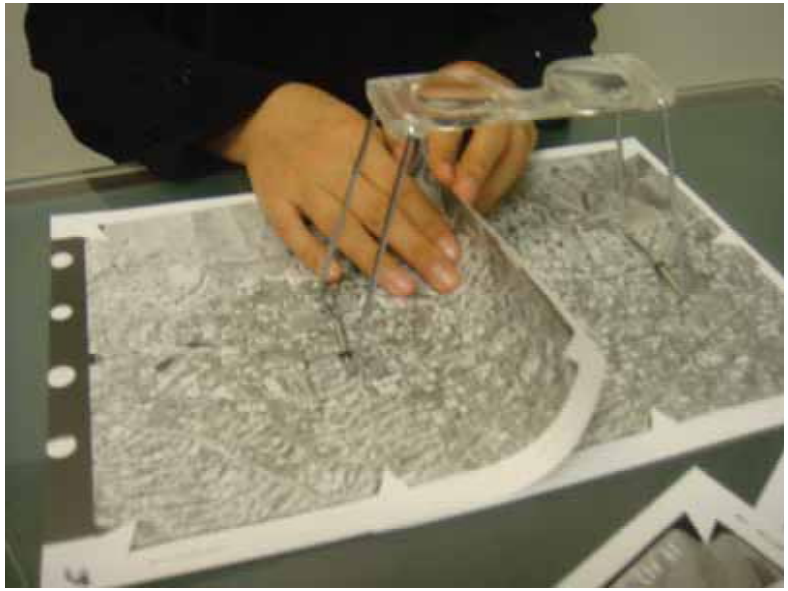
۱-۶-۱. استریوسکوپ جیبی

استریوسکوپ جیبی از دو عدسی بر روی یک پایه تشکیل شده که در آن فاصله مرکز دو عدسی از یکدیگر، معادل فاصله بین دو مردمک چشم، یعنی بین ۵۵ تا ۷۵ میلی‌متر، قابل تغییر است. در بعضی انواع، این فاصله ثابت و معادل با فاصله متوسط بین دو چشم، یعنی ۶۵ میلیمتر می‌باشد. شکل ۱-۳۱ انواع استریوسکوپ جیبی را نشان می‌دهد.

شکل ۱- ۳۱: نمونه‌هایی از استریوسکوپ جیبی

بزرگ‌نمایی این استریوسکوپ‌ها بین ۲ تا ۳ برابر، برحسب کارخانه سازنده می‌باشد. در موقع کار با این دستگاه، در هر مرتبه، یک‌سوم پوشش مشترک یک جفت عکس هوایی می‌تواند برجسته دیده شود و مورد تفسیر و اندازه‌گیری قرار گیرد. ضمناً

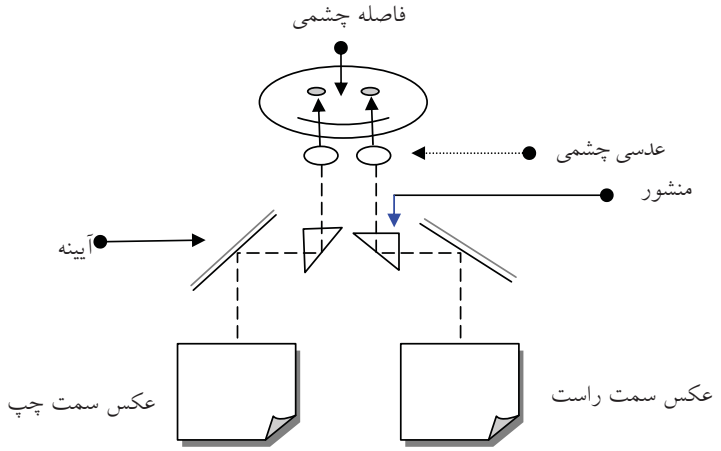
برای دیدن یک‌سوم دیگر می‌توان جای عکس رو و عکس زیر را عوض نمود و برای بقیه که ظاهراً غیر قابل دید است، باید لبه‌ی عکس رویی را برای برجسته بینی با انگشت کمی بالا گرفت. (شکل ۱-۳۲)



شکل ۱- ۳۲: طرز گرفتن لبه عکس با انگشت برای دید بهتر با استریوسکوپ جیبی

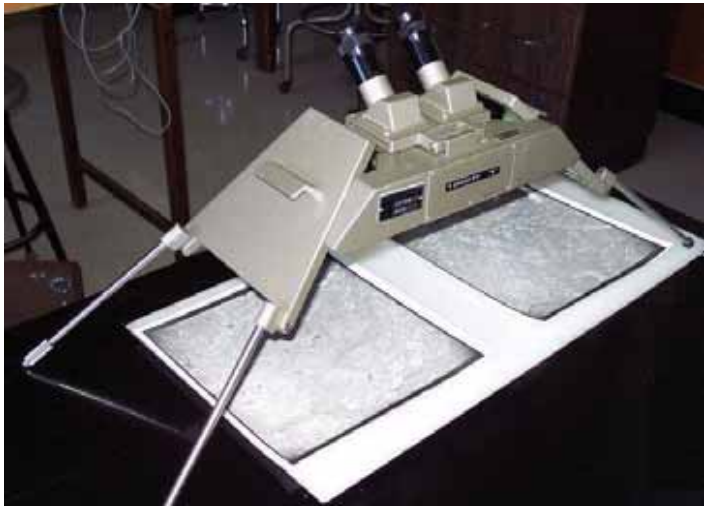
۱-۶-۲. استریوسکوپ آیینه‌دار

این دستگاه کاملتر و بهتر از استریوسکوپ جیبی بوده و علاوه بر عدسی چشمی برای دید عادی، یعنی حدو ۰/۸ تا ۱ برابر، دارای عدسی‌های چشمی اضافی برای بزرگ‌نمایی ۳ و ۶ و ۸ برابر نیز می‌باشد. وجود آیینه و منشور باعث زیاد شدن فاصله بین دو عکس در موقع دید سه‌بُعدی می‌گردد و عکس‌ها روی هم قرار نگرفته و در نتیجه، در یک مرتبه، تمام پوشش مشترک طولی ۶۰٪ تا ۷۰٪ می‌تواند مورد مطالعه و تفسیر قرار گیرد. شکل ۱-۳۳ اساس کار دستگاه استریوسکوپ آیینه‌دار را نشان می‌دهد.

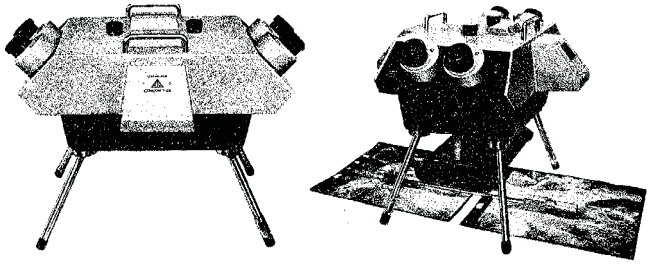


شکل ۱-۳۳: اساس دستگاه استریوسکوپ آیینه‌دار

شکل ۱-۳۴ استریوسکوپ آیینه‌دار و شکل ۱-۳۵ نوعی استریوسکوپ آیینه‌دار آموزشی را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳۴: استریوسکوپ آیینه‌دار



شکل ۱- ۳۵: نوعی استریوسکوپ آیینه‌دار آموزشی

۱-۶-۳. چگونگی توجیه عکس‌های هوایی برای برجسته بینی با استریوسکوپ جیبی

آماده نمودن دو عکس متوالی که دارای پوشش مشترک طولی هستند، در چند مرحله، به قرار ذیل، انجام می‌گیرد.

الف) با اتصال دو علامت حاشیه‌ای مقابل[1] (علائم در گوشه‌های عکس و یا علائم حاشیه‌ای در وسط هر ضلع)، نقطه اصلی یا مرکز هر عکس مشخص می‌گردد. این کار را می‌توان به وسیله خط‌کش و یک سنجاق ته‌گرد و یا مداد انجام داد و فقط قسمت مرکزی خطوط اتصال را روی عکس مشخص نمود. محل تقاطع این دوپاره خط، مرکز عکس (نقطه اصلی) بوده که با سنجاق یا سوزن پیکوار سوراخ و با دایره‌ای قرمز رنگ و به قطر ۵ میلیمتر و به مرکز این نقطه مشخص می‌شود. در شکل ۱-۳۶ مرکز عکس با حرف P نشان داده شده است. (شکل ۱-۳۶)

ب) دو عکس طوری روی میز قرار داده می‌شوند که پوشش مشترک طولی دو عکس بر روی یکدیگر واقع گردند (شکل ۱-۳۷). حال، دو عکس را در جهت مسیر پرواز از یکدیگر دور می‌کنیم، به‌طوری که فاصله بین دو تصویر نظیر از یک جسم در دو عکس، حدود ۶ سانتیمتر گردد. (شکل ۱-۳۸). در موقع قرار دادن عکس‌ها روی میز، باید توجه داشت که سایه اجسام به طرف شخص تفسیر کننده عکس باشد، در غیر این صورت ممکن است یال‌ها دره و دره‌ها یال به نظر برسند.

ج) استریوسکوپ جیبی به‌طوری روی عکس‌ها قرار داده می‌شود که مثلاً عکس سمت راست رو و عکس سمت چپ زیر بوده و عدسی سمت چپ روی مرکز عکس

1. Fiducial Marks

چپ قرار گیرد. (شکل ۱–۳۸) حال، چنانچه از داخل عدسی‌های استریوسکوپ به عکس‌ها نگاه شود، حالت دید سه‌بُعدی حاصل می‌شود. در صورتی که عکس‌ها کاملاً برجسته دیده نشد، باید قدری آن‌ها را در جهت پرواز یا عمود بر آن، تغییر مکان داد. همیشه باید توجه داشت که محور استریوسکوپ (خطی که مرکز دو عدسی را به یکدیگر وصل می‌کند) موازی با مسیر پرواز باشد. در حالت دید برجسته، دایره‌ای که در مرکز عکس سمت چپ وجود دارد، در عکس سمت راست هم دیده می‌شود. به عبارت دیگر گرچه دایره فقط در عکس چپ رسم شده است، ولی چون دو تصویر در مغز با یکدیگر تلفیق می‌شوند، به حالت یک تصویر برجسته در می‌آیند و در نتیجه دایره‌ی رسم شده در عکس سمت چپ به ظاهر در عکس سمت راست هم دیده می‌شود. حال باسنجاق ته‌گرد و یا سوزن پیکوار و در حالت دید برجسته، مرکز این دایره در عکس سمت راست سوراخ می‌گردد. این نقطه را، نقطه نظیر یا تصویر نقطه اصلی در عکس مجاور می‌گویند و با حروف CP نشان داده می‌شود. این نقطه، نیز با دایره‌ای به رنگ دیگر، مثلاً آبی و به قطر ۵ میلیمتر مشخص می‌گردد.

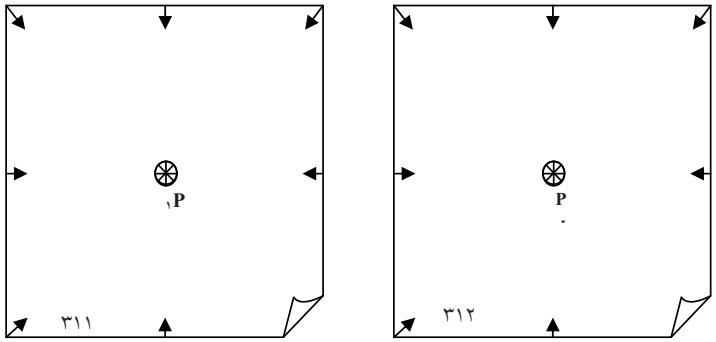
د) عکس سمت چپ را روی عکس سمت راست قرار داده و استریوسکوپ طوری مستقر می‌شود که مرکز عدسی سمت راست روی مرکز عکس سمت راست قرار گیرد. مانند مرحله قبلی، مرکز عکس سمت راست بر روی عکس سمت چپ منتقل می‌گردد. البته واضح است که فاصله بین دو تصویر نظیر مانند مرحله قبل، بازهم تقریباً حدود ۶ سانتیمتر است.

ه) در روی هر عکس، مرکز عکس و تصویر مرکز عکس مجاور را به یکدیگر وصل کرده و امتداد این خط در کناره‌های عکس مشخص می‌گردد. این خط، نشان دهنده مسیر پرواز است. (شکل ۱–۳۹)

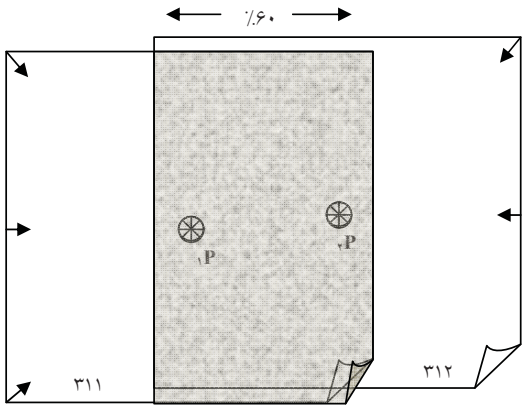
و) عکس دست چپ را، روی میز با چسبانیدن کناره خارجی آن توسط نوار چسب کاغذی، محکم کرده و عکس سمت راست طوری روی آن قرار داده می‌شود که مرکز عکس دست چپ (۱ P) و تصویر مرکز عکس دست چپ، روی عکس دست راست (۱ CP)، مرکز عکس دست راست (۲ p) و خطوط مشخص کننده مسیر پرواز در حاشیه عکس در یک امتداد قرار گیرند. فاصله بین مرکز عکس دست چپ و تصویر این مرکز در عکس دست راست، نیز در این حالت باید تقریباً ۶ سانتیمتر باشد.

بعد از اینکه استریوسکوپ موازی خط پرواز روی عکس‌ها قرار گرفت و عکس‌ها برجسته دیده شد، کناره خارجی عکس دست راست نیز با چسب کاغذی روی میز محکم می‌شود. بدین ترتیب، عکس‌ها برای دید سه‌بُعدی و تفسیر و اندازه‌گیری آماده هستند (شکل ۱–۴۰).

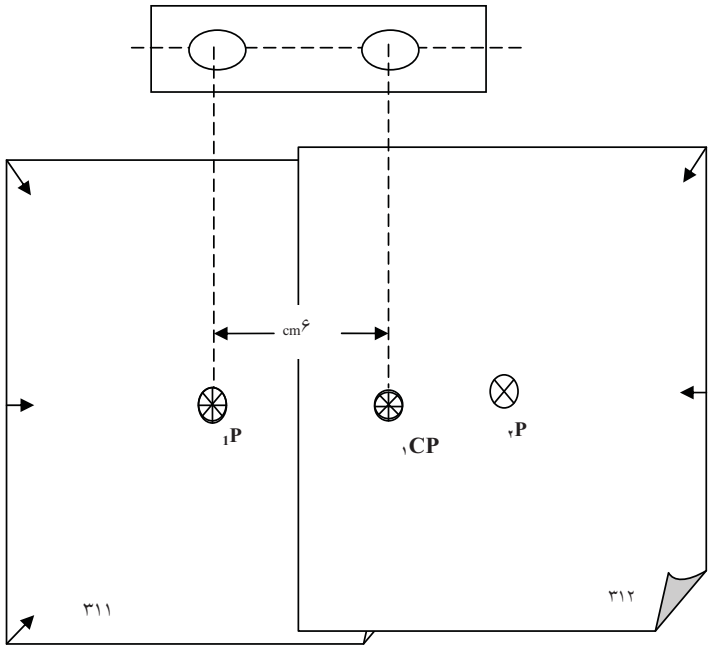
با عوض کردن محل عکس‌ها و در زیر قرار گرفتن عکس‌رویی که بدون آزاد کردن چسب کناره خارجی آنها صورت می‌گیرد، می‌توان حدود $\frac{۲}{۳}$ از پوشش مشترک طولی دو عکس را سه‌بُعدی دید و برای دیدن بقیه، بایستی عکس رویی را با دو انگشت مطابق شکل ۱–۳۲ کمی بالا گرفت.



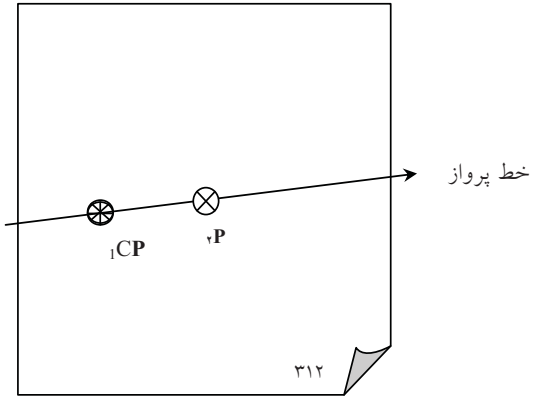
شکل ۱– ۳۶: مشخص نمودن مرکز دو عکس متوالی هوایی برای دید برجسته



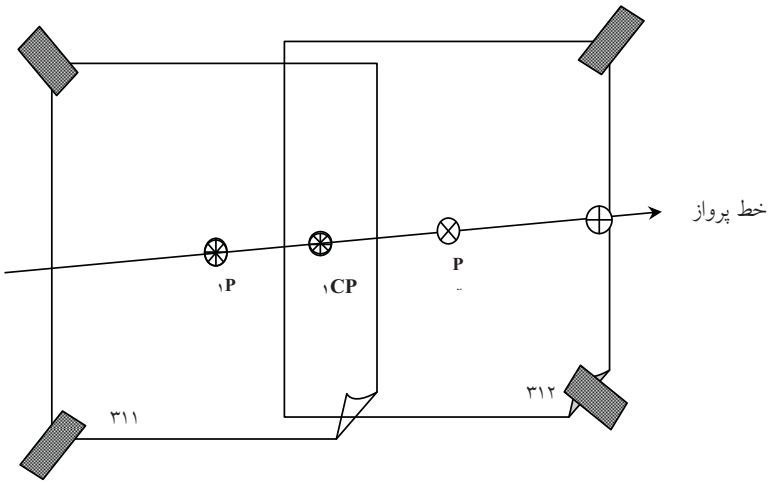
شکل ۱– ۳۷: پوشش مشترک طولی دو عکس متوالی هوایی



شکل ۱– ۳۸: تنظیم فاصله کانونی تقریبی ۶ سانتی‌متری از یک جسم بـر روی هـر دو عکس متوالی هوایی به منظور برجسته بینی



شکل ۱– ۳۹: تعیین مسیر پرواز بر روی عکس هوایی



شکل ۱–۴۰: جفت عکس متوالی آماده شده به منظور برجسته بینی با استریوسکوپ جیبی

۱–۶–۴. چگونگی توجیه عکس‌های هوایی برای برجسته بینی با استریوسکوپ آیینه‌دار

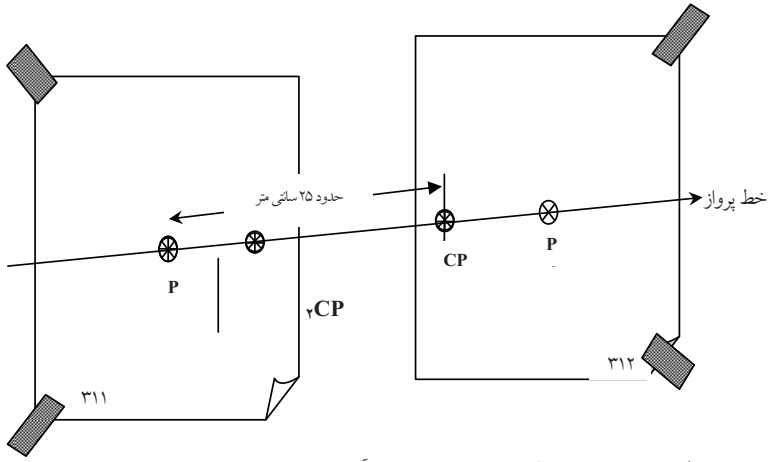
الف) همانند مرحله «الف» بـرای استریوسـکوپ جیبـی، در ایـن مرحلـه نقـاط اصـلی عکس‌ها تعیین می‌گردند.

ب) مانند مرحله «ب» برای استریوسکوپ جیبی فاصله دو عکس تنظیم می‌شـود، با این تفاوت که فاصله دو تصویر یک جسم مشابه در دو عکس متوالی به جای تقریبـاً ۶ سانتیمتر، باید حدود ۲۵ سانتی‌متر باشد.

ج) استریوسکوپ را طوری روی دو عکس قرار می‌دهیم که مسیر پرواز با محور استریوسکوپ (خطی افقی که از دو مرکز عدسی می‌گذرد) موازی باشد. با بزرگ‌نمـایی عادی، عکس‌ها را برجسته دیده و مرکز هر عکس روی عکس بعدی منتقل می‌گردد.

د) بعد از مشخص کردن مسیر پرواز مانند مرحله «ه» برای استریوسکوپ جیبـی، دو عکس را طوری روی میز قرار می‌دهیم که دو مرکز اصلی و تـصویر آنهـا در عکـس مجاور، در یک امتداد قرار گیرند. البته لازم است که قبل از قرار دادن عکس‌ها روی میز یا صفحه مقوا، یک خط مستقیم رسم نموده و سپس عکـس‌هـا را در امتـداد ایـن خـط

توجیه نمود. فاصله بین مرکز عکس و تصویر آن در عکس مجاور، باید در حدود ۲۵ سانتی‌متر باشد. (شکل ۱-۴۱)، بعد از دیدن عکس‌ها به صورت برجسته، آنها را با چسب کاغذی روی میز محکم می‌کنیم. در این‌جا هم باید توجه داشت که سایه اشیاء به طرف شخص تفسیر کننده باشد. بدین طریق دو عکس برای تفسیر و اندازه‌گیری آماده می‌شوند.



شکل ۱-۴۱: جفت عکس متوالی هوایی آماده شده به منظور برجسته‌بینی با استریوسکوپ آینه‌دار

خلاصه

لازمه‌ی تفسیر عکس‌های هوایی در درجه‌ی اول داشتن اطلاعاتی در مورد عکس‌های هوایی و به عبارت دیگر اصول مربوط به ساختمان عکس‌ها و اجزای تشکیل دهنده‌ی آنها است. آنچه تحت عنوان اطلاعات حاشیه‌ای در کنار عکس‌ها آورده شده است، کمک مؤثری به مفسر می‌کند، گر چه با چنین امکاناتی کار مفسر در حد عکس خوانی است لیکن آگاهی از کیفیت عکس‌ها، مقیاس عکس‌ها، دقت عکس‌ها، زمان تهیه‌ی عکس‌ها و سایر اطلاعات موجب می‌شود که مفسر با اطمینان بیشتر اقدام به تجزیه و تحلیل داده‌ها نموده و کار تفسیر را انجام دهد. آنچه که در تفسیر عکس حایز اهمیت است دانستنی‌های ذهنی مفسر است که از طریق مطالعه و تجربه کسب شده است،

داشتن چنین تجاربی موجب می‌گردد که نتایج به دست آمده مستند، علمی و گویا باشد. بنابراین با توجه به گرایش‌های مختلف جغرافیایی و نیاز استفاده به عکس‌های هوایی در پیشبرد کارهای پژوهشی و تحقیقی، مفسران عکس‌های هوایی آن دسته از عکس‌هایی را بهتر تفسیر خواهند کرد که در ارتباط با رشته‌ی تخصصی خودشان باشد. عواملی که در شناخت و تفسیر عکس‌های هوایی نقش عمده‌ای را ایفا می‌کنند عبارت‌اند از: شکل، اندازه، تن، رنگ، سایه، موقعیت، بافت و عوارض یا شرایط جانبی که هر کدام در جای خود قابل اهمیت است. ایجاد ارتباط و هماهنگی بین این عوامل ظرافت خاصی دارد که به‌کار مفسر جنبه‌ی هنری هم می‌بخشد، از سوی دیگر توجیه صحیح تصاویر می‌تواند عمق بهتری به دید استریوسکوپی بدهد.

عکس‌های هوایی که برای اهداف تفسیری تهیه می‌شوند باید دارای ویژگی‌های خاص خود باشند از این رو در طرح پرواز دقیقاً مشخص می‌گردد که هدف از گرفتن عکس برای کدام یک از مقاصد تفسیری است و در همین رابطه لازم است در طرح پرواز زمان عکس‌برداری و فصل عکس‌برداری مشخص شود تا تصاویر حاصله گویا و قابل استفاده باشند. به‌طور مثال عکس‌هایی که در فصل زمستان گرفته می‌شوند. بیشتر برای مطالعه بر روی زمین کاربرد دارند و یا جهت فتوگرامتری تهیه می‌شوند. در فصل زمستان به علت بی‌برگ بودن درختان عوارض کاملاً مشخص و دوربین عکس‌برداری قادر به ضبط و ثبت اطلاعات زمینی است و در فصل تابستان که درختان پوشیده از برگ هستند و بسیاری از عوارض در زیر برگ درختان مخفی شده و قابل رؤیت برای دوربین عکس‌برداری نیست نمی‌توان تصاویری را تهیه نمود که اهداف مورد نظر را تأمین کند. در صورتی که هدف از گرفتن عکس مطالعه و بررسی و تفسیر جنگل‌ها و پوشش گیاهی باشد، مناسب‌ترین فصل، تابستان است، زیرا در این فصل درختان پر برگ بوده و قابلیت تفسیری جنگل‌ها از روی عکس‌ها به مراتب بالاتر خواهد بود. نکته‌ی دیگر که موجب بهتر شدن کیفیت عکس برای تفسیر می‌شود زمان عکس‌برداری است که معمولاً بهترین ساعات آن دو ساعت قبل و دو ساعت بعد از ظهر است، البته در فصل تابستان به علت طولانی بودن روزها محدودیت‌های فصل زمستان وجود ندارد.

از جمله عوامل دیگری که به تفسیر عکس‌ها کمک می‌کند دیدن آنها به‌صورت سه‌بُعدی است. برای اینکه بتوان تصاویر را به‌صورت سه‌بُعدی ملاحظه نمود و به تفسیر

آنها پرداخت لازم است از عکس‌ها استریوگرام ساخت. ساخت استریوگرام بیشتر زمانی لازم است که از استریوسکوپ جیبی یا صحرایی استفاده شود. مفسران عکس‌های هوایی معمولاً در پژوهش‌های میدانی خود به کمک عکس‌های هوایی مربوط به منطقه‌ی مورد مطالعه و یک استریوسکوپ صحرایی عملیات تفسیر را انجام می‌دهند. در این شرایط کار تفسیر علاوه بر عکس با مشاهده در محل صورت می‌گیرد. استریوسکوپ‌های آینه‌ای و رومیزی به علت بزرگی حجمشان و مشکلات جابجایی آنها بیشتر در دفاتر کار و یا آزمایشگاه‌ها نگهداری و استفاده می‌شوند. برای دید برجسته‌بینی و تفسیر عکس‌ها توسط این گونه استریوسکوپ‌ها نیز لازم است پوشش طولی به میزان ۶۰ درصد منظور گردد و یک عارضه در دو عکس از دو ایستگاه متفاوت گرفته شده باشد و عکس‌ها در یک خط پرواز قرار گیرند. دید برجسته بینی اصولاً یک کار فیزیولوژیکی است که توسط دو چشم هم قدرت امکان پذیر می‌گردد.

خودآزمایی

۱. کدام یک از عوامل زیر بر روی کیفیت تصویر مؤثرند؟

الف) فصل سال و ساعت عکس‌برداری　　ب) قدرت دید و درک تشخیص مفسر

ج) ابزار و تکنیک تعبیر و تفسیر　　د) کمک‌های تعلیماتی در دسترس

۲. عوامل اصلی شناخت و تفسیر کدامند؟

الف) رنگ و حجم　　ب) نقش و ارتفاع

ج) شکل و اندازه　　د) ضخامت و سایه

۳. تن عکسی چیست؟

الف) سفیدی یا سیاه نسبی که حاصل انعکاسات نور به وسیله‌ی خورشید است.

ب) سفیدی یا سیاه نسبی که حاصل انعکاسات نور به وسیله‌ی اجسام است.

ج) سفیدی یا سیاه نسبی که حاصل میزان رطوبت در اجسام است.

د) سفیدی یا سیاه نسبی که حاصل میزان رطوبت در اتمسفر است.

۴. فاصله بین مرکز عکس و تصویر آن در عکس مجاور با استفاده از استریوسکوپ جیبی باید در حدود چند سانتی‌متر باشد.

الف) ۶ سانتی‌متر　　ب) ۱۶ سانتی‌متر

ج) ۲۵ سانتی‌متر　　د) ۳۵ سانتی‌متر

۵. فاصله بین مرکز عکس و تصویر آن در عکس مجاور با استفاده از استریوسکوپ آیینه‌دار باید در حدود چند سانتی‌متر باشد.

الف) ۶ سانتی‌متر　　ب) ۱۶ سانتی‌متر

ج) ۲۵ سانتی‌متر　　د) ۳۵ سانتی‌متر

۶. استریوسکوپ آئینه‌دار را تعریف کنید.

فصل دوم

تفسیر تصویرهای ماهواره‌ای

مقدمه

داده‌های ماهواره‌ای از جمله ماهواره‌های لندست و اسپات، در کاربردهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. اکتشافات معادن، تجزیه و تحلیل‌های کشاورزی، کنترل منابع محیطی، تهیه‌ی نقشه‌های پوششی زمین و بررسی منابع طبیعی، کاربری داده‌ها جهت تشخیص سنگ‌ها و تهیه‌ی نقشه‌های شکل زمین، تعیین مساحت زیر کشت و تخمین مقدار محصول، برنامه‌ریزی مدیریت زمین با استفاده از داده‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی و استفاده از اطلاعات در مهندسی آب به منظور پیش‌گویی میزان هرز رفتن آب در مناطق زیر کشت از جمله کاربردهای داده‌های ماهواره‌ای است.

هر کدام از تصویرهای سنجنده‌های ماهواره‌ای مختلف از جمله سنجنده‌های ماهواره‌های لندست و اسپات مزایای خاص خود را دارد که آگاهی از ساختمان تصاویر کمک مؤثری در امر تفسیر هر یک از آنها می‌نماید. استفاده‌ی بهینه از این تصاویر زمانی امکان پذیر است که مفسر قادر باشد کلیه‌ی داده‌های روی آن را با روش‌های علمی مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و تفسیر نماید. دسته‌ای از این تصویرها که تصویرهای رنگی کاذب هستند و با موزائیک کردن آنها به نقشه‌های تصویری تبدیل و نامگذاری می‌شوند، دارای دو نوع اطلاعات اصلی و حاشیه‌ای هستند. این اطلاعات توأماً به امر تفسیر کمک می‌کنند. در این رابطه اطلاعات حاشیه‌ای همانند عکس‌های هوایی مربوط به ساختمان و اجزای تشکیل دهنده‌ی تصویر است که به کمک اطلاعات اصلی که در

واقع محتوی نقشه‌های تصویری را تشکیل می‌دهند، امر تفسیر را آسان می‌کنند. در این فصل به بررسی چگونگی تفسیر داده‌های ماهواره‌ای، با توجه ویژه به ماهواره‌های لندست و اسپات، خواهیم پرداخت.

۲-۱. تفسیر داده‌های ماهواره‌های لندست

داده‌های ماهواره‌ای به دو طریق عمده تجزیه و تحلیل می‌شوند. دو روش مزبور به‌کلی از یکدیگر متفاوت است و مفسران از دو طریق کاملاً متمایز به شناسایی اشکال و پدیده‌ها دست می‌زنند. این روش‌ها تحت عناوین تفسیر سنتی یا کلاسیک و تفسیر پیشرفته یا عددی خلاصه می‌شوند. طریقه عمل در تفسیر سنتی، بی‌شباهت به‌کار تفسیر عکس‌های هوایی نیست و مفسران کم و بیش از مهارت‌های لازم برای تفسیر در عکس‌های هوایی سود می‌برند. روشن است که در تفسیر سنتی مهارت مفسر و آشنایی وی به روش کار تفسیر عکس‌های هوایی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار خواهد بود. در صورتی که در تفسیر پیشرفته یا عددی داده‌های ماهواره‌ای، روش کار بهره‌برداری از ابزار آلات تفسیر عددی بوده و به‌کلی از روش تفسیر سنتی متمایز است. از آنجا که روش کار تفسیر سنتی در کتب مربوط به تفسیر عکس‌های هوایی به‌صورت مشروح بیان شده است، در اینجا تفسیر تصاویر ماهواره‌ای به روش سنتی به اختصار بیان می‌شود.

۲-۲. تفسیر تصویرهای ماهواره‌ای به روش سنتی

در روش تفسیر سنتی داده‌های ماهواره‌ای از فراورده‌های تصویری ماهواره‌ها استفاده به عمل می‌آید. در این جا به لحاظ اختصار تفسیر سنتی داده‌های تصویری ماهواره‌های لندست مورد بررسی قرار می‌گیرد. داده‌های تصویری ماهواره‌های لندست که در مراکز پردازش ارقام ماهواره‌ای تهیه می‌شود، شامل تصویرهای سیاه و سفید در باندهای مختلف یا تصویرهای رنگی کاذب است. تصویرهای رنگی ماهواره‌ای معمولاً از تلفیق تصویرهای باندهای ۴، ۵ و ۷ سنجنده‌های اسکن‌کننده چند طیفی[1] ماهواره‌های لندست نسل اول یا از تلفیق تصویرهای باندهای ۱، ۲ و ۴ ماهواره‌های لندست نسل دوم که معادل باندهای ۴، ۵ و

1. Multi Speetral Scanner= MSS

۷ ماهواره‌های لندست نسل اول است، حاصل می‌آید. روش کار بدین ترتیب است که تصاویر حاصل از بازتاب انرژی در باند ۴، ۵ و ۷ یا ۱، ۲ و ۴ مذکور، به‌ترتیب از فیلتر آبی، سبز و قرمز گذشته و از تلفیق آنها تصویر رنگی مجازی تهیه می‌شود.

قبل از تهیه تصویر از داده‌های ماهواره‌ای لازم است اصلاحات لازم از جمله اصلاحات هندسی و رادیومتری برروی داده‌های ماهواره‌ای انجام پذیرد. تصویرهای رنگی مجازی یاد شده بی‌شباهت به عکس‌های مادون قرمز رنگی نیست و رنگ و نمود پدیده‌ها در این تصاویر شبیه به رنگ و نمود آنها در عکس‌های رنگی مادون قرمز است.

در تهیه تصاویر رنگی از مقدار بازتاب یا تشعشع انرژی در باندهای هفت‌گانه سنجنده نقشه‌بردار موضوعی [1] ماهواره‌های لندست و نیز از روش کار تلفیق تصاویر سه باند ۲، ۳ و ۴ یا ترکیب هر سه باند دیگر استفاده می‌شود.

جز تصاویر سیاه و سفید و رنگی مجازی داده‌های ماهواره‌ای می‌توان از ترانس پارانت‌های سیاه و سفید یا رنگی مجازی آنها نیز در تفسیر سنتی بهره‌برداری کرد. در این روش، مفسر باتجربه نخست تصاویر یا فراورده‌های ترانس پارانت ماهواره‌ای را با چشم غیرمسلح و بدون هیچ‌گونه ابزار بررسی و ارزیابی می‌کند. در این مرحله مفسر قادر است به‌صورت مقدماتی پدیده‌ها را شناسایی کند و نیز به کیفیت اطلاعات تصویری ماهواره‌ای پی ببرد. در مرحله بعدی، مفسر با استفاده از وسایل و ابزار تفسیر عکس‌های هوایی به شناسایی بهتر و دقیق‌تر پدیده‌ها می‌پردازد. این مرحله به اصطلاح بررسی با چشم مسلح نامیده می‌شود. از مهم‌ترین ابزاری که در این مرحله استفاده می‌شود، می‌توان از انواع استریوسکوپ‌ها و دیگر وسایل و ابزار بزرگ‌نمایی دهنده به همراه نقشه‌های توپوگرافی و دیگر اطلاعات مرجع و منبع نام برد. در کار تفسیر و استخراج اطلاعات از تصویرهای ماهواره‌ای از عواملی مانند آنچه در تفسیر عکس‌های هوایی به‌کار می‌رود، بهره‌برداری می‌شود؛ از آن جمله می‌توان از شکل، اندازه، سایه، سایه ـ رنگ و غلظت آن نام برد. فرض بر این است که دانشجویان در این مرحله از آموزش، از اهمیت عوامل فوق در شناسایی پدیده‌ها در عکس‌های هوایی آگاهی دارد و نیازی به ذکر و شرح دوباره آنها

1. TM = Thematic Mapper
نقشه‌بردار موضوعی= سنجنده اپتیکی نصب شده برروی ماهواره‌های لندست نسل ۴ به بعد است.

نیست. لازم است دانشجویان عزیز آموخته‌های خود را در تفسیر عکس‌های هوایی در خصوص تغییر سایه ـ رنگ‌ها، اشکال پدیده‌ها و استفاده از نقشه و از دیگر ابزار تفسیر، به دقت در نظر داشته باشند تا به شناسایی پدیده‌ها در تصاویر ماهواره‌ای نایل آیند. عوامل یاد شده در استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای درست به اندازه شناسایی پدیده‌ها در عکس‌های هوایی اهمیت دارند. امروزه مفسران تصویرهای ماهواره‌ای برای نیل به شناسایی بهتر و دقیق‌تر در روش‌های سنتی از تعدادی ابزار پیشرفته و پیچیده‌تر بهره‌برداری می‌کنند. دستگاه‌های ترکیب رنگ،[1] ترانسفرسکوپ‌های زوم‌کننده[2] و نیز دستگاه‌های تبدیل تصویر به ارقام و اعداد[3] از جمله وسایل مزبور محسوب می‌شوند. در اینجا به اختصار کارکرد هر یک از ابزار تفسیر یاد شده را بیان می‌کنیم:

۲-۲-۱. دستگاه‌های ترکیب رنگ

که نمونه‌ای از آن در شکل ۲-۱ نشان داده می‌شود، علاوه بر ساختار پیچیده داخلی، دارای یک صفحه نمایش تصویری است. این سیستم برای بررسی تصاویر رنگی مجازی ماهواره‌ای ساخته شده است. در این سیستم، تصاویر سیاه و سفید از باندهای سه‌گانه سنجنده‌ی MSS یا TM با اعمال نظریه ترکیب رنگ (افزایش رنگ)، به‌صورت تصویر رنگی بر روی صفحه نمایش دستگاه مزبور ظاهر می‌شود. مفسر می‌تواند با کم و زیاد کردن ته ـ رنگ‌های سه‌گانه آبی، سبز و قرمز به نمود چشمگیر و بهتر پدیده‌ها دست یابد. با استفاده از این دستگاه می‌توان تصویر مجازی باندهای آبی، سبز و قرمز را حتی به‌صورتی که در طبیعت دیده می‌شود (به‌صورت تصویر رنگی معمولی) تهیه و بررسی کرد. امتیاز این سیستم در امکان تغییر تکاثف ته ـ رنگ‌های تصاویر باندهای مختلف طیف مرئی و مادون قرمز است. مزیت مزبور به مفسر اجازه می‌دهد تا اختلافات جزئی در تغییرات تکاثف ته ـ رنگ‌ها را به راحتی تشخیص دهد و آن را مطالعه و بررسی کند. بدیهی است که مفسر از این طریق خواهد توانست به شناسایی دقیق و روشن عوارض ثبت شده در تصاویر دست یابد. به‌طور خلاصه، بزرگترین

1. Color Additive Viewers
2. Zoom Transferscopes
3. Digitizers

امتیاز دستگاه‌های ترکیب رنگ در امکان دسترسی و کار مستقیم مفسر با آنهاست و نقص عمده آنها عدم امکان عرضه نتیجه عملیات آنها به یک کامپیوترآنالوگ یا برعکس است. نقیصه یاد شده مانع از کاربرد مؤثرتر این دستگاه در تفسیر سنتی تصاویر ماهواره‌ای گردیده است.

شکل ۲-۱: دستگاه ترکیب رنگ

۲-۲-۲. ترانسفرسکوپ‌های زوم‌کننده

دستگاه‌های دیگری که در تفسیر سنتی عکس‌های هوایی و تصویرهای ماهواره‌ای کاربرد فراوان دارد، ترانسفرسکوپ‌های زوم کننده یا نوع پیشرفته‌تر آنها استریوترانسفرسکوپ‌های زوم کننده است (شکل ۲-۲). جزئیات ویژگی‌های پدیده‌های ثبت شده برروی عکس‌های هوایی یا تصویرهای ماهواره‌ای به‌وسیله دستگاه‌های مزبور بر روی نقشه‌های مبنا پیاده می‌شود. اهم امتیازات این دستگاه‌ها را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه نمود:

الف) بزرگ‌نمایی زوم این سیستم‌ها از ۱ تا ۱۴ برابر است و به آسانی امکان می‌دهد تا مقیاس عکس‌ها و تصویرها را با مقیاس نقشه مبنا هماهنگ کرد. در عمل

نقشه مبنا را با بزرگ‌نمایی یک برابر بررسی می‌کنند و براساس مقیاس آن صفحه عدسی زوم ترانسفرسکوپ به وسیله مفسر چرخانده می‌شود تا مقیاس عکس با مقیاس نقشه برابر گردد. این وسیله امکان می‌دهد تا تصویرهای ماهواره‌ای کوچک مقیاس نیز با نقشه‌های کوچک مقیاس هماهنگی یافته و بازیابی نقاط جغرافیایی و بررسی‌های دیگر به آسانی صورت پذیرد.

ب) تصحیح تغییرات و اعوجاج‌های موجود در عکس‌های هوایی و تصویرهای ماهواره‌ای، مانند تیلت،[1] شکل‌های ناهمواری‌های زمین، تأثیر انحنای کره زمین و اعوجاج‌های عدسی‌های دوربین‌های عکس‌برداری، با نصب دستگاه ویژه‌ای بر روی دستگاه‌های زوم ترانسفرسکوپ امکان‌پذیر می‌گردد. طرز کار بدین صورت است که سیستم اصلاح کننده در هر زمان می‌تواند تصویر را در یک قسمت و در یک جهت از نسبت ۱: ۱ تا ۲: ۱ از مقیاس عمومی تصویر بزرگ‌تر کند یا به عبارت دقیق‌تر، کِش دهد؛ بدین ترتیب، عکس یا تصویر از نظر هندسی ـ بدون صرف هزینه اضافی ـ تصحیح می‌گردد.

ج) امکان چرخاندن ظاهری (صوری) تصویر یا عکس هوایی مورد بررسی تا ۳۶۰ درجه، سومین امتیاز مهم دستگاه‌های زوم ترانسفرسکوپ است. امتیاز مزبور به مفسر امکان می‌دهد تا بدون تغییر دادن یا جابه‌جا کردن عکس‌ها و تصاویر مورد مطالعه یا نقشه مبنا کلیه قسمت‌های آن‌ها را به دلخواه بررسی کند.

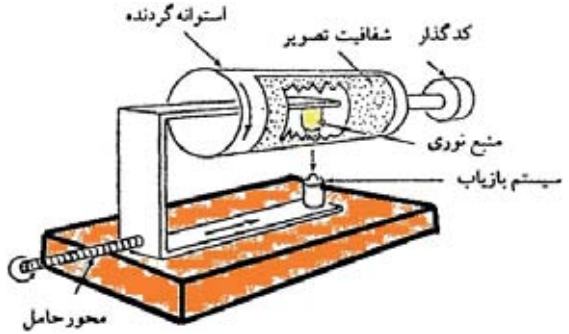
شکل ۲-۲: دستگاه‌های زوم ترانسفرسکوپ سمت راست و زوم استریوترانسفرسکوپ سمت چپ جزئیات ویژگی‌های پدیده‌های ثبت شده در تصاویر ماهواره‌ای به وسیله دستگاه‌های مزبور بر روی نقشه‌های مبنا پیاده می‌شود.

1. Tilt

۲-۲-۳ دستگاه‌های تبدیل عکس به ارقام و اعداد

این دستگاه‌ها با توجه به شکل و ساخت به سه گروه تقسیم می‌شوند که با عناوین استوانه‌ای، صفحه‌ای[1] و نظاره‌گر نقطه‌ای[2] شهرت یافته‌اند. نظاره‌گر نقطه‌ای دستگاهی شبیه به دوربین تلویزیونی است که در هر لحظه بر روی نقطه‌ای از عکس عمل می‌کند و تصویرهای اصلی را در راستای x و y پیمایش[3] می‌کند. وسیله‌ای بسیار سریع و دقیق است ولی نسبت به سایر وسیله‌ها قیمت بالایی دارد.

در اینجا از طرز کار معمولی‌ترین این دستگاه‌ها، یعنی دستگاه تبدیل عکس و تصویر به رقم و عدد استوانه‌ای، بحث می‌شود. نمونه‌ای از نوع استوانه‌ای دستگاه‌های مزبور در شکل ۲-۳ دیده می‌شود. این دستگاه نسبت به بقیه ارزان قیمت‌تر است، سرعت خوبی دارد ولی از دقت بالایی برخوردار نیست.



شکل ۲-۳: سیستم استوانه‌ای تبدیل عکس و تصویر به رقم و عدد

همان‌گونه که در شکل ۲-۳ دیده می‌شود، سیستم مورد نظر دارای یک استوانه است که می‌تواند بر محور ثابتی بچرخد و در داخل آن یک حامل متحرک قرار گرفته است. بر روی حامل یاد شده یک منبع نوری و یک بازیاب به‌صورتی که در شکل دیده می‌شود، نصب گردیده است. بازیاب مزبور شباهت فراوانی به نور سنج دوربین‌های

1. Flat Bed
2. Flying Spot یا نقطه پرنده
3. Scan

عکس‌برداری دارد. طرز کار بدین صورت است که فیلم منفی یا ترانس پارانت مثبت تصویر یا عکس مورد نظر بر روی گشودگی که در سطح بدنه استوانه به همان منظور تعبیه شده است قرار داده می‌شود، سپس میله حامل در گوشه فیلم یا ترانس پارانت یاد شده قرار می‌گیرد. با چرخش استوانه، بازیاب قادر است با کمک منبع نوری، تغییرات شدت نور عبور کرده از طریق فیلم یا ترانس پارانت، تغییرات نقطه‌ای تکاثف فیلم یا ترانس پارانت مزبور را اندازه‌گیری و ثبت کند. در هر چرخش استوانه یک خط نظاره از روی فیلم یا ترانس پارانت حاصل می‌شود. وقتی یک دور چرخش استوانه به انجام برسد، به وسیله دستگاه داخلی علامت‌دهنده به میله حامل دستور داده می‌شود تا میله حامل به عرض یک خط نظاره پیشروی کند تا بدین وسیله نظاره‌گری خط نظاره دوم امکان‌پذیر گردد. عرض خط نظاره‌ها در سیستم‌های متفاوت با یکدیگر اختلاف داشته و تابعی از گشودگی سیستم بازیاب است. معمولاً عرض و طول نقاط نظاره‌گری شده، پنجاه میکرومتر[1] انتخاب می‌گردد. بدین ترتیب، در طول یک خط نظاره در مقاطع پنجاه میکرومتری تغییرات تکاثف تیرگی فیلم یا ترانس پارانت به وسیله بازیاب دریافت می‌شود و پس از تبدیل به عدد و رقم بر روی یک نوار مغناطیسی به عنوان ارزش عددی مقاطع پنجاه میکرومتری عکس یا تصویر ضبط می‌گردد. ارزش عددی مقاطع مزبور به نام ارزش‌های عددی عکس و تصویر یا پیکسل نامیده می‌شود.

عکس این عملیات نیز امکان‌پذیر است؛ بدین معنی که با دستگاه‌های تبدیل رقم و عدد به عکس و تصویر، ارقام به سایه رنگ‌های مربوطه تبدیل می‌شود و می‌توان از ارقام تهیه شده از یک تصویر یا عکس با اعمال روش معکوس، به تهیه عکس و تصویر از ارقام اقدام کرد. این عمل از طریق استفاده از سیستم‌هایی انجام می‌گیرد که در مقایسه با سیستم‌های تبدیل عکس و تصویر به رقم، با روش معکوس عمل کند. سیستم‌های تبدیل عکس و تصویر به رقم با قدرت تفکیک پنجاه میکرومتری برای یک عکس هوایی با عرض و طول ۲۳ سانتیمتری، در حدود سی میلیون پیکسل خواهد داشت. ارزش‌های عددی پیکسل‌های مزبور به‌صورت ارقام صفر یا یک است تا قابل تجزیه و تحلیل به‌وسیله کامپیوترها باشند. این سیستم اعداد و ارقام را سیستم شمارشی

۱. هر میکرومتر برابر با یک میلیونیم‌متر یا یک هزارم میلی‌متر است.

بر مبنای دو، یا بای‌نری می‌نامند[1].

روشن است که به‌کارگیری ابزار و سیستم‌های پیشرفته تجزیه و تحلیل سایه ـ رنگ‌ها در عکس‌های هوایی و تصویرهای ماهواره‌ای و تبدیل تغییرات آن به رقم و عدد تا چه حدی می‌تواند امر تفسیر سنتی عکس‌های هوایی و تصویرهای ماهواره‌ای را غنا بخشد و مفسر را در شناسایی بهتر و دقیق‌تر پدیده‌های ثبت شده در آنها یاری دهد.

۲-۳. تفسیر داده‌های ماهواره‌ای به روش پیشرفته

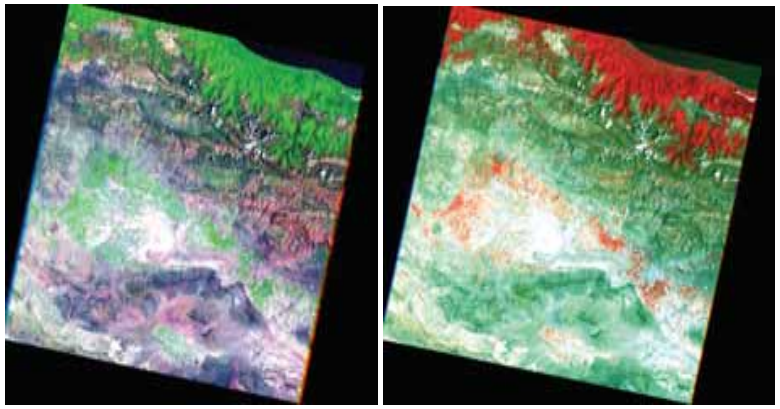
تفسیر پیشرفته داده‌های ماهواره‌ای به کمک ابزار و بهره‌برداری از تکنیک‌های پیچیده‌تری صورت می‌گیرد که در آن کامپیوترهای آنالوگ و عددی نقش مهمی دارند.

عمل سنجنده‌های ماهواره‌ای نیز تا اندازه‌ای نظیر کار همان عدسی دوربین عکس‌برداری است، با این تفاوت که کار این سنجنده‌ها تا اندازه‌ای پیچیده‌تر از عملکرد یک عدسی دوربین عکس‌برداری است. در اینجا سنجنده‌ها سیلان انرژی و به عبارت دیگر، ویژگی‌های شدت و ضعف انعکاس‌ها یا تشعشعات انرژی از پدیده‌های زمینی را به‌وسیله بازیاب‌ها کشف و پس از تقویت آنها با فرایندهای ویژه به‌صورت امواج انرژی به ایستگاه‌های زمینی ارسال می‌کند. در آزمایشگاه‌های زمینی سنجش از دور انرژی‌های رسیده از ماهواره بعد از انجام دادن اصلاحات ضروری هندسی و رادیومتری[2]، آنها را به‌صورت عدد و رقم (بر مبنای ۲) بر روی نوارهای مغناطیسی ضبط می‌کنند. در این پروسه، ارقام بزرگتر مربوط به بازتاب‌ها یا تشعشعات قویتر اجسام و ارقام کوچکتر مربوط به بازتاب‌ها یا تشعشعات ضعیف‌تر از پدیده‌ها خواهد بود. سایه ــ رنگ‌های خاکستری اجسام مقیاس تیرگی[3] نامیده می‌شود. معمولاً ارزش‌های عددی مقیاس تیرگی عوارض در محدوده یکی از اعداد بین صفر تا ۲۵۵ قرار می‌گیرد که در آن حداقل یا فقدان بازتاب یا تشعشع با عدد صفر و حداکثر بازتاب یا انعکاس با عدد ۲۵۵ و بازتاب‌ها یا تشعشعات متوسط اجسام، ارزش‌های عددی بین دو رقم صفر و ۲۵۵ را به خود اختصاص می‌دهند و بدین ترتیب ۲۵۶ سایه رنگ حاصل می‌شود.

1. Binary Numbering System
2 .Radiometric
3 .Gray Scale

برای آشنایی بیشتر با روند کار تفسیر پیشرفته کامپیوتری ضروری است تا حداقل به اختصار با ویژگی‌های فیزیکی داده‌های ماهواره‌ای آشنا شویم. علت تفسیر کامپیوتری داده‌های ماهواره‌ای را باید در محدودیت‌های تفسیر سنتی جستجو کرد. مهمترین محدودیت‌های تفسیر سنتی تصاویر ماهواره‌ای را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه کرد:

۱. تن رنگ‌ها و سایه ـ رنگ‌هایی که بر روی فیلم و از آن جمله، بر روی تصاویر سیاه و سفید ماهواره‌ای ظاهر می‌شود، بسیار محدود است و برداشت و درک رنگ‌ها توسط مغز انسان از تصاویر رنگی و از آن جمله، تصاویر رنگی مجازی ماهواره‌ای نیز، گرچه بهتر از سایه ـ رنگ‌های سیاه و سفید است، ولی باز هم برای تفسیر کامل کافی نخواهد بود؛ زیرا مفسر تنها می‌تواند، تفاوت‌های عمده و چشمگیر رنگ‌ها را از روی تصاویر تشخیص دهد و قادر به شناسایی و تشخیص و تفکیک تفاوت‌های جزئی نخواهد بود. از طرف دیگر تصویرهای ماهواره‌ای در باندهای مختلفی تهیه می‌شوند و این امکان وجود دارد که با ترکیب‌های مختلف بتوان تصویرهای با رنگ‌های متنوع جهت تفسیر بهتر از طریق کامپیوتر به‌دست آورد.



شکل ۲-۴: تصاویر ماهواره‌ای در باندهای مختلف طیفی تهیه می‌شوند، این امکان وجود دارد که با ترکیب‌های مختلف بتوان تصاویری با رنگ‌های متنوع تهیه نمود. شکل سمت راست ترکیب رنگی طبیعی (RGB = 7,4,2) سنجنده +ETM و شکل سمت چپ ترکیب رنگی کاذب (RGB = 4,3,2) سنجنده +ETM را نشان می‌دهد.

۲. بیشتر وقت‌ها لازم می‌آید که مفسر از روش‌های اندازه‌گیری (مثلاً دنسیتومتر)[1] در تفسیر تصاویر ماهواره‌ای بهره‌برداری کند تا بدین وسیله بتواند اساس مطمئن‌تری برای عمل تفسیر خود فراهم کند و تمایزات یافته را بر پایه ویژگی‌های ریاضی پدیده‌های زمینی قرار دهد.

۳. نسخه‌های کپی تصاویر ماهواره‌ای معمولاً از دقت لازم برخوردار نیستند و اغلب چاپ آنها با چاپ قبلی متفاوت است و در هر مرتبه از چاپ کیفیت تصاویر پایین می‌آید.

۴. اعوجات حاصل از چاپ در تصاویر و تأثیر آنها بر روی تصاویر چند طیفی و چند زمانی، پیوسته در امر تفسیر سنتی تصاویر ماهواره‌ای مشکلات عدیده ایجاد می‌کند.

گذشته از موارد فوق دو دلیل عمده زیر سبب گردیده است تا مفسران داده‌های ماهواره‌ای به تفسیر کامپیوتری اطلاعات مزبور روی آورند: اول اینکه کار تفسیر با این روش بسیار دقیق‌تر و سریع‌تر از روش تفسیر سنتی انجام می‌گیرد و دوم اینکه تجزیه و تحلیل و تفسیر انبوه اطلاعات حاصل از سنجش ماهواره‌ای با روش سنتی امکان‌پذیر نیست.[2]

سنجش ویژگی‌های عوارض طبیعی یا فرهنگی روی زمین در امواج مرئی طیف الکترو مغناطیسی به‌وسیله‌ی امواج نوری بازتابی یا انعکاسی و در امواج مادون قرمز طیف مزبور از طریق انرژی تشعشعی یا حرارتی از اجسام و پدیده‌های زمینی انجام می‌گیرد. انرژی‌های یاد شده اعم از بازتابی یا تشعشعی توسط ماهواره‌های TDRS[3] به ایستگاه‌های گیرنده زمینی فرستاده و بر روی نوارهای عریض ویدیویی ضبط می‌شوند. برای اینکه بتوان از آمار و داده‌های مزبور برای تفسیر و تجزیه و تحلیل و طبقه‌بندی با روش پیشرفته بهره‌برداری کرد، لازم است تا از کامپیوترهای آنالوگ و عددی استفاده به عمل آید.

1. Densitometer

۲. هر یک قطعه از تصاویر ماهواره‌ای حاصل از کار سنجنده‌های MSS دارای ۷/۵ میلیون پیکسل یا عنصر اطلاعاتی است که در تصاویر ۴ باند MSS تعداد آنها قریب به سی میلیون است. روشن است که با تفکیک زمینی ۳۰ متر در سنجنده TM. تعداد عناصر عکس هفت برابر در هر باند خواهد بود.

3. Tracking Data and Relay Satellite (TDRS)

۲-۴. نقشه‌های تصویری

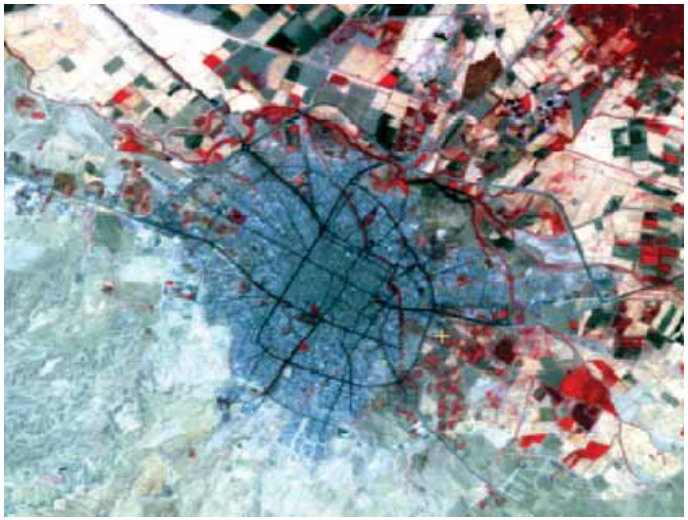
نقشه‌های تصویری، تصویر و یا موزائیکی از تصاویر است که علاوه بر دارا بودن شبکه‌بندی‌های مورد نظر دارای اطلاعات حاشیه‌ای بوده و نام عوارض و پدیده‌های مختلف بر روی آنها مشخص و چاپ شده است.

به‌طور کلی این تصاویر حاوی دو گونه اطلاعات است:

الف) اطلاعات کارتوگرافی

ب) اطلاعات طیفی

شکل ۲-۵ نمونه‌ای از نقشه‌های تصویری را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۵: نقشه تصویری

۲-۴-۱. اطلاعات کارتوگرافی نقشه‌های تصویری

مجموعه‌ی اطلاعات و توضیحاتی که به‌صورت نوشته و یا دیاگرام در کناره‌های اطراف نقشه‌های تصویری نمایش داده می‌شود، اطلاعات کارتوگرافی نقشه می‌نامند. این توضیحات برای آسانی کار استفاده کنندگان و آشنایی آنان با میزان دقت، قابلیت و کاربرد این نقشه‌ها به‌کار می‌رود. به طوری که می‌توان گفت این نوشته‌ها از عوامل

ضروری نقشه تصویری است و در واقع آن را کامل‌تر و گویاتر می‌نماید.

تعداد و کیفیت اطلاعات کارتوگرافی بستگی به انواع نقشه‌های تصویری دارد. هر قدر عوارض و اطلاعات آن زیادتر باشد، به همان اندازه ممکن است اطلاعات کارتوگرافی بیشتر گردد.

به‌طور خلاصه اطلاعات کارتوگرافی نقشه‌های تصویری شامل مورد زیر است.

- اسم و عنوان
- سیستم شبکه‌بندی و مختصات جغرافیایی
- مقیاس
- نحوه‌ی تهیه نقشه تصویری
- علائم قرار دادی
- سایر اطلاعات حاشیه‌ای

۲-۴-۲. اطلاعات طیفی نقشه‌های تصویری

این اطلاعات که در واقع محتوای نقشه‌های تصویری را تشکیل می‌دهند، اطلاعات حاصل از بازتاب طیفی پدیده‌های مختلف است و شامل کلیه عوارض طبیعی و مصنوعی سطح زمین و شبکه‌بندی‌های مختلف برای تعیین موقعیت نقاط مورد نظر می‌باشد.

عواملی که اطلاعات طیفی نقشه‌های تصویری را دربرمی‌گیرد و در شناسایی آنها مؤثرند مشابه عوامل مؤثر در شناسایی پدیده‌ها بر روی عکس‌های هوایی بوده و شامل موارد زیر است:

الف) شکل

شکل پدیده‌های مختلف به تنهایی می‌تواند باعث شناسایی اغلب آنها گردد و مفسر می‌تواند غالباً به کمک آن و با سرعت، نوع پدیده‌ی مورد نظر را تشخیص دهد. بنابراین شکل پدیده‌ها می‌تواند ما را در تشخیص نوع، ساختمان، ترکیب و کاربرد آن راهنمایی کند. به عنوان مثال می‌توان شکل یک شاهراه و تقاطع‌های آن، فرودگاه‌ها و غیره را ذکر نمود.

ب) اندازه

در مورد عامل اندازه باید در نظر داشت که اندازه مطلق و نسبی هر دو از عوامل مهم

تشخیص بوده و در این حالت است که هیچ‌گاه یک شاهراه با یک جاده فرعی اشتباه نخواهد شد. البته باید در نظر داشت که اندازه، تابعی از مقیاس تصویر است.

ج) رنگ و تن

اشیاء در طبیعت دارای رنگ‌ها و انعکاس‌های نوری مختلف هستند. بنابراین در هر تصویر پدیده‌ها به‌صورت رنگ‌ها و تن‌های مختلف ثبت می‌گردند. برای تشخیص پدیده‌های سطح زمین این عامل بسیار مهم می‌باشد و اهمیت آن در تصاویر رنگی بیشتر از تصاویر سیاه و سفید است. چرا که در تصاویر سیاه و سفید رنگ اجسام به‌صورت درجات مختلف تن خاکستری منعکس می‌شود، در صورتی که در تصاویر رنگی حتی برخی از جزئیات نیز با استفاده از رنگ‌های گوناگون به سرعت تشخیص داده می‌شود. مثال خیلی عادی آن، اختلاف در رنگ خاک‌های زراعتی با قطعات سنگی کوهستانی است. از نظر منابع طبیعی نیز اختلاف رنگ درختان سوزنی برگ و پهن برگ بر روی تصاویر قابل تشخیص است. چون معمولاً درختان سوزنی برگ با جذب بیشتر نور، دارای انعکاسات تیره‌تر بخصوص بر روی فیلم‌های مادون قرمز می‌باشد، در حالی که درختان پهن‌برگ کم‌تر نور را جذب نموده و در نتیجه روشن‌تر دیده می‌شوند. باید در نظر داشت که تفسیر عوارض تنها از روی تن یا رنگ نمی‌تواند با دقت زیاد همراه باشد و اگر بدون در نظر گرفتن سایر عوامل باشد، توأم با اشتباه خواهد بود.

د) نقش

نقش یا الگوهای زیادی در اطراف ما وجود دارند که بعضی از آنها فقط با استفاده از تصاویر، قابل رؤیت هستند، الگوها ساخته دست بشر می‌باشند. به عنوان مثال، طرز قرار گرفتن و کشت یک سری درختان مثمر در یک منطقه را که دست کاشت می‌باشند با درختانی که به‌طور طبیعی روییده‌اند (مثلاً جنگل‌ها) می‌توان در نظر گرفت. از تفاوت چگونگی قرار گرفتن درختان به خوبی می‌توان اختلاف آنها را از نظر دست کاشت و یا طبیعی بودن تشخیص داد. در این مورد نیز می‌توان زراعت کشت آبی دارای کرت‌بندی مستقیم در اراضی جلگه‌ای با زراعت دیم که کمتر آثار کرت‌بندی دارد و همچنین اراضی مکانیزه را در نظر گرفت که از روی تصاویر فضایی می‌توان آنها را

تشخیص داد و به کیفیت آنها پی‌برد. نقش یک جاده یا یک خط آهن ممکن است در تصویر شبیه یکدیگر باشند ولی یک مفسر می‌تواند فرق آنها را با استفاده از فرم و کاربرد آنها تشخیص دهد. یک جاده ممکن است شیب زیاد، پیچ‌های تند و تقاطع‌های متعددی داشته باشد، در حالی که خط آهن شیب کم، پیچ‌های باز و تقاطع‌های کمتری دارد.

ه) سایه

قسمت‌هایی از اشیا که مستقیماً اشعه نورانی را از منبع نور دریافت نمی‌کنند تیره به نظر می‌رسند و سایه را تشکیل می‌دهند، سایه می‌تواند کمک موثری به تشخیص پدیده‌ها بخصوص در مورد اندازه‌گیری ارتفاع یا تشخیص شکل آنها بکند در عین حال سایه می‌تواند با پوشاندن و از بین بردن سایر عوارض باعث ایجاد مشکلاتی در تشخیص پدیده‌ها از یکدیگر شود.

و) موقعیت توپوگرافیک و تأثیر سایر عوارض

موقعیت توپوگرافی منطقه مورد مطالعه، می‌تواند در تفسیر تصاویر کمک مؤثری نماید در قسمت ۱-۲ در مورد این عامل و تأثیر آن در شناخت و تفسیر عکس‌های هوایی سخن به میان آمد که مباحث آن در مورد تصویرهای ماهواره‌ای نیز صدق می‌کند. شایان ذکر است عوامل دیگر مانند شیب و جهت آن (که در این طبقه‌بندی نیامده است) می‌تواند در شناسایی رستنی‌ها کمک شایانی به مفسر بکند. مثلا بلوط در شیب‌های روبه جنوب رویش مناسبی دارد و راش شیب‌های روبه شمال می‌پسندد. از طرف دیگر رابطه‌ی بین نوع خاک و نوع رستنی یا محصول کشت شده همیشه دارای اهمیت است و به کمک آن می‌توان نسبت به طبقه‌بندی خاک و یا تعیین نوع محصول کشت شده اقدام نمود.

ز) بافت

درجه ریزی و یا درشتی هر پدیده در تصویر یکی از عوامل مهم تشخیص می‌باشد در این مورد می‌توان ریز یافت بودن یک طبقه از رستنی‌ها مانند مرتع را با درختان مقایسه نمود و تفاوت آن دو را ملاحظه کرد.

همان‌گونه که در قسمت ۱-۲ توضیح داده شده در تشخیص گونه‌های مختلف جنگلی یکی از عوامل مهم، بافت و درجه‌ی آن بر روی تصاویر است چون درختان جوان دارای بافت ریز هستند، در حالی که درختان مسن دارای بافت درشت‌تری می‌باشند.

به‌طور کلی یک مفسر، وقتی می‌تواند با اطمینان خاطر بیشتری تفسیر نماید که قبلا از وضع اقلیمی منطقه اطلاعات کافی کسب و با عوارض و اشیاء موجود در منطقه مورد مطالعه آشنایی پیدا کرده باشد.

۲-۴-۳. نحوه‌ی تشخیص و ترسیم پدیده‌های طبیعی و مصنوعی

با استفاده از فاکتورهای ذکر شده می‌توان پدیده‌های طبیعی و مصنوعی مختلفی را به شرح زیر بر روی نقشه‌های تصویری تشخیص داد:

الف) راه‌های ارتباطی

ـ جاده‌ها

در ایران طبقه‌بندی راه‌ها متنوع و مفصل نیست و معمولاً مهم‌ترین راه‌ها از نوع آسفالته و پایین‌ترین نوع آنها راه مالرو می‌باشد و در بین این دو نوع، راه‌های شوسه و فرعی و فصلی قرار دارد. لذا تفکیک راه‌ها بر روی تصاویر راحت‌تر خواهد بود.

به‌طور کلی جاده‌ها از شکل‌شان شناخته می‌شوند. قسمت‌های مستقیم در آنها زیاد دیده می‌شوند. قسمت‌های مدور به وسیله‌ی قطعات راست به هم مربوط می‌گردد.

رنگ جاده‌ها بسته به نوع جاده به رنگ سفید و آبی تیره در تصویرهای رنگی و در تصویرهای سیاه و سفید به رنگ سفید یا تیره دیده می‌شوند.

عرض جاده‌ها در مقایسه با جاده‌های نزدیک و یا اشیایی که ابعاد آنها برای ما شناخته شده است تعیین می‌گردد.

نیمرخ یا پروفیل جاده به شکل کلیِ مسیر جاده بستگی دارد. همان‌طور که در بالا گفته شد به‌طور کلی یک جاده مستقیم با یک زمین هموار و یا زمینی که کمی ناهموار باشد مطابقت دارد و یک جاده پیچ و خم‌دار با زمینی که کاملاً ناهموار است تطبیق می‌کند.

جنس و پوشش جاده به کمک رنگ‌های آن تفسیر می‌شود. رنگ راه‌های زمینی

بدون پوشش بر حسب زمین و درجه‌ی رطوبت آن متغیر است.

ـ راه‌آهن

راه‌آهن به علت دارا بودن مشخصات زیر به آسانی شناخته می‌شود:

ـ مسیر راه‌ها بسیار منظم است و تغییر جهت ناگهانی در آنها دیده نمی‌شود.

ـ محل اتصال دو خط آهن به‌صورت مماس است.

ـ معمولاً راه‌آهن تیره‌تر و کم عرض‌تر از جاده‌ها به نظر می‌رسد.

ـ راه‌آهن دارای مشخصات مشابه با اتوبان‌ها یا بزرگراه‌ها است. در عین حال اتوبان‌ها تقریباً عریض‌تر و دارای رنگ روشن‌تری هستند.

ـ کانال‌ها

کانال‌ها ممکن است با جاده‌ها و راه آهن اشتباه شوند که در این صورت از کناره‌های آن تا حدی می‌توان کمک گرفت. اگر کناره آن‌ها بتونی باشد با رنگ روشن‌تر مشخص می‌شود و در صورتی که کناره آن‌ها دارای پوشش علفی متراکم یا پوشش درختی باشد نیز به شناسایی و تشخیص آن‌ها از جاده یا راه آهن کمک می‌کند.

ب) مزرعه‌ها و زمین‌های کشاورزی

مزرعه‌ها همیشه با اشکال هندسی که دارند مشخص می شوند و رنگ و تن آنها نسبت به فصل عکس‌برداری متغیر است. چون ممکن است مزرعه‌ها در حالت آیش، کشت شده، درو شده، برداشت محصول و یا بعد از آن باشد. برای تشخیص و تفسیر این مراحل، اختلاف تن و بافت، که باعث بازتاب متفاوت نور از سطح آنها شده و توسط گیرنده‌های حساس مختلف ثبت می‌شود، مشخص‌کننده آنها می‌باشد. بدین دلیل هر یک از پدیده‌ها توسط تن، خاص خود تا حدودی قابل تشخیص می‌باشد. به‌طور کلی در زمینه‌ی کشاورزی هر یک از محصولات بر اساس رنگ، تن، شکل، درجه‌ی تراکم و میزان سلامت گیاه و سایر مشخصات، انعکاسات متفاوتی دارند و البته میزان این انعکاسات نیز در طول موج‌های مختلف فرق می‌کند (شکل ۲-۶).

شکل ۲-۶: شناسایی نوع محصولات کشاورزی

به‌طور کلی گیاهان به دلیل دارا بودن کلروفیل و شکل ظاهری خود تن مشخصی را بر روی تصاویر سیاه و سفید عرضه می‌نمایند. در تصاویر مادون قرمز به‌صورت رنگ روشن مشاهده می‌شوند و هر اندازه فعالیت کلروفیل شدیدتر باشد روشنی آنها بیشتر است. در هنگام رویش مجدد برگ‌ها که فعالیت کلروفیل فوق‌العاده زیاد است، تصویر گیاهان به‌صورت سفید ظاهر می‌شود.

در تصاویر رنگی مجازی یا کاذب ماهواره‌ای پوشش گیاهی با استفاده از فیلتر قرمز و رنگ قرمز مشخص می‌شود که با توجه به فصل عکس‌برداری، تیرگی یا روشنی رنگ قرمز تغییر خواهد کرد. بنابراین اگر زمان تصویر را در موقع مناسبی انتخاب کنند از روی اختلاف رنگ زمینه‌ی این گونه تصاویر می‌توانند اراضی زراعی و غیر زراعی و سپس در اراضی غیر زراعی زمین‌های بایر، مرتع و آیش را مشخص نمایند. همچنین در اراضی زارعی می‌توان زارعت دیم و آبی را از یکدیگر مشخص و انواع گونه‌های گیاهی را در سطح وسیع به کمک تقویم زراعی تعیین نمود.

ج) جنگل‌ها و مراتع

جنگل‌ها در تابستان به آسانی بر روی تصاویر فضایی شناخته می‌شوند. از این گونه تصاویر برای تشخیص مناطق جنگلی، جنگل‌های سوزنی برگ و جنگل‌های مخلوط پهن‌برگ و سوزنی بزرگ، همچنین درجه‌ی تراکم و میزان گسترش جنگل استفاده می‌شود.

گونه‌های درختی دارای برگ‌های دائمی (سوزنی برگان) بر روی تصاویر، تیره‌تر از سایر درختان جنگل به نظر می‌رسند و مراتع دارای منظره‌ی خاکستری یکنواخت می‌باشند.

در ایران برای جدا کردن و طبقه‌بندی جنگل‌های سوزنی برگ و پهن‌برگ مشکل بزرگی ایجاد نمی‌شود چون سطح پوشیده شده به وسیله درختان سوزنی‌برگ در جنگل‌های شمال کشور کمتر از یک درصد از کل جنگل است و بنابراین و رقم مهمی را تشکیل نمی‌دهد، بلکه مسئله‌ی مهم در این طبقه‌بندی را باید در تشخیص انواع گونه‌ها، درجه‌ی تراکم و میزان انبوه و سایر مشخصات دانست.

د) آب و عوارض طبیعی مربوط به آن

منظره‌ی آب بر روی تصاویر فضایی بسیار متغیر است و این تغییر به علت عوامل متعددی به شرح زیر است که هر یک به‌صورتی می‌تواند مؤثر باشد:

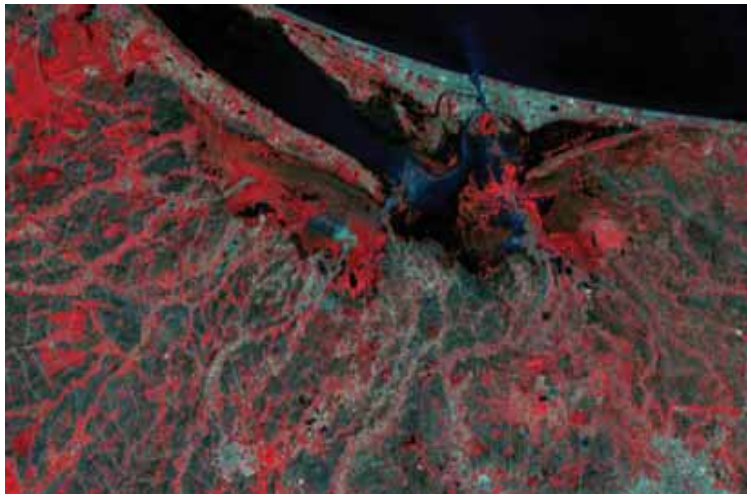
ـ جهت و سمت برخورد نور اهمیت زیادی در تن مشخص کننده‌ی آب بر روی تصویر دارد.

ـ میزان صافی و زلال بودن آب، عمق و جنس کف نیز در رنگ و تن تصویر دخالت دارد.

ـ درجه تلاطم نیز اثر مهمی در تن تصویر دارد.

اگر در ناحیه نسبتاً وسیعی رطوبت وجود داشته باشد حدود منطقه را به آسانی از روی تیره‌تر بودن رنگ و متراکم بودن نباتات آن می‌توان تشخیص داده و به کمک شکل شبکه انشعابات رودخانه‌ای، می‌توان آن را از سایر پدیده‌های خطی دیگر مجزا کرد. در آب‌های جاری، قسمت‌های دارای جریان سریع با رنگ سفید شناخته می‌شوند.

جهت جریان در رودخانه‌های دارای جریان قوی از روی گرداب‌هایی که در پایین دست موانع به وجود می‌آیند، مشخص می‌گردد. در تصاویر ماهواره‌ای سیستم سنجنده‌ی چند باندی (MSS)، می‌توان تصاویر باندهای ۶ و ۷ و رنگی مجازی را در مطالعات مربوط به منابع آب مورد استفاده قرار داد و به کمک آنها رودخانه‌ها (به لحاظ داشتن آب دائم وفصلی) و سواحل و زمین‌های احداث شده، تالاب‌ها، باتلاق‌ها، نیزارها، نهرها، دره‌ها، مسیل‌ها، دریاچه‌ها، آب‌بندها و غیره را تشخیص داد (شکل ۲–۷).



شکل ۲–۷: عوارض آبی با نمودهای متفاوت در تصویر مجازی ماهواره‌ای لندست از تالاب انزلی

ه) خانه‌های مسکونی و شهری

به کمک اطلاعات دور سنجی تشخیص پارک‌ها و فضای سبز مراکز شهری، نحوه‌ی گسترش و میزان تراکم شهری و غیره قابل تشخیص است (شکل ۲–۸).

شکل ۲-۸: مطالعات شهری با استفاده از تصویر مجازی ماهواره‌ای لندست

و) تأسیسات

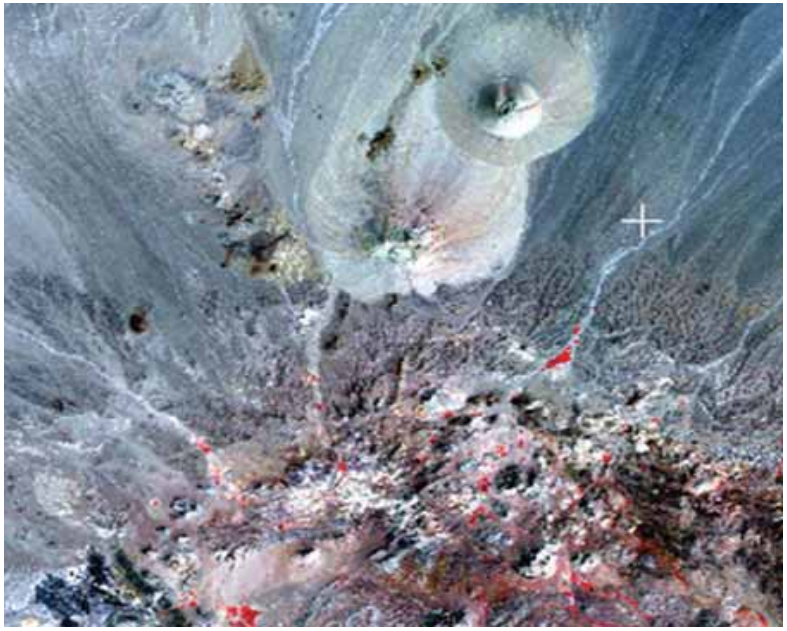
تشخیص تأسیسات مهم و قابل اهمیت مانند فرودگاه‌ها، کارخانه‌ها، مسیر خطوط لوله، مخازن ذخیره نفت و مواد سوختی به کمک تصاویر دور سنجی امکان‌پذیر است.

بیشتر این تأسیسات به دلیل شکل منظم و خاص خود و تن و رنگ تیره بر روی تصاویر قابل تشخیص می‌باشد.

در بررسی‌های استریوسکوپی تشخیص این گونه عوارض معمولاً بسیار آسان است و هیچ‌گونه اشکالی تولید نمی‌کند ولی چون تصاویر ماهواره‌ای را نمی‌توان به روش استریوسکوپی مورد بررسی قرار داد لذا تشخیص برخی از عوارض فوق‌الذکر با مشکلاتی همراه است.

ز) عوارض ژئومورفولوژیک

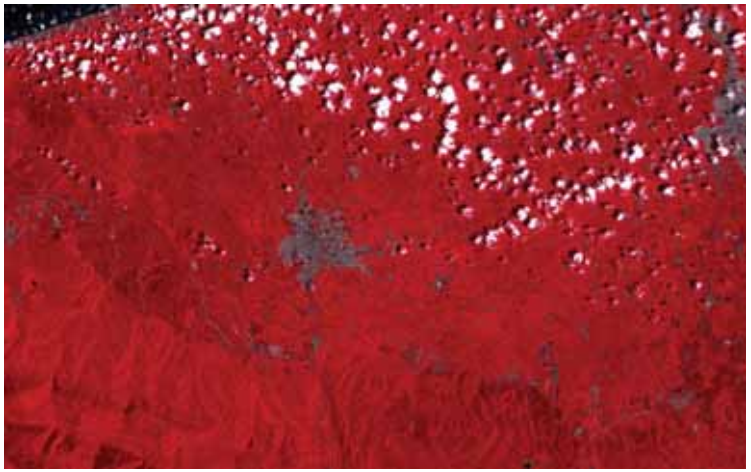
برآمدگی‌های گنبدی شکل، مخروط‌های واریزه‌ای، پوشش‌های سنگی، گنبدهای سنگی با شیب‌تند، گسل‌ها، تاقدیس و ناودیس‌ها و غیره به کمک شکل خاص خود و تن و دیگر عوامل تشخیص قابل بررسی است (شکل ۲-۹).



شکل ۲-۹: مطالعه عوارض ژئومورفولوژی با استفاده از تصویر مجازی ماهواره‌ای لندست

ح) تقسیمات کشوری

حدود و میزان گسترش مراکز شهری و روستایی بر روی تصاویر، به خصوص تصاویر رنگی مجازی به کمک شکل و تن آن قابل تشخیص است. مراکز شهری به لحاظ وسعت و شبکه‌ی خیابانی و راه‌های ارتباطی اصلی که به این مراکز ختم می‌شوند، قابل تفکیک هستند و به رنگ کرم مشخص می‌شوند و مراکز روستایی به‌صورت لکه‌ی سفید یا کرم روشن که هاله‌ای قرمز رنگ (نمایانگر پوشش گیاهی) آن را احاطه کرده، نمایان می‌باشد. از میزان گسترش و تراکم راه‌های ارتباطی که به این مرکز ختم می شود می‌توان به شهر، بخش و یا روستا بودن آن پی‌برد (شکل ۲-۱۰).



شکل ۲-۱۰: مطالعه تقسیمات کشوری با استفاده از تصویر مجازی ماهواره‌ای لندست، شهر آمل و اطراف

ط) تعیین موقعیت نقاط

برای تعیین موقعیت و یا مختصات نقاط مختلف بر روی نقشه‌های تصویری از سیستم‌های خاصی به نام شبکه‌بندی که از تلاقی دو محور طولی و عرضی حاصل می‌گردند استفاده می‌شود. شبکه‌بندی‌های معمول در نقشه‌های تصویری به‌صورت شبکه‌بندی جغرافیایی و یا شبکه‌بندی U.T.M است برای ترسیم شبکه‌بندی جغرافیایی مستقیماً از مختصات نوشته شده در حاشیه تصویرها استفاده می‌شود و برای ترسیم شبکه‌بندی U.T.M از مختصات جغرافیایی کمک گرفته می‌شود. بدین صورت که اندازه خطی هر درجه‌ی عرض جغرافیایی روی دایره‌های نصف‌النهار، تقریباً برابر ۱۱۱ کیلومتر و هر دقیقه ۱۸۵۰ متر و هر ثانیه ۳۰ متر می‌باشد.اندازه‌ی خطی هر درجه طول جغرافیای روی دایره استوا به همین میزان است با این تفاوت که هر چه به سوی قطب نزدیک می‌شویم از مقدار آن کاسته می‌شود تا جایی که در قطبین به صفر می‌رسد.

۲-۴-۴. موارد خاص کاربرد نقشه‌های تصویری

نقشه‌های تصویری را می‌توان به علت دارا بودن مجموعه ویژگی‌های مربوط به شکل

ظاهری سطح زمین و انواع اطلاعات نقشه‌های خطی، به عنوان ضمیمه و یا جایگزین نقشه‌های کنونی در مطالعات منابع زمینی به‌کار گرفت. این نقشه‌ها در صورتی که به‌طور صحیح تهیه و مورد بهره‌برداری قرار گیرند می‌توانند با ارائه شکل طبیعی زمین اطلاعات سودمندی را در اختیار استفاده کننده قرار دهند.

این قبیل نقشه‌ها را به دلیل امکان سرعت عمل بیشتر در تهیه‌ی آنها، به هنگام بودن اطلاعات موجود در آنها، نشان دادن حالت طبیعی سطح زمین و امتیازات دیگری که از نظر اقتصادی در تهیه آنها نسبت به نقشه‌های دیگر وجود دارد، می‌توان در صورت جواب‌گویی به احتیاجات لازم، در مطالعات و بررسی‌های پروژه‌های عمرانی مختلف به‌کار گرفت.

۲-۴-۵. مزایا و محدودیت‌های نقشه‌های تصویری

مزایا و محدودیت‌های نقشه‌های تصویری را می‌توان به‌شرح زیر خلاصه نمود:

ـ صرف نظر از ضعف کلی در دقت نقشه‌های تصویری، سرعت عمل در تهیه اینگونه نقشه‌ها زیاد بوده و در برخی از موارد به چندین برابر می‌رسد.

ـ تهیه نقشه‌های تصویری از نظر اقتصادی مقرون به صرفه به نظر می‌رسد، لذا در شرایط مساوی برای استفاده می‌توان اقتصادی بودن را یکی از امتیازات این گونه نقشه‌ها نسبت به نقشه‌های خطی دانست.

ـ ویژگی‌های طبیعی تصاویر در نقشه‌های تصویری حفظ می‌گردد.

ـ نقشه‌های تصویری به راحتی با روش‌های ساده‌ی ترسیمی قابل تبدیل به نقشه‌های خطی بوده و نیازی به دستگاه‌های گران قیمت ندارد.

ـ در نقشه‌های تصویری چون پدیده‌ها به همان صورت که در عکس دیده می‌شوند، ظاهر می‌گردند، لذا بسیاری از پدیده‌ها از قبیل ابر و سایه و غیره خواه و ناخواه تصویر می‌شوند، در صورتی که چنین اشکالی در نقشه‌های خطی ملاحظه نمی‌گردد.

ـ برای استفاده از نقشه‌های تصویری انجام یک تعبیر و تفسیر به وسیله‌ی شخص استفاده کننده لازم است و حال آنکه در نقشه‌های خطی این گونه تعبیر و تفسیر قبل از تهیه انجام پذیرفته است.

خلاصه

برای تفسیر اطلاعات تصاویر ماهواره‌ای از دو روش سنتی و پیشرفته استفاده می‌شود. تجزیه و تحلیل داده‌های ماهواره‌ای به روش سنتی همانند تفسیر عکس‌های هوایی است و لازمه‌ی آن مهارت مفسر در شناخت اصول تصاویر ماهواره‌ای، داشتن تخصص در زمینه محتوای تصاویر و استفاده از روش‌های تفسیر است که به کمک عوامل و معیارهای لازم امکان‌پذیر می‌شود.

امروزه در تفسیر تصاویر ماهواره‌ای به روش سنتی، ابزار و تکنولوژی پیشرفته نیز سهیم است به‌طوری که استفاده از آنها به امر تفسیر کمک می‌کند. در روش تفسیر پیشرفته از ابزار و تکنیک‌های پیچیده‌تری استفاده می‌شود که مهمترین آنها کامپیوترهای آنالوگ و عددی هستند. عملکرد سنجنده‌های ماهواره‌ها همانند عدسی دوربین‌های عکس‌برداری هوایی است. با این تفاوت که به لحاظ نوع سیستم تصویربرداری در رابطه با اهداف مورد نظر از پیچیدگی خاصی برخوردار است. چگونگی تفسیر داده‌های ماهواره‌ای با روش پیشرفته در ابتدا برای مفسرین کاری بس دشوار است زیرا شکل‌گیری هر یک از عوارض زمینی توسط پیکسل‌ها یا عناصر اطلاعاتی مربوط به آن‌ها است و شناخت کسب اطلاعات در مورد هر یک از آن عناصر اطلاعاتی نیاز به آزمایش و تجربه‌ی کافی دارد.

با موزائیک کردن تصاویر ماهواره‌ای و اضافه کردن عناصر گرافیکی و اطلاعات حاشیه‌ای به آنها می‌توان نقشه‌های تصویری تهیه نمود. اطلاعات اصلی این نقشه‌ها را اشکال کامپیوتری تشکیل می‌دهند این اشکال از مجموعه‌ی پتانسیل‌ها به وجود می‌آیند و برای مناطقی که دارای عوارض متعددی هستند اشکال کامپیوتری از تنوع زیادی برخوردارند. در مجموع نقشه‌های تصویری به علت دارا بودن ویژگی‌های مربوط به شکل ظاهری زمین و انواع اطلاعات الحاقی به آن در مطالعات منابع زمینی بسیار مفید هستند و در صورتی که با دقت تهیه شوند کاربرد فراوانی در ساماندهی مناطق جغرافیایی دارند.

خودآزمایی

۱. کدام دسته از ابزار برای تفسیر تصاویر ماهواره‌ای به روش سنتی مورد استفاده قرار

می‌گیرد؟

الف) استریوسکوپ‌های آیینه‌ای

ب) دستگاه‌های فتوگرامتری

ج) دستگاه‌های تبدیل تصویر به ارقام و اعداد

د) دستگاه پلان و ریوگراف

۲. عمل سنجنده‌های ماهواره‌ای حدوداً شبیه به چیست؟

الف) عدسی دوربین‌های عکس‌برداری

ب) فیلترهای به‌کار رفته در دوربین عکس‌برداری

ج) دستگاه‌های تبدیل

د) فیلم‌های به‌کار رفته در دوربین‌های عکس‌برداری

۳. اطلاعات حاشیه‌ای نقشه‌های تصویری شامل کدام یک از موارد زیر است؟

الف) ساعت عکس‌برداری ـ مقیاس ب) سیستم شبکه‌بندی ـ ارتفاع سنج

ج) مشخصات دوربین ـ علائم اطمینان د) سیستم شبکه‌بندی ـ مقیاس

۴. کدام گزینه اطلاعات حاشیه‌ای نقشه‌های تصویری را شامل نمی‌شود؟

الف) مقیاس ب) پروفیل جاده‌ها

ج) علائم قراردادی د) سیستم شبکه‌بندی

۵. کدام گزینه مربوط به محدودیت‌های نقشه‌های تصویری است؟

الف) اقتصادی بودن

ب) بالا بودن سرعت عمل

ج) ظاهر شدن عوارض و پدیده‌ها به همان صورت که در عکس دیده می‌شوند.

د) حفظ ویژگی‌های طبیعی تصویرها در نقشه‌های تصویری امکان پذیر است.

۶. شناسایی تقسیمات کشوری بر روی نقشه‌های تصویری چگونه انجام می‌گیرد؟

فصل سوم

کاربرد عکس‌های هوایی در شناسایی و مطالعه پدیده‌های طبیعی

مقدمه

استفاده از عکس‌های هوایی به منظور کسب اطلاعات عوارض طبیعی و زمین‌شناسی در کشف مواد و منابع معدنی و سوختی زمین و توان بالقوه‌ی اراضی نقش مؤثری دارد. موفقیت مالی و اقتصادی که از تفسیر عکس‌های هوایی در گذشته عاید شرکت‌های مشاور بخصوص در زمین‌شناسی نفت و تا حد کم در زمین‌شناسی معدن شده است، گواه بر مثمر ثمر بودن کاربرد عکس‌های هوایی است.

کاربرد عکس‌های هوایی در مطالعات ناهمواری‌ها، شبکه‌های زهکشی، فرسایش، پوشش گیاهی شبکه‌های آب‌های سطحی، عوارض بیابانی، جنگل‌ها، کشاورزی و سایر عوارض و پدیده‌های طبیعی بسیار مفید و سودمند است. در شناسایی منابع آب نیز عکس‌های هوایی کاربرد مؤثری دارند، توجه به رسوبات آبرفتی بر روی عکس‌ها، مخروط افکنه‌ها، دره‌های رها شده و یا خشک شده‌ای که توسط مواد آبرفتی پر شده‌اند، هسته‌ی ناودیس‌ها و خطوط جابجایی از جمله مهمترین مکان‌هایی هستند که امکان وجود منابع آب در آنها فراوان است و با استفاده از عکس‌های هوایی می‌توان به شناسایی آن‌ها کمک کرد. انباشت کانی‌های ویژه‌ای در سنگ‌های رسوبی و نهشته‌های آبرفتی و یا تزریق ماگما در سنگ‌های اطراف (که بسترهای مناسبی را برای معادن به وجود می‌آورد) از مواردی هستند که در مطالعه‌ی عکس‌های زمین‌شناسی مورد توجه

قرار می‌گیرند. در بررسی خاک‌شناسی و تعیین نوع خاک‌ها و کیفیت آنها که بسیار متنوع‌اند، همچنین برای شناسایی انواع کشت‌های موجود، قابلیت‌های کشت زمین‌های مختلف با توجه به شرایط مورفولوژیکی و کیفیت منابع آب سطحی برای کشت مورد نظر نیز از عکس‌های هوایی استفاده می‌شود. شناسایی نوع جنگل، نوع درختان، محاسبه‌ی حجم برداشت چوب در منطقه خاص جنگلی، تعیین دامنه‌هایی که باید مبادرت به جنگل کاری شوند از دیگر موارد کاربرد عکس‌های هوایی در شناسایی عوارض طبیعی است.

۳-۱. معیارهای شناسایی پدیده‌های طبیعی از روی عکس‌های هوایی

روی زمین بستر تمام فعالیت‌ها و پدیده‌های جغرافیایی انسان و تأمین‌کننده تمام نیازهای اوست. در اصل، سطح زمین محل زندگی انسان است. لازم است قبل از پرداختن به عوارض ایجاد شده بر روی آن اعم از طبیعی و مصنوعی، ویژگی‌های اساسی خود آن شناخته شود. مطالعه زمین به وسیله علومی مانند ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی انجام می‌گیرد. هدف عمده متخصص جغرافی شناخت وضع ظاهری زمین و اشکال ناهمواری‌های آن است که توسط علم ژئومورفولوژی توجیه می‌شوند. جغرافی‌دان، برای اجرای هر نوع پروژه و یا رسیدن به هر درجه‌ای از شناخت، باید اطلاعات کاملی از شکل، جنس، و وضع قرارگیری ناهمواری‌ها به‌دست آورد. در نقاط معدودی از سطح زمین، لایه تشکیل دهنده زمین، سنگ مادر. بدون پوشش و هویدا است. در اکثر نقاط زمین، سطح پوسته به وسیله قشر خرد شده‌ای به نام خاک پوشیده شده است. خاک قسمتی از بالای سنگ مادر است که بر اثر عوامل فرسایشی و هوازدگی تشکیل می‌شود. از نظر منشاء تشکیل، خاک‌ها را می‌توان به سه نوع تقسیم کرد:

۱. خاک‌های محلی که بر اثر فرسایش سنگ مادر بر روی آن به وجود آمده اند. جنس و بافت و رنگ این خاک‌ها نشان دهنده‌ی ویژگی‌های سنگ مادر همان محل است.
۲. خاک‌های انتقالی که بر اثر عوامل حمل و نقل چون آب و باد از جای دیگری آورده شده‌اند. این خاک‌ها معرف سنگ مادر محل نیستند.
۳. خاک‌های آلی که از تجزیه مواد آلی مانند گیاهان به وجود می‌آیند.

در بعضی مناطق به علت مساعد بودن شرایط، روی زمین از گیاه پوشیده می‌شود و پوشش گیاهی طبیعی را ایجاد می‌کند. نوع و تراکم پوشش گیاهی منعکس کننده خاک و در نتیجه ویژگی‌های سنگ مادر می‌باشد.

شیب طبقات زمین همراه با جنس آنها توان ذخیره آبی آنها را معلوم می‌کند. همین ویژگی منجر به ایجاد شبکه‌های زهکشی رودها بر روی زمین می‌گردد. شبکه زهکشی عبارت است از آرایش مکانی شاخه‌ها و انشعابات رودخانه‌ها و مَسیل‌ها[1] در یک منطقه. مثلاً انشعابات رودها در زمین‌های ماسه‌ای فاصله زیاد از هم دارند ولی در زمین‌های رسی این فاصله کم‌تر است.

در مجموع برای شناسایی درست و کامل ناهمواری‌ها از روی عکس‌های هوایی بایستی از معیارهایی چون توپوگرافی، شبکه‌های زهکشی و بافت آن، نوع و درجه فرسایش، زمینه خاکستری و یا رنگ خاک، لایه‌های زمین و پوشش گیاهی استفاده شود.

۳-۱-۱. توپوگرافی

منظور از توپوگرافی به معنی عام کلمه، پستی و بلندی یک منطقه می‌باشد. از روی عکس‌های هوایی می‌توان شکل و اندازه واحدهای ژئومورفولوژیکی را شناسایی نمود. پستی یا بلندی یک واحد ژئومورفولوژی در درجه اول بستگی به مقاومت آن در برابر عوامل تکنونیکی و فرسایشی دارد. لایه‌های رسی در مقابل فرسایش مقاومت کمتری دارند و اغلب نواحی پست را تشکیل می‌دهند. در صورتی که لایه‌های ماسه سنگی یا گرانیتی به علت مقاومت در برابر فرسایش ارتفاعات را تشکیل می‌دهند. یا به عبارت دیگر عوارض آتشفشانی، شکلی گنبدی و عوارض ماسه‌ای، شکلی تخم‌مرغی و تخت پیدا می‌کنند. در مناطق خشک قلل نوک تیز از طبقات آهکی و زمین‌های مرتفع مسطح از لایه‌های ماسه‌ای تشکیل می‌شوند. در مناطق چین‌خورده نواحی بالا آمده طاقدیس و نواحی پایین رفته‌ی مجاور، ناودیس را تشکیل می‌دهند.

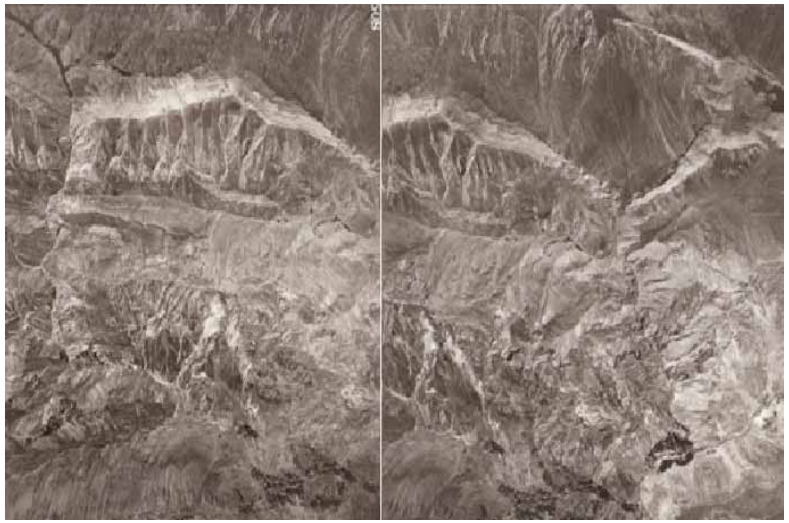
ابعاد واحدهای ژئومورفولوژیکی از طریق روش‌های معمول فتوگرامتری محاسبه می‌شود. مثلاً عرض و طول و محیط آنها با استفاده از خط‌کش و مساحت منطقه گسترش

۱. مسیر حرکت سیلاب

آنها با استفاده از مساحت سنج و یا کاغذهای شفاف محاسبه می‌شود. ارتفاع ناهمواری‌ها با استفاده از میله اختلاف منظر اندازه‌گیری می‌شود. بایستی در نظر داشت، همان‌طور که در فصل اول شرح داده شد، که ارتفاع عوارض در زیر استریوسکوپ بسیار بزرگتر از حد معمول دیده می‌شود و در نتیجه انسان در مورد شیب دامنه ناهمواری‌ها دچار اشتباه می‌شود. شیب دامنه‌ها از طریق اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع بین پای و رأس ناهمواری و محاسبه فاصله طولی آنها از روی عکس هوایی محاسبه می‌شود.

بهترین و آسان‌ترین راه تشخیص ناهمواری یک منطقه بررسی سایه عوارض می‌باشد. زیرا در یک منطقه عکس‌برداری شده، عوارض بلند سایه خود را برروی عوارض پست می‌اندازند. به ویژه اگر عکس‌های نسبتاً مایل برداشته شود، کوچکترین نشانه‌های ناهمواری زمین مشاهده می‌گردد. برای تجسم هرچه بهتر ناهمواری از استریوسکوپ‌های مجهز استفاده می‌کنند.

در شکل ۳-۱ استریوگرامی از یک منطقه کوهستانی نشان داده شده است. با استفاده از استریوسکوپ جیبی به خط وسط شکل تمرکز کنید تا پدیده‌های ژئومورفولوژیکی عکس را به‌صورت سه بُعدی مطالعه نمایید.

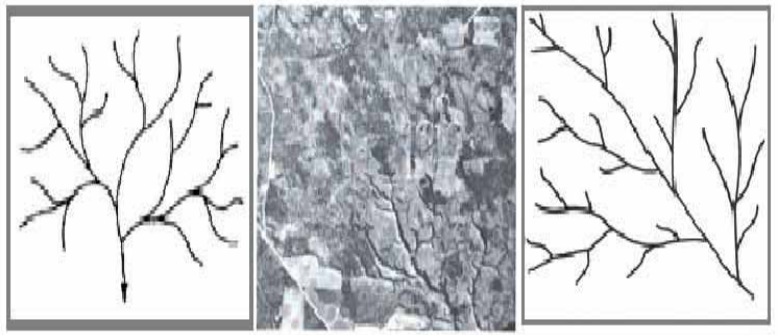


شکل ۳-۱: استریوگرامی از پدیده‌های ژئومورفولوژیکی

۳-۱-۲. شبکه‌های زهکشی

در هر واحد ژئومورفولوژی، انشعابات رودها و یا آبراهه‌ها آرایش خاصی به‌وجود می‌آورند که مربوط به ساختمان و جنس طبقات زمین و جنس خاک روی آنها می‌باشد. این شکل خاص همان شبکه زهکشی منطقه می‌باشد. از نظر شکل ظاهری، شش نوع شبکه اصلی وجود دارد.

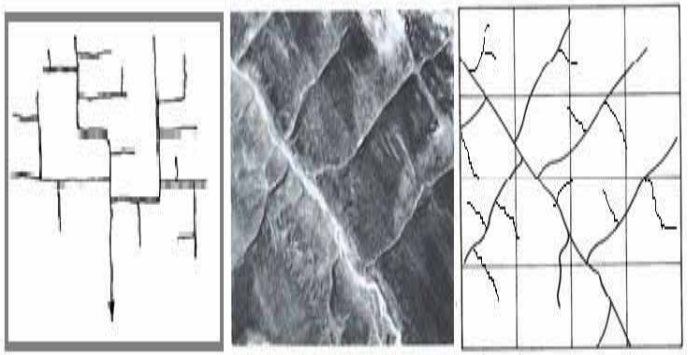
الف) شبکه زهکشی درختی: در این شبکه انشعابات رودخانه از بستر اصلی رودخانه و در جهات مختلف، تحت زاویه‌های متفاوت جدا می‌شوند. این نوع شبکه زهکشی به شکل یک درخت شباهت دارد و در نتیجه به شبکه زهکشی درختی موسوم شده است. معمولاً در جایی به وجود می‌آید که جنس طبقات تقریباً یکنواخت بوده و در مقابل فرسایش آب مقاومت کمتری دارند. در این گونه طبقات، نشانه عوامل تکتونیکی زمین مانند گسل، شکاف، و یا چین‌خوردگی مشاهده نمی‌شود.



شکل ۳-۲: شبکه زهکشی درختی: در نواحی که جنس طبقات یکنواخت است و مقابل فرسایش مقاومت کمی دارند. در این طبقات نشانه‌های عوامل تکتونیکی زمین مانند گسل، شکاف مشاهده نمی‌شود.

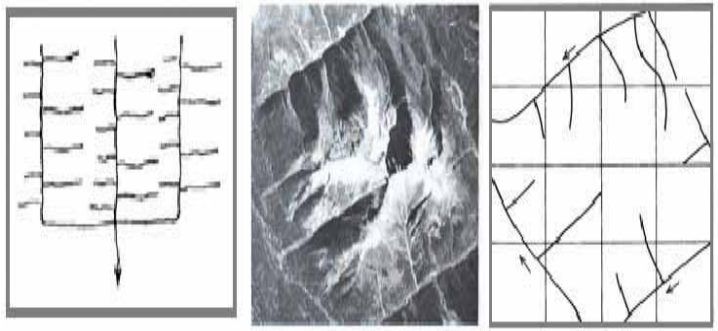
ب) شبکه زهکشی راست گوشه: مانند شبکه درختی می‌باشد با این تفاوت که انشعابات فرعی زاویه قائمه از آبراهه اصلی جدا می‌شوند. به عبارت دیگر، انشعابات در محل انشعاب به هم عمود هستند. این شبکه در جایی ایجاد می‌شود که شرایط عمومی منطقه سبب ایجاد شبکه درختی شده است ولی عوامل تکتونیک محلی مانند گسل و شکاف و یا چین‌خوردگی‌های بسیار کوچک محلی سبب شده‌اند که انشعابات تحت

زاویه قائمه جدا شوند. مثلاً اگر در طبقات ماسه سنگی یا گرانیتی گسل و شکاف ایجاد شود، شبکه درختی آنها به شبکه راست گوشه تبدیل می‌شود.



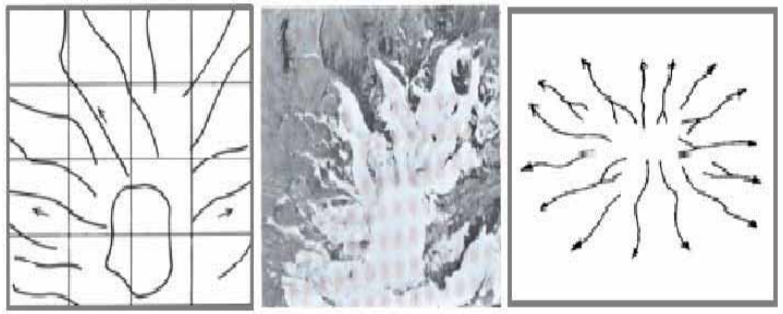
شکل ۳-۳: شبکه زهکشی راست گوشه: در این الگو انشعابات فرعی با زاویه قائمه از آبراهه اصلی جدا می‌شوند. معمولا در حوضه‌هایی که عوامل تکتونیکی مانند گسل‌ها، شکاف‌ها و چین‌ها فعال هستند یا لایه‌های زمین‌شناسی متناوب سخت و نرم ساختار حوضه را تشکیل دهند، موجب شکل گیری این گونه الگوی زهکشی می‌گردند.

ج) شبکه زهکشی داربستی: این شبکه مخصوص طبقات چین‌خورده است. آبراهه اصلی در کف ناودیس و در جهت شیب منطقه جریان می‌یابد و آبراهه‌های فرعی از دامنه طاقدیس‌ها به طرف ناودیس مجاور و در جهت عمود بر آبراهه اصلی جاری می‌شوند. بسته به جنس لایه رویی دامنه‌ها، آبراهه‌های فرعی ممکن است حالت درختی و یا راست گوشه به خود بگیرند (شکل ۳-۴).



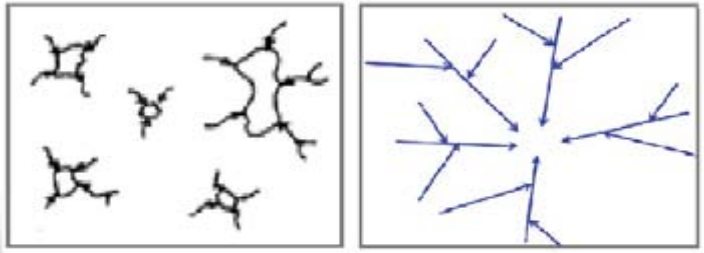
شکل ۳-۴: شبکه زهکشی داربستی: الگوی داربستی در نواحی چین‌خورده منظم شکل می‌گیرد که آبراهه‌های اصلی در ناودیس‌ها و فرعی از طاقدیس‌ها جریان می‌یابند.

د) شبکه زهکشی شعاعی: در مخروط‌های کوه‌های آتشفشانی آبراهه‌ها از اطراف کوه به طرف دره پایین سرازیر می‌شوند. در عکس‌های هوایی، رأس کوه در مرکز و حاشیه دامنه‌های آن در اطراف دیده می‌شود. آبراهه‌ها مانند شعاع‌های دایره‌ای هستند که از مرکز به محیط آن کشیده شده‌اند. بدین جهت به این شبکه زهکشی، شبکه شعاعی می‌گویند (شکل ۳-۵).



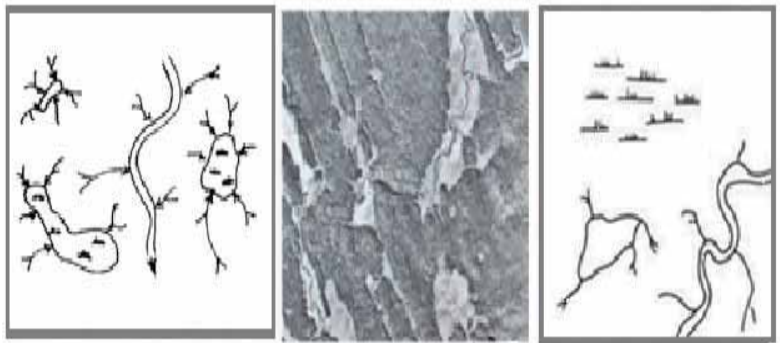
شکل ۳-۵: شبکه زهکشی شعاعی: این شبکه در نواحی آتشفشانی و در اطراف مخروط‌های آتشفشانی تشکیل می‌شود.

ه) شبکه زهکشی همگرا: در این شبکه جهت آبراهه‌ها عکس شبکه شعاعی است. یعنی آب از محیط دایره به مرکز آن جریان می‌یابد. این نوع شبکه، عمدتاً در زمین‌های آهکی و جلگه‌های یخچالی دیده می‌شود. در زمین‌های آهکی، چاله‌هایی پراکنده ایجاد می‌شود و آب‌های اطراف هر چاله به طرف آن سرازیر شده و شبکه همگرا به‌وجود می‌آورند (شکل ۳-۶).



شکل ۳-۶: شبکه زهکشی همگرا: در این الگو انشعابات آبراهه‌ها از اطراف به نقطه مرکزی جریان می‌یابند و معمولا در چاله‌های بزرگ که ممکن است منشاهای متفاوت مانند فرسایشی در حوضه‌های آهکی، تکتونیکی و آتشفشانی (کالدرا، دهانه‌های بزرگ) باشند به وجود می‌آیند.

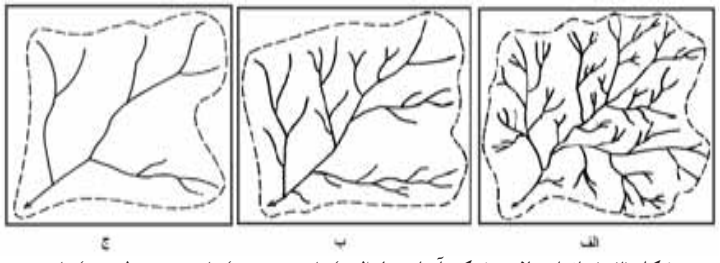
و) شبکه نامنظم: در این نوع شبکه، پراکندگی و جهت آبراهه‌ها آرایش خاصی را نشان نمی‌دهد. هر آبراهه به یک طرف جریان دارد. معمولاً در جلگه‌های رسوبی کاملاً مسطح اطراف رودخانه‌ها و زمین‌های باتلاقی مشاهده می‌شود (شکل ۳-۷).



شکل ۳-۷: شبکه زهکشی نامنظم: در این الگو انشعابات آبراهه‌ها شکل خاصی نداشته و در هر جهت جریان دارند. این الگو در جلگه‌های رسوبی کاملا مسطح و زمین‌های باتلاقی تشکیل می‌یابند.

۳-۱-۳. بافت شبکه‌ی زهکشی

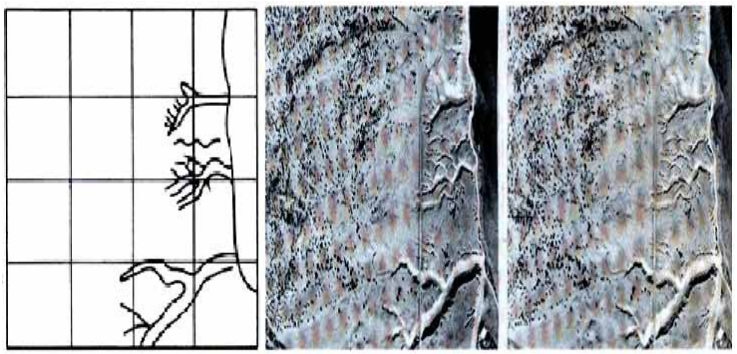
بافت شبکه زهکشی عبارت است از تعداد آبراهه‌های موجود در واحد سطح. هر قدر تعداد آبراهه‌ها در واحد سطح بیشتر باشد، بافت شبکه زهکشی ریزتر است. بافت شبکه زهکشی منعکس‌کننده جنس خاک و یا طبقه زمین است. هر قدر مقاومت خاک در مقابل فرسایش آب کمتر باشد، بافت ریزتر می‌گردد. مثلاً بافت شبکه درختی در زمین‌های رسی ریزتر از زمین‌های ماسه‌ای است. در شکل ۳-۸ بافت زهکشی ریز با درشت مقایسه شده است.



شکل ۳-۸: انواع بافت شبکه آبراهه‌ها: الف) بافت‌ریز، ب) بافت متوسط و ج) بافت درشت

۳-۱-۴. فرسایش

فرسایش به فرآیندی اطلاق می‌شود که طی آن مواد روی یک قسمت از زمین تخریب شده و از آن‌جا بیرون برده شوند. از انواع عمده فرسایش می‌توان از فرسایش آبی و فرسایش بادی نام برد. نتیجه فرسایش آبی ظهور شبکه آبراهه‌ها است. علاوه بر این که آرایش مکانی و بافت شبکه آبراهه به تناسب جنس و ساختمان زمین فرق می‌کند، شکل دره آبراهه‌ها نیز با توجه به جنس زمین تغییر می‌کند. مثلاً شکل دره در زمین‌های ماسه‌ای به‌صورت «V» و در زمین‌های لایی و لُسی به شکل «U» و در زمین‌های رسی به‌صورت « ⌣ » می‌باشند. نتیجه فرسایش آبی در زمین‌های آهکی ایجاد چاله‌های متعدد می‌باشد، فرسایش بادی سبب ایجاد تپه‌های ماسه‌ای گوناگون می‌گردد. استریوگرام شکل ۳-۹ کاربرد عکس‌های هوایی در مطالعات فرسایش خاک را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۹: کاربرد عکس‌های هوایی در مطالعات فرسایش

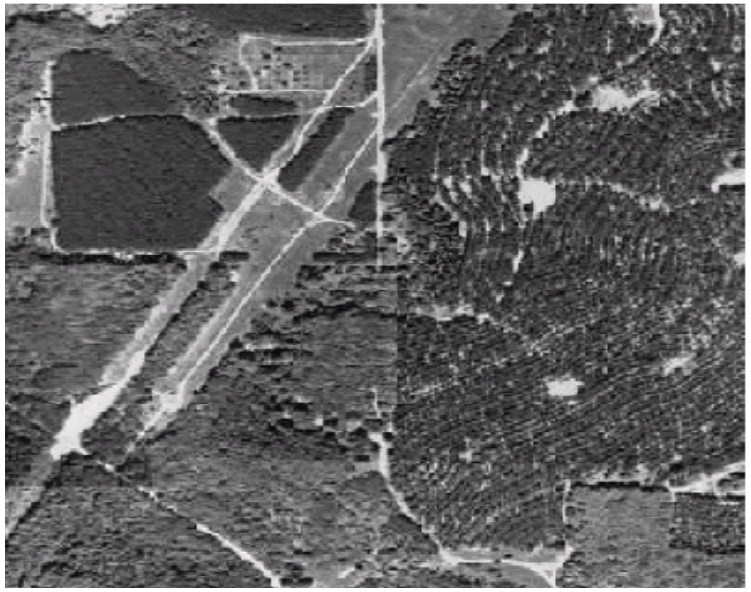
۳-۱-۵. زمینه‌ی خاکستری

یکی از مؤثرترین نشانه‌ها برای شناسایی جنس طبقات زمین، زمینه‌ی خاکستری آنها در عکس‌های سیاه و سفید می‌باشد. زمینه‌ی خاکستری نتیجه بازتاب انرژی تابشی خورشید در بافت مرئی است که خود به بعضی ویژگی‌های طبقات زمین بستگی دارد. عمده‌ترین این ویژگی‌ها عبارتند از جنس بافت خاک، رطوبت خاک، میزان ماده آلی خاک و ارتفاع نسبی طبقه زمین. زمین‌های بلندتر با بافت درشت ماسه‌ای روشن‌تر از

خاک‌های رسی در زمین‌های پست دیده می‌شوند. همچنین خاک‌های مرطوب تیره‌تر از خاک‌های خشک هستند. از آن جایی که زهکشی زمین‌های مرتفع بهتر از زمین‌های پست است. این زمین‌ها روشن‌تر از زمین‌های پست می‌باشند. هرقدر ماده آلی خاک بیشتر باشد، زمینه خاکستری آن بر روی عکس‌های هوایی تیره‌تر می‌افتد. مثلاً زمین‌های ماسه‌ای روشن‌تر از زمین‌های آهکی و طبقات آهکی روشن‌تر از طبقات رسی می‌باشند. پوشش گیاهی نیز بر زمینه خاکستری اثر دارد. معمولاً زمین‌های دارای پوشش گیاهی تیره‌تر از زمین‌های عریان دیده می‌شوند. البته اگر زمینی از پوشش گیاهی پوشیده شود، زمینه خاکستری روی عکس مربوط به خاک نیست و بر اثر پوشش گیاهی به‌وجود آمده است. در این صورت برای شناسایی طبقات زمین از تغییرات پوشش گیاهی استفاده می‌شود.

۳-۱-۶. پوشش گیاهی

پوشش گیاهی در اصل رطوبت خاک را نشان می‌دهد. در هر جایی رطوبت باشد گیاهان نیز می‌رویند. مثلاً در نواحی بیابانی، آب باران به عمق طبقات ماسه‌ای نفوذ کرده و از دسترس تبخیر دور می‌شود و سبب می‌شود که فقط بر روی خاک‌های ماسه‌ای تعدادی گیاه اندک بروید. در صورتی که طبقات رسی عاری از پوشش گیاهی است. در مناطق مرطوب، در نواحی نسبتاً مرتفع و یا خاک‌های ماسه‌ای، جایی که زهکشی خاک خوب است و رطوبت خاک در عمق‌های نسبتاً پایین‌تر قرار دارد، گیاهان درختی می‌رویند. این مناطق عمدتاً زیر پوشش جنگل و یا باغات سیب و پرتقال و بادام قرار دارد. در قسمت‌های پست مناطق مرطوب، جایی که رطوبت در فصل رشد در قسمت بالای خاک وجود دارد، درختان رطوبت پسند مانند توسکا و زبان گنجشک می‌رویند و یا مزارع سبزی و صیفی‌جات ایجاد می‌شود.



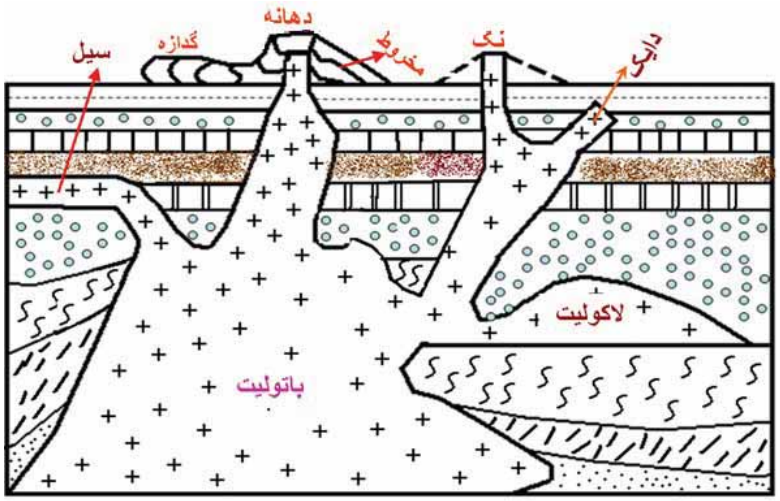
شکل ۳-۱۰: انواع پوشش گیاهی می‌تواند بیانگر ویژگی‌های خاک زیرین باشد
منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

۳-۲. کاربرد عکس‌های هوایی در شناسایی سنگ‌های تشکیل‌دهنده پوسته‌ی زمین

قشر خارجی زمین از سه نوع سنگ اصلی تشکیل شده است. این سنگ‌ها عبارتند از سنگ‌های آذرین، سنگ‌های رسوبی، و سنگ‌های دگرگونی.

۳-۲-۱. شناسایی سنگ‌های آذرین از روی عکس‌های هوایی

این سنگ‌ها از انجماد مواد مذاب درونی زمین به‌وجود آمده‌اند و در اصل اولین سنگ‌های روی زمین می‌باشند.



شکل ۳-۱۱: سنگ‌های آذرین. منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

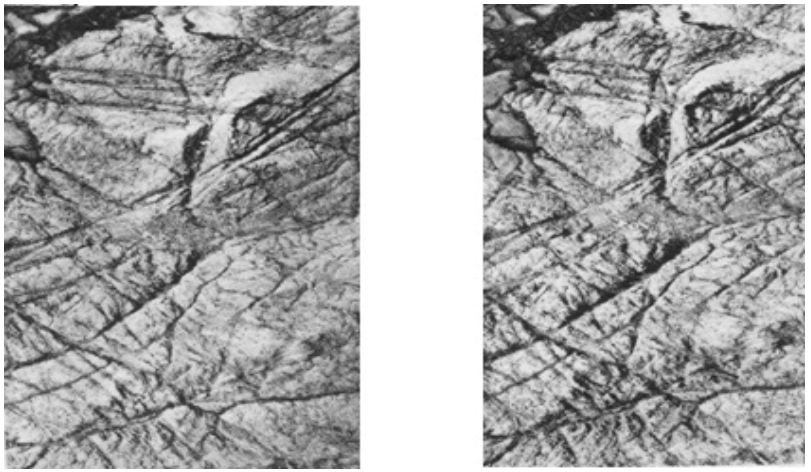
سنگ‌های آذرین براساس محل تشکیل به دو دسته سنگ‌های آذرین درونی و سنگ‌های آذرین بیرونی تقسیم می‌شوند. از نشانه‌های عمده سنگ‌های آذرین نداشتن لایه‌بندی می‌باشد و همه آنها به‌صورت توده‌های سنگی بزرگ بدون طبقه‌بندی دیده می‌شوند.

۳-۲-۱-۱. سنگ‌های آذرین درونی

سنگ‌های آذرین درونی، در درون زمین تشکیل می‌شوند. این سنگ‌ها چون به آرامی تشکیل می‌شوند دارای بافت درشت می‌باشند از معروف‌ترین سنگ‌های آذرین درونی سنگ خارا یا گرانیت است. سنگ خارا از سه کانی عمده کوارتز، میکا، و فلدسپات تشکیل شده است. سنگ خارا عمدتاً به‌صورت گنبدهای بزرگی به‌نام باتولیت دیده می‌شود. از انواع دیگر سنگ‌های آذرین درونی دیوریت و گابرو می‌باشند. همان‌طور که ذکر شد عمده‌ترین و فراوان‌ترین نوع سنگ‌های آذرین درونی، سنگ خارا یا گرانیت است.

سازندهای گرانیتی به‌صورت تپه‌های بلند و مدور و یا رگه‌های دراز شعاعی

مشاهده می‌شوند. زمینه خاکستری آنها به علت داشتن کانی‌های درشت کوارتز و میکا روشن می‌باشد. شبکه زهکشی درختی دارند که آبراهه‌های اصلی آن دور گنبدهای گرانیتی می‌گردد و آبراهه‌های فرعی از شکاف‌های موجود بر روی توده‌های گرانیتی به آنها می‌پیوندند. شکاف‌های روی گرانیت شبکه نامنظمی را به‌وجود می‌آورد. بعضی وقت‌ها در داخل شکاف‌ها رطوبت جمع شده و سبب ایجاد پوشش گیاهی و خاک ریز بافت‌تر می‌گردد که سبب تیره‌تر شدن زمینه خاکستری سنگ می‌گردد. توده‌های گرانیتی در مناطق بیابانی عاری از پوشش گیاهی می‌باشند ولی در مناطق مرطوب از جنگل پوشیده می‌شوند. خاک تشکیل شده بر روی آنها بیشتر خاک ماسه لومی، لوم ماسه‌ای، و یا لوم رسی ماسه‌ای است. شکل ۳-۱۲ استریوگرام بسیار جالبی از توده‌های گرانیتی یک منطقه‌ی خشک را نشان می‌دهد.

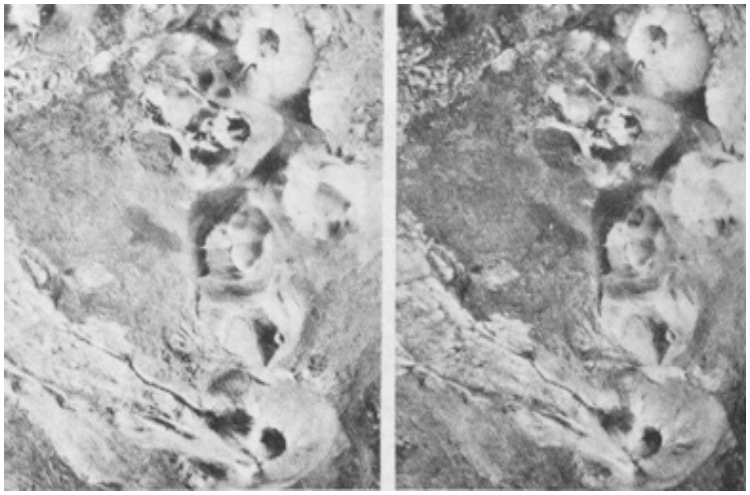


شکل ۳-۱۲: استریوگرامی از توده‌های گرانیتی منطقه خشک

همانگونه که در شکل ۳-۱۲ می‌بینید، توده‌های گرانیتی به علت مقاومت زیاد در مقابل فرسایش قسمت‌های مرتفع را به وجود آورده‌اند. روی گنبدهای گرانیتی شبکه خطوط بسیار نامنظم مشاهده می‌شود. به جهت خشک بودن محیط، پوشش گیاهی بسیار پراکنده‌ای دیده می‌شود.

۳-۲-۱-۲. سنگ‌های آذرین بیرونی

سنگ‌های آذرین بیرونی بر اثر سخت شدن ماده مذاب در بیرون زمین به وجود می‌آیند و به علت سرعت زیاد فرآیند انجماد دارای بافت بسیار ریز می‌باشند. از انواع معروف آنها بازالت و آندزیت را می‌توان نام برد. این سنگ‌ها به‌صورت خمیره‌ای از ماده مذاب درونی زمین است که از دهانه آتشفشان به اطراف سرازیر می‌شود و ناهمواری‌هایی چون گنبد و مخروط‌های آتشفشانی، فلات‌های بازالتی و یا رگه‌های بازالتی و دایک[۱] و سیل[۲] را به وجود می‌آورد.



شکل ۳-۱۳: استریوگرامی از مخروط‌های آتشفشانی و جریان‌های بازالتی

زمینه خاکستری همه آنها تیره می‌باشد؛ بازالت‌های[۳] جدیدتر تیره‌تر از بازالت‌های

۱. Dike دایک دیواره‌ای از ماگمای سرد شده است که به‌صورت قالب در داخل شکاف‌های عمودی یا نزدیک به عمود قرار می‌گیرد.

۲. Sill سیل لایه‌ای نفوذی از سنگ‌های آذرین درونی است که به‌صورت موازی در داخل لایه‌های چین‌خورده رسوبی نفوذ می‌کند ولی آن‌ها را قطع نمی‌کند.

۳. Basalt سنگ تیره رنگ آتشفشانی با بافت شیشه‌ای که از انجماد گدازه در بیرون پوسته زمین به وجود می‌آید و شامل ۴۵ تا ۵۲ درصد سیلیس است و در برخی نواحی به صورت توده‌های وسیعی دیده می‌شود. در مناطق مرطوب که سرعت انجماد گدازه بیشتر است، سنگ‌های بازالت به شکل ستون‌های شش وجهی جامد می‌گردند (مثل شمال ایران و کوه‌های هزار مسجد در شمال خراسان).

قدیمی می‌باشند. طبقات بازالتی در حاشیه خود بر اثر فرسایش به‌صورت میله‌های منشوری جدا می‌شود. اکثر مخروط‌های آتشفشانی شکل گنبد دارند و در رأس آن‌ها چاله‌ای به نام دهانه آتشفشانی[1] مشاهده می‌شود.

شکل ۳-۱۴: در این عکس هوایی دهانه مخروط آتشفشانی به خوبی مشاهده می‌شود.
منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

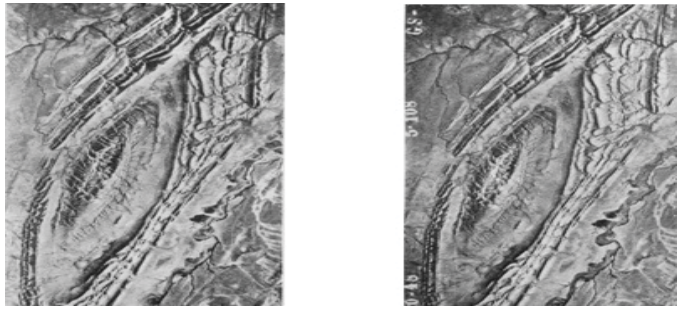
فلات‌های بازالتی به‌صورت صفحات تیره رنگ وضخیم گسترده شده‌اند. بازالت نفوذپذیری خوبی دارد و در نتیجه شبکه زهکشی بر روی آن دیده نمی‌شود. بهترین معیارشناسایی فلات‌های بازالتی از روی عکس‌های هوایی شکاف‌های عمودی است که در حاشیه آنها به‌وجود می‌آید و به آنها ساختمان منشوری می‌دهد. مواد فورانی

۱. Crater یا دهانه مخروط آتشفشان چاله‌ای قیف مانند است که در اثر خروج مواد آتشفشانی از آن ایجاد می‌شود. این اصطلاح برای دهانه‌های گنبدی (دایره‌ای) شکل که در اثر آتشفشان در سطح زمین تشکیل می‌شوند نیز به‌کار می‌رود. شعاع آن‌ها از ۱ تا ۱۰ مایل می‌باشد و هم مرکز هستند و مانند مخروط وارونه می‌باشند که رأس آن در قعر زمین قرار دارد.

آتشفشان‌ها به‌صورت خاکستر آتشفشانی در فضا پخش می‌شوند و در جای دیگر رسوب می‌کنند. اندازه این ذرات حدود ۴ میلی‌متر یا کوچک‌تر می‌باشد و پس از رسوب، مخروط‌هایی از خاکستر آتشفشانی کوتاه و وسیع و یا پهنه‌های وسیع زیستی ایجاد می‌کنند.

۳-۲-۲. شناسایی سنگ‌های رسوبی از روی عکس‌های هوایی

سنگ‌های رسوبی از ته‌نشین شدن مواد تخریبی سنگ‌های دیگر در کف دریاها و حوضه‌ها به‌وجود آمده‌اند. بدین جهت ویژگی عمده این سنگ‌ها لایه‌لایه بودن آنهاست. طبقات رسوبی در بعضی موارد بر اثر فشارهای وارده بر آنها چین‌خورده و طبقات شیبدار و تشکیلات چین‌دار را به‌وجود آورده‌اند. طبقات رسوبی به‌صورت افقی و با چین‌خورده مشاهده می‌شوند. طبقات رسوبی در صورت چین‌خوردن طاقدیس و ناودیس ایجاد می‌کنند. شبکه زهکشی از نوع دار بستی می‌باشد. یک طاقدیس نمونه در شکل ۳-۱۵ دیده می‌شود. در این شکل لایه‌های ماسه سنگ به‌طور متناوب با سنگ رس دیده می‌شود.

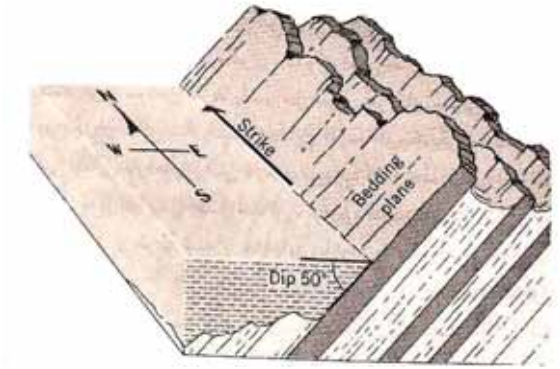


شکل ۳-۱۵. استریوگرامی از طاقدیس دارای طبقات چین‌خورده ماسه و شیل

در وهله اول طاقدیس‌ها بلندی‌ها و ناودیس‌ها دره‌های مابین را ایجاد می‌کنند. لایه‌های رسوبی طبقات چین‌خورده شیب‌دار می‌باشد. امتداد[1] و شیب طبقات[2] چین‌خورده به وسیله جهت امتداد و زاویه شیب طبقه اندازه می‌گیرند. جهت زاویه‌ای

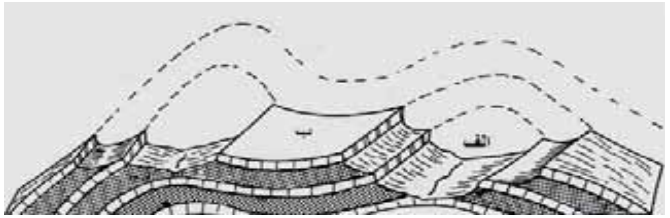
1. Strike
2. Dip

است که امتداد طاقدیس یا ناودیس یا شمال جغرافیایی می‌سازد و بر اساس آزیموت در جهت عقربه‌های ساعت خوانده می‌شود و با این که براساس بیرینگ محاسبه می‌گردد. زاویه شیب زاویه‌ای است که لایه‌های تشکیل‌دهنده طاقدیس یا ناودیس با سطح افق می‌سازند (شکل ۳-۱۶).



شکل ۳-۱۶: زاویه جهت و زاویه شیب‌دار طبقات چین‌خورده

بعد از مدتی بر اثر فرآیند فرسایش طبقات چین‌خورده تغییر شکل می‌دهند و در ساختار ثانویه، طاقدیس به‌صورت ناودیس و ناودیس به‌صورت طاقدیس در می‌آید. جهت تشخیص ساختمان اولیه آنها از شیب لایه‌های تشکیل‌دهنده آنها استفاده می‌شود. در طاقدیس اولیه که به‌صورت بلندی در آمده است جهت شیب لایه‌ها از دامنه‌ها به طرف محور بلندی است و در ناودیس اولیه که به‌صورت فرو رفته در آمده است جهت شیب لایه‌ها از محور لایه‌ی فرو رفته به سوی دامنه‌ها می‌باشد. (شکل ۳-۱۷).



شکل ۳-۱۷: قسمت الف طاقدیس اولیه بوده که به‌صورت پستی در آمده و قسمت ب ناودیس اولیه بوده که به‌صورت بلندی در آمده است. منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

طبقات رسوبی از لایه‌های رسوبی متناوب تشکیل شده‌اند که معمولا لایه‌های ماسه‌ای به‌طور متناوب با لایه‌های رسی و یا لایه‌های آهکی دیده می‌شوند، به این سبب دامنه‌های فرسایش یافته طبقات رسوبی به‌صورت نوارهای متناوب سیاه و سفید بر روی عکس‌های هوایی دیده می‌شوند. هرگاه لایه‌های رسوبی منطقه‌ای از سنگ‌های متناوب تشکیل شده باشد، در دامنه طبقات، شیب دامنه لایه مقاوم، تندتر و شیب لایه سست ملایم‌تر می‌باشد.

نمونه دیگر سنگ‌های رسوبی، سنگ لوح[1] است که از اجتماع ذرات لای تشکیل شده است و بسیار کم مقاومت است و زود متورق می‌شود.

۳-۲-۲-۱. سنگ‌های رسوبی ماسه‌ای

ماسه‌سنگ‌ها از تجمع ذرات ماسه به وجود می‌آیند و معمولاً مقاوم‌تر از سنگ‌های دیگر هستند. اگر قلوه سنگ‌ها به هم بپیوندند، به جای ماسه سنگ، کنگلومرا تولید می‌شود. سنگ‌های ماسه‌ای به‌صورت لایه نسبتاً ضخیم اغلب بیش از ۱۰ متر، ته‌نشین شده‌اند. بیشتر موارد به‌صورت متناوب با لایه‌های رسی یا آهکی دیده می‌شوند. سنگ‌های ماسه‌ای دارای بافت درشت هستند و در نتیجه نفوذ پذیری خوبی دارند. شبکه زهکشی روی آنها درختی و از نوع بافت درشت است. در مناطق خشک فلات‌های مرتفع و مسطح با دامنه‌های عمودی را به‌وجود می‌آورند. اما در مناطق مرطوب ارتفاعات و تپه‌های مدور با دامنه‌های نسبتاً تند را تشکیل می‌دهند. شکاف‌های روی آن، شبکه‌ای منظم و عمود بر هم را به‌وجود می‌آورد. در مناطق خشک، فقط بر روی سازه‌های ماسه سنگی پوشش گیاهی دیده می‌شود. بنابراین به واسطه داشتن پوشش گیاهی از سایر سنگ‌های نواحی بیابانی شناخته می‌شود. زمینه خاکستری آن هم روشن‌تر از سنگ‌های دیگر است. در مناطق مرطوب پوشیده از جنگل است. خاک روی آنها نیز عمدتاً خاک ماسه‌ای و یا رسی می‌باشد. ماسه سنگ را نباید با سنگ خارا اشتباه کرد برای این که:

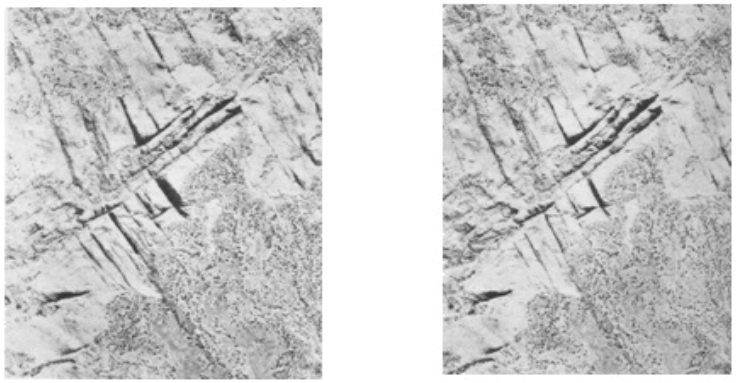
۱. شبکه شکاف ماسه سنگ منظم‌تر از سنگ خارا است.

۲. دامنه‌های تشکیلات ماسه سنگی تندتر از دامنه توده‌های خارایی است.

۳. طبقات ماسه سنگی لایه‌بندی دارند.

1. Siltstone

۴. معمولاً ماسه سنگ‌ها فلات‌های مسطح و سنگ خارا تپه‌های مرتفع و مدور را به‌وجود می‌آورد. استریوگرام ۳–۱۸ طبقات ماسه سنگی افقی را در منطقه‌ای خشک نشان می‌دهد. همان‌طور که در این استریوگرام می‌بینید شیب دامنه‌ها تند است و شکاف‌های روی ماسه سنگ عمود برهم هستند. این استریوگرام را با استریوگرام ۳–۱۲ مقایسه کنید.



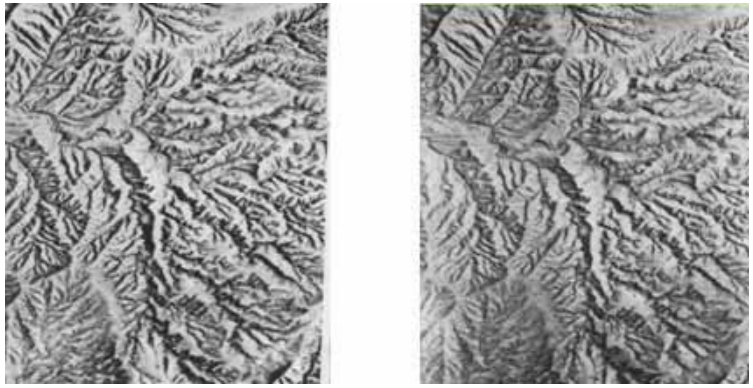
شکل ۳–۱۸: استریوگرامی از طبقات افقی ماسه سنگی در منطقه خشک

۳–۲–۲–۲. سنگ‌های رسوبی رسی

سنگ رس[1] از اجتماع ذرات رس حاصل می‌شود و مقاومت کمتری دارد. سنگ رسی بافتی ریز دارد و در عکس‌های هوایی تیره‌تر از سنگ‌های دیگر دیده می‌شود. چون نفوذپذیری آن ضعیف است، شبکه آبراهه‌ها بر روی آن بسیار خوب شکل می‌گیرد و شبکه درختی ریز بافت را تشکیل می‌دهد. در مناطق خشک زمین‌های بریده بریده و در مناطق مرطوب زمین‌های نسبتاً پست را تشکیل می‌دهد. سنگ‌های رسی مناطق خشک عاری از پوشش گیاهی است ولی در مناطق مرطوب، یا زیرجنگل می‌باشد و یا به زیر کشت رفته است. سنگ‌های رسی اگر لایه‌رویی طبقات را تشکیل دهند، در مناطق بیابانی زمین‌های ترک خورده و بریده‌بریده[2] و در مناطق مرطوب زمین‌های پست را

1. Shale
2. Badlands

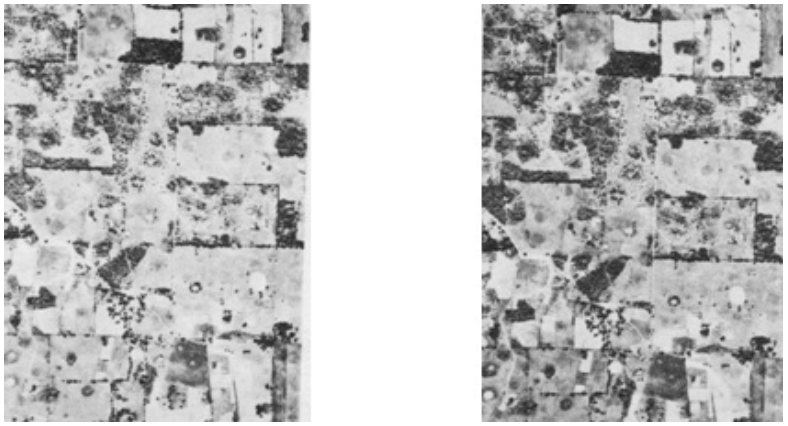
تولید می‌کنند. نمونه بسیار خوب زمین‌های بریده بریده طبقات رسی نواحی خشک در استریوگرام ۳–۱۹ دیده می‌شود. شبکه درختی بسیار ریز بافتی در این استریوگرامی مشاهده می‌شود.



شکل ۳–۱۹: استریوگرامی از طبقات افقی شیل(سنگ رس) در منطقه خشک

۳–۲–۲–۳. سنگ‌های رسوبی آهکی

سنگ آهک از ته‌نشین شدن اسکلت آهکی جانوران دریایی و یا تبخیر شیمیایی آب دریا به وجود می‌آید. سنگ‌های آهکی برروی عکس‌های هوایی طبقه‌بندی مشخصی نشان نمی‌دهند و فقط در صورت ته‌نشینی متناوب با سنگ‌های ماسه‌ای یا رسی ساختمان لایه‌ای دارند. زمینه خاکستری نسبتاً روشن‌تر از رس و تیره‌تر از ماسه دارند. سنگ‌های آهکی در مناطق خشک قلل مرتفع را به وجود می‌آورد و عاری از پوشش گیاهی است. اما در مناطق مرطوب زمین‌های پست و کم ارتفاع و گودال‌های آهکی را به وجود می‌آورد که دارای پوشش گیاهی است. بهترین معیار شناسایی آنها وجود چاله‌هایی در آنها است که در نواحی مرتفع بیابانی به آنها چاله‌های لانه کبوتری گویند. اندازه این گودال‌ها در نواحی مرطوب بزرگتر است. بر روی این سنگ‌ها، شبکه آبراهه‌ای دیده نمی‌شود. به علت وجود این چاله‌ها، زمینه خاکستری طبقات آهکی منقوط به نظر می‌رسد. یک استریوگرام مناسب از زمین‌های آهکی دارای گودال در شکل ۳–۲۰ نشان داده شده است.



شکل ۳-۲۰: استریوگرامی از طبقات افقی آهکی در منطقه مرطوب

۳-۲-۳. شناسایی سنگ‌های دگرگونی از روی عکس‌های هوایی

سنگ‌های رسوبی در مجاورت گدازه‌های آتشفشانی و یا بر اثر فشار و دمای زیاد تغییر حالت داده و به سنگ دگرگونی تبدیل می‌شوند. نمونه معروف این سنگ‌ها گنیس، شیست و مرمر می‌باشد. شیست از دگرگونی سنگ رس و مرمر از دگرگونی سنگ آهک به‌وجود می‌آیند. این سنگ‌ها نیز مانند سنگ‌های رسوبی مطبق می‌باشند.

۳-۴. کاربرد عکس‌های هوایی در مطالعات خاک

قسمت رویی طبقات زمین بر اثر عوامل فرسایش متلاشی شده و لایه‌ای را تشکیل می‌دهند این لایه نیز به نوبه خود در طول زمان و بر اثر عوامل مختلف خاک را به‌وجود می‌آورد. خاک لایه متلاشی شده بالای زمین است که محیط رشد گیاهان را فراهم کرده است. در روی زمین به استثنای دامنه‌های بسیار تند و سرزمین‌های گسترده بادخیز، همه جا طبقات سنگی زمین از خاک پوشیده شده است. این خاک اکثر اوقات نتیجه تخریب سنگ مادر زیر خود می‌باشد و منعکس کننده ویژگی‌های آن است. بنابراین برای شناسایی طبقات سنگی زمین دانستن اطلاعات کافی در مورد خاک لازم است. خاک بر اثر شسته شدن مواد بالای زمین و ته‌نشین شدن آنها در قسمت‌های پایین به وجود

می‌آید. مهم‌ترین عوامل مؤثر در تشکیل خاک عبارتند از: سنگ مادر، اقلیم، زمان و پوشش گیاهی.

سنگ مادر، جنس مواد تشکیل دهنده خاک را تعیین می‌کند. مثلاً بر روی ماسه سنگ، خاک‌های ماسه‌ای و بر روی سنگ آهک، خاک‌های آهکی تشکیل می‌شود. از طرف دیگر سنگ مادر، بافت خاک (دانه‌بندی) را نیز تعیین می‌کند.

اقلیم، میزان انتقال مواد را به درون خاک کنترل می‌کند. در آب و هوای گرم و مرطوب تمامی املاح محلول خاک توسط آب به پایین منتقل شده و بالاخره از آن خارج می‌شود و خاک‌ها قرمز رنگ رسی باقی می‌ماند. در آب و هوای معتدل و مرطوب مقداری از مواد بالای خاک مانند رس و مواد آلی شسته شده و در قسمت زیرین آن انباشته می‌شود. در مناطق گرم و خشک بر اثر تبخیر شدید، مواد معدنی مانند نمک و شوره از قسمت‌های زیرین خاک بالا آمده و بر روی آن و یا لایه‌های نزدیک به سطح باقی می‌ماند و خاک‌های آهک‌دار و شور را به وجود می‌آورند.

پوشش گیاهی میزان مواد آلی خاک را تعیین می‌کند. اندام‌های گیاهان بر اثر تخمیر، هوموس خاک را به‌وجود می‌آورند. هوموس در حاصل‌خیزی خاک نقش مهمی دارد. هر قدر مقداری هوموس (ماده آلی) بیشتر باشد رنگ خاک تیره‌تر می‌شود. هوموس خاک علف‌زارها بیشتر از جنگل‌ها است. خاک‌های مناطق بیابانی هوموس ندارد و یا بسیاری اندک است. در نتیجه خاک این مناطق به رنگ‌های زرد، قهوه‌ای و یا قرمز دیده می‌شود.

۳-۴-۱.بافت خاک

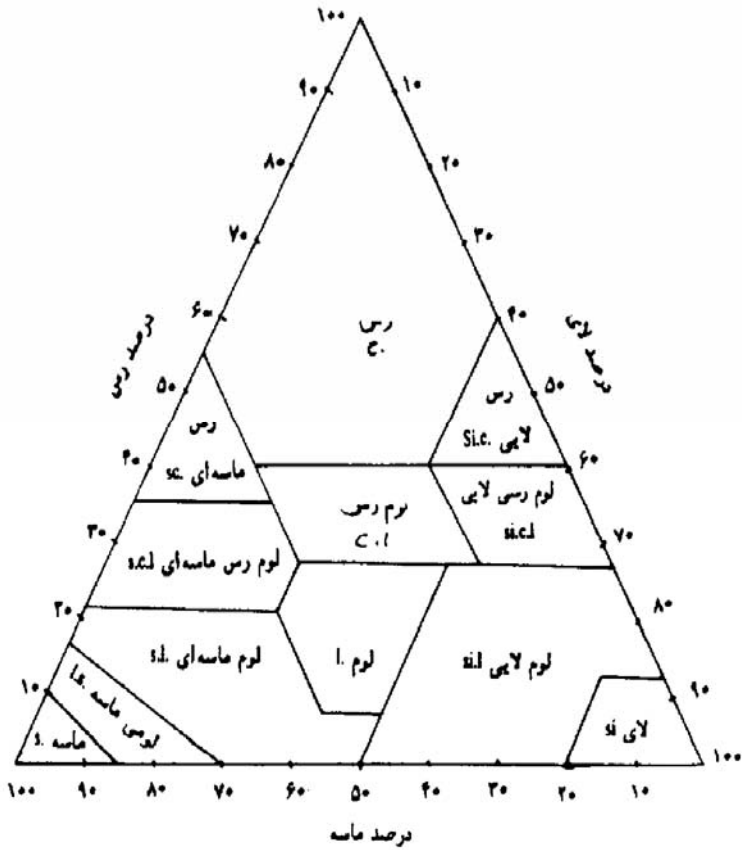
انواع سنگ‌ها بر اثر فرسایش به ذرات ریز تبدیل می‌شوند. این ذرات را از نظر اندازه می‌توان به‌صورت زیر دسته‌بندی کرد:

ـ رس، فرات کوچکتر از ۰/۰۰۲ میلی‌متر هستند و از تخریب کانی فلدسپات سنگ‌های آذرین به‌وجود می‌آید.

ـ لای، ذرات بین ۰۰۲/ تا ۰/۰۵ میلی‌متر می‌باشند.

ـ ماسه، ذرات ۰/۰۵ تا ۲ میلی‌متر ماسه نامیده می‌شوند.

به‌طور کلی خاک‌ها را بر اساس اندازه دانه‌های تشکیل دهنده‌ی آنها تقسیم کرده‌اند. انواع این خاک‌ها در شکل ۳-۲۱ دیده می‌شود.



شکل ۳-۲۱: دیاگرام سه گوش انواع خاک‌ها

دانه‌های تشکیل‌دهنده خاک ماسه‌ای درشت‌تر از خاک رس است؛ در نتیجه خاک‌های ماسه‌ای انعکاس بیشتری دارند و روشن‌تر دیده می‌شوند. بافت خاک قدرت نفوذ پذیری آن را تعیین می‌کند. خاک‌های ریز بافت (مانند رس) قدرت نفوذ پذیری کمتری دارند و سبب جاری شدن آب در روی خود می‌شوند. در صورتی که در خاک‌های ماسه‌ای آب نفوذ می‌کند و شبکه زهکشی آن بسیار ضعیف و یا بدون

زهکشی است. ظرفیت نگه‌داری آب خاک به بافت آن بستگی دارد. در مناطق مرطوب، خاک‌های ریز بافت (مانند رس) رطوبت بیشتری نسبت به خاک‌های ماسه‌ای دارند و در نتیجه در عکس‌های هوایی تیره‌تر از خاک‌های ماسه‌ای دیده می‌شوند.

۳-۴-۲. افق بندی خاک

خاک‌ها معمولاً در صورت تکوین دارای افق‌های زیر می‌باشند.

۱. افق O از مواد آلی تشکیل شده است و رنگی تیره دارد. اکثر خاک‌ها فاقد این افق می‌باشند.

۲. افق A_1 در بیشتر خاک‌ها، افق رویی را تشکیل می‌دهد و در مناطق دارای پوشش گیاهی از ۱ تا ۵ درصد ماده آلی دارد که سبب تیره‌تر شدن رنگ آن می‌گردد.

۳. افق A_2 در زیر افق A_1 قرار دارد مواد آلی و رس آن شسته می‌شوند و به پایین می‌رود در نتیجه رنگ آن روشن‌تر است.

۴. افق B مواد شسته از افق A_2 در این افق جمع می‌شود. رنگ آن ممکن است قهوه‌ای یا نسبتاً تیره باشد.

۵. افق C از مواد خرد شده سنگ مادر تشکیل شده است و هنوز ویژگی خاک را ندارد.

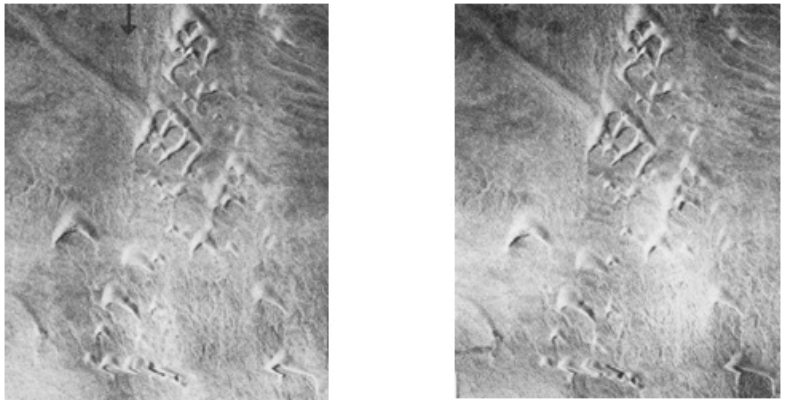
خاک کشاورزی و یا مورد استفاده پوشش گیاهی افق‌های A و B را شامل می‌شود. ضخامت این لایه‌ها بعضی جاها به یک متر یا بیشتر نیز می‌رسد.

۳-۵. کاربرد عکس‌های هوایی در مطالعه پدیده‌های بیابانی

بیابان‌ها با زمین‌های نسبتاً عریان مشخص می‌شوند. در مناطق پست و گرم بیابانی به علت تبخیر شدید، املاح خاک بالا آمده و بر سطوح قشری سفید رنگ ایجاد می‌کنند که اصطلاحاً شوره‌زار نامیده می‌شوند. شوره‌زارها در روی عکس‌های هوایی با زمینه سفید یکدست مشخص می‌شوند. مناطق مرتفع معمولاً زمین‌های عریان و خشک را تشکیل می‌دهد که به تناسب جنس زمین به رنگ‌های مختلف قرمز، قهوه‌ای، و یا خاکستری دیده می‌شوند و در روی عکس‌های هوایی اکثراً دارای زمینه خاکستری نسبتاً روشن می‌باشند.

سطح اکثر بیابان‌ها دارای ماسه می‌باشد. بادهای مناطق بیابانی این ماسه‌ها را به حرکت در آورده و اشکال ژئومورفولوژیک خاصی به‌وجود می‌آورند که مجموعاً تپه‌های ماسه‌ای نامیده می‌شوند. همه تپه‌های ماسه‌ای از دو دامنه نامتقارن تشکیل شده‌اند. دامنه ملایم به طرف باد و دامنه تندتر به جهت مخالف باد می‌باشد. از روی شیب دامنه‌ها جهت باد غالب منطقه مشخص می‌شود. در روی عکس‌های هوایی نیز دامنه تندتر تپه‌ها جهت وزش باد را مشخص می‌کند. تپه‌های ماسه‌ای از نظر شکل به چهار نوع بارخان، تپه‌های عرضی، تپه‌های طولی، و تپه‌های شلجمی[1] تقسیم می‌شوند.

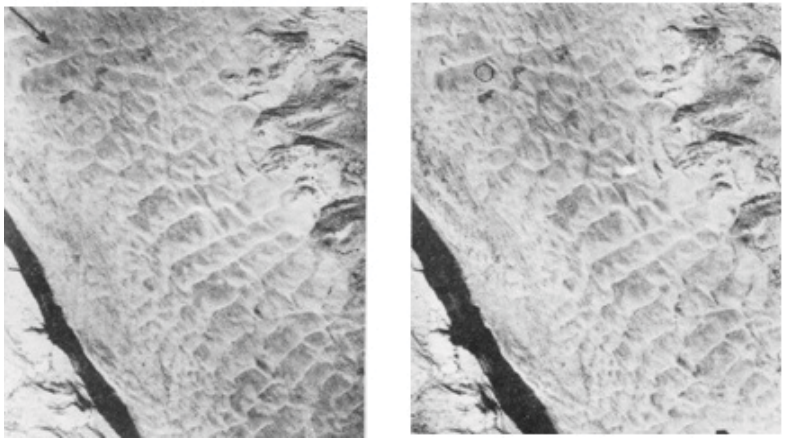
الف) بارخان: این نوع تپه‌ها در مناطقی تشکیل می‌شوند که ماسه روی زمین نسبتاً کمتر است و بوته‌های پراکنده‌ای هم بر روی زمین دیده می‌شوند بر اثر وزش باد، ماسه‌ها در پشت بوته‌ها و با هر نوع مانع دیگری جمع می‌شوند. تپه به‌تدریج بزرگ شده و تمام مانع را می‌پوشاند و از دو طرف آن به طرف مخالف باد امتداد می‌یابد. شکل نهایی تپه به‌صورت نعل اسب است که طرف مقعر آن در جهت مخالف باد و طرف محدب آن به طرف باد است. استریوگرام ۳-۲۲ نمونه بسیار جالبی از بارخان‌های صحرای اسپانیا در شمال آفریقا است. در این استریوگرام باد غالب منطقه از شمال می‌وزد.



شکل ۳-۲۲: استریوگرامی از برخان‌ها

1. Parabolic

ب) تپه‌های ماسه‌ای عرضی: اگر ماسه بیابان بسیار فراوان باشد و تمام زمین را بپوشاند و جهش وزش باد غالب هم در طول سال نسبتاً ثابت باشد ماسه‌ها به حرکت در آمده و همانند امواج دریا تپه‌های درازی را در جهت عمود بر جهت وزش باد غالب به‌وجود می‌آورند (استریوگرام ۳-۲۳). همانگونه که در این استریوگرام مشاهده می‌شود، تپه‌های ماسه‌ای به‌صورت ردیف‌هایی از ماسه عمود بر جهت وزش باد غالب تشکیل شده‌اند و دامنه بادگیر آنها پرشیب‌تر از دامنه باد پناه است.

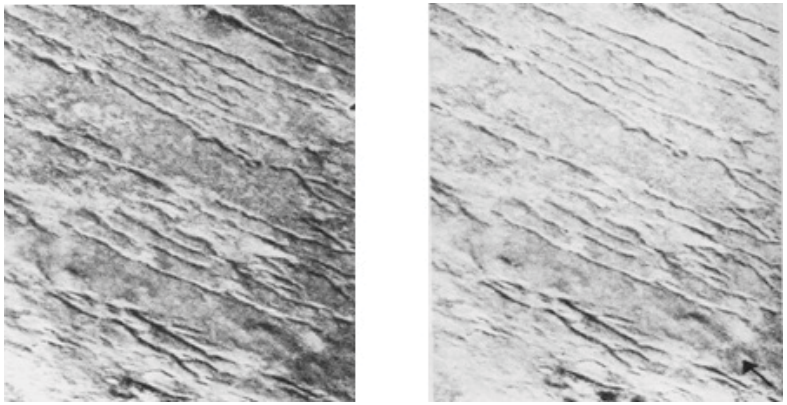


شکل ۳-۲۳: استریوگرامی از تپه‌های ماسه‌ای عرضی

ج) تپه‌های ماسه‌ای طولی: اگر ماسه سطح بیابان کم باشد و باد غالب هم با شدت زیاد از جهتی نسبتاً ثابت در طول سال بوزد، ماسه در طول مسیر باد جمع شده و نوارهایی طولانی ایجاد می‌کنند. نوارهای ماسه‌ای به پهنای چند متر و به درازای چندین کیلومتر می‌رسند و موازی جهت وزش باد غالب هستند. به استریوگرام ۳-۲۴ دقت کنید. تپه‌های طولی به موازات مسیر وزش باد تشکیل شده‌اند.

د) تپه‌های ماسه‌ای شلجمی: شکل این تپه‌ها بر عکس بارخان می‌باشد. یعنی این که بازوان این تپه‌ها به طرف باد کشیده شده‌اند و قسمت هلالی آن به طرف مخالف باد قرار دارد. موقعی که تپه حرکت می‌کند بازوان آن به‌صورت دو نوار موازی همانند تپه‌های طولی موازی مسیر وزش باد کشیده می‌شوند. در بیابان‌ها در طرف باد پناه یک

گودال ماسه‌ای ایجاد می‌شوند. محل عمده تشکیل این تپه‌ها ساحل باد پناه دریاها می‌باشد. بازوان آنها به طرف دریا و قسمت هلالی آنها به طرف خشکی می‌باشد و مرتب پیشروی می‌کنند مگر این که بر اثر پوشش گیاهی تثبیت شوند.



شکل ۳-۲۴: استریوگرامی از تپه‌های ماسه‌ای طولی

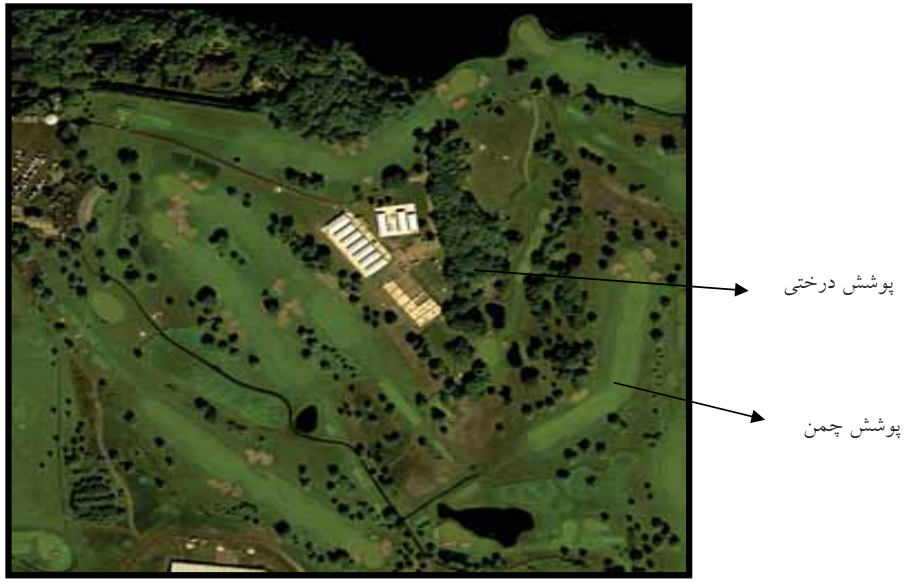
۳-۶. کاربرد عکس‌های هوایی در مطالعه پوشش گیاهی

یکی از کاربردهای مهم عکس‌های هوایی تحقیق در مورد پوشش گیاهی است، دراین‌باره متخصصان جنگل و جغرافیای گیاهی در سطح وسیعی از این عکس‌ها استفاده می‌کنند زیرا از این طریق جنگل‌ها و تشکیلات مختلف گیاهی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. مطالعه‌ی عکس‌های هوایی این امکان را می‌دهد که حدود صحیح مناطق متجانس را که دارای ویژگی‌های اکولوژی خاص هستند و در اکثر موارد در روی زمین دارای تنوع یکنواختی از گیاهان می‌باشند تعیین نمود.

به منظور مشخص کردن گونه‌های گیاهی داخل مناطق متجانس، این مرحله با عملیات نمونه‌گیری در روی زمین همراه است که با تلفیق این اطلاعات و تفسیر عکس‌ها حدود صحیح مناطق متجانس برای تهیه‌ی نقشه‌ی کاملی از گیاهان تعیین می‌شود.

یکی از معیارهای مفیدی که مستقیماً در تشخیص پوشش‌های گیاهی به‌کار می‌رود

رنگ است. همان‌طور که می‌دانیم درجه‌ی روشنی وتیرگی هر قسمت از تصاویر به روشنی و تیرگی خود شیء بستگی دارد. از این خاصیت می‌توان برای تشخیص اشیاء استفاده کرد. مثلاً با توجه به اختلاف درجه‌ی رنگ برگ‌های گونه‌های مختلف یعنی روشنی و تیرگی آنها، گونه‌های مختلف گیاهی را می‌توان تشخیص داد (شکل ۳-۲۵).



شکل ۳-۲۵: تشخیص پوشش گیاهی با استفاده از عامل رنگ و تن

همچنین با تجزیه و تحلیل ارتفاع درختان می‌توان جنگل‌ها ـ بیشه‌های کوچک، مراتع و مزارع را مشخص کرد اشکال برجستگی یا ارتفاع درختان به‌صورت برجستگی زیاد، برجستگی متوسط یا کم، و برجستگی نامحسوس تقسیم‌بندی می‌شود. درختان با برجستگی زیاد ممکن است دارای گسترش منظم یا نامنظم باشند، درختان با محدوده‌ی منظم (با برجستگی زیاد) از ویژگی‌های جنگل‌های عمران یافته هستند و حدود نامنظم آنها مربوط به جنگل‌های طبیعی است.

گیاهان با برجستگی متوسط یا کم نیز ممکن است دارای حدود منظم و یا نامنظم باشند. مثلاً گیاهان تیره‌ی غلات دارای حدود منظم و ساختمان متجانس هستند و

درختان مو و نیز نباتات زراعی مانند سیب‌زمینی دارای حدود منظم و ساختمان نامتجانس هستند.

گیاهان با برجستگی نامحسوس نیز مانند دو نوع فوق ممکن است گسترش نامنظم و یا منظم داشته باشند که باز مانند انواع دیگر دارای دو نوع ساختمان متجانس هستند.

۱. حدود نامنظم با ساختمان متجانس: در صورتی که رنگ آن‌ها روشن باشد و منظره‌ی موجدار داشته باشند چمن‌زار خشک را نشان می‌دهند و اگر دارای رنگ تیره باشند نمودار چمن‌زار مرطوب و طبیعی هستند.

۲. حدود نامنظم با ساختمان نامتجانس: این ویژگی، مشخصه عمده‌ی تورب‌زارها و چمن‌زارهای حاوی درخت است.

۳. حدود منظم با ساختمان متجانس: معرف چمن‌زارهای مصنوعی و صیفی کاری و غیره است.

۴. حدود منظم با ساختمان نامتجانس: معرف زمین‌های شخم خورده (بخصوص اگر به‌صورت خطوط موازی باشد) و کشت‌های ردیفی است.

از معیارهای مفید دیگری که می‌توان در تشخیص پوشش گیاهی از آن کمک گرفت شکل تاج و سایه‌ی درختان است زیرا شکل تاج و سایه‌ی درختان در گونه‌های مختلف متفاوت است، در صورتی که عکس‌های با مقیاس بزرگ در اختیار داشته باشیم می‌توانیم با بررسی شکل تاج درختان، گونه‌های مختلف گیاهی را تشخیص دهیم. تصویر سایه‌ی درختان در عکس چون معمولاً بر اثر تابش نور مایل به‌وجود می‌آید، شکل درختان را بیشتر مجسم می‌سازد و در تشخیص گیاهان کمک زیادی می‌کند. علاوه بر این در صورتی که هنگام عکس‌برداری هوایی همزمان با عکس‌های سیاه و سفید و یا عکس‌های رنگی معمولی، عکس‌های رنگی مادون قرمز با طول موج‌های مناسب تهیه شود، خواهیم توانست با استفاده از چنین عکس‌هایی وضع سلامت گیاه، کانون‌های متنوع شیوع امراض و آفات و همچنین پیری زود رس انساج را تشخیص دهیم و شاید به این طریق بتوان بیماری را قبل از آن که از حیطه‌ی کنترل خارج شود متوقف کرد.

در این‌جا بهتر است ببینیم هنگام تابش پرتوهای خورشید بر روی برگ چه اتفاقی می‌افتد. پرتوهای خورشید شامل نور قابل رویت و طیفی وسیع از پرتوهای غیرقابل رویت مانند امواج ماورای بنفش و مادون قرمز است. گیاهان از پرتوهای قابل

رؤیت (یا به عبارت دیگر نور مرئی) فقط از بخش‌های آبی و قرمز آن جهت ساختن نشاسته و قند استفاده می‌کنند. نور سبز مورد احتیاج آنها نیست و مقداری از آن از برگ گذشته و به زمین می‌رسد و قسمتی دیگر از سطح آن منعکس می‌شود و به همین دلیل برگ به رنگ سبز دیده می‌شود. بیشترین قسمت انرژی خورشیدی در ناحیه‌ی مادون قرمز است و خوشبختانه گیاه این پرتوها را جذب نمی‌کند. گیاهان سالم تقریباً تمام انرژی مادون قرمز نزدیک را منعکس می‌کنند و ما می‌توانیم آنها را به آسانی با فیلم مادون قرمز تشخیص دهیم. اگر گیاه سالم نباشد ضریب انعکاس نور مادون قرمز آن در حد چشمگیری کاهش پیدا می‌کند. بنابراین کلید این تشخیص تفاوت در ضریب انعکاس مادون قرمز از گیاهان سالم و غیر سالم است که می‌تواند اعلام خطری برای کشاورز در رابطه با عدم سلامت کلی مزرعه‌اش باشد.

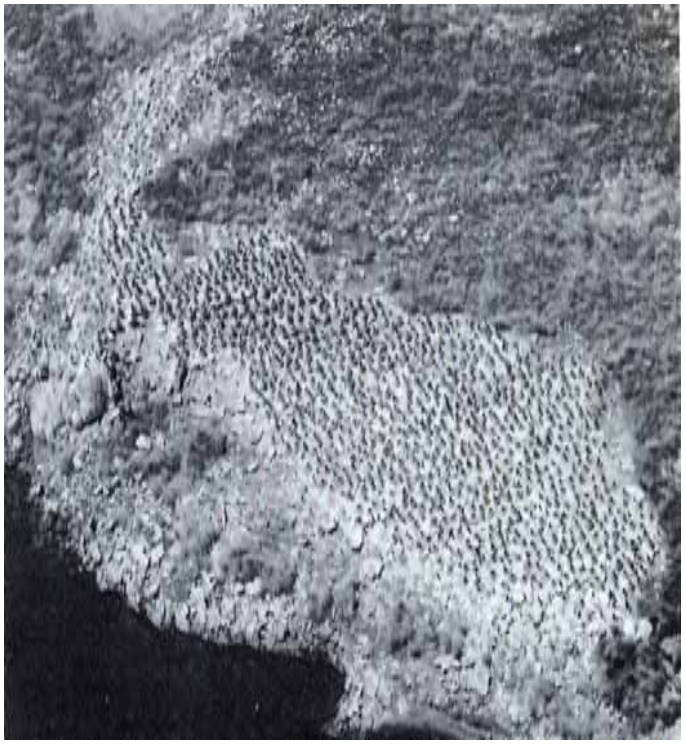
جالب است بدانیم در عین این که ضریب انعکاس پرتوهای مادون قرمز در مورد برگی که در حال مرگ است کاهش پیدا می‌کند، اما ضریب انعکاس نور قرمز مربوط به طیف مرئی افزایش می‌یابد، زیرا گیاه دیگر از پرتوهای نور قرمز جهت فتوسنتز استفاده نمی‌کند و به همین دلیل است که برگ گیاهان در پاییز به رنگ قرمز در می‌آیند. بنابراین مراقبت از طریق عکس‌برداری‌های هوایی منظم در سطح مزارع می‌تواند به مطالعه‌ی شرایط حاد در آن مزارع کمک کند.

یکی از معیارهای دیگر که در شناخت و بررسی گیاهان به ما کمک می‌کند استفاده از عامل زمان است. با عکس‌برداری هوایی در زمان‌های مختلف و داشتن تاریخ عکس‌برداری می‌توانیم گونه‌های گیاهی را از یکدیگر تفکیک کنیم و نقشه‌ی پراکندگی آنها را رسم نماییم. مثلاً در پاییز برگ‌های هر گونه در زمان خاصی زرد می‌شود و می‌ریزد و در بهار باز شدن گل‌ها در گونه‌های مختلف متفاوت است، یا در آغاز بهار برگ‌های تعدادی از گونه‌های زود رس ظاهر می‌شود، در صورتی که برخی از درختان هنوز بدون برگ هستند. بنابراین می‌توانیم گونه‌های مختلف گیاهی و نحوه‌ی پراکندگی آنها را، همراه با کنترل زمینی، مشخص کنیم.

۳-۶-۱. مطالعه پوشش گیاهی جنگلی و مرتعی از روی عکس‌های هوایی

جنگل‌ها و مراتع یکی از با ارزشترین و سودمندترین منابع طبیعی هر کشوری محسوب

می‌شود، لذا جهت بهره‌برداری صحیح از آنها باید اطلاعات کافی در اختیار داشته باشیم تا بتوانیم برنامه‌ریزی‌های لازم را انجام دهیم (شکل ۳-۲۶).



شکل ۳-۲۶: مطالعه جنگل و مرتع از روی عکس‌های هوایی

کاربرد اطلاعات حاصله از عکس‌های هوایی در جنگل و مرتع به شرح زیر است:

۱. تعیین سطح پوشیده از جنگل و مرتع و تفکیک حدود آنها و نیز اندازه‌گیری حجم جنگل.

برای اندازه‌گیری حجم جنگل از روی عکس هوایی باید متوسط ارتفاع و قطر متوسط تاج درختان و تراکم متوسط آن‌ها را اندازه‌گیری کرد و سپس به کمک فرمول‌های از قبل محاسبه شده، یا جدول حجم هوایی و یا با استفاده از

استریوگرام‌های تهیه شده حجم جنگل را تعیین نمود.

۲. ارزیابی منابع طبیعی جنگلی، نظیر بررسی میزان درختان و طبقه‌بندی تراکم آنها و تخمین میزان چوب تجارتی قابل بهره‌برداری در هکتار.

از آنجایی که رابطه‌ی نزدیکی بین ارتفاع درختان و قطر تاج آنها و از طرف دیگر بین قطر تاج و قطر تنه‌ی آنها وجود دارد، بنابراین با اندازه‌گیری قطر تاج و ارتفاع درختان از روی عکس‌های هوایی و تنظیم جداولی از گونه‌های مختلف می‌توان حجم چوب قابل بهره‌برداری را محاسبه کرد. (ر. ک. شکل ۱-۹ فصل اول) در بعضی موارد به عوض تهیه‌ی جدول می‌توان از فرمول‌های خاصی که در این مورد وجود دارد استفاده نمود.

۳. شناخت و بررسی مناطق آسیب دیده‌ی جنگلی از نظر آفت‌زدگی و غیره. (ر. ک. شکل ۱-۱۹ فصل اول)

۴. شناخت و بررسی تغییرات ایجاد شده در سطح نواحی جنگلی (مانند بررسی نواحی جنگلی از بین رفته و یا در حال اضمحلال).

۵. تهیه‌ی نقشه‌هایی از پراکندگی گونه‌های گیاهی عمده‌ی جنگلی.

۶. عمران نواحی جنگلی.

۷. شناخت و بررسی مراتع طبیعی به منظور دامپروری و پرورش وحوش.

باید به این نکته اشاره شود که در بررسی موضوعات مختلف فوق در صورتی که از عکس‌های هوایی سیاه و سفید و رنگی مادون قرمز که در فواصل زمانی کوتاه و به مقیاس‌های مختلف گرفته شده است استفاده شود و اطلاعات حاصل از آنها با مطالعات صحرایی تلفیق شود می‌توان به نتایج بهتر و دقیق‌تری دست یافت (ر.ک. شکل ۱-۱۹ فصل اول).

بدین ترتیب می‌توان نقشه‌ای از پراکندگی گونه‌های گیاهی عمده‌ی جنگلی تهیه کرد.

۳-۶-۲. مطالعه پوشش گیاهی زمین‌های کشاورزی از روی عکس‌های هوایی

به‌طور کلی برای انجام برنامه‌ریزی و اعمال مدیریت صحیح در امور کشاورزی و منابع طبیعی باید از منابع اطلاعاتی کمک گرفت. عکس‌های هوایی تاکنون یکی از منابع اطلاعاتی به‌کار گرفته شده در مطالعات کشاورزی بوده است. البته با توجه به دینامیک

بودن پدیده‌های مختلف کشاورزی، باید عکس‌های هوایی در فواصل زمانی کوتاه گرفته شود تا بتواند گویای آخرین تغییرات حاصله در پدیده‌های مختلف کشاورزی باشد.

مطالعاتی که در امور کشاورزی با استفاده از عکس‌های هوایی انجام می‌شود به شرح زیر است:

۱. مطالعه در نوع خاک‌ها و طبقه‌بندی آنها؛

۲. تهیه‌ی نقشه‌های فیزیوگرافیک خاک؛

۳. مطالعه‌ی حفاظت خاک یا به عبارت دیگر بررسی نحوه‌ی مبارزه با فرسایش خاک؛

۴. مطالعه و بررسی زمین‌های بایر و شناخت مناطق مناسب جدید جهت ترویج کشاورزی؛

۵. تعیین مشخصات و مساحت مزارع؛

۶. اندازه‌گیری سطح زیر کشت و تشخیص نوع محصول (شناسایی اختلاف رنگ گیاهان از روی فیلم‌های رنگی مادون قرمز اساس تشخیص نوع محصول است، زیرا هر نوع رستنی علامت طیفی مخصوص به خود را دارد)؛

۷. شناخت انواع گیاهان بر اساس فاکتورهای تشخیص نظیر تُن تصویر و تهیه‌ی نقشه از نحوه‌ی گسترش گونه‌های مختلف گیاهی با مقیاس‌های مختلف؛

۸. تشخیص آفات و امراض نباتی در مناطق کشاورزی؛

۹. مطالعه در خصوص نحوه‌ی درختکاری و ایجاد پارک‌ها.

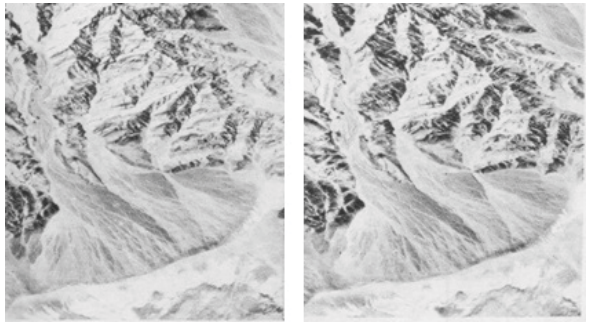
۳-۷. کاربرد عکس‌های هوایی در مطالعه منابع آب

کمبود نسبی آب در کشور ما، ضرورت برخورداری از یک برنامه‌ریزی صحیح و جامع را در تولید و مصرف آب ایجاب می‌کند. عکس‌های هوایی چون حاوی اطلاعات بسیار ارزنده‌ای از پدیده‌های سطح زمین می‌باشد، می‌تواند به عنوان یک منبع اطلاعاتی مفید در هر پروژه‌ی تحقیقاتی و یا اجرایی مربوط به اکتشاف، بهره‌برداری و حفاظت منابع آب نقش اساسی داشته باشد.

از آنجا که ساده‌ترین نوع بهره‌برداری از منابع آبی، استفاده از آب رودخانه‌ها می‌باشد در این قسمت به بررسی چگونگی شناسایی پدیده‌های رودخانه‌ای از روی

عکس‌های هوایی می‌پردازیم. رودخانه‌ها مواد را از مناطق مرتفع کنده و با خود می‌برند. این مواد در طول مسیر رودخانه از پای کوه تا مصب دریا به ترتیب درشتی و سنگین و وزن خود ته‌نشین می‌شوند. مواد درشت‌تر در قسمت‌های بالای بستر و مواد بسیار ریز در مصب رود ته‌نشین می‌شوند. در مجموع پدیده‌های رسوبی عمده‌ای که در منطقه فعالیت رودخانه ایجاد می‌شود عبارتند از: مخروط افکنه جلگه رسوبی و دلتا.

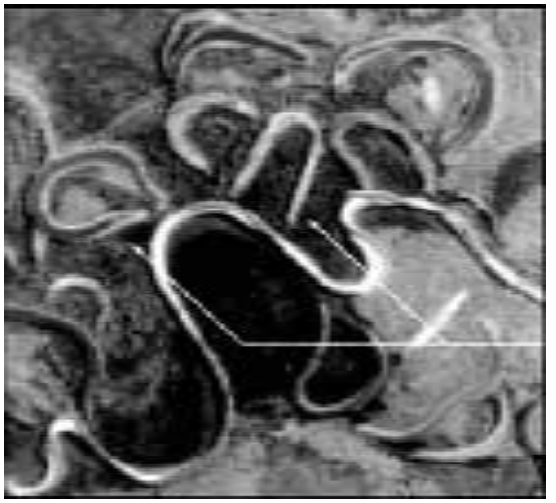
الف) مخروط افکنه: از مواد درشت‌تر و معمولاً بزرگتر از ماسه تشکیل شده است که در پای کوه و به علت کاهش سرعت رودخانه ته‌نشین می‌شوند. شکل مثلثی را دارد که رأس آن به طرف کوه و قاعده‌اش به طرف جلگه می‌باشد. بافت درشت ماسه‌ای و قلوه سنگی و زمینه خاکستری روشن دارد. در عکس‌های هوایی به‌صورت بادبزن دیده می‌شود. رودخانه بر روی مخروط افکنه از مسیرهای گوناگونی جاری می‌شود. بسترهای خشک شده به‌صورت خطوط سفید رنگی بر روی عکس‌های هوایی دیده می‌شوند که از رأس مخروط افکنه به طرف قاعده آن کشیده شده‌اند. (استریوگرام ۳-۲۷).



شکل ۳-۲۷: مطالعه مخروط افکنه از روی عکس‌های هوایی

ب) جلگه رسوبی: از پای مخروط افکنه تا مصب با شیبی ملایم ادامه دارد. بافت مواد رسوبی جلگه، نسبتاً ریز می‌باشند و هر قدر به طرف مصب نزدیک‌تر شود ریزتر می‌شود. بهترین نشانه شناسایی جلگه‌های رسوبی وجود بستر پیچ‌خورده رودخانه است که در طول خود رود پیچ‌های بزرگ و کوچکی را به وجود آورده است. حاشیه بستر رودخانه به وسیله یک بال باریک و درازی از جلگه مجاور جدا می‌شود. بعضی موارد، رود پیچ‌ها عمیق‌تر شده و از بستر اصلی جدا می‌شوند. در این صورت

دریاچه‌ای نعل اسبی تشکیل می‌دهند. در صورت خشک شدن این دریاچه‌ها زمین‌های صاف و ریز بافتی به وجود می‌آید که بسیار حاصل‌خیز هستند و زیر کشت می‌روند. شکل ۳–۲۸ یک جلگه رسوبی را نشان می‌دهد که در آن بستَر رودخانه چندین بار تغییر مسیر داده است. دریاچه‌های نعل اسبی بسیار واضح است. تنوع زمینه خاکستری عکس به علت تفاوت رطوبت خاک است. مناطق مرطوب تیره‌تر از نواحی خشک می‌باشد.



شکل ۳–۲۸: مطالعه جلگه‌های رسوبی و دریاچه‌های نعل اسبی از روی عکس‌های هوایی

ج) دلتا: در انتهای رودخانه و در محل ورود آن به دریا دلتا تشکیل می‌شود. مواد تشکیل‌دهنده آن بسیار ریز بافت بوده و زمینه خاکستری تیره رنگ دارد. شکل دلتا به‌صورت نیم‌دایره یا پای پرنده می‌باشد. شاخه‌های متعدد آن به طرف دریا باز شده است.

در بعضی دلتاها که اغلب مواد رسوبی از ماسه ریز تشکیل شده است زمینه خاکستری روشنی بر روی عکس‌های هوایی مشاهده می‌شود. قسمتی از دلتا زیر آب گسترش می‌یابد و سبب می‌شود که آن قسمت آب روشن‌تر از بقیه قسمت‌های دریا دیده شود.

در زیر مهمترین موارد کاربرد عکس‌های هوایی در بررسی منابع آب را بیان

خواهیم کرد:

۱. مطالعه و بررسی مناطق کوهستانی برف‌گیر و محاسبه‌ی دقیق میزان پوشش برف و میزان ذوب آن به منظور پیش بینی دبی رودخانه‌ها و کنترل سطح آب سدها.

۲. بررسی، مطالعه و تهیه‌ی نقشه‌های مربوط به تغییرات سطح آب در مخازن آب‌های سطحی مانند سدها، دریاچه‌های دایمی و فصلی و غیره در زمان‌های مختلف.

۳. تهیه‌ی نقشه‌های هیدرولوژی و تعیین سطح حوضه‌های آبریز به منظور ارزیابی مقدار آب ورودی به سفره‌های زیر زمینی.

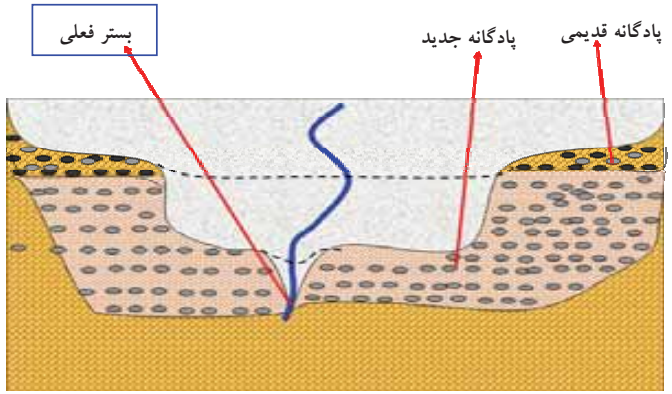
۴. مطالعه در مورد نحوه‌ی وقوع سیلاب‌ها و تعیین وسعت مناطق سیل‌زده.

۵. ارزیابی مقدار رسوبات معلق در رودخانه‌های پر آب و بررسی توسعه‌ی دلتا در مصب این نوع رودخانه‌ها.

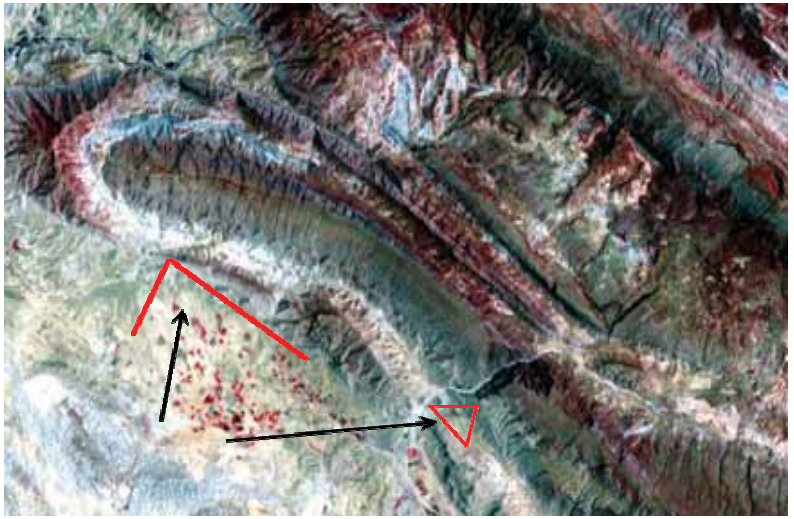
۶. کسب اطلاعات لازم به منظور پیشنهاد جهت تعیین محل احداث سدها و تخمین عمر مفید آنها.

۷. تشخیص و طبقه‌بندی مناطق آبرفتی و مخروط‌افکنه و ارزیابی خصوصیت‌های مربوط به آن از نظر دانه‌بندی، رطوبت سطحی، پوشش گیاهی و غیره.

در اینجا ذکر این نکته ضروری است که برای مطالعه و بررسی منابع آب باید عکس‌های مختلفی با فواصل زمانی کوتاه در اختیار داشته باشیم تا بتوان از آنها به‌عنوان ابزاری جهت مطالعات منابع آب استفاده نمود (شکل ۳–۲۹) و (شکل ۳–۳۰).



شکل ۳–۲۹: مطالعه تغییرات تراست‌ها یا پادگانه‌های آبرفتی در طی زمان
منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)



شکل ۳-۳۰: مطالعه تغییرات مخروط افکنه‌ها منبع: (نصیری، ۱۳۸۵، پاورپوینت آموزشی)

خلاصه

یکی از مهمترین موارد کاربرد عکس‌های هوایی شناخت جنس طبقات و اشکال زمین می‌باشد. پوسته‌ی خارجی زمین از سه نوع سنگ آذرین، رسوبی و دگرگونی تشکیل شده است. سنگ‌های آذرین به دو گروه درونی (سنگ خارا) و بیرونی (بازالت) تقسیم می‌شوند. سنگ‌های رسوبی عمده و مهم عبارت‌اند از: ماسه سنگ، سنگ رس و سنگ آهک. طبقات سنگ‌های رسوبی به‌صورت افقی و چین‌خورده دیده می‌شوند. از سنگ‌های دگرگونی گنیس و شیست را می‌توان نام برد، سنگ‌های رسوبی بیشتر از انواع دیگر می‌باشند. قسمت بالایی پوسته‌ی زمین بر اثر عوامل فرسایش خرد شده و بر اثر گذشت زمان خاک را به‌وجود می‌آورد. بافت و زمینه‌ی خاکستری خاک یکی از معیارهای مهم شناسایی ناهمواری‌ها می‌باشد.

برای شناسایی ناهمواری‌ها از روی عکس‌های هوایی از معیارهای توپوگرافی، شبکه‌ی زهکشی، زمینه‌ی خاکستری، نوع و شدت فرسایش و بافت خاک استفاده می‌شود. آرایش مکانی آبراهه‌ها شبکه زهکشی را به وجود می‌آورد. شش نوع عمده

شبکه زهکشی عبارت‌اند از: شبکه‌ی درختی، شبکه‌ی داربستی، شبکه‌ی راست گوشه، شبکه‌ی شعاعی و شبکه‌ی نامنظم. زمینه‌ی خاکستری بر اثر بازتاب انرژی خورشید در باند مرئی ایجاد می‌شود. طبقات ماسه‌ای و مرتفع به علت داشتن رطوبت کم، روشن‌تر و طبقات رسی و پست تیره‌تر می‌باشند. وضعیت فرسایش شکل دره‌ها نهایتاً جنس زمین را معلوم می‌کند، بافت خاک نشان دهنده‌ی جنس طبقات است و وضعیت زهکشی خاک را نیز معلوم می‌کند. خاک‌های ماسه‌ای بر روی طبقات ماسه سنگی و خاک‌های آهکی بر روی طبقات آهکی تشکیل می‌شوند.

با استفاده از معیارهای شناسایی، جنس طبقات و اشکال زمین از روی عکس‌های هوایی مشخص می‌شود. زمین‌های ماسه‌ای دارای شبکه‌ی زهکشی درختی، بافت درشت و زمینه‌ی خاکستری روشن می‌باشد. در مناطق مرطوب ارتفاعات مدور با دامنه‌های تند و در مناطق بیابانی ارتفاعات تخت با دیواره‌ی تند را ایجاد می‌کنند. زمین‌های آهکی تیره‌تر از طبقات ماسه‌ای و بدون شبکه زهکشی هستند، بهترین معیار شناخت آنها وجود چاله‌هایی ریز و درشت است. طبقات رسی دارای شبکه زهکشی درختی ریز بافت می‌باشند، در مناطق خشک زمین‌های بریده بریده و ترک خورده و در مناطق مرطوب زمین‌های پست را ایجاد می‌کنند.

زمینه‌ی خاکستری زمین‌های گرانیتی هم نسبتاً روشن‌تر است و نواحی مرتفع و مدور با دامنه‌های ملایم را ایجاد می‌کنند. زمین‌های گرانیتی شبکه‌ی زهکشی درختی و یا راست گوشه دارند. شبکه‌ی خطوط نامنظم هم بر روی آنها دیده می‌شود. بهترین معیار شناسایی مناطق بازالتی زمینه‌ی تیره و ساختمان منشوری حاشیه‌ی آنهاست. شبکه‌زهکشی چشم‌گیری هم ندارند. مخروط‌های آتشفشانی و دایک‌ها از روی شکل آن‌ها شناخته می‌شوند. عوارض رودخانه‌ای از جمله مخروط افکنه‌ها و جلگه‌های رسوبی نیز از روی آنها شناخته می‌شوند. مخروط افکنه‌ها شکل بادبزنی دارند که رأس آن به طرف کوه و قاعده‌اش به طرف جلگه است، بافتی درشت و زمینه‌ی نسبتاً روشن دارند. بهترین معیار شناخت جلگه‌ی رسوبی وجود بستر پیچانی رودخانه است که پیچان رودهای زیادی دارد. عارضه‌ی عمده نواحی بیابانی، تپه‌های ماسه‌ای است که به شکل‌های مختلف دیده می‌شود در بیشتر تپه‌های ماسه‌ای دامنه بادگیر ملایمتر از دامنه باد پناه است که از روی آن جهت وزش باد غالب مشخص می‌شود.

خودآزمایی

۱. سازنده‌های گرانیتی بر روی عکس‌های هوایی چگونه دیده می‌شوند؟

الف) به‌صورت تپه‌های بلند و مدور ب) به‌صورت صخره‌های بریده بریده

ج) به‌صورت ناهمواری‌های منظم د) به‌صورت ارتفاعات نامنظم

۲. شوره‌زارها بر روی عکس‌های هوایی چگونه مشخص می‌شوند؟

الف) با زمینه‌ی تیره‌ی یک دست مشخص می‌شوند.

ب) با زمینه‌ی قهوه‌ای یک دست مشخص می‌شوند.

ج) با زمینه‌ی خاکستری یک دست مشخص می‌شوند.

د) با زمینه‌ی سفید یک دست مشخص می‌شوند.

۳. کدام یک از معیارهای زیر در تشخیص پوشش‌های گیاهی مفیدتر است؟

الف) سایه ب) رنگ

ج) بافت د) نقش

۴. برای تشخیص نوع محصولات کشاورزی از طریق عکس‌برداری هوایی، کدام فیلم نتیجه بهتری به‌دست می‌دهد؟

الف) فیلم‌های رنگی معمولی ب) فیلم‌های پان‌کروماتیک معمولی

ج) فیلم‌های مادون قرمز رنگی د) فیلم‌های مادون قرمز سیاه و سفید

۵. در بررسی موضوعات مختلف مرتبط با جنگل و مرتع کدام روش بهتر است؟

الف) استفاده از عکس‌های هوایی معمولی سیاه و سفید در مقیاس‌های مختلف

ب) استفاده از عکس‌های هوایی معمولی رنگی در فواصل زمانی کوتاه

ج) استفاده از عکس‌های هوایی معمولی رنگی و سیاه و سفید در فواصل زمانی کوتاه و مقیاس‌های مختلف

د) استفاده از عکس‌های هوایی مادون قرمز رنگی و سیاه و سفید در فواصل زمانی کوتاه و مقیاس‌های مختلف

۶. مهمترین موارد کاربرد عکس‌های هوایی در بررسی منابع آب را بیان کنید.

فصل چهارم

کاربرد عکس‌های هوایی در شناسایی عوارض انسانی

مقدمه

آنچه که امروزه در علم جغرافیا مطرح است توجه به جنبه‌ی کاربردی آن است. افزایش سریع جمعیت و محدویت منابع غذایی و معدنی، چنان مشکلاتی را برای انسان به‌وجود آورده است که امر برنامه‌ریزی به عنوان یک ضرورت برای همه‌ی کشورها تلقی می‌شود. تخلیه‌ی روستاها، گسترش شهرها و گرایش به زندگی شهر نشینی با توجه به مسائل خاص خود به ویژه در کشورهای جهان سوم از چنان پیچیدگی‌هایی برخوردار است که بی‌توجهی به آن بر مشکلات اقتصادی، اجتماعی آنان خواهد افزود از این جهت برای دستیابی به یک روند توسعه متعادل، مطالعات و پژوهش‌های جغرافیایی می‌تواند راه‌گشا باشد. در این مطالعات حتی‌الامکان باید از ابزار موجود و مطمئن بهره گرفت. نقشه‌ها و عکس‌های هوایی از جمله ابزار قدرتمندی هستند که جغرافیدانان را در انجام تحقیقاتشان یاری می‌دهند و کاربرد عکس‌های هوایی در شناسایی وضع موجود مناطق جغرافیایی و چشم اندازهای ساخته‌ی دست انسان و بهره‌گیری از امکانات لازم بر کسی پوشیده نیست. مهمترین مراکز تجمع انسانی شهرها هستند. شهر جایی است که مرکز کلیه‌ی فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی است و اغلب ساکنین آن از طریق اشتغال در فعالیت‌های صنعتی و یا خدماتی امرار معاش می‌کنند، گر چه قسمت عمده شهرها را مناطق مسکونی تشکیل می‌دهند، بخش‌های دیگر چون خدمات و فضای سبز نیز در آن دیده می‌شود. مناطق داخل شهر

را از نظر نقش آنها به بخش‌های مسکونی، صنعتی، خدماتی، فضای سبز و نظایر آن تقسیم می‌کنند. مراکز خدماتی شهر عمدتاً عبارت‌اند از: مراکز آموزشی، بیمارستان‌ها، مساجد، هتل‌ها، پارک‌ها، مراکز خرید، شبکه‌های ارتباطی و خیابان‌ها و میدان‌های ورزشی. بخش صنایع نیز مقداری از فضاهای شهری را اشغال می‌کنند و به سه دسته استخراجی، تبدیلی وتولیدی تقسیم می‌شوند. تمامی این پدیده‌های شهری و به عبارتی پدیده‌های مربوط به انسان با استفاده از معیارهای مخصوص خود در روی عکس‌های هوایی شناسایی می‌شوند و اطلاعات بسیار زیادی درباره‌ی موقعیت و اندازه‌ی هر کدام از پدیده‌های شهری استخراج می‌گردد که به امر برنامه‌ریزی شهری کمک شایانی می‌نماید. کاربرد دیگر عکس‌های هوایی در امور شهری مربوط به آمد و شد شهری و تشخیص و تعیین شبکه‌های ارتباطی متراکم و پر ترافیک است که دست‌اندرکاران امور راهنمایی و رانندگی را در انجام وظایف‌شان یاری می‌دهد. در باستان‌شناسی و جامعه‌شناسی نیز می‌توان از عکس‌های هوایی کمک گرفت در باستان‌شناسی هدف اساسی مطالعه‌ی عکس‌های هوایی، بررسی و شناسایی آثار ساختمانی زیر زمین است. این بررسی به‌طور غیر مستقیم صورت می‌گیرد. بدین گونه که ساختمان‌های مدفون شده در زیر خاک تغییری قابل توجه در پوشش گیاهی چه از نظر نوع و چه رشد آنها به وجود می‌آورد و باستان‌شناسان با تمرین و مطالعه و تفسیر عکس‌ها قادر به شناسایی چنین عوارضی خواهند بود. در جامعه‌شناسی و جمعیت‌شناسی نیز عکس‌ها کمک مؤثری در بررسی تراکم و پراکندگی جمعیت و ساختمان‌های مسکونی می‌نمایند و بدین ترتیب در برنامه‌ریزی مسائل جمعیتی و جامعه‌شناسی استعانت از عکس‌های هوایی به پیشبرد کار خواهد افزود.

۴-۱. کاربرد عکس‌های هوایی در مطالعات شهری

رشد بی‌رویه‌ی جمعیت و مهاجرت و جابجایی روستاییان به شهر، باعث رشد سریع زندگی شهری شده است. لذا اغلب شهرهایی که با مطالعه‌ی قبلی طرح‌ریزی نشده‌اند پاسخ‌گوی نیازهای کنونی جمعیت نمی‌باشند. از این گذشته رشد بی‌رویه‌ی مجتمع‌های شهری مشکلات زیادی را به وجود آورده است. از این رو لزوم برنامه‌ریزی‌های شهری امری اجتناب‌ناپذیر است. برای تهیه‌ی طرح‌های جامع شهری و مطالعه‌ی شهر باید

ازکلیه‌ی اسناد و مدارک و نقشه‌ها بخصوص عکس‌های هوایی استفاده کرد. زیرا عکس‌های هوایی تصویر کاملی از تمام پدیده‌های ظاهری شهر را نشان می‌دهد. از ویژگی‌های عکس هوایی (البته در مقیاس بزرگ) آن است که بافت شهر را با استفاده از آن می‌توان مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. همچنین با مطالعه‌ی عکس‌های هوایی قدیمی‌تر می‌توان نحوه گسترش و تحویل تدریجی شهر را مورد بررسی قرار داد و یا به عبارت دیگر از گذشته‌ی شهرها اطلاعات دقیقی به دست آورد. برای مثال هسته‌ی اصلی و اولیه‌ی شهر، توسعه‌ی شهر و راه‌های قدیمی را می‌توان از روی عکس‌های هوایی مشخص کرد. هسته‌ی اولیه شهر را از روی عدم تجانس ساختمان‌ها و بافت قسمت‌های مختلف آن می‌توان شناخت و مراحل مختلف توسعه‌ی شهر را می‌توان با توجه به سبک ساختمان‌ها مشاهده کرد. با مطالعه‌ی عکس‌های هوایی می‌توان عوامل جاذبه‌ای را در توسعه‌ی شهر از جمله نقش رودخانه‌ها و وضع آب‌های جاری و همچنین جنس خاک و تشکیلات زمین‌شناسی و ناهمواری‌های طبیعی، مورد بررسی قرار داد. سپس با بررسی روابط محیط طبیعی و مسکونی می‌توان نحوه‌ی تکامل شهر را که به طرق مختلف (مانند گسترش خطی در اطراف جاده‌ها، گسترش پراکنده و گسترش یکنواخت) انجام می‌گیرد، مورد بررسی قرار داد.

با مقایسه‌ی عکس‌های هوایی که در زمان‌های مختلف گرفته شده است می‌توان نتیجه گرفت که چگونه و طی چه مراحلی ازدیاد جمعیت موجب گسترش بی‌رویه شهر آن خواهد شد.

با مطالعه عکس‌های هوایی می‌توان مناطق شهری را از یکدیگر تفکیک کرد، مثلاً حدود مناطق مسکونی را می‌توان دقیقاً ترسیم و مشخصات آنها را مانند مجتمع‌های مسکونی و منازل انفرادی تعیین کرد. همچنین فضاهای سبز و فضاهای خالی از ساختمان‌ها را نیز می‌توان از یکدیگر تشخیص داد و محدوده‌ی آنها را از سایر مناطق جدا کرد و پس از محاسبه‌ی سطح این زمین‌ها میزان درصد آن را به‌دست آورد.

عکس‌های هوایی اطلاعات مفیدی از عمر ساختمان‌ها را در اختیار ما قرار می‌دهد. برای این منظور باید به سبک ساختمان‌ها و وضعیت پراکندگی آنها و در صورت تشخیص، به نوع مصالح ساختمانی و به نوع جنس بام ساختمان‌ها توجه داشت. اطلاعات دیگری نظیر تراکم ساختمان‌ها، ارتفاع و حجم و سطح زیربنا در دید

استریوسکوپی قابل تشخیص است. گاهی تعداد طبقات بناها را در تصاویر حاشیه‌ی عکس‌ها می‌توان مشاهده نمود.

به‌طور کلی برای تشخیص ساختمان‌ها و تأسیسات مختلف می‌توان از شاخص‌های مستقیم مانند شکل و شاخص‌های غیر مستقیم مانند رابطه‌ی بناها و تأسیسات، ابعاد و تناسب ساختمان‌ها و طرز قرار گرفتن قسمت‌های مختلف ساختمان‌ها نسبت به یکدیگر استفاده کرد. مثلاً کلیساها دارای نقشه‌ای به شکل صلیب می‌باشند و بیمارستان‌ها دارای ساختمان‌های بزرگ و پراکنده در یک پارک بسته و بازارهای سرپوشیده دارای گنبدهای متعدد ردیفی هستند (شاخص مستقیم) و تأسیسات صنعتی و کارخانه‌ها دارای توقفگاه وسایط نقلیه، منبع آب و حوض و مخازن مختلف و ساختمان اداری و آزمایشگاه و کارگاه می‌باشند (شاخص غیر مستقیم). اهمیت تعداد کارکنان و کارگران از روی اندازه‌ی سطح زیر بنای کارگاه‌ها و پارکینگ‌ها تا حدودی مشخص می‌شود.

یکی دیگر از موارد استفاده‌ی عکس‌های هوایی در مطالعات شهری تهیه‌ی عکس از نقاط گرم سطح زمین با استفاده از امواج مادون قرمز است. این عمل را ترموگرافی [1] می‌نامند. برای تهیه‌ی این عکس‌ها باید از طول موج‌های مناسب (۳ تا ۶ میکرون) و ارتفاع پرواز ۲۰۰ تا ۳۵۰ متر استفاده کرد. این‌گونه عکس‌ها نقاط گرم را با رنگ روشن و نقاط سرد را با رنگ تیره نشان می‌دهند، این نوع عکس‌برداری به‌خصوص برای مطالعات شهری بهتر است در شب انجام گیرد. ساختمان‌های مسکونی بخصوص در فصول سرد که حرارت منتشر می‌کنند در روی عکس روشن و خانه‌های غیرمسکونی به علت سردتر بودن تیره رنگ هستند. بدین وسیله می‌توان خانه‌های مسکونی را از خانه‌های خالی تشخیص داد. به‌کار بردن این روش توام با کنترل زمینی در شهرهای ایران بویژه در شرایطی که به علت مشکل مسکن تهیه لیستی از منازل خالی مورد توجه دستگاه‌های اجرایی است، توصیه می‌شود. چون این عکس‌ها از ارتفاع کم گرفته می‌شود حتی اتومبیل‌های در حال کار کردن را مشخص می‌سازد. ساعت و فصل عکس‌برداری در این گونه عکس‌برداری بیشتر از عکس‌های هوایی معمولی اهمیت

1. Thermography

دارد.

مثال دیگری از کاربرد عکس‌های هوایی در مطالعات شهری تعیین مسیر خیابان‌ها و راه‌ها و نیز مطالعه‌ی وضع ترافیک است. در مورد مطالعه‌ی ترافیک هیچ وسیله‌ای جای عکس‌های هوایی را نمی‌گیرد. چنانچه به‌وسیله‌ی هواپیمای سبک عکس‌های هوایی پی در پی از ارتفاع کم تهیه کنیم با مطالعه‌ی عکس‌ها می‌توان اطلاعات زیر را به‌دست آوریم.

۱. تعداد اتومبیل‌های در حال حرکت

۲. تعداد اتومبیل‌های در حال توقف (بررسی این نوع اتومبیل‌ها می‌تواند مثلاً برای ایجاد توقفگاه و حتی تعیین وسعت توقفگاه مفید باشد).

۳. نوع ترافیک

الف) نسبت اتومبیل‌های سواری، کامیون و وسایط نقلیه‌ی عمومی

ب) محاسبه‌ی ظرفیت خیابان‌ها از نظر رفت و آمد وسایط نقلیه

ج) مشخص کردن نقاط حساس رفت و آمد، تنگناها ـ پل‌ها ـ چهارراه‌ها و نقاطی که در آنها راه‌بندان ایجاد می‌شود. به‌طور کلی با شناخت این مسائل می‌توان به نحوی اصولی نسبت به انتخاب راه حل‌های منطقی جدید و ایجاد مسیرهای یک‌طرفه، پهن کردن خیابان‌ها، ایجاد پارکینگ‌های جدید و ایجاد پل‌های هوایی و غیره اقدام نمود. با شناخت مناطق شهری و وضعیت ترافیک و خیابان‌ها می‌توان زمان متوسط لازم را برای رسیدن به محل کار و مراکز مهم شهری محاسبه و خطوط هم مدت یا ایزوکرون[1] را که یکی از مطالعات جدید در جغرافیای شهری است بر روی نقشه ترسیم کرد.

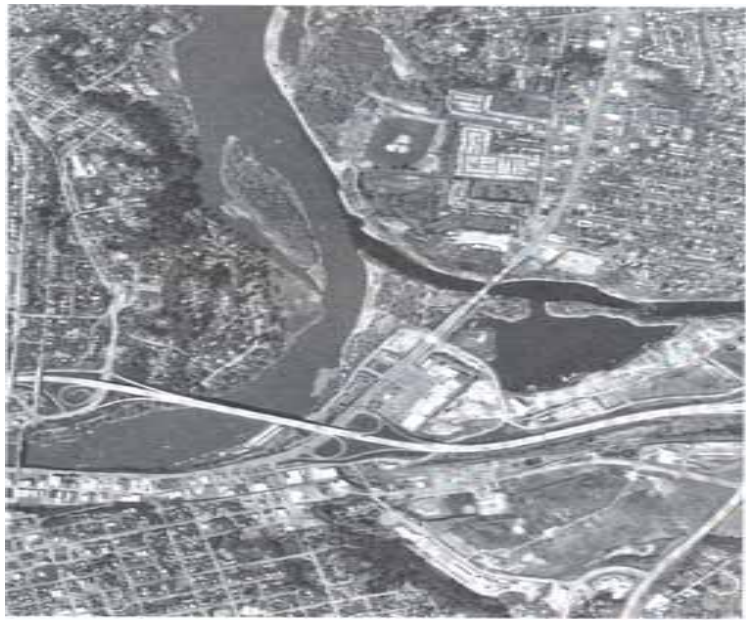
بنابراین با مطالعه و تجزیه و تحلیل همه جانبه‌ی وضع شهر می‌توان حالت توازن، نحوه‌ی گسترش و یا کاهش وسعت شهر را مشخص کرد. در عکس‌های هوایی نشانه‌های فعالیت و علایم گسترش شهر کاملاً مشخص است و متخصصان عمران شهری باید بر اساس یک خط مشی کلی، رشد شهر و کیفیت گسترش آن را مد نظر قرار دهند و به زیبایی و هماهنگی کلی شهر توجه خاصی مبذول دارند و از گسترش

1. Isochron

بی‌رویه‌ی آن ممانعت به عمل آورند. ضمناً با مراجعه به عکس‌های هوایی می‌توان محل‌های مناسب برای احداث پارک‌ها و مهمان‌خانه‌ها، پلاژها، نقاط جنگلی و میدان‌های بازی را تعیین کرد.

با مطالعه‌ی بنادر از روی عکس‌های هوایی می‌توان با توجه به تأسیسات و وسایل متعدد از قبیل اسکله، باراندازها و انبارهای کالا و جراثقال‌ها و مراکز نیروی برق و تجهیزات دفاعی و غیره، بزرگی و کوچکی آنها را تشخیص داد، همچنین از روی تعداد کشتی‌ها و نوع آنها، حجم کالاهای صادراتی و یا وارداتی را می‌توان محاسبه کرد.

شکل‌های ۴-۱ و ۴-۲، عکس هوایی از منطقه‌ی شهری است که می‌توان موارد فوق را از روی آن‌ها شناسایی کرد.



شکل ۴-۱: در عکس هوایی منطقه شهری فوق رودخانه‌ای که از میان شهر می‌گذرد، پل‌ها، بزرگراه‌ها، فضاهای سبز عمومی و خصوصی، مناطق مسکونی و تجاری قابل شناسایی هستند.

شکل ۴-۲: در عکس هوایی منطقه شهری فوق عوارض شهری، منازل، آپارتمان‌ها، فضای سبز، خیابان‌ها به خوبی قابل تشخیص هستند.

۴-۱-۱. ساختار شهر

شهر به جایی اطلاق می‌شود که اغلب ساکنان آن را طریق فعالیت‌های صنعتی و یا خدمات امرار معاش می‌کنند. در صورتی که شغل اکثر روستانشینان کشاورزی می‌باشد. بدیهی است که معمولاً سرزمین‌های اطراف شهر زیر کشت محصولات کشاورزی می‌باشد و قسمتی از نیازهای غذایی مردم شهر را تأمین می‌کند. مرز بین شهر و زمین‌های اطراف چندان دقیق نیست. در قسمت حاشیه، شهر به تدریج به منطقه کشاورزی تبدیل می‌شود. در منطقه مرز، به جایی شهر گفته می‌شود که بیش از ۵۰ درصد مساحت آن زیر فعالیت‌ها و یا خانه‌های شهری قرار گرفته باشد.

دو نوع تقسیم‌بندی از بخش‌های مختلف شهر می‌توان ارائه داد که شامل ساختار شهر و آرایش مکانی شهر می‌باشد. بخش‌های عمده‌ای که ساختار شهر را تشکیل می‌دهند عبارتند از: منطقه مسکونی، منطقه تجارتی، بخش صنعتی، بخش خدماتی، فضای سبز، و شبکه ارتباطی. از نظر آرایش مکانی، بخش‌های زیر در داخل شهرهای ایران یافت می‌شود: بخش مرکزی شهر، منطقه قدیمی شهر، منطقه جدید شهر، و شهرک‌های حومه. این بخش‌ها به‌صورت دوایری متحدالمرکز هستند که در بیرون همدیگر قرار دارند.

تقسیم‌بندی اول نقش شهر را مشخص می‌کند. در صورتی که در تقسیم‌بندی دوم وضعیت تاریخی و رشد شهر ارزیابی می‌گردد. البته هیچ‌کدام از این مدل‌ها در همه شهرهای ایران صدق نمی‌کند؛ بلکه این‌ها مدل‌هایی کلی و عام هستند. برای مثال در شهرهای فعلی ایران، کمتر شهری پیدا می‌شود که توسعه آن در همه جهات و به یک اندازه صورت گرفته باشد. در نتیجه مشاهده دوایر متحدالمرکز بسیار مشخص چندان آسان نیست. امکانات توسعه در بعضی قسمت‌های شهر بیشتر از نواحی دیگر وجود دارد و سبب می‌شود که شهر در آن جهت و به‌صورت زبانه‌ای رشد پیدا کند. در هر قسمتی از شهر ممکن است انواع فعالیت‌های تجارتی و یا صنعتی و خدماتی وجود داشته باشد ولی در مجموع و در چهارچوب کلی در شهر، فعالیت‌های شهری تمرکز مکانی پیدا می‌کنند و هر کدام در قسمتی از شهر شکل غالب را پیدا می‌کند. به‌طوری‌که می‌توانیم در اکثر شهرهای ایران بخش‌هایی چون بخش مسکونی، تجارتی، و غیره را مشخص نماییم.

۴-۱-۲. منطقه مسکونی

منطقه مسکونی به آن قسمت از شهر گفته می‌شود که قسمت عمده مساحت آن (حداقل ۵۰ درصد) به واحدهای مسکونی ساکنان شهر اختصاص داده شده است. در واقع قسمت اعظم شهرها را بخش مسکونی تشکیل می‌دهد. در داخل منطقه مسکونی، خیابان‌ها و مراکز خدماتی فضاهای سبز و خطوط ارتباطی نیز دیده می‌شود. البته ممکن است واحدهای صنعتی تجارتی کوچک در داخل منطقه مسکونی پراکنده شوند ولی واحدهای بزرگ معمولاً مساحت نسبتاً وسیعی را در داخل و یا بیرون منطقه مسکونی به خود اختصاص می‌دهند. در عکس‌های هوایی با مقیاس کوچک، تشخیص واحدهای خدماتی و فضای سبز پراکنده در داخل منطقه مسکونی دشوار است. در هر صورت نامگذاری یک منطقه به عنوان منطقه مسکونی یا تجارتی و ....، بستگی به مقیاس عکس هوایی و اندازه کوچک‌ترین واحد شناسایی دارد. هر قدر اندازه کوچک‌ترین واحدشناسایی کوچک‌تر باشد، دقت نامگذاری و شناسایی بیشتر است. اندازه کوچک‌ترین واحدشناسایی به مقیاس عکس بستگی دارد. در عکس‌های کوچک مقیاس، اندازه کوچک‌ترین واحد شناسایی بیشتر است و دقت را کمتر می‌کند. در این عکس‌ها تفکیک و محاسبه مساحت کوچه‌ها و خیابان‌های کوچک عملی نیست و چه بسا که فقط به‌صورت خط باریکی دیده شوند.

در صورتی که در مقیاس‌های بزرگ، عرض و طول و مساحت آنها قابل محاسبه است. بنابراین ممکن است منطقه‌ای وسیع در عکس هوایی با مقیاس کوچک به صورت منطقه‌ای مسکونی دیده شود ولی در عکس هوایی با مقیاس بزرگ به چندین بخش مسکونی، تجارتی، و خدماتی و... تجزیه شود.

واحدهای مسکونی شهری در انواع مختلف ساخته شده‌اند. اغلب خانه‌ها در شهرهای ایران به‌صورت خانه‌های تک خانواری هستند که به‌وسیله دیواری از خانه‌های مجاور، خیابان یا کوچه جدا می‌گردند. تقریباً نصف مساحت خانه به زیر ساختمان رفته است و نصف دیگرش را حیاط خانه تشکیل می‌دهد. دیوار، عمده‌ترین ویژگی خانه‌های مسکونی ایران است. وسعت و عظمت خانه‌ها نشان دهنده وضع اقتصادی مالک آن است. افراد ثروتمند خانه‌های بزرگ و مجلل دارند. در صورتی که ساکنان خانه‌های کوچک و محقر را طبق کم در آمد شهری تشکیل می‌دهند. شرایط طبیعی نیز بر وسعت خانه‌های مسکونی تأثیر دارد. مثلاً خانه‌ها در مناطق سرد کوچک‌تر از خانه‌های مناطق گرم است. مساحت خانه افراد کم‌درآمد یزد به اندازه مساحت خانه طبقه‌ی ثروتمند تهران می‌رسد. در مجموع، اندازه خانه از شهری به شهر دیگر فرق می‌کند ولی در همه‌ی شهرها خانه طبقه پردرآمد بزرگ‌تر و مجلل‌تر از خانه طبقه کم درآمد است. در اکثر شهرهای ایران خانه‌های تک خانواری اغلب یک طبقه است و به‌ندرت دیده می‌شود که در یک خانه‌ی یک طبقه، دو خانوار در جوار هم زندگی کنند. تعداد کمی از خانه‌های تک‌خانواری به‌صورت دو طبقه دیده می‌شود که اغلب طبقه بالا به عنوان قسمت پذیرایی استفاده می‌شود.

اغلب خانه‌های دو طبقه یا چند طبقه مورد استفاده چندین خانوار قرار می‌گیرد. در این واحدها هر طبقه محل سکونت یک خانوار می‌باشد. این نوع خانه‌های دو طبقه جزو بافت قدیمی شهرهای ایران محسوب می‌شود و حتی در روستاها هم به وفور یافت می‌شود. در سال‌های اخیر در اکثر شهرها، به ویژه در شهرهایی که توسعه امکانات شهری چندان آسان نیست، ساختمان‌های بزرگ و چندین طبقه ساخته می‌شود. در این ساختمان‌ها هر طبقه به چندین واحد مسکونی تقسیم می‌شود. این گونه ساختمان‌های چندین طبقه از نشانه‌های معماری جدید است و در شهرهای پرجمعیتی چون تهران، اصفهان و تبریز و... متداول است و در شهرهای کوچک کمتر یافت

می‌شوند. بهترین نشانه تعیین طبقات ساختمان‌ها از روی عکس‌های هوایی بخصوص اگر کمی مایل باشند، ردیف‌های پنجره‌ها است. هر طبقه حتماً یک ردیف پنجره دارد که از روی شمارش ردیف‌های پنجره‌ها، تعداد طبقات معلوم می‌گردد. تعیین تعداد خانوارهای ساکن در هر طبقه از روی عکس‌های هوایی چندان آسان نیست. مساحت واحد مسکونی تنها معیار متناسب برای این منظور است در این گونه ساختمان‌ها، مساحت هر واحد مسکونی از ۸۰ تا ۱۵۰ مترمربع فرق می‌کند و به‌طور متوسط حدود ۱۲۵ مترمربع می‌گردد. بنابراین از تقسیم مساحت پشت‌بام ساختمان محاسبه شده با توجه به مقیاس عکس هوایی، بر عدد ۱۲۵ تعداد واحدهای هر طبقه معلوم می‌گردد. قسمتی از مساحت دانشگاه‌ها و پادگان‌های نظامی هم به سکونت دانشجویان و سربازان اختصاص دارد ولی چون در مجموع، کمتر از ۵۰ درصد مساحت کل مجموعه مربوط است جزو مناطق مسکونی به حساب نمی‌آید.

با توجه به بحث بالا، خانه‌ها را بر اساس تعداد خانوارها به دو گروه تک خانواری و چند خانواری تقسیم می‌کنند. از نظر کیفیت خانه نیز، به خانه‌های گران‌قیمت و ارزان‌قیمت تقسیم می‌شوند خانه‌های گران‌قیمت مساحت نسبی بیشتری دارند و از مصالح مرغوب ساخته شده‌اند. حیاط وسیع و باغچه خوب دارند. در اغلب خانه‌های ارزان‌قیمت، مساحت کل خانه کوچک است و از این مساحت کوچک هم نسبت کمتری به حیاط اختصاص یافته است. نمای بیرونی خانه‌ها بسیار ساده و از مصالح نسبتاً ارزان ساخته شده است. پوشش گیاهی داخل خانه‌ها و خیابان‌های منطقه کمتر است. به طور مثال در بخش مرکزی شهر تهران در شمال پارک شهر، خانه‌ها نسبتاً وسیع هستند، خیابان‌های داخل منطقه بزرگ و مشجر و منظم هستند. اما در شرق پارک شهر خانه‌ها کوچک، کوچه و خیابان‌ها باریک و فاقد نظم و درخت هستند. وجود فضاهای سبز فراوان هم ویژگی دیگر منطقه اعیان‌نشین شمال پارک شهر است. که در آن جا اکثر خانه‌ها یک یا دو طبقه و همه دارای حیاط هستند و تعداد طبقات آنها در روی عکس‌های هوایی از روی ردیف پنجره‌ها کاملا مشخص است. خانه‌ها یا به عبارت دیگر واحدهای مسکونی چند طبقه اغلب به‌صورت مجتمع‌های مسکونی دیده می‌شوند که فاقد حیاط هستند. در اطراف هر واحد چند طبقه یک منطقه پارکینگ و احتمالاً یک زمین بازی کودکان دیده می‌شوند.

منطقه مسکونی شهری ایران از نظر موقعیت مکانی و قدمت ساختمان‌ها، به بخش‌های جداگانه‌ای تقسیم می‌شود. بخش قدیمی شهر که در اغلب شهرهای ایران در قسمت مرکزی شهر واقع است، از خانه‌های قدیمی با دیوارها و پشت‌بام گلی تشکیل می‌شود. در بخش قدیمی شهر خانه‌ها قدیمی و رنگ زمینه آنها نسبتاً تیره بوده و اغلب خانه‌ها یک طبقه و دارای پنجره‌های کمتری هستند. کوچه‌ها باریک و غیرمستقیم بوده و اغلب خیابان‌های بزرگ به مرکز شهر ختم می‌شوند که آرایش شعاعی دارند. کوچه‌ها و خیابان‌های کوچک‌تر با زاویه کمتر از ۹۰ درجه به خیابان‌های بزرگ‌تر وصل می‌شوند. پوشش گیاهی کل منطقه نسبتاً کم می‌باشد و فقط در بعضی خانه‌ها تک درخت‌هایی مانند درخت توت و یا چنار مشاهده می‌شود. در میدان مرکزی شهر اغلب حمام، مسجد و درختی بزرگ در آن دیده می‌شود. در مجموع، علائم مشخص منطقه قدیمی شهر، وجود خانه‌های کوچک گلی، کوچه‌های تنگ و خیابان‌های شعاعی، یک میدان مرکزی، و پوشش گیاهی کمتر می‌باشد. دیگر ویژگی مهّم منطقه قدیمی شهرهای ایران وجود بازار سرپوشیده است که در بخش تجارت بررسی خواهد شد.

قسمت جدید شهر معمولاً در بیرون منطقه قدیمی به‌صورت کمربندی دورتادور آن مشاهده می‌شود. در این منطقه خیابان‌ها وسیع، منظم، و دارای پوشش گیاهی می‌باشند.

مصالح ساختمانی از موادی به غیر از گل می‌باشد و اغلب خانه‌ها از آجر و یا سنگ درست شده‌اند. پشت‌بام خانه‌ها به وسیله موزائیک، آسفالت، و یا شیروانی پوشیده شده است. خانه‌ها از یک طبقه تا سه یا چهار طبقه دیده می‌شوند. کنار بیشتر خیابان‌ها به مغازه‌ها و واحدهای صنعتی کوچک اختصاص یافته است. فضاهای سبز فراوان یافت می‌شود. فضاهای پارکینگ خودرو یا در کنار خیابان‌ها یا در فضاهای بخصوص مشاهده می‌شود. ساختمان‌های نسبتاً بزرگ که اغلب بیمارستان یا مرکز آموزشی می‌باشند در داخل این منطقه پراکنده شده است. حاشیه بیرونی منطقه مسکونی جدید که معمولاً در حال توسعه می‌باشد دارای زمین‌های خالی و ساختمان‌های در دست احداث می‌باشد و مواد زاید فراوان پراکنده شده در داخل مزارع بیرون شهر دیده می‌شود.

توسعه اغلب شهرهای ایران در دو شکل کاملاً متمایز و در دو جهت متفاوت انجام می‌گیرد. در یک طرف شهر، خانه‌های گران‌قیمت با خیابان‌های وسیع، مشجر و منظم توسعه می‌یابد. این جا تمام خانه‌ها با مصالح خوب ساخته می‌شوند و توسعه

شهر طبق برنامه تنظیم شده قبلی و براساس اصول معماری و شهرسازی جدید انجام می‌گیرد. اغلب امکانات شهری از قبیل سیم‌های انتقال نیرو و لوله‌های آب به مراکز آموزشی و اداری تأمین شده است. توسعه و پیشروی خانه‌ها به‌صورت منظم و تدریجی انجام می‌گیرد. در طرف مقابل، خانه‌های ارزان‌قیمت توسعه می‌یابند. در این جا توسعه طبق برنامه قبلی انجام نمی‌گیرد. خانه‌ها و خیابان‌ها براساس اصول معماری و مهندسی ساخته نمی‌شود و به اصطلاح، افراد متناسب با توان اقتصادی خود سعی می‌کنند که یک سرپناهی برای خود بسازند. خیابان‌ها منظم و حساب شده نیستند و اغلب کج و معوج و نامنظم می‌باشند. چون فرآیند توسعه براساس برنامه قبلی انجام نمی‌گیرد، امکانات شهری از قبیل آب و برق و مراکز آموزشی و بیمارستانی کمتر و نامرتب می‌باشد. توسعه بسیار پراکنده می‌باشد و زمین‌های خالی و مزارع وسیعی بین خانه‌ها دیده می‌شود. مصالح ساختمانی خانه‌ها اغلب از مواد ارزان قیمت مانند خشت و تیرچه بلوک می‌باشد. ویژگی عمده و علایم شناسایی این منطقه در عکس‌های هوایی وجود خانه‌های کوچک و ساده و پراکنده خیابان‌های نامنظم، وسایل نقلیه ارزان قیمتی چون موتور، دوچرخه و وانت و زمین‌های خالی وسیع بین خانه‌ها می‌باشد.

در سال‌های اخیر توسعه شهرهای ایران به‌صورت شهرک‌های اقماری صورت می‌گیرد یعنی در حومه شهر بعضی نقاط به علت امتیازات خاص خود به‌عنوان یک مرکز مسکونی جدید منظور می‌گردد و به تدریج و طبق برنامه تنظیم شده توسعه می‌یابند. اغلب این شهرک‌ها به‌صورت واحدهای جداگانه و دایره‌ای شکلی هستند که به وسیله یک راه ارتباطی به قسمت اصلی شهر مربوط می‌گردند. ساکنان این شهرک‌ها در مراکز اداری و صنعتی داخل شهر اصلی و در مراکز صنعتی مجاور کار می‌کنند. این شهرک‌ها در واقع خوابگاه شبانه کارکنان و کارمندان و کارگران شهر می‌باشند. علایم شناسایی این شهرک‌ها بر روی عکس‌های هوایی، وجود راه ارتباطی با شهر، خیابان‌های منظم و مشجر و خانه‌های جدید ساخت با قیمت‌های متوسط و گران و یکنواخت می‌باشد.

۴-۱-۳. منطقه تجاری

منطقه تجاری مراکز خرید و فروش شهر را تشکیل می‌دهد. مراکز تجاری شهرهای قدیمی ایران به‌صورت بازارهای سرپوشیده است که در مرکز قسمت قدیمی شهر مشاهده می‌شود

بازار مرکزی تهران و تبریز، نمونه بسیار جالبی هستند. معیار شناسایی این بازارها در عکس‌های هوایی وجود گنبدهای کوچکی است که در منطقه‌ای وسیع در خطوط منظم مشاهده می‌شوند بازار مرکزی، محل اصلی دادوستدهای عمده شهر می‌باشد. امروزه علت مشکلات ترافیک و ارزش بالای زمین در مرکز شهر وجود بازار مرکزی است. انبار فروشگاه‌های بازار مرکزی در حومه شهر قرار دارد و در این جا فقط عمل دادوستد انجام می گیرد و کالا در جای دیگر ردوبدل می‌شود. توسعه شهر و مشکلات فزاینده ترافیک شهری سبب شده است که امروزه مراکز تجاری در نقاط دیگر شهر هم پراکنده گردد. این مراکز تجاری یا به‌صورت مغازه‌های کنار خیابان و یا به‌صورت مجتمع‌های تجاری به اسم «پاساژ» دیده می‌شوند. پاساژ شکل جدید بازار است که با معماری و سبک جدید ساخته می‌شود. اغلب پاساژها چندین طبقه می‌باشند و پشت‌بام آنها از موزائیک و آسفالت پوشیده می‌شود و در وسط بام به جای گنبدهای کوچک بازار قدیمی، پنجره‌های شیشه‌ای بزرگ گذاشته شده است. پاساژها نقش مراکز خرده فروشی دارند و دادوستدهای کلی هم‌چنان در بازار مرکزی انجام می‌گیرد. ارتفاع ساختمان و وجود پنجره‌های شیشه‌ای پشت‌بام از علائم مشخصه شناسایی پاساژها بر روی عکس‌های هوایی است. در کشورهای غربی، مراکز خرید و فروش به‌صورت ساختمان‌های بزرگی هستند که در حومه شهر واقع شده‌اند و دارای فضای وسیع پارکینگ خودرو می‌باشند.

شناسایی مراکز تجاری کنار خیابان‌های فرعی چندان آسان نیست. تنها معیار شناخت آنها وجود وسایل جلو آنها و یا وجود یک ردیف طولانی بام‌ها در امتداد و کنار خیابان می‌باشد. بدین جهت است که شناسایی و محاسبه مساحت این گونه مراکز بر روی عکس‌های هوایی نسبتاً دشوار است.

۴-۱-۴. مراکز خدماتی

مراکز خدماتی شهر شامل ادارات، مدارس، دانشگاه‌ها، بیمارستان‌ها، درمانگاه‌ها، مساجد، مهمان‌خانه‌ها، و مراکز تفریحی می‌باشد که به‌صورت واحدهای پراکنده در داخل منطقه مسکونی دیده می‌شوند. معیار شناسایی آنها اغلب اندازه بزرگ و آرایش ساختمان‌ها و وجود حیاط بزرگ می‌باشد. مساجد و امامزاده‌ها توسط گنبد و مناره بلند آنها شناخته می‌شود. اغلب مدارس دارای میدان‌بازی و امکانات بازی مانند دروازه‌های

میدان فوتبال و خط‌کشی‌های میدان والیبال و یک میله بلند پرچم می‌باشند. بیمارستان‌ها با حیاط وسیع و گل‌کاری شده و ساختمان چندین طبقه شناخته می‌شوند. شناسایی ادارات بر روی عکس‌های هوایی مشکل‌تر از واحدهای خدماتی دیگر است. تنها معیار مناسب برای شناسایی آنها تجربه مفسر و اندازه نسبتاً بزرگ آنها در مقایسه با خانه‌های مجاور است. بعضی از مراکز خدماتی شهری مانند دانشگاه‌ها، منطقه بسیار وسیعی را به خود اختصاص داده‌اند. معیار شناخت دانشگاه‌ها، وجود ساختمان‌های بزرگ و چندین طبقه همراه با فضای سبز وسیع بین آنها است. مراکز تفریحی عبارتند از میدان‌های ورزشی، استخرهای شنا، و باشگاه‌های تفریحات سالم. استخرهای شنای سرباز به آسانی شناخته می‌شوند. اغلب میدان‌های ورزشی دارای چمن فوتبال، تورهای والیبال، زمین‌های تنیس و سکوهای تماشاچیان و در مجموع فضای وسیع می‌باشند. شناسایی باشگاه‌ها و استخرهای شنای سرپوشیده در روی عکس‌های هوایی نسبتاً دشوار است.

۴-۱-۵. فضای سبز

فضای سبز شهری شامل پارک‌ها و میدان‌ها و مناطق درخت کاری شده‌ی کنار خیابان‌ها می‌باشد این مناطق به دلیل وجود درختان به آسانی قابل تشخیص هستند. در روی عکس‌های هوایی با مقیاس بزرگ می‌توان تعداد و نوع درختان را مشخص کرد. همان‌طور که بیش‌تر ذکر شد، در قسمت‌های قدیمی شهر فضای سبز کمتر است. اما در بخش‌های تازه ساخت علاوه بر پارک‌ها و کنار خیابان‌ها، وسط خیابان‌ها نیز درخت‌کاری شده است و به اصطلاح بلوارها را به‌وجود آورده‌اند. فضای سبز برای تبدیل هوای شهر و تصفیه آلودگی‌های آن لازم است. در شهرهایی که فضای سبز داخل تکافوی نیازهای حیاتی آن را نمی‌کند، دور شهر هم منطقه‌ای به نام کمربند سبز زیر کشت درختان رفته است. این کمربند سبز در اطراف شهر تهران به خوبی مشهود است و به جنگل‌های مصنوعی معروف شده است.

۴-۱-۶. شبکه ارتباطی شهر

میدان‌ها، خیابان‌ها و کوچه‌ها شبکه ارتباطی شهر را تشکیل می‌دهند. خیابان‌ها معمولاً به تناسب بزرگی و عرض آنها به خیابان‌های یک طرفه و دوطرفه تقسیم می‌شوند. بعضی

خیابان‌های دو طرفه عریض به وسیله دیوار سیمانی و یا نوار سبز کاشته شده به دو مسیر تقسیم می‌شوند. این گونه خیابان‌ها را بلوار گویند. خیابان‌های کوچک از خیابان‌های بزرگتر منشعب می‌شوند و کوچه‌ها کوچک‌ترین واحد ارتباطی هستند که در داخل منطقه مسکونی به جهات مختلف خزیده‌اند.

ایستگاه‌های قطار، فرودگاه‌ها، پایانه‌های اتوبوس‌های مسافربری و توقف‌گاه‌های کامیون‌ها نیز جزو فضای حمل و نقل و شبکه ارتباطی شهر به حساب می‌آیند. شناسایی این مراکز در روی عکس‌های هوایی آسان است. علامت ایستگاه قطار وجود تعداد زیادی خطوط آهن است که در دو طرف ایستگاه به تدریج به هم می‌رسند. در فرودگاه‌ها، برج کنترل و باندهای پرواز بهترین معیار شناسایی هستند. در ابتدای هر باند پرواز شماره باند بر اساس گرای مغناطیسی آن نوشته می‌شود. پایانه اتومبیل‌های مسافربری به‌وسیله وجود اتوبوس‌ها متعدد پارک شده و توقف‌گاه‌های کامیون‌ها نیز از روی کامیون‌های موجود در عکس شناخته می‌شود.

شکل ۴-۳ استریوگرامی از عکس هوایی بخشی از شهر تهران است. سعی کنید با استفاده از یک استریوسکوپ جیبی پدیده‌های شهری ذکر شده در مباحث فوق را در آنها بیابید.

شکل ۴-۳: استریوگرامی از پدیده‌های شهری- مناطق ساخته شده و در حال ساخت شهر تهران

۴-۲. کاربرد عکس‌های هوایی در مطالعات صنعتی

رشد شهرها به تناسب اشتغال ساکنان آنها به‌کارهای صنعتی صورت گرفته است. البته بعضی شهرها هم به سبب ایجاد مراکز خدماتی چون دانشگاه و یا مراکز مذهبی ایجاد شده‌اند در هر صورت شغل قسمت اعظم ساکنان شهرها، فعالیت‌های صنعتی می‌باشد. در بعضی شهرها مانند شهرهای معدنی، همه ساکنان شهر به‌کارهای صنعتی مشغول هستند. صنایع به سه دسته عمده تقسیم می‌شوند: صنایع استخراجی، صنایع تبدیلی و صنایع تولیدی.

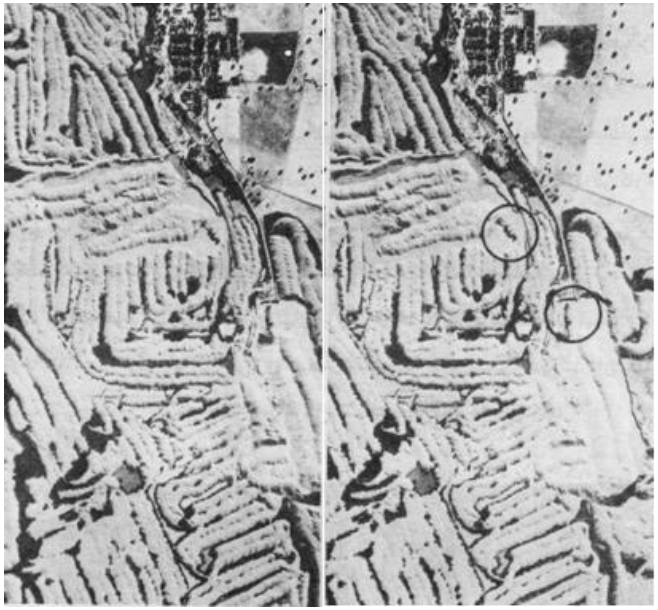
۴-۲-۱. صنایع استخراجی

در طی فعالیت‌های مرتبط با این صنایع موادی از منابع زمین استخراج می‌گردد مانند صنعت استخراج ذغال سنگ، نفت، استخراج سنگ معدن تمام کانیها، استخراج نمک از معدن و آب دریا، برداشتن ماسه و شن از معادن ماسه و غیره. ویژگی و نشانه‌های عمده صنایع استخراجی بر روی عکس‌های هوایی عبارتند از: تلهای بزرگ مواد زاید، تلهای بزرگ مواد معدنی استخراج شده، ماشین آلات حفاری، ماشین آلات و یا لوله و تسمه‌های انتقال مواد، فضای بسیار بزرگ، سطح زمین به هم خورده و ساختمان‌های نسبتاً ساده و موقتی. در معادن استخراج ذغال‌سنگ و نمک و فلزات دیگر که به سطح زمین نزدیک‌ترند، معمولاً مواد زاید از روی رگه‌های معدنی برداشته می‌شود و در مجاورت معدن انباشته می‌گردد. بر اثر استخراج مواد معدنی گودال و چاله بزرگی هم ایجاد می‌شود. بنابراین وجود تلهای بزرگ مواد زاید، گودال‌های بزرگ، ماشین‌های حفاری و حمل مواد، علائم خوبی برای شناسایی این معادن از روی عکس‌های هوایی هستند. در معادن استخراج نفت، چون ماده معدنی از زیر زمین استخراج می‌شود، مواد زاید روی زمین انباشته نمی‌شود. نشانه بارز این صنعت وجود برج‌های بلند استخراج نفت و ماشین آلات مجاور آن است. بعضی از سنگ‌های معدنی به علت درجه خلوص بسیار پایین، تا اندازه‌ای در محل معدن تصفیه می‌شوند و در نتیجه احتیاج به ساختمان‌های بزرگ دارند که سنگ معدنی در داخل آنها تصفیه و انبار شود. در معدن استخراج مس، علاوه بر ماشین‌های حفاری و تلهای مواد زاید و بهم‌خوردگی سطح زمین، ساختمان‌های بزرگ نیز دیده می‌شود. در معادن ماسه و شن، مواد معدنی مستقیماً

به ماشین‌های حمل ماسه منتقل می‌گردد و نشانه شناسایی آنها وجود گودال‌های بسیار بزرگ و ماشین‌های حفاری و حمل ماسه است. شکل ۴-۴ یک استریوگرام استخراج طلا را نشان می‌دهد. مواد معدنی به‌صورت رگه‌های فراوان انباشته شده‌اند و ماشین تصفیه‌کننده تمام آلها را غربال کرده و طلا را از داخل آنها استخراج می‌کند. به‌هم‌خوردگی سطح زمین بسیار شدید است.

۴-۲-۲. صنایع تبدیلی

صنایع تبدیلی به آن دسته از صنایع گفته می‌شود که مواد خام و معدنی را به عنوان ماده اولیه دریافت و شکل ظاهری یا ساختمان شیمیایی آن‌ها را عوض می‌کنند. مانند کارخانه‌های چوب‌بری که از چوب‌های جنگلی تخته درست می‌کنند. برای تبدیل و تغییر مواد اولیه انرژی لازم است که از طریق انرژی مکانیکی، حرارتی و یا شیمیایی تأمین می‌گردد. همان طور که ذکر شده ماده اولیه مورد نیاز صنایع تبدیلی، مواد معدنی است که با صرف انرژی زیاد به محصولات نهایی تبدیل می‌شوند. دو ویژگی



شکل ۴-۴. استریوگرامی از معدن استخراج طلا در عکس هوایی

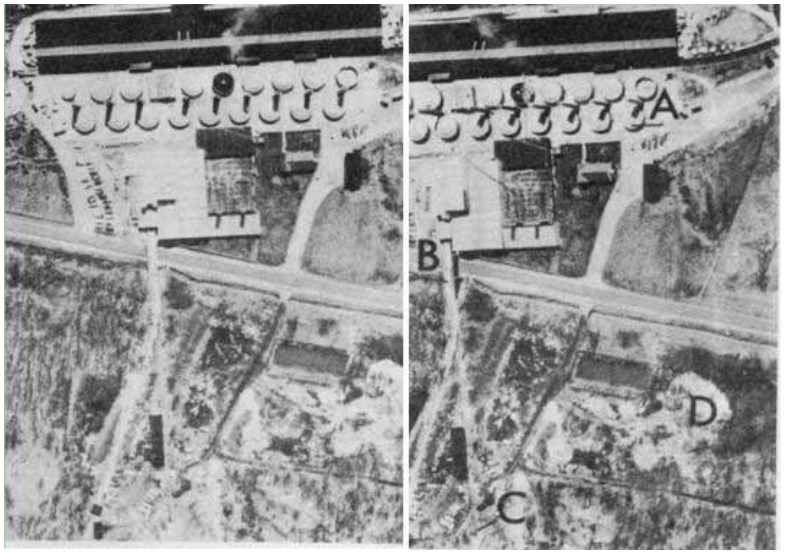
عمده این صنایع وجود تلهای بزرگ مواد اولیه و تشکیلات تولید انرژی است. در اغلب کارخانه‌ها مواد اولیه در بیرون ذخیره می‌شود و در آنهایی که در داخل ساختمان انباشته می‌شود، ساختمان‌های بزرگ برای این کار ساخته شده است. برای حمل مواد اولیه از محل انبار به محل تبدیل از وسایل حمل مانند لوله، تسمه و ماشین‌های مخصوص استفاده می‌گردد. صنایع تبدیلی به سه دسته صنایع مکانیکی، صنایع حرارتی و صنایع شیمیایی تقسیم می‌شوند.

صنایع مکانیکی: این صنایع با استفاده از انرژی مکانیکی مواد اولیه را خرد و کوچک‌تر می‌کنند. در کارخانه چوب‌بری، چوب‌های بزرگ جنگلی به تخته تبدیل می‌گردد و در کارخانه کاغذسازی از خمیر چوب کاغذ تهیه می‌شود. کارخانه آردسازی گندم را به آرد تبدیل می‌کند. در کارگاه‌های تصفیه فلزات، به وسیله دستگاه‌های مکانیکی فلز را از مواد زاید همراه آن جدا می‌کنند. در تمام آن فعالیت‌ها شکل فیزیکی ماده اولیه تغییر می‌یابد و ساختمان شیمیایی آن ثابت باقی می‌ماند. کارخانه تصفیه آب شور و یا فاضلاب شهرها نیز جزو این دسته به حساب می‌آید. صنعت تولید برق از آب نیز جزو این صنایع می‌باشد برای این که این جا از انرژی مکانیکی آب برای تولید انرژی الکتریکی استفاده می‌شود و هیچ‌گونه تغییر شیمیایی انجام نمی‌گیرد.

در کارخانه چوب‌بری، چوب‌های جنگلی با حجم زیاد در فضای باز کارخانه انبار شده‌اند و برای جا به جایی آنها از ماشین‌های حمل کننده و بالا برنده استفاده می‌شود. در کارخانه‌های تصفیه آب شور یا فاضلاب شهر، استخرها و تانکرهای بزرگ ذخیره آب مشاهده می‌گردد. نشانه مشخص مرکز تولید برق آبی نیز وجود استخر یا سد بزرگ آب است. در کارخانه‌های تصفیه سنگ فلزات، مواد اولیه به‌صورت تلهای بزرگ در فضای باز انباشته شده است. در همه این کارخانه‌ها مرکز تولید انرژی جزو واحدهای اصلی کارخانه است و در کنار آن تلهای ذغال‌سنگ و یا مخازن بزرگ نفت و گازوئیل مشاهده می‌شود که به شناسایی صنایع مکانیکی از روی عکس‌های هوایی کمک می‌کند.

صنایع حرارتی: در این صنایع، با استفاده از انرژی حرارتی، مواد معدنی را تصفیه می‌کنند و یا از آنها مواد دیگری می‌سازند. مثلاً در کارخانه ذوب آهن از طریق ذوب سنگ آهن. فلز آن را جدا می‌کنند و یا این که در کارخانه آجرپزی از طریق پختن

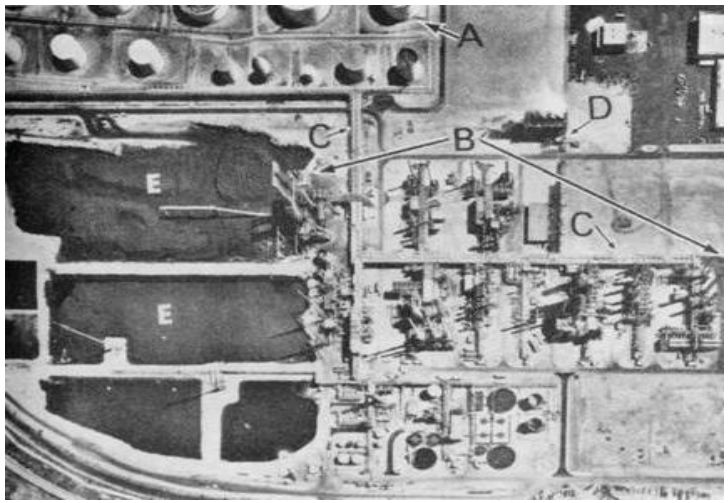
گل در حرارت‌های بالا، آجر تهیه می‌کنند. برای تولید انرژی حرارتی بسیار، احتیاج به مواد سوختی فراوان و تشکیلات مجهز تولید حرارت است. بنابراین وجود کوره‌های بلند ذوب مواد، دودکش‌های بلند، ستون بلند دود در بالای دودکش‌ها، و تلهای بزرگ مواد سوختی از نشانه‌های بارز این صنایع می‌باشد. فضای کارخانه در بیشتر این صنایع مانند صنعت ذوب آهن، کوره‌های آجرپزی و چینی‌سازی و... وسیع است و مواد اولیه به‌صورت تلهای بزرگ در بیرون انباشته شده‌اند. شکل ۴-۵ استریوگرامی از عکس هوایی یک کارخانه ذوب آهن را نشان می‌دهد. به معیارهای شناسایی صنایع حرارتی مجدداً رجوع نمایید و آن‌ها را روی شکل تشخیص دهید.



شکل ۴-۵: استریوگرامی از کارخانه ذوب آهن در عکس هوایی

صنایع شیمیایی: در صنایع شیمیایی، با استفاده از مواد شیمیایی، حرارت و یا فشار، ساختمان شیمیایی مواد معدنی عوض می‌شود. کارخانه‌های تولید اسید سولفوریک، آمونیاک، کودشیمیایی و پالایشگاه نفت جزو این دسته از صنایع به حساب می‌آیند. در این صنایع برای انبار کردن مواد اولیه و محصولات تولید شده از تانکرها و مخازن

بزرگ استفاده می‌شود. برای جا به جایی مواد در داخل فضای کارخانه از لوله‌های انتقال مواد استفاده می‌گردد. شکل ظاهری واحدهای تولید محصول نهایی به‌صورت استوانه‌ای و بلند می‌باشد. در شکل ۴-۶ ساختمان یک پالایشگاه نفت نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌کنید مخازن بزرگ ذخیره و لوله‌های انتقال مواد و تلهای مواد زاید و مواد سوختی از ویژگی‌های عمده این صنایع می‌باشد.



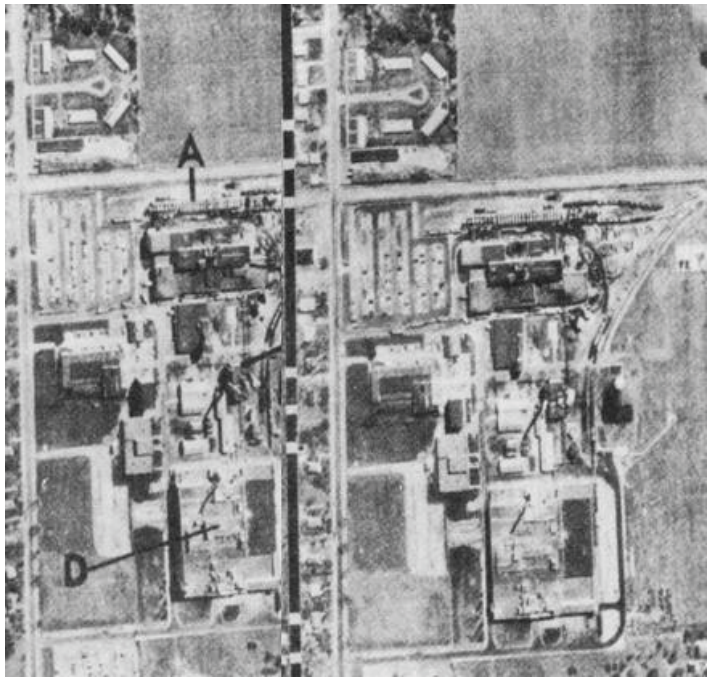
شکل ۴-۶: نمایی از پالایشگاه تصفیه نفت در عکس هوایی

۴-۲-۳. صنایع تولیدی

صنایع تولیدی به صنایعی گفته می‌شود که با استفاده از محصولات صنایع تبدیلی، ابزار، وسایل و ماشین‌آلات دیگری می‌سازند. مثلاً در صنعت نساجی که جزو صنایع تولیدی است با استفاده از پنبه و نخ نایلونی یا ابریشمی پارچه بافته می‌شود. در کارخانه تولید پوشاک با استفاده از پارچه تهیه شده در کارخانه نساجی، لباس تهیه می‌گردد. در کارخانه اتومبیل‌سازی با استفاده از ورق‌های آهن، آلومینیوم و مواد دیگر اتومبیل تولید می‌شود. صنایع تولیدی بسیار متنوع‌تر از سایر صنایع هستند. در اغلب این صنایع محصولات نهایی در داخل ساختمان‌های بزرگ انبار می‌شود و مواد زاید بسیار اندک

است. در مجموع، صنایع تولیدی به دو دسته صنایع سنگین و صنایع سبک تقسیم می‌شود.

صنایع سنگین: صنایعی هستند که ماشین‌آلات سنگین مانند اتوبوس، سواری، کشتی، قطار و هواپیما تولید می‌کنند. این صنایع مواد اولیه بسیار لازم دارند که بایستی از جاهای دیگر به‌کارخانه حمل شود. در نتیجه، اکثر این کارخانه‌ها در کنار شریان‌های حمل و نقل سنگین مانند خط آهن، سواحل دریا و رودخانه‌ها احداث شده‌اند. فضای کارخانه بسیار وسیع است و برای انتقال مواد در داخل کارخانه خطوط آهن ساخته شده است. که به داخل انبار مواد اولیه هدایت می‌شوند. تلهای بزرگ مواد اولیه، خطوط آهن داخل کارخانه، ساختمان‌های بزرگ، محصولات و همجواری با خط آهن و دریا و رودخانه نشانه‌های خوبی برای شناسایی این‌گونه صنایع است. یک کارخانه بزرگ اتومبیل‌سازی در شکل ۴-۷ نشان داده شده است.



شکل ۴-۷: استریوگرامی از کارخانه اتومبیل سازی که در عکس هوایی فوق مشاهده می‌شود نمونه‌ای از صنایع سنگین است.

صنایع سبک: این دسته از صنایع، محصولات سبک‌تری چون رادیو، دوچرخه، یخچال، پارچه، قایق و... تولید می‌کنند. فضای کارخانه به وسعت کارخانه صنایع سنگین نیست. بیشتر کارها در داخل ساختمان انجام می‌گیرد. مواد اولیه و محصولات در داخل ساختمان انبار می‌شوند. شناسایی این کارخانه‌ها در روی عکس‌های هوایی مشکل‌تر از صنایع دیگر است. چون هیچ‌گونه نشانه مشخصی ندارند. تنها راه منطقی شناسایی آنها این است که اگر تاسیسات ساختمانی به عنوان کارخانه شناخته می‌شود در صورت عدم تعلق به صنایع دیگر در این دسته قرار می‌گیرد.

۴-۳. کاربرد عکس‌های هوایی در مطالعات باستان‌شناسی

عکس‌های هوایی همچنین برای کشف آثار تاریخی، و یا به منظور باستان‌شناسی مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای مثال حفره‌های کوچک در زمین که توسط ذرات بسیار ریز پر می‌شود، رطوبت بیشتری را در خود حفظ می‌کند لذا در روی عکس نسبت به محیط اطراف خود دارای رنگ متفاوتی می‌باشد. پوشش‌های گیاهی نیز برای شناسایی و شناخت آثار باستانی مفید هستند زیرا برای مثال گیاهان تیره‌ی غلات در بهار و اوائل تابستان در محل‌های مرطوب رشد بیشتری می‌کنند. از این گذشته ستون‌های سنگی سخت در زیر خاک موجب می‌شوند که گیاهان در آن قسمت‌ها رشد کمتری داشته باشند. بنابراین از روی عدم یکنواختی در رویش گیاهی می‌توان آثار گذشته پوشیده شده در زیر خاک را تشخیص داد. برف و یخ چون در زمین‌های مرطوب دوام بیشتری می‌یابد، در چنین محل‌هایی بقایای آن به‌صورت نقشه‌ها و طرح‌های جالبی دیده می‌شود. شایان ذکر است که اکتشافات باستان‌شناسی هوایی باید به‌صورت پروازهای مکرر انجام شود. برای مثال یکی از شرایطی که موجب تشدید اختلاف رنگ‌ها در سطح زمین می‌شود خشکسالی است، بنابراین در مناطق مرطوب باید بدون از دست دادن وقت عملیات اکتشافی باستان‌شناسی را از طریق عکس‌برداری هوایی انجام داد.

۴-۴. کاربرد عکس‌های هوایی در مهندسی راه و ساختمان

مقدمات ایجاد جاده و راه آهن با بررسی عکس‌های هوایی آن منطقه شروع می‌شود. پس از مطالعه عکس‌ها و با توجه به وضع پستی و بلندی‌ها و ساختمان آنها و شرایط

طبیعی دیگر مانند باتلاق‌ها و شن‌زارها کوتاه‌ترین مسیر انتخاب می‌گردد. سپس مطالعات دیگری از نقطه نظر خطرات حاصل از ریزش‌ها، لغزش‌ها، سیل و طغیان آبها انجام می‌شود. پس از این مطالعات بررسی دقیق دیگری از نظر تعیین محل پل‌ها، حجم موادی که باید جابجا شود و امکانات استفاده از مصالح ساختمانی به عمل می‌آید. این تحقیقات با استفاده از عکس‌های هوایی مطمئن‌تر و کم‌خرج‌تر از مطالعات زمینی است.

بنابراین تفسیر عکس‌ها در ایجاد شهرها، شهرک‌ها، بندرها و سدها نقش اساسی دارد. بسیاری از کارهای مهندسی دیگر با بررسی‌های مقدماتی توسط عکس‌های هوایی انجام می‌شود. مثلاً طرح‌های زهکشی و آبیاری با تحقیق در شیب زمین‌ها و خاک‌های منطقه که در روی عکس مشخص است شروع می‌شوند. مطالعه برای تعیین محل حفر چاه‌ها و بررسی خطرات پر شدن سدها از مواردی است که به کمک عکس هوایی می‌توان انجام داد. البته اغلب اطلاعات به‌دست آمده باید به طرق مختلف در روی زمین کنترل شود ولی استفاده صحیح از عکس هوایی مقدار زیادی از هزینه‌های اولیه طرح‌ها را کاهش می‌دهد.

در مجموع می‌توان چنین بیان نمود که از عکس‌های هوایی در مهندسی جهت طراحی راه‌ها و شاهراه‌ها، تعیین محل سدها و پل‌ها، ایجاد شهرها، شهرک‌ها و بندرها و غیره استفاده می‌شود.

۴-۵. کاربرد عکس‌های هوایی در امور نظامی و امنیتی

از عکس‌های هوایی در امور نظامی به‌ویژه جهت شناسایی‌های مقدماتی و به دست آوردن اطلاعات دقیق از مواضع و استحکامات دشمن، تهیه طرح و نقشه‌های تعرضی و دفاعی در حد وسیعی استفاده می‌شود. همچنین در مطالعات مربوط به مکان یابی بهینه صنایعی که اهمیت آن‌ها به لحاظ امنیتی در سطح بالایی قرار دارد و حفاظت از آن‌ها در حد مسائل نظامی دارای اهمیت است (از قبیل نیروگاه‌های اتمی و فرودگاه‌ها) از عکس‌های هوایی استفاده می‌شود.

در اینجا باید به این نکته اشاره کرد که برای دست‌یابی به نتایج بهتر در مطالعات تفصیلی لازم است که اطلاعات بدست آمده از عکس‌های هوایی را با نتایج حاصل از سایر اطلاعات از جمله عملیات صحرایی توام نموده و مورد استفاده قرار دهیم.

در پایان ذکر این مطلب ضروری به نظر می‌رسد که علی رغم توسعه روز افزون کاربردهای ویژه تصاویر ماهواره‌ای در بررسی و تشخیص منابع زمینی، اما هنوز از اهمیت عکس‌های هوایی در مطالعه عوارض متنوع سطح زمین نه تنها کاسته نشده است بلکه با تلفیق اطلاعات ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی می‌توان به نتایج مطلوب‌تری نیز دست یافت.

خلاصه

یکی از مهمترین پدیده‌های مورد مطالعه در جغرافیا آثار و عوارض انسانی است. مراکز معیشتی از جمله شهرها و روستاها نیز از چشم‌اندازهایی به‌شمار می‌آیند که ساخته و پرداخته‌ی دست انسان است. شهر جایی است که اغلب ساکنان آن از راه غیر کشاورزی امرار معاش می‌نمایند. اطلاعات جغرافیایی مربوط به شهرها را می‌توان از روی عکس‌های هوایی به‌طور مستقیم محاسبه و استخراج نمود.

از نظر قدمت تاریخی شهر به قسمت‌های مرکز شهر، منطقه‌ی مسکونی قدیم، منطقه‌ی مسکونی جدید و شهرک‌های اطراف تقسیم می‌گردد. در بیشتر شهرهای بزرگ توسعه شهر به‌صورت ایجاد شهرک‌های اقماری در حومه‌ی شهر صورت می‌گیرد، که هر کدام از این شهرک‌ها به وسیله‌ی یک راه ارتباطی اصلی به شهر مربوط هستند.

ارتباط بین نقاط مختلف شهر به وسیله‌ی شبکه‌ی ارتباطی یعنی خیابان‌ها و کوچه‌ها انجام می‌گیرد و این شریان‌های ارتباطی شهر از نظر اهمیت و اندازه به درجاتی تقسیم می‌شوند. با توجه به استانداردهای ترافیک شهری ظرفیت خیابان‌ها از نظر حرارت اتومبیل‌ها از روی عکس‌های هوایی تعیین می‌گردد. بر اساس این محاسبات استخراج شده امکان عریض‌تر نمودن خیابان و یا احداث خیابان جدید و محل مناسب آن توصیه می‌شود.

مراکز تجاری شهر به سه بخش جداگانه تقسیم می‌گردد. بازار مرکزی شهر که در اغلب شهرهای ایران در مرکز شهر قرار دارد و سرپوشیده می‌باشد نشانه‌ی شناسایی آن روی عکس‌های هوایی وجود گنبدهای فراوان پشت‌بام آن است. مراکز تجاری شهر شامل مغازه‌های اطراف خیابان‌هاست. شناسایی مراکز داد و ستد در خیابان‌ها و محله‌ها در روی عکس‌های هوایی نسبتاً دشوار است.

مراکز آموزشی و درمانی شهر و مراکز تفریحی و پارک‌ها به آسانی از روی عکس‌های هوایی شناسایی می‌گردند و با توجه به موقعیت آنها می‌توان مناطقی را که احتیاج به احداث مدرسه یا بیمارستان دارند توصیه نمود.

صنعت به سه دسته استخراجی، تبدیلی و تولیدی تقسیم می‌شود. صنایع استخراجی شامل استخراج سنگ معدنی و فلزات، حفاری نفت و برداشت شن و ماسه و نمک می‌باشد. معیار شناسایی این صنایع تلهای بزرگ مواد استخراج شده و مواد زائد و به‌هم‌خوردگی شدید زمین می‌باشد. صنایع تبدیلی با استفاده از انرژی مکانیکی یا حرارتی ساختمان فیزیکی و یا شیمیایی مواد را عوض می‌کنند. این صنایع به سه دسته‌ی مکانیکی، حرارتی و شیمیایی تقسیم می‌شوند. صنایع مکانیکی یا استفاده از انرژی مکانیکی شکل ظاهری مواد را عوض می‌کند مانند کارخانه‌ی چوب‌بری و کاغذسازی. صنایع حرارتی با استفاده از حرارت، مواد اولیه را عوض می‌کند مانند کارخانه ذوب آهن و یا کوره‌ی آجرپزی. در صنایع شیمیایی با استفاده از مواد شیمیایی یا حرارت ساختمان شیمیایی مواد عوض می‌شود مانند پالایشگاه نفت. اکثر صنایع تبدیلی تل‌های بزرگ مواد اولیه و مواد سوختی دارند و وسایل انتقال مواد در داخل کارخانه مانند لوله، تسمه و ماشین‌های جابجایی مواد اولیه و مخازن ذخیره‌ی مواد و سوخت در آنها مشاهده می‌شود.

صنایع تولیدی با استفاده از محصولات صنایع تبدیلی، ابزار آلات و ماشین می‌سازند، این صنایع به دو دسته سنگین و سبک تقسیم می‌شوند. صنایع تولید کشتی و قطار جزء صنایع سنگین می‌باشند، این صنایع را در عکس‌های هوایی از روی فضای وسیع کارخانه و تلهای بزرگ مواد اولیه و مواد سوختی و خطوط قطار داخل کارخانه شناسایی می‌کنند. صنایع تولیدی سبک محصولاتی چون رادیو، یخچال، قایق و ... تولید می‌کنند. شناسایی این کارخانه‌ها بر روی عکس‌های هوایی مشکل‌تر از انواع دیگر است. عکس‌های هوایی همچنین برای کشف آثار تاریخی و باستان‌شناسی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند و در امور راه سازی با توجه به وضع پستی و بلندی‌ها و شرایط طبیعی دیگر مانند باتلاق‌ها، شن‌زارها، کویرها، دره‌ها سعی می‌گردد مسیر مطمئن انتخاب شود. در امور نظامی نیز عکس‌های هوایی همچون نقشه‌های توپوگرافی می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند و اطلاعات ذیقیمتی را در اختیار قرار دهند.

خودآزمایی

۱. مفهوم ترموگرافی Thermography چیست؟

الف) تهیه‌ی عکس از نقاط شهری و روستایی با استفاده از امواج مادون قرمز

ب) تهیه‌ی عکس از نقاط گرم سطح زمین با استفاده از امواج ماودن قرمز

ج) تهیه‌ی عکس از عوارض کوهستانی با استفاده از امواج مادون قرمز

د) تهیه‌ی عکس از سواحل دریاها با استفاده از امواج مادون قرمز

۲. در عکس‌های هوایی معیار شناسایی بازارهای شهرهای قدیمی ایران چیست؟

الف) وجود گنبدهای کوچک ب) وجود یک خط منظم

ج) وجود اشکال مثلثی شکل د) هر سه مورد

۳. کدام یک از عوارض شهری زیر در عکس‌های هوایی بهتر شناسایی می‌شوند؟

الف) فروشگاه‌ها و مراکز تجاری ب) باشگاه‌ها و استخرهای سر پوشیده

ج) صنایع سبک د) پارک‌ها و میدان‌ها

۴. این صنایع در روی عکس‌های هوایی از طریق وجود ماشین‌های حفاری وتل‌های مواد زاید و به‌هم‌خوردگی سطح زمین و وجود ساختمان‌های بزرگ نیز قابل شناسایی است.؟

الف) معادن استخراج مس ب) کارخانه تصفیه فاضلاب

ج) صنایع حرارتی د) صنایع شیمیایی

۵. این صنایع در روی عکس‌های هوایی از طریق دودکش‌های بلند، ستون بلند دود وتل‌های مواد اولیه، قابل شناسایی است؟

الف) معادن استخراج مس ب) کارخانه تصفیه فاضلاب

ج) صنایع حرارتی د) صنایع شیمیایی

۶. کاربرد عکس‌های هوایی را در امور نظامی و امنیتی شرح دهید.

فصل پنجم

کاربرد تصویرهای ماهواره‌ای در آمایش سرزمین و مطالعه پدیده‌های انسانی و طبیعی

مقدمه

آمایش سرزمین برای افراد بسیاری معانی مختلفی دارد، برخی افراد نسبت به اقتصادی بودن آن تعصب دارند و آن را یک مقوله اقتصادی به‌شمار می‌آورند. اصولاً آمایش سرزمین با اختصاص منابع بین مناطق به‌صورت مدیریت متمرکز برای رسیدن به آرمان‌های منطقه‌ای و ملی سروکار دارد. برای برخی دیگر از افراد آمایش سرزمین با جهات فیزیکی، اقتصادی و اجتماعی برنامه‌ریزی توسعه در داخل مناطق و مناطق فرعی سروکار پیدا می‌کند. در هرحال آمایش سرزمین یکی از مقولاتی است که در حال حاضر اکثر کشورهای دنیا در رابطه با حل مسائل و معضلات توسعه‌ی مناطق خود به اصول آن روی آورده‌اند. به‌صورت کلی با نگرش صرفاً اقتصادی به برنامه‌ریزی منطقه‌ای، مسائل مربوط به آن حل نمی‌شود، زیرا به‌طور عمومی هدف‌های برنامه‌ریزی اقتصادی ـ اجتماعی بالا بردن سطح زندگی مردم و تأمین رفاه بیشتر است. برنامه‌ریزی منطقه‌ای اهداف و آرمان‌های اقتصادی، اجتماعی و فیزیکی یک سرزمین را با هم تلفیق نموده و برآیندی از آنها را مورد نظر قرار می‌دهد. توسعه متعادل عوامل فوق در یک سرزمین نیاز به برنامه‌ریزی منطقه‌ای دارد. هدف‌های منطقه‌ای براساس اصل تساوی حقوق بین افراد یک ملت، امکانات منطقه‌ای و ملی، خواسته‌های منطقه‌ای، نظام ارزشی جامعه و سیاست‌گذاری ملی، تعیین می‌گردد. در حال حاضر عدم تعادل اقتصادی،

اجتماعی و فیزیکی در بسیاری از مناطق محسوس است و ناگزیر نیاز به برنامه‌ریزی منطقه‌ای برای رسیدن به چنین تعادلی بیش از هر زمان دیگر احساس می‌شود. بدیهی است که آمایش سرزمین یک امر دراز مدت است و نیازمند امکاناتی به شرح زیر است:

نیروی انسانی ماهر و متخصص، جمع‌آوری و کسب اطلاعات دقیق منطقه‌ای، استفاده از نقشه‌های کاربری زمین[1] و عکس‌های هوایی از مناطق مختلف کشور در مقیاس‌های متفاوت از کوچک مقیاس گرفته تا بزرگ مقیاس و به‌صورت پوشش سراسری، ایجاد ارتباط و هماهنگی بین سازمان‌های دولتی و بخش خصوصی که به طریقی با آمایش سرزمین و امر برنامه‌ریزی منطقه‌ای درگیر هستند و مهم‌تر از همه در اختیار داشتن نقشه‌های مختلف از طبیعی گرفته تا انسانی، عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای و تعبیر و تفسیر آنها توسط مفسران و محققان با تجربه و تلفیق آنها به منظور دستیابی به راه حل‌های ممکن جهت یک برنامه‌ریزی صحیح و اصولی و واقع بینانه که نه تنها مانعی بر سر راه اجرای آن نباشد بلکه همگان بر اجرای آن اتفاق نظر داشته باشند.

۵-۱. آمایش سرزمین

این روزها مجدداً تهیه نقشه‌های کاربری زمین به منظور استفاده در مطالعات مختلف از جمله، طرح‌های جامع توسعه اقتصادی و اجتماعی و بررسی‌های عمران منطقه‌ای در سطح مناطق و همچنین برنامه‌های توسعه در سطح ملی بیشتر از پیش مورد توجه قرار گرفته و این بدان دلیل است که مطلعان و محققان دست اندرکار این‌گونه مطالعات به ارزش این نقشه‌ها از نظر امکاناتی که برای مکان‌یابی استقرار بخش‌های مختلف تولیدی، زیر بنایی و خدمات در ارتباط با جوامع و منابع طبیعی در اختیار قرار می‌دهد، بیشتر وقوف یافته و اطمینان پیدا کرده‌اند.

این کار در گذشته بیش از حال حاضر در دستور کار و شرح خدمات مهندسان مشاور که عامل اجرایی تحقیق و بررسی زمینه‌های توسعه بودند، به چشم می‌خورد و گرچه برای مدتی روبه کاهش گذاشت امّا اکنون به نظر می‌رسد به دلیل ضرورت وجودی آن مجدداً مورد توجه قرار گرفته است.

کشور ایران همان‌گونه که وسعت زیادی دارد از تنوع آب و هوایی، محیطی،

1. Land Use

فیزیوگرافی و منابع طبیعی گوناگون برخوردار است. این تنوع زمینه‌ساز فعالیت‌های متفاوتی در نقاط مختلف کشور شده است. بدین لحاظ در اختیار داشتن نقشه‌ای به هنگام، از قطب‌های مختلف فعالیت و منابع موجود در سطح مملکت همواره می‌تواند راهگشا و مددکار برنامه‌ریزان و مدیران ایران زمین باشد.

برای تهیه چنین نقشه‌ای که در مجموع به عنوان نقشه کاربری شناخته می‌شود، آشنایی کافی و وافی به وضعیت موجود کشور ضروری است تا از این طریق بتوان در ابتدا یک طبقه‌بندی اصولی و فراگیر از کلیه عناصر و واحدهای مورد نظر در پهنه‌ی کشور گسترده ایران (که شرایط متفاوت زمینی، اقلیمی و قومی در هر گوشه‌ای از آن به چشم می‌خورد) فراهم نمود.

بدین منظور توصیه می‌شود هر دستگاهی که این وظیفه را به عهده دارد و یا در آینده برعهده خواهد گرفت، جمعی از صاحب‌نظران و آشنایان به وضع موجود کشور را در تهیه یک طبقه‌بندی کامل و قابل تعمیم در سطح مملکت به مدد گیرد و سپس به تهیه نقشه بپردازد.

۵-۲. تعریف کاربری زمین

به‌طور کلی کاربری زمین عبارت از مطالعه روش‌های به‌کارگیری اراضی و یا بررسی انواع مختلف طرق استفاده از زمین است و چنان چه می‌دانید، بهترین طریق نمایش و ارائه چنین بررسی را نقشه تشکیل می‌دهد. از این رو است که همواره نتایج چنین مطالعاتی را یا اساساً در یک نقشه می‌گنجانند و یا حتماً آن را با نقشه‌ای همراه می‌کنند.

در بررسی مسأله استعداد اراضی بایستی امکانات بالفعل و بالقوه اراضی را نیز به هنگام مطالعه مدنظر داشت. چنین مطالعه‌ای از دو نقطه نظر می‌تواند انجام گیرد، اول آنکه در شرایط فعلی استفاده از زمین چگونه است و دوم اینکه روش بهینه استفاده از زمین چه می‌تواند باشد. این دو مورد در کار برنامه‌ریزان جای خاص دارد از مطالعات زیربنایی محسوب می‌شود. بدین معنی که اولی وضع موجود استفاده از زمین را نمایش می‌دهد و دومی کاربرد توصیه‌ای را مطرح می‌کند.

مسأله تعیین بهترین روش استفاده از زمین به منظور دسترسی به حداکثر بهره‌برداری از آن، همواره در مطالعات توسعه، نقش حائز اهمیتی را به عهده داشته است.

شرایط طبیعی زمین از قبیل موقعیت قرارگیری، شیب، وجود یا فقدان خاک مناسب و عواملی دیگر از قبیل وجود منابع آب سطحی و یا زیر زمینی خود باعث تجمع و تمرکز جمعیت در نقاط مساعدتر می‌شود و بدین صورت است که آبادی‌ها، دهات و شهرها ایجاد می‌شوند.

با این توضیح می‌توان دریافت که در ابتدا طبیعت خود بهترین نوع استفاده از زمین را القا می‌کند ولی به تدریج با رشد آبادی‌ها و تبدیل آنها به شهرهای کوچک و بزرگ کاربری زمین نیز تحت تأثیر نیازها قرار گرفته و اولویت‌ها تغییر می‌کنند و درست در همین مقطع از توسعه‌ی سکونت‌گاه‌ها است که بررسی‌های کاربری زمین و برنامه‌ریزی‌های گسترش از جمله توسعه شهرها و آبادی‌ها با توجه به کاربری زمین می‌تواند مفید و مؤثر باشد.

در میان گزینه‌های متفاوت استفاده از یک زمین، معمولاً یک گزینه در رابطه با شرایط زمین مناسب‌ترین حالت را خواهد داشت که به‌وسیله امکانات فنی و فیزیکی استفاده از زمین معین می‌شود و اگر اطلاعات کافی در این زمینه فراهم باشد، بهترین نتیجه به بار خواهد آمد.

امروزه در مطالعه و تهیه نقشه‌های استفاده از زمین استانداردهای متفاوتی به‌کار گرفته می‌شود که طبیعتاً بسته به شرایط طبیعی هر کشوری متفاوت است. این استانداردها از نظر کلاس‌های اصلی و اولیه وجوه اشتراک دارند و تفاوت‌ها بیشتر در زیر کلاس‌ها ملاحظه می‌گردد.

برای دسترسی به کلاس‌ها و زیر کلاس‌ها و یا اجزاء مختلف آنها در روش‌های متفاوت مطالعه، سطوح مختلف شناخته شده‌ای وجود دارد که اطلاعات پایه مورد استفاده برای هر سطح از مطالعه در آن‌ها فرق می‌کند.

یکی از روش‌های موجود مطالعاتی که از نظر کلاس‌های مورد بررسی، با شرایط کشور ما قابلیت انطباق نسبی دارد، چهار سطح مختلف مطالعه را شامل است. در این روش سطح اول مطالعه کلاس‌های اصلی را در بر دارد و هریک از سطوح بعدی به تجزیه و تفکیک این کلاس‌ها می‌پردازد.

بدین ترتیب اطلاعات مورد استفاده در هر یک از سطوح متفاوت است و طبیعی است با بالا بردن سطح مطالعه، اطلاعات پایه دقیق‌تری مورد نیاز است. اطلاعات پایه مورد نیاز برای سطوح چهارگانه‌ی مطالعاتی روش فوق از منابع زیر به‌دست می‌آید:

ـ سطح یک، تصاویر ماهواره‌ای با اندکی اطلاعات جنبی.

ـ سطح دو، تصاویر ماهواره‌ای و اطلاعات اخذ شده از ارتفاع زیاد همراه با نقشه‌های توپوگرافی.

ـ سطح سه، اطلاعات اخذ شده از ارتفاع متوسط همراه با نقشه‌های توپوگرافی دقیق و مقادیر بسیار زیادی اطلاعات جانبی.

ـ سطح چهار، اطلاعات اخذ شده از ارتفاع کم با مقادیر بسیار زیاد اطلاعات استخراج شده از منابع جنبی.

همان‌طور که ملاحظه شد با افزایش سطح مطالعه، دقت و حجم اطلاعات پایه مورد نیاز نیز زیاد می‌شود. به هنگام مطالعه در سطوح یک و دو که هنوز اطلاعات کلی‌تر و در مقیاس کوچک‌تر است (یعنی اطلاعات ماهواره‌ای)، لزوم توجه به نکاتی که متمرکز کننده نتایج بدست آمده است و باعث همگونی بررسی و درجه خلوص بیشتر کلاس‌های مورد تجزیه و تحلیل می‌شود، ضرورت دارد. نکات زیر بایستی به هنگام بررسی و تعبیر و تفسیر اطلاعات ماهواره‌ای به وسیله مطالعه کننده مد نظر قرار گرفته و به آنها توجه شود:

الف) دقت تعبیر و تفسیر تصاویر، حداقل باید در حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد باشد. که دسترسی به این دقت می‌تواند از طریق بررسی‌های زمینی و مقایسه آن با نقاط شناخته شده‌ی قابل تعمیم، میسر است.

ب) دقت تعبیر و تفسیر کلاس‌های مختلف بایستی تا حد امکان نزدیک باشد. این نکته از آن جهت قابل توجه است که امکان تشخیص کلاس‌های مختلف با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای یکسان نیست.

ج) نتایج به دست آمده به وسیله یک مفسر باید به وسیله مفسر دیگر هم قابل تشخیص باشد. این امر در صورتی امکان پذیر است که تشخیص هر کلاس یا زیر کلاس و یا اجزاء آنها بر اساس تعاریف خاص و استانداری به عمل آید و از دخالت دادن برخوردهای سلیقه‌ای و یا موارد تشخیص پیش‌بینی پیش‌گیری شود.

د) سیستم طبقه‌بندی قابل استفاده و قابل تعمیم در سطح یک منطقه وسیع باشد. شاید این نکته در سطح اول که کلاس‌های اصلی را شامل می‌شود چندان مورد نداشته باشد ولی به محض تجزیه کلاس اصلی مصداق پیدا می‌کند. خصوصاً وقتی منطقه مورد

مطالعه از نظر شرایط توپوگرافی و اقلیمی نیز دارای محیط متنوعی باشد.

ه) قابلیت انعطاف سیستم طبقه‌بندی باید به نحوی باشد که بتوان اطلاعات موجود در تاریخ‌های مختلف را به‌کار گرفت. این نکته در کشوری مانند ایران که جزء مناطق نیمه خشک طبقه‌بندی می‌شود حائز اهمیت است. زیرا که در بعضی از تاریخ‌ها ممکن است بر روی عکس‌های هوایی زمین‌ها به‌صورت واقعی خود به نمایش در نیایند و این مسأله نباید در تشخیص و اطلاق دادن کلاس درست به آن‌ها تولید اشکال کند.

و) امکان استفاده از اطلاعات حاصل از مطالعات صحرایی و یا از تصاویر بزرگ‌نمایی شده، فراهم باشد.

ز) امکان حذف بعضی از طبقات بدون اینکه خللی در کل ایجاد کند، فراهم باشد.

ح) امکان مقایسه اطلاعات کاربری اراضی که در گذشته جمع‌آوری شده و یا در آینده جمع‌آوری خواهند شد، میسر باشد.

ط) امکان تقسیم طبقات اصلی به اجزاء آن، در سیستم طبقه‌بندی فراهم باشد.

۵-۳. کاربرد تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی در تهیه‌ی نقشه‌های کاربری زمین

تکراری بودن تصاویر ماهواره‌ای از جمله مزایایی است که کاربرد داده‌های ماهواره‌ای را در سنجش از دور وسعت می‌بخشد. بدیهی است سنجش مکرر از یک منطقه از سطح زمین به وسیله‌ی ماهواره‌های لندست علاوه بر آنکه تغییرات حاصل در آن منطقه را در طی زمان نشان می‌دهد، خواهد توانست برخی از موانع طبیعی را که در امر سنجش مانع ایجاد می‌کند از میان بردارد. از جمله موانع یاد شده می‌توان از وجود ابر بر روی ناحیه مورد سنجش یا وجود پوشش برف و یخ در زمین مورد سنجش نام برد. به مورد زیر توجه کنید:

ک. الف. البریخت موردی از تجزیه و تحلیل داده‌های ماهواره‌ای آب‌های دریای بالتیک را نام می‌برد که در آن مفسران علم سنجش از دور در تفسیر کیفیت آب‌های سطحی دریا با آغاز دوره‌ی رشد فیتوپلانکتون‌ها در فصل بهار مواجه می‌شوند. دستیابی به این امر معلول دو علت است:[1] اول اینکه، در آن تاریخ بخصوص سوم مارس ۱۹۷۶،

1. Ulbricht, K. A. "Examples of Applications of Digital Image Processing of Remotely Sense Phenomna"in Remote Sensing in Meleorology. Oceanography and Hydrology: A. I. Cracknelled. John Wiley and Sons. 1981. PP 285. 294.

قسمتی از دریای بالتیک بدون یخبندان بوده است؛ دوم اینکه، در این ناحیه پس از سپری شدن اوایل فصل بهار، رشد فیتوپلانکتون‌ها تا اواخر سال، یعنی، تا ماه‌های اکتبر و نوامبر به دلیل فقدان مواد غذایی معدنی لازم در آن آب‌ها،متوقف می‌شود بنابراین برای رشد فیتوپلانکتون‌ها در اوایل فصل بهار دو دلیل عمده می‌توان برشمرد: اول، افزایش اشعه تابشی خورشید در آب‌های سطحی دریا و دوم، وجود مواد غذایی معدنی کافی و قابل مصرف به وسیله فیتوپلاتکنون‌ها که در ماه‌های زمستان در آب‌های دریا به وجود می‌آید و در اوایل بهار در لایه سطحی آب دریا به حد وفور تجمع می‌یابند. دستیابی به این نتیجه با مطالعه تصویرهای مکرر از منطقه امکان‌پذیر است.

مورد دیگر تهیه نقشه شماتیک از ظهور جلبک‌های سبز ـ آبی دریای بالتیک را می‌توان نام برد که از طریق جمع‌آوری داده‌های عددی ماهواره‌ای امکان‌پذیر گردیده است. جالب این است که جلبک‌های سبز ـ آبی به دلیل داشتن حفره‌های پروتوپلاسمی گازی،[1] در مواقعی که آب دریا ساکن باشد بر روی سطح آب تجمع می‌یابند. انرژی خورشیدی رنگ آنها را تغییر می‌دهد و به رنگ زرد درمی‌آورد. جلبک‌های مزبور از هوا نیتروژن می‌سازند به چرخه نیتروژن آب دریا اضافه می‌کنند. دانشمندان معتقدند با جمع‌آوری اطلاعات زمینی و با استفاده از داده‌های مکرر ماهواره‌ای در این خصوص، می‌توان به حدود و وسعت توزیع فیتوپلانکتون‌ها در دریای بالتیک پی برد و مقدار نیتروژن حاصل به وسیله جلبک‌های سبز ـ آبی موجود در آن دریاها را تخمین زد.[2]

۵-۴. کاربرد داده‌های ماهواره‌ای در مطالعه و حفظ منابع طبیعی

منابع طبیعی کره زمین، حافظ زندگی انسان‌ها و موجودات زنده دیگر به‌شمار می‌رود.

یکی از دلایل عمده تکوین علم سنجش از دور بررسی وضع منابع طبیعی به منظور بهره‌برداری از آنها برای تغذیه جمعیت فزاینده روی زمین بوده است. در تلاش برای حفظ استانداردهای زندگی انسان بر روی کره زمین و نیز نجات افراد گرسنه ممالک محروم، شناسایی توان بالقوه زمین و افزایش سطح زیر کشت محصولات کشاورزی امری ضروری است. روشن است که دستیابی به هدف یاد شده بدون حفظ محیط زیست و ایجاد توازن در آن امکان‌پذیر نخواهد بود. از یک سو، بشر برای حفظ زندگی در تنازع

1. Gas vacuoles.
2. Ibid. PP. 292 – 293.

بقا، ناچار از بهره‌برداری از منابع زمینی ـ اعم از آلی و غیر آلی ـ است و از سوی دیگر، در صورتی که این بهره‌کشی سبب وارد آوردن خسارت به محیط زیست گردد، موجبات تخریب آن را فراهم می‌آورد و در نتیجه، تولید محصولات کشاورزی سیر نزولی خواهد پیمود و مقدار آن سال به سال روبه کاهش خواهد نهاد. بنابراین، فعالیت‌های انسانی لزوماً باید در جهت حفظ توازن باقی بماند تا اینکه بهره‌برداری مناسب و متناسب از منابع طبیعی سال‌های سال امکان‌پذیر گردد. این امر از طریق مدیریت صحیح بر منابع طبیعی امکان پذیر خواهد بود و تفسیر داده‌های ماهواره‌ای می‌تواند نتایج ویژه‌ای را در این زمینه فراهم آورد؛ چرا که برای حفظ و نگهداریِ محیط زیست، شناسایی ویژگی‌های آن اهمیت فراوان دارد. جمع‌آوری اطلاعات درباره اوضاع فعلی محیط طبیعی از طریق عکس‌های هوایی و تصویرهای ماهواره‌ای می‌تواند در برنامه‌ریزی برای مدیریت متناسب و صحیح محیط طبیعی به‌کار گرفته شود. به مثال زیر در رابطه با منابع آب توجه کنید.

جمال امینی و دیگران (۱۳۸۸) تحقیقی را در رابطه با آشکار سازی سطوح پوشیده از برف با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای انجام داده‌اند.

میزان انعکاس برف در تصویرهای ماهواره‌ای بستگی به پارامترهای مختلفی از جمله اندازه و شکل ذرات برف، طول موج، دما، عمق برف، ناهمواری سطح، میزان آب موجود در برف، میزان یخ زدگی، میزان آلودگی برف، زاویه بازتاب و ارتفاع خورشید دارد و بسیاری از این عوامل در ارتباط با زمان سبب تغییر در میزان انعکاس برف به دلیل کهنه‌تر شدن می‌شوند در این تحقیق تصویرهای سنجنده MODIS ماهواره‌ی ترا[1]

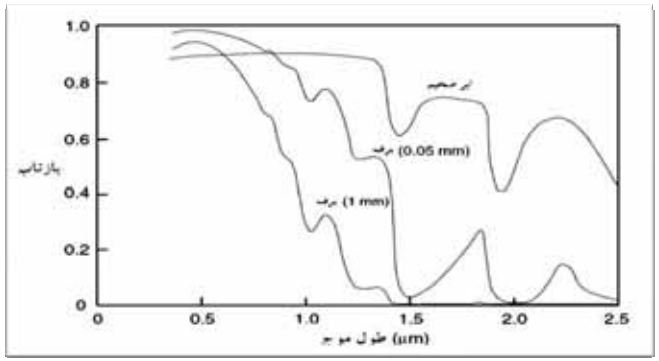
۱. سنجنده‌های MODIS (Moderate Resolution Imaging Specterorediometer) یکی از پنج سنجنده‌ی مستقر بر ماهواره ترا می‌باشد. که در تاریخ ۱۸ دسامبر ۱۹۹۹ به فضا پرتاپ شد. این سنجنده هر ۱ الی ۲ روز یک پوشش کامل تصویری از زمین را در ۳۶ باندطیفی با قدرت تفکیک مکانی ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ متر به طور ردیفی و با دیدی به عرض ۲۳۳۰ کیلومتر را پوشش می‌دهد. هم‌اکنون نیز اطلاعات را با سرعت متوسط ۱/۶ مگابایت در ثانیه مخابره می‌کند. از طرف دیگر با توجه به وجود ایستگاه‌های گیرنده‌ی تصاویر MODIS در ایران، دسترسی به این تصاویر جهت تهیه‌ی نقشه‌ی پوشش برف به صورت پیوسته وجود دارد. در این تحقیق از باند ۱ تا ۷ سنجنده‌ی MODIS استفاده و مشخصات آنها در جدول زیر ارائه شده است (امینی و دیگران، ۱۳۸۸)

مشخصات ۷ باند اول سنجنده‌ی MODIS

شماره باند	طول موج (نانومتر	قدرت تفکیک مکانی
۱	۶۷۰-۶۲۰	۲۵۰
۲	۸۷۶-۸۴۱	۲۵۰
۳	۴۷۹-۴۵۹	۵۰۰
۴	۵۶۵-۵۴۵	۵۰۰
۵	۱۲۵۰-۱۲۳۰	۵۰۰
۶	۱۶۵۲-۱۶۲۸	۵۰۰
۷	۲۱۵۵-۲۱۰۵	۵۰۰

از شمال غرب کشور (محدوده بخش‌های غربی استان آذربایجان شرقی و بخش‌های شرقی استان آذربایجان غربی) به تاریخ یازدهم اردیبهشت ۱۳۸۸ استفاده شد.

یکی از مشکلاتی که در رابطه با شناسایی پوشش برفی ممکن است رخ دهد، پوشش ابری است که بایستی سطوح پوشش برفی از پوشش ابر جدا گردند. در صورت نبودن ابر در تصاویر باند مرئی، مطالعه‌ی توزیع فضایی برف به راحتی قابل انجام است زیرا انعکاس برف نسبت به سایر پدیده‌ها از قبیل پوشش گیاهی، آب و خاک مجاور آن بیشتر می‌باشد. یکی از مشخصات اصلی ابرها نسبت به پوشش برف که موجبات تشخیص این دو پدیده را در تصاویر ماهواره‌ای با سیکل گردش کوتاه مدت فراهم می‌آورد، این است که ابرها در حال حرکت هستند ولی پوشش برفی ثابت است. در بخش مرئی و مادون قرمز نزدیک طیف الکترومغناطیسی، ابر و برف هر دو دارای انعکاس مشابهی هستند ولی در بخش مادون قرمز میانی به خصوص در محدوده ۱/۷۵ – ۱/۵۵ میکرومتر ابرها انعکاس بالایی را نشان می‌دهند. در حالی که انعکاس برف در این محدوده به شدت کاهش می‌یابد (دینی، ۱۳۸۴) (شکل ۵–۱).



شکل ۵–۱: منحنی بازتاب طیفی برف و ابر (Rees 2006)

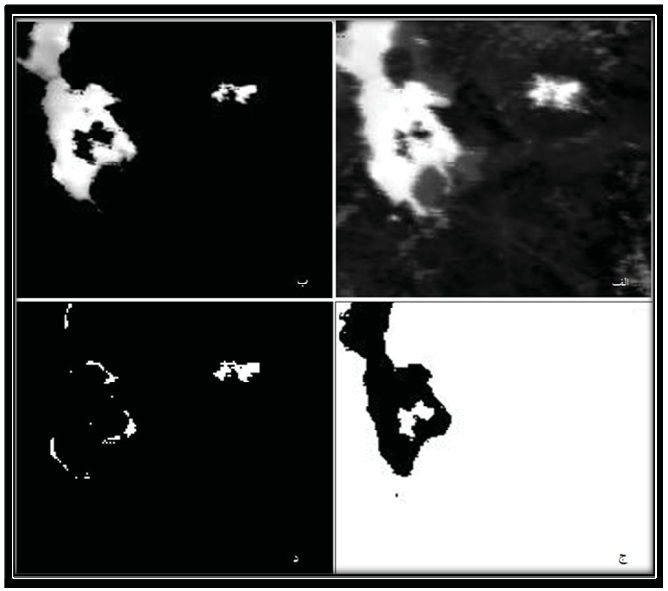
امینی وهمکاران در این تحقیق از شاخص NDSI[1] استفاده کردند. شاخص NDSI براساس انعکاس بالای برف در باند مرئی و انعکاس اندک آن در باند مادون

1. NDSI= Normalized Difference Snow Index

قرمز میانی استوار است. در حالت کلی برف نسبت به سایر سطوح از طریق مقادیر بالای NDSI شناسایی می‌شود (Klein و همکاران ۱۹۹۸). از شاخص NDSI می‌توان برای تفکیک برف و یخ از یکدیگر و همچنین جهت جداسازی برف از ابرهای بالای اتمسفر نظیر ابرهای کومولونیمبوس استفاده نمود.

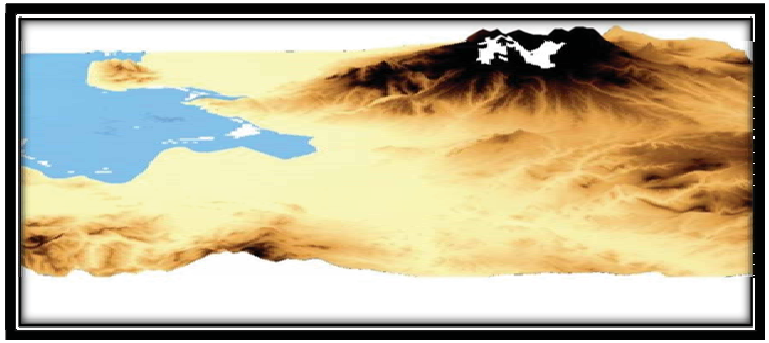
فرایند طبقه‌بندی با پیکسل‌های پوشیده از برف توسط شاخص NDSI به همراه گذاشتن آستانه شروع و با جداسازی آب از این مجموعه، با بکارگیری در محدوده‌ی مادون قرمز نزدیک ادامه می‌یابد. به طور کلی روش‌های مختلفی که تاکنون در نواحی مختلف به‌کار گرفته شده به قرار زیر است:

اگر NDSI بزرگ‌تر یا مساوی ۰/۴ باشد (شکل شماره ۵–۲ ب) یعنی این پیکسل به احتمال ۵۰ درصد یا بیشتر برف می‌باشد. با وجود NDSI بالا، جهت جلوگیری از قرار گرفتن آب در گروه برف، می‌بایست باند ۲ (۸۴۱–۸۷۶ نانومتر) بزرگ‌تر یا مساوی ۰/۱۱ باشد (شکل ۵–۲ ج) و نیز جهت جلوگیری از قرار گرفتن اشیاء تیره به عنوان برف باید باند ۴ (۵۴۵–۵۶۵ نانومتر) بزرگتر یا مساوی ۰/۱ باشد.



شکل ۵–۲: تصویر حاصل از: الف) NDSI، ب) NDSI>0.4، ج)ρ_2>0.11 و د) آشکارسازی برف براساس شاخص NDSI و آستانه‌های تعریف شده

با توجه به شکل (شماره ۵-۲ د) و اعمال شاخص NDSI و آستانه‌های تعریف شده، سطوح پوشیده از برف با سایر سطوح (ابر، سطوح آبی) متمایز می‌باشد. اما سطوح پوشیده از برف بدلیل انعکاس مشابه با نمک‌زارها تداخل پیدا می‌کند، برای حل این مشکل از مدل رقومی ارتفاع بهره گرفته شد که از این طریق سطوح پوشیده از برف به دلیل واقع شدن در ارتفاعات بالا (ارتفاعات سهند) کاملاً از نمک‌زارها متمایز شدند (شکل ۵-۳). در نهایت مساحت سطوح پوشیده از برف در سطح منطقه مورد مطالعه در تاریخ یازدهم اردیبهشت هشتادوهشت برابر با ۱/۴۷۵ هکتار (معادل ۰/۰۱۴۷ کیلومتر مربع) برآورد شد.



شکل ۵-۳: استفاده از مدل رقومی ارتفاع برای تشخیص برف از نمکزارها

۵-۵. کاربرد تصویرهای ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی در بررسی تغییرات کاربری‌های مختلف

آگاهی از روند تغییرات واحدهای کاربری اراضی که عموماً ناشی از عوامل متعددی همچون عوامل اقلیمی، بحران‌های زیست محیطی، خشک سالی‌ها، مسائل بیوسفر، عوامل بیولوژیکی و عوامل انسانی از قبیل رشد و توسعه فضاهای شهری و تأسیسات آن‌ها، ایجاد شهرک‌های صنعتی، واحدهای تولیدی، مجتمع‌های فرهنگی و تفریحی و گسترش اراضی کشاورزی و... می‌باشد، مسئله‌ای مهم در مدیریت بحران‌ها و منابع طبیعی محسوب می‌شود. تصویرهای ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی می‌تواند نقش مهمی در

بررسی این تغییرات و کشف راه حل‌های مناسب توسط محققان داشته باشد.

مثال قابل ذکر از کاربرد داده‌های ماهواره‌ای در بررسی تغییرات کاربری‌های اراضی، بررسی تغییرات کاربری‌های مختلف در حوضه اکولوژیکی دریاچه ارومیه است. این حوضه شامل زیست بوم‌های خشکی و دریایی، تالاب‌ها و مرداب‌هایی است که آن را تبدیل به پیچیده‌ترین و با ارزش‌ترین و همچنین نادرترین محیط‌های زیست در سطح کشور ایران و دنیا کرده است. شایان ذکر است که این حوضه، طبق کنوانسیون رامسر از مناطق با ارزش زیست محیطی جهان محسوب و در سال ۱۹۷۵ به عنوان تالاب بین‌المللی ثبت شده است[1].

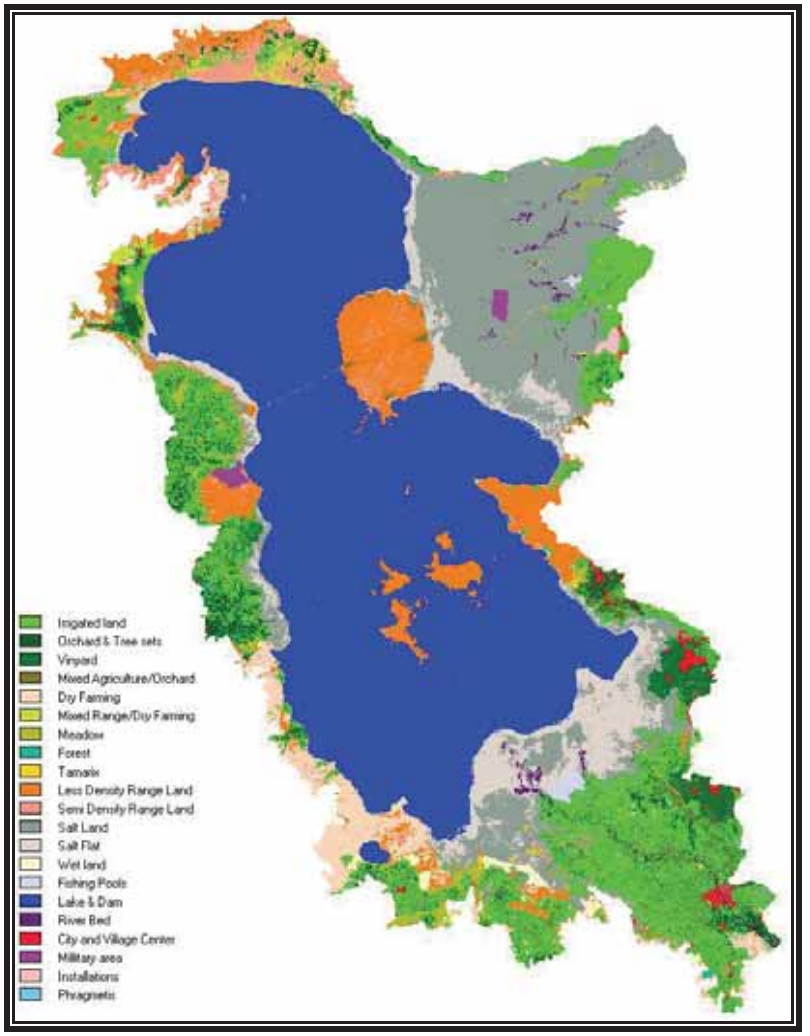
از آنجا که پایش و مراقبت از تالاب‌ها با توجه به وضعیت آشفته جهان کنونی و وقوع بحران‌های زیست محیطی، از دیدگاه توسعه پایدار امری اجتناب ناپذیر است، تغییرات سطح کاربری اراضی حوضه اکولوژیکی دریاچه ارومیه، طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ میلادی با استفاده از داده‌های سنجنده‌های ETM و TM ماهواره لندست، مورد بررسی قرار گرفت (نصیری، ۱۳۸۸)

در پژوهش فوق، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و متدهای خاص، نقشه پوشش اراضی منطقه اکولوژیکی دریاچه ارومیه تولید شد و دقت آن نیز با استفاده از پیمایش زمینی و استفاده از دستگاه GPS و روش ماتریس منابع[2] مورد ارزیابی قرار گرفت (شکل‌های ۵-۴ و ۵-۵). در ادامه سطح طبقات مختلف کاربری اراضی با استفاده از نقشه تولیدی، استخراج شد. سطح کل منطقه مورد مطالعه ۱۱۰۰۲ کیلومتر مربع بود که طبقه زراعت آبی ۱۰ درصد؛ اراضی شور با پوشش گیاهی از تیره هالوفیت‌ها حدود ۱۵/۵ درصد و سطح دریاچه در حدود ۴۴ درصد از سطح کل منطقه را شامل می‌شد.

---

۱. به شماره 21 ROO 3

2. Resource Matrix



شکل ۵-۴: تصویری از نقشه کاربری اراضی حوضه اکولوژیکی دریاچه ارومیه با استفاده از داده‌های +ETM در سال ۲۰۰۰ میلادی

شکل ۵-۵: تصویر فالز کالر سنجنده TM از منطقه مورد مطالعه در سال ۱۹۹۰ میلادی

در ادامه‌ی این پژوهش تغییرات سطح طبقات کاربری اراضی با استفاده از تجزیه و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ حوضه اکولوژیکی دریاچه ارومیه تولید و مورد بررسی قرار گرفت. بیشترین تغییر سطح مربوط به سطح دریاچه ارومیه بود که وضع موجود آن در سال ۲۰۰۰ میلادی نسبت به سال ۱۹۹۰ در حدود ۴۰ هزار هکتار کاهش سطح نشان می‌داد (جدول ۵-۱ و شکل ۵-۴ و ۵-۵). این کاهش در اثر تهدید منابع دریاچه با زدن سد و تغییرات شدید کاربری آب و همچنین

خشک‌سالی‌های چند سال اخیر اتفاق افتاده است. در سال‌های اخیر (بعد از سال ۲۰۰۰ میلادی تا سال ۲۰۰۹) روند کاهش سطح آب دریاچه با شدت بیشتری ادامه دارد و احتمال خشک شدن آن و تبدیل به کویر شدن و داشتن سرنوشتی همچون دریاچه قم بر آن متصور است. کاهش شدید سطح آب آن در قسمت‌های جنوب غرب، جنوب، شرق و شمال آن بیشتر از بقیه قسمت‌های دریاچه بوده است و سطح آب ۲ کیلومتر با ساحل قبلی فاصله گرفته است و به جای آن لایه‌ای از نمک با ضخامت ۲ الی ۳ متر در جاهای مختلف دریاچه را احاطه کرده است. این کاهش آب دریاچه در سال‌های اخیر بی‌سابقه بوده است. از طرف دیگر وسعت اراضی شوره‌زار درسال ۲۰۰۰ میلادی نسبت به سال ۱۹۹۰ میلادی، حدود ۱۱۶ هزار هکتار افزایش سطح داشته است. (شکل‌های ۵-۶ و ۵-۷)

از نظر تغییرات کاربری، اراضی زراعت آبی در حدود ۱۱ هزار هکتار، طبقه مخلوط چمن‌زار ـ جگن و جنگل حدود ۹ هزار هکتار، طبقه مخلوط کشاورزی ـ باغ حدود ۸ هزار هکتار بیشترین تغییرات از نظر افزایش سطح کاربری را در بین سایر طبقات طی دوره ده ساله نشان می‌دهند. طبقه باطلاق ـ سد و استخرهای پرورش ماهی حدود ۶ هزار هکتار نسبت به سال ۱۹۹۰ میلادی افزایش سطح نشان می‌دهند. این امر از تأسیسات استخرهای پرورش ماهی در سطح حوضه اکولوژیکی دریاچه ارومیه در چند سال اخیر نشات می‌گیرد.

شایان ذکر است حوضه دریاچه ارومیه توان‌های محیطی بسیار خوبی برای توسعه صنعت گردشگری و اکوتوریسم و همچنین صنعت شیلات دارد که می‌تواند جهت سرمایه گذاری و ایجاد اشتغال مورد توجه قرار گیرد. (نصیری ۱۳۸۸)

شکل ۵-۶: بستر خشکیده دریاچه

جدول ۵-۱: تغییرات سطح واحدهای کاربری حوضه اکولوژیکی دریاچه ارومیه در سال ۱۹۹۰ نسبت به سال ۲۰۰۰ میلادی (سطح به هکتار)

کد کاربری	نوع کاربری	سطح کاربری‌ها در سال ۱۹۹۰ میلادی	سطح کاربری‌ها در سال ۲۰۰۰ میلادی	تغییرات سطح کاربری
۱	زراعت ابی	۱۱۶۸۶۶	۱۲۸۲۲۱	+۱۱۳۵۵
۲	باغات و مجتمع‌های درختی	۴۶۰۶۵/۲۷	۴۷۴۲۱/۷۴	+۱۳۵۶/۴۷
۴	مخلوط زراعت و باغ	۱۴۷۲۸/۲۱	۲۳۱۴۲/۲۱	+۸۴۱۴
۶	مخلوط دیم و مرتع	۳۷۷۶۳/۹۳	۳۸۴۲۳/۰۳	+۶۵۹/۱
۷	جگن و چمنزار	۱۲۳۵۰/۲۹	۲۱۷۸۸/۷۵	+۹۴۳۸/۴۶
۹	گز	–	۲۰۰۱/۵۸	+۲۰۰۱/۵۸
۱۰	مرتع*	۲۲۰۸۱۷/۶۱	۹۹۵۰۳/۵۴	−۱۲۱۳۱۴
۱۲	اراضی شورزار *	۱۱۵۳۲۰/۰۵	۲۳۱۵۳۹/۹۷	+۱۱۶۲۱۹/۹۲
۱۴	باطلاق/ سد/ استخر پرورش ماهی	۲۴۶۵/۷۴	۸۸۷۵/۸۰	+۶۴۱۰/۰۶
۱۶	دریاچه	۵۲۳۹۳۸	۴۸۳۲۹۵/۷۵	−۴۰۶۴۲/۲۵
۱۷	بستر رودخانه	۸۱۶/۷۱	۴۵۰۶/۵۹	۳۶۸۹/۸۸
۱۸	مراکز شهری و روستایی و سایر	۲۰۷۲/۹۵	۱۰۴۳۸/۵۸	+۸۳۶۵/۶۳
۲۱	نیزار	–	۲۵۲/۷۳	۲۵۲/۷۳
جمع	–	۱۰۹۳۲۰۴/۷	۱۱۰۰۲۷۴/۸۴	۳۳۰۱۱۱/۳۱

* تغییرات سطح طبقات یاد شده مربوط به اراضی شور با پوشش گیاهی نیمه متراکم از گونه هالوفیت‌ها، غالبا در نواحی شمال شرقی دریاچه است که در نقشه کاربری سال ۱۹۹۰ میلادی به‌عنوان مرتع استخراج شده است و بیانگر تغییرات سطح طبقات مذکور نیست.

شکل ۵-۷: لایه‌های نمکی تشکیل شده در ساحل دریاچه ارومیه

۵-۶. کاربرد داده‌های ماهواره‌ای در مطالعه نواحی کشاورزی ـ روستایی

آمار و اطلاعات و تصاویر ماهواره‌ای لندست در امور کشاورزی کاربرد وسیعی دارد. در حقیقت یکی از مهمترین اهداف سنجش از دور کاربردی به دست آوردن اطلاعات از زمین‌های کشاورزی برای شناسایی زمین‌های جدید و دارای قابلیت بالقوه و مناسب برای کشت و زرع بوده است. در عمل، کاربرد اطلاعات ماهواره‌ای از این هم فراتر رفته است، به‌ویژه پس از به‌کارگیری سنجنده TM در ماهواره‌های لندست، مدیریت و برآورد اوضاع کیفی و کمّی محصولات کشاورزی در حیطه عمل مفسران داده‌های ماهواره‌ای قرار گرفت که به دو مورد از آنها اشاره شود.

الف) بررسی درختان میوه: دانیل گوردون مفسر داده‌های سنجش از دور در دانشگاه کُرنل نیویورک با دو تن از همکارانش در سال ۱۹۸۶ طرحی را در کاربرد داده‌های ماهواره‌ای انجام داده‌اند که هدف آن شناسایی درختان میوه از طریق استفاده از اطلاعات عددی سنجنده TM ماهواره‌های لندست بود. در این طرح از روش طبقه‌بندی موسوم به «حداکثر احتمال گوسین» بهره‌برداری شد که در آن طبقه‌بندی پدیده‌ها به‌صورت «نظارت شده» انجام یافت. داده‌های ماهواره‌ای مورد بحث در این طرح مربوط به سنجنده TM بود که در طول سال‌های ۱۹۸۲ تا ۱۹۸۴ به‌وسیله ماهواره‌های لندست جمع‌آوری شده بود. به‌علاوه، در این طرح عکس‌های سیاه و سفید همان منطقه تجزیه و تحلیل شد. پژوهش‌گران فوق ناحیه‌ای به وسعت ۱۴/۷×۱۴/۷ کیلومتر را از طریق مطالعه عکس‌های هوایی انتخاب کردند و با اندازه‌گیری فاصله ردیف‌های درختان میوه در عملیات صحرایی، منطقه را به عنوان ناحیه «تعلیمی» یا «آزمایشی»[1] بررسی کردند. بررسی مزبور نشان داد که شناسایی درختان میوه از درختان دیگر ـ صرف‌نظر از نوع درختان ـ با استفاده از تصاویر سنجنده‌های TM امکان‌پذیر است؛ بدین معنی که نمود درختان میوه در تصاویر سنجنده‌های TM ماهواره‌های لندست بستگی به سن و اندازه درخت و پوشش زمین زیر درختان دارد تا انواع آنها. باید یادآور شد که عدم امکان تفکیک انواع درختان میوه از یکدیگر به علت پوشش گیاهی زیر درختان میوه و تأثیر آنها بر بازتاب انرژی خورشیدی از زمین و درختان بوده است.[2] بدیهی است در صورتی که فقط خود

1. Training / testing area.
2. Gordon Daniel, K., W.R. Philipson, and W.D. Philpot: "Fruit Tree Inventory with Landsat Thematic Mapper Data" in P.E & RS. ;vol. 52, NO. 12, (Dec. 1986).

درختان میوه در نظر گرفته شوند تمیز آنها از همدیگر امکان‌پذیر خواهد بود.

ب) بررسی محصولات کشاورزی: تهیه نقشه‌های شماتیک از محصولات کشاورزی یکی از شناخته شده‌ترین شاخه‌های بررسی داده‌های سنجنده‌های MSS یا TM ماهواره‌های لندست بوده است. آنچه در زیر می‌خوانیم مثالی در این خصوص از کشور استرالیاست.

استیو نیکولسن[1] که با سمت مشاور کشاورزی مرکز کشاورزی و شیلات نیوساوث ویلز[2] کشور استرالیا مشغول به‌کار است، می‌گوید که قبل از به‌کار افتادن ماهواره‌های لندست لازم بود برای حل مشکل یک کشاورز تقریباً دو تا سه بار به مزارع کشت محصولات موردنظر مراجعه و با مشاهده وضع آنها نسبت به سلامت و رشد گیاهان یا غلات اعلام نظر کند. در حالی که اکنون با استفاده از تصاویر گرفته شده از طریق سنجنده MSS ماهواره‌های لندست قادر است امر مشاوره را با تماس تلفنی به کشاورز یا کشاورزان اطلاع دهد؛ در نتیجه وی می‌تواند در ساعات اضافی و آزاد خود روی مسائل مختلف کشاورزی کار کرده، یافته‌های خود را منتشر کند. که این خود کمک با ارزشی برای رشد کشاورزی و بهبود مدیریت آن در منطقه خواهد بود.

ج) مطالعه و بررسی تغییر کاربری جنگل‌ها به کشاورزی: جنگل‌ها به‌عنوان ریه‌های کره زمین نامیده می‌شوند و علت آن اهمیت زیاد این منابع برای حیات بشر از لحاظ تأمین اکسیژن، تلطیف هوا،حفظ خاک، تأمین چوب مورد نیاز و... می‌باشد لذا حفظ و نگهداری از این منابع خدادادی نیز امری بسیار مهم و ضروری می‌باشد. در مسأله جنگل‌زدایی کسب اطلاعاتی در مورد اینکه چه مقدار از جنگل دستخوش تغییر گردیده‌است و یا کدام قسمت از جنگل تُنک گردیده و نیاز به احیاء دارد، ضروری است. برای مطالعه انواع مختلف پوشش زمین از منابع مختلف اطلاعاتی از قبیل عملیات صحرایی، نقشه‌های موجود، داده‌های آماری، اسناد موجود و داده‌های ماهواره‌ای استفاده می‌گردد. بررسی تغییرات پوشش زمین به صورت سنتی و با استفاده از عملیات صحرایی هم وقت‌گیر بوده و هم مقرون به صرفه نیست. محصول این عملیات نقشه‌هایی چاپ شده بر کاغذ بدون داده‌های آماری یا داده‌ای آماری بدون نقشه می‌باشد. در شرایط کنونی ایده‌آل‌ترین روش برای بررسی تغییرات سطح پوشش

1. Steve Nicholson
2. New South Wales Agriculture and Fisheries Station, Landsat Applications; Issue. No.1, 1989.

زمین بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی می‌باشد(Welch،2000).

به لحاظ ماهیت تکراری بودن تصاویر ماهواره‌ای، امکان بررسی روند تغییرات در اراضی جنگلی و مرتعی وجود دارد. مثالی از این مورد تحقیقی است که پورحسن و همکاران در مورد پدیده جنگل زدایی در منطقه حفاظت شده ارسباران انجام دادند[1]. منطقه حفاظت شده ارسباران، منطقه‌ای کوهستانی و مرتفع است که ارتفاع آن از ۳۰۵ تا ۲۷۴۳ متر از سطح دریا متغیر بوده و از نظر جغرافیائی، بخشی از کوه‌های قفقاز را شامل می‌شود. این منطقه دارای شکل‌های متنوعی از ارتفاعات، دره‌های عمیق، دامنه‌های بلند و پر شیب، اراضی جنگلی، مراتع و رودخانه است که در سال ۱۹۷۶ از سوی سازمان یونسکو به‌عنوان ذخیره‌گاه بیوسفری اعلام و از همان سال به‌عنوان منطقه حفاظت شده اعلام گردید.(پورحسن، ۱۳۸۵)

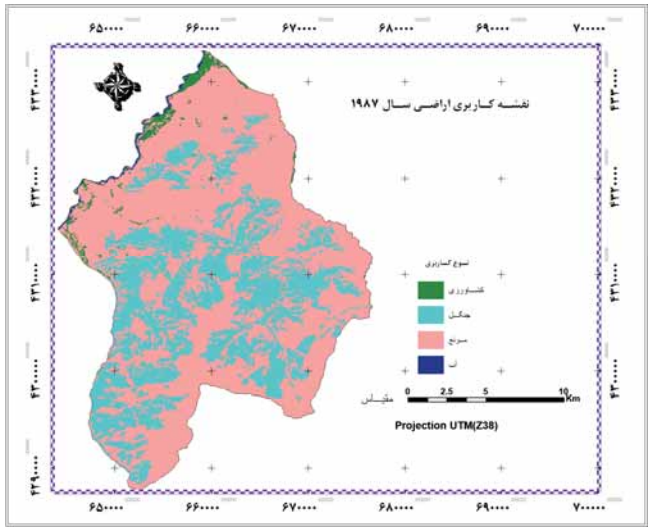
در این تحقیق با استفاده از تصویر سال ۱۹۸۷ سنجنده TM ماهواره LANDSAT7 و تصویر سال ۲۰۰۵ سنجنده LISS ماهواره IRS-1C روند تغییرات سطح جنگل‌های منطقه حفاظت شده ارسباران مورد ارزیابی قرارگرفته و نقشه جنگلهای تخریب شده منطقه در طول دوره تحقیق نیز تهیه گردید.

بعد از انجام تصحیحات لازم بر روی تصاویر ماهواره‌ای شامل تصحیحات اتمسفریک، رادیومتریک و ژئومتریک، به منظور کشف تغییرات رخ داده در طول دوره تحقیق، تصاویر مورد استفاده طبقه‌بندی شدند. طبقه‌بندی فرآیندی است که تصویری با مقادیر ترتیبی را به کلاس‌های اسمی تبدیل می‌کند. تکنیک‌های مختلف طبقه‌بندی قابلیت استخراج اطلاعات از تصاویر چند باندی را دارند. به‌طور کلی دو روش طبقه‌بندی برای استخراج اطلاعات از تصویر وجود دارد که شامل طبقه‌بندی نظارت شده و طبقه‌بندی نظارت نشده است. یکی از ملزومات لازم جهت اطلاع از تعداد کلاس‌های عمده، شناسایی کاربری‌های موجود در منطقه طبقه‌بندی نظارت نشده می‌باشد، لذا در ابتدا تصویر سال ۲۰۰۵ به صورت نظارت نشده، طبقه بندی شد و سپس عملیات صحرایی جهت شناسایی کلاس‌های حاصل از طبقه‌بندی صورت گرفت. در نهایت تصاویر طبقه‌بندی شده دارای ۴ کلاس کشاورزی با کد صفر، جنگل با کد ۱، مرتع با کد ۲ وآب با کد ۳ شد و به فرمت برداری تبدیل و وارد محیط GIS گردید.

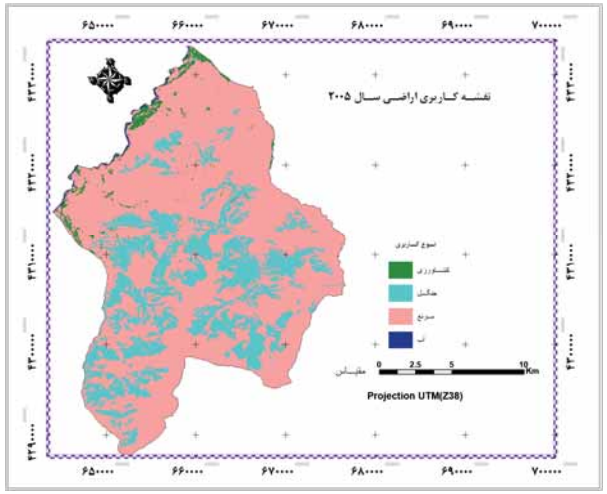
بعد از انجام پردازش‌های لازم قبل و بعد از طبقه‌بندی، ۲ نقشه کاربری اراضی مربوط

۱. ر.ک. مجموعه مقالات دومین همایش علوم جغرافیایی (۱۳۸۸) دانشگاه پیام نور ارومیه

به سال‌های ۱۹۸۷و ۲۰۰۵ تهیه شد. نقشه‌های حاصله با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور، وارد محیط GIS شده و برای انجام عملیات لازم جهت کشف تغییرات جنگل آماده شدند.

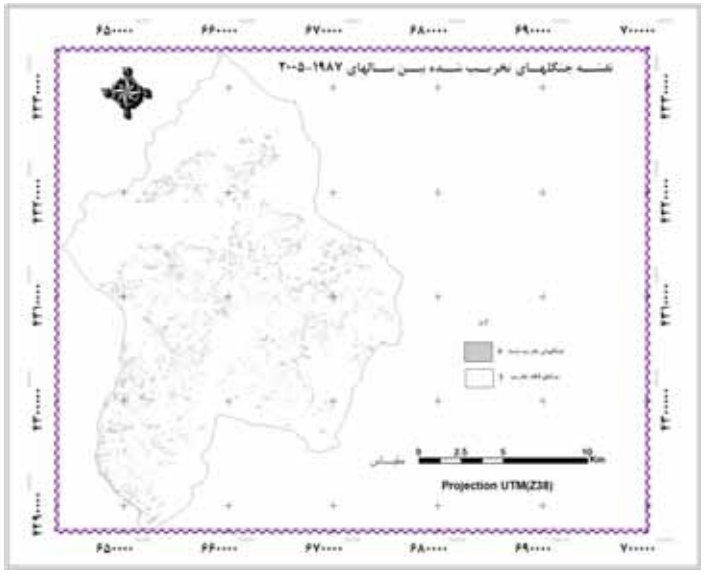


شکل ۵-۸: نقشه کاربری اراضی منطقه حفاظت شده ارسباران در سال ۱۹۸۷



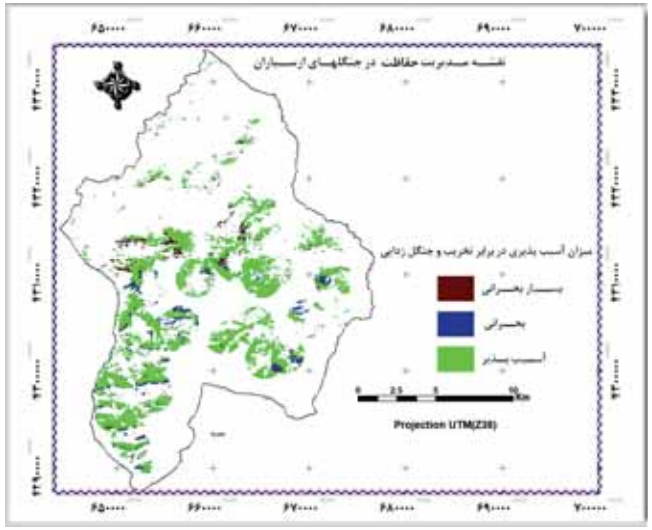
شکل ۵-۹: نقشه کاربری اراضی منطقه حفاظت شده ارسباران در سال ۲۰۰۵

برای بررسی تغییرات سطح جنگل‌های منطقه، میزان تبدیل کاربری‌ها به یکدیگر در دوره ۲۰۰۵-۱۹۸۷ بررسی و تغییرات کاربری‌ها استخراج و نقشه تغییر کاربری به‌دست آمد که در آن تغییرات جنگل درسال ۱۹۸۷ نسبت به سایر کاربری‌ها به‌عنوان جنگل‌زدایی محسوب ودر نهایت نقشه جنگل‌های تخریب شده به‌دست آمد بر اساس این نقشه نتیجه گرفته شد که در طول دوره مورد بررسی مقدار ۸۱۳۹/۷۶ هکتار از سطح جنگل‌های منطقه کاسته شده است.



شکل۵-۱۰: نقشه جنگل‌های تخریب شده منطقه حفاظت شده ارسباران بین سالهای (۲۰۰۵-۱۹۸۷)

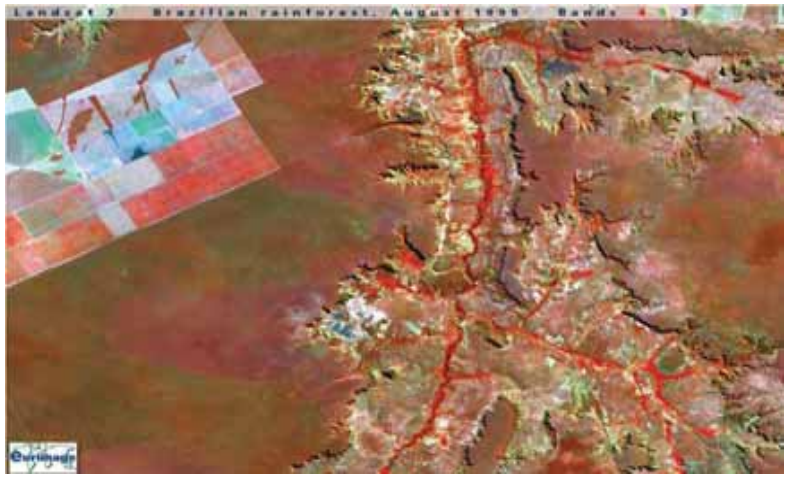
از آن جا که اعمال مدیریت بر روی جنگل‌های ارسباران و جلوگیری از تخریب آن‌ها بسیار ضروری است، نقشه مدیریت حفاظت جنگل‌های بحرانی نیز تهیه شد که شامل سه ناحیه بسیار بحرانی، بحرانی و آسیب‌پذیر بود. سپس با توجه به اهمیت جنگل‌های ارسباران از لحاظ زیست محیطی و روند تخریب آن‌ها و با استفاده از اطلاعات حاصل از این پژوهش، نقشه جنگل‌های حساس به تخریب (که در صورت عدم مدیریت صحیح تخریب خواهند شد) نیز تهیه گردید.



شکل ۵-۱۱: نقشه مدیریت حفاظت در جنگلهای ارسباران

شکل‌های ۵-۱۲ و ۵-۱۳ نیز تصویرهایی از اراضی جنگل‌های بارانی برزیل را در دوره زمانی ۱۳ ساله، نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که بررسی تغییرات کاربری زمین‌های جنگلی در تصویرهای ماهواره‌ای می‌تواند روند تخریب جنگل و افزایش سطح زیر کشت محصولات کشاورزی را نشان دهد (شکل‌های ۵-۱۲ و ۵-۱۳).

شکل ۵-۱۲: تصویر ماهواره‌ای لندست ۷ از کاربری اراضی جنگل‌های بارانی برزیل، ۱۹۸۶. منبع: (نصیری، ۱۳۸۵: پاور پوینت آموزشی)



شکل ۵-۱۳: تصویر ماهواره‌ای لندست ۷ از کاربری اراضی جنگل‌های بارانی برزیل، ۱۹۹۹. منبع: (نصیری، ۱۳۸۵: پاور پوینت آموزشی)

۵-۷. کاربرد داده‌های ماهواره‌ای در مطالعه نواحی صنعتی ـ شهری و مسائل نظامی

شناسایی نواحی شهری یا صنعتی با استفاده از تصاویر و اطلاعات اخذ شده به‌صورت وسیله ماهواره‌ها، به دلیل ویژگی مصالح ساختمانی به‌کار رفته در ساختمان آنها معمولاً با اشکالات جدی همراه است. با اینکه در پرواز با هواپیما پدیده‌های شهری به سهولت شناسایی می‌شوند، ولی شناسایی نواحی مزبور در تصاویر و داده‌های ماهواره‌ای بستگی به شناسایی عملیات و تغییراتی دارد که به دست بشر انجام گرفته است. بدیهی است که با توجه به مواد اولیه ساختمانی، ویژگی‌های بازتابی سقف مسکن‌ها، کارخانه‌ها، سطوح خیابان‌ها و...، بازتاب زمین‌های بایر و سنگ‌های طبیعی تفاوت بسیاری بارزی را نشان نخواهد داد؛ زیرا واکنش مواد ساختمانی از قبیل سیمان، سنگ و سفال در برخورد با انرژی مغناطیس همانند واکنش آنها در طبیعت خواهد بود. با همه این‌ها، عوامل طبیعی شهری در تصاویر رنگی کاذب ماهواره‌ای معمولاً به رنگ آبی متمایل به رنگ خاکستری ظاهر می‌شوند؛ در نتیجه شناسایی آنها عمدتاً بستگی به ویژگی‌هایی دارد که افعال بشر یا عوامل فرهنگی محیط زیست انسانی، شکل طبیعی آنها را تغییر داده است.

در تصاویر سنجنده‌های MSS ماهواره‌های لندست با قدرت تفکیک ۷۵×۵۷

متری آن معمولاً شهرها و نواحی صنعتی به‌صورت آبی متمایل به رنگ خاکستری که بعضی اوقات با زمین‌های بایر تفاوت چندانی ندارند، ظاهر می‌شوند. تنها فرق قابل توجه در اینگونه تصاویر، وجود خطوط جاده‌ها و خیابان‌هاست که به علت ظاهر بسیار مشخص آنها بآسانی شناسایی می‌شوند.

با ظهور سنجنده TM در ماهواره‌های لندست نسل دوم با قدرت تفکیک ۳۰×۳۰ متر آن، عملکرد ماهواره‌ها در شناسایی مناطق و پدیده‌های شهری بهبود پیدا کرد. بدین ترتیب کاربرد تصاویر و داده‌های ماهواره‌ای برای شناسایی و برنامه‌ریزی نواحی شهری و صنعتی از رشد بیشتری برخوردار گردید.

امروزه سنجنده‌های PAN و چند طیفی نصب شده بر روی ماهواره آیکونوس با قدرت تفکیک زمینی ۱ متری (در باند سیاه و سفید) و ۴ متری (در باند رنگی) قادرند اطلاعات مفیدی از پدیده‌های شهری، نظامی، طبیعی و ... را در اختیار قرار دهند شکل ۵-۱۴ شهر ایلام و شکل ۵-۱۵ نیروگاه اتمی بوشهر را نشان می‌دهد، هر دو نمونه خوبی از تصاویر این ماهواره است. چنان که در تصاویر ۵-۱۴ و ۵-۱۵ مشاهده می‌شود، کیفیت تصاویر این ماهواره بسیار بالا است و می‌تواند تصاویری مانند عکس‌های هوایی تولید کند.

شکل ۵-۱۴: پدیده‌های شهری ـ شهر ایلام (تصویر ماهواره‌ی ایکونوس با قدرت تفکیک ۱متری)

شکل ۵-۱۵: نیروگاه اتمی بوشهر، تصویر ماهواره‌ی ایکونوس با قدرت تفکیک ۱متر

پیشرفت قابل توجه دیگر با ظهور ماهواره‌های کویک‌برد[1] حاصل شد. سیستم پیشرفته تصویر برداری سنجنده‌های این ماهواره قادر است در باند رنگی تصویرهایی با تفکیک فضایی ۲/۵ متر و در باند سیاه و سفید[2] تصویرهایی با تفکیک فضایی ۶۱ سانتی‌متر تهیه کند. با این توان تفکیک بسیار بالا قطعاً تصویرهای این ماهواره می‌تواند در امور جاسوسی، نظامی، حمل و نقل، مطالعات محیط طبیعی و کاربری اراضی کاربردهای مفید و مؤثری ارائه دهد. امّا اطلاعات آن تاکنون[3] محرمانه می‌باشد و فقط به منظورهای سیاسی و نظامی با قیمت بالایی خرید و فروش شده است.

شکل ۵-۱۶ فرودگاه فرانکفورت را که با استفاده از سنجنده (PAN) این ماهواره

1. Quik Bird
2. PAN

۳. سال ۲۰۱۰ میلادی

با توان تفکیک ۶۱ سانتی‌متر تهیه شده است، نشان می‌دهد. به وضوح تصویر که آن را مثل یک عکس هوایی نشان می‌دهد، توجه نمایید.

شکل ۵-۱۶ فرودگاه فرانکفورت (تصویر ماهواره‌ی کویک برد با قدرت تفکیک ۶۱ سانتی متر)

از سال ۲۰۰۷ میلادی ماهواره ورد ویو-۱[1] فعالیت خود را آغاز کرد. سنجنده‌ی پیشرفته این ماهواره قادر است در باند سیاه و سفید تصویرهایی با تفکیک فضایی ۵۰ سانتی‌متر تهیه کند. توان تفکیک زمانی این ماهواره ۱/۷ روز است و قادر است روزانه داده‌هایی را از محدوده ۷۵۲۰۰۰ کیلومتر مربع جمع‌آوری کند. شکل ۵-۱۷، محصول تصویری این ماهواره از یک منطقه شهری را نشان می‌دهد.

1. WorldView-1

شکل ۵– ۱۷: یک منطقه شهری (تصویر ماهواره‌ی WorldView-1 با قـدرت تفکیـک ۵۰ سانتی در باند سیاه و سفید)

ماهواره ورد ویو–۲[1] نسل جدیدتری از مـاهواره فـوق اسـت کـه از سـال ۲۰۱۰ فعالیت خود را آغاز کرده است. سنجنده‌ی پیشرفته‌ی این ماهواره قادر است در ۸ بانـد چنـد طیفـی[2] تـصویرهایی بـاتوان تفکیـک فـضایی ۱/۸ متـر و در بانـد سـیاه و سـفید تصویرهایی با توان تفکیک فضایی ۵۰ سانتی‌متر تهیه کند. میـانگین تفکیـک زمـانی آن یک روز است و قادر است داده‌هایی را از محدوده‌ای حـدود ۹۷۵۰۰۰ کیلـومتـر مربـع جمع‌آوری کند. شکل ۵–۱۸ محصول تصویری ایـن مـاهواره را از یـک منطقـه نظـامی نشان می‌دهد.

1. WorldView-2
2. Maltispcetral

شکل ۵– ۱۸: یک منطقه نظامی (تصویر ماهواره‌ی WorldView-2 با قـدرت تفکیـک ۵۰ سانتی در باند سیاه و سفید و ۱/۸ متر در باند چندطیفی)

ماهواره پیشرفته دیگر، ژئوای ــ۱[1] نـام دارد کـه از سـال ۲۰۰۹ تـاکنون فعالیـت می‌کند. این ماهواره قادر است تصویرهایی با تفکیک فضایی ۴۱ سانتی‌متر در باند سـیاه و سفید، چند طیفی، رنگی طبیعی و رنگی مادون قرمز تهیه کند. این بـدان معنـی اسـت که سنجنده‌های فوق پیشرفته ماهواره فوق قادرند پدیده‌هایی به اندازه تقریبـی ۱۶ ایـنچ را تشخیص دهند. شکل ۵–۱۹ محصول تصویری این ماهواره را نشان می‌دهد.

1. GeoEye-1

شکل ۵- ۱۹: تأسیسات شهری (تصویر ماهواره‌ی GeoEye-1 با قدرت تفکیک ۴۱ سانتی)

متخصصان امور شهری با بررسی و تجزیه و تحلیل دقیق این‌گونه تصاویر به‌ویژه با استفاده از داده‌های عددی مربوط به آنها و با بهره‌گیری از کامپیوتر خواهند توانست که در برنامه‌ریزی‌های خود با واقع‌بینی بهتر و دانشی پرمایه‌تر اعلام‌نظر و تصمیم‌گیری کنند.

خلاصه

در امر برنامه‌ریزی منطقه‌ای و آمایش سرزمین عواملی چند مؤثرند که در کنار آنها استفاده از عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های لندیوز[1] یا کاربری زمین نقش مهمی دارند. در میان این ابزار و امکانات نقشه‌های بهره‌برداری از زمین جایگاه خاص خود را دارد. دست اندرکاران این گونه مطالعات، به ارزش این نقشه‌ها از نظر

1. Land Use

امکاناتی که برای مکان‌یابی استقرار بخش‌های مختلف تولیدی، زیربنایی و خدمات در ارتباط با جوامع و منابع طبیعی قرار می‌دهد، بیشتر وقوف یافته و اطمینان پیداکرده‌اند. به‌طور کلی استفاده از زمین عبارت از مطالعه نحوه استفاده از اراضی که بهترین روش نمایش آن به کمک نقشه امکان‌پذیر است. آنچه که در این رابطه حائز اهمیت است مسأله‌ی استعداد اراضی است یعنی اینکه در شرایط فعلی استفاده از زمین چیست و دوم اینکه استفاده از زمین چه باید باشد که هر کدام جای خاص خود را در امر برنامه‌ریزی دارد. بدین معنی که اولی وضع موجود را نشان می‌دهد و مورد دوم کاربرد توصیه‌ای را مطرح می‌کند. امروزه در مطالعه و تهیه نقشه‌های استفاده از زمین استانداردهای متفاوتی به‌کار گرفته می‌شود که برای هر کشوری با توجه به شرایط طبیعی حاکم بر آن متفاوت است.

تهیه‌ی نقشه‌های کاربری زمین به کمک داده‌ها، اطلاعات و منابع مختلفی صورت می‌گیرد که این داده‌ها جداگانه و یا یکدیگر منجر به تهیه‌ی نقشه‌های فوق می‌شوند. هرچه اطلاعات موجود در امر تهیه‌ی نقشه‌ها بیشتر باشد، نتایج حاصله مطمئن‌تر و دقیق‌تر خواهد بود، به‌طور مثال تکراری بودن تصاویر ماهواره‌ای از جمله مزایایی است که کاربرد داده‌های ماهواره‌ای را در سنجش از دور وسعت می‌بخشد و در امر تهیه‌ی نقشه‌ها اطلاعات دقیق‌تری را ارائه می‌دهد.

حفظ منابع طبیعی زمین یکی دیگر از وظایف مهم دولت‌ها و ملت‌هاست، زیرا انسان‌ها مواد غذایی خود را از زمین تأمین می‌کنند و بر روی زمین زندگی می‌کنند و استفاده از امکانات زمین است که موجب ادامه‌ی حیات انسان می‌شود، از این رو، حفظ و حراست آن و استفاده عادلانه از امکانات و منابع موجود در آن امری ضروری است. یکی از دلایل پیشرفت علم سنجش از دور نیز به همین منظور است زیرا برای نگهداری و جلوگیری از تخریب زمین لازم است دقیقاً وضع موجود زمین را شناسایی کرده و مکان‌هایی که در تعرض فعالیت‌های بدون قید و شرط انسان قرار گرفته و رو به تخریب می‌روند مورد حفاظت قرار گیرند. جمع‌آوری اطلاعات درباره‌ی اوضاع فعلی محیط طبیعی می‌تواند در برنامه‌ریزی‌ها برای مدیریت متناسب و صحیح آن به‌کار گرفته شود.

سازماندهی نواحی کشاورزی و روستایی نیز از دیگر فعالیت‌های انسانی است که

ضرورت انجام آن بر همگان روشن است، آمار و اطلاعات به دست آمده چه از طریق عکس‌های هوایی و چه از طریق داده‌های ماهواره‌ای در امور کشاورزی کاربرد وسیعی دارد. شناسایی زمین‌های جدید و دارای قابلیت بالقوه برای هر کشوری از اهمیت شایان توجهی برخوردار است. زیرا تأمین مواد غذایی و توسعه‌ی بخش کشاورزی در برنامه‌ریزی‌های ملی و کشوری در اولویت قرار دارد. امروزه تولید محصولات کشاورزی در روستاها انجام می‌گیرد و روستاها و ساکنان آن باید بیشتر مورد توجه قرار گیرند. ساماندهی به بافت فیزیکی روستاها و اجرای طرح‌های هادی روستایی به منظور ایجاد محیطی آرام و سالم موجب خواهد شد که مهاجرت به شهرها کاهش یابد و تولید کنندگان بیشتری در امر کاشت و برداشت محصولات کشاورزی سهیم باشند. تفسیر و تجزیه و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای در این رابطه کمک مؤثری به شناسایی وضع موجود روستاها نموده و با تعیین اراضی مناسب و مساعد امکان ایجاد و استقرار روستاهای جدید را در کنار اراضی مستعد کشاورزی امکان پذیر می‌سازد. گرایش به زندگی شهرنشینی و افزایش جمعیت شهری نیز امر برنامه‌ریزی شهری را به ویژه در کشورهای جهان سوم جدی‌تر نموده و موجب شده است که به آن توجهی خاص مبذول شود. ساماندهی شهرها و تهیه‌ی طرح‌های جامع شهری نیازمند شناخت وضع موجود شهرها است که در این رابطه نه تنها عکس‌های هوایی می‌توانند کمک کنند بلکه استفاده از داده‌های ماهواره‌ای هم سودمند و هم ضروری خواهد بود، گرچه استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در این رابطه در ابتدای امر کاری دشوار است لیکن در کنار سایر اطلاعات و بررسی‌های موجود این تصاویر نیز می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند، به ویژه اینکه تجربه و مهارت مفسران تصاویر ماهواره‌ای از مشکلات تا حدودی کاسته است و پیشرفت تکنولوژی سنجنده‌ها و بهتر شدن کیفیت تصاویر نیز رفته رفته امکان استفاده بهتر آنها را میسر ساخته است. تصاویر ماهواره‌ای در مکان یابی استقرار صنایع نیز نقشه عمده‌ای دارند به ویژه که امروزه مسأله‌ی آلودگی هوا در شهرها مطرح است و حتی الامکان سعی می‌شود استقرار صنایع در خارج از محدوده‌های شهری صورت پذیرد. مکان‌های مناسب در این رابطه شناسایی و با توجه به سایر جوانب با احداث مجتمع‌های صنعتی در نقاط مورد نظر تا حدودی از مشکلات انسان کاسته خواهد شد و شهرها که اکثریت جمعیت را در خود جای داده‌اند

خواهند توانست به یک توسعه‌ی نسبتاً ارگانیک دست یابند. استفاده از ابزار و تکنولوژی جدید به‌ویژه کامپیوتر نیز برنامه‌ریزان و متخصصین را در این رابطه یاری داده و موجب خواهد شد که دست اندرکاران با اطمینان بیشتر به‌کار خود ادامه دهند.

خودآزمایی

۱. در تصویر سنجنده‌های MSS ماهواره‌های لندست شهرها و نواحی صنعتی با چه رنگی ظاهر می‌شوند؟

الف) قهوه‌ای متمایل به قرمز　　ب) قهوه‌ای تیره

ج) خاکستری متمایل به آبی　　د) آبی متمایل به خاکستری

۲. کدام یک از عبارت‌های زیر تعریف جامعی است از نقشه‌های لندیوز است؟

الف) نقشه‌ای که در مجموع به عنوان نقشه استفاده از زمین شناخته می‌شود.

ب) نقشه‌ای که به عنوان استفاده از کانسارها شناخته می‌شود.

ج) نقشه‌ای که به عنوان استفاده و به‌کارگیری باتلاق‌ها شناخته می‌شود.

د) نقشه‌ای که در مجموع به عنوان استفاده از مراتع شناخته می‌شود.

۳. در سطح‌بندی اطلاعات به منظور مطالعه و پژوهش با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای کدام گزینه سطح یک را نشان می‌دهد؟

الف) تصاویر ماهواره‌ای و اطلاعات اخذ شده از ارتفاع زیاد

ب) تصاویر ماهواره‌ای و اطلاعات اخذ شده از ارتفاع متوسط

ج) تصاویر ماهواره‌ای با اندکی اطلاعات جنبی

د) تصاویر ماهواره‌ای و اطلاعات اخذ شده از ارتفاع کم

۴. برای افزایش دقت تعبیر و تفسیر داده‌های ماهواره‌ای و رساندن آن به حد ۸۰ تا ۹۰ درصد، کدام روش مؤثرتر است؟

الف) پیش‌گیری از دخالت دادن برخوردهای سلیقه‌ای

ب) انجام بررسی‌های زمینی و مقایسه با نقاط شناخته شده‌ی قابل تعمیم

ج) فاصله دادن دقت تعبیر و تفسیر کلاس‌های مختلف

د) حذف بعضی از طبقات شناخته نشده

۵. مهمترین کاربرد داده‌های حاصل از تصویرهای ماهواره سری کویک‌برد کدام است؟

الف) کاربری اراضی
ب) مطالعه منابع زمینی
ج) مطالعات اقتصادی
د) امور سیاسی و نظامی

۶. کاربرد داده‌های ماهواره‌ای در نواحی کشاورزی ـ روستایی را شرح دهید.

پاسخ خودآزمایی فصل اول:

۱. الف

۲. ج

۳. ب

۴. الف

۵. ج

۶ استریوسکوپ آیینه‌دار کامل‌تر و بهتر از استریوسکوپ جیبی است و علاوه بر عدسی چشمی برای دید عادی، دارای عدسی‌های چشمی اضافی برای بزرگ‌نمایی ۳ و ۶ و ۸ برابر نیز می‌باشد. وجود آیینه و منشور باعث زیاد شدن فاصله بین دو عکس در موقع دید سه‌بُعدی می‌شود و عکس‌ها روی هم قرار نگرفته و در نتیجه یک مرتبه، تمام پوشش مشترک طولی ۷۰٪ ـ ۶۰٪ می‌تواند مورد مطالعه و تفسیر قرار گیرد.

پاسخ خودآزمایی فصل دوم:

۱. ج

۲. الف

۳. د

۴. ب

۵. ج

۶. حدود میزان گسترش مرکز شهری و روستایی بر روی تصاویر به خصوص تصاویر رنگی مجازی به کمک شکل و تن آن قابل تشخیص است. مراکز شهری به لحاظ وسعت و وجود شبکه‌ی خیابانی و راه‌های ارتباطی اصلی که به این مراکز ختم می‌شوند قابل تفکیک هستند و به رنگ کرم مشخص می‌شوند و مراکز روستایی به‌صورت لکه‌ی سفید یا کرم روشن که هاله‌ای قرمز رنگ (نمایانگر پوشش گیاهی) آن را احاطه کرده، نمایان می‌باشد. از میزان گسترش و راه‌های ارتباطی که به این مرکز ختم می‌شود می‌توان به شهر، بخش و یا روستایی بودن آن پی‌برد.

پاسخ خودآزمایی فصل سوم:

۱. الف

۲. د

۳. ب

۴. ج

۵. د

۶. مهمترین موارد کاربرد عکس‌های هوایی در بررسی منابع آب به شرح زیر است:

الف) مطالعه و بررسی مناطق کوهستانی برف‌گیر و محاسبه‌ی دقیق میزان پوشش برف و میزان ذوب آن به منظور پیش‌بینی دبی رودخانه‌ها و کنترل سطح آب سدها.

ب) بررسی، مطالعه و نقشه‌های مربوط به تغییرات سطح آب در مخازن آب‌های سطحی.

ج) تهیه نقشه‌های هیدرولوژی و تعیین سطح حوضه‌های آبریز به منظور ارزیابی مقدار آب ورودی به سفره‌های زیر زمینی.

د) مطالعه در مورد نحوه‌ی وقوع سیلاب‌ها و تعیین وسعت مناطق سیل زده.

ه) ارزیابی مقدار رسوبات معلق در رودخانه‌های پر آب و بررسی توسعه دلتا در مصب این نوع رودخانه‌ها.

و) کسب اطلاعات لازم به منظور پیشنهاد جهت تعیین محل احداث سدها و تخمین عمر مفید آنها.

ز) تشخیص و طبقه‌بندی مناطق آبرفتی و مخروط افکنه و ارزیابی خصوصیت‌های مربوط به آن از نظر دانه‌بندی، رطوبت سطحی، پوشش گیاهی و غیره.

پاسخ خودآزمایی فصل چهارم:

۱. ب

۲. الف

۳. د

۴. الف

۵. ج

۶. از عکس‌های هوایی در امور نظامی به ویژه جهت شناسایی مقدماتی و به دست آوردن اطلاعات دقیق از مواضع و استحکامات دشمن، تهیه‌ی طرح و نقشه‌های تعرضی و دفاعی در حد وسیعی استفاده می‌شود. همچنین عکس‌های هوایی در مطالعات مربوط به مکان‌یابی بهینه صنایعی که اهمیت آن‌ها به لحاظ امنیتی در سطح بالایی قرار دارد (از قبیل نیروگاه‌های اتمی و فرودگاه‌ها) کاربرد دارد. البته لازم است در این رابطه عکس‌های هوایی را با نتایج حاصل از سایر اطلاعات از جمله عملیات صحرایی توأم نمود و به جنبه‌ی کاربردی آن در امور نظامی افزود.

پاسخ خودآزمایی فصل پنجم:

۱. د

۲. الف

۳. ج

۴. ب

۵. د

۶. آمار و اطلاعات حاصل از تصاویر ماهواره‌ی لندست در امور کشاورزی کاربرد وسیعی دارد، در حقیقت یکی از مهمترین اهداف سنجش از دور کاربردی، به دست آوردن اطلاعات از زمین‌های کشاورزی برای شناسایی زمین‌های جدید و دارای قابلیت بالقوه و مناسب برای کشت و زرع بوده است. در عمل، کاربرد اطلاعات ماهواره‌ای از این فراتر رفته است، به ویژه پس از به‌کارگیری سنجنده TM در ماهواره‌های لندست، مدیریت و برآورد ارزش کیفی و کمی محصولات کشاورزی در حیطه عمل مفسران داده‌های ماهواره‌ای قرار گرفت.

فهرست منابع و مآخذ

۱. آدابی، محمدحسین. (۱۳۶۸) نگرشی بر کاربرد عکس‌های هوایی، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی (شماره‌ی ۱۲). آستان قدس رضوی.

۲. احمدی سروش، کیادخت. (۱۳۶۳) فتومپ پلانیمتری براساس تصاویر فضایی و هوایی، مرکز سنجش از دور ایران.

۳. امینی، جمال؛ صفرراد، طاهر؛ هاشمی، سید هدایت (۱۳۸۸) آشکارسازی سطوح پوشیده از برف با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی؛ **مجموعه مقالات دومین همایش** ملی علوم جغرافیایی دانشگاه پیام نور سراسر کشور ارومیه ۱۷،۱۶ مهرماه.

۴. حسن پورکشاورز، حسن؛ نصیری، علی؛ جعفری، سیفاله (۱۳۸۸) بررسی عوامل مؤثر در جنگل‌زدایی با استفاده از GIS و کاربرد آن در تهیه نقشه مدیریت حفاظت جنگل‌های بحرانی (مطالعه موردی: جنگل‌های ارسباران؛ مجموعه مقالات دومین همایش ملی علوم جغرافیایی دانشگاه پیام‌نور سراسر کشور، ارومیه، ۱۶ و ۱۷ مهرماه.

۵. دالکی، احمد. (۱۳۶۸) تفسیر عکس‌های هوایی (چاپ سوم) دانشگاه تهران.

۶. دینی، غلامرضا. (۱۳۸۴) بررسی تغییرات سطوح برف گیر در البرز مرکزی با استفاده از داده‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.

۷. ریچارد ری. (۱۳۶۷) عکس‌های هوایی و تفسیر زمین‌شناسی و تهیه‌ی نقشه، ترجمه ابوالقاسم وامقی، مرکز نشر دانشگاهی.

۸. صدیقی، مهدی. (۱۳۵۱) فتوگرامتری و تفسیر عکس‌های هوایی، دانشگاه مشهد.

۹. صدیقی، مهدی. (۱۳۶۵) کاربرد عکس‌های هوایی در مطالعات جغرافیایی در عمران شهرها، «مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی»، دانشگاه فردوسی.

۱۰. صدیقی، مهدی. (۱۳۶۵) کاربرد عکس‌های هوایی در مطالعه پوشش گیاهی «مجله‌ی دانشکده ی ادبیات و علوم انسانی»، دانشگاه فردوسی.

۱۱. صدیقیان، ایرج؛ احمدی سروش، کیادخت. (۱۳۶۵) تهیه‌ی نقشه‌های تصویری براساس اطلاعات ماهواره‌ای لندست، مرکز سنجش از دور ایران، **مجموعه مقالات جغرافی (شماره‌ی ۱)**، آستان قدس رضوی.

۱۲. علیخانی، بهلول. (۱۳۷۱) اصول عکس‌های هوایی، دانشگاه پیام نور.

۱۳. علیزاده ربیعی، حسن (۱۳۸۸)، سنجش از دور، اصول و کاربرد، تهران، انتشارات سمت، چاپ دهم.

۱۴. مباشری، محمدرضا و رضائی، یوسف (۱۳۸۵)، «تشخیص پوشش مه و ابرهای کوتاه St با استفاده از تصاویر ماهواره MSG – I » **نشریه دانشکده فنی دانشگاه تهران، جلد ۴۰، شماره ۸، صص ۱۱۱۹ ـ ۱۱۰۷.**

۱۵. نصیری، علی (۱۳۸۸) ارزیابی تغییرات کاربری‌های مختلف حوزه اکولوژیکی دریاچه ارومیه با استفاده از فن‌آوری سنجش از دور (RS) و سیستم موقعیت یاب جهانی (GPS) در دهه ۱۹۹۰–۲۰۰۰؛ **مجموعه مقالات دومین همایش ملی علوم جغرافیایی دانشگاه پیام‌نور سراسر کشوری** ۱۶ و ۱۷ مهرماه.

۱۶. نصیری، علی، (۱۳۸۵) پاورپوینت تهیه شده از درس تفسیر و کاربرد عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای.

۱۷. وامقی، ابوالقاسم. (۱۳۶۸) کاربرد عکس‌های هوایی، دانشگاه تهران.
18. A Guide 199 to Remote Sensing: Interpreting Images of the Earth, p. 199.
19. DRURY, S.A.;1990 A Guide to Remote Sensing: Interpreting Images of the Earth; Oxford Science Pudlication, p. 199.
20. Evaluation of Remote Sensing in Cartography, John D. Mciaurin.
21. Cordon Daniel K., W.R. Philipson, and W.D. Philpot; (1986) "Fruit Tree Inventory with Landsat
22. Thematic Mapper Data" in P.E & RS.; Vol. 52, No. 12, (Dec. 1986).
23. Klein, A. G, (1998) ,Development and validation of a snow albedo algorithm for the MODIS instrument, Annals of Glaciology
24. Klein, A. G., Hall, D K and Riggs, G. A, 1998, Global Snow Cover Monitoring Using MODIS, 27 International Symposium on Remote of Environment, Tromsø, pp. 363-366
25. New South Wales Agriculture and Fisheries Station, Landsat Application; Issue, No. 1, (1989).
26. Ulbricht, K.A; (1981) "Examples of Applications of Digital Image Processing of Remotely Sence Phonomena" in Remote Sensing in Meteorology, Oceanography and Hydrology; A.I Cracknelled., John Wiley and Sons, (1981), pp.285- 294.

خوانندهٔ محترم

این پرسشنامه به منظور ارتقای کیفیت کتاب‌های درسی و رفع نواقص آن‌ها تهیه شده است. دقت شما در پاسخگویی به این پرسشنامه در پایان هر نیمسال ما را در تحقق این هدف یاری خواهد کرد.

نام کتاب ..... نام مؤلف/مترجم ..... سال انتشار .....

پاسخگو: عضو علمی پیام‌نور □ عضو علمی سایر دانشگاه‌ها □ رشتهٔ تخصصی ..... سابقهٔ تدریس .....

دانشجوی پیام‌نور □ دانشجوی سایر دانشگاه‌ها □ رشتهٔ تحصیلی ..... ورودی سال .....

سؤال	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	بسیار کم
۱. آیا از زمان تحویل و نحوهٔ دسترسی به کتاب راضی بودید؟					
۲. آیا حجم کتاب با توجه به تعداد واحد مناسب بود؟					
۳. آیا راهنمایی‌های لازم برای مطالعهٔ کتاب منظور شده بود؟					
۴. آیا در ترتیب مطالب کتاب سلسله مراتب شناختی (آسان به مشکل) رعایت شده بود؟					
۵. آیا تقسیم‌بندی مطالب در فصل‌ها یا بخش‌ها متناسب و بجا بود؟					
۶. آیا متن کتاب روان و ساده و جمله‌ها قابل فهم بود؟					
۷. آیا به‌روزبودن مطالب و آمارها رعایت شده بود؟					
۸. آیا مطالب تکراری داشت؟					
۹. آیا پیوستگی مطالب با درس‌های پیش‌نیاز رعایت شده بود؟					
۱۰. آیا مثال‌ها، شکل‌ها، نمودارها، جدول‌ها و ... گویابودند و درفهم مطلب تأثیر داشتند؟					
۱۱. مطالعهٔ هدف‌های کلی، آموزشی/ رفتاری تا چه اندازه به درک بهتر شما کمک کرد؟					
۱۲. آیا خودآزمایی‌های کتاب به‌گونه‌ای بود که تمام مطالب درسی را شامل شود؟					
۱۳. آیا پاسخ خودآزمایی‌ها و تمرین‌ها کامل و گویا بود؟					
۱۴. چقدر با غلط‌های املایی و اشکال‌های چاپی مواجه شدید؟					
۱۵. آیا از کیفیت چاپ و صحافی کتاب راضی بودید؟					
۱۶. آیا طرح روی جلد کتاب با مطالب کتاب تناسب داشت؟					
۱۷. چنانچه دانشگاه وسایل کمک‌آموزشی از قبیل نوار، فیلم، لوح فشرده و ... در اختیارتان گذارده، آیا به درک بهتر شما کمک کرده‌اند؟					
۱۸. تا چه اندازه این کتاب شما را از حضور در کلاس بی‌نیاز کرد؟					

در مجموع کتاب را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ عالی □ خوب □ متوسط □ ضعیف □ بسیار ضعیف □

لطفاً چنانچه با اشکال‌های تایپی یا محتوایی و مطالب تکراری مواجه شده‌اید، فهرستی از آن‌ها را با ذکر شمارهٔ صفحه ضمیمه کنید. در صورت تمایل سایر پیشنهادهای خود را نیز بنویسید.

این پرسشنامه را پس از تکمیل از کتاب جدا کنید و به قسمت آموزش مرکز تحویل دهید یا مستقیماً به نشانی تهران، صندوق پستی ۳۳۳-۱۴۳۳۵، مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی کتاب ارسال فرمایید. آدرس وبگاه ما www.pnu.ac.ir است. با ورود به وبگاه، مسیر زیر را طی نمایید: ساختار دانشگاه/ معاونت‌ها/ فناوری اطلاعات/ مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی.

با تشکر

مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی