

نقشهبرداری با استفاده از سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS)^۱

مقدمه

از مهم‌ترین امور در تهیه‌ی نقشه، تشکیل اسکلت و تعیین موقعیت نقاط مبنای است که طی آن پس از انجام عملیاتی، مختصات سه‌بعدی نقاط (یعنی x و y و z) تعیین می‌گردد. با توجه به این‌که قبلاً برای این‌کار اندازه‌گیری دقیق زوایا و طول‌های تشکیل‌دهنده‌ی اسکلت فوق ضرورت داشت و به‌این منظور نیز لازم بود هر نقطه به نقاط قبل و بعد از خود دید داشته باشد، به‌اجبار این نقاط در روی ارتفاعات و مناطق صعب‌العبور انتخاب می‌شوند و انجام اندازه‌گیری‌ها بسیار مشکل و وقت‌گیر بود و از آنجا که به دلیل تغییرات سطح زمین باید هر چند سال یک‌بار هم عملیات تکرار شود انجام این‌کار برای کل مناطق سطح زمین غیرممکن می‌نمود.

در سال ۱۹۷۳ سیستمی به نام (GPS) به کار گرفته شد که بر مبنای یک سیستم مختصات منحصر به‌فرد جهانی^۲ با سرعت فوق‌العاده و دقت بالا قادر است موقعیت هر نقطه در روی سطح زمین را برای افرادی که از گیرنده‌های مخصوص استفاده می‌کنند، تعیین نماید. این سیستم علاوه بر مکان‌یابی نقاط ثابت در روی زمین، قادر است اجسامی که در حال حرکت هستند، نظری اتومبیل، کشتی، هواپیما و ... را لحظه به لحظه تعیین موقعیت کند. به این ترتیب نه تنها در زمینه‌ی مهندسی نقشه‌برداری، بلکه در شاخه‌های جغرافیا - محیط زیست - تکتونیک - ژئوفیزیک - حمل و نقل - ناوگرانی - ترافیک - سنجش از دور - شهرسازی و برنامه‌ریزی منطقه‌ای و غیره نیز کاربرد پیدا کرده است. کاربردهای فراوان و روزافزون این سیستم، رقابت فشرده سازندگان بین‌المللی و سایل الکترونیکی نقشه‌برداری را برانگیخته است. به‌طوری که در کمتر از سه‌دهه، بیش از ۷۰ مؤسسه، حداقل ۲۳۰ نوع گیرنده از نوع مختلف سیستم GPS را به بازار عرضه کرده‌اند.

۱— Global Positioning System

۲— World Geodetic System

- هدف‌های رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود که در پایان این فصل بتواند:
- GPS را معرفی نماید.
 - بخش‌های اصلی در GPS را نام برد و درباره هر بخش مختصرًا توضیح دهد.
 - سیستم مختصات مبنا در کار با GPS را توضیح دهد.
 - چگونگی برقراری ارتباط گیرنده با ماهواره را ذکر نماید.
 - برای تعیین موقعیت دو بعدی و سه بعدی نقاط تعداد ماهواره‌های لازم جهت ارتباط را تعیین نماید.
 - اصول تعیین موقعیت با GPS را بطور مختصر شرح دهد.
 - روش‌های تعیین موقعیت با GPS را نام برد، هر کدام را مختصرًا توضیح دهد.
 - کاربردهای GPS را بیان کند.

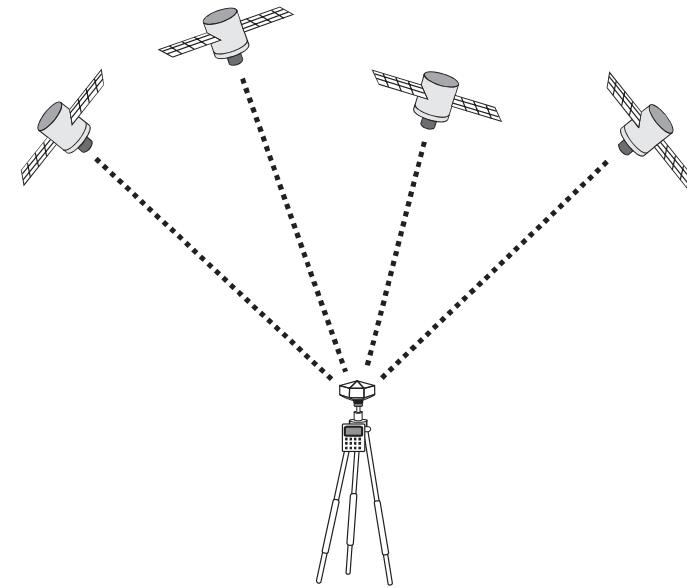
۱-۵- معرفی سیستم GPS

با پیشرفت معجزه‌آسای علوم و فنون و ورود فن آوری‌های جدید در قلمرو فعالیت‌های علمی و نظامی و اکتشافی دنیا متحول امروزی روش‌های مکان‌یابی سنتی و قدیمی جوابگوی نیازمندی‌های ناوبری نظامی نبود، از این‌رو دانشمندان علوم نظامی برای تأمین مقاصد خود ماهواره‌هایی را به فضای فرستادند و گیرنده‌هایی اختراع^۱ و بر روی ناوهای دریایی و هوایپماهای نظامی نصب کردند تا در هر نقطه از سطح زمین و در هر زمان دلخواه بتوان موقعیت آن نقطه را (برمبنای یک سیستم مختصات جهانی تعریف شده) تعیین نمود.

در سال ۱۹۶۰ پس از پرتاب ماهواره اسپوتنیک^۲ توسط شوروی سابق نخستین فعالیت در این زمینه صورت گرفت و وزارت دفاع امریکا در یک رقابت علمی – نظامی، با پرتاب ماهواره‌هایی به فضا، سیستم جدیدی را در نیروی دریایی خود بایه‌ریزی کرد. از سال ۱۹۶۴ تا ۱۹۶۷ استفاده از این سیستم صرفاً جنبه‌ی نظامی داشت و از آن پس تدریجاً تحت شرایطی امکان استفاده برای کشورهای محدودی فراهم گردید. از سال ۱۹۷۳ سیستم GPS برای استفاده‌ی عموم تحت توسعه قرار گرفت و خریداران گیرنده‌های

۱- اسم کامل این سیستم NAVSTAR GPS (Navigation System with Time and Ranging GPS) است که اطلاعات مربوط به موقعیت دقیق سه بعدی و زمان را جهت استفاده کنندگانی که به گیرنده‌های خاص مجهز باشند، فراهم می‌آورد.
۲- ماهواره اسپوتنیک در چهارم اکتبر ۱۹۵۷ به فضا پرتاب شده بود.

ماهواره‌ای حق استفاده از آن را پیدا نمودند و از سال ۱۹۸۳ به عنوان روشی برای حل مسایل نقشه‌برداری در جهان مطرح گردید.
نقشه‌برداری زمین به زمین را به اندازه‌گیری زمین به فضا تغییر داده است.^۱



شکل ۱-۵-۵_ارتباط ماهواره‌ها با گیرنده

۲-۵_مزایای سیستم تعیین موقعیت جهانی

- توانایی کار در هر شرایط آب و هوایی
- توانایی کار در طول شباهه روز
- تهییه نقشه در مدت زمان کمتر
- داشتن دقت بالا

۳-۵_اجزای سیستم تعیین موقعیت جهانی

GPS دارای سه بخش اصلی است که عبارتند از :

- الف_بخش فضایی^۲** : که از ماهواره‌ها تشکیل شده است.
- ب_بخش کنترل^۳** : که وظیفه‌ی ارتباط و بررسی سیستم و ارائه‌ی اطلاعات مربوط با موقعیت

۱- قبل از آن در روشی بنام «دابلر» این کار انجام شده است.

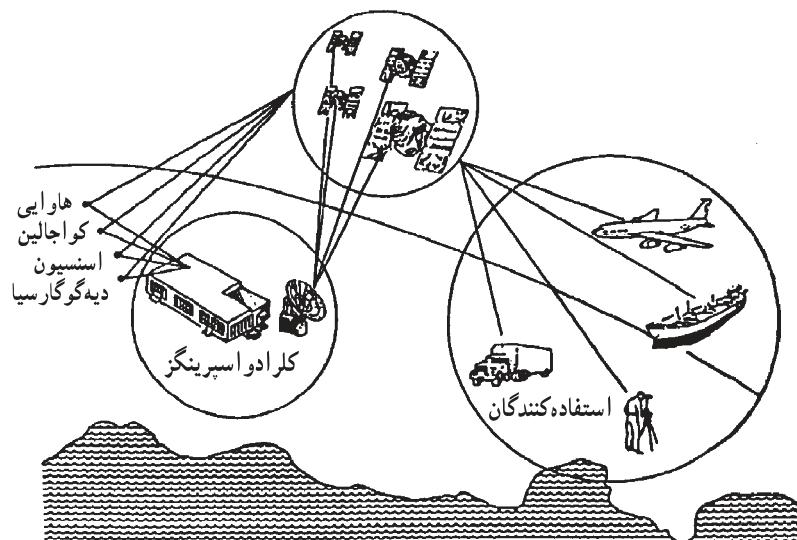
۲_ Satellite Segment

۳_ Control Segment

ماهواره‌ها را داراست.

ج—بخش کاربر^۱: که شامل انواع مختلف گیرنده‌های است.

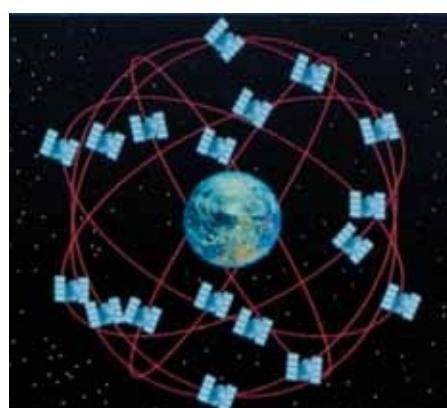
۱-۳-۵-بخش فضایی: ماهواره‌های GPS از پایگاهی در فلوریدای امریکا توسط موشک براساس یک برنامه‌ی زمان‌بندی شده به فضا پرتاب شده‌اند. ابتدا تعداد این ماهواره‌ها تا ۱۸ عدد بود و سپس به ۲۴ عدد افزایش یافت و قرار است در آینده‌ی تزدیک تعداد آن‌ها به ۲۲ عدد برسد که نتیجه‌ی آن کاهش زمان ارتباط برای تعیین موقعیت و رسیدن به دقت بیشتر و صرفه‌جویی در



شکل ۲-۵-ایستگاه‌های کنترل



شکل ۴-۵-هر ماهواره دارای یک فرستنده، یک گیرنده، یک آنتن، یک میکروپروسسور و ۱۵ وسیلاتور است.



شکل ۳-۵-مدارات ماهواره‌ها

هزینه هاست، این ماهواره ها در ارتفاع حدود ۲۰۱۰۰ کیلومتری از زمین در مدارهای مختلف بیضی شکل به دور زمین درگردش اند و مدارهای آنها طوری طرح ریزی شده که تمام کره زمین را پوشش می دهند به طوری که در فضای متناظر با هر نقطه از کره زمین اعم از خشکی و دریا حداقل چهار ماهواره در مدارهای خود در گردش اند.

الکتریسیته موردنیاز از دو صفحه متشکل از باطربهای خورشیدی که سطح ۷/۲ متر مربع را پوشش می دهد تأمین می گردد و باطربهای نیکل - کادمیم انرژی موردنیاز را در زمان گرفتگی خورشیدی در دسترس ماهواره قرار می دهد، وزن هر ماهواره حدود ۸۴۵ کیلوگرم است.
ماهواره ها اطلاعات مربوط به موقعیت مداری خوبش را نسبت به یک سیستم مختصات جهانی^۱ به زمین ارسال می کنند.

۵-۳-۲ - بخش کنترل: در حال حاضر مرکز کنترل فعالیت ماهواره های سیستم در یک پایگاه نیروی هوایی به نام فالکون^۲ در ایالت کلرادو قرار دارد. مأموریت مهم این مرکز هماهنگ کردن پیغام های اطلاعاتی ماهواره هاست. به غیر از این ایستگاه کنترل اصلی که ایستگاه مادر نامیده می شود، ایستگاه های کنترل دیگری^۳ نیز ردگیری حرکت ماهواره ها را به عهده دارند و اطلاعات مربوط به مسیر



شکل ۵-۵ - موقعیت جغرافیایی ایستگاه های کنترل

۱- این سیستم که مبدأ آن در مرکز زمین است (World Geodetic System 1984) و با اختصار WGS 84 نامیده شده است.

۲- Falcon

۳- این ایستگاه ها در جزایر Diego Garcia و Ascension در جنوب اقیانوس اطلس و در جزایر مارشال و هاوایی و شهر Colorado springs قرار گرفته اند.

پرواز و شرایط جوی را به استگاه کنترل اصلی می فرستند. استگاه کنترل اصلی، اطلاعات مربوط به موقعیت ماهواره‌ها و رفتار ساعت‌های هر ماهواره را از پیش تعیین و از طریق آنتن‌های زمینی استگاه به ماهواره‌ها ارسال می‌نماید. هماهنگی زمانی ماهواره‌ها نیز از وظایف بخش کنترل است که مستقیماً براساس استاندارد زمانی رصدخانه نیروی دریایی ایالات متحده امریکا واقع در «واشنگتن دی سی» هماهنگ می‌شود.

۳-۵-۳-۳—**بخش کاربر:** این بخش شامل انواع گیرندهایی است که قادرند با ماهواره‌ها ارتباط برقرار کنند و از آن‌ها سیگنال‌های حامل اطلاعات را دریافت نمایند. پس از ذخیره اطلاعات در حافظه گیرنده و انتقال آن‌ها به نرم افزارهای موردنظر نقطه‌ای که آنتن گیرنده در آن قرار گرفته تعیین موقعیت می‌شود. نمونه‌هایی از گیرندها را در این صفحه و صفحه بعد می‌بینید.



شکل ۶-۵—چند نمونه دستگاه تعیین موقعیت ماهواره‌ای



شکل ۷-۵- چند نمونه گیرندهای دقیق تعیین موقعیت ماهواره‌ای (GPS)

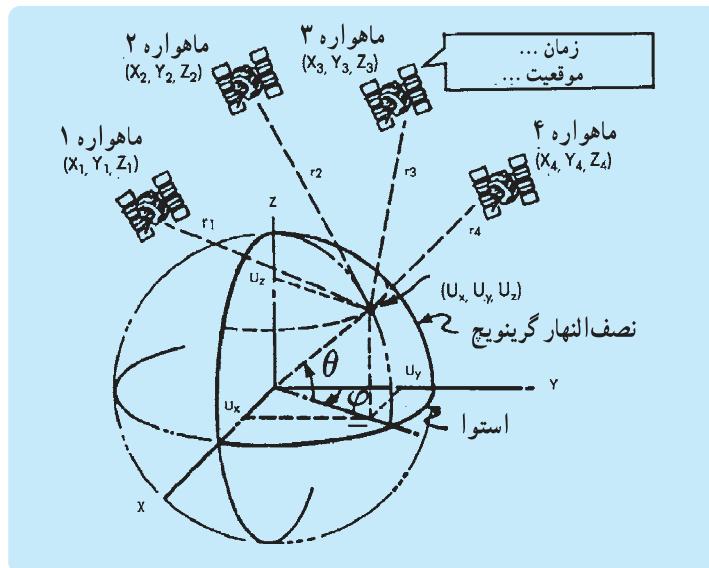
۴-۵- تعیین موقعیت با سیستم GPS

سیستم مختصات مبنای مورد استفاده در کار با (GPS) که به طور خلاصه WGS84^۱ نامیده می‌شود، برای اولین بار در اواخر دهه ۱۹۵۰ در آژانس نقشه‌برداری دفاع امریکا (DMA)، مورد

^۱- (World Geodetic System 1984)

استفاده قرار گفته است.

آرائنس فوق در قسمت‌های مختلف دنیا نقشه‌ها و چارت‌های متفاوت تهییه نموده و تصمیم گرفت، یک سیستم مبنای جهانی که بتواند برای کلیه‌ی محصولات فوق به عنوان «مرجع جهانی واحد» مورد استفاده قرار گیرد، طراحی نماید که هدف از آن ابداع سیستم بود.

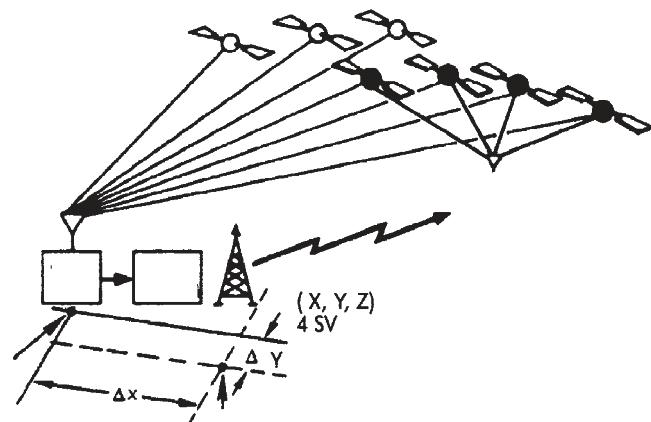


شکل ۸-۵- سیستم مختصات مبنای

هر کشوری تا مدتی قبل به طور مستقل سطح مبنایی برای خود انتخاب می‌کرد. این امر، باعث می‌شد تا یک مکان یکسان، بر روی نقشه‌های کشورهای مختلف، مختصات گوناگونی داشته باشد. در حال حاضر تمام گیرنده‌های (GPS) می‌توانند موقعیت‌ها را بر حسب سیستم WGS84 گزارش دهند علاوه بر آن قادرند مختصات نقاط را از WGS84 به سطح مبنای نقشه‌های تهیه شده در کل جهان تبدیل نمایند.

از هر ماهواره GPS دو موج با دو فرکانس مختلف به زمین ارسال می‌شود و گیرنده‌های مستقر در روی زمین از طریق آتن این امواج را می‌گیرند و درنتیجه ارتباط بین گیرنده و ماهواردها برقرار می‌شود. پس از برقراری ارتباط، گیرنده با استی ماهواردها را ردیابی کند (و این بدان معناست که گیرنده موقعیت ماهواردها را شناسایی می‌نماید). چنان‌چه با سه ماهواره ارتباط برقرار شود، گیرنده قادر است موقعیت دو بعدی محل استقرار را تعیین کند. برای یک تعیین موقعیت سه بعدی ارتباط، حداقل چهار ماهواره ضروری است و ارتباط با ماهواره‌های بیشتر باعث کنترل محاسبات می‌شود.

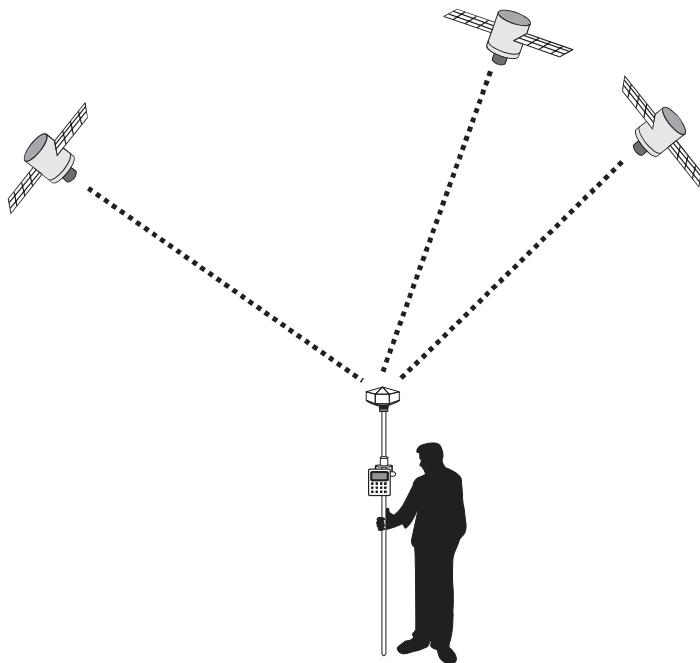
ارتباط با بیش از چهار ماهواره این حُسن را دارد که چنان‌چه گیرنده در کنار عوارض مرتفع (مانند صخره) یا مثلاً در جنگل قرار گرفته شد، خطر قطع ارتباط وجود ندارد، چرا که در این نوع مناطق زمانی از گیرنده‌ای استفاده می‌شود که تنها با چهار ماهواره در ارتباط است. ممکن است بعضی از امواج بهناگاه قطع شوند، در این صورت باید منتظر ماند تا با ماهواره جدید ارتباط برقرار شود. در صورتی که اگر گیرنده از نوعی باشد که بیش از چهار ماهواره را رديابی می‌کند، از دست دادن امواج یک ماهواره باعث ایجاد وقفه در کار نمی‌شود. ضمناً ارتباط با ماهواره چهارم باعث کنترل ارتباط با سه ماهواره دیگر نیز می‌شود. زیرا برای محاسبه‌ی موقعیت گیرنده به راحتی اطلاعات را از بقیه ماهواره‌ها می‌گیرد و مورد استفاده قرار می‌دهد. غالب گیرنده‌ها می‌توانند بین ۸ تا ۱۲ ماهواره را رديابی کنند.



شکل ۵-۹

۱-۴-۵-۱ اصول تعیین موقعیت با GPS: اگرچه فن آوری به کار رفته در ماهواره‌ها و گیرنده‌های زمینی سیستم GPS بسیار پیچیده است ولی اصول تعیین موقعیت نقاط در این سیستم ساده و قابل درک می‌باشد. در این سیستم ماهواره‌ها در مدارهایی حول زمین در گردش هستند که موقعیت نقطه به نقطه این مدارها در سیستم مختصات مبنای مشخص است و با استقرار گیرنده بر روی نقطه‌ای نامعلوم در روی زمین و پس از برقراری ارتباط، فاصله نقطه مذکور تا تمامی ماهواره‌های قابل مشاهده تعیین می‌شود. سپس با مشخص بودن فواصل گیرنده از ماهواره‌ها به روشی که در نقشه‌برداری «ترفیع فضایی» نام دارد، موقعیت نقطه مجهول محاسبه می‌گردد. درواقع هر نقطه زمینی محل تلاقی سه گره است که مرکز هریک از این گره‌ها در یک ماهواره است و شعاع آن برابر با فاصله آن ماهواره تا نقطه زمین می‌باشد.

۱- Trilateration



شکل ۵-۱۰

۴-۵-۲- روش‌های تعیین موقعیت با(GPS) :

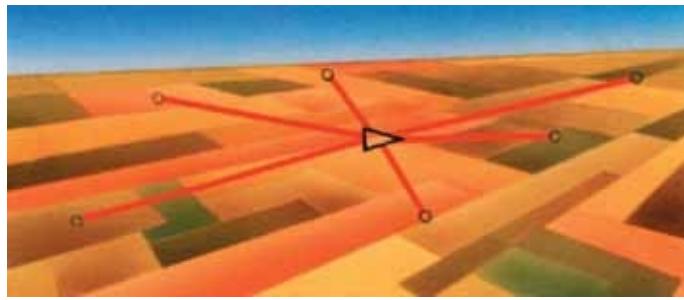
-روش استاتیک^۱: در این روش تنها مختصات نقاطی که گیرنده بر روی آن‌ها مستقر است اندازه‌گیری می‌شود و برای نقاط با فواصل بلند (بیش از 2° کیلومتر) کاربرد دارد. نقشه‌برداری استاتیک یک روش استاندارد برای تعیین موقعیت نقاط با دقت‌های بالا و مناسب برای مناطق گستردۀ و شبکه نقاط کنترل کشوری و قاره‌ای و برای نظارت در جابه‌جایی و حرکات زمینی با زمان استقرار نسبتاً طولانی (در حال حاضر بیش از 3° دقیقه) می‌باشد. دقت این روش برای دستگاه‌های دقیق $5\text{ mm} + 1\text{ ppm}$ می‌باشد. در روش استاتیک، یک



شکل ۵-۱۱

گیرنده روی نقطه معلوم و گیرنده دیگر روی نقطه مجھول قرار می‌گیرد و هر دو گیرنده همزمان مشاهدات یکسانی را انجام می‌دهند.

—روش استاتیک سریع^۱: در این روش که برای فواصل تا ۱۵ کیلومتر کاربرد دارد. یک گیرنده روی نقطه‌ای ثابت است و به عنوان ایستگاه مرجع^۲ موقتی عمل می‌کند و گیرنده دوم روی نقاط دیگر حرکت می‌کند و در مدتی کوتاه با ماهواره‌ها در تماس است (۵ تا ۱۵ دقیقه) و جابجا می‌شود. می‌توان به هنگام حرکت سیستم را خاموش کرده و در مصرف باطری صرفه‌جویی نمود. این روش را می‌توان در مورد نقشه‌برداری‌های کنترلی، انبوه‌سازی و نقشه‌های تفضیلی به کار برد. همچنین می‌توان به جای پیمایش و مثلث‌بندی‌های سنتی از آن استفاده کرد. در شرایط مطلوب دقت این روش $1\text{ ppm} \pm 1\text{ cm}$ می‌باشد.



شکل ۱۲-۵

—روش ایست —رو^۳: روشی است سریع که در آن، یک گیرنده روی نقطه معلوم قرار می‌گیرد و گیرنده دیگر روی نقاط حرکت می‌کند. زمان استقرار گیرنده متحرک^۴ کوتاه است (حداکثر یک دقیقه) و در تمام مدت بدون خاموشی دستگاه گیرنده باید با حداقل چهار ماهواره ارتباط داشته باشد. ضمناً در نقطه اول گیرنده متحرک نیازمند ۵ تا ۱۰ دقیقه همزمانی^۵ و توجیه است (فیکس اولیه^۶). این روش برای نقشه‌برداری‌های محدود و فواصل کوتاه مناسب است.

دقت این روش $1\text{ ppm} \pm 1\text{ cm}$ برای دستگاه‌های دقیق می‌باشد. تفاوت روشهای استاتیک سریع و ایست — رو به جز مدت زمان استقرار آن است که در روش

۱—Rapid Static

۲—Refrence

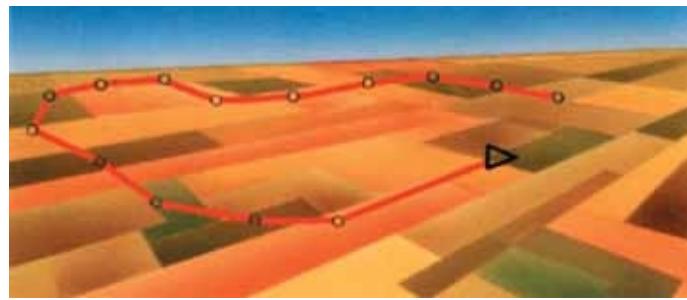
۳—Stop and Go

۴—Rover

۵—مدت زمان مشترک اندازه‌گیری روی نقاط معلوم و مجھول را زمان مفید اندازه‌گیری (همزمانی) می‌گویند.

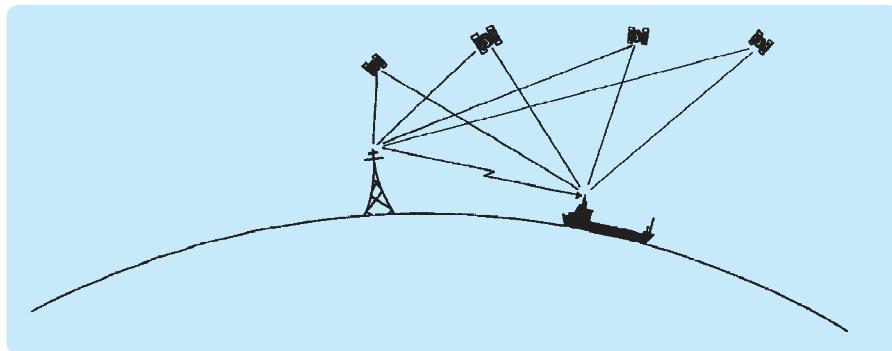
۶—Rapid _ static Fix

استاتیک سریع وقتی که از یک نقطه به نقطه دیگر حرکت می‌کنیم دستگاه بین راه خاموش است.
در حالی که در روش ایست - رو لازم است همواره دستگاه روشن باشد.

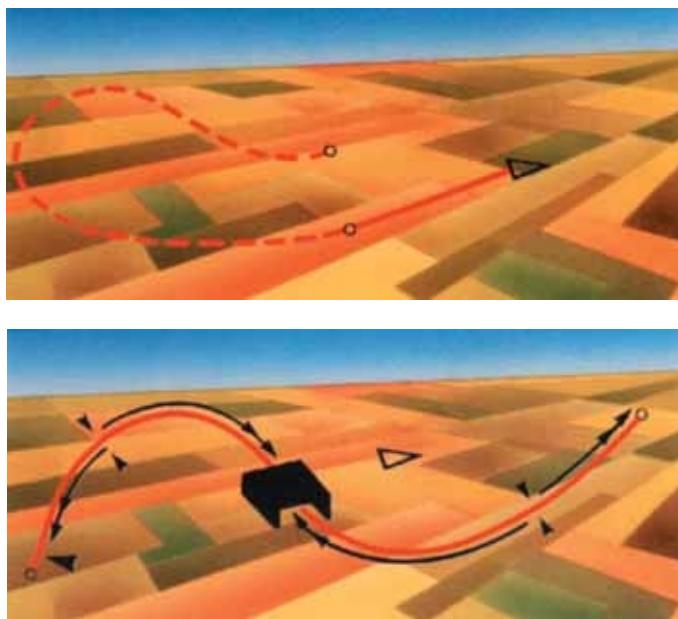


شکل ۵-۱۳

-روش کینماتیک^۱: در این روش پس از استقرار یک گیرنده روی نقطه معلوم، گیرنده دیگر بر روی وسیله متحرکی مانند اتومبیل یا کشتی وغیره قرار می‌گیرد.
در روش کینماتیک طرز عمل مانند روش ایست - رو است با این تفاوت که بعد از (فیکس اولیه) گیرنده متحرک دائمًا در حرکت است و به صورت خودکار هریک (یا چند) ثانیه یک بار عمل اندازه‌گیری را انجام می‌دهد. در این روش نیز دستگاه گیرنده متحرک باید دائمًا با حداقل چهار ماهواره در ارتباط باشد.



شکل ۵-۱۴



شکل ۱۵-۵- دو نمونه تعیین موقعیت کینماتیک

۵-۵- پردازش اطلاعات در GPS

هر گیرنده‌ای فرمت خاص خود را دارد و مشاهدات در آن بر اساس این فرمت تعریف می‌شوند لذا داده‌های جمع‌آوری شده از انواع مختلف گیرنده‌ها نمی‌توانند با یک نرمافزار خاص پردازش شوند به عبارت دیگر هر نوع گیرنده نرمافزار خاص خود را داراست و داده‌های جمع‌آوری شده با آن تنها با نرمافزار خاص آن نوع گیرنده قابل تخلیه و پردازش است. امروزه در بیشتر گیرنده‌های GPS نرمافزار تبدیل از فرمت خاص گیرنده به فرمت Rinex وجود دارد. در واقع Rinex یک مبدل بین گیرنده‌ها و نرمافزارهای مختلف پردازشگر است. این فرمت ۳ فایل زیر را دارد.

- ۱- فایل مشاهدات
 - ۲- فایل شرایط آب و هوایی
 - ۳- فایل پیغام‌های ناوبری
- اطلاعات دریافتی از ماهواره:
- ساعت ماهواره
 - شماره ماهواره و تعداد آن‌ها
 - موقعیت ماهواره‌ها

- شرایط آب و هوای جو

اطلاعات پس از دریافت در گیرنده پردازش و در هر لحظه موقعیت گیرنده را نشان می‌دهد و برای داشتن دقت بهتر باید از تمامی اطلاعات ذخیره شده و اعمال تصحیحات لازم استفاده نموده و توسط نرم افزارهای پردازشگر مختصات دقیق نقاط استخراج می‌گردد.

۶-۵- کاربردهای GPS

۱-۶-۵- هدایت‌گری (ناوبری): تصور کنید داخل کشتی نشسته‌اید و هیچ نشانه‌ای برای توجیه موقعیت در اختیار ندارید. یعنی نه ساحلی دیده می‌شود و نه آفتابی و نه ستاره‌ای. حال، چگونه می‌توان موقعیت خود را پیدا نمود و جهت را تشخیص داد؟ یا در داخل هواپیمایی برفراز ابرها مسافت می‌کنید؛ در این صورت، چگونه به موقعیت خود پی‌خواهید برد؟

۲-۶-۵- استفاده در علوم: استفاده‌ی دقیق GPS در بررسی تلونیک، زلزله و آتش‌نشان، بررسی محور دورانی زمین و بررسی سطح تراز آب‌های آزاد، همچنین برای بررسی آب‌شدن یخ‌ها، هواشناسی، آب و هوای قاره‌ای، بررسی یونیسفر، نیز در آب‌شناسی (هیدرولوژی)، محیط‌شناسی و نمونه‌های بسیاری، کاربرد دارد.

۳-۶-۵- مهندسی نقشه‌برداری یا مدیریت پروژه‌ها: از روش‌های دقیق این شیوه، می‌توان برای کارهای گوناگون استفاده نمود که عبارت‌اند از: علم نقشه‌برداری، بررسی جابه‌جایی سدها، بررسی فرون‌شینی یا خاکریزها، جمع‌آوری اطلاعات برای GIS^۱، مهندسی ارتباطات، مهندسی کشاورزی، اکتشافات طبیعی، پیش‌بینی هوا، بخار آب و دیگر ترکیبات اتمسفر.

۴-۶-۵- در علوم نظامی: در علوم نظامی نیز GPS کاربرد بسیاری دارد؛ برای مثال، در هدایت نیروهای نظامی به سمت اهداف از قبل تعیین شده، پرتاب موشک‌های دوربرد با دقت بسیار بالا و دیگر اهداف نظامی خاص.

۵-۶-۵- پیش‌بینی هوا: با بررسی تأخیر امواج ارسالی از ماهواره‌ها می‌توان به بخار آب موجود در فضا و دیگر ترکیبات موجود در اتمسفر پی‌برد. به وسیله‌ی شبکه‌ی GPS می‌توان اطلاعات بسیار مهمی برای شبیه‌سازی و مدل‌های پیش‌بینی هوا به دست آورد.

خودآزمایی

- ۱— GPS چیست؟ راجع به آن توضیح دهید.
- ۲— بخش‌های اصلی در (GPS) را نام بده و درباره هر بخش توضیح دهید.
- ۳— درباره سیستم مختصات مبنا در اندازه‌گیری با (GPS) توضیح دهید.
- ۴— طرز برقراری ارتباط با ماهواره را در یک دستگاه (GPS) شرح دهید.
- ۵— تعداد ماهواره‌های لازم جهت برقراری ارتباط را در تعیین موقعیت‌های دو بعدی و سه بعدی ذکر نمایید.
- ۶— محسن ارتباط با بیش از چهار ماهواره را بیان نماید.
- ۷— اصول تعیین موقعیت با (GPS) را به‌طور مختصر توضیح دهید.
- ۸— روش‌هایی را که برای تعیین موقعیت با (GPS) می‌دانید ذکر نموده درباره هر کدام مختصرآموزش دهید.
- ۹— اطلاعات دریافتی از ماهواره را بیان کنید.
- ۱۰— کاربردهای GPS را شرح دهید.

سیستم اطلاعات جغرافیایی^۱

مقدمه

امروزه به طور روزافرnon استفاده از «سیستم اطلاعات جغرافیایی» در سازمان‌های اجرایی به منظور تصمیم‌گیری‌ها و مدیریت پروژه‌های مختلف کاربرد بسیاری پیدا نموده است و در محیط‌های علمی درباره‌ی آن صحبت می‌شود. از آنجا که این سیستم ممکن بر نقشه و در ارتباط مستقیم با نقشه‌برداری است، ضرورت دارد برای آشنایی دانش‌آموزان اطلاعاتی هر چند مختصر در این مورد ارائه گردد.

زمانی که از «اطلاعات جغرافیایی» سخن به میان می‌آید، هدف اطلاعاتی در رابطه با یک منطقه از زمین است و با توجه به آن که کلیه فعالیت‌های بشر در روی زمین رخ می‌دهد بیشتر آن‌ها با اطلاعات جغرافیایی ارتباط پیدا می‌کند.

نقشه از آغاز تحدیث شر مؤثرترین روش نمایش اطلاعات جغرافیایی بوده است و از آنجا که یک نقشه حاوی اطلاعات گوناگون و تصویری کامل و متمرکز از زمین است که با روشنی و وضوح حتی عوارض پوشیده و مخفی طبیعت را با دقت هندسی آشکار نموده ارزش آن معادل ارزش صدھا صفحه گزارش از یک منطقه می‌باشد که به منظور مدیریت و تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی در زمینه‌های گوناگون از جمله زمین‌شناسی، کشاورزی، جنگل‌داری، منابع طبیعی، محیط‌زیست، شهرداری و... استفاده می‌شود. پس از تهیهٔ نقشه تا حد ممکن اطلاعات مورد نیاز بر روی نقشه اضافه می‌گردید و درنتیجه یک «نقشه‌ی موضوعی» به دست می‌آید. سپس تحلیل اطلاعات نقشه به وسیله مشاهده و بنابر برداشت کیفی (نه کمی) مشاهده‌کننده صورت می‌گرفت. علاوه بر این تحلیل‌های کمی از نقشه نیز تا حدودی میسر بود و اگرچه تحلیل و بررسی تعداد محدودی از داده‌های جغرافیایی می‌توانست تا حدودی به آسانی انجام گیرد، اما این روش برای مقدار زیاد داده‌ها غیرقابل استفاده بود. در سال ۱۹۷۰ که رایانه در دسترس همگان قرار

۱— Geographic Information System

گرفت، جهش بزرگی در فن آوری تحلیل داده‌ها صورت گرفت و سیستم‌های کامپیوتری و اطلاعات جغرافیایی، قدرت بی‌سابقه‌ای به تحلیل و بررسی کلی اطلاعات بخشیدند. «سیستم اطلاعات جغرافیایی» مجموعه‌ای است که با بهره‌گیری کامل از امکانات علمی و پیشرفته علوم نقشه‌برداری و جغرافیا، امکان تعیین موقعیت محل و شناسایی عوارض و پدیده‌های جغرافیایی و برقراری ارتباط میان آن‌ها را میسر ساخته و بدین ترتیب نقش مهمی در مدیریت و برنامه‌ریزی پژوهش‌های مرتبط با زمین خواهد داشت.

هدف‌های رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود که در پایان این فصل بتواند :

- منظور از ایجاد «پایگاه اطلاعات جغرافیایی» را بیان کند.
- «GIS» را تعریف نماید.
- اشکالات موجود در ایجاد «پایگاه اطلاعات جغرافیایی» را به‌طور خلاصه توضیح دهد.
- خواص مکانیزه نمودن سیستم‌های ایجاد «پایگاه اطلاعات جغرافیایی» را ذکر نماید.
- منظور از «لایه اطلاعاتی» در ایجاد «GIS» را بیان کند.
- اجزای اصلی سیستم «GIS» را نام ببرد.
- انواع اطلاعات که به منظور دست‌یابی به امکانات تحلیلی اطلاعات جغرافیایی باید در رایانه وجود داشته باشد را ذکر نماید.
- عملیات در «GIS» را بیان کند.
- انواع داده‌ها در «GIS» برای ارائه به رایانه را ذکر نماید.
- دو نمونه از توانایی‌های «GIS» را ذکر نماید.
- انواع روش‌های اخذ اطلاعات از «GIS» را نام ببرد.
- دو نمونه از کاربردهای «GIS» را نام برد و به‌طور مختصر توضیح دهد.

۱-۶- GIS چیست؟

امروزه فعالیت متخصصین رشته‌های مختلف علوم در رابطه با یک منطقه علاوه بر نقشه‌هایی که در آن‌ها عوارض منطقه تعیین موقعیت شده‌اند، اطلاعات دیگری نیز به کمک متخصصین مربوطه

تهیه و کلیه آن‌ها در مجموعه‌ای از نقشه‌ها آماده و طبقه‌بندی گردیده‌اند. این اطلاعات به صورت کدها و علائم قراردادی مختلف که هر کدام گویای یک عارضه و اطلاعات خاصی در سطح زمین بوده‌اند، نشان داده شده است و توضیح آن‌ها در راهنمای هر نقشه آورده شده است. در موارد بسیاری که جمع اطلاعات موجود بیشتر از تعداد علائم قراردادی بوده باستی از عرضه اطلاعات صرف نظر شود یا آن‌ها را در ضمیمه‌ای ارائه می‌کردن. به این نقشه‌ها و ضمایم آن‌ها اصطلاحاً «پایگاه اطلاعات جغرافیایی» منطقه گفته‌اند، استفاده از این پایگاه‌های اطلاعات جغرافیایی اشکالاتی داشته که مهم‌ترین آن‌ها به این شرح است:

— به دلیل عدم امکان ارائه اطلاعات جمع‌آوری شده به صورت گویا در نقشه و برای دسترسی بهتر به اطلاعات ضمیمه نقشه باستی، آن‌ها را طبقه‌بندی نمود. این عمل معمولاً باعث کم شدن حجم این اطلاعات شده و اطلاعات جزئی فدا می‌شوند.

— حساسیت کار اقتضا می‌کند علاوه بر دقت زیاد که باید در تهیه نقشه اعمال گردد، از علائم و اعداد به نحوی استفاده شود که بیننده مشکلی برای تعیین موقعیت عوارض و برقراری ارتباط بین این عوارض و اطلاعات جنبی پیدا نکند.

— در مواردی که سطح منطقه بالاست و چندین برگ نقشه، مورد استفاده قرار می‌گیرد، بررسی مناطق حاشیه‌ای نقشه‌ها مستلزم چسباندن آن‌ها به یکدیگر است.

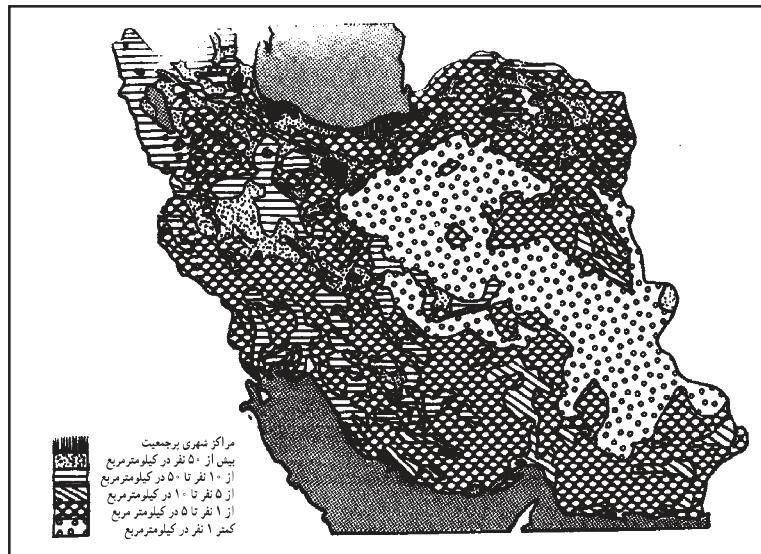
— تغییرات در نقشه‌ها و به روز در آمدن آن‌ها، مستلزم صرف وقت و هزینه زیاد بوده است.

— علاوه بر تهیه نقشه و تنظیم اطلاعات ضمیمه، آماده کردن یک نقشه موضوعی از نقشه کلی آماده شده نیز، کاری بسیار وقت‌گیر و پرهزینه است.

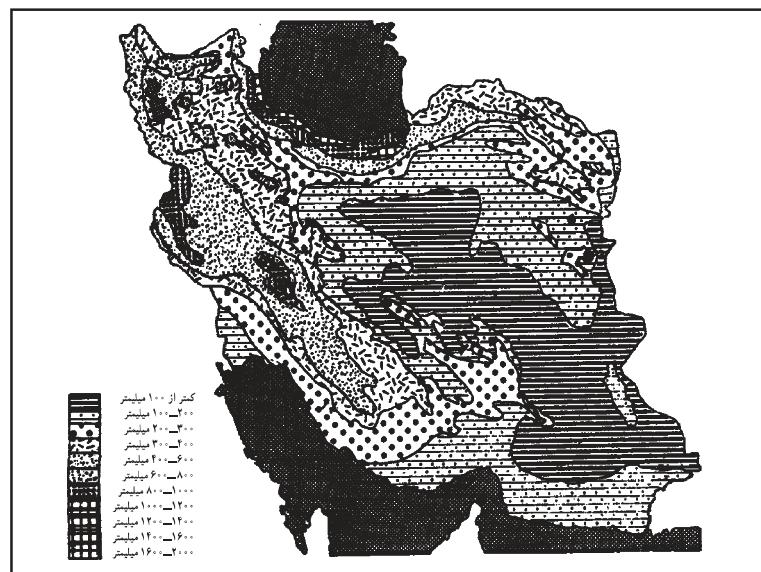
— چنان‌چه نقشه‌ها و اطلاعات تهیه شده برای مدت زمان طولانی (بیش از بیست سال) قابل استفاده باشد، هزینه‌های موردنظر توجیه اقتصادی دارد ولی معمولاً این طور نیست چرا که بیشتر عوارض مصنوعی نظیر شبکه‌های راه‌ها، مخابرات، برق، آب، و یا تقسیم نقشه‌های آن‌ها به سرعت در حال تغییر هستند.

— تهیه نقشه با روش‌های قبلی بسیار شبیه عکس است که از دیدگاه خاص عکاس از یک منطقه و در زمان مشخص برداشته باشد.

در آغاز، استفاده از نقشه‌های موضوعی برای ثبت ذخایر طبیعی و تقسیم‌بندی مشاهدات طبیعی به روش کیفی بود.

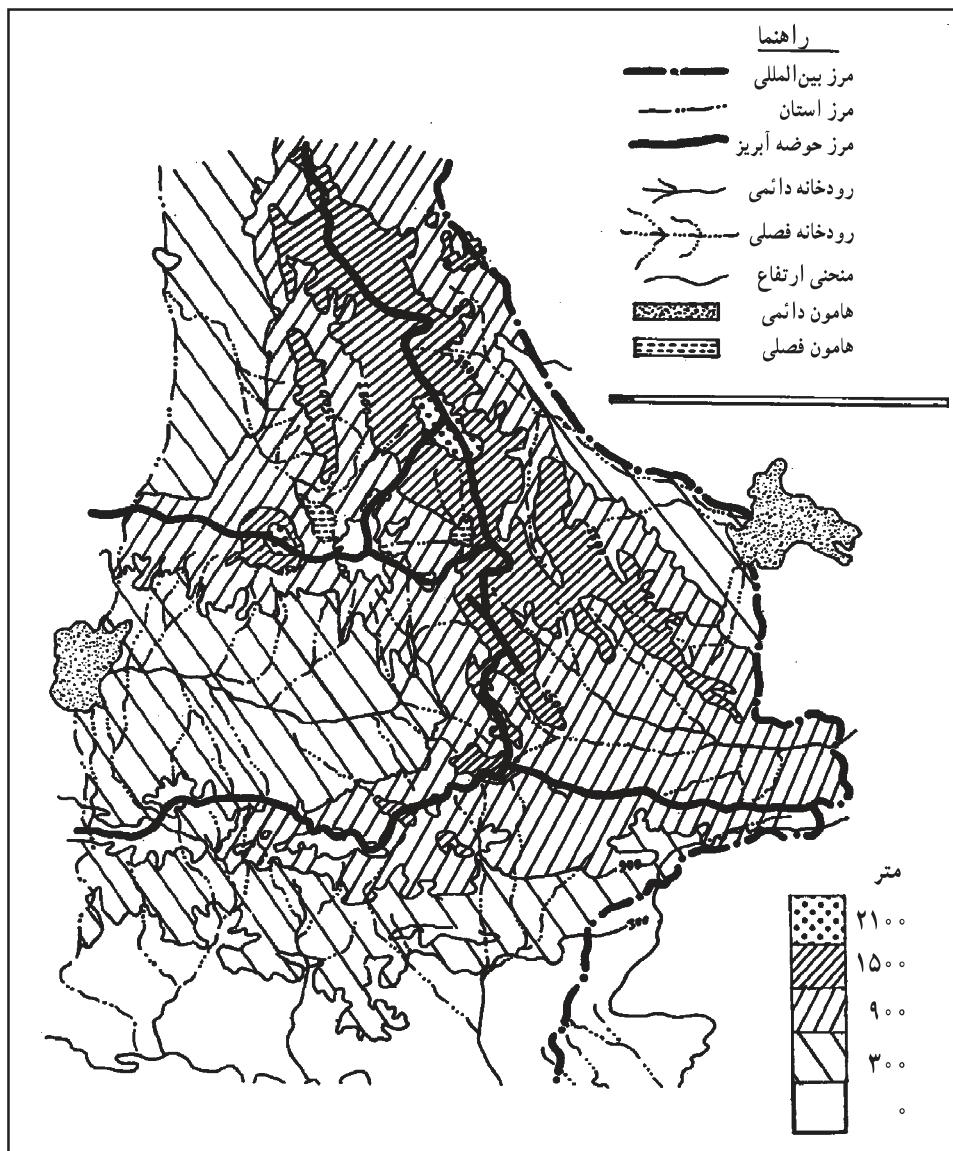


شکل ۱-۶- نقشه موضوعی پراکندگی جمعیت در ایران

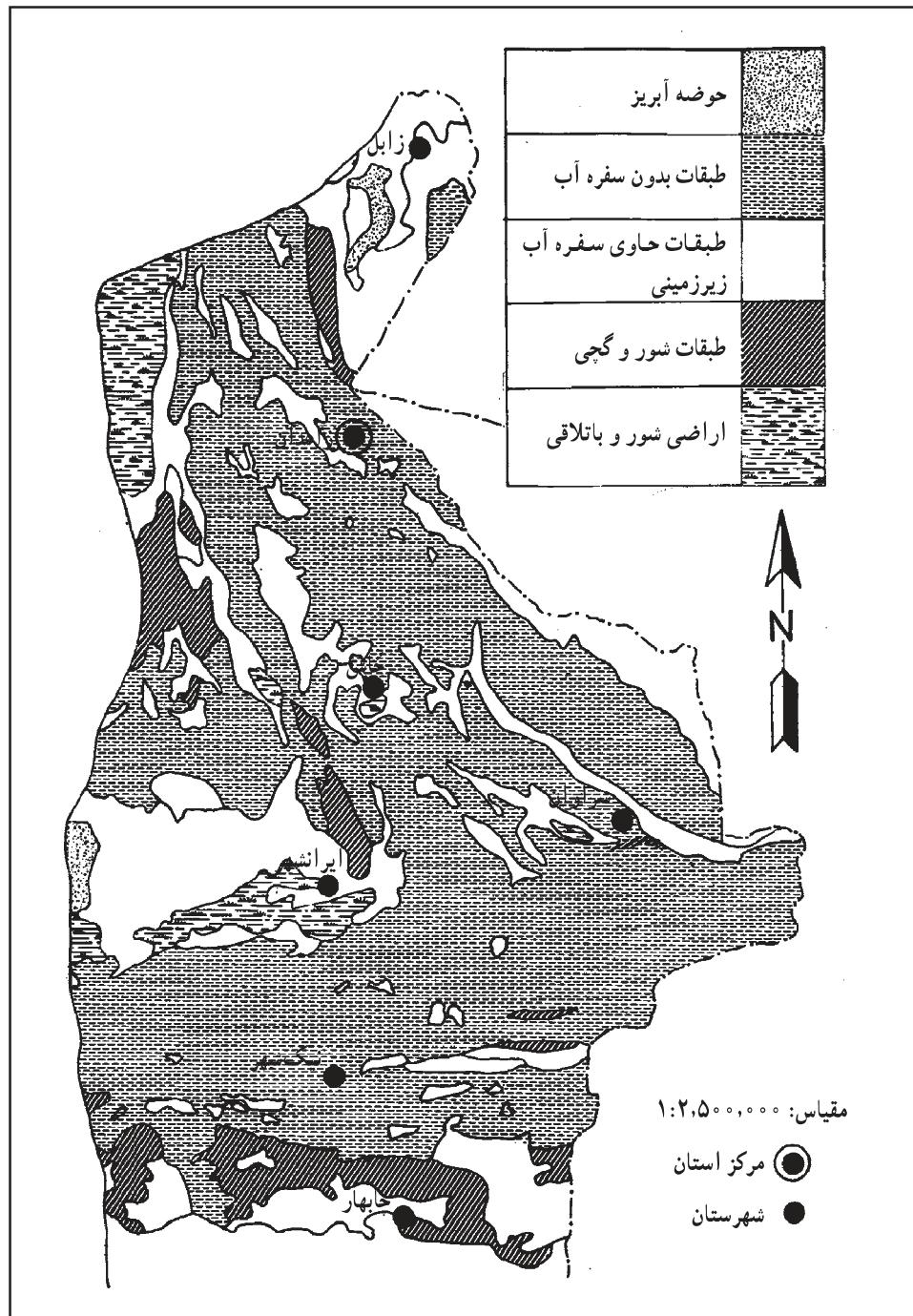


شکل ۲-۶- نقشه موضوعی میزان بارندگی در مناطق مختلف ایران

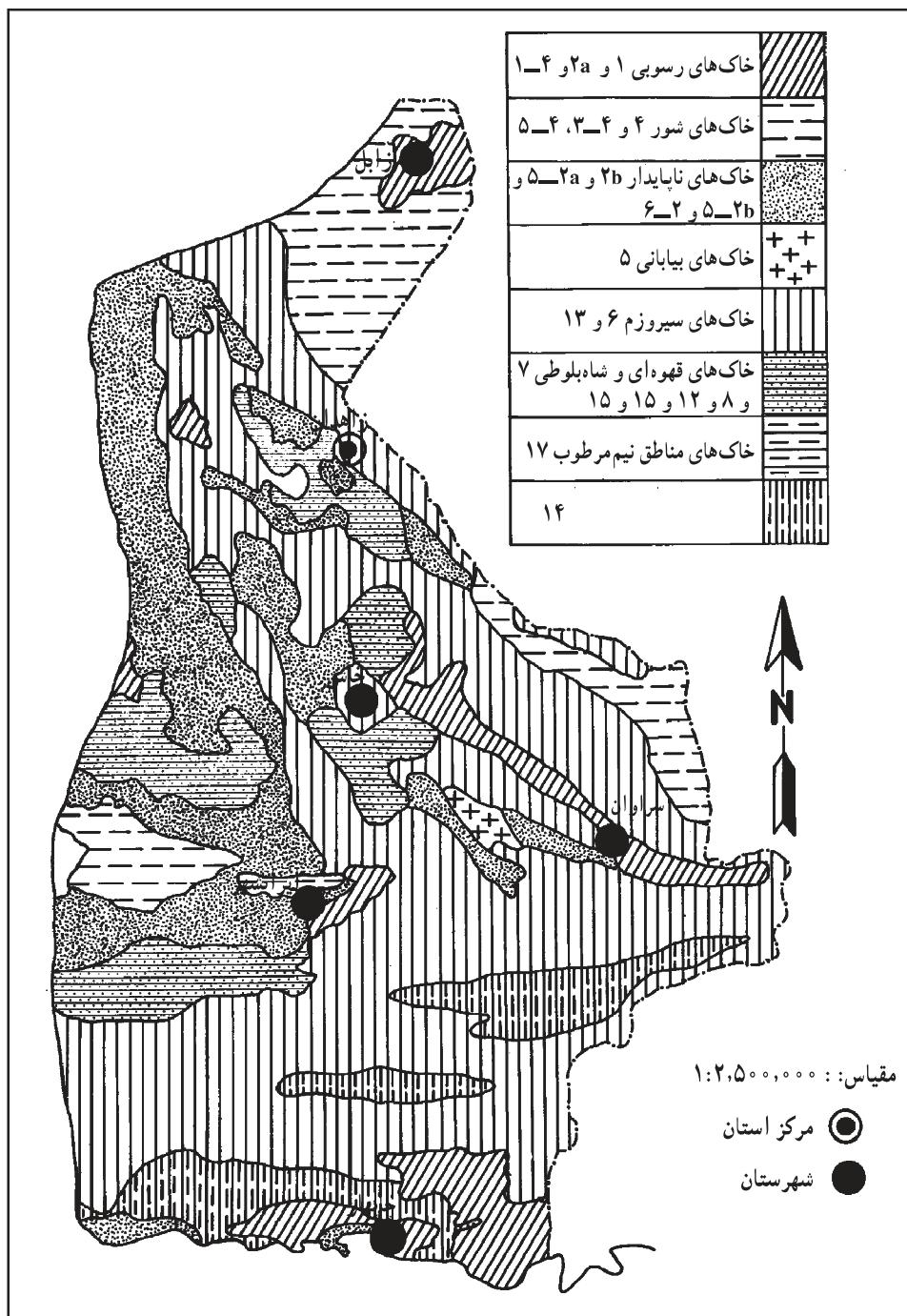
تحلیل اطلاعات نقشه نیز به وسیله‌ی مشاهده‌ی نقشه و بنا به برداشت کیفی (نه کمی) مشاهده‌گر صورت می‌گرفت. تحلیل‌های کمی از نقشه نیز تا حدی ممکن بود که می‌توانست شامل اندازه‌گیری‌های طول و یا مساحت با استفاده از مقیاس نقشه باشد.



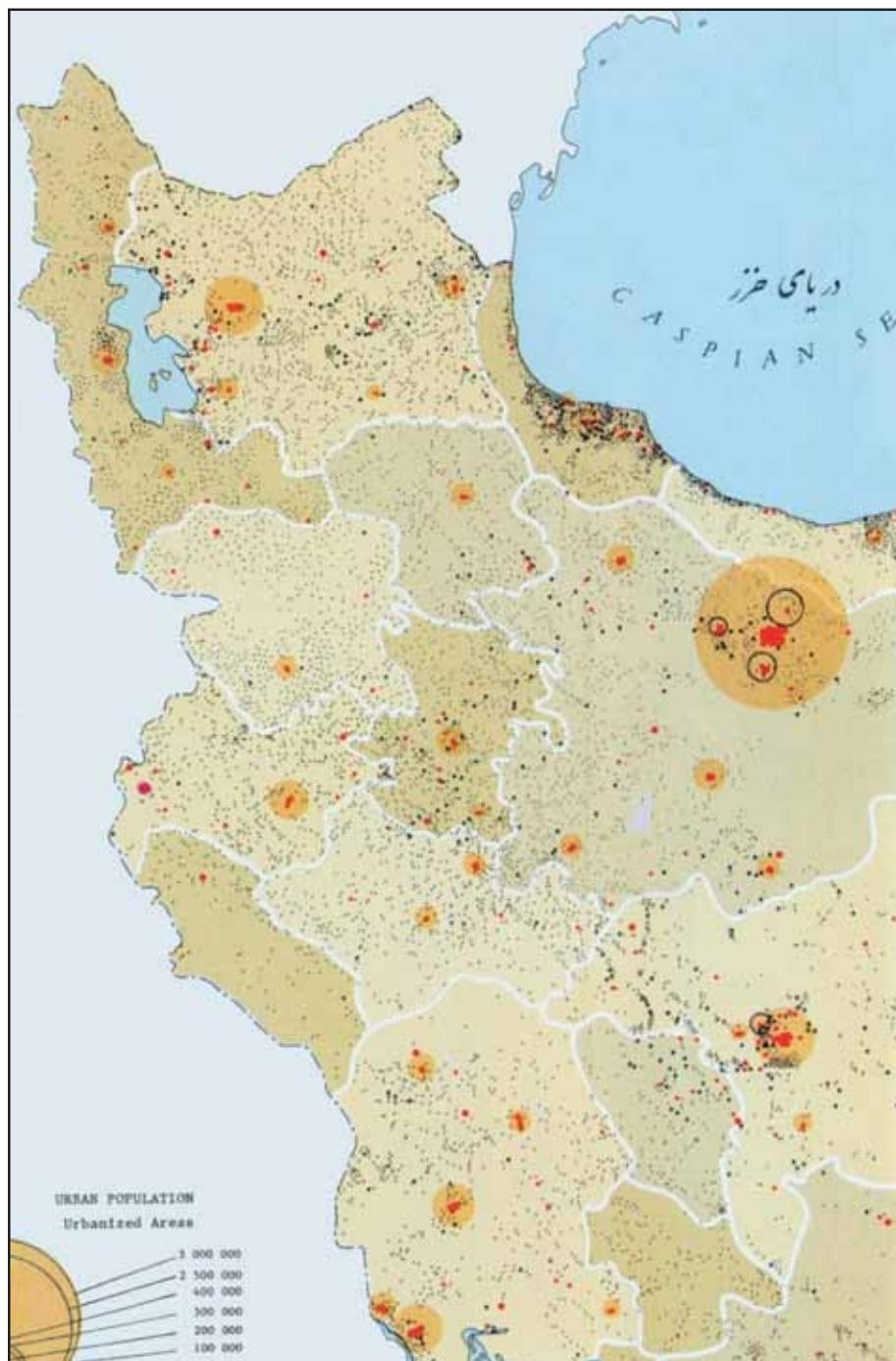
شکل ۳-۶- نقشه هیدروگرافی حوضه‌های آبریز بلوچستان



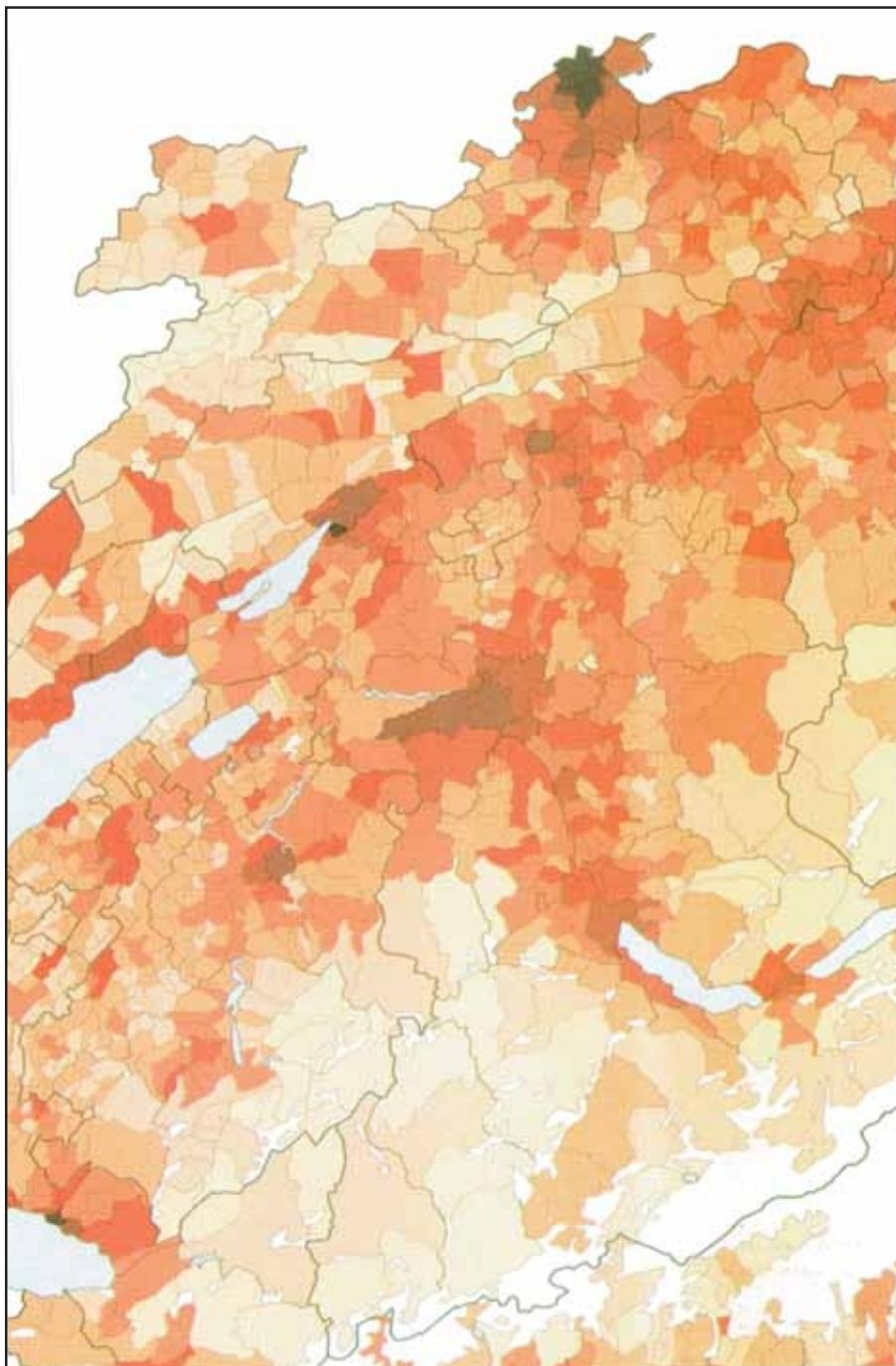
شکل ۴-۶— نقشه پراکندگی سفره‌های آب زیرزمینی سیستان و بلوچستان



شکل ۵-۶ نقشه خاک های سیستان و بلوچستان



شکل ۶-۶—پراکندگی جمعیت شهری و روستایی



شکل ۷-۶—پراکندگی اراضی کشاورزی

اگرچه تحلیل و بررسی مقدار محدودی از داده‌های جغرافیایی با استفاده از نقشه‌های موضوعی می‌توانست نسبتاً به آسانی انجام گیرد ولی این روش برای مقدار زیاد داده‌ها غیرقابل استفاده بودند.
– مهم‌ترین مشکل اساسی آن است که برقراری ارتباط بین عوارض نقشه و اطلاعات مختلف فنی و اجتماعی، ضمیمه کاری سخت و وقت‌گیر و در مواردی غیرممکن است.

در حال حاضر همگی به این امر واقف هستند که رایانه‌ها نه تنها صدها بار سرعت انجام امور تحلیلی را بالا می‌برند بلکه از نظر دقت نیز کاملاً اطمینان بخش هستند. به خصوص زمانی که اطلاعات حجم زیادی داشته باشند، امکان اشتباه در انجام عملیات به صورت دستی بسیار افزایش پیدا می‌کند. با توجه به موارد فوق و درخواست‌های روزافزون و نیاز به نقشه‌ها و اطلاعات مربوط به مشخصات موارد مورد بررسی، و امکان تلفیق آن‌ها برای نتیجه‌گیری‌های لازم، ملاحظه می‌شود که سیستم‌های قبلی ایجاد «پایگاه اطلاعات جغرافیایی» پاسخگو نبوده و لزوم ایجاد سیستم‌های جدید با استفاده از رایانه‌ها روزبه‌روز بیشتر شده است.

در دو سه‌دهه اخیر در زمینه مکانیزه کردن سیستم‌های ایجاد پایگاه اطلاعات جغرافیایی و استفاده هرچه بیشتر از رایانه‌ها در جمع‌آوری و نگهداری و به روزرسانی داده‌ها در زمینه‌های مختلف از جمله مهندسی عمران، جغرافیا، برنامه‌ریزی شهری و روستایی و منطقه‌ای و سنگین از دور و تحلیل عکس و مسائل نظامی فعالیت‌های زیادی صورت گرفته است که در نهایت منجر به تولید یک ابزار بسیار قوی گردید که به خوبی قادر است کلیه اطلاعات جغرافیایی مربوط به یک منطقه را جمع‌آوری و ذخیره کرده و در زمینه بازیابی و به روزرسانی و ارتباط داشتن و تجزیه و تحلیل آن‌ها اقدام نموده و اطلاعات مورد نیاز را برای تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی، استخراج می‌کند. این ابزار قوی که دارای پتانسیل فراوانی برای توسعه است «سیستم اطلاعات جغرافیایی» نام گرفت و مجامع علمی، تعریف زیر را برای این سیستم بیان کرده‌اند:

سیستم اطلاعات عددی که بتواند اطلاعات جغرافیایی و غیرجغرافیایی زمینه‌های مختلف یک نقطه را به هم مرتبط ساخته و آن‌ها را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد و داده‌های مورد نیاز تصمیم‌گیری را استخراج نماید «سیستم اطلاعات جغرافیایی» نامیده می‌شود.

تاسال‌های اخیر استفاده از سیستم فوق بسیار پرهزینه می‌نمود و این به دلیل گرانی سخت افزارها و موجود نبودن اطلاعات به طریقه عددی بود ولی دو واقعه مهم این وضعیت را کاملاً تغییر داد. اوّل

آن که بهای سخت افزارهای رایانه در دهه اخیر تا حد زیادی کاهش پیدا کرد و دوّمین واقعه که خود تا حدودی حاصل کاهش قیمت رایانه است، افزایش حجم اطلاعات به طریقه عددی بوده است. به هر حال می‌توان گفت، پیدایش این سیستم نقطه عطفی در روند تجزیه و تحلیل اطلاعات، اطلاعات جغرافیایی به وجود آورده است تا افراد بتوانند از تلفیق انواع اطلاعات جغرافیایی و دیگر اطلاعات موردنظر، نتیجه‌گیری مناسب را داشته باشند.

در اینجا به منظور آشنایی بیشتر با این سیستم به ذکر دو مثال ساده می‌پردازیم:

مثال ۱: در یک نقشه شهری چنان‌چه یک واحد مسکونی را در نظر بگیریم، این واحد دارای اطلاعات متفاوتی نظیر مساحت، نام مالک، تاریخ ساخت، تعداد طبقات و... است. سیستم (GIS) ضمن ذخیره نقشه، این واحد مسکونی دیگر اطلاعات مربوط به آن را ذخیره می‌نماید. هم‌چنین قادر است، ضمن ترکیب و تجزیه و تحلیل اطلاعات گرافیکی و تشریحی فوق، به سوالات مختلفی از جمله این که (در کدام طبقه اطاقی به مساحت مشخص قرار دارد) به سرعت پاسخ دهد.

مثال ۲: در صورت گردآوری و ذخیره اطلاعات مربوط به معادن و یا مناطق کشف شده، که به عنوان محدوده‌های جغرافیایی، دارای طیف وسیعی از اطلاعات و نقشه‌ها هستند. سیستم نه تنها قادر خواهد بود، به سوالات ساده‌ای از جمله نام یک معدن و محدوده و مختصات جغرافیایی آن پاسخ دهد، بلکه می‌تواند مکانی که چند شرط تعیین شده را برآورده کند، پیدا و نشان دهد. به عنوان مثال پیدا کردن محدوده زغال‌سنگ کشف شده‌ای که با راه ارتباطی کمتر از ده کیلومتر فاصله داشته باشد و ذخیره کشف شده آن بیش از ۲۰۰۰۰ تن باشد نیز، می‌تواند عمل مدل‌سازی جهت اتخاذ تصمیم برنامه‌ریزان موردنظر را انجام دهد. به عنوان مثال به این سؤال پاسخ دهد که: «شروع بهره‌برداری از یک معدن از نظر اقتصادی و تولید چه اثراتی بر روی کار سایر معادن مجاور خواهد داشت؟» معمولاً پاسخ‌گویی به این نوع سوالات وقتی امکان‌پذیر است که اطلاعات مورد نیاز در سیستم موجود باشد.

$$\boxed{\text{مجموعه‌هایی از اطلاعات توصیفی}} + \boxed{x, y, z, t} = \text{GIS}$$

شکل ۸-۶

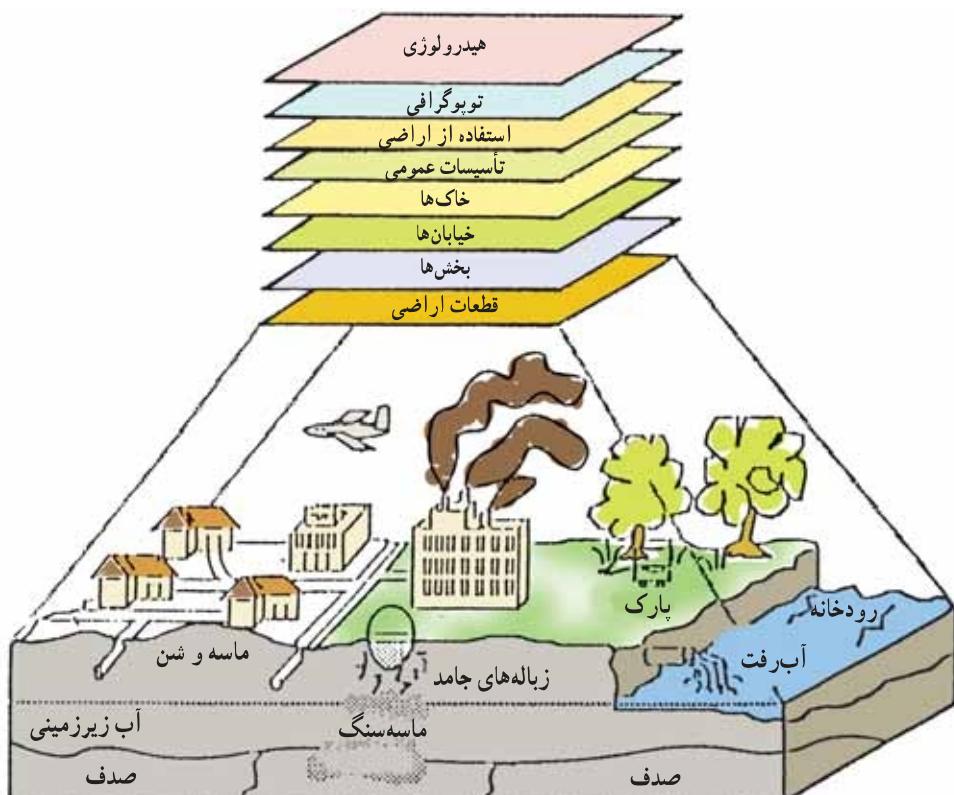
هر اطلاع یا آگاهی یا دانشی که بتوان آن را به مختصات (x, y, z) یا (λ, θ, h) نقاط واقع بر روی کره‌ی زمین نسبت داد «یک اطلاع جغرافیایی» است. بنابراین اطلاعات جغرافیایی دارای طیف سیار وسیعی بوده و شامل کلیه‌ی اطلاعات در رابطه با محیط اطراف ما می‌گردد. به عنوان مثال اطلاعاتی در مورد جمعیت مناطق مختلف، نوع محصولات کشاورزی در مناطق مختلف، مالکیت‌ها، راه‌های ارتباطی و غیره جزو اطلاعات جغرافیایی محسوب می‌گردند.

۲-۶- حجم اطلاعات و مدیریت اطلاعات

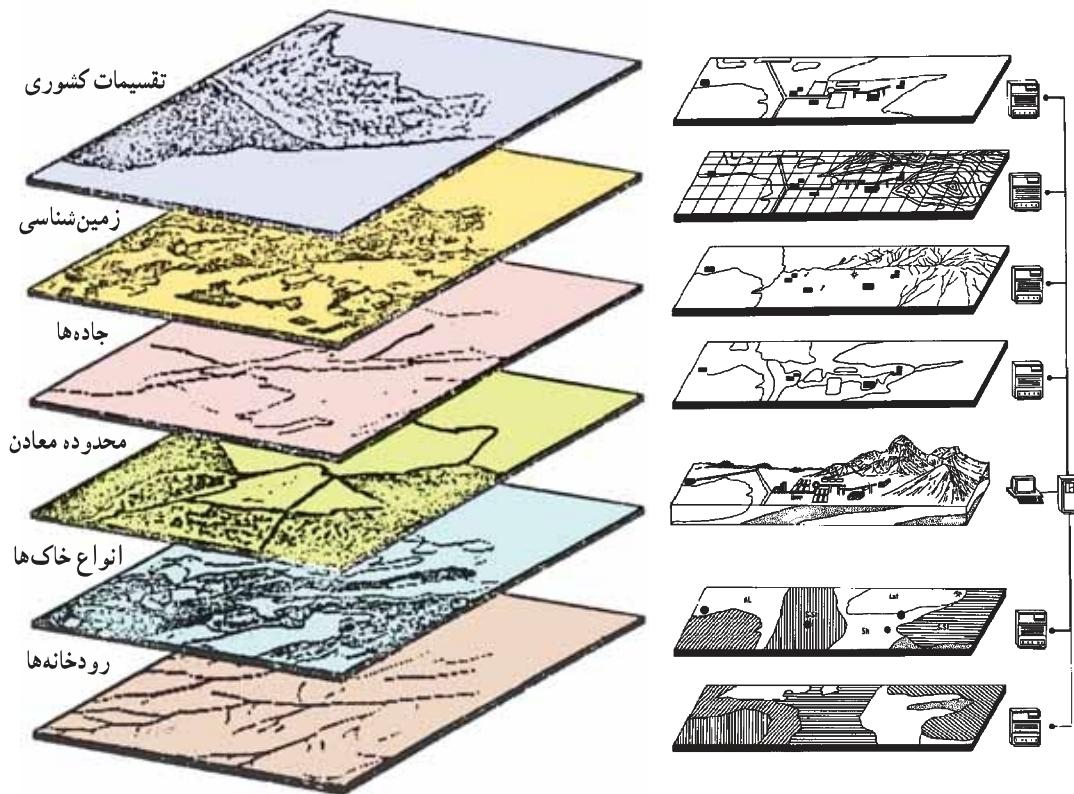
بر این اساس جمع‌آوری اطلاعات جغرافیایی نیازمند همکاری متخصصین نقشه‌برداری «به عنوان تعیین کننده موقعیت» با گروه وسیعی از متخصصان علوم دیگر (زمین‌شناس، جامعه‌شناس، جغرافی دان، مهندس معمار و...) است.

این سیستم هم‌چنین امکان تهیه نقشه‌های جدید را نیز فراهم می‌کند. مثلاً اگر تصور کنیم نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی یک منطقه با مقیاس $\frac{1}{20000}$ ذخیره شده باشد، سیستم می‌تواند نقشه‌هایی شامل هر دو دسته اطلاعات و یا مقیاس‌های متفاوت و در محدوده‌های مورد نیاز را آماده و عرضه کند.

به طور کلی وقتی نقشه‌های مختلفی در سیستم ذخیره می‌شوند، هر یک از این نقشه‌ها در حقیقت یک لایه اطلاعاتی را تشکیل داده و با توجه به نیاز، می‌توان همه و یا تنها تعدادی از این لایه‌های اطلاعاتی را مورد پردازش قرار داد و یا نقشه‌ای جدید تهیه و آماده چاپ کرد.



شکل ۹-۶- زمین ویژگی‌های جغرافیایی بسیاری دارد که هر کدام از این ویژگی‌هارا می‌توان به صورت یک لایه اطلاعاتی رابطه‌ای نشان داد.



شکل ۱۰-۶- نمایش شماتیک استقرار نقشه‌های مختلف در سیستم‌های اطلاعات جغرافیابی

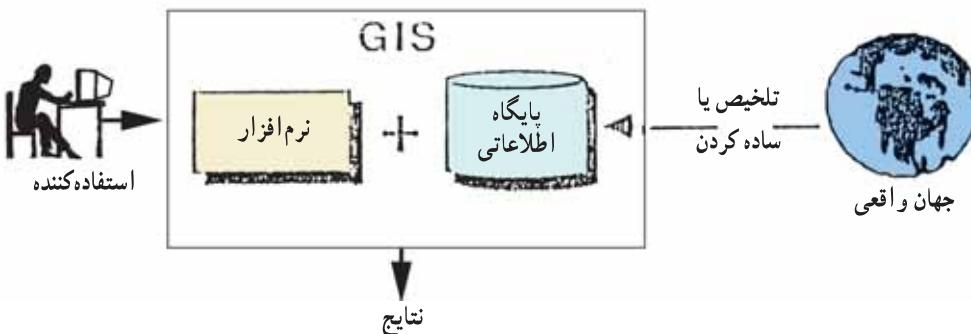
۳-۶- اجزای اصلی سیستم GIS

برای ایجاد این سیستم اطلاعاتی، به اجزای اصلی زیر نیاز داریم :

۱-۳-۶- سخت افزار و نرم افزار: در مرحله اول باستی برای ایجاد یک مجموعه GIS، سخت افزار و نرم افزار مناسب در دسترس باشد.

حجم گسترده‌ی اطلاعات از یک سو و پیچیدگی نرم افزارهای GIS از سوی دیگر باعث می‌شود تا این سیستم به مجموعه‌ی سخت افزاری بسیار توانمندی متکی باشد. لذا بیشتر نرم افزارهای تخصصی GIS بر روی «ایستگاه‌های کاری» قابل نصب و بهره‌برداری هستند. البته بعضی از نرم افزارهای GIS بر روی کامپیوترهای شخصی (PC) نیز قابل نصب و راه اندازی است که در این صورت محدودیت‌هایی در حجم اطلاعات ورودی و به دنبال آن در مراحل بعدی ایجاد خواهد شد.

نرم افزارهای GIS دارای توابع و دستورالعمل‌های گوناگون است. لذا به لحاظ سهولت کاربرد، معمولاً^۱ یک نرم افزار GIS به طور منطقی به چند زیربرنامه تقسیم شده است. به عنوان مثال کلیه‌ی توابع و دستورالعمل‌ها جهت عملیات ترسیم نقشه در یک زیربرنامه^۲ و کلیه‌ی توابع مربوط به تولید و چاپ نقشه در زیربرنامه دیگری سازماندهی شده‌اند. از این‌رو با توجه به نیاز خریدار، می‌تواند تمامی زیربرنامه‌ها یا تنها چند زیربرنامه مورد نیاز خود را خریداری نماید.



شکل ۱۱-۶- نمودار یک سیستم GIS

۱-۳-۶- پایگاه اطلاعاتی: جزء جدانشدنی سیستم است و نحوه‌ی استقرار و ارتباط داده‌ها در این قسمت مشخص می‌شود. در این پایگاه تنها نقشه یا عکس‌هایی و تصویر ماهواره‌ای و یا اطلاعات گرافیکی دیگر ذخیره نمی‌شود بلکه سیستم مدیریت اطلاعات نیز به صورت جزء پیوسته‌ی آن درآمده است.

به منظور دست‌یابی به امکانات تحلیلی اطلاعات جغرافیایی، بایستی سه نوع اطلاعات در مورد پدیده‌ها و عوارض مکان‌دار جغرافیایی ثبت شده در رایانه، وجود داشته باشد که عبارت‌اند از :

الف : نام یا نوع هر پدیده

ب : امکان استقرار آن

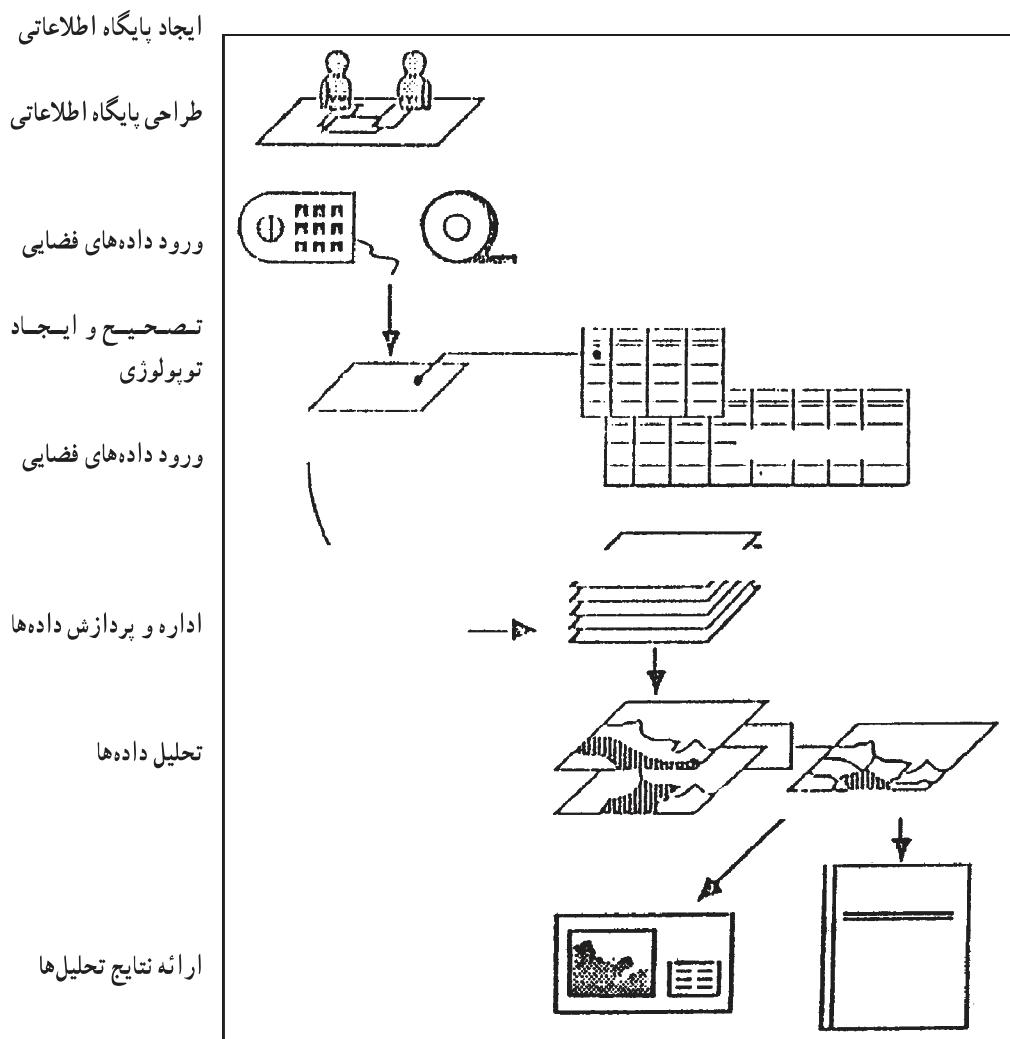
ج : ارتباط آن با سایر پدیده‌ها یا عوارض

سیستم پایگاه اطلاعاتی، امکانات ذخیره و به هنگام سازی انواع گوناگون چنین اطلاعاتی را فراهم می‌سازد. در پایگاه اطلاعات جغرافیایی^۳ مکان‌پدیده‌ها و در سیستم پایگاه اطلاعاتی^۴ مشخصات پدیده و ارتباطات آن با سایر پدیده‌ها، نگهداری می‌شود و با ایجاد ارتباط میان این اطلاعات، امکان پردازش تحلیلی مجموعه‌ی اطلاعاتی فراهم می‌گردد.

۱— Sub program

۲— Geographic Data Base System (GDBS)

۳— Data Base System (DBS)



شکل ۱۲-۶_مراحل ارائه نتایج

۴- تبدیل اطلاعات در GIS

از زمان ورود اطلاعات تا لحظه‌ی اخذ نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل، فعالیت‌هایی انجام

می شود که آن ها را می توان در پنج مؤلفه به شرح زیر خلاصه کرد :

الف - ورود اطلاعات^۱

ب - ذخیره^۲ و سازماندهی

ج - پردازش^۳ داده ها

د - تحلیل^۴ داده ها

ه - خروج^۵ اطلاعات

۱-۶- ورود اطلاعات: اطلاعات به شکل های مختلف از قبیل نقشه، عکس های

هوایی، تصاویر ماهواره ای، اطلاعات صحرایی و جداول آماری وغیره را می توان وارد سیستم کرد.
معمولآً انتقال این اطلاعات به رایانه بسیار وقت گیر و پرهزینه است و ممکن است ماه ها به طول
بیانجامد. بدین ترتیب می توان آن ها را به دو دسته تقسیم کرد.

۱- داده های مکانی یا جغرافیایی: این نوع داده ها را می توان به سه شکل هندسی « نقطه، خط، چندضلعی » نشان داد. از نقطه برای نشان دادن یک عارضه جغرافیایی در یک مکان، مثل ساختمان استفاده می شود و از خط برای نشان دادن عوارضی که باریک و طولانی هستند، مانند جاده ها، ریل راه آهن وغیره و هم چنین برای نشان دادن سطوح بسته، مانند محدوده های شهر یا دریاچه و یا قطعه ای از اراضی از چندضلعی بهره می گیرند. تمامی این داده ها دارای مختصات معلوم هستند.

۲- داده های غیرمکانی: این نوع داده ها کمیت هایی هستند مانند جمعیت یک کشور یا مقدار نمک در یک دریاچه و یا طول درختان یک قطعه زمین از جنگل و یا غیر از آن ها مانند اسامی نهرها، نوع خاک ها در یک منطقه کشاورزی یا نوع درختان در یک منطقه جنگلی. این داده ها مشخص کننده پدیده هایی هستند که در یک محل و در یک زمان به خصوص وجود داشته اند. بدینهی است که این پدیده ها بی درباری در حال تغییر و تحول اند، مانند جمعیت شهرها یا نوع و تراکم گیاهی یک منطقه.

برای وارد کردن داده های مکانی معمولآً از یک « دیجیتاپرر^۶ » و یا « اسکنر^۷ » و برای داده های غیرمکانی از صفحه کلید^۸ استفاده می کنند.

۱- Data Input

۲- Store and Management

۳- Process

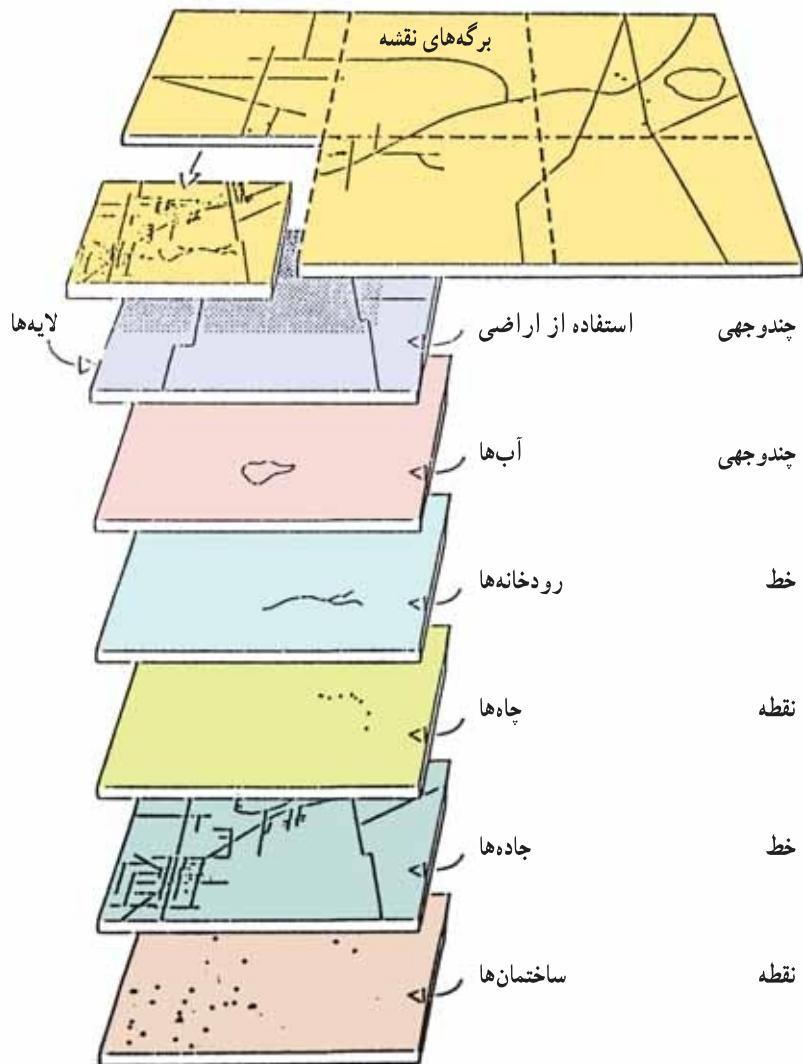
۴- Analyse

۵- Output

۶- Digitizer

۷- Scanner

۸- Keyboard

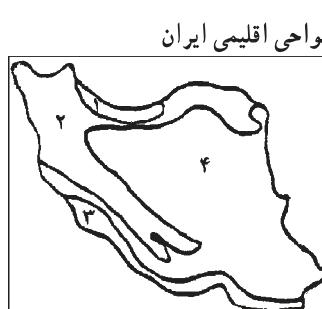
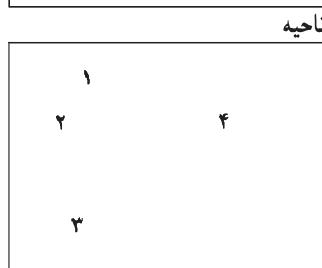
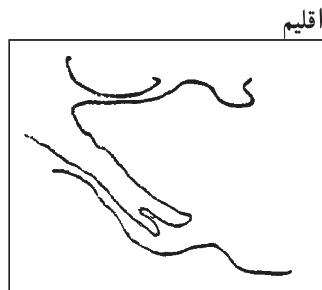
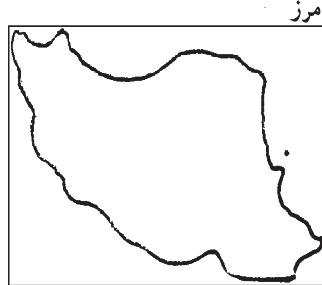


شکل ۱۳-۶- لایه‌های GIS

از آنجا که اساس کار سیستم، این داده‌ها هستند، در انتقال آن‌ها به رایانه باید نهایت دقیقی داشت. چرا که در شرایطی می‌توانیم از این سیستم اطلاعات دقیق دریافت کنیم که اطلاعات ورودی دقیقی به آن داده باشیم.

۱۴-۶- ذخیره و سازماندهی: روش‌های گوناگونی برای سازماندهی داده‌ها به صورت فایل‌هایی که رایانه بتواند آن‌ها را بخواند وجود دارند و آن شامل نحوه ذخیره و سازماندهی داده‌های فوق در سیستم است. قبل از در سیستم‌های اطلاعاتی این سازماندهی برای داده‌های غیرمکانی کاربرد

داشت ولی در اینجا این امر شامل داده‌های مکانی، نیز می‌گردد. برای روشن شدن مطالب کتاب به ذکر مثالی ساده خواهیم پرداخت:



شكل ۱۴-۶ نقشه ایران با چند لایه

شکل ۱۴-۶ نقشه‌ای از ایران شامل مرز کشور و مناطق مختلف اقلیمی کشور است. همان‌طور که گفته شد، داده‌های مکانی شامل خطوط نشان‌دهنده‌ی چهار اقلیم مختلف و مرز کشور است و اطلاعات غیرمکانی در این مثال شامل کد نواحی مختلف اقلیمی است که در جدول آمده است:

ناحیه	نوع اقلیم
۱	مرطوب و نیمه مرطوب
۲	خشک مدیترانه‌ای
۳	گرم و خشک
۴	خشک

داده‌های مکانی را می‌توان در یک یا چند لایه^۱ ذخیره کرد. اگر به عنوان مثال در اینجا مرز ایران را در یک لایه به اسم «مرز»، و خطوط تشکیل‌دهنده‌ی اقلیم‌های مختلف را در لایه دیگری به‌اسم «اقلیم» نشان دهیم، با انتباط^۲ این دو لایه تمامی نقشه‌ها ظاهر خواهد شد.

در مراحل اولیه‌ی ایجاد یک سیستم «GIS» روش‌های مختلف سازماندهی داده‌های مکانی در مورد تحلیل و تولید اطلاعات باید کاملاً مطالعه گردد و بهترین روش برای استفاده انتخاب شود. در نقشه‌هایی با داده‌های بیشتر مثل جاده‌ها، رودخانه‌ها، خطوط راه‌آهن، مناطق جنگلی، دریاچه و غیره، تصمیم‌گیری درباره‌ی چگونگی انتخاب لایه‌ها بسیار اهمیت دارد. نرم‌افزارهای مختلف سیستم «GIS» از روش‌های

۱ - Layer

۲ - اگر هر لایه را مثل یک صفحه کالک (کاغذ ضخیم پلاستیکی شفاف) فرض کنید، برای نشان‌دادن کل نقشه باید صفحه‌های کالک «مرز» و «اقلیم» را روی هم گذاشت.

مختلفی برای ذخیره‌ی لایه‌ها استفاده می‌کنند. در ابتدای کار، انتخاب نرم‌افزاری که هماهنگ با نیازها باشد، قابل توجه و مطالعه است.

داده‌های غیرمکانی را به دو طریق ذخیره و سازماندهی می‌کنند. روش اول، ذخیره در یک لایه مانند داده‌های مکانی، به‌طوری که در بالا توضیح داده شد و روش دوم، ذخیره در یک پرونده. چنانچه در مثال قبلی بخواهیم مانند روش اول عمل کنیم، اسم یا کد هر ناحیه‌ی اقلیمی در لایه‌ای به‌نام «ناحیه» نشان داده می‌شود و کد هر اقلیم از نظر مکانی، در داخل چندضلعی مشخص‌کننده‌ی محدوده مرزی آن ناحیه جای می‌گیرد.^۱

اگر نقشه مثلاً شامل دریاچه‌های ایران و اسمی آن‌ها نیز بود، آن‌ها را در لایه‌های «دریاچه» و «اسم دریاچه» نشان می‌دادیم. اکنون برای نشان دادن دریاچه‌های ایران و اسمی آن‌ها می‌توان تنها لایه‌های «مرز» و «دریاچه» و «اسم دریاچه» را روی هم گذاشت. پس نتیجه می‌گیریم که با سازماندهی درست به لایه‌ها، از یک سری داده‌های اولیه، نقشه‌های مختلفی را می‌توان به‌دست آورد، راجع به روش دوم در زیر توضیح داده می‌شود.

۳-۴-۶- پردازش داده‌ها^۲: نرم‌افزارهای مختلف «GIS» از روش‌های مختلفی برای پردازش داده‌ها «مکانی و غیرمکانی» استفاده می‌کنند و چون طرز سازماندهی به داده‌ها و پردازش آن‌ها تعیین‌کننده‌ی کاربرد و سرعت عملیات یک سیستم «GIS» است، انتخاب درست نرم‌افزار مربوطه را باید به عهده‌ی متخصصین این امر گذاشت و سرمایه‌گذاری اولیه در این مورد باعث صرفه‌جویی عظیمی در مراحل بعدی خواهد شد.

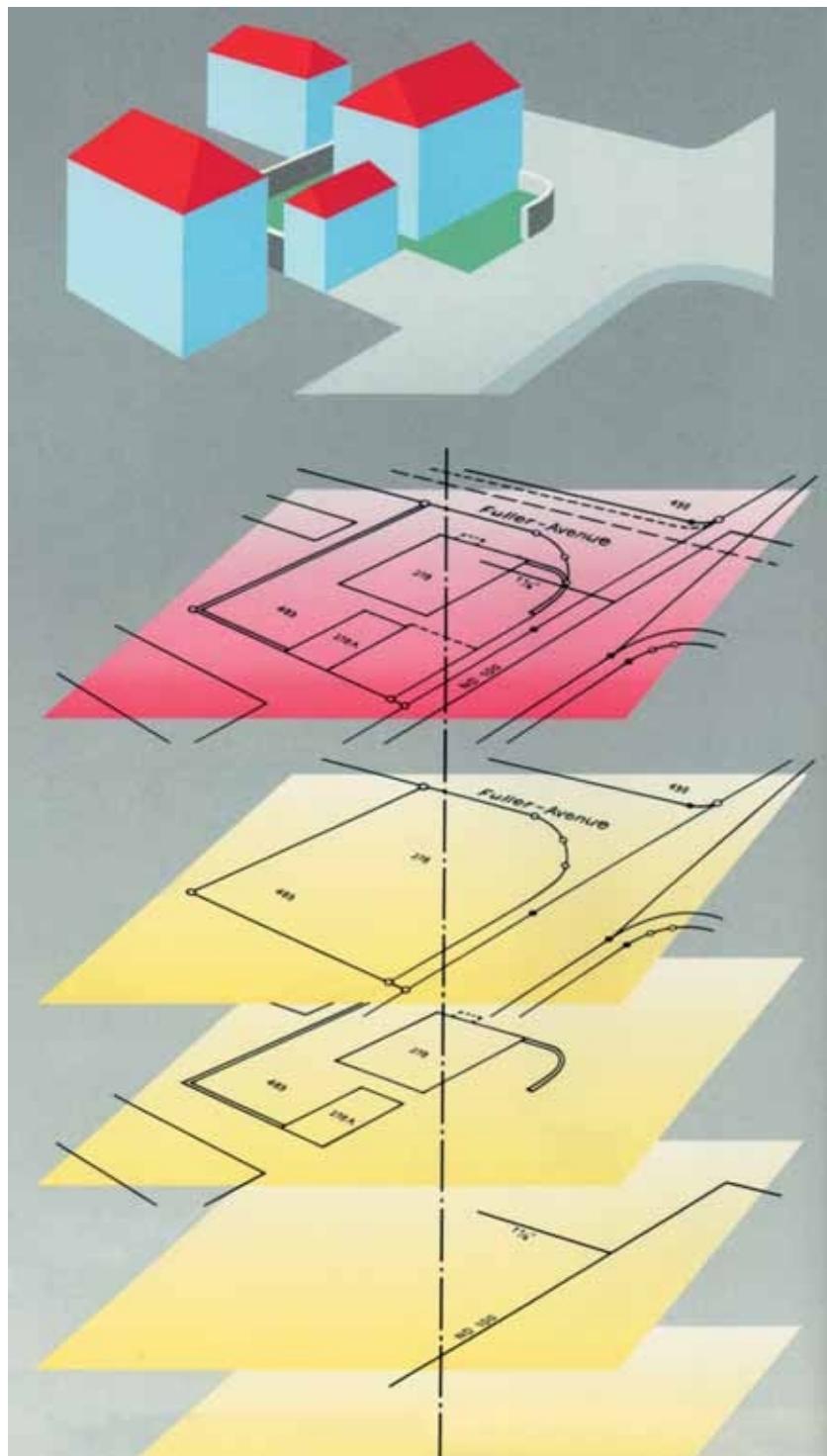
عملیات زیادی در این بخش صورت می‌گیرد که هدف از آن‌ها ایجاد «موضوع^۳» و به وجود آوردن روابط جغرافیایی است. در مثال قبلی «موضوع» آخرین نقشه یعنی نقشه «ناحیه اقلیمی ایران» است. برای کسی که به این نقشه نگاه می‌کند، نشان دادن محل چندضلعی (اقلیم) شماره ۱ کار آسانی است، اما برای رایانه باید محل این چندضلعی و محدوده‌ی آن محاسبه شود. درنتیجه پردازش شامل عملیاتی است که سیستم انجام می‌دهد و برای شناسایی تمام چندضلعی‌ها در یک موضوع بعد از پردازش یک موضوع، سیستم اطلاعات زیادی درباره‌ی آن پیدا می‌کند. از قبیل محیط و مساحت هر اقلیم و رابطه‌ی جغرافیایی آن با سایر اقلیم‌ها و.... این اطلاعات به همراه اسم با کد هر چندضلعی در یک «پرونده» برای استفاده‌های بعدی ذخیره می‌شوند. این پرونده‌ها پس از به وجود آمدن مستقل از «GIS» هستند و می‌توانند خارج از

۱- در نتیجه برای نشان دادن کد هر ناحیه در روی نقشه، صفحه کالک «ناحیه» را نیز باید به صفحاتی که قبلًا روی هم فرار داده بودیم، اضافه کنیم.

۲- Process

۳- Theme

۴- Data base file



شکل ۱۵-۶- لایه‌های یک نقشه شهری

محیط «GIS» مورد استفاده قرار گیرند و اطلاعات دیگری به آنها اضافه گردد.

۴-۶- تحلیل داده‌ها: عملی که «GIS» را از سیستم‌های اطلاعاتی دیگر جدا می‌کند، پردازش و تحلیل داده‌های مکانی است. عملیات تحلیلی شامل پاسخ‌گویی به سوالاتی درباره‌ی جهان خارج است. «GIS» اطلاعات لازم برای پاسخ‌گویی به این سوالات را از «پرونده‌های ذخیره شده» استخراج می‌کند. مجموعه‌ی پرونده‌های «GIS» درنتیجه‌ی الگویی است از جهان خارج که می‌تواند حالات بخصوص آن را تحلیل و یا تقلید کند. این تقلید از جهان خارج هرچه فراگیرتر باشد، پیچیدگی الگو^۳ به خاطر ورود عوامل بیشتر خواهد شد. هرچه پیچیدگی الگو بیشتر گردد، مخارج نگهداری از آن بیشتر می‌شود و احتمال اشتباه افزایش خواهد یافت. در ضمن پاسخ به این سوال که آیا الگوهای پیچیده‌تر جواب‌های درست‌تری به ما می‌دهند، به نوع سوال و طرز مطرح کردن آن بستگی دارد.

یکی از توانایی‌های مهم «GIS» پیش‌بینی نتایج برنامه‌های مختلف است. به عنوان مثال می‌توان از تأثیر ساختن یک سد بر روی اراضی و مردم منطقه نام برد و یا بررسی تأثیر یک طرفه کردن یک خیابان در جریان ترافیک.

توانایی در پیش‌بینی «چه خواهد شد»، امکان انتخاب «چه چیز بهتر است» را، به ما می‌دهد.

۴-۷- خروج اطلاعات: بنابراین به دو طریق «نرم» و «سخت» می‌توان از «GIS» اطلاعات گرفت. اطلاعات نرم بر روی صفحه‌ی نمایش^۴ رایانه و اطلاعات «سخت» بر روی کاغذ معکس می‌شوند. هر دو نوع اطلاعات می‌توانند شامل اطلاعات مکانی مثل نقشه و غیرمکانی مثل اسم و غیره باشند، با استفاده از نرم افزارهای «GIS» می‌توان جدول‌های مختلفی از اطلاعات ساخت و با «چاپگر^۵» به چاپ رساند. این نرم افزارها قادرند عملیات مختلفی را در تولید اطلاعات به شکل سخت انجام دهند. این عملیات که شامل مشخص کردن اسم مناطق به خصوصی در نقشه، پاسخ «سؤال‌ها» با هاشورها و رنگ‌های مختلف، رسم کادر، اسم نقشه، راهنمای نقشه، علامت شمال و غیره هستند.

۱— Analyse

۲- الگوهای علمی، ساختارهای ساده‌ای از واقعیت‌های پیچیده‌ی خارجی‌اند. این عمل ساده‌سازی که ممکن است در یک یا چند مرحله انجام شود، برای سهولت ارائه و درک آن واقعیت‌های خارجی صورت می‌گیرد. یک الگو ممکن است به چند صورت ارائه شود، از آن جمله می‌توان از واژه‌ها، معادلات و یا یک دسته رابطه‌های مکانی که به شکل یک نقشه ارائه شده‌اند، نام برد. از دلایل دیگر استفاده از الگو دشواری و یا غیرممکن بودن جمع‌آوری اطلاعات است. مانند اندازه‌گیری طول یک جاده از روی نقشه راحت‌تر است از اندازه‌گیری آن در جهان خارج و یا مثلاً آمارگیری از جمعیت ایران در سال ۱۴۰۰ کاری است غیرممکن. ارزش استفاده از الگو در قدرت پیش‌بینی و ارائه‌ی گزینه‌های مختلف با شرایط اولیه مختلف است. یک سیستم این توانایی را با استفاده از عملیات تحلیلی اش به ما می‌دهد.

۳— Output

۴— Monitor

۵— Printer

معمولًاً بهترین روش انجام کاری را به ما نشان می‌دهند، اما این روش لزوماً سازگار با ارزش‌های انسانی یک جامعه نیست. کسانی که در مقام تصمیم‌گیری‌اند باید از قضاوت خود در هدایت «GIS» برای رسیدن به یک روش درست و پسندیده استفاده کنند. برای رسیدن به روش درست در انجام کاری از یک سری داده‌ها، احتیاج به طرح یک سری سؤالات اصولی و سیستماتیک داریم.

در مواجهه با یک سیستم رایانه‌ای جدید معمولًاً تمايل به پرسیدن سؤالات کلی زیاد به چشم می‌خورد. بهترین روش طرح سؤال برای به دست آوردن جواب درست در «GIS» این است که از جواب درست، کارمان را شروع کنیم. این امر در ظاهر خلاف انتظار است. چرا که انتظار ما از رایانه جواب دادن درست به سؤالات ماست. اما در کل این تصور غلط از کاربرد رایانه است. همان‌طور که قبلًاً اشاره شد، عمل قضاوت و بهترین جواب به عهده‌ی انسان که تصمیم‌گیرنده است، می‌باشد و رایانه یا هر سیستم دیگر هرگز به این مقام نخواهد رسید. انتظار و هدف ما از یک سیستم رایانه‌ای «GIS» باید «روش» رسیدن به جواب درست باشد نه «نشان دادن» جواب درست. برای این منظور در شروع کار از جواب درست و قدم به قدم به عقب رفتن برای پیدا کردن عواملی که به آن جواب می‌رسند امری است معقول. پس به این نتیجه می‌رسیم که برای طرح درست سؤال باید از آخر شروع کنیم و بدایم که برای رسیدن به جواب درست باید چه سؤالاتی مطرح و چه مسائلی از جمله مسائل انسانی بررسی می‌شده و چه داده‌هایی وجود داشته‌اند. این روش طرح سؤال، تمامی قوای سؤال کننده را در گرفتن جواب درست متوجه می‌کند.

«سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی» به خاطر نظم درونی که دارند، می‌توانند عملیات یک مؤسسه را منظم و نقش عمده‌ای را در رسیدن به راه حل درست ایفا کنند.

۶-۵- نرم افزارهای GIS

برخی از نرم افزارهای GIS که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از :

- Caris
- Arc info
- Arc view
- Arc view GIS
- Auto cad map
- map info
- oracle
- pe Arc info

۶-۶- کاربردهای GIS

۱-۶-۶- کشاورزی و مدیریت بهره‌برداری از زمین: یکی از مسائل با اهمیت در این بخش، تشخیص مناطق مهم کشاورزی است. این مسئله قبل از به وجود آمدن «GIS» حداقل به طور کیفی، برای سازمان‌های ملی شناخته شده بود. از موارد مهم استفاده از «GIS» در کشاورزی را می‌توان تولید نقشه‌های خاک و نقشه‌های مناطق پر محصول کشاورزی نامید.

در حال حاضر با پیوند «GIS» به مدل‌های پیش‌بینی کننده بهره‌گیری از خاک و فرسایش آن، از قدرت تحلیلی «GIS» استفاده‌های شایانی به عمل آمده است و بدین سبب امروزه بسیاری از سازمان‌های مسئول کشاورزی و بهره‌برداری از زمین خود را با «GIS» مجهز کرده‌اند و با بررسی و تحلیل اطلاعات بهره‌برداری از زمین به همراه اطلاعات هواشناسی، وضعیت برداشت محصولات مختلف را برای یک منطقه مشخص می‌کنند. همچنین پیوند مدل‌های پیش‌بینی کننده برداشت و قیمت محصولات در «GIS» وسیله‌ی پرقدرتی را در اختیار مدیران مسئول برای گرفتن تصمیم و جهت‌گیری در مقابل حوادث آینده قرار می‌دهد.

۲-۶- جنگل‌داری: جنگل‌داری شامل مدیریت بسیاری از منابع طبیعی است که در منطقه‌های جنگلی قرار دارند. این منابع شامل چوب، چراگاه، تفریحگاه، باغ و حشنهای طبیعی، آب و غیره است.

معمولًاً هدف از تصمیم‌گیری درباره‌ی بهترین روش استفاده از جنگل، به حداکثر رساندن برداشت منابع مختلف در جهت رفاه عموم است. برای پیدا کردن بهترین روش، مدل‌های خطی مسئله را تبدیل به مقایسه‌ی یک سری گزینه‌های «اگر... آنگاه» می‌کنند. در این زمینه «GIS» می‌تواند نقش مؤثری را در تحلیل هرچه بیشتر گزینه‌های مختلف ایفا کند.

۳-۶- باستان‌شناسی: باستان‌شناسان از «GIS» برای کمک در کشف آثار قدیمی و مسائلی از قبیل تحلیل مکان‌های شناخته شده و پیش‌بینی مکان‌های ناشناخته، استفاده‌های جالب توجهی کرده‌اند. داده‌های مورد استفاده‌ی باستان‌شناسان شامل محدوده مکان‌های باستان‌شناسی، محل جغرافیایی، قدمت تاریخی، تعداد آثار عتیقه پیدا شده در رابطه با داده‌های طبیعی از قبیل ارتفاع، شب، توپوگرافی، پیش‌بینی محل جغرافیایی و مکان‌های باستان‌شناسی جدید می‌باشد. «GIS» به خصوص برای پردازش و تحلیل اینگونه داده‌ها وسیله‌ی بسیار انعطاف‌پذیر و پرقدرتی است.

۴-۶- زمین‌شناسی: تجزیه و تحلیل زمین‌شناسی یک منطقه برای کشف معادن زیرزمینی از قبیل فلزات، سنگ‌های قیمتی، نفت و غیره که احتیاج به ارتباط داده‌های مختلف مکانی و بررسی آن‌ها در یک زمان دارد، از تخصص‌های مخصوص «GIS» است. زمین‌شناسان معمولاً در صدد

پیدا کردن نمودارهای بخصوصی اند که از ارتباط بین عوامل مختلف در زمین‌شناسی به دست می‌آید.
این گونه عملیات در «GIS» به راحتی قابل بررسی و تحلیل هستند.

۵-۶- شهرداری: بیشتر اطلاعاتی که برای برنامه‌ریزی شهرداری استفاده می‌شود، از نوع اطلاعات جغرافیایی است. به این معنا که هر اطلاع درباره‌ی یک مکان جغرافیایی به خصوص، مثل محدوده ملک، خیابان، مدرسه، پارک و غیره قابل پردازش و تحلیل در «GIS» است و از این نظر بخوبی این سیستم کارآیی خود را در امور شهرداری نشان داده است.

خودآزمایی

- ۱- منظور از ایجاد «پایگاه اطلاعات جغرافیایی» را توضیح دهید.
- ۲- «GIS» را تعریف نمایید.
- ۳- اشکالاتی که در گذشته برای ایجاد «پایگاه اطلاعات جغرافیایی» وجود داشت را ذکر نموده مختصرًا توضیح دهید.
- ۴- محسن مکانیزه نمودن سیستم‌های ایجاد «پایگاه اطلاعات جغرافیایی» را ذکر نمایید.
- ۵- در ایجاد «GIS» منظور از «لایه اطلاعاتی» چیست؟ توضیح دهید.
- ۶- اجزاء اصلی «GIS» را نام ببرید.
- ۷- به منظور دست‌یابی به امکانات تحلیلی اطلاعات جغرافیایی در نرم افزارهای «GIS» انواع اطلاعات ورودی لازم را نام ببرید.
- ۸- عملیاتی که در «GIS» انجام می‌شود را بیان نمایید.
- ۹- انواع داده‌ها در «GIS» برای ارائه به رایانه را ذکر نمایید.
- ۱۰- توانایی‌های «GIS» را که می‌شناسید ذکر نمایید.
- ۱۱- چند روش اخذ اطلاعات از «GIS» می‌شناسید آن‌ها را نام ببرید و درباره هر کدام توضیح دهید.
- ۱۲- دو نمونه از کاربردهای «GIS» را نام برد و درباره آن‌ها توضیح دهید.

کار در کلاس

- کروکی مدرسه را تهیه و اطلاعات توصیفی مدرسه در قالب یک فرم ارائه گردد.

دورکاوی^۱

مقدمه

شناسایی و بررسی محیط اطراف محل سکونت موضوعی است که از دیرباز مورد توجه بشر کنجدکاو بوده است، وقتی از بالای یک بلندی و یا از فراز یک درخت به اطراف می‌نگریست و با استفاده از حواس خود تصویری ذهنی از عوارض و موجودات که در دوردست بوده‌اند، پیدا می‌کرد در واقع به نوعی «دورکاوی» اقدام کرده است. نگریستن با چشم برای بشر اولیه تنها وسیله در بررسی محیط بود و پس از آن که نقشه تهیه شد، دریانوردان، جغرافی‌دانان و محققین اطلاعات جوی و فضایی را بر روی نقشه پیاده کرده و مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند.

در خلال جنگ جهانی اول نظامیان برای مقاصد جنگی نیازمند اطلاعاتی در خصوص محل تجمع دشمن و جابجایی‌های او بودند، از این نظر بررسی از راه دور جنبه‌ی حیاتی به‌خود گرفت و در این موقع عکاسی مورد توجه قرار گرفت و پس از جنگ، عکاسی هوایی فصل جدیدی را در خصوص بررسی از راه دور گشود. در دهه‌ی گذشته استفاده از این وسیله بسیار معمول بود. بدین‌ترتیب به‌غیر از فتوگرامتری عکس هوایی کاربرد دیگری نیز پیدا کرد که مهم‌ترین آن شناخت محیط یعنی تفسیر و توجیه عوارض منطقه مورد عکس‌برداری بود که البته هرچه درجه‌ی مهارت و تجزیه مفسرین بیشتر بود، اطلاعات بیشتری بدست می‌آمد.

امروزه به کارگیری تصاویر ماهواره‌ای در بررسی‌های مختلف زمین هر روز وسعت بیشتری پیدا نموده، و با توجه به ویژگی‌هایی که این تصاویر دارند، از جمله چرخش منظم ماهواره‌های سنجش از دور به دور زمین و امکان ثبت اطلاعات و تصویربرداری تکراری و دسترسی به اطلاعات جدید و هم‌چنین آگاهی از هر گونه تغییرات فضایی روز به روز کاربرد بیشتر در سنجش از دور پیدا کرده است.

^۱— Remote - Sensing (R.S)

هدف‌های رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود که در پایان این فصل بتواند :

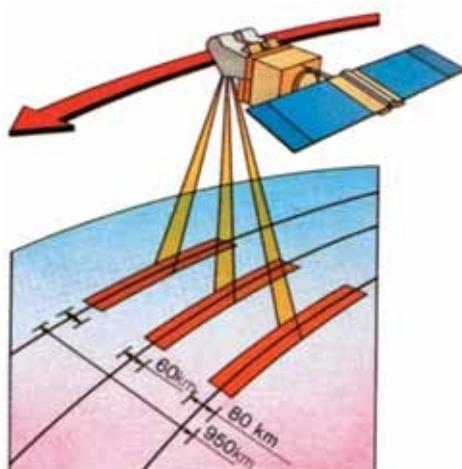
- دورکاوی را تعریف کند و بخش‌های مختلف آن را نام ببرد.
- تجهیزات دورکاوی را نام ببرد.
- انواع فیلم‌های حساس مورد استفاده در دورکاوی را نام ببرد.
- دستگاه‌های حساس در عکس‌برداری هوایی را نام ببرد.
- منظور از ترمومتری را بیان کند.
- وسایل حمل‌کننده در دورکاوی را نام ببرد.
- ماهاواره‌های سنجش از دور را تقسیم‌بندی نماید.
- خصوصیات ماهاواره‌های مدار پایین را ذکر نماید.
- خصوصیات ماهاواره‌های با فاصله متوسط را ذکر نماید.
- خصوصیات ماهاواره‌های با فاصله دور را ذکر نماید.
- روش ثبت اطلاعات را در یک نمونه از ماهاواره‌ها توضیح دهد.

۱-۷- دورکاوی چیست؟

چنان‌چه بخواهیم در زمان کوتاه درباره‌ی کشور خود منابع و رویدنی‌های آن، جنس خاک و دیگر پدیده‌های در روی زمین اطلاعاتی بدست آوریم، یکی از روش‌های آن مشاهده‌ی مستقیم است

و هرچه میدان دید وسیع‌تر باشد منطقه‌ی بزرگتری را می‌توانیم مورد بررسی قرار دهیم، بنابراین می‌توان به ارتفاعات رفت و یا از زمین پرواز نمود و از بالا به زمین نگاه کرد، حالا اگر بتوانیم چشم خود را مجهز نماییم و عوارض روی زمین را مورد توجه قرار دهیم، به «بررسی از راه دور» دست یافته‌ایم.

همواره این امکان وجود ندارد که با مشاهده‌ی مستقیم به منظور خود بررسیم، مثلاً اگر بخواهیم از طوفان‌هایی که هر آن ممکن است ما را مورد یورش قرار دهند یا از اتمسفر زمین و یا



شکل ۱-۷- دورکاوی

کرات و سیارات دیگر این اطلاعات را بدست آوریم، باید از امکانات ویژه استفاده نماییم. در علم «دورکاوی»، اطلاعات مفیدی از اشیا و پدیده‌های مختلف را می‌توان بدون تماس فیزیکی و از فاصله دور بدست آورد، امروزه به دلیل خصوصیات فیزیکی و شیمیایی سطح زمین و اتمسفر، کسب اطلاعات در خصوص دیگر کرات و سیارات به وسیله‌ی دوربین‌های چند باندی خاص و ابزارهای مخصوص که بر روی یک وسیله‌ی حامل نصب می‌شوند، صورت می‌گیرد و با تجزیه و تحلیل آن‌چه دریافت می‌گردد، اطلاعات مورد نیاز به دست می‌آیند؛ بنابراین دورکاوی را می‌توان:

فن جمع‌آوری و تفسیر و نمایش اطلاعات از مسافت دور درباره‌ی
وضعیت جو، خشکی‌ها و آب‌های سطح زمین و دیگر پدیده‌ها،

تعریف کرد. بدین ترتیب «دورکاوی» دارای دو بخش اصلی «تصویربرداری» و «تجزیه و تحلیل تصاویر» می‌باشد.

۱-۷-۱-تجهیزات دورکاوی: تجهیزاتی که در دورکاوی مورد استفاده قرار می‌گیرد، عبارت‌اند از :

الف : دستگاه‌های سنجنده^۱

ب : وسایل حمل کننده

۱- دستگاه‌های سنجنده: همان‌گونه که می‌دانید نور خورشید پرتو افکنی قابل توجهی دارد و طیف نوری که ایجاد می‌کند شامل اشعه با طول موج‌های مختلف است که این طول موج‌ها، قابل اندازه‌گیری است.

معمولًاً اشعه با طول موج حدود 78° تا 4° میکرون برای چشم انسان قابل رؤیت است و از این رو آن‌ها را «اشعه مرئی» می‌گویند. اشعه با طول موج‌های پایین‌تر و بالاتر از آن، قابل رؤیت نیست و به این دسته «اشعه نامرئی» می‌گویند. فیلم‌های عکاسی مختلفی تولید شده‌اند که تعداد لایه‌های حساس^۲ آن‌ها متفاوت است و هر لایه نسبت به بخشی از طیف نور خورشید حساس است و فیلم‌ها نیز بر حسب لایه یا لایه‌های حساس موجود بر روی آن‌ها نامگذاری شده‌اند. انواع این فیلم‌ها عبارت‌اند از :

– پانکروماتیک^۳ سیاه و سفید (دارای یک لایه حساس)

– فروسرخ^۴ سیاه و سفید (دارای یک لایه حساس)

۱— Sensors

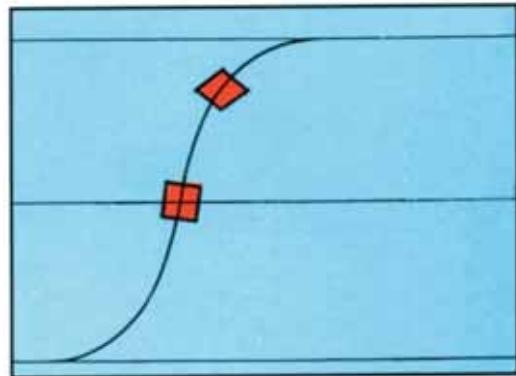
۲— Emulsion

۳— Panchromatic

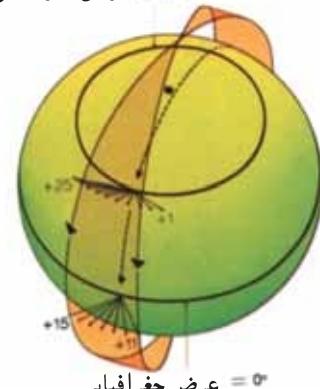
۴— Infra-Red (I.R)

- رنگی (دارای چند لایهٔ حساس)
- رنگی فروسرخ کاذب (دارای چند لایهٔ حساس)

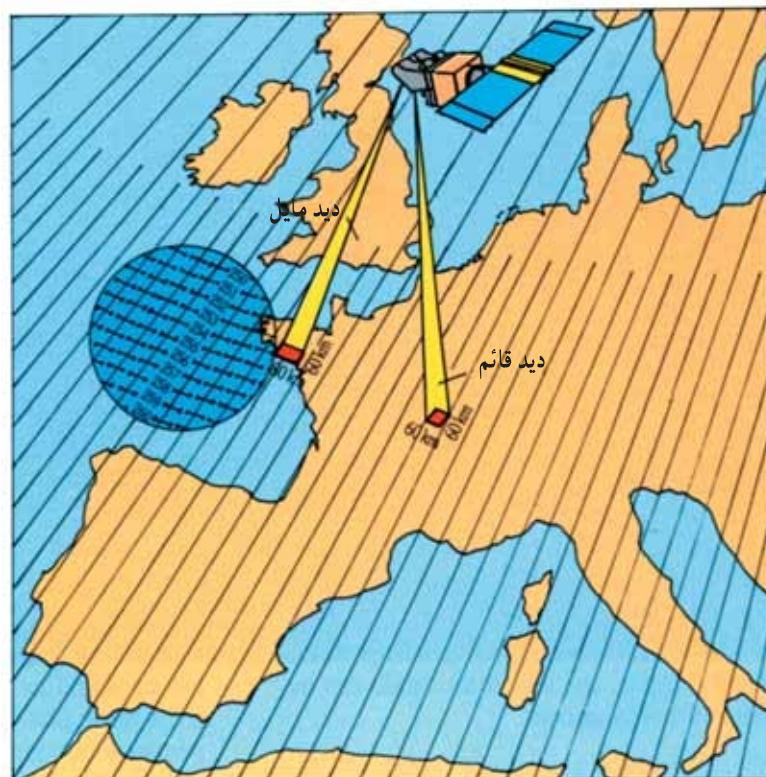
عرض جغرافیایی = 45°



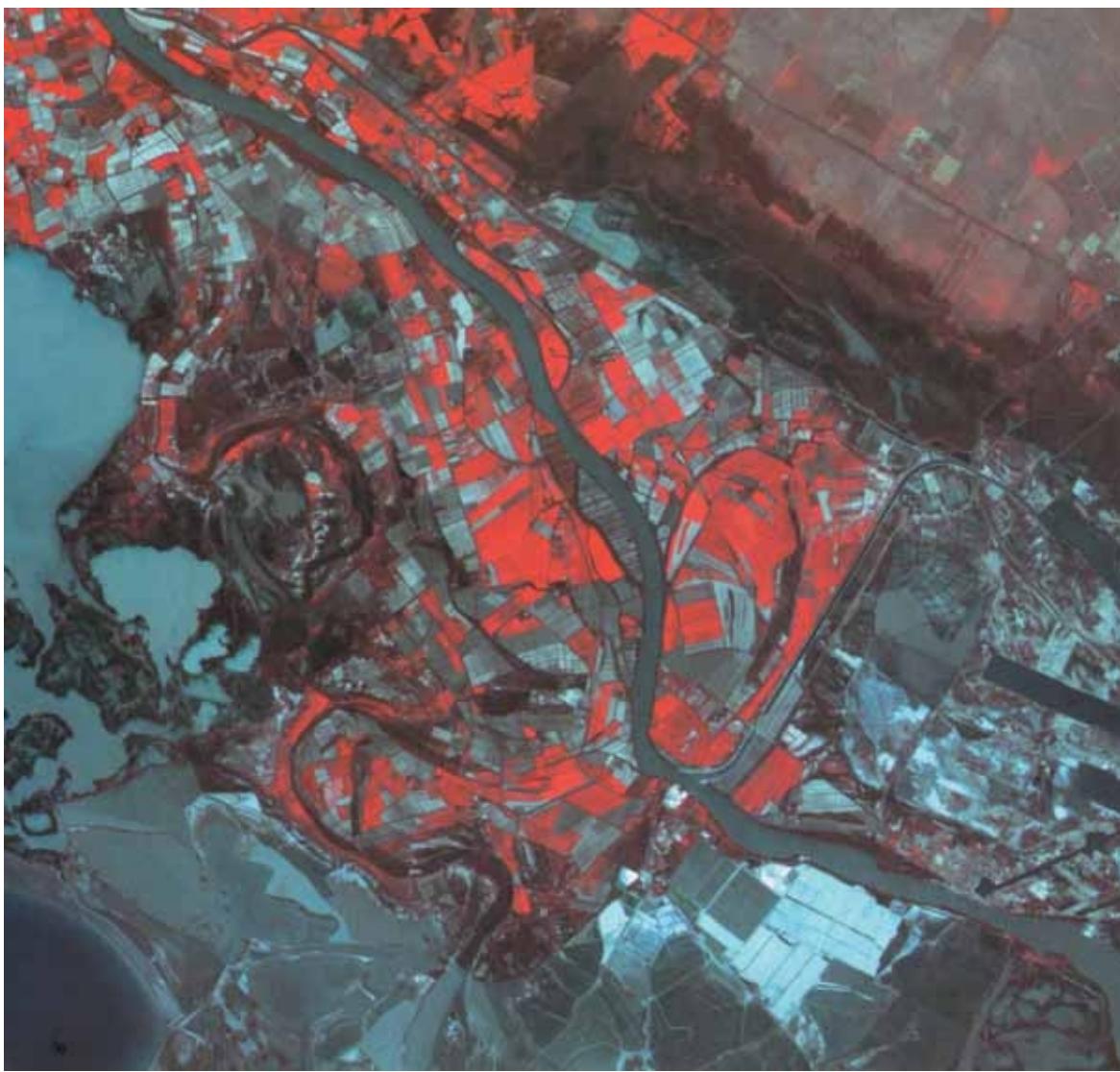
شکل ۳-۷- مناطق تصویربرداری شده



شکل ۲-۷- حرکت ماهواره و برداشت آن



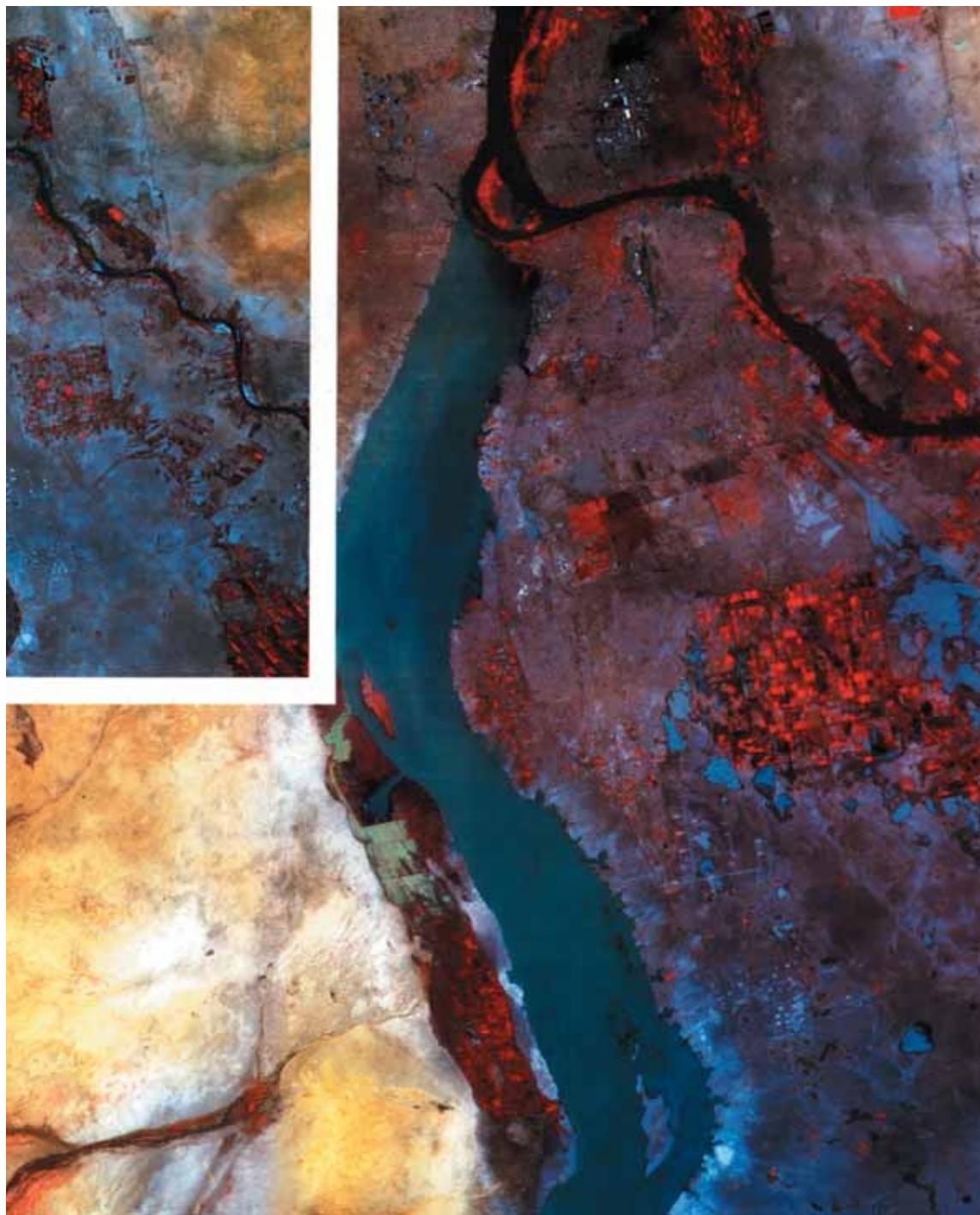
شکل ۴-۷- انواع دید ماهواره



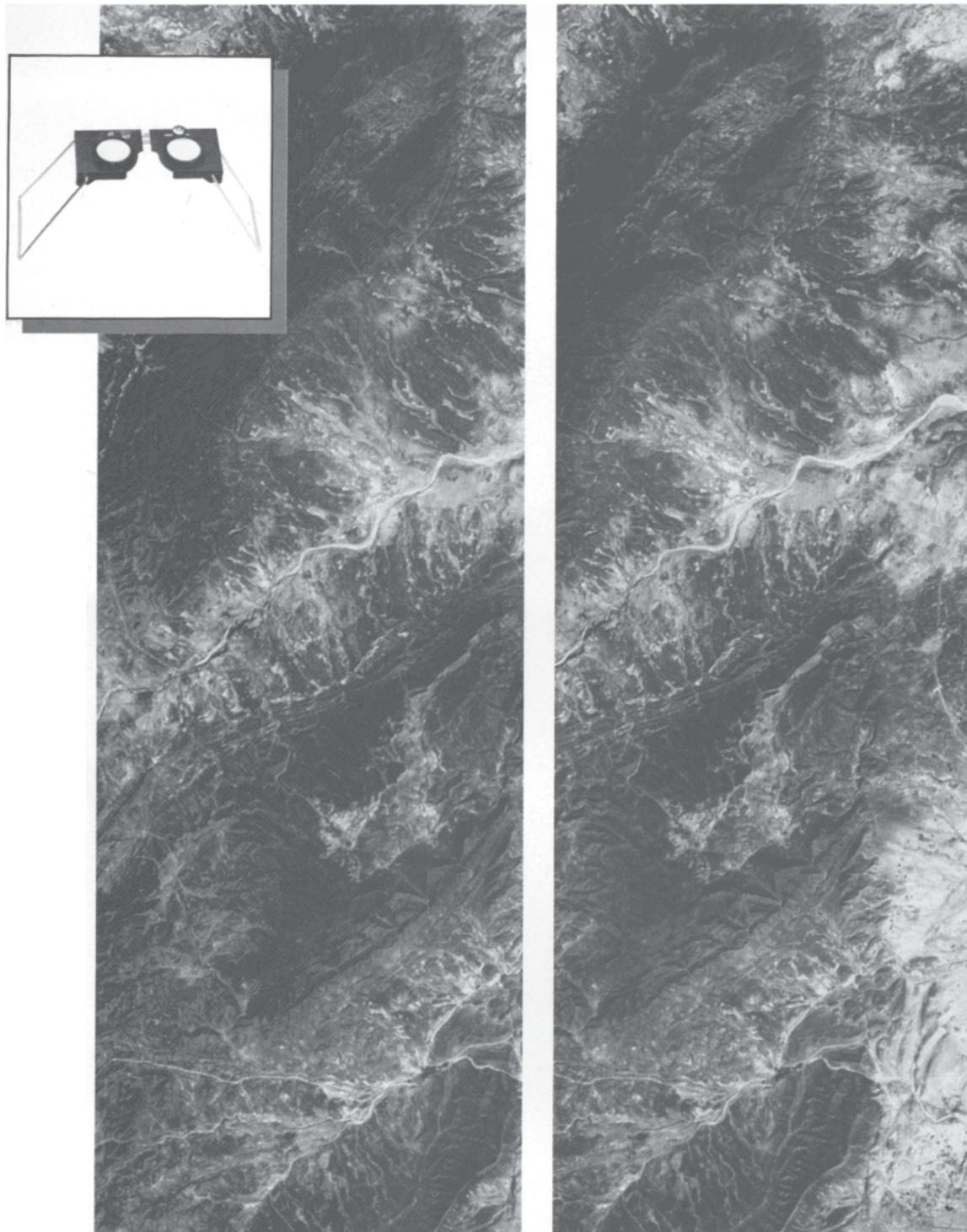
شکل ۷-۵- نمونه نقشه‌های مالتیپکترال



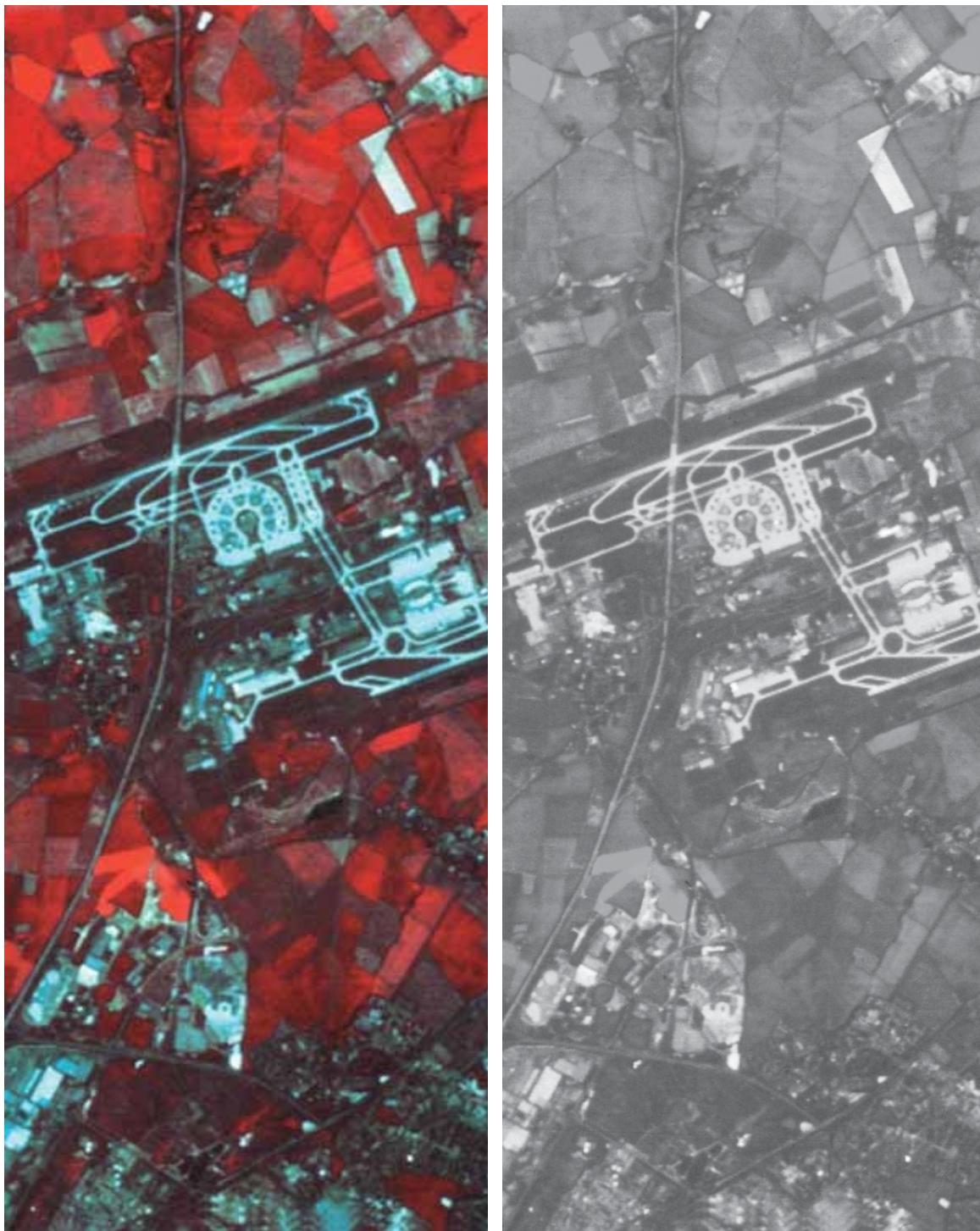
شکل ۶-۷- نمونه نقشه‌های پانکروماتیک



شکل ۷-۷- نمونه عکس‌های ماهواره‌ای با مقیاس‌های مختلف از یک منطقه

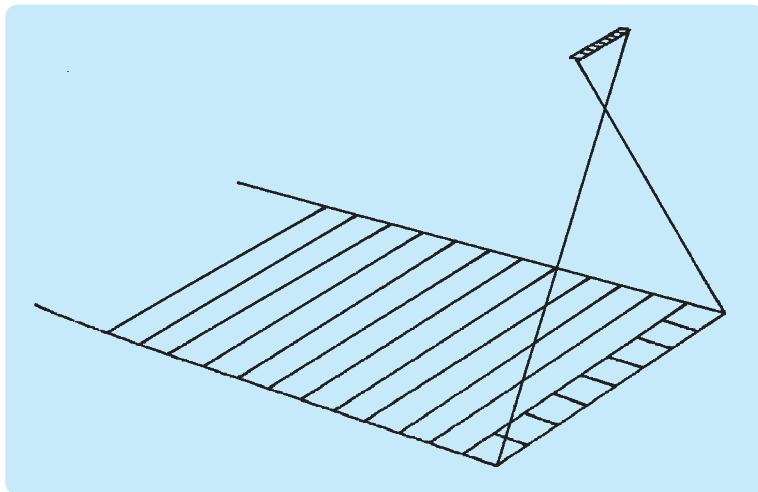


شکل ۷-۸- دو عکس پوشش‌دار ماهواره‌ای



شکل ۷-۹ - عکس‌های پانکروماتیک (Panchromatic) و مالتیپکترال (Multispectral) یک منطقه

دستگاه حساس در عکسبرداری هوایی شامل دوربین با اقسام عدسی و فیلم‌هایی با انواع قشر حساس و صافی‌های^۱ مختلف است که تشخیص عوارض گوناگون در حد متعارف بر روی آن‌ها مشخص است ولی در بعضی طول موج‌های فروسرخ یا حرارتی (توضیح آن در صفحات بعد می‌آید) نمی‌توان از ابزار معمولی عکاسی یعنی دوربین و فیلم استفاده کرد در این حالت تشعشعات حرارتی زمینی در طول موج حدود ۱۰ میکرون وارد دستگاهی به نام جاروکننده^۲ الکترومکانیکی می‌شوند و اثر این تشعشع حرارتی یا روی نوار مغناطیسی ثبت و یا از طریق دیگری به صورت عکس مرئی درمی‌آید.



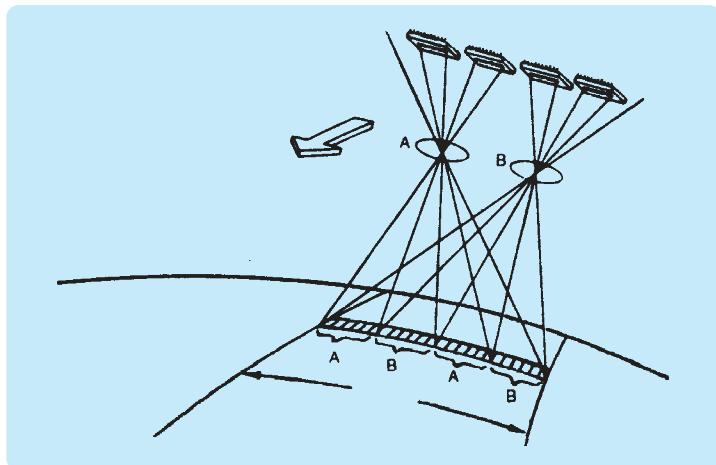
شکل ۱۰-۷ روش جاروب کردن زمین توسط ماهواره

در عکسبرداری با طول موج‌های مرئی و دیگر طول موج‌های فروسرخ، منبع امواج الکترومغناطیسی خورشید است و در واقع انعکاس نور توسط جسم در این طول موج‌ها است که روی فیلم اثر می‌گذارد، لذا عکسبرداری باید در روز آفتابی انجام شود ولی در سیستم جاروکن الکترومکانیکی تشعشع حرارتی از خود جسم ساطع شده است. بنابراین استفاده از آن می‌تواند هم در شب و هم در روز باشد ولی در هر حال هوا نباید ابری باشد.

به‌طورکلی از دید دورکاوی می‌توان گفت «عکس هوایی ثبت قسمتی از تشعشعات طیف نورانی روی صفحه حساس است» و در این خصوص علاوه بر دوربین عکسبرداری و سیستم جاروکن، عوامل مختلفی نظیر وضعیت خورشید و زمین در موقع عکسبرداری و وضعیت هوای پیما نیز

۱— Filters

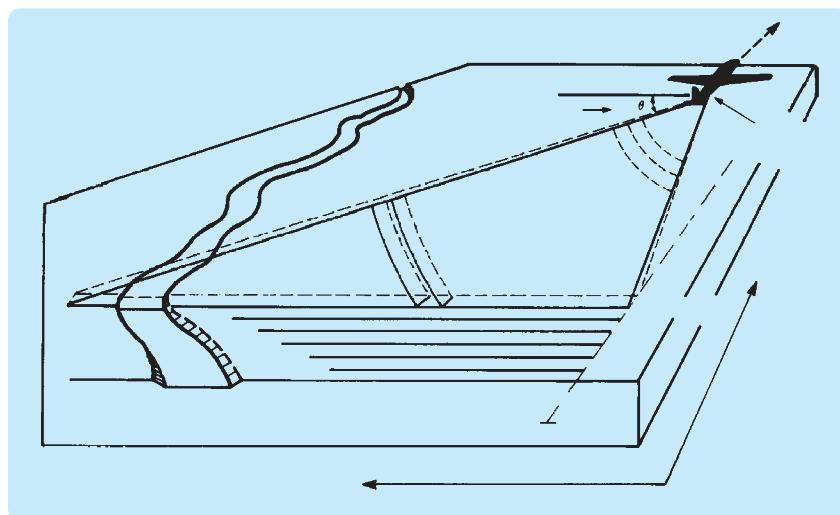
۲— Scanner



شکل ۷-۱۱- جاروب کردن موازی توسط ماهواره

تأثیر دارد و همان‌گونه که در صفحات بعد خواهد دید برای تفسیر و کسب اطلاعات باید مکانیزم ثبت تصویر در روی عکس و تئوری آن را دانست.

دستگاه‌های حساس در ماهواره‌ها به غیر از دوربین‌های عکس‌برداری چند باندی شامل سنجنده‌های^۱ مختلف است که بر روی سکوهای بدنه ماهواره نصب می‌گردند. علاوه بر آن در بعضی ماهواره‌ها سیستم تصویربرداری نیز آماده گردیده است که وقتی هوا ابری و فرصت



شکل ۷-۱۲- عکس‌برداری و تصویربرداری از زمین

^۱- Sensor

عکس‌برداری هوایی و یا تصویربرداری فروسرخ نمی‌باشد، دارای ارزشی خاص است و یا در حالتی که به اطلاعات سریع و جدید در مورد تغییرات ناگهانی نیازمندند «مثالاً در شهرهایی که بر اثر سانحه‌ای مثل تخریب ناشی از گردبادها، زلزله، سیلاب‌ها و یا حملات نظامی آسیب دیده‌اند»، از آن استفاده می‌شود.

لازم‌های تصویربرداری در موارد دیگر، برخورد انرژی از منبع نوری با اشیا و پدیده‌های سطح زمین است و همان‌طور که در ارتباط با عکس‌های هوایی نیز آمد، خورشید بزرگترین منبع تولید انرژی است و پس از برخورد اشعه‌ی آن با عوارض روی زمین تشعشع ایجاد می‌کند، این گونه تشعشعات را می‌توان روی قشر حساسی ثبت کرد در آن صورت عکس‌های سیاه و سفید و رنگی معمولی یا عکس‌های مادون قرمز، سیاه و سفید و یا عکس‌های رنگی غیرطبیعی بدست می‌آید.

در عکاسی به طریقه‌ی رنگی غیرطبیعی یک سری رنگ‌های مکمل که با رنگ‌های حقیقی مغایرت دارند، بدست می‌آید. به‌همین جهت آن‌هارا غیرطبیعی می‌گویند و دارای این خاصیت هستند که تشعشعات مرئی و غیرمرئی را با هم ثبت می‌کنند.

ترموگرافی: به غیر از عکاسی و ثبت تشعشعات مرئی و مادون قرمز برخی در قشرهای حساس قادرند به کمک بعضی وسایل مخصوص تشعشعات حرارتی را ثبت نمایند. زیرا اشیا بر حسب نوع و طبیعتشان و بر حسب سطوح ظاهری خود خاصیت فوق العاده‌ی مهمی از نظر جذب، انتشار و انکاس امواج در بعضی از قسمت‌های طیف الکترومagnetیک دارند. بدین ترتیب که اشیا بر حسب درجه‌ی حرارتشان مقداری انرژی را به صورت تشعشع به اطراف منتشر و می‌فرستند. حتی اگر تحت تأثیر تشعشع دیگری با طول موج معلومی قرار گیرند، مقداری از این تشعشع را منعکس می‌سازند.

لذا با استفاده از اثرات فتوشیمیایی، می‌توان این تشعشعات را روی بعضی سطوح حساس که قشری دانه‌ای روی آن‌ها را پوشانده است ثبت کرد بدین ترتیب مقداری از این تشعشعات که در طیف مرئی قراردارند، روی صفحات حساس عکس‌برداری ثبت می‌شوند.

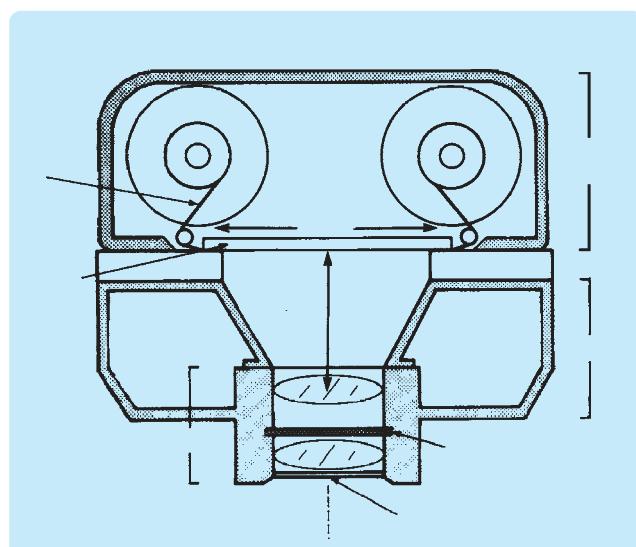
هم‌چنین ممکن است به کمک سلول‌های فتوالکترونیک این مقدار انرژی را نقطه به نقطه روی صفحه‌ی حساس ثبت و ضبط مغناطیسی مربوط به طول موج‌های حرارتی را نیز می‌توان به عکس‌های معمولی سیاه و سفید تبدیل کرد.

از این تغییرات، نتیجه‌ای که حاصل می‌شود فیلم رنگی، سیاه و سفید خواهد بود. به‌طوری که شدت این رنگ‌ها متناسب با مقدار انرژی است که در هر نقطه دانه‌های قشر حساس دریافت کرده

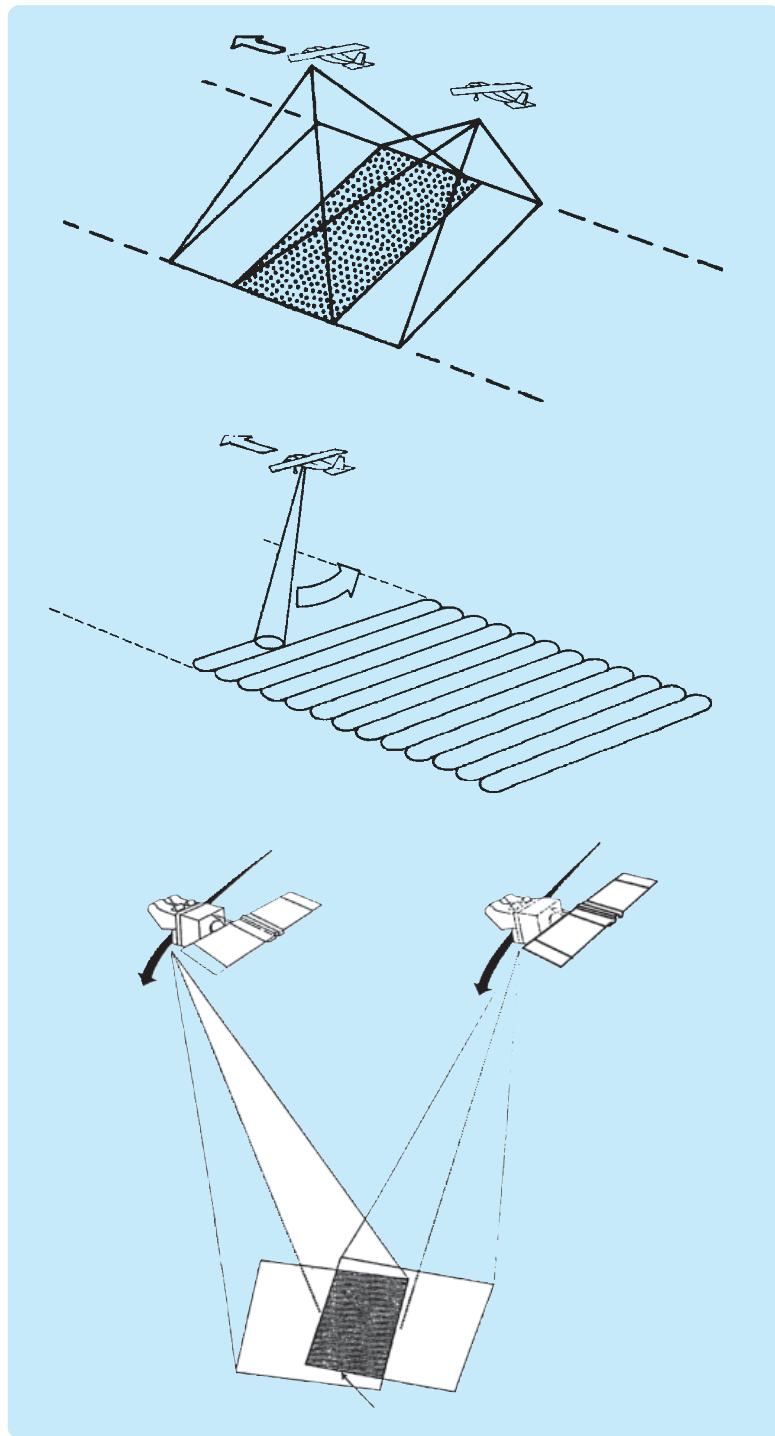
است و تصویری که بدست می‌آید، اطلاعاتی دربارهٔ کیفیت و نوع اشیا به دست می‌دهد.

برای مطالعه

۲—وسایل حمل‌کننده: این وسایل شامل هواپیماهای معمولی و جت‌های بلندپرواز، ماهواره‌های مخصوص و یا لابراتوارهای فضایی است.



شکل ۱۳—نمای نمادین یک دوربین عکسبرداری

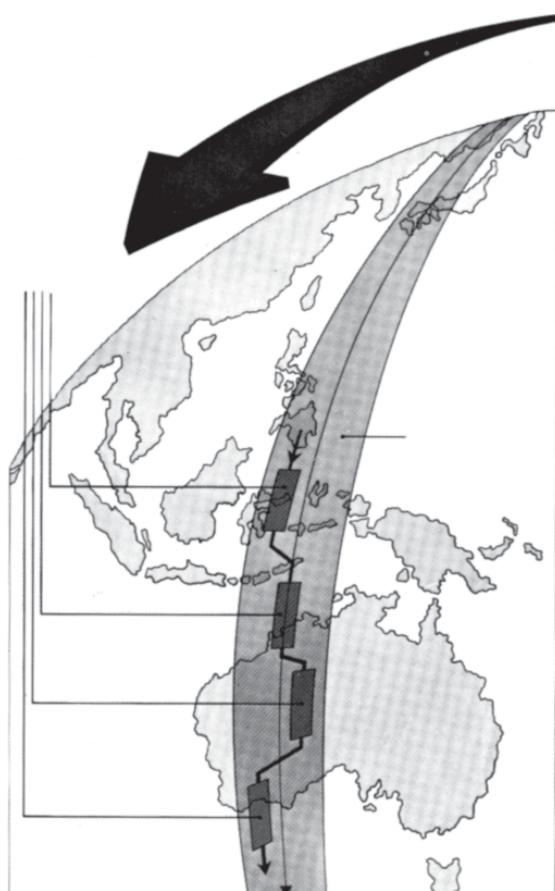


شکل ۱۴-۷- پوشش‌های مختلف عکسبرداری و تصویربرداری

در چهارم اکتبر ۱۹۵۷ اتحاد جماهیر شوروی سابق نخستین ماهواره^۱ را که در مدار زمین قرار می‌گرفت، به فضا پرتاب کرد. با اینکه این ماهواره پیش‌تاز، کاری به جز ارسال علائم ساده انجام نداد، عصر فضا آغاز شد. از آن تاریخ تا امروز بیش از ۴۰۰۰ ماهواره به فضا پرتاب شده است که وظایف مختلفی را انجام می‌دهند. بعضی برای امور مربوط به اکتشاف مواد معدنی، پیش‌بینی هوا یا فعالیت‌های نظامی به بررسی و کنترل زمین می‌پردازند و بعضی دیگر با تلسکوپ‌های تخصصی در فضا به کاوش می‌پردازند و بسیاری از ماهواره‌ها علائم تلفنی و تلویزیونی به تمام نقاط زمین می‌فرستند.

تعدادی از ماهواره‌های بزرگ سرنشین دار هستند، این ماهواره‌ها که اصطلاحاً «ایستگاه‌های فضایی» نامیده می‌شوند، فضانوردان را به فضا می‌برند و بر می‌گردانند.

ماهواره‌ها متناسب با وظایفی که بر عهده دارند در مدارهای گوناگون قرار داده می‌شوند. البته دسترسی به نزدیکترین مدار به زمین از همه راحت‌تر است و در این مدار، ماهواره تقریباً به دور خط استوا در جهتی از غرب به شرق می‌گردد. هر چه مدار



شکل ۱۵-۷- یک باند تصویربرداری

۱- این ماهواره اسپوتنیک نامیده شد.

پایین‌تر باشد، انرژی کمتری برای رسیدن به آن لازم است و زمانی که یک ماهواره به سمت شرق پرتاب می‌شود با توجه به گردش غربی و شرقی زمین به دور خود، از سرعت اولیه‌ی بیشتری برخوردار می‌شود.

۷-۲- تقسیم‌بندی ماهواره‌ها

ماهواره‌های سنجش از دور را برحسب فاصله مدار حرکت آن‌ها از زمین به سه دسته تقسیم می‌کنند که عبارت‌اند از:

۱-۲-۱- ماهواره‌های مدار پایین (یا ماهواره‌های نزدیک زمین): این ماهواره‌ها زمین را در ارتفاعی بین 20° تا 35° کیلومتر دور می‌زنند و مقیاس عکس‌هایی که می‌گیرند، حدود $\frac{1}{10000}$ است. یعنی عوارض به ابعاد یک متر و بیشتر را تشخیص داده و آن‌ها را ضبط می‌کنند. عکس‌هایی که به وسیله این ماهواره‌ها گرفته می‌شود، در موقع برگشت‌شان به زمین یا وقتی در داخل محفظه‌ای با چتر به بیرون پرتاب می‌گردد، دریافت می‌شوند. از جمله این ماهواره‌ها، سفینه‌های سرنشین دار هستند.

از آن جا که سفینه‌های سرنشین دار جرم زیادی دارند، تقریباً همیشه در مداری نزدیک به زمین قرار می‌گیرند. شاتل^۱ فضایی امریکا در ارتفاع حدود 25° کیلومتری قرار دارد و ایستگاه فضایی میر^۲ شوروی 10° کیلومتر بالاتر از آن به گرد زمین می‌چرخد. فضایماههای بدون سرنشین سنجنیں نیز در مدارهای مشابهی می‌گردند که از جمله آن‌ها تلسکوپ فضایی هابل^۳ است که نور دورترین اشیای گیتی را فارغ از اثرات مخدوش کننده‌ی جو زمین، مورد بررسی قرار می‌دهد.

گرچه دست‌یابی به مدار پایین آسان است اما یک شکل جدی برای حرکت ماهواره‌ها در این مدار وجود دارد گازهای رقیق جو زمین تا ارتفاع بالاتر از مدار، هم‌چنان وجود دارند و با زیاد شدن فاصله پیوسته رقیق‌تر می‌شوند. بنابراین «شاتل» و «میر»، هر دو از میان بقایای جو زمین عبور می‌کنند و در این روند به تدریج انرژی مداری خود را از دست می‌دهند و در طول زمان در یک حرکت مارپیچی به سمت زمین پایین می‌آیند. «شاتل» عمر کوتاهی دارد اما فضانورد «میر» باید هر از گاه، موتورهای

۱- Shuttle

۲- Mir

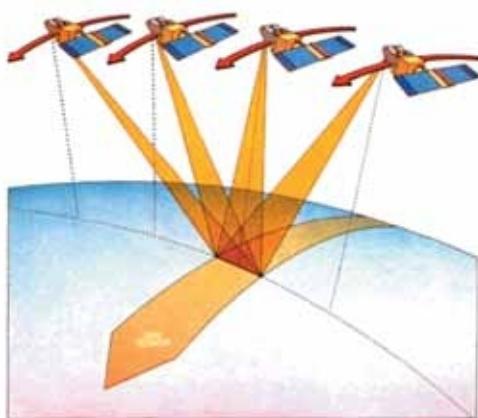
۳- Hable



شکل ۱۶-۷- بخشی از نقشه تهیه شده به کمک تصاویر ماهواره‌ای اسیات

تقویت سفینه را روشن کند تا با فرسایش مداری مقابله نماید.

۷-۲-۲- ماہواره‌های با فاصله متوسط: این ماہواره‌ها زمین را در ارتفاع ۷۰۰ تا ۹۰۰ کیلومتر دور می‌زنند. اولین بار در سال ۱۹۷۲ در امریکا با نام «ارت»^۱ و بلافارسیه چهار دستگاه دیگر از همین نوع توسط مؤسسه فضایی امریکا^۲ و بدنیال این سری ماہواره‌ها دو ماہواره با نام «اسپیات»^۳ توسط کشور فرانسه در سال‌های ۱۹۸۶ و ۱۹۹۰ به فضا پرتاب شدند. این ماہواره‌ها هر یک ناحیه‌ای به وسعت ۳۵۰۰۰ کیلومتر مربع را تصویربرداری می‌کنند. قدرت تفکیک آن‌ها برای سری اول پانزده متر و برای سری اسپیات در حدود ده متر است.



شکل ۷-۷- تصویربرداری ماہواره‌ای از یک منطقه

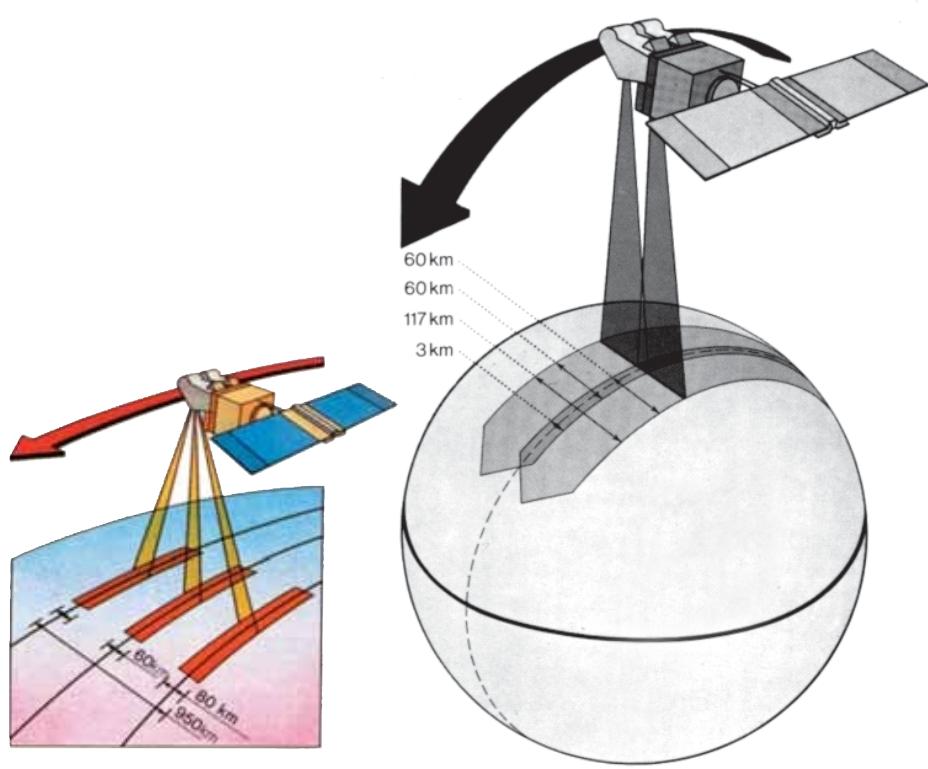
ماهواره‌های اسپیات برای دوری از کشش جو به ترتیب در ارتفاع ۷۰۰ و ۸۰۰ کیلومتری بالای زمین می‌چرخند و دوربین‌های پیشرفته‌ی آن‌ها می‌توانند تک خانه‌ها را در یک نوار ۱۱۷ کیلومتری از زمین نشان دهند. این نوارهای باریک ظرف پیست و شش روز کل زمین را می‌پوشانند.

۱- یکی از انواع این ماہواره‌ها که به دلیل قرار گرفتن در مدارهای بسیار پایین به طور منظم نابود می‌شوند، اقماری با مأموریت اکتشافات نظامی یا به عبارت دیگر، ماهواره‌های جاسوسی‌اند، آن‌ها معمولاً در مدار بیضی شکلی که نزدیکترین نقطه‌ی آن ۲۰۰ کیلومتر با زمین فاصله دارد به دور زمین قرار می‌گیرند و فقط چند ماه عمر دارند، این ماهواره‌ها می‌توانند از این ارتفاع کم به کمک دوربین‌های فیلمبرداری و تلویزیونی که به همراه دارند، جزئیات روی زمین را با قدرت تشخیص چند متر ضبط کنند.

۱- ERT (Earth-Resource-Technology)

۲- NASA (National-Aeronautics and Space Admini Stration)

۳- Spot



شکل ۷-۱۸- هم‌پوشانی در تصاویر ماهواره‌ای
شکل ۷-۱۹- پهنای باند تصاویر ماهواره‌ای

۷-۲-۳- ماهواره‌های دور: این ماهواره‌ها در ارتفاع بیش از بیست هزار

کیلومتری در حرکت‌اند. یکی از این ماهواره‌ها متنه اوسات^۱ است که در ارتفاع ۳۶۰۰۰ کیلومتری همگام با زمین حرکت دورانی دارد. و تصویرهای عددی از یک ربع کره‌ی زمین را در هر زمان با قدرت تفکیک حدود ۵ کیلومتر ثبت می‌کند. از آنجا که موضع آن‌ها نسبت به زمین ثابت است در محدوده‌ی دید ثابتی ثبت به یک ایستگاه دریافت زمینی دارند و هر نیم ساعت تصویرهایی را مخابره می‌کنند.

بیست و چهار ماهواره‌ی «ناواستار»^۲ که تشکیل بخش فضایی سیستم تعیین موقعیت جهانی^۳ را می‌دهند نیز از جمله این ماهواره‌ها هستند که در ارتفاع ۲۰۲۰۰ کیلومتری زمین و در حالی که مدار آن‌ها با دائرة استوایی زاویه‌ی ۵۵ درجه را

^۱- Meteosat

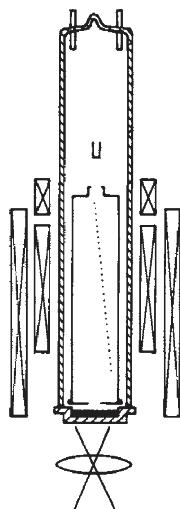
^۲- Navstar

^۳- Global positioning system

می‌سازد، به دور زمین می‌چرخند. در هر لحظه و در هر نقطه از سطح زمین، سه ماهواره (یا بیشتر) در بالای سطح افق قرار می‌گیرند و یک گیرنده با استفاده از علائم ارسالی از این ماهواره‌ها، می‌تواند موقعیت مکانی خود را تعیین کند.

۳-۷- روش ثبت اطلاعات در ماهواره

در اینجا به ذکر چگونگی ثبت اطلاعات در یکی از دستگاه‌های نسبتاً ساده می‌پردازیم:



در ماهواره «ارت» دو نوع دستگاه ثبت اطلاعات تعبیه گردیده بود، یکی شامل سه دوربین تلویزیونی^۱ که این دوربین‌ها دارای لامپ مخصوص و قشر حساس حافظه بود که به وسیله‌ی آن می‌توانست تصاویر ثبت شده را پس از بسته شدن مردمک عدسی دوربین در حافظه‌ی خود نگهدارد (اهمیت استفاده از این لامپ از آن‌جا مشخص می‌شد که زمان باز بودن مردمک، بسیار کم یعنی حدود ۱۲ هزارم ثانیه بود).

تصاویر تلویزیونی به مدت $3/5$ ثانیه گرفته می‌شود و سپس از روی صفحه‌ی حساس پاک شده که این عمل هر ۲۵ ثانیه یک بار تکرار می‌گردد.

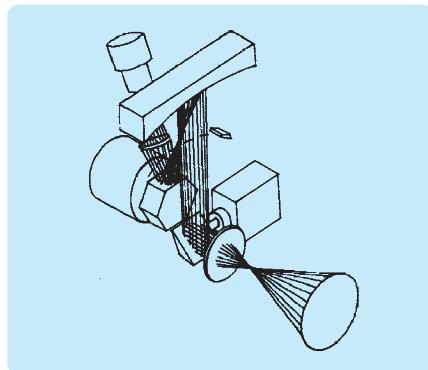
هر یک از سه دوربین تلویزیونی نسبت به بخشی از نوار طیف حساسیت داشتند. یکی از دوربین‌ها نسبت به رنگ آبی سیر (با طول موج $475/575$ میکرون) و دومی نسبت به رنگ زرد نارنجی (طول موج بین $58/58$ میکرون) و دوربین سوم به رنگ قرمز (طول موج از $690/830$ میکرون) حساس بودند و سه دوربین در آن واحد از یک منطقه به وسعت 185×185 کیلومتر مربع تصویربرداری می‌کردند. در فاصله‌ی زمانی ۲۵ ثانیه ماهواره، مسافتی در حدود 16 کیلومتر را طی می‌کرد. بنابراین با توجه به ابعاد تصویر، پوششی برابر ۲۵ کیلومتر (حدود ۱۳٪) در تصاویر متوالی ایجاد می‌گردد و در هر یک از نوارهای تصویربرداری روی زمین

^۱- Vidicon این دوربین یک اسکن‌کننده آرام است که در محدوده مرئی و نزدیک فروسرخ، با تفکیک یک کیلومتر عمل می‌کند.

عرضی برابر ۴۵ متر نشان داده می‌شد. لیکن عملاً حداقل ابعاد قابل تشخیص حدود ۱۰۰ متر بود یعنی اجسامی که ابعادشان کمتر از صد متر بود، در روی تصاویر قابل تشخیص نبود.

از طرفی گردش ماهاواره به‌شکلی بود که هر روز در حدود ۱۵ کیلومتر در خط استوا جابجایی انجام می‌شد. بنابراین دو تصویر مجاور در خط استوا حدود ۱۴٪ و در حوالی عرض جغرافیایی ۴۵ درجه حدود ۳۴٪ و در حوالی عرض جغرافیایی ۵ درجه حدود ۴۵٪ پوشش داشتند.

دستگاه دیگری که در داخل ماهاواره نصب گردیده بود، یک اسکنر^۱ آینه‌ای با دامنه‌ی ۲/۸۸ درجه بود که در هر ثانیه ۱۳ مرتبه نوسان داشت. این آینه تشعشعات باندی از زمین را که عمود بر، جهت حرکت ماهاواره و عرض آن در هر نوسان برابر ۱۸۵ کیلومتر بود، به دوربین می‌فرستاد در صفحه‌ی کانونی دوربین نیز ۲۴ سلول کار گذاشته شده بود که هر شش سلول آن در بخشی از نوار طیف حساس بود و وجود گروه سلول مشابه باعث می‌شد که در هر یک از نوسانات آینه شش خط جارو و در نتیجه با توجه به عرض هر خط که برابر ۷° متر روی زمین بود جمعاً نواری به عرض ۴۷۴ متر تصویربرداری می‌شد.



شکل ۲۱-۷- تصویر یک سنجد

خودآزمایی

- ۱— دورکاوی را تعریف نمایید.
- ۲— بخش‌های مختلف دورکاوی و تجهیزات لازم را نام ببرید.
- ۳— انواع فیلم‌های حساس مورد استفاده در دورکاوی را نام ببرید.
- ۴— دستگاه‌های حساس در عکسبرداری هوایی را نام ببرید.
- ۵— منظور از «ترموگرافی» را توضیح دهید.
- ۶— وسایل حمل کننده در دورکاوی را نام ببرید.
- ۷— تقسیم‌بندی ماهواره‌های سنجش از دور چگونه است؟ بیان نمایید.
- ۸— خصوصیات هر دسته از ماهواره‌ها را ذکر نمایید.
- ۹— روش ثبت اطلاعات در یک نمونه از ماهواره‌ها را شرح دهید.

کار در کلاس

- ۱— براساس طیف نوری و رنگ‌ها، نقشه محدوده‌های مورد نظر استخراج و مساحت آن محاسبه شود.
- ۲— یک عینک دو رنگ تهیه و از طریق آن بر جسته‌بینی را ابتدا با عکس‌های سه‌بعدی تمرین نمایید. نتایج مربوط به این تمرین را به صورت یک گزارش ارائه نمایید.