

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مبانی نقشه برداری

رشته نقشه برداری

زمینه صنعت

شاخه آموزش فنی و حرفه ای

شماره درس ۲۷۷۳

۵۲۶	مقرب نیا، بهمن
۹/	مبانی نقشه برداری/ مؤلف: بهمن مقرب نیا. - تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی
م ۷۲۵ /	ایران، ۱۳۹۴.
۱۳۹۴	۱۵۴ ص. : مصور. - (آموزش فنی و حرفه ای؛ شماره درس ۲۷۷۳)
	متون درسی رشته نقشه برداری، زمینه صنعت.
	برنامه ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا : کمیسیون برنامه ریزی و تألیف کتاب های
	درسی رشته نقشه برداری دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کار دانش وزارت
	آموزش و پرورش.
	۱. نقشه برداری. الف. ایران. وزارت آموزش و پرورش. کمیسیون برنامه ریزی و تألیف
	کتاب های درسی رشته نقشه برداری. ب. عنوان. ج. فروست.

همکاران محترم و دانش آموزان عزیز :

پیشنهادهای و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی
تهران- صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتابهای درسی فنی
و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

info@tvoccd.sch.ir

پیام نگار (ایمیل)

www.tvoccd.sch.ir

وب‌گاه (وب‌سایت)

این کتاب توسط کمیسیون تخصصی نقشه‌برداری در دفتر تألیف کتابهای درسی فنی و
حرفه‌ای و کاردانش در سال ۱۳۸۲ مورد بررسی، تجدیدنظر و اصلاح قرار گرفته است.

وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتابهای درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

نام کتاب : مبانی نقشه‌برداری - ۳۵۹/۳۱

مؤلف : بهمن مقرب‌نیا

اعضای کمیسیون تخصصی : یحیی مهرپویان، هادی یزدی مقدم، ایرج جزیریان، محمد سلیم آبادی و رضا امین‌رعی
آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌سایت : www.chap.sch.ir

مدیر امور فنی و چاپ : سیداحمد حسینی

رسم : فاطمه رئیسیان فیروزآباد

طراح جلد : محمدحسن معماری

صفحه‌آرا : زهره بهشتی شیرازی

حروفچین : افسر مهدی‌زاده اردکان، مینا کیوان

مصصح : صمد اصولی‌هلان، سید کیوان حسینی

امور آماده‌سازی خبر : فاطمه پزشکی

امور فنی رایانه‌ای : حمید ثابت‌کلاچاهی، مریم دهقان‌زاده

ناشر : شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران : تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (دارو بخش)

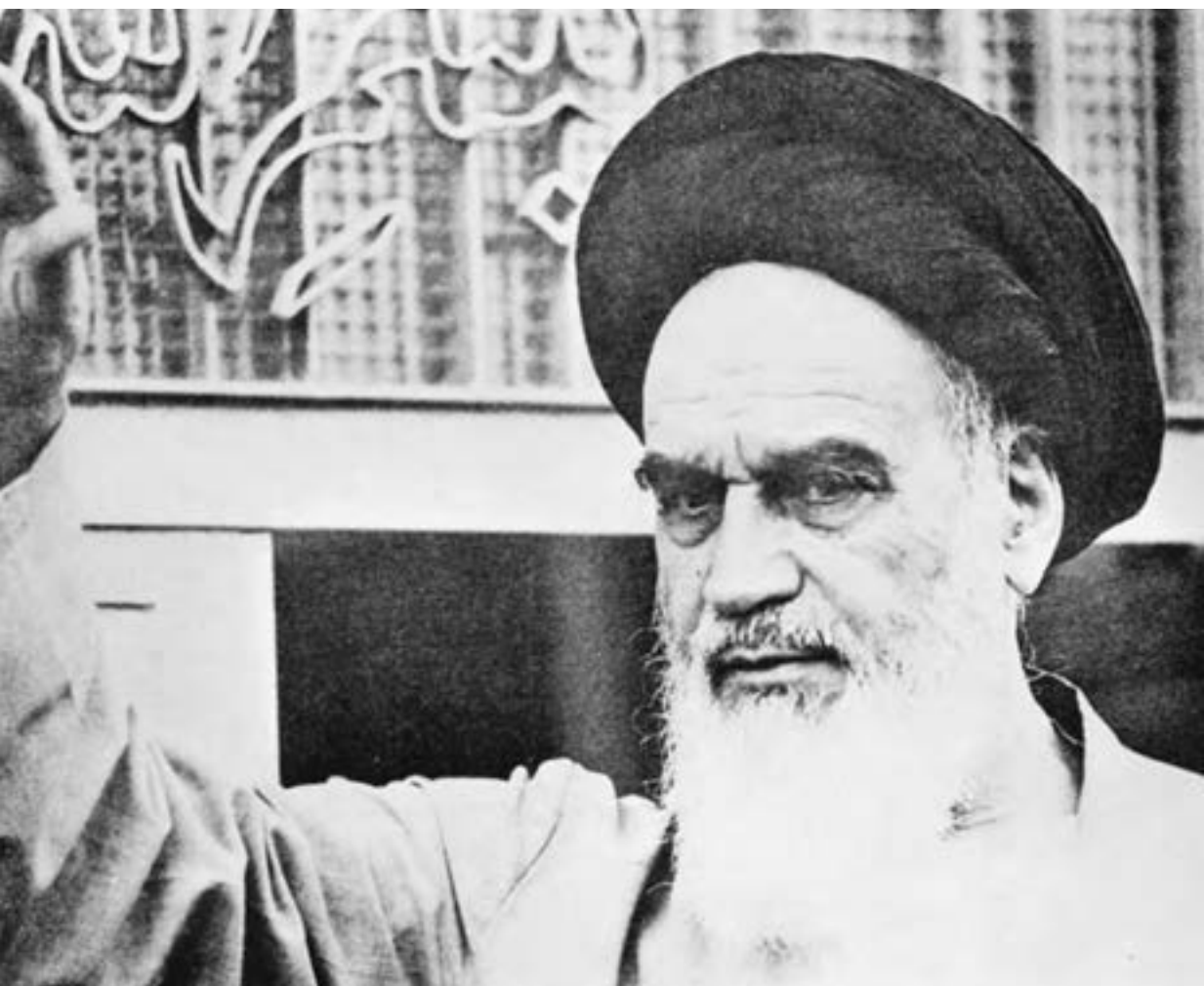
تلفن : ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۳۷۵۱۵-۱۳۹

چاپخانه : مهدیه

سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ چهاردهم ۱۳۹۴

حق چاپ محفوظ است.

شابک ۹۶۴-۰۵-۱۰۷۶-۹ ISBN 964-05-1076-9



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آید و احتیاجات
کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل
نباشید و از اتکای به اجانب پرهیزید.

امام خمینی «قدس سرّه الشریف»

فهرست

۱	فصل اوّل : تعاریف اساسی نقشه و نقشه خوانی
۱۰	فصل دوم : نقشه برداری و تاریخچه آن
۲۴	فصل سوم : شاخه های نقشه برداری و تقسیم بندی آن
۵۳	فصل چهارم : فن آوری های نوین نقشه برداری زمینی
۷۵	فصل پنجم : نقشه برداری با استفاده از سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS)
۹۰	فصل ششم : سیستم اطلاعات جغرافیایی
۱۱۴	فصل هفتم : دورکاوی
۱۳۷	فصل هشتم : کارتوگرافی
۱۵۴	فهرست منابع

مقدمه

عموماً از کلمه «نقشه برداری» بسادگی می‌توان به مفهوم نمایش اطلاعاتی بر روی صفحه کاغذ رسید. دست‌اندرکاران این علم برآنند که با ثبت اطلاعاتی راجع به یک جسم بر روی کاغذ شناخت کاملی از ظاهر آن جسم را به بیننده بدهند و در بعضی از شاخه‌های مهندسی نظیر عمران این جسم قطعه‌ای از کره زمین است که نشان دادن موقعیت عوارض بر روی آن موردنظر می‌باشد. برای اینکه یک فرد نسبت به آنچه در اطراف اوست شناخت پیدا نماید معمولاً ترسیم جزییات موجود در اطراف وی راهنمای خوبی است. این کار ممکن است با نگاه کردن به عوارض و ترسیم آنها انجام شود که به این ترتیب موقعیت تقریبی آنها نشان داده می‌شود و ممکن است پس از یک سری اندازه‌گیری و کوچک کردن اندازه‌ها صورت گیرد که در این صورت موقعیت‌ها نسبتاً دقیق نمایان می‌شوند.

اندازه‌گیری‌ها معمولاً با وسایلی انجام می‌شود که به آنها «وسایل نقشه برداری» می‌گویند و همراه روش‌های اندازه‌گیری باید آنها را شناخت، این وسایل ساده‌ترین نوع نظیر متر تا پیچیده‌ترین آنها را که با ماهواره ارتباط برقرار می‌کند در بر می‌گیرد. پس از انجام عملیات اندازه‌گیری با محاسبات ساده ریاضی اطلاعات به دست آمده، برای ترسیم آماده می‌گردند و سپس تا مرحله ترسیم کامل و در مواردی چاپ آنها کار ادامه پیدا می‌کند.

با این‌که این علم ریشه در سال‌های بسیار دور و قرن‌های قبل از میلاد دارد و تا قرن هجدهم پیشرفت زیادی در بخش‌های مختلف آن حاصل نشد لیکن از قرن هجدهم و بخصوص در دو سه دهه اخیر با وارد شدن عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای، دستگاه‌های الکترونیکی و رایانه، «یک شبه راه صد ساله پیمود» به‌طوری‌که بر آرزوهای دیرینه بشر در خصوص تهیه نقشه، جامه عمل پوشانده و به عنوان علمی آمیخته با فن‌آوری‌های جدید در خدمت نه تنها شاخه مهندسی عمران بلکه کلیه شاخه‌های مهندسی قرار گرفته است.

هدف کلی

آشنایی با علم نقشه برداری و شاخه ها و کاربردهای آن

فصل اول

تعاریف اساسی نقشه و نقشه خوانی

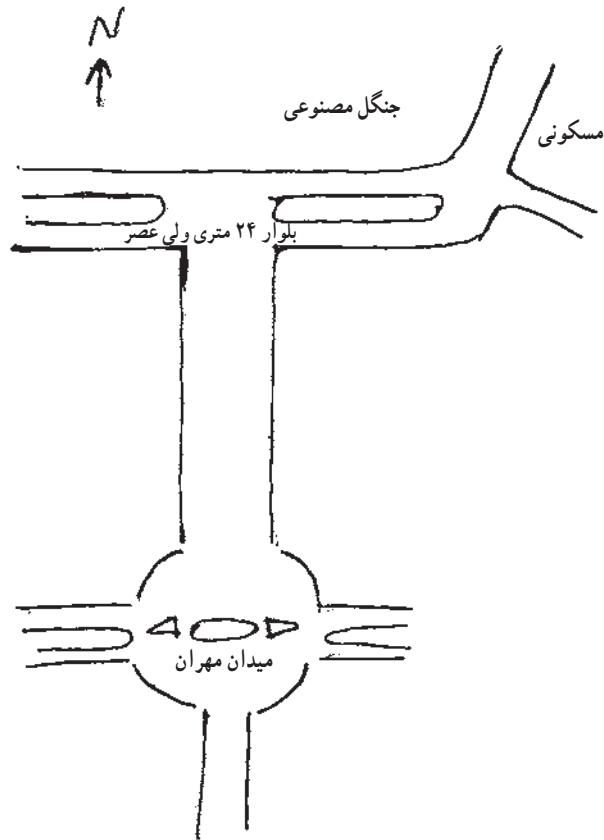
هدف‌های رفتاری : از فراگیر انتظار می‌رود که در پایان این فصل بتواند :

- کروکی را تعریف نماید.
- نقشه را تعریف و تفاوت آن را با کروکی بیان نماید.
- مقیاس را تعریف کرده، دربارهٔ انواع آن توضیح دهد.
- یک نمونه مقیاس خطی را ترسیم کرده خصوصیت‌های ویژهٔ آن را بیان نماید.
- مقیاس مساحتی را تعریف کند.
- تقسیم‌بندی نقشه‌ها را از نظر مقیاس توضیح دهد.
- روش استفاده از نقشه و توجیه آن را توضیح دهد.
- انواع شمال‌ها را در نقشه‌برداری تعریف کند.
- آزمون یک امتداد را شرح دهد.
- راهنمای نقشه را توضیح دهد.

۱-۱- کروکی چیست؟

وقتی از کنار یا بالای عوارض روی زمین به آنها نگاه می‌کنید می‌توانید با استفاده از چند علامت یا شکل هندسی، موقعیت تقریبی هر کدام را بر روی صفحهٔ کاغذ نشان دهید. همین گونه است وقتی می‌خواهید نشانی محلی را به کسی بدهید که از ابتدا تا انتهای مسیر را برای او با رسم عوارض روی زمین مشخص می‌کنید، چنین ترسیمی را «کروکی» می‌نامند؛ بنابراین :

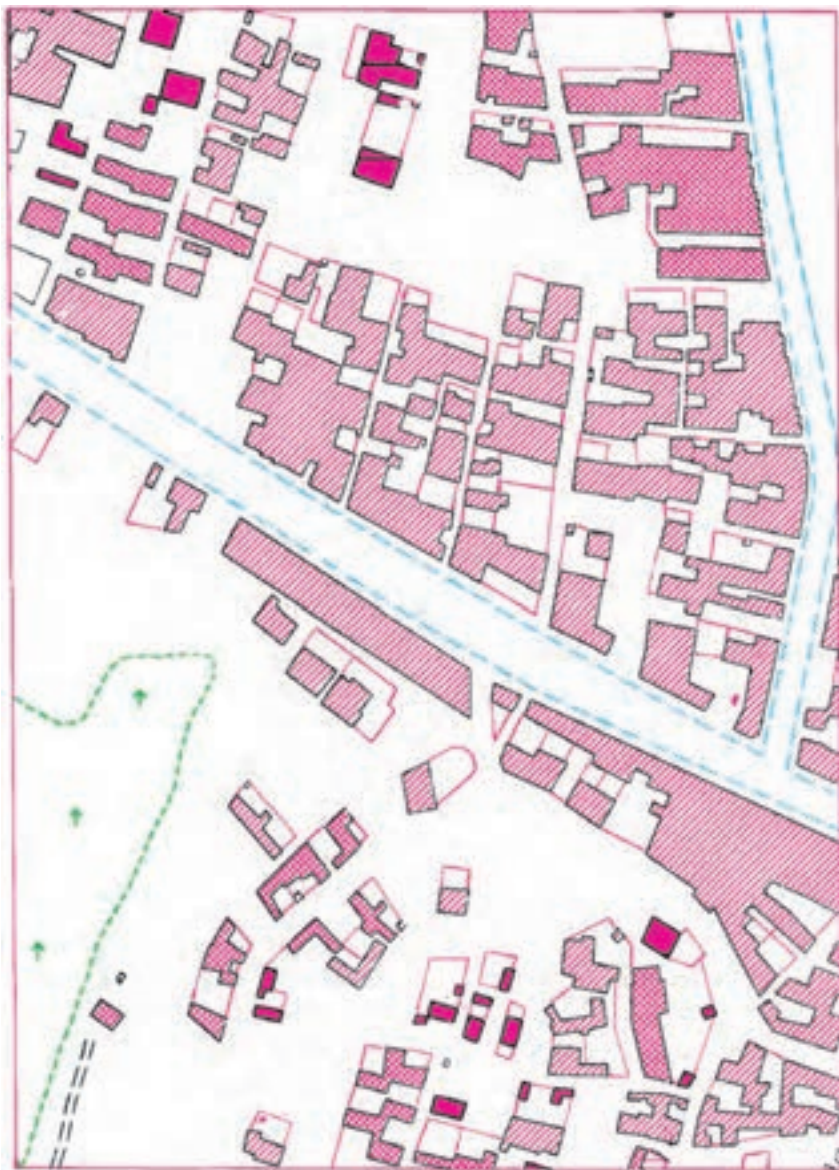
نمایش ترسیمی موقعیت تقریبی عوارض یک منطقه را که فاقد اندازه دقیق است «کروکی آن منطقه» می‌نامند.



شکل ۱-۱- نمونه یک کروکی

۱-۲- نقشه چیست؟

همان گونه که گفته شد، «کروکی» موقعیت تقریبی عوارض روی زمین را نسبت به هم مشخص می‌کند. در صورتی که با قواعد و وسایل نقشه‌برداری آشنا شوید می‌توانید پس از انجام اندازه‌گیری‌هایی بر روی زمین با توجه به «کروکی» عوارض یک منطقه از زمین، ترسیمی دقیق از آن منطقه داشته باشید. نقشه تصویر قائم عوارض سطح زمین است بر روی صفحه‌ای افقی که پدیده‌های سطح زمین به‌طور یکسان در آن کوچک شده باشد. به عبارت دیگر نقشه وسیله‌ای است که عوارض مرئی و نامرئی سطح زمین را با دقت هندسی در یک مقیاس کوچکتر نسبت به سطح زمین نشان می‌دهد. مقصود از عوارض مرئی پستی و بلندی‌ها و شهرها و جاده‌ها و نظایر آنها است و هدف از عوارض نامرئی آن قسمت از اطلاعات است که به‌طور عینی بر روی زمین نمی‌توان مشاهده نمود، نظیر منحنی میزان و اسامی مناطق.



شکل ۱-۲- نقشه یک منطقه مسکونی

۱-۲-۱- اهمیت و لزوم تهیه نقشه : هرکس که به نوعی با زمین سروکار دارد باید زمین را بشناسد و وسیله این شناخت «نقشه» است. امروزه انجام هرگونه فعالیتی در زمینه‌های عمرانی، اقتصادی و کشاورزی در یک منطقه از زمین، از قبیل ایجاد سدها، کانال‌های آبیاری، زه‌کشی راه‌ها، ایجاد نیروگاه‌های برق و خطوط انتقال نیرو، شناخت معادن زیرزمینی، امور زمین‌شناسی و جنگل‌بانی،

عملیات نظامی، دفاعی و تهاجمی، تأسیسات و مخازن و منابع آب و تصفیه‌خانه‌ها، برنامه‌ریزی در زمینه بهداشت محیط، طرح ساختن و نگهداری وسایل و تجهیزات آب‌رسانی به منظور تأمین آب سالم برای همه افراد جامعه، برقراری روش صحیح و بهداشتی برای جمع‌آوری و دفع فضولات انسانی، فاضلاب‌ها، زباله‌ها و تأمین شرایط بهداشتی در اماکن، نصب دقیق کارخانجات و ماشین‌آلات، ایجاد فضای سبز در داخل و خارج شهرها و بسیاری از موارد دیگر، مستلزم تهیه نقشه مناطق مربوط می‌باشد.

۳-۱-۱ مقیاس نقشه

بنا به تعریفی که از نقشه می‌شود کلیه نقشه‌ها نسبت به واقعیت‌ها کوچک‌ترند. این نسبت اصطلاحاً مقیاس خوانده می‌شود. انتخاب مقیاس از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است زیرا مقیاس باعث ایجاد فضایی در نقشه می‌گردد که در آن قسمتی از واقعیت‌ها به صورت خلاصه گنجانده می‌شود. یکی از نکات قابل توجه در تعیین موقعیت، دقت است بدین معنا که هرچه مقیاس نقشه بزرگتر باشد دقت آن بیش‌تر خواهد بود. البته این بدان معنا نیست که در ترسیم نقشه‌های بزرگ مقیاس دقت شده و در نمایش سایر مقیاس‌ها اهمال می‌شود بلکه برعکس سعی بر آن است که در تمام موارد اصول ترسیم رعایت شود.

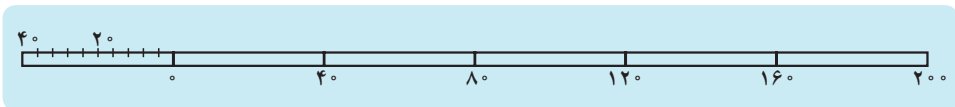
۱-۳-۱ انواع مقیاس

الف - مقیاس کسری یا عددی: مقیاس کسری نوع ساده نمایش مقیاس است که معمولاً به دو صورت $\frac{۱}{۱۰۰۰۰۰۰}$ یا ۱:۱۰۰۰۰۰۰ بیان می‌شود. در مقیاس کسری عموماً صورت کسر واحد و مخرج عددی است که ابعاد طبیعی زمین به آن اندازه بر روی نقشه کوچک شده است. مثال فوق بدین معنی است که ۱ سانتی‌متر روی نقشه برابر با ۱۰۰۰۰۰۰ سانتی‌متر یا ده کیلومتر بر روی زمین است. بدیهی است که هر قدر مخرج کمتر باشد مقیاس نقشه بزرگتر خواهد بود و به عکس.

ب - مقیاس لفظی (توصیفی): در این نوع مقیاس نسبت یک طول روی نقشه به طولی معادل در روی زمین با جمله‌ای بیان می‌شود؛ مثلاً یک سانتی‌متر برابر با یک کیلومتر.

ج - مقیاس ترسیمی یا خطی: مقیاس ترسیمی عموماً در حاشیه اطلاعاتی اغلب نقشه‌ها به صورت خط مدرج نشان داده می‌شود. درجات مقیاس ترسیمی نماینده طول معینی بر روی زمین است که در بالای هر درجه مقیاس به صورت عدد قید می‌شود. معمولاً در سمت چپ مقیاس ترسیمی یکی از واحدها را به قطعات کوچک‌تر تقسیم می‌نمایند که پاشنه نامیده می‌شود. مثلاً برای رسم مقیاس ترسیمی

در سیستم متریک ابتدا خطی به طول ۱۱ سانتی متر ترسیم و به درجات سانتی متری تقسیم می‌گردد. سپس پاشنه به ده قسمت مساوی که هر کدام معادل یک میلی متر خواهد بود درجه بندی می‌شود در انتهای سمت راست خط معیار معادل این اندازه در روی زمین با حروف فارسی و یا علائم اختصاری لاتین به صورت متر = M و کیلومتر = KM و ... نشان داده می‌شود.



شکل ۳-۱- مقیاس ترسیمی

د- مقیاس مساحتی: نسبت مساحت یک منطقه در روی نقشه به نسبت مساحت همان منطقه در روی زمین به وسیله مقیاس مساحتی تعیین می‌شود.

۲-۳-۱- تقسیم بندی نقشه ها از نظر مقیاس: نقشه ها را به شکل های مختلف تقسیم بندی کرده اند. یکی از این موارد، تقسیم بندی از نظر مقیاس است؛ به شکل زیر:

الف. نقشه های کوچک مقیاس با مقیاس کوچک تر از $\frac{1}{400,000}$ (مانند نقشه های جغرافیایی)

ب. نقشه های متوسط مقیاس با مقیاس $\frac{1}{400,000}$ تا $\frac{1}{100,000}$ (مانند نقشه های توپوگرافی)

پ. نقشه های بزرگ مقیاس با مقیاس $\frac{1}{100,000}$ تا $\frac{1}{10,000}$ (مانند نقشه های شهری)

ت. نقشه های خیلی بزرگ مقیاس (پلان ها) با مقیاس $\frac{1}{10,000}$ تا $\frac{1}{500}$ (مانند نقشه های ساختمانی)

۴-۱- روش استفاده از نقشه و توجیه آن

دیدن نقشه، یک ایده کلی و قبلی از زمین به وجود می‌آورد. اما بررسی نقشه در روی زمین بسیار مهم است. البته خواندن نقشه مستلزم احاطه کامل به عوارض موجود در طبیعت و شناخت چهره واقعی عوارض مزبور می‌باشد. به طور مسلم کسی که با عوارض گوناگون روی زمین آشنا نیست و یا قواعد مربوط به ترسیم نقشه را نمی‌داند، نمی‌تواند از یک نقشه - هرچند صد درصد کامل و دقیق - برداشت درستی داشته باشد و آن را به راحتی بخواند. بنابراین قدم اول برای خواندن نقشه، دانستن اصول تهیه نقشه و قدم اول برای پیاده کردن نقشه بررسی مراحل تهیه نقشه است.

برای خواندن نقشه و مقایسه آن با عوارض زمین باید ابتدا نقشه را به صورت افقی توجیه نمود. منظور از توجیه آن است که امتدادی از نقشه با امتداد نظیرش در طبیعت موازی یا منطبق باشد، در این صورت بقیه امتدادهای ترسیم شده روی نقشه نیز به موازات امتدادهای متناظر در طبیعت قرار می‌گیرد. سپس باید محل ایستادن را روی نقشه مشخص نماییم. اگر این کار به راحتی انجام نشد باید تغییر مکان داد و به کمک عوارض مصنوعی و طبیعی از قبیل خط‌الرأس دره‌ها و تقاطع راه‌ها در محلی قرار گرفت که بتوان آن را به‌طور دقیق روی نقشه مشخص نمود.

بهترین راه توجیه برای نقشه‌ها، استفاده از امتداد شمال و جنوب است. به توضیحات زیر در این خصوص توجه کنید.

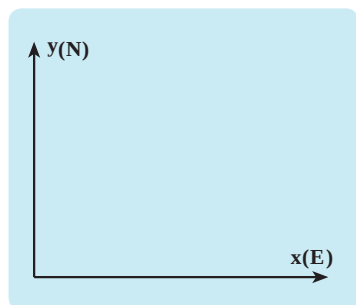
۵-۱- انواع شمال‌ها در نقشه‌برداری

در نقشه‌برداری معمولاً با سه نوع شمال سروکار داریم؛ همان‌گونه که می‌دانید خط قائم‌گزرنده از مرکز زمین، کره را در دو نقطه N (در بالا) و S (در پایین) (رجوع کنید به شکل ۵-۱) قطع می‌کند. نقطه N را «شمال جغرافیایی یا حقیقی» می‌گویند. همچنین در اطراف کره زمین میدان مغناطیسی وجود دارد که این میدان نیز شمال و جنوب دارد و قطب شمال آن شمال مغناطیسی خوانده می‌شود. در ضمن، چون هنگام ترسیم نقشه، شبکه‌ای متعامد بر روی کاغذ در نظر می‌گیریم، شمال محورهای نقشه به نام شمال شبکه در نقشه‌برداری معروف است. بنابراین سه نوع شمال در نقشه‌برداری قابل تعریف است:

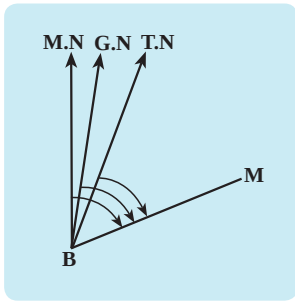
شمال جغرافیایی^۱ - وقتی در هر نقطه کره زمین بر روی نصف‌النهار آن نقطه به طرف بالا برویم به قطب شمال جغرافیایی یا حقیقی می‌رسیم.

شمال مغناطیسی^۲ - اگر قطب‌نما را بر سطحی صاف قرار دهیم، پس از پایان یافتن نوسانات عقربه مغناطیسی، سمتی که نوک شمالی عقربه مغناطیسی نشان می‌دهد معرف شمال مغناطیسی است.

شمال شبکه^۳ - روی نقشه‌ها امتداد خطوط عمودی شبکه‌بندی قائم‌الزاویه (جهت مثبت محورهای نقشه) معرف شمال شبکه است.



شکل ۴-۱- شبکه‌بندی قائم‌الزاویه



شکل ۵-۱- انواع شمال

۱-۵-۱- آزیموت یک امتداد: اگر بر روی زمین

امتدادی مانند BM در نظر بگیریم، با توجه به انواع شمال ها که در بالا تعریف شد، زوایایی به نام آزیموت برای آن تعریف می شود؛ به شکل روبه رو:

زاویه شمال حقیقی (T.N) با امتداد BM در جهت حرکت عقربه های ساعت، آزیموت حقیقی امتداد BM نامیده می شود.

زاویه شمال مغناطیسی (M.N) با امتداد BM در جهت حرکت عقربه های ساعت، آزیموت مغناطیسی امتداد BM نامیده می شود.

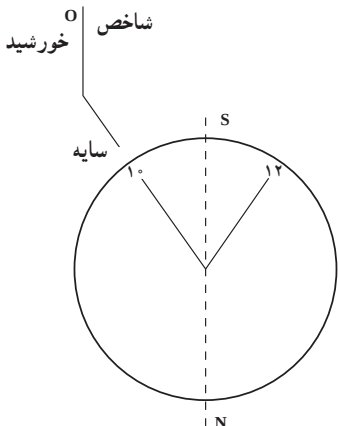
زاویه شمال شبکه (G.N) با امتداد BM در جهت حرکت عقربه های ساعت، آزیموت شبکه یا ژیزمان نامیده می شود.

به طور کلی می توان آزیموت یک امتداد را به شکل زیر تعریف کرد:

آزیموت یک امتداد یعنی زاویه شمال با آن امتداد در جهت حرکت عقربه های ساعت

معمولاً برای نقشه برداری از مناطق کم وسعت و تهیه نقشه های محلی می توان شمال جغرافیایی را با روش های ساده^۱ و تقریبی تعیین کرد یا از شمال مغناطیسی استفاده نمود. اما برای تهیه نقشه از مناطق وسیع

۱- برای تعیین تقریبی امتداد شمال و جنوب جغرافیایی در روز از نور خورشید استفاده می شود. بدین ترتیب که چنانچه در هنگام ظهر واقعی محل بخواهیم امتداد شمال و جنوب را مشخص کنیم، امتداد سایه یک شاخص عمودی، امتداد مورد نظر را نشان می دهد و چنانچه در ساعتی قبل از ظهر یا بعد از ظهر پیدا کردن این امتداد ضرورت پیدا کند، با استفاده از ساعت عقربه دار و خورشید عمل می کنیم. چون سرعت دورانی عقربه ساعت شمار دو برابر سرعت ظاهری خورشید است، چنانچه عقربه ساعت شمار را در امتداد خورشید یا در امتداد سایه شاخص بگیریم در فاصله زمانی که عقربه ساعت شمار خود را به عدد مربوط به ظهر واقعی می رساند خورشید نصف این مقدار دوران خواهد کرد.



تعیین محل خورشید در ظهر واقعی روی نیم سازه زاویه بین عقربه ساعت شمار و عدد مربوط به ظهر شرعی است. به عنوان مثال، اگر ظهر شرعی حدود ساعت ۱۲ باشد و در ساعت ۱۰ صبح جهت یابی کنیم باید با چرخش صفحه ساعت عدد ده در امتداد خورشید قرار داده شود. آن گاه نیم سازه زاویه بین اعداد ۱۰ و ۱۲ جهت شمال و جنوب را مطابق شکل نشان می دهد.

باید حداقل آزمایشات یک امتداد (و برای کنترل آزمایشات دو امتداد) به کمک نجوم موضعی تعیین شود.

۶-۱- راهنمای نقشه

اطلاعات حاشیۀ نقشه یا راهنمای نقشه

نقشه‌ای که به صورت نهایی عرضه می‌گردد از ۲ قسمت تشکیل یافته است.

۱- اطلاعات مصور که در واقع محتوای اصلی نقشه است.

۲- اطلاعاتی که برای راهنمایی استفاده کننده در حاشیۀ نقشه قرار داده می‌شود.

حاشیۀ نقشه عموماً اطلاعات مهمی را دربر دارد که از روی آن می‌توان به کیفیت و دقت نقشه پی برد. هدف از گنجاندن اطلاعات در حاشیۀ نقشه دو مطلب است، اول این که به وسیلۀ آن می‌توان به محل و موضوع نقشه و علائم و ... پی برد و دوم این که با اضافه کردن اطلاعات حاشیه، نقشه گویاتر و کامل‌تر می‌شود.

تعداد و کیفیت اطلاعات حاشیه بستگی به نوع نقشه دارد و هر قدر عوارض و اطلاعات در نقشه زیاده‌تر باشد به همان اندازه ممکن است توضیحات حواشی بیش‌تر گردد. موقعیت و مکان اطلاعات حاشیه بستگی به قطع و فضای اضافی نقشه دارد.

تعدادی از اطلاعات حاشیۀ نقشه بدین صورت است :

۱- اسم و عنوان نقشه

۲- شماره سری

۳- شماره برگه

۴- تجدید چاپ

۵- مقیاس

۶- علائم

۷- ارتفاعات

۸- سیستم تصویر و شبکه

۹- شمال‌ها

۱۰- راهنمای اتصال نقشه (اندکس)

۱۱- توضیحات مربوط به مرزها

۱۲- نام مؤسسه تولید و چاپ نقشه

۱۳- نحوه تهیه نقشه (فتوگرامتری یا توپوگرافی یا دورکاوی و ...) به طوری که اشاره شد حذف بعضی از این اطلاعات در رابطه با موضوع نقشه و کاربرد آن صورت می گیرد.

خودآزمایی

- ۱- نقشه چیست؟
- ۲- یک کروکی چه تفاوتی با نقشه دارد؟
- ۳- مقیاس چیست؟ تعریف کنید.
- ۴- مقیاس بر چند نوع است؟ انواع آن را نام برده تفاوت آنها را بیان کنید.
- ۵- یک نمونه مقیاس عددی مثال بزنید. در این مقیاس، یک میلی متر روی نقشه معادل چه طولی بر روی زمین است؟ این طول مایل است یا افقی؟
- ۶- یک نمونه مقیاس خطی ترسیم کنید.
- ۷- خصوصیت‌های ویژه مقیاس ترسیمی چیست؟
- ۸- مقیاس مساحتی را تعریف کنید.
- ۹- تقسیم‌بندی نقشه‌ها را از نظر مقیاس شرح دهید.
- ۱۰- روش استفاده از نقشه و توجیه آن را توضیح دهید.
- ۱۱- انواع شمال‌ها را در نقشه‌برداری نام برده توضیح دهید.
- ۱۲- آزمون یک امتداد را شرح دهید.
- ۱۳- راهنمای نقشه را توضیح دهید.

فعالیت‌های عملی

- ۱- از محدوده هنرستان یک کروکی ترسیم شود.
- ۲- یک نقشه از منطقه‌ای که زندگی می‌کنید تهیه و آن را گویا و با وضعیت فعلی منطقه مقایسه نمایید.

نقشه‌برداری و تاریخچه آن

مقدمه

انسان‌ها از آغاز کوشیده‌اند تصویری از مکان جغرافیایی زندگی‌شان و نیز آنچه در مسیر سفرهای زمینی و دریایی دیده‌اند در ذهن خود ثبت کنند. آنها به منظور پایاتر نمودن این تصاویر، با استفاده از ابزارهای ابتدایی خطوط نمادینی بر روی ماسه یا برف و دیواره غارها و یا بر پوست درختان حک کرده‌اند که در واقع تجلی برداشت ذهنی از محیط زیست آنها بوده است.

با گذشت زمان و افزایش دانش و ظرفیت تولیدی انسان، ابزارهایی برای اندازه‌گیری فاصله‌ها ابداع شد و با رواج مسافرت‌های طولانی نیاز به ثبت مرزها و مناطق جغرافیایی تشدید شد و از محیط به منطقه و سرزمین و قاره و سرانجام به کل کره زمین گسترش یافت.

ظهور نقشه‌برداری علمی به قرن هجدهم برمی‌گردد که کندوکاو محققان این علم باعث تأیید نظریه نیوتن در خصوص شکل واقعی زمین شد و از این زمان نقشه‌برداری شالوده‌ای ریاضی پیدا کرد. با تعیین شکل و ابعاد زمین و تعیین موقعیت مجموعه‌ای از نقاط به‌عنوان «نقاط مبنا یا کنترل» بر روی سطح آن نقشه دقیق بسیاری از مناطق تهیه شد.

از حدود سال ۱۹۳۰ استفاده از عکس هوایی کمک شایانی به عملیات تهیه نقشه مناطق مختلف زمین نمود و پس از این که رایانه در اواخر دهه ۱۹۵۰ به‌صحنه نقشه‌برداری پای نهاد، تحولی شگرف در توسعه این علم ایجاد کرد. امروزه با استفاده از سیستم‌های تعیین موقعیت و تصاویر ماهواره‌ای به آرزوهای دیرین نقشه‌برداران برای تهیه نقشه‌های به روز از کلیه مناطق سطح زمین جامه عمل پوشانده شده است.

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

- تاریخچه مختصری از نقشه و نقشه‌برداری را بیان نماید.
- دانشمندانی را که در جهان و ایران نقش مهمی در پیشرفت نقشه‌برداری داشته‌اند نام ببرد.
- راجع به شروع نقشه‌برداری معاصر در ایران مختصراً توضیح دهد.

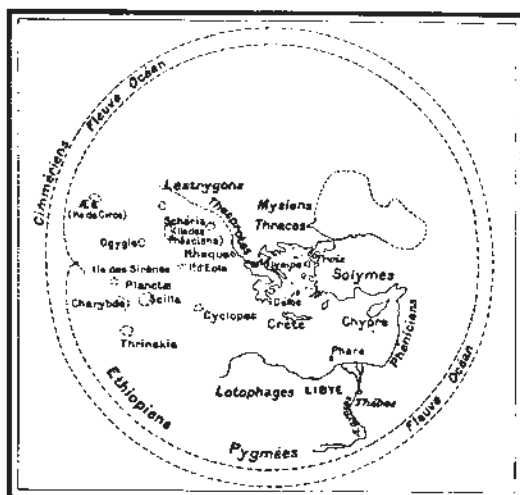
۱-۲ نقشه برداری در عهد باستان

نسل اول نقشه‌برداران، انسان‌های اولیه‌ای بودند که موقعیت جغرافیایی محیط اطراف خود را در ذهن ثبت و به تدریج سعی بر ترسیم تصورات ذهنی خود نمودند. شاید انگیزه آنان در این کار آگاهی‌دادن به نسل‌های آینده از چشمه‌سارها، شکارگاه‌ها، خطرگاه‌ها و پناه‌گاه‌های حول و حوش خود بوده و شاید هم نیازی درونی آنها را واداشته تا از این طریق از سرزمین‌های ناشناخته محیط خویش مطلع گردند، بعدها کوچ کردن از یک محل به محل دیگر، صید و شکار و تعیین حدود مالکیت‌ها، احداث کانال‌های آبیاری و جمع‌آوری مالیات‌ها از جمله مواردی بوده که آنها را نیازمند تهیه نقشه کرده است. پس در ذهن افراد همواره انگیزه‌هایی برای نقشه‌نگاری وجود داشته است.

احساس قرار داشتن در فضایی معین و ابداع وسیله‌ای برای درک این احساس، از ابتدایی‌ترین جوامع بشری تاکنون قابل ردیابی است. اما اولین گام مستند در مسیر این نوع اندیشیدن مجرد را باید همان اولین خطوط نقشه‌مانندی به حساب آورد که انسان‌های آن روز بر وسایل گوناگون آن زمان کشیده‌اند.

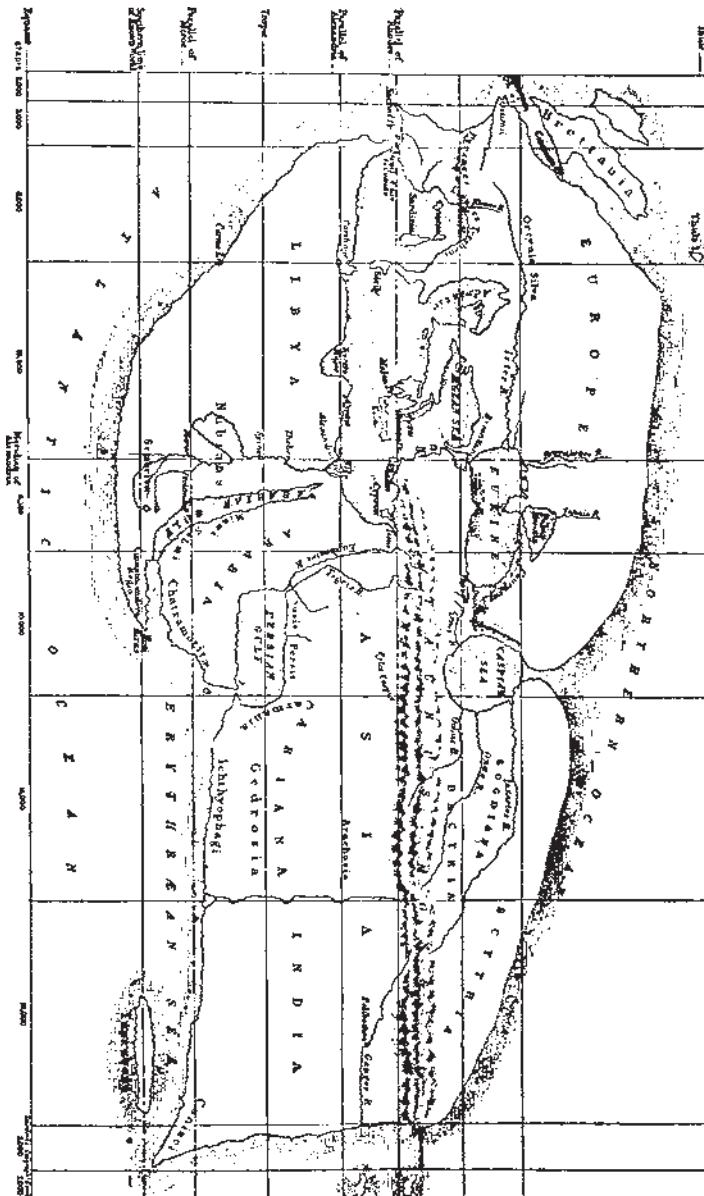


شکل ۲-۲ نقشه جهان‌نمای هردوت ۵ قرن قبل از میلاد



شکل ۲-۱ نقشه جغرافیایی هر قرن نهم قبل از میلاد

در بسیاری از جوامع نقشه‌ها مقدم بر نوشتن و حتی مقدم بر علائم ریاضی بودند و بعدها در ابتدای قرن نوزدهم بود که نقشه‌ها با نظمی که امروزه «نقشه‌برداری» خوانده می‌شود همراه شدند. بر روی نقشه‌های مربوط به ۴۵۰۰ سال قبل که بر روی خشت خام و به دست قبایل «بابلیون» تهیه گردیده رودخانه‌های چند رشته‌ای و سلسله جبال و اراضی وسیع بابل نشان داده شده است.



شکل ۲-۳- جهان‌نمای اراتوستن

مأموران فرعون در مصر، همه‌ساله پس از طغیان رود نیل، دشت‌ها و زمین‌هایی را که به زیر آب می‌رفتند دوباره احیا و تقسیم‌بندی می‌کردند و محدوده و مرزهای آنها را علامت‌گذاری کرده برای کشت و زرع اهالی آماده می‌ساختند. این کار مستلزم تهیه نقشه بود. نمونه نقشه‌های مصر باستان بر روی پاپیروس متعلق به ۳۴۰۰ سال قبل است که بر روی آن کوه‌های دارای معادن، حوض‌ها و استخرهای مخصوص شست‌وشوی طلا، نقاط مسکونی، معابد و محل‌های نگهداری اشیای قیمتی مشخص شده است.

تهیه نقشه در یونان باستان نیز دارای اهمیت فراوان بوده است. بین ۲۵۰۰ تا ۳۰۰۰ سال قبل یونانیان از راه دریا به سرزمین‌های دور دست مسافرت می‌کردند. در آن زمان کره زمین را مانند دیسک برآمده‌ای می‌پنداشتند و معتقد بودند زمین به وسیله اقیانوس رودخانه‌مانندی محصور شده است. نقشه‌های متعلق به ۲۵۰۰ سال قبل که روی صفحه مسی ترسیم شده این مطلب را نشان می‌دهد.

تعیین شکل و اندازه قطعات زمین به وسیله هرون و دیگران در یونان قدیم انجام شده است. فیثاغورث در سال ۵۲۸ قبل از میلاد راجع به کروی بودن زمین و اراتوستن در سال ۲۷۶ قبل از میلاد در مورد شعاع و محیط کره زمین مطالعاتی داشتند و بطلمیوس نتیجه مطالعات آنها را در کتاب هندسه عملی خود به نام «المسحطی» آورده است. این دانشمند نقشه مفصلی از کره زمین تهیه کرده بود که در آن جهان به سه قسمت اروپا، آسیا و آفریقا تقسیم شده بود.

فن نقشه‌برداری بعدها از یونان به روم انتقال یافت. در روم صدور اسناد مالکیت برای اراضی و اخذ مالیات و تعیین میزان آن، انجام این عملیات را اقتضا می‌کرد. پس از افول ستاره رومی‌ها، برای مدتی پیشرفت فن نقشه‌برداری نیز متوقف شد؛ تا این که در سال ۸۲۷ میلادی اعراب در شمال غربی بغداد محاسبه محیط کره زمین را آغاز کردند و بسیاری از لغات و اصطلاحات متداول نقشه‌برداری که امروزه نیز به کار می‌روند، از این زمان مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

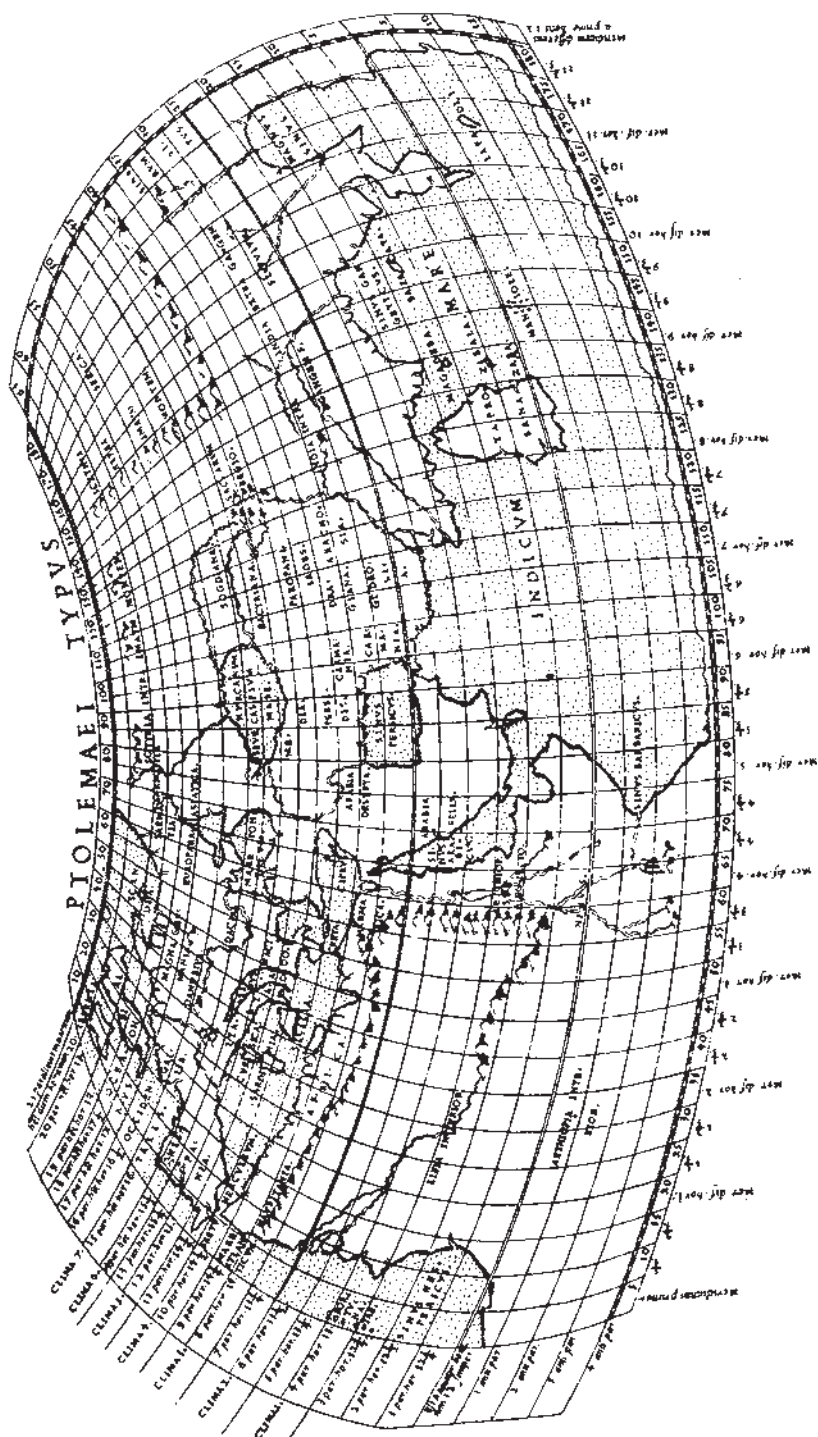
در روم باستان جنگ‌های بی‌شماری با کشورهای همسایه و سایر کشورهای دوردست جریان داشت؛ به همین جهت و به منظور هدف‌های جنگی و همچنین امور اداری، نقشه‌های راه‌ها را تهیه دیدند. این نقشه‌ها دارای هفت متر طول و ۳۳ سانتی‌متر عرض بوده است. نمونه‌هایی از نقشه‌های این دوران مربوط به ۱۷۰۰ سال قبل که مسیر حرکت از انگلستان به هند روی آن رسم شده به دست آمده است.

در قرون وسطی پیشرفت‌های علوم دوران باستان به فراموشی گرایید و کلیسا علیه نظریات کروی بودن شکل زمین و تجسمات جهان به مبارزه برخاست، دانش و نظریات کروی بودن زمین از طرف کلیسا تحت تعقیب قرار گرفت و تجسم زمین کاملاً به صورت تصویری و خیالی درآمد. در آن زمان زمین را به شکل مربع مستطیل ترسیم می‌کردند که به وسیله اقیانوسی محدود شده بود و بنا به عقاید کلیسا در آن

سمت اقیانوس سرزمین‌هایی وجود داشت که مردم نمی‌توانستند به آن‌جا دسترسی یابند و آن سرزمین همان بهشت موعود بود. در این قرون نقشه کاملاً تحت قیودات کلیساها درآمد و مصور به علوم و گفتار دور از واقع و فاقد پایه و اساس علمی شد.



شکل ۲-۴ — نقشه نمادین هندی متعلق به قرن هجدهم و نوزدهم که ۷ اقیانوس و تقسیمات زمان در اطراف کوه مرو (Mero) را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۲- جهان‌نمای بطلمیوس

دانشمندان و ریاضی دانان ایرانی نیز چه در روزگاران قدیم و چه در دنیای معاصر پایه‌پای دانشمندان دیگر جهان در پی‌ریزی مبانی علمی نقشه‌برداری و نقشه‌کشی فعالیت‌های بسیاری داشته‌اند.

در ایران باستان انجام اموری نظیر حفر کانال سوئز و تقسیم‌بندی کشوری در سده‌های ششم و هفتم قبل از میلاد گواه این است که ایرانیان قدیم اطلاعات دقیق جغرافیایی کمی و کیفی از سرزمین‌های خود داشته‌اند و اگر نه به صورت خطی حداقل به صورت تشریحی نقشه‌هایی را تهیه کرده‌اند. متأسفانه در حمله اعراب به ایران بسیاری از منابع با ارزش از جمله نقشه‌های تهیه شده از بین رفته است.

نمونه‌ای دیگر از فعالیت‌های نیازمند به نقشه، ایجاد «دیوان برید» بوده است. دیوان برید که به معنی «وزارت راه» امروز است، وظیفه نگهداری راه‌ها و شاهراه‌ها و چاپارخانه‌ها و گماردن مأموران ویژه نامه‌رسانی از قبیل پیک سواره و پیاده را به عهده داشته است. هم‌چنین نحوه انجام وظیفه کارکنان هر چاپارخانه برای مبادله کیسه نامه‌ها و بسته‌ها و نگهداری اسبان و اشتران تندرو در هر چاپارخانه به فراخور نیاز و ویژگی‌های شاهراه‌های کشور، ایستگاه به ایستگاه در دفاتر «دیوان برید» نگاشته شده بود، به گونه‌ای که در مرکز کشور می‌توانستند بدانند درازای فلان شاهراه چه اندازه بوده است و در میانه راه چند چاپارخانه یا خان (کاروانسرا) در کجا و در چه فاصله‌ای وجود داشته و در هر یک از آنها چند مأمور و اسب و شتر برای نامه‌رسانی آماده بوده است. هم‌چنین فاصله و ویژگی‌های ایستگاه‌ها، رودخانه‌ها و پل‌ها و اطلاعات جغرافیایی دیگر در آنها ذکر می‌شده است.



شکل ۶-۲- قسمتی از نقشه ابن حوقل (حدود ۹۲۰ تا ۹۸۷ میلادی) که مرز آسیا و ماوراءالنهر را نشان می‌دهد، ماوراءالنهر نام قدیمی سرزمین میان سیحون و جیحون است و نام شهر عمده آن، سمرقند، در وسط نقشه ذکر شده است.

ابوریحان بیرونی بیش از هزار سال پیش در کتاب «آثار الباقیه» برای اولین بار طول و عرض جغرافیایی را مطرح و نقشه جهان‌نمایی را تهیه کرد که خطوط فوق بر روی آن رسم شده بود. بعدها اروپاییان در تکمیل این نقشه‌ها کوشیدند. او همچنین در کتاب «التفهیم» راجع به نقشه‌های جغرافیایی تهیه شده که در آنها کل جهان به کشورهای هفتگانه تقسیم شده بود، به ارائه توضیحات مفصلی پرداخته است.

۲-۲ نقشه‌برداری در دوران اسلامی

گسترده‌ی قلمرو اسلامی ایجاد یک شبکه پستی و شبکه‌ای از راه‌ها را ایجاب می‌کرد و یک‌دستی زبان و مذهب موجب تشویق مبادلات بازرگانی می‌شد. از این رو چاپارخانه‌ها و راه‌ها به توسعه این امور پرداختند. شمار کتاب‌هایی که به توصیف «مسالک و ممالک» می‌پرداختند نیز هر روز بیش‌تر می‌شد. و همچنین سفر حج هم علاقه مسلمانان را به سیر و سفر و جغرافیا توسعه داد؛ زیرا کعبه، به یک زبان، با مسلمانانی که به محیط‌های طبیعی و اجتماعی متفاوت تعلق داشتند تماس می‌یافت. سفر حج که در آن زمان به طول می‌انجامید غالباً به سفر مطالعاتی، اکتشافی و بازرگانی تبدیل می‌شد. مسافران زایر و بازرگانان در بازگشت خلاصه تجربه خود را در خاطراتشان که حاوی اطلاعات جغرافیایی نفیس بود باز می‌نوشتند. در میان این مسافران نقشه‌برداران بسیاری نیز بوده‌اند؛ همچون ابن حوقل، مسعودی و ادریسی.



شکل ۷-۲- ابوریحان بیرونی در به دست آوردن طول و عرض شهرها کوشش فراوان کرده و در کتاب «قانون مسعودی» طول و عرض جغرافیایی بیش از ۶۰۰ نقطه را نوشته است.

از طرفی تعیین جهت قبله و مشخص نمودن اوقات شرعی برای ادای فرایض دینی مانند نماز و روزه نیز بر اهمیت علم نقشه‌برداری در بین مسلمانان افزود. از دانشمندان مهمی که در این زمینه کارهای بسیار ارزنده‌ای انجام داده است می‌توان از ابوریحان بیرونی (وفات ۴۴۲ق - ۴۲۹ش) نام برد.

کارهای مهم او عبارتند از: تعیین جهت قبله توسط تعیین مختصات (طول و عرض) جغرافیایی مکه و شهر موردنظر، چگونگی به دست آوردن زمان نمازهای پنج‌گانه براساس طول سایه‌ها، تعیین زمان خورشیدگرفتگی (کسوف) و ماه‌گرفتگی (خسوف) و دلایل آن برای پی بردن به عظمت پروردگار و خواندن نماز آیات، بررسی چگونگی رؤیت هلال

ماه برای تعیین آغاز ماه‌های قمری به خصوص ماه مبارک رمضان.

محمد بن موسی خوارزمی نخستین سنگ‌بنای علم جغرافیای اسلامی را نهاده است. او در کتابی به نام «صور الارض» که در نیمه اول قرن نهم میلادی نوشته شده است، اطلاعات بطلمیوس را می‌گیرد و اصلاح می‌کند. تصور می‌رود که او کتاب خود را با توجه به نقشه جهان‌نمایی که با همکاری دانشمندان دیگر و به درخواست مأمون رسم کرد تألیف نموده است. متأسفانه غالب نقشه‌هایی که خوارزمی در ترسیم آنها مشارکت داشته از میان رفته تنها چهار عدد از آنها به‌جا مانده است که جزء قدیمی‌ترین نقشه‌های اسلامی شناخته شده هستند.

هم‌زمان با نقشه‌ای که ابن حوقل از عالم رسم کرد، نوع تازه‌ای از نقشه‌های جغرافیایی که شبیه نقشه راهنماست و حاوی اطلاعات اقتصادی و اجتماعی است، پدید آمد. ابن حوقل «اطلس» اصطخری را تکمیل کرد. در نقشه او کناره‌ها به صورت قوس یا خطوط مستقیم و جزایر و دریاها به‌صورت دایره خزر و دریاچه آرال به‌صورت دایره نشان داده شده‌اند.

خواجه نصیرالدین طوسی نیز تألیفات ارزنده‌ای در ریاضیات دارد که به دانش نقشه‌برداری کمک بسیار کرده است. از جمله این رساله‌ها، رساله «کشف الغناء» را می‌توان نام برد که یک دوره مثلثات است و در آن به‌خصوص قضیه‌های هندسه و مثلثات کروی به تفصیل بررسی شده است. او همچنین بنیان‌گذار رصدخانه‌ای در مراغه بوده که از لحاظ آلات رصدی بسیار به‌حساب می‌آمده است. البته دانشمندان بسیار دیگری نیز تألیفات متعددی درباره نقشه‌های جغرافیایی داشته‌اند که از مشهورترین



شکل ۸-۲- نقشه عالم اثر اصطخری، دانشمند ایرانی (قرن دوازدهم)



شکل ۹-۲- نقشه جهان‌نمای ادیسی (قرن دوازدهم)

آنها باید از زکریای قزوینی و حمدالله مستوفی نام برد. از قرن شانزدهم میلادی به بعد که رفت و آمد بین اروپا و آسیا بیش‌تر شد و دریانوردان در اقیانوس‌ها به راه افتادند، استفاده از نقشه‌های جغرافیایی ضرورت بیش‌تری یافت و به تدریج نقشه‌ها تهیه و تکمیل شد و به این ترتیب دانش نقشه‌برداری و نقشه‌کشی راه تکامل پیمود.

۳-۲- نقشه‌برداری در قرون معاصر

شروع نقشه‌برداری معاصر در ایران را باید از زمان مرحوم میرزا تقی‌خان امیرکبیر، بنیان‌گذار مدرسه دارالفنون دانست. اولین نقشه از همین مدرسه در سال ۱۳۲۹ هجری شمسی رسم شد و سپس به تدریج به وسیله دانشجویان دارالفنون از مناطق مختلف تهران و دیگر نقاط ایران نقشه‌هایی تهیه گردید، از جمله دانشجویان مدرسه فوق عبدالرزاق بغایری بود که نزد نجم‌الدوله و نجم‌الملک به فراگرفتن ریاضیات و نقشه‌برداری پرداخت و پایه‌گذار نقشه‌برداری جدید ایران شد. او کارهای سودمند بسیاری انجام داد؛ از جمله از سال ۱۲۶۸ تا ۱۲۷۴ هجری شمسی به تهیه نقشه ایران مشغول بود. همچنین فعالیت زیاد دیگری در زمینه نقشه‌برداری داشت که متأسفانه به سبب بروز جنگ جهانی اول ناتمام ماند. از او تألیفات زیادی به یادگار مانده است.^۱

۱- از جمله این کتاب‌ها موارد زیر را می‌توان نام برد: جغرافیای پنج قطعه عالم، جغرافیای مفصل آسیا و اروپا، گردآوری واژه‌های جغرافیایی، نام‌های روستاهای ایران، تطبیق تقویم‌های شمسی و قمری و میلادی، کمک به استخراج قبله هزار و چهارصد نقطه از شهرهای معروف جهان، ثبت آب و هوای ایران با بارومتر به مدت ۴۵ سال.



شکل ۱۰-۲ نقشه دارالخلافه تهران

شکل ۱۱-۲- یک نمونه از نقشه‌های تهیه شده به وسیله عبدالرزاق خان بغاری



۴-۲- نقشه برداری در قرن حاضر

در سال ۱۳۰۰ هجری شمسی سنگ بنای یک نهاد رسمی نقشه برداری در ایران گذارده شد و آن تشکیل شعبه نقشه برداری و نقشه کشی در ستاد ارتش بود که در مسیر تحول خود در سال ۱۳۱۴ به دایره جغرافیایی ارتش تغییر نام یافت. این سازمان کلاس های متعددی برای آموزش نقشه برداری تشکیل داد و دانش آموختگان آن نقشه های با مقیاس $\frac{1}{25000}$ از حومه شهرها و پادگان ها در سراسر کشور برداشت نمودند.

در سال ۱۳۳۵ اداره جغرافیایی ارتش شروع به تهیه نقشه سراسری کشور با روش فتوگرامتری با مقیاس $\frac{1}{25000}$ کرد به منظور تهیه نقشه های بزرگ مقیاس و کاداستر در جهت رفع نیاز برنامه های عمرانی و شهری، زیر نظر سازمان برنامه و بودجه تشکیل گردید. اما این سازمان در سال ۱۳۵۲ در اداره جغرافیایی ارتش که به سازمان جغرافیایی ارتش تغییر نام داده بود، ادغام شد و نقشه های $\frac{1}{25000}$ و $\frac{1}{50000}$ سراسر کشور به تدریج تکمیل گردید و به موازات آن نقشه های بزرگ مقیاس به منظور رفع نیاز برنامه های آبادانی از مناطق مختلف تهیه شد. در ضمن، بخش خصوصی نقشه برداری نیز در این راه گام های مؤثری برداشت.

در سال های بعد سازمان نقشه برداری از سازمان جغرافیایی ارتش منفک شد و زیر نظر سازمان برنامه و بودجه (سازمان مدیریت و برنامه ریزی امروز) به فعالیت خود ادامه داد. و در حال حاضر این دو سازمان با بهره گیری از روش ها و تجهیزات جدید به کار تولید نقشه اشتغال دارند.

خودآزمایی

- ۱- نقشه برداری در مصر باستان را توضیح دهید.
- ۲- چهار تن از دانشمندانی که در جهان و ایران نقش مهمی در پیشرفت نقشه برداری داشته اند را نام ببرید.
- ۳- زمان شروع نقشه برداری معاصر در ایران را توضیح دهید.

شاخه‌های نقشه‌برداری و تقسیم‌بندی آن

- هدف‌های رفتاری : از فراگیر انتظار می‌رود که در پایان این فصل بتواند :
 - خصوصیات مهم نقشه‌ها در نقشه‌برداری توپوگرافی را ذکر نماید.
 - تفاوت نقشه‌برداری ثبتي را با دیگر انواع نقشه‌برداری بیان نماید.
 - نقشه‌های ثبتي را تعريف نماید.
 - عوارضی که در نقشه‌برداری شهری تعیین موقعیت می‌شوند را نام ببرد.
 - منظور از نقشه‌برداری مسیر را بیان نماید.
 - عوارضی که در نقشه‌برداری آبی تعیین موقعیت می‌شوند را نام ببرد.
 - کاربرد نقشه‌برداری فضایی و نجومی را ذکر نماید.
 - بخش‌های مختلف نقشه‌برداری مهندسی را بیان کند.
 - نقشه‌برداری را براساس موضوع طبقه‌بندی نماید.
 - مواردی که در نقشه‌برداری زمین‌شناسی نشان داده می‌شود را ذکر نماید.
 - نقشه‌برداری زیرزمینی را تعريف نماید.

نقشه‌برداری را می‌توان به روش‌های مختلف و از دیدگاه‌های متفاوت طبقه‌بندی کرد. در اینجا دربارهٔ دو نوع از این طبقه‌بندی‌ها به بحث می‌پردازیم.

۳-۱- طبقه‌بندی براساس اوضاع طبیعی

۳-۱-۱- نقشه‌برداری زمینی : این نقشه‌برداری که به منظور تهیه نقشه از سطح خشکی‌ها انجام می‌شود، شامل بخش‌های زیر است :

● **نقشه‌برداری توپوگرافی** : هنگام تهیه نقشه از یک منطقه چنانچه غیر از عوارض سطحی، مانند ساختمان، جاده، میدان و غیره، پستی و بلندی نیز در آن منطقه وجود داشته باشد از این نوع

نقشه‌برداری استفاده می‌کند. همراه تعیین موقعیت مسطحانی نقاط (یعنی تعیین X و Y)، موقعیت ارتفاعی هم تعیین می‌شود (Z نقاط به دست می‌آید) و به منظور نمایش ارتفاعات، منحنی‌هایی به نام «منحنی میزان» به کار می‌رود که طرز ترسیم آنها را در سال بعد خواهید آموخت. نقشه‌های توپوگرافی که در این نوع



شکل ۱-۳- نمونه نقشه‌های توپوگرافی

نقشه‌برداری تهیه می‌شوند کاربردهای فراوانی دارند؛ از جمله بر روی این نقشه‌ها در هر جهتی می‌توان شیب زمین را تعیین کرد و حجم خاک و دیگر مصالح ساختمانی را در اجرای ساختمان‌ها و راه‌سازی و تسطیح اراضی برآورد نمود. دو نمونه از این نقشه‌ها را می‌بینید (شکل‌های ۱-۳ و ۲-۳).

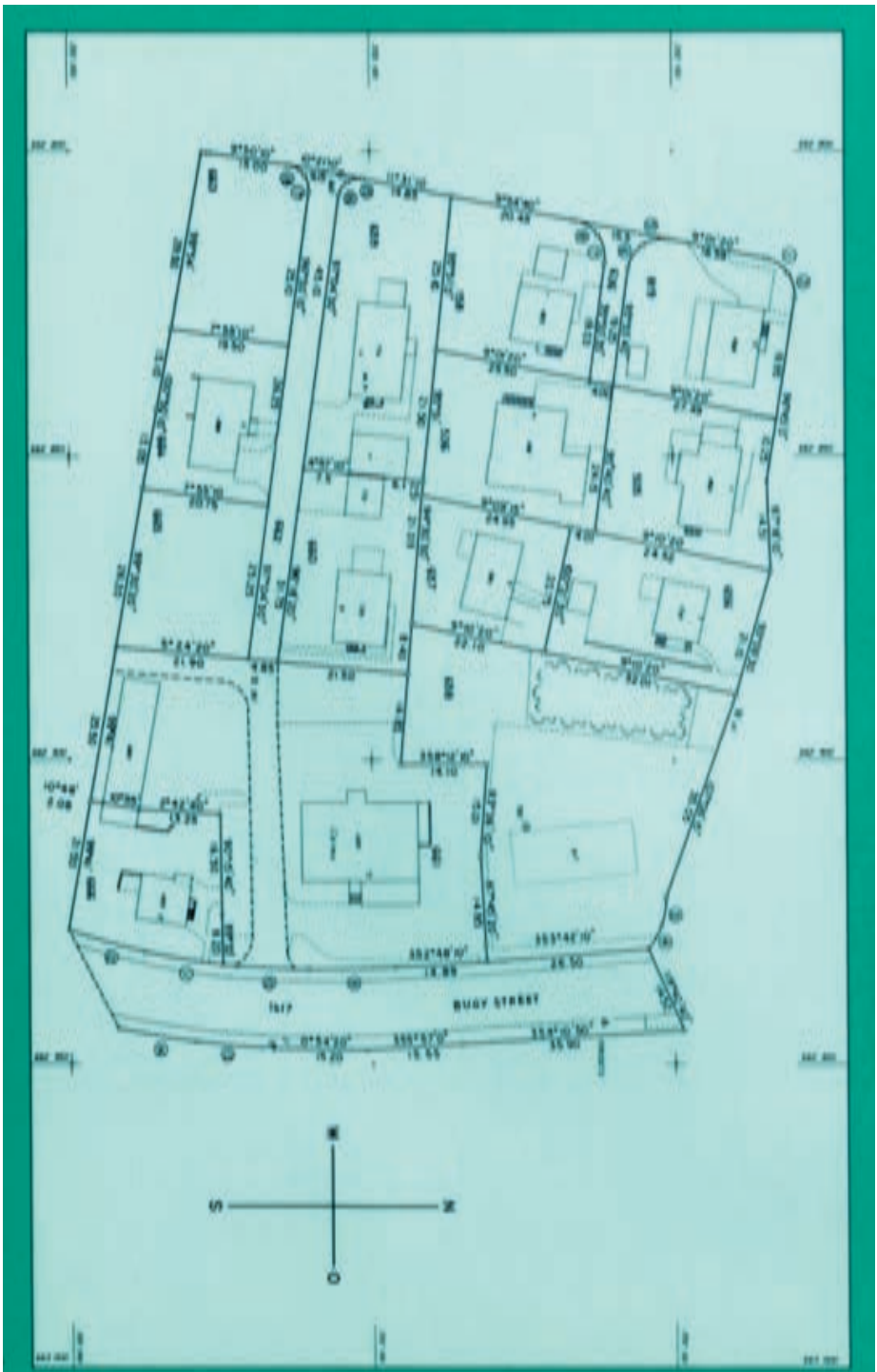


شکل ۲-۳- نمونه نقشه‌های تهیه شده در نقشه‌برداری توپوگرافی

● **نقشه‌برداری ثبتی**^۱: در این نوع نقشه‌برداری، نقشه‌هایی تهیه می‌شود که به آنها نقشه‌های ثبتی (کادآستر) می‌گویند که به توضیح راجع به این نوع نقشه می‌پردازیم:

با توجه به این که زمین به عنوان ماده خام تمامی ثروت‌های دیگر از با ارزش‌ترین منابع برای انسان‌ها به حساب می‌آید، از قرن‌ها پیش به منظور حفظ محیط و محدوده‌ای به نام «ملک» که مردم در قالب یک سری مقررات و محدودیت‌ها در آن زندگی یا کار کرده‌اند روش‌هایی به کار گرفته شده است.

۱ - Cadastral Surveying



شکل ۳-ب - نمونه دیگر تقسیم‌های بنی

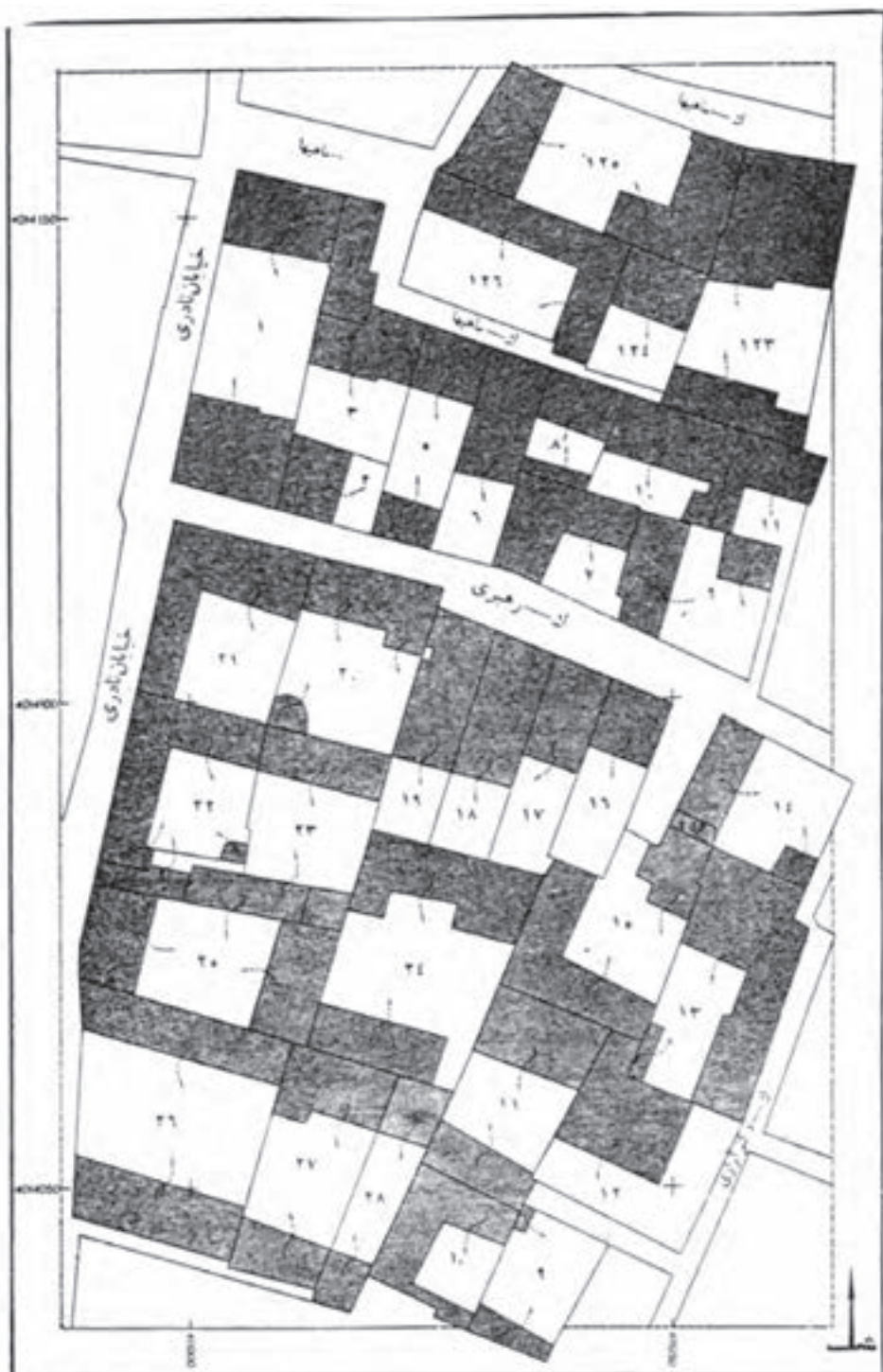
بوده است. شاید یکی از دلایل و انگیزه‌هایی که باعث شده ثبت املاک در اکثر کشورها به صورت تشکیلاتی تحت نظر یکی از بخش‌های دستگاه قضایی پایه‌ریزی شود آن است که حجم بالای دعاوی را در دادگستری‌ها مسائل مربوط به مالکیت و عوارض ناشی از آن تشکیل می‌دهد.

در گذشته مورد استناد کارشناسان ثبت و مقامات قضایی در خصوص دعاوی مذکور مدارک و پرونده‌هایی بودند که براساس نقل قول مطلعان محلی راجع به حدود و ثغور املاک تنظیم شده بود. اما این مدارک به مرور زمان دستخوش تحول و دگرگونی شده و از رهگذر آن، چه بسا جنایت و آدم‌کشی و نزاع جمعی بین افراد دو ده یا ساکنان دو خانه به وجود آمده است. ضوابط عینی و ریاضی برای اثبات نظرات وجود نداشت و به‌طور آگاه یا ناخودآگاه سلیقه‌های فردی در نحوه قضاوت دخالت می‌نموده و این خود باعث بروز مشکل جدید می‌شده است.

در سال ۱۳۳۴ به دلیل مشکلات فوق طی بخشنامه‌ای صدور سند مالکیت بدون نقشه‌برداری و قید مساحت و متر اراضی ممنوع شهرها اعلام گردید، اما اجرای این بخشنامه که بدون توجه به عدم وجود نقشه‌های مبنایی برای مملکت و ارتباط و هماهنگی نقشه‌ها صادر شده بود، باعث گردید که کارکنان سازمان ثبت با امکانات ضعیف و در حد توان نزدیک به صفر خود به‌طور پراکنده اقدام به تهیه کروکی‌هایی محلی به نام نقشه کاداستر نمایند و با شماره‌گذاری‌های موردی و محلی طبق شماره‌گذاری‌های روش قدیمی سند مالکیت صادر کنند.

به دلیل ناتمام ماندن امور مربوط به تهیه نقشه‌های مبنایی، هنوز هم تمامی املاک و قطعات زمین‌ها به ثبت نرسیده است. در دهه‌های اخیر کارهای پراکنده‌ای در مورد کاداستر اراضی در نقاط مختلف ایران مانند سیستان، فومن، گیلان، جیرفت و چند نقطه دیگر انجام گرفته و از بعضی مناطق تهران و حد شهر استان‌های قزوین و مشهد نیز به کمک روش فتوگرامتری نقشه‌های کاداستر بزرگ مقیاس $\frac{1}{50000}$ و $\frac{1}{100000}$ تهیه شده است که نمونه آنها را در صفحه بعد می‌بینید. در این نمونه که با مقیاس $\frac{1}{50000}$ تهیه شده و بلوک‌ها شکل هندسی منظمی دارند، هر قطعه به وسیله یک شماره مشخص و کلیه اطلاعات مربوط به آن در لیست ضمیمه نقشه و در مقابل آن شماره ثبت می‌شود. این اطلاعات می‌تواند شامل مساحت عرصه و اعیان - مساحت قسمتی از عرصه که به فضای سبز یا باغچه اختصاص دارد - تعداد درختان، تعداد طبقات ساختمان، وضع ساختمان از نظر معماری و فنی، تاریخ احداث آن، سرویس‌های آن (آب - برق - تلفن - گاز - فاضلاب) و کیفیت تعادل حرارتی محیط خانه (دستگاه تهویه مرکزی - شوفاژ - بخاری - کولر و غیره) باشد.

خوش‌بختانه با بهره‌گیری از فن‌آوری‌های جدید در نقشه‌برداری و برنامه‌ریزی‌های به‌عمل



شکل ۳-۴- مقیاس ۱:۵۰۰

آمده به زودی شاهد تهیه نقشه‌های کاداستر از کلیه مناطق کشور خواهیم بود.
به‌طور کلی برای نقشه‌های کاداستر تعریف اختصاصی زیر را می‌توانیم ذکر کنیم :

نقشه کاداستر نقشه‌ای است که کلیه اطلاعات مربوط به محدوده‌ها و موقعیت و خصوصیات قطعه زمین‌های موجود در آن به‌طور دقیق مشخص شده باشد.

در برنامه‌ریزی‌های جدید اطلاعات مربوط به قطعه زمین‌ها به جای آن که روی کاغذ یا در پرونده ملک ثبت شوند، در حافظه‌های ماشین‌های الکترونیکی ضبط می‌شوند و هر بلوک یا قطعه به‌جای آن که با چند خط روی نقشه نشان داده شود با چند عدد که عبارت‌اند از مختصات مسطحاتی گوشه‌های قطعه همراه اطلاعاتی نظیر اطلاعات زیر در حافظه رایانه جا می‌گیرند.

— مزروعی یا مسکونی بودن قطعه

— مساحت قطعه

— نام مالک یا مالکین و به‌طور کلی کیفیت تصرف در صورتی که مسکونی باشد.

— مساحت عرصه و اعیان به تفکیک

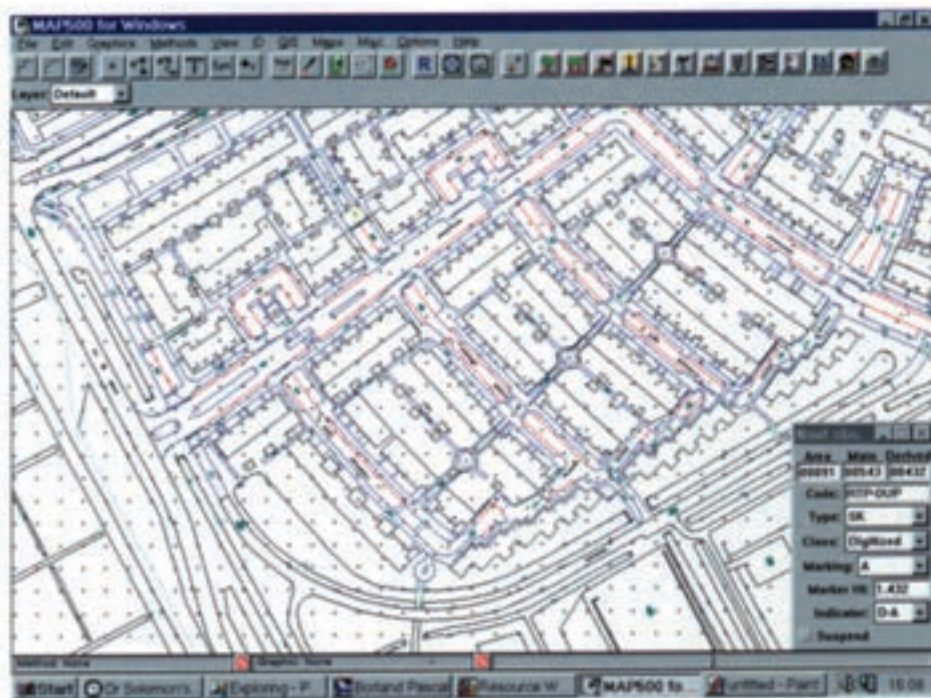
— وضع سرویس‌های رفاهی از قبیل برق، آب و تلفن، گاز، فاضلاب و حتی مشخصات آب از نظر قطر انشعاب و کیفیت برق از نظر تعداد فازها و میزان آمپر.

— تعداد طبقات و مساحت هر طبقه به تفکیک با ذکر نام مالکان.

— سایر اطلاعات فنی مربوط به ساختمان و در صورتی که ملک زراعتی باشد، نوع محصولی که در آن قابل رویش است (نوع محصولاتی که زمین برای پرورش آنها استعداد دارد).

— درصد شیب متوسط زمین در صورت لزوم اطلاعاتی در مورد جنس آن.

● **نقشه‌برداری شهری:** در مناطق شهری عوارض مختلف از قبیل خیابان‌ها، پیاده‌روها، معابر، جوی‌های آب، فضاها، سبزه‌ها و پل‌ها و ... به‌صورت متراکم در یک فضای محدود قرار گرفته‌اند. نقشه‌هایی که از این نوع مناطق تهیه می‌شوند باید کلیه عوارض فوق را به‌طور روشن و دقیق نشان دهند تا کاربران این نوع نقشه‌ها که بیش‌تر شهرداری‌ها — سازمان‌های حفاظت محیط‌زیست و حمل‌ونقل شهری هستند، به‌راحتی و با دقت بتوانند در جهت نیل به اهداف موردنظر از آنها استفاده کنند. نگاهی به مهم‌ترین کاربردهای این نوع نقشه‌ها خصوصیات آنها را مشخص می‌سازد؛ مثل : مکان‌یابی و محاسبات لازم روی نقشه با استفاده از اطلاعات مراجعان در صدور پروانه، پایان کار، خلاف ساختمان و



شکل ۵-۳

- صدور مجوز ساخت واحدهای فرهنگی، آموزشی، اداری، تجاری و غیره.
- محاسبه سرانه‌های مورد نیاز آموزشی، بهداشتی، خدماتی، مذهبی، فرهنگی، فضای سبز و ...
- جهت بررسی کمبودها و همکاری برای رفع آنها در ارتباط با دیگر سازمان‌ها و ادارات.
- تخصیص نقاط کنترل ترافیکی با توجه به عواملی نظیر نقاط اصلی ارتباطی شهر، میزان رفت و آمد و
- محاسبه کوتاه‌ترین راه با توجه به پارامترهایی از قبیل یک‌طرفه بودن بعضی خیابان‌ها، چراغ قرمزهای مسیر، بسته بودن موقت بعضی مسیرها، کندی حرکت در بعضی نقاط به علت حجم زیاد رفت و آمد در اوقات مختلف شبانه‌روزی.
- ایجاد شبکه‌های مرتبط مناسب برای مدل‌های حمل و نقل.
- برنامه‌ریزی جهت نصب تابلوها، تزیینات، تعمیر و تجدید و سایر مواردی که در ارتباط با امور زیباسازی شهر به کار گرفته می‌شود.
- بررسی میزان سرانه فضای سبز شهری و محاسبه کمبود تا نسبت به حد استاندارد و به دست آوردن تقریبی بهترین نقاط احداث فضای سبز جهت بهره‌برداری بیش‌تر از آنها.

– اجرای ممیزی شهر و وصول عوارض نوسازی.

– تهیه نمودارهای جمعیتی شامل تراکم جمعیتی، تراکم مسکونی، اشتغال و سایر موارد مشابه مورد نیاز جهت برنامه‌ریزی و بسیاری از کاربردهای دیگر ایجاب می‌کند که این نوع نقشه‌ها در :
۱- مقیاس بزرگ تهیه شوند که البته هر چه مقیاس بزرگتر باشد، باید دقت بیش‌تری در اندازه‌گیری‌ها معمول گردد.

۲- بیشتر وضعیت مسطحاتی عوارض مهم باشد که در این حالت تعیین موقعیت عوارض به‌صورت دو بعدی است.

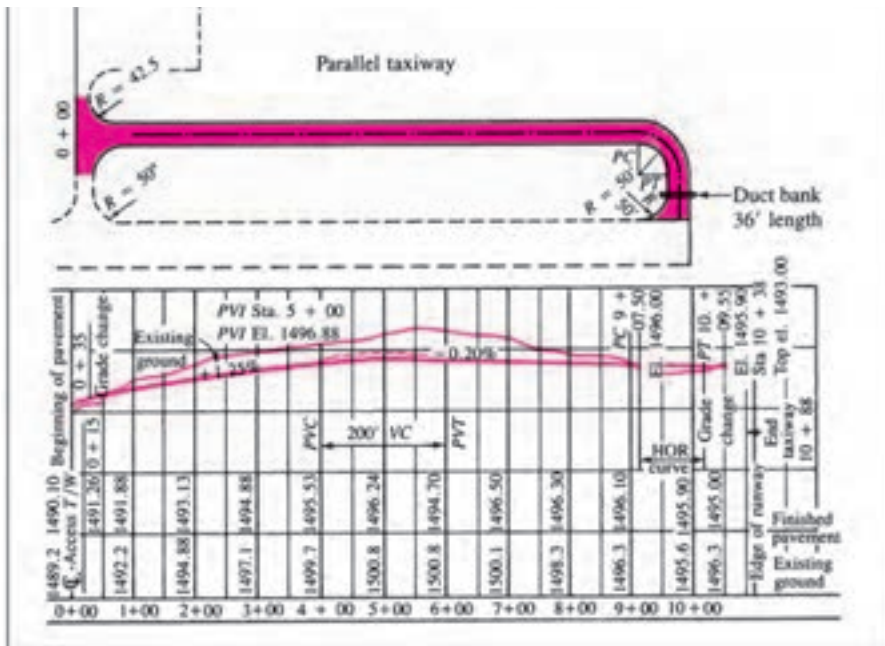


۳- با توجه به تراکم عوارض، برای نشان دادن گوناگون از رنگ‌های مختلف استفاده شود.

۴- برای نشان دادن عوارض با ابعاد کوچک از علائم قراردادی استفاده گردد. نمونه‌هایی از این نوع نقشه‌ها را در شکل ۳-۶ می‌بینید. در نقشه‌برداری شهری علاوه بر تهیه نقشه‌های شهری در خصوص پیاده کردن طرح‌های ساختمانی، خیابان‌ها، کانال‌ها، زه‌کشی سیستم‌های آبرسانی و فاضلاب و دیگر عملیات مهندسی داخل شهر بحث می‌شود.



● **نقشه‌برداری مسیر:** این نوع نقشه‌برداری به منظور طراحی و پیاده‌کردن مسیرها از قبیل بزرگ‌راه‌ها، انواع جاده‌های بین شهری، راه‌های ارتباطی شهرها با روستاها، راه‌آهن، خطوط انتقال نیروی برق، لوله‌کشی و کانال‌ها و غیره و در بعضی موارد محاسبات مربوط به آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

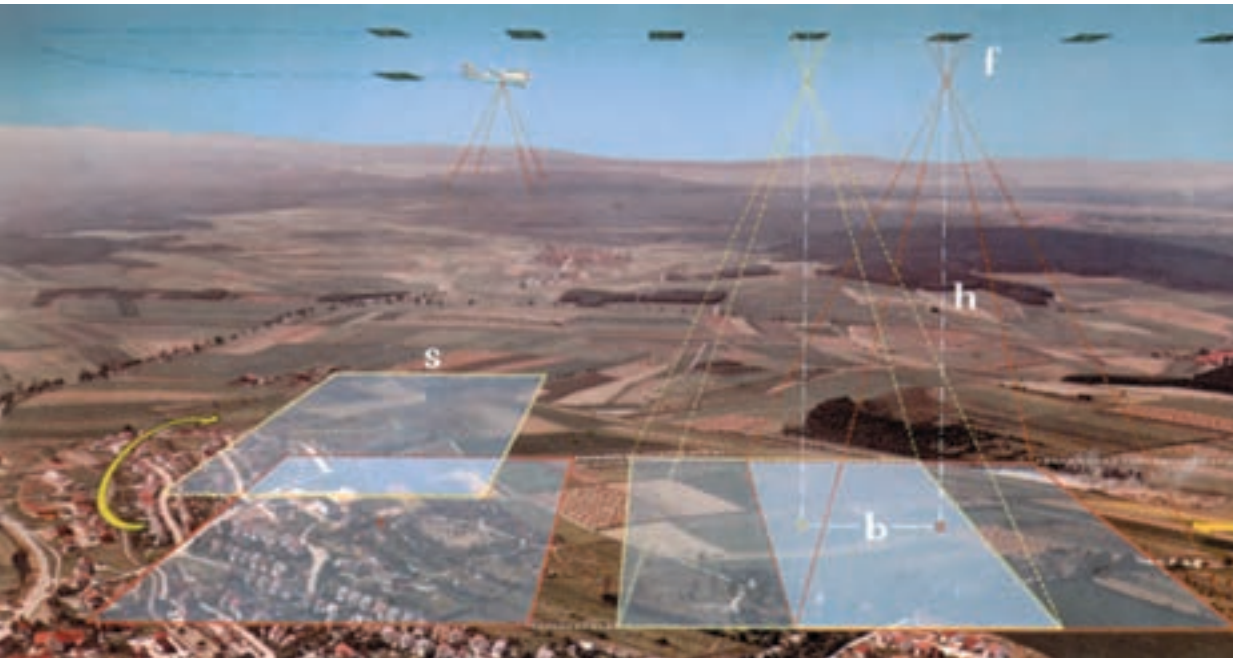


شکل ۷-۳- نمونه نقشه‌های تهیه شده در نقشه‌برداری مسیر

۲-۱-۳- نقشه برداری هوایی : هر چند ارسطو حدود ۳۵۰ سال قبل از میلاد نظریه ایجاد

تصویر به کمک نور را مطرح کرد، اما تا اوایل قرن هجدهم میلادی از این نظریه استفاده‌ای به عمل نیامد. در این سال‌ها استفاده از اصول پرسپکتیو در تهیه نقشه به وسیله افراد مختلف مورد بررسی قرار گرفت و از عکس‌هایی که با کایت و بالون از سطح زمین برداشته می‌شد استفاده گردید؛ تا این که سازمان نقشه‌برداری آمریکا^۱ در سال ۱۸۹۴ برای تهیه نقشه از مرز کانادا و آلاسکا از عکس استفاده کرد. مکمل فعالیت‌هایی که در این خصوص طی سال‌های پایانی قرن نوزدهم صورت گرفت، پس از اختراع هواپیما به وسیله برادران رایت در سال ۱۹۰۲ اقداماتی بود که در جریان جنگ جهانی اول انجام شد و در فاصله دو جنگ جهانی اول و دوم تعداد زیادی سازمان دولتی و شرکت خصوصی برای تهیه نقشه از عکس هوایی کمک گرفتند.

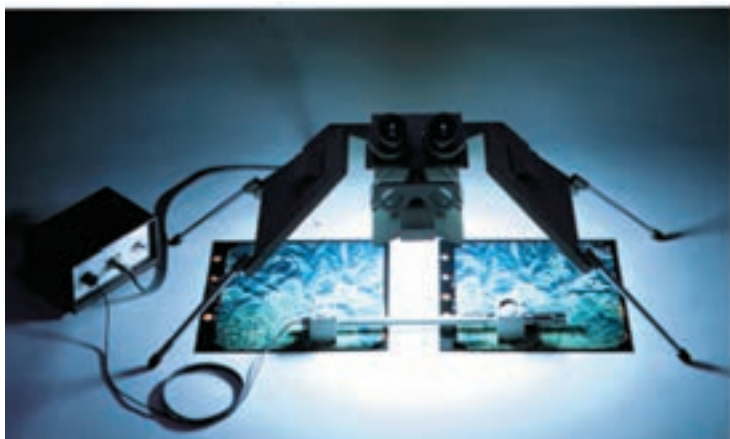
اساس کار این روش که در اصطلاح فتوگرامتری^۲ نامیده می‌شود، به این ترتیب است که با دوربین‌های کار گذاشته شده در کف هواپیماهای کوچک، از منطقه مورد نظر عکس‌هایی برداشته می‌شود که دارای پوشش طولی حدود شصت درصد و پوشش عرضی حدود سی درصد است.



شکل ۸-۳

چنانچه هر دو عکس متوالی برداشته شده را در دفتر کار در وضعیت زمان عکس برداری قرار دهیم، اشعه‌ای که قبلاً تشکیل تصویر داده است دوباره ساخته خواهد شد و به کمک وسایل و دستگاه‌هایی می‌توان وضعیت سه‌بُعدی زمین را مشاهده کرد.

یکی از این دستگاه‌ها استروسکوپ^۱ است که نمونه‌هایی از آنها را در اینجا می‌بینید.



شکل ۳-۹- الف - استروسکوپ آینه‌دار



شکل ۳-۹- ب - استروسکوپ جیبی

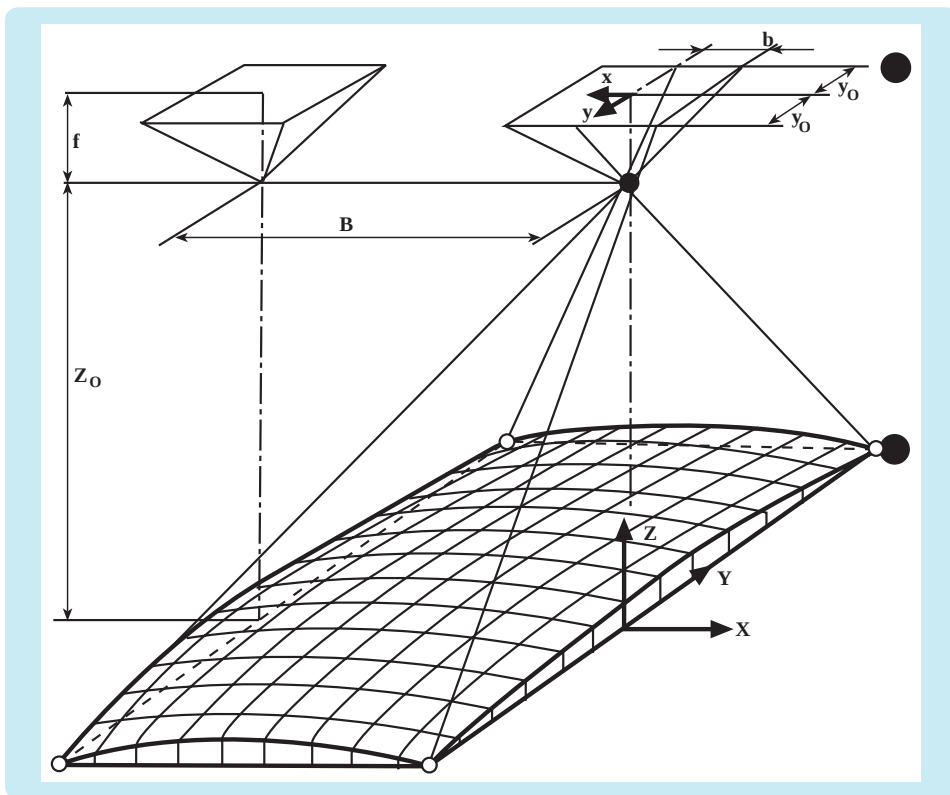
^۱ - Stereoscope

هم چنین دستگاه‌هایی که بخشی از آنها یک استروسکوپ است ساخته شده‌اند که علاوه بر ایجاد مدل برجسته‌ای از زمین می‌تواند مختصات سه بعدی کلیه نقاط واقع بر سطح زمین را در یک سیستم مختصات تعریف شده مشخص سازد و از این نظر تا ایجاد رابطه ریاضی بین مختصات سه بعدی نقاط مختلف و نامعلوم بودن مختصات تعداد محدودی از نقاط مختصات کلیه نقاط را به دست آورد.



شکل ۱۰-۳- دستگاه تحلیلی تبدیل عکس به نقشه

به طور خلاصه با انتخاب نقاطی بر روی زمین و محاسبه مختصات آنها، پس از اندازه‌گیری‌های لازم زمینی به کمک روابط ریاضی مختصات تعداد زیادی نقطه را می‌توان به دست آورد. مشروح کار دستگاه‌های مذکور و جزئیات عملیات فتوگرامتری را در درسی با همین عنوان خواهید خواند.



شکل ۳-۱۱

جدول ۳-۱

P	X	Y	Z
M_1	D_1	D'_1	h_1
M_r	D_r	D'_r	h_r
M_r	D_r	D'_r	h_r
M_n	D_n	D'_n	h_n

محاسبات: همان‌گونه که در فصل اول دیدید،

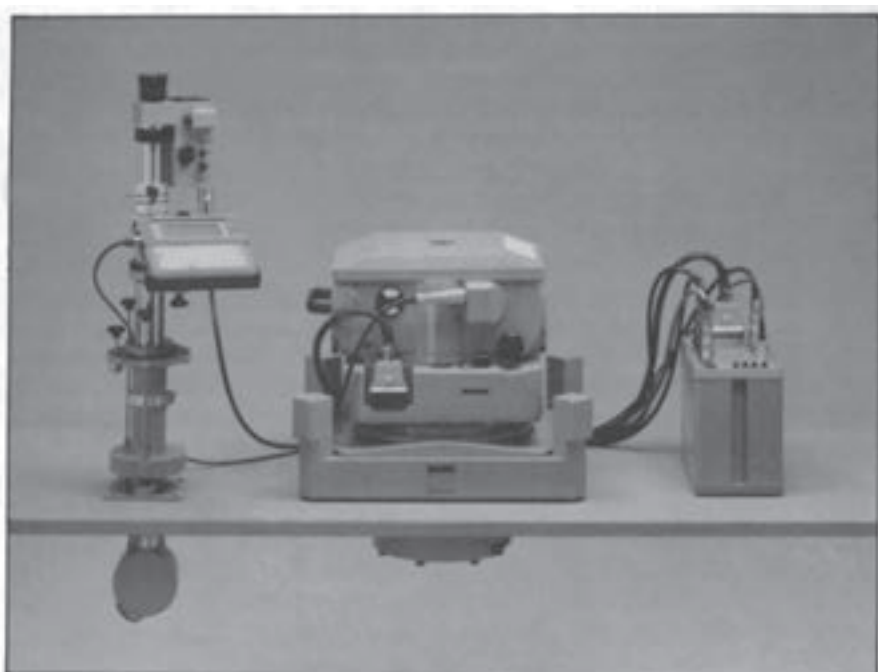
برای تعیین موقعیت، در نهایت باید به جدول‌های اطلاعات مکانی روبرو برسیم:

همان‌گونه که ملاحظه شد، در تهیه نقشه عملیات تعیین موقعیت یکبار برای نقاط کنترل یا مبنا و بار دیگر برای جزئیات صورت می‌گیرد. از طرف دیگر، کمیت‌هایی که روی زمین اندازه‌گیری می‌شوند فواصل و زوایا هستند؛ بنابراین محتاج روابط ریاضی هستیم تا این فواصل و زوایا را به مختصات مندرج در جدول‌های فوق تبدیل کنیم. گذشته از آن، فواصل و زوایا که اندازه‌گیری می‌شوند همیشه قابل استفاده نیستند و باید کنترل شوند. بدین منظور نیز از روابط ریاضی دیگری استفاده می‌شود.

به‌طور کلی منظور از محاسبات، استفاده از دو دسته روابط ریاضی مذکور است.
برای مناطق کوچک با تعداد نقاط محدود از ماشین حساب‌های دستی و برای مناطق دارای
تعداد نقاط زیاد از کامپیوتر استفاده می‌کنیم و روابط ریاضی را در قالب نرم‌افزارهای محاسباتی مورد
استفاده قرار می‌دهیم.



شکل ۱۲-۳- نمونه‌ای از عکس هوایی



شکل ۱۳-۳- امکانات و تجهیزات دوربین عکس برداری هوایی



شکل ۱۴-۳- عکس هوایی و انواع دوربین‌های عکس برداری هوایی

۳-۱-۳- نقشه برداری آبی^۱ (یا آب نگاری): این بخش از نقشه برداری مشتمل بر عملیات

تعیین موقعیت دریاچه ها - نهرها، سواحل دریاها و رودخانه ها، کف دریاها و کلیه مناطق آبی می شود. و حد بارز این نوع نقشه برداری عمق یابی در مناطق فوق است و از این نظر به طور خلاصه آن را به عنوان «روش تعیین موقعیت نقاط زمین در زیر آبها» تعریف می کنند. در این بخش همان گونه که راجع به علم نقشه برداری گفته شد، هدف تعیین (x و y و z) نقاط است؛ با این تفاوت که در اینجا نقاط در کف دریاچه و یا دریاها و غیره قرار دارد.

در این نوع نقشه برداری ارتفاع نقاط (z) از طریق عمق یابی تعیین می گردد؛ به این ترتیب که فاصله قائم نقاط تا سطح آب اندازه گیری شده با معلوم بودن ارتفاع سطح آب ارتفاع نقاط نیز پیدا می شود. معمولاً در روی زمین با استقرار دستگاه در نقاطی ثابت که قصد تعیین موقعیت آنها را داریم، اندازه گیری کمیت های طولی زاویه ای x و y و z نقاط محاسبه می شود. اما چنین نقاط ثابتی را در سطح آب نمی توان در نظر گرفت؛ چون معمولاً به منظور عمق یابی از قایق استفاده می شود؛ درحالی که در داخل قایق این امکان وجود ندارد. از این نظر نقاط ثابتی به عنوان «نقاط کنترل» در ساحل انتخاب می شود و با استفاده از روش ها و وسایل مختلف نقاط داخل قایق نسبت به این نقاط تعیین موقعیت می گردد.

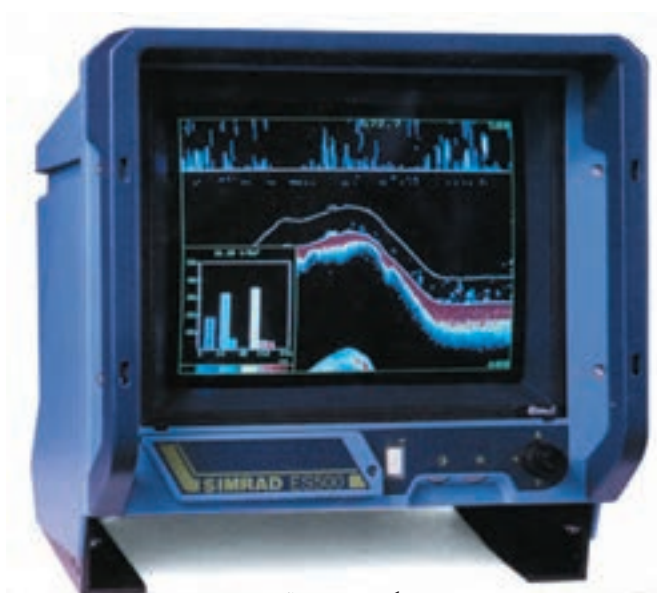
از جمله روش های عمق یابی، استفاده از طناب مدرجی است که به انتهای آن وزنه ای آویزان می شود. پس از جنگ دوم جهانی نیز از دستگاه های عمق یاب صوتی^۲ استفاده روزافزونی به عمل آمده است. این دستگاه ها در یک لحظه معین ضربه صوتی به کف آب می فرستند که پس از اصابت به کف آب برمی گردند. در این حال، زمان رفت و برگشت اندازه گیری می شود و با داشتن سرعت صوت در آب، عمق آب با استفاده از فرمول ساده $x = \frac{1}{2}vt$ که در آن v سرعت صوت و t زمان رفت و برگشت صوت است تعیین می گردد. بدین ترتیب برای نقاط مختلف از یک سو عمق یابی می شود و از سوی دیگر، اطلاعات لازم جهت تعیین x و y به دست می آید.

مهم ترین استفاده این بخش در کشتی رانی است، به خصوص وقتی در نزدیکی سواحل و مدخل کانال ها و رودخانه ها عمق آب نسبتاً کم باشد و کشتی های بزرگ در فاصله ای مطمئن از ساحل متوقف شوند این کشتی ها در فاصله کمی از کف دریا حرکت می کنند و راهنمای کشتی با استفاده از چارت «نقشه آب نگاری» که قبلاً با عملیات نقشه برداری تهیه شده، آن را هدایت می کند. اما کوچک ترین اشتباه در این مورد ممکن است خسارات سنگینی به بار آورد.

امروزه با پیشرفت صنایع، استفاده از منابع زیر دریاها بیش تر مورد توجه قرار گرفته و آنچه که در



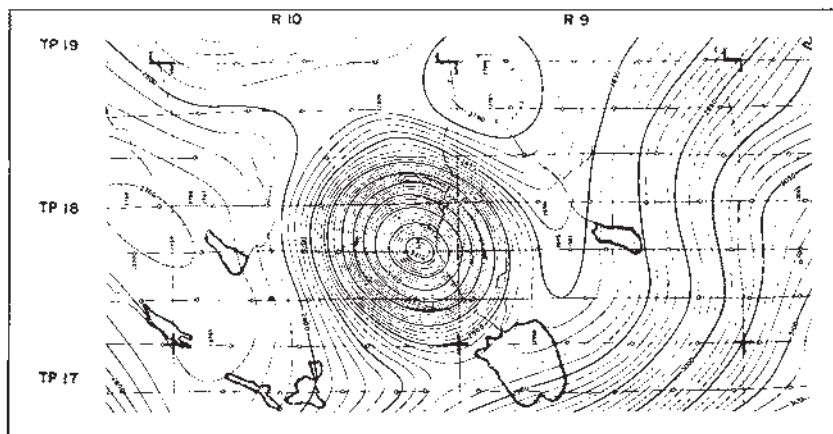
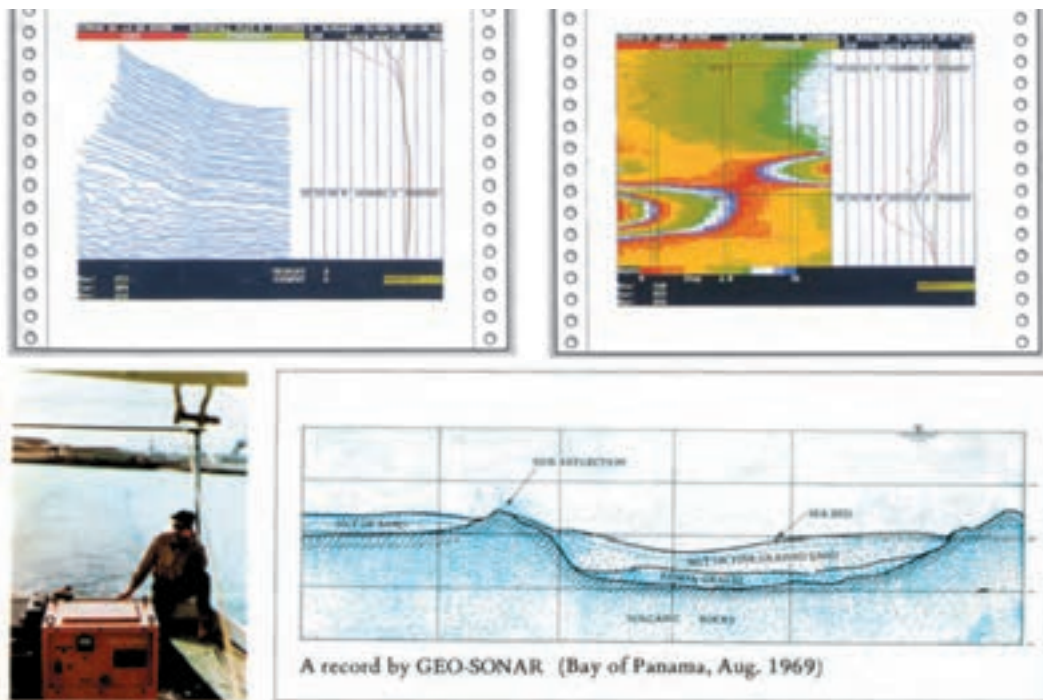
شکل ۱۵-۳- کشتی در حال اندازه‌گیری



شکل ۱۶-۳- اکوساندر

دهه‌های قبل غیرممکن می‌نمود، با وسایل و روش‌های جدید قابل اجرا شده است. همچنین اکتشاف و بهره‌برداری از معادن، به خصوص معادن نفت، در زیر آب‌ها روز به روز بهتر مورد توجه قرار می‌گیرد و به همین جهت نقشه‌های دریایی دقیق از این محل‌ها مورد نیاز است.

برای ساختن اسکله‌ها و بررسی و لایروبی بنادر موجود نیز از این نوع نقشه‌ها استفاده می‌شود؛ اما در بعضی نواحی به علت رسوبات دریایی باید نقشه‌های دریایی هر ساله تجدید شوند. علاوه بر این، برای اندازه‌گیری جزرومد به منظور مشخص ساختن سطح متوسط آب برای ترازبایی و مطالعات مربوط



به امواج و جریانات دریایی این نوع نقشه‌برداری کاربرد دارد.

۴-۱-۳- نقشه‌برداری فضایی و نجومی: از زمان‌های بسیار کهن ستارگان آسمان همواره انسان‌ها را مجذوب خود کرده‌اند. مردم قدیم در حرکت ستارگان نقش نیروهای فوق طبیعی را می‌دیدند که به گمان آنها بر سرنوشت انسان تأثیر می‌گذاشت. پیشینیان ما با این باور که در ستارگان نشانه‌هایی هست که باید خوانده شود به رصد آسمان و تهیه شرح‌های دقیق از آن دست زدند. از این روست که اخترشناسی تاریخی دراز دارد. بقایایی از رصدخانه‌ها و وسایل نجومی به قدمت تا ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد در سومر، بابل، چین، مصر، مکزیک، پرو و بریتانیا کشف شده‌است. کهن‌ترین صورت‌های شناخته شده ستارگان کار منجمان بابلی است که تاریخ آن به حدود ۱۷۰۰ پیش از میلاد می‌رسد. محاسباتی که در مورد حرکت‌های ماه و سیاره‌ها، به‌ویژه زهره، انجام می‌شد به یقین برای شناخت آنها بوده است.

زمان چندانی نگذشت که مردم باستان از حرکت دوره‌ای آهسته خورشید، ماه و پنج سیاره بزرگ منظومه شمسی (زهره - تیر - بهرام - برجیس و کیوان) در امتداد مسیری منظم در بهنه آسمان آگاه شدند. یک منجم یونانی^۱ نخستین کسی است که صورت شایان ذکری از ستارگان تنظیم کرد. او موقعیت حدود هزار ستاره را مشخص کرد و برای هر ستاره بر مبنای درخشندگی آن قدر^۲ تعیین نمود. برای دریانوردی در دریاهاى آزاد و برای اندازه‌گیری زمین در مقیاس بزرگ، صورت دقیقی از ستارگان ضروری بود. مجسطی^۳، دایرةالمعارف نجومی و ریاضی که بطلمیوس در حدود ۱۶۰ میلادی نوشت، تا پایان قرون وسطی کتاب مرجع معتبر در این زمینه بود.

اما نخستین اطلس نجومی قابل استفاده به‌وسیله یک اخترشناس آلمانی^۴ تهیه شد. این اطلس پنجاه و یک نقشه داشت و ۱۲۷۷ ستاره را صورت‌برداری کرده بود. اخترشناسان دیگری نیز در سال‌های بعد مطالعاتی بر روی ستارگان داشتند و در نهایت در نیمه دوم قرن نوزدهم تعداد ستارگان رصد شده به ۸۵۰۰۰۰ ستاره رسید.

در قرن بیستم استفاده از صفحه‌های عکاسی تا حد زیادی جای رصد چشمی ستارگان را گرفته است. اجرامی که درخشندگی آنها بسیار کمتر از آن است که با چشم انسان دیده شوند عکس‌برداری

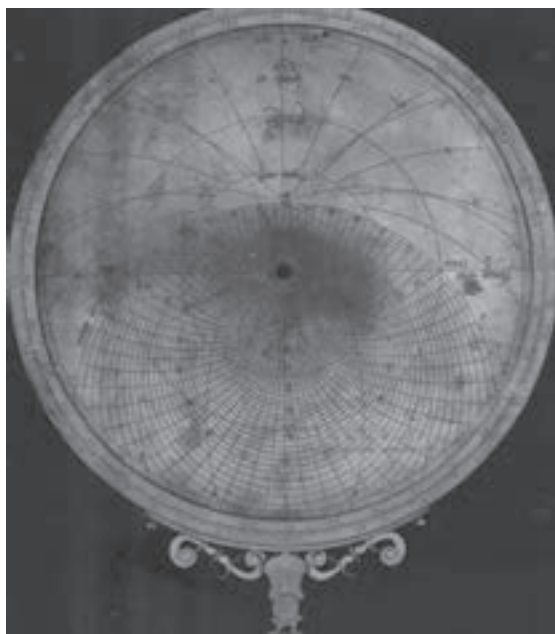
۱- هیبارخوس (۱۶۱ تا ۱۲۷ ق.م)

۲- واحد درخشندگی ستاره

۳- مجسطی، خلاصه‌ای از دانش ریاضی دنیای قدیم است که ترجمه‌ای عربی از آن باقی مانده. این اثر دارای صورتی از چهل و هشت صورت فلکی و ۱۰۲۲ ستاره و مختصات دایرة البروج و قدر آنهاست.

۴- این اخترشناس «یوهان پیر» نام داشت.

می‌شوند. این نوع رصد سبب کشف میلیون‌ها ستاره شد که پیش‌تر ناشناخته بودند. در سال‌های اخیر اکتشاف منظومه شمسی^۱، با فضاپیمای سرنشین دار و بی‌سرنشین و با تلسکوپ فضایی هابل، انگیزه تازه‌ای برای نقشه‌برداری از خورشید، سیاره‌ها و قمرهای آنها ایجاد کرده است. دوربین‌های ویدئویی الکترونیکی جریان مداومی از تصویرهای بسیار روشن به زمین می‌فرستند. این تصویرها معمولاً به شکل تصویرهای استوانه‌ای کنار هم ردیف و چسبانده می‌شوند. ستاره‌ها را قبلاً در هر کشور به شکل خاصی نشان می‌دادند. از زمان پیدایش عکاسی نجومی ستاره‌ها به شکل نقطه‌هایی نشان داده می‌شوند که بزرگی هر نقطه متناسب با درخشندگی آن ستاره است.



نمایش دادن سحابی‌ها، کهکشان‌ها، ستاره‌های مزدوج، خوشه‌های ستاره‌ای و ستاره‌های دنباله‌دار بسیار دشوار است؛ ولی دشوارتر از آن نشان دادن اجرام سماوی چون اختر نماها و سیاه‌چاله‌هاست که خارج از دسترس اخترشناسی نوری هستند و وجودشان از امواج رادیویی که فرستاده می‌شوند بر ما آشکار می‌گردد. برای تصویر کردن میدان‌های مغناطیسی و بادهای خورشیدی که به شکل منحنی رسم می‌شوند، از نمودارهای خاصی استفاده می‌شود.

شکل ۱۸-۳ یک اسطرلاب که در سال ۱۵۶۵ توسط آرسینوس جغرافیدان ساخته شد.

۱- منظومه شمسی (یا خانواده خورشید): از اجرام و کرات بزرگ و کوچکی تشکیل شده که همه آنها به خورشید که در مرکز مجموعه قرار گرفته بستگی دارند. مهم‌ترین اجرام این مجموعه عبارتند از ۹ سیاره به نام‌های عطارد، زهره، زمین، مریخ، مشتری، زحل، اورانوس، نپتون و پلوتو که عطارد نزدیک‌ترین و پلوتو دورترین آنها از خورشید است. کرات دیگر این منظومه شامل ۶۵ قمر متعلق به ۷ سیاره مذکور به جز عطارد و زهره است.

علاوه بر آن، منظومه شمسی دارای کمرندی از سیاره‌های کوچک‌تر است که ۹۵ درصد آنها بین مدارات مریخ و مشتری قرار دارند. منظومه شمسی دارای اعضای دیگری از جمله تعداد زیادی ستاره دنباله‌دار است که به ندرت بعضی از آنها را می‌توان از زمین و با کمک دوربین‌های نجومی و گاهی چشم غیر مسلح دید در ضمن، شهاب‌ها و شهاب‌سنگ‌ها را نیز باید از مجموعه خانواده خورشید دانست.



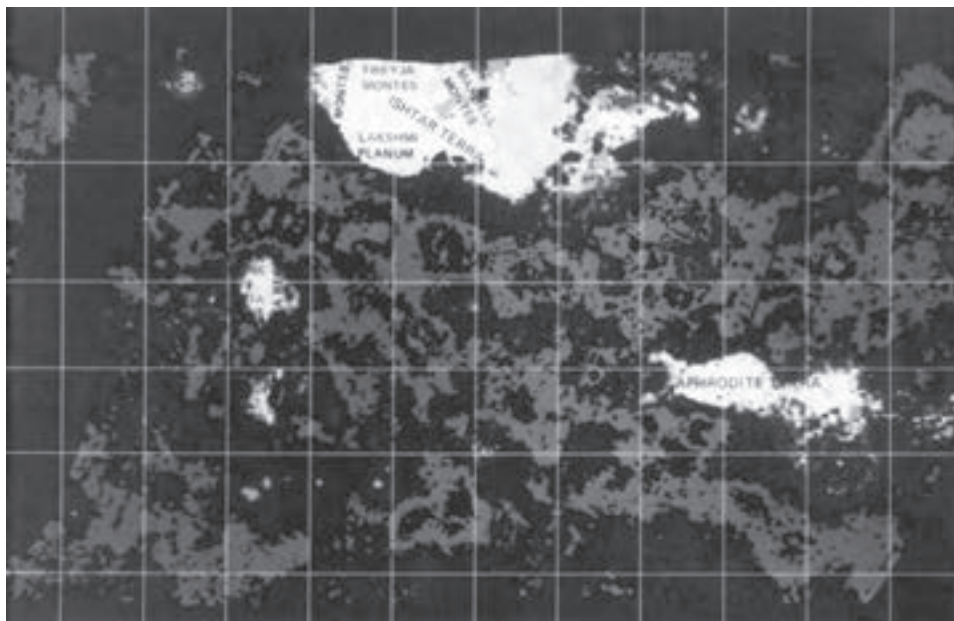
شکل ۱۹-۳- لکه‌های ماه که پس از رصد سال‌های ۱۶۷۵ و ۱۶۷۷ کشیده شد.

سازمان ملی هوانوردی و فضایی ایالات متحده^۱ نیز نقشه‌هایی رنگی چاپ کرده است که سازه‌های کانی سطح ماه را نشان می‌دهند.

شیوه نام‌گذاری قسمت‌های برجسته ستاره‌ها در منظومه شمسی تحت هدایت اتحادیه بین‌المللی اخترشناسی^۲ مستقر در پاریس است که بالاترین مرجع در زمینه اخترشناسی محسوب می‌شود. یکی از دستاوردهای این اتحادیه تعیین شیوه نام‌گذاری مشترکی برای برجستگیهای بزرگ سطح ماه بوده است. برای آسان کردن درک بین‌المللی نقشه‌های آسمان تمامی نام‌های روی این نقشه‌ها معمولاً به لاتین نوشته شده‌اند. با همین هدف هر ستاره‌ای که در صورت ستارگان آمده است، یک شماره شناسایی خاص دارد.

۱- NASA

۲- IAU



شکل ۲-۳- نقشه ابتدایی زهره که از داده‌های فرستاده شده از کاوشگر فضایی ایالات متحده در سال ۱۹۸۰ تنظیم شده است.

۲-۳- طبقه‌بندی نقشه‌برداری براساس موضوع

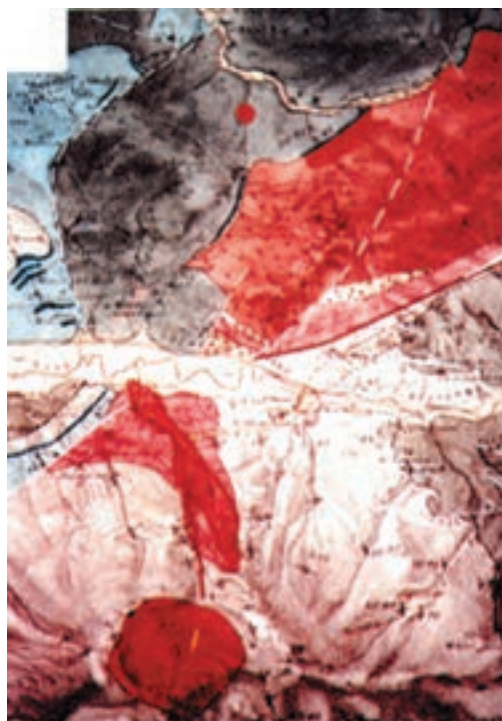
الف) نقشه‌برداری مهندسی : این قسمت از نقشه‌برداری خود شامل بخش‌های زیر است :

- نقشه‌برداری اجرایی پروژه‌های عمرانی برای کسب و جمع‌آوری معلومات و اطلاعات مهندسی در مورد کارهایی از قبیل ایجاد سدها، پل‌ها، جاده‌ها و مخازن آب.
- نقشه‌برداری شناسایی، برای برآورد تقریبی هزینه‌های اجرای پروژه.
- نقشه‌برداری مقدماتی، برای جمع‌آوری اطلاعات دقیق به منظور انتخاب بهترین محل جهت انجام پروژه‌های ساختمانی از قبیل سد و راه و تخمین هزینه‌های مربوط.
- نقشه‌برداری برای پیاده کردن پروژه‌های ساختمانی؛ از قبیل قوس‌های جاده، حدود مناطق و غیره در روی زمین.

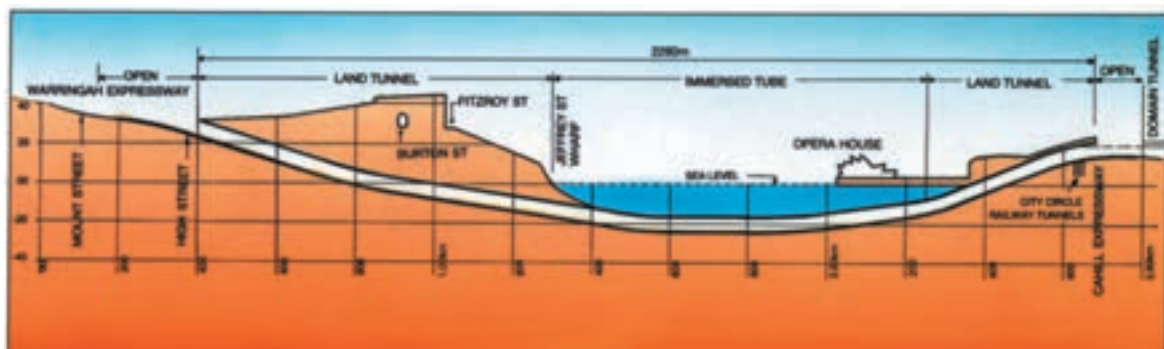
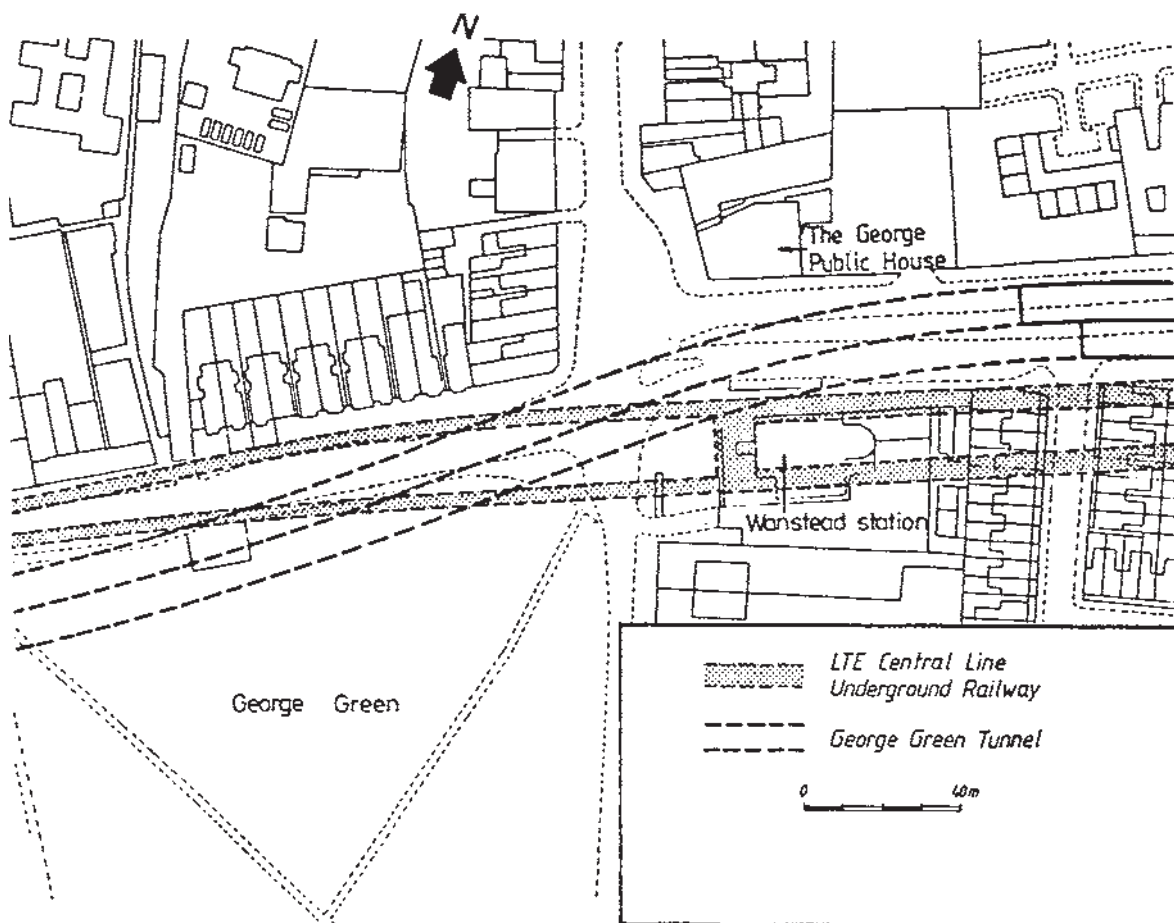
ب) نقشه‌برداری زمین‌شناسی : برای تعیین طبقات مختلف پوسته زمین.

ج) نقشه‌برداری زیرزمینی : در زمینه تعیین موقعیت و پیاده‌کردن عوارض از زیرزمین، مانند معادن و تونل‌ها، بحث می‌کند.

د) نقشه‌برداری باستان‌شناسی : برای تعیین موقعیت آثار تاریخی و قدیمی کاربرد دارد.



شکل ۲۱-۳- نمونه نقشه‌های زمین‌شناسی



شکل ۲۲-۳- نمونه نقشه‌های زیرزمینی

هـ) نقشه‌برداری نظامی: جهت تهیه نقشه‌های نظامی و تعیین نقاط استراتژیک و دفاعی و تعرضی به کار می‌رود.

خودآزمایی

- ۱- پنج مورد از فعالیت‌های عمرانی، اقتصادی و کشاورزی را که انجام آن مستلزم تهیه نقشه است نام ببرید.
- ۲- تفاوت مشخصات ظاهری نقشه‌های توپوگرافی و ساختمانی را شرح دهید.
- ۳- طبقه‌بندی نقشه‌ها را بر اساس اوضاع طبیعی بیان کنید.
- ۴- طبقه‌بندی نقشه‌برداری را بر اساس موضوع توضیح دهید.
- ۵- در نقشه‌برداری زمین‌شناسی، چه مواردی در نقشه‌ها نشان داده می‌شوند؟
- ۶- نقشه‌برداری زیرزمینی را تعریف کنید.
- ۷- منظور از نقشه‌برداری باستان‌شناسی را شرح دهید.
- ۸- اهمیت نقشه‌برداری نظامی را توضیح دهید.
- ۹- خصوصیت مهم نقشه‌ها در نقشه‌برداری توپوگرافی را ذکر نمایید.
- ۱۰- نقشه‌های ثبتي را تعریف نمایید.
- ۱۱- چند نوع عارضه که در نقشه‌برداری شهری تعیین موقعیت می‌شوند را نام ببرید.
- ۱۲- منظور از نقشه‌برداری مسیر را بیان نمایید.
- ۱۳- نوع عوارضی که در نقشه‌برداری آبی تعیین موقعیت می‌شوند را ذکر نمایید.
- ۱۴- کاربرد نقشه‌برداری فضایی و نجومی را بیان نمایید.
- ۱۵- بخش‌های مختلف نقشه‌برداری مهندسی را بیان نمایید.
- ۱۶- اهمیت و لزوم تهیه نقشه در فعالیت‌های عمرانی - اقتصادی و کشاورزی یک منطقه از زمین را توضیح دهید.

فن آوری های نوین نقشه برداری زمینی

- هدف های رفتاری : از فراگیر انتظار می رود که در پایان این فصل بتواند :
- دستگاه های اولیه نقشه برداری را توضیح دهد.
 - دستگاه های اپتیکی نقشه برداری را شرح دهد.
 - دستگاه های الکترونیکی مانند تئودولیت دیجیتال و طول یاب های الکترونیکی و توتال استیشن ها را توضیح دهد.
 - ابزارهای جمع آوری اطلاعات در نقشه برداری را شرح دهد.

۱-۴- سیر تکاملی دستگاه های نقشه برداری

در امور مهندسی به منظور تعیین موقعیت سه بعدی اجسام، تصاویر آنها را در صفحات افقی و قائم ترسیم می نمایند و با معلوم بودن موقعیت در صفحات افقی و قائم به وضعیت آن در فضای سه بعدی پی می برند. از این رو دستگاه های اندازه گیری نقشه برداری باید قادر باشند زوایایی را در صفحات افقی و قائم اندازه گیری کنند و اولین شرط برای انجام این کار ایجاد صفحات افقی و قائم در فضا است. از اولین وسایلی که برای ایجاد یک صفحه افقی مورد استفاده قرار گرفت «تراز آبی»^۱ بود. این وسیله که با توجه به فشار یکسان هوا بر سطح مایعات ساخته شد ساختمان ساده ای داشته و از جمله ابزارهای بود که در گذشته ایرانیان برای احداث قنات و استخراج آب های سطح الارضی از آن استفاده نمودند. در اوایل قرن پنجم هجری مهندس برجسته ایرانی به نام کرجی، اهل کرج حوالی ساوه کنونی، در کتاب ارزشمند خود (استخراج آب های پنهانی) تعدادی ابزار نقشه برداری معرفی کرد که توسط خود وی اختراع شده بود و منشأ وسایل نقشه برداری امروزی است. تراز آبی^۲ یک لوله دو سر باز از جنس چوب یا نی بود که در وسط سوراخی برای ریختن آب در

۱- Water level

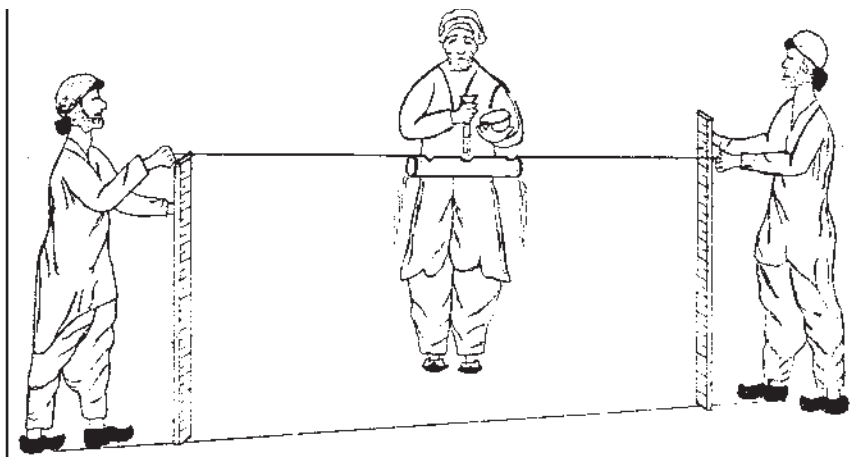
۲- لازم به ذکر است که نخستین کتاب های چاپی درباره وسایل تراز کردن در اروپا، مربوط به قرن شانزدهم میلادی است. حال آنکه کتاب کرجی که حداقل پنج قرن از تاریخ یاد شده به رشته تحریر درآمده است، عمدتاً به معرفی ابزار نقشه برداری و روش های اندازه گیری اختلاف ارتفاع، فواصل و ارتفاع کوه ها، و روش های تراز کردن و شیب دادن و یافتن مسیرهای مناسب برای قنات ها پرداخته است.



شکل ۴-۱

آن تعبیه گردیده و به کمک یک ریسمان محکم به حالت آویزان قرار می‌گرفت و برای ایجاد یک سطح افقی با تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطه از آن استفاده می‌شد.

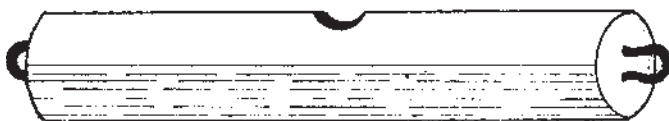
طرز کار این تراز بدین قرار بود که در روی دو نقطه‌ای که می‌خواستند اختلاف ارتفاع آنها را تعیین نمایند، دو قطعه چوبی مدرج بلند به طول‌های مساوی را قرار داده سپس ریسمان که تراز آبی به آن متصل بوده را بین دو قطعه چوب می‌کشیدند و شخص ثالثی در وسط ریسمان ایستاده و مقداری آب به داخل تراز آبی می‌ریخت اگر آب از دو سوراخ طرفین به یک میزان خارج نمی‌شد، سر ریسمان که بالاتر قرار گرفته بود را آن‌قدر پایین می‌آوردند که آب به یک میزان از دو سر تراز خارج شود، در چنین وضعی ریسمان بین دو نقطه روی خط افقی قرار می‌گرفت و طول بین سر قطعه چوبی و ریسمان اختلاف سطح دو نقطه را نشان می‌داد.



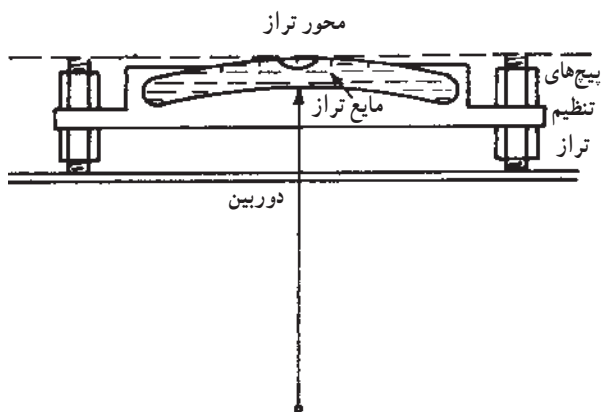
شکل ۴-۲

برای تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطه که فاصله آنها بیش از طول ریسمان بود مجبور می‌شدند عمل فوق را چندین بار تکرار کنند.

چون ریختن آب در داخل لوله تراز مستلزم صرف وقت و همراه داشتن ظرفی پر از آب بود در سال‌های بعد این تراز از جنس شیشه ساخته شد که دو سر آن بسته بود و سطح افقی آب قابل مشاهده بود.



شکل ۳-۴



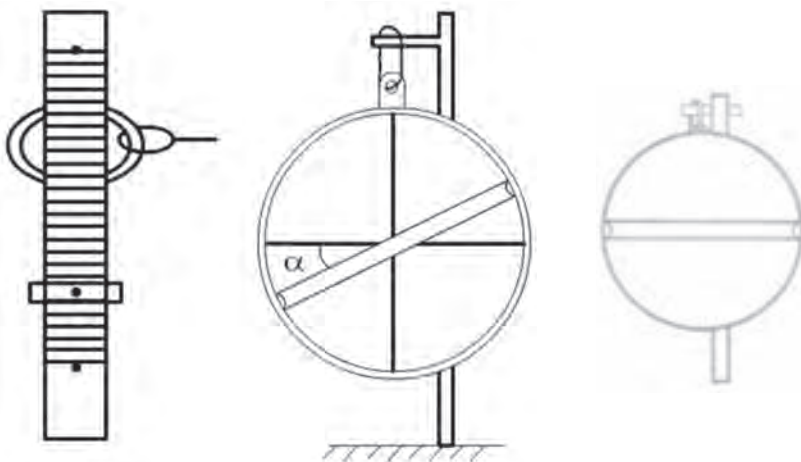
شکل ۴-۴

تراز دو سر بسته مردم ایران باستان با ترازهای امروز این فرق را دارد که لوله ترازهای امروزی کاملاً بسته است ولی مسطح نیست. بلکه دارای انحنای معینی می باشد و حباب هوا، در صورت افقی قرار گرفتن دو سر لوله تراز، درست در وسط آن و بین دو خط یا دایره ای که روی سطح شیشه حک شده قرار می گیرد.

استفاده از ترازهای به شکل مذکور برای فواصل کوتاه میسر بود و از این نظر لازم شد برای مشاهده فواصل دور یک دوربین همراه تراز مورد استفاده قرار گیرد.

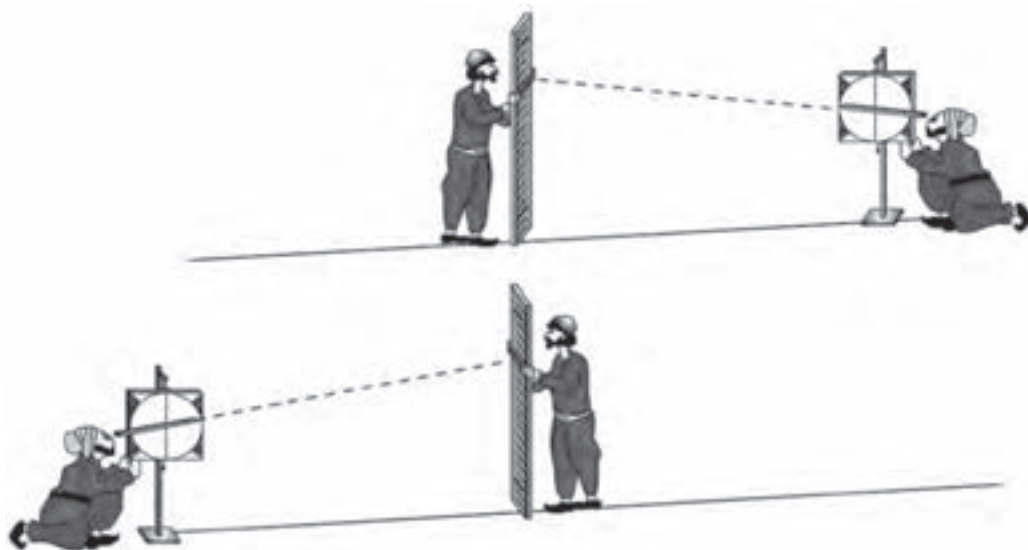
در این زمینه کرجی دو دوربین اختراع کرده که توضیح آن در زیر می آید :

الف- تراز دوربینی ساده : تراز متشکل از صفحه گرد یا چهارگوشه ای از برنج یا چوب



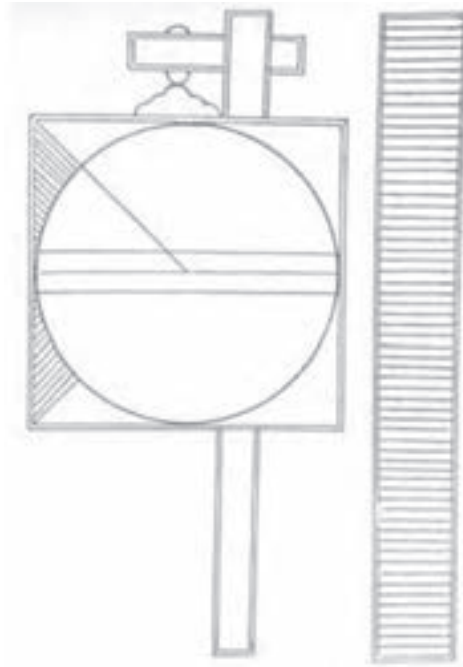
شکل ۵-۴- تراز دوربینی ساده

سخت است. در وسط صفحه سوراخی ایجاد شده است. لوله‌ای برنجی به ابعاد یک وجب و نیم (حدود 4°cm) که در نهایت «راستی و محکمی» است، انتخاب می‌شود. لوله دارای سوراخ ریزی است که قطر آن حدود ۳-۲ میلی‌متر (به اندازه قطر سوزن جوال دوز) است. این لوله در وسط صفحه تراز با محور قابل دوران نصب می‌شود. طول لوله می‌تواند کمی بیشتر از قطر صفحه مدور باشد. صفحه دارای رزه یا حلقه‌ای است که برای آویختن تراز از آن استفاده می‌شود. یک پایه چوبی انتخاب می‌شود که کاملاً تخت و هموار است و به یک انتهای آن میخی سرشکافته نصب شده است. صفحه تراز از طریق حلقه یا زنجیر از این میخ آویخته می‌شود. طول پایه چوبی ۴ وجب (حدود ۱ متر) است. البته طول پایه باید به اندازه‌ای باشد که نقشه‌بردار چون بر زانو بنشیند چشمش در امتداد سوراخ لوله واقع بر صفحه باشد. لذا پایه چوبی می‌تواند کمی بلندتر و یا کوتاه‌تر انتخاب شود.

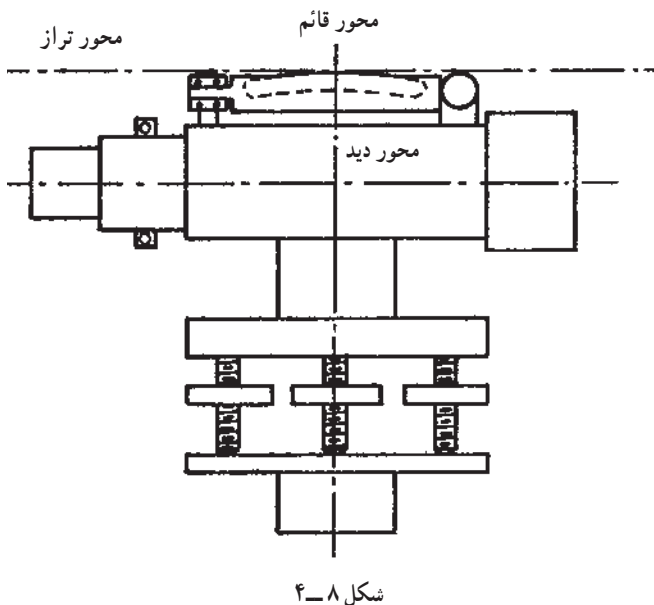


شکل ۶-۴- طرز کار با تراز دوربینی

ب- تراز دوربینی مدرج: اوج نوآوری کرجی را باید در اختراع و به کارگیری تراز دانست که می‌توان آن را تراز دوربینی مدرج خواند. تنها تراز قدیمی که شایستگی نسل اول خواندن دوربین‌های تلسکوپی جدید را دارد، همین تراز کرجی است. این نوع تراز شبیه تراز قبلی بوده با این تفاوت که مقدار زاویه شیب را نیز به دست می‌آورده است.



شکل ۷-۴- تراز دوربینی مدرج



شکل ۸-۴

در سال های بعد
کارخانه های سازنده وسایل
نقشه برداری با تعبیه یک یا
دو عدد تراز در کنار دوربین
این امکان را فراهم آوردند
که وقتی حباب تراز در
وسط است محور نشانه روی
دوربین نیز افقی گردد و
بدین ترتیب با حرکت سمتی
محور نشانه روی یک سطح
افقی در فضا ایجاد شده که
به کمک آن اختلاف ارتفاع

دو نقطه اندازه گیری می گردد و بدین ترتیب ترازهای اپتیکی^۱ تولید گردید. در شکل ۹-۴ نمونه اولین تراز یاب های اپتیکی که وارد خط تولید یکی از کارخانه های سازنده وسایل نقشه برداری شد را می بینید. این دستگاه بر روی سه پایه چوبی نصب می گردید و در پایه آن سه پیچ تنظیم تراز تعبیه گردیده بود که به کمک آنها پس از تنظیم تراز محور نشانه روی دوربین در یک امتداد افقی قرار می گرفت و با حرکت سمتی دوربین صفحه ای افقی در فضا ساخته می شد.



شکل ۹-۴

دستگاه های تراز یاب تنها قادر بودند یک سطح افقی را در فضا ایجاد نمایند که به کمک آن تعیین اختلاف ارتفاع نقاط میسر بود^۲. با اضافه نمودن یک صفحه مدرج افقی در زیر دوربین اندازه گیری زوایای افقی بین دو امتداد در روی زمین نیز با این وسیله امکان پذیر شد. تدریجاً با اضافه نمودن تکیه گاه U شکل^۳ بر روی پایه حرکت دوربین در صفحه قائم نیز میسر شد و بدین ترتیب دستگاه های دیگری به نام «زاویه یاب»^۴ ساخته شد.

۱- Optical levels

۲- بدین منظور همراه تراز یاب از قطعات چوب مدرج شده که شاخص نامیده شد، استفاده نموده اند.

۳- Alidad

۴- این دستگاه ها در ابتدا ترازیت و بعدها «تئودولیت» theodolite نامیده شد.



شکل ۱۰-۴

در سال‌های بعد کارخانه‌های متعددی در کشورهای مختلف مبادرت به تولید تراز یاب و تئودولیت‌های اپتیکی نموده‌اند که نمونه‌هایی از این محصولات را در این صفحه و صفحه بعد مشاهده می‌نمایید.



شکل ۱۲-۴ یک نمونه تراز یاب جدید



شکل ۱۱-۴ تراز یاب دهه ۱۳۷۰



شکل ۱۳-۴- زاویه یاب اپتیکی دهه ۱۳۶۰



شکل ۱۴-۴- یک نمونه زاویه یاب اپتیکی جدید

در سال‌های اخیر برای تسهیل در اندازه‌گیری زوایا و رفع خطاهای مربوط به خواندن و نوشتن اعداد با اضافه نمودن یک برد الکترونیکی در داخل دستگاه‌های اپتیکی این امکان فراهم شد که در داخل یک مونیتور کوچک اعداد به صورت دیجیتال مشاهده شوند و بدین ترتیب تعدیلت‌ها و ترازب‌های دیجیتال تولید گردید.



حافظه‌های بالا و امکان انتقال اطلاعات ضبط شده به رایانه و نرم‌افزارهای ترسیمی از خصوصیات دیگر دستگاه‌های پیشرفته است و هر کارخانه نمونه‌های مختلفی از آنها را تولید و روانه بازار نموده است. در شکل ۱۵-۴ یک نمونه از صفحه نمایش دستگاه‌های پیشرفته را ملاحظه می‌نمایید.



شکل ۱۵-۴ یک نمونه دستگاه نقشه‌برداری پیشرفته و صفحه نمایش آن



شکل ۱۶-۴ یک نمونه صفحه نمایش و عملگرهای گوناگون آن

۴-۲- دستگاه‌های کامل نقشه‌برداری (توتال استیشن)



شکل ۴-۱۷- چند نمونه دستگاه کامل نقشه‌برداری
(توتال استیشن)

ترازیاب‌های الکترونیکی: پس از ساخت ترازیاب‌های اپتیکی عملاً تجهیزات مشابه ترازیابی مانند شمش تراز و شلنگ تراز از رده فعالیت خارج و این ترازیاب‌ها جایگزین آنها شد اما پس از مدت کوتاهی این تجهیزات تحت تأثیر ورود الکترونیک به علم نقشه‌برداری قرار گرفت و به ترازیاب‌های الکترونیکی و دیجیتالی رشد پیدا نمود به طوری که در تمامی مراحل اندازه‌گیری، ترازیاب اطلاعات را در حافظه داخلی خود ذخیره و سپس با اتصال به کامپیوتر قابلیت ارائه مشاهدات را به شکل‌های مختلف دارا خواهد بود و انتقالی را در کارهای ترازیابی (درجه ۱ و درجه ۲) و دقیق ایجاد کرد که نمونه‌هایی را در شکل زیر می‌بینید.



شکل ۱۸-۴ ترازیاب‌های دیجیتال

۳-۴ جمع‌آوری داده‌ها

داده‌های لازم بسته به تجهیزات قابل دسترسی و با توجه به هدف نهایی به روش‌های مختلف قابل جمع‌آوری می‌باشد. به عنوان مثال داده‌های خام را می‌توان از برداشت زمینی نقشه‌های موجود و منابع اطلاعاتی مؤسسات عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای و غیره به دست آورد ولی در پایان این مرحله، باید تمام داده‌های خام شکلی واحد داشته باشند.

برداشت زمینی ممکن است با دستگاه‌های اپتیکی انجام شود، در این روش پس از ایجاد شبکه نقاط کنترل در منطقه به کمک شاخص مبادرت به برداشت جزئیات می‌نمایند.

با ورود دستگاه‌های اپتیک الکترونیکی به عرصه نقشه‌برداری به تدریج منشور جای‌گزین شاخص شده و بدین ترتیب علاوه بر سادگی کار عامل دستگاه و نویسنده، سرعت و دقت بیشتری نیز تضمین شده است. هم‌چنین پس از تولید اطلاعات، امکان انتقال سریع و دقیق به رایانه فراهم می‌شود.

با ورود «دستگاه‌های جامع»^۱ دارای حافظه‌های با حجم زیاد، قدم بزرگی به‌طرف خودکارشدن سیستم‌های تهیه نقشه به‌روش زمینی برداشته شد، مزیت بزرگ روش ثبت خودکار داده‌ها آن است که علاوه بر سرعت و سهولت در انجام کار و جلوگیری از اشتباهات قرائت و ثبت داده‌ها ایجاد فایل‌های اطلاعاتی به‌روش دستی را حذف می‌نماید. ضمناً این دستگاه‌ها قابلیت حذف خطاهای داخلی و استفاده از واحدهای مختلف اندازه‌گیری را نیز دارند.

– خروجی اطلاعاتی این دستگاه‌ها با دو وسیله قابل ضبط و ثبت می‌باشد.

– حافظه جانبی^۲

– حافظه داخلی

در استفاده از حافظه جانبی، که به شکل دیسک می‌باشد، باید اطلاعات را با استفاده از یک ترمینال واسط و رابط به رایانه انتقال داد.



شکل ۱۹-۴- انواع کارت حافظه

در استفاده از حافظه داخلی نیازی به ترمینال واسط نیست و خود به دو شکل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

– دفترچه صحرایی^۳

– کارت حافظه

دفترچه صحرایی، سیم رابط به دستگاه جامع وصل می‌شود و پس از اتمام کار با سیم رابط دیگر به رایانه متصل می‌گردد و اطلاعات را مستقیماً بدون استفاده از ترمینال رابط به رایانه انتقال می‌دهد. به‌طور کلی فیلدبوک‌های الکترونیکی قادر هستند کلیه مشاهدات برداشت شده در صحرا را

^۱ – Total station

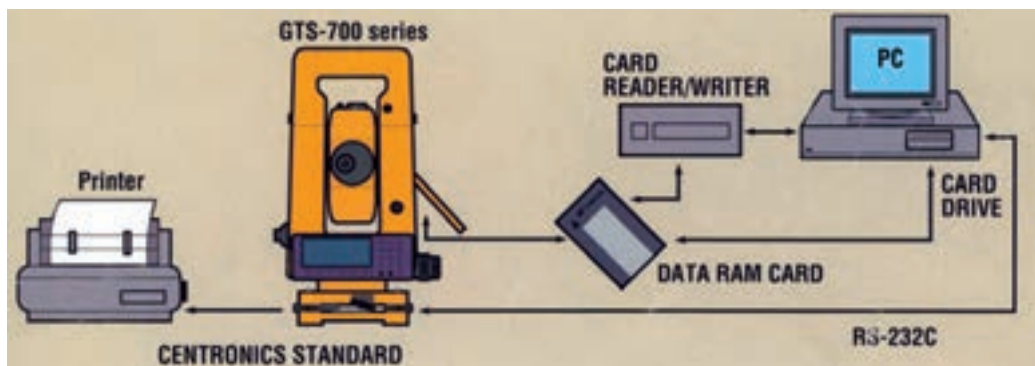
^۲ – Memory Card

^۳ – Field book

جمع‌آوری و در خود ذخیره نماید. این دستگاه‌ها را می‌توان به انواع دوربین‌های توتال استیشن متصل نمود. جهت کنترل و بررسی اطلاعات جمع‌آوری شده در حین عملیات می‌توان از برنامه‌هایی نظیر پیمایش و ترفیع و تقاطع که در آن تعبیه گردیده است استفاده نمود. مشاهدات برداشت شده می‌توانند به دو صورت اتوماتیک و دستی به دستگاه انتقال یابند. بنابراین می‌توان از فیلدبوک در کنار دستگاه‌های الکترونیکی اتوماتیک و یا دستگاه‌های اپتیکی استفاده نمود و برحسب تعداد حافظه و اتصال به دستگاه‌های دیگر به انواع مختلف تقسیم می‌شوند.



شکل ۴-۲۰ نمونه‌هایی از تجهیزات ثبت اطلاعات صحرایی (فیلدبوک)





شکل ۲۲-۴ نمایش ارتباط توتال استیشن با تجهیزات جانبی

سیستم‌های جدید جمع‌آوری اطلاعات که قابلیت اتصال به تجهیزات مختلف نقشه‌برداری را دارند به نام (هاست‌کی) host key نامیده می‌شوند. این سیستم قابلیت اتصال به توتال استیشن‌ها و ترازیب‌های الکترونیکی و دیجیتالی و در نهایت به تجهیزات تعیین موقعیت جهانی (GPS) را دارند و قادر خواهند بود تا پس از دریافت اطلاعات از ماهواره‌ها به سیستم توتال استیشن وصل و از اطلاعات آن جهت برداشت عوارض استفاده نمود که نمونه‌هایی از این سیستم‌ها در زیر دیده می‌شود.



شکل ۲۳-۴ فیلدبوک‌های پیشرفته (هاست‌کی)

۴-۴- جمع‌آوری داده‌ها از نقشه‌های توپوگرافی موجود

در این روش، که معمولاً برای تلفیق با اطلاعات دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد، تجهیزات به‌خصوصی از جمله دیجیتایزر^۱ و اسکنر^۲ مورد نیاز است. این تجهیزات در ابعاد A^0 و A^1 و A^2 و A^3 و A^4 موجودند و متناسب با دقت هریک، قابل استفاده می‌باشند. حاصل جاروب‌نمودن یک نقشه توسط اسکنر



شکل ۴-۲۴- یک نمونه دیجیتایزر

یک فایل تصویری رستری است که برای هرگونه استفاده باید به حالت برداری تغییر یابد و انجام این تغییر توسط نرم‌افزارهای مخصوص صورت می‌گیرد. پس از این



شکل ۴-۲۵- یک نمونه دیجیتایزر در اندازه A^3

مرحله باید اطلاعات اضافی از فایل برداری نهایی حذف شود. چرا که نقشه به دست آمده حاوی کلیه اطلاعات در نقشه جاروب شده می باشد و تنها بخشی از این اطلاعات برای استفاده های بعدی مفید است.



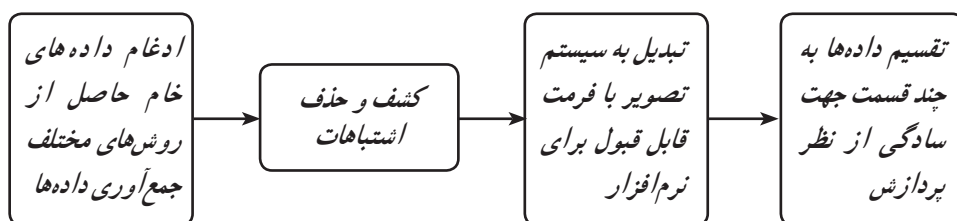
شکل ۲۶-۴ یک نمونه دیجیتایزر در اندازه A°



شکل ۲۷-۴ ارتباط دیجیتالیزر و کامپیوتر

۴-۵- مرحله پیش پردازش داده‌ها

در این مرحله، داده‌های خام مورد نیاز که جمع‌آوری شده است مورد پردازش قرار می‌گیرد. این داده‌ها ممکن است به روش‌های متفاوت و حتی در زمان‌های مختلف به دست آمده باشند. لذا ادغام این داده‌ها و تبدیل آنها به یک فرم قابل قبول الزامی می‌باشد. هم‌چنین به دلایل مختلف ممکن است داده‌ها حاوی اشتباه باشند، بنابراین باید در هر کدام از مراحل پیش پردازش روشی برای تشخیص و حذف اشتباهات نیز اتخاذ گردد. انتخاب سیستم تصویر و انتقال اطلاعات به سیستم تصویر مورد نظر نیز جزو مراحل پیش پردازش می‌باشد. عملیات مختلف در پیش پردازش داده‌ها در دیاگرام زیر نشان داده شده است.



وجود قسمت آخر با نام تقسیم داده‌ها ناشی از محدودیت‌های نرم‌افزاری می‌باشد. به عنوان مثال در غالب نرم‌افزارهای پردازش نقاط مورد استفاده، حداکثر تعداد نقاط مختصات دار و قابل پردازش در یک بانک اطلاعاتی محدود می‌باشد. لذا باید این شکل با تقسیم‌بندی رفع گردد. واضح است که برای انجام عملیات فوق آگاهی از فرمت قابل قبول برای فایل‌های اطلاعاتی در

نرم افزار مورد استفاده ضروری می باشد. بنابراین در مرحله پیش پردازش فرمت فایل نهایی باید برای نرم افزار مورد استفاده قابل قبول باشد. البته در غالب نرم افزارها امکان استفاده از فرمت های مختلف پیش بینی شده است. به عنوان مثال در نسخه ۴,۰۳ نرم افزار SDR - MAP امکان وارد نمودن فایل های داده ها در ۱۸ فرمت مختلف موجود می باشد. در اینجا به اختصار نمونه هایی از سه نوع فرمت قابل قبول برای این نرم افزار آمده است:

جدول ۴-۱

فرمت Civil Soft	
Format:	Command & Point number,Northing,Easting,Elevation*Code
Example:	<pre> STORE1000,104,807,247,542,10,118*MH STORE1024,104,249,220,253,10,129*KERB2 STORE1025,100,894,222,850,10,133*KERB2 STORE1026,95,934,222,218,10,136*KERB2 STORE1027,92,579,224,816,10,140*KERB2 STORE1028,89,171,228,398,10,732*BLD STORE1041,04,919,236,948,0,000*BLD STORE1042,87,964,237,326,0,000*BLD STORE1087,99,773,243,575,10,154*KERB2 </pre>

این فرمت که توسط نرم افزارهایی با نام Civil soft ایجاد می شود به شکل فوق برای نرم افزار SDR MAP قابل استفاده می باشد.

جدول ۴-۲

فرمت Geotop

Format:

Point number Easting Northing Height

Example:

1	4989.000	2197.000	53.100
2	4966.628	2338.251	55.997
3	4981.122	2779.650	53.055
4	4978.549	2278.591	50.392
5	4976.262	2277.755	50.412
6	4973.898	2277.191	50.303
7	4972.171	2276.998	51.607
8	4969.981	2288.623	50.606
9	4972.350	2293.745	49.818
10	4975.840	2263.820	50.978

فرمت Wild Soft

Format:

Point number, Easting, Northing, height, code

Example:

```

1000,247,542,104,807,10,118,MH
1024,220,253,104,249,10,129,KERB2
1025,222,850,100,894,10,133,KERB2
1026,222,218,95,934,10,136,KERB2
1027,224,816,92,579,10,140,KERB2
1028,228,398,89,101,10,732,BLD
1041,236,948,84,989,0,000,BLD
1042,237,326,87,964,0,000,BLD
1043,243,575,99,773,10,154,KERB2

```

۶-۴ مرحله پردازش مسطحاتی داده‌ها

هنگام برداشت به هر عارضه یک کد منحصر به فرد نسبت داده می‌شود به‌عنوان مثال جاده شوسه با علامت یا کد CL (علامت اختصاری Center line) مشخص می‌شود. البته روش برداشت نیز بسیار مهم است و بخصوص در مورد عوارض خطی باید نحوه اتصال نقاط به هم توسط نرم‌افزار تشخیص داده شود. لذا توصیه می‌گردد که در شماره نقاط عوارض خطی ترتیب رعایت شود. پردازش مسطحاتی باید به‌گونه‌ای باشد تا در نهایت ترسیم به‌طور خودکار انجام پذیرد. برای این کار اعمال زیر توسط نرم‌افزار انجام می‌گیرد.

— نوع عارضه^۱: مشخص می‌شود که عارضه به کدام یک از سه صورت نقطه‌ای (نظیر ایستگاه پمپاژ) یا خطی (خط انتقال نیرو) یا سطحی (مزارع) تعلق دارد.

— نحوه اتصال عارضه به عوارض مجاور

— مشخصات عارضه، نظیر قلم مورد استفاده در ترسیم، رنگ ترسیم، ابعاد عارضه روی نقشه و امثال آن عوارض از نظر مشخصات به دو دسته خاص تقسیم می‌گردند.

اول: مشخصاتی که فقط در پردازش مسطحاتی مورد استفاده قرار می‌گیرند نظیر ابعاد عارضه.

دوم: مشخصاتی که علاوه بر پردازش مسطحاتی در قسمت پردازش ارتفاعی نیز به کار می‌آید.

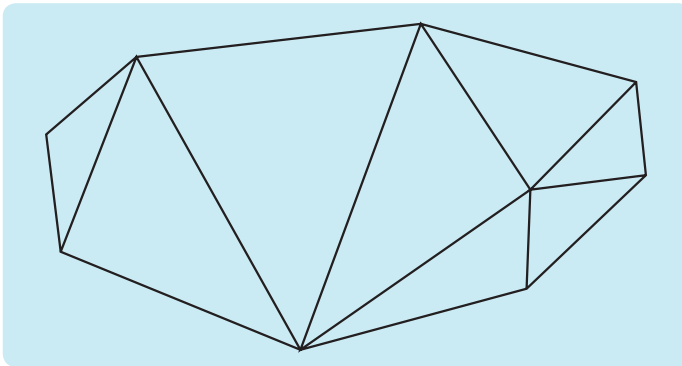
به‌عنوان مثال خطوط تغییر شیب^۲ در آبریزها.

۱-Type

۲-Break line

۷-۴- مرحله پردازش ارتفاعی

هدف از انجام این مرحله تولید منحنی میزان ارتفاعی با استفاده از تعدادی نقاط می باشد. واضح است که به دلیل نامنظم بودن شکل زمینی از نظر هندسی، باید شکل زمین به روش خاصی شبیه سازی گردد. این عمل مشابه عمل درونیابی^۱ ارتفاع نقاط در ترسیم دستی نقشه های توپوگرافی می باشد. البته الگوریتم های متعددی برای این کار مورد استفاده قرار می گیرد ولی مناسب ترین آنها تشکیل شبکه نامنظم مثلثی (تین)^۲ جهت تعیین فرم زمین می باشد. نحوه عمل به طور خلاصه بدین ترتیب است که تمام نقاط مورد استفاده به صورت یک شبکه مثلثی به هم وصل می شوند. در این شبکه باید شکل مثلث ها به گونه ای باشد که اولاً تا حد امکان مثلث های متساوی الاضلاع باشند. ثانیاً اضلاع مثلث ها هم دیگر را قطع نمایند. ثالثاً در نقاطی که شامل خطوط تغییر شیب یا حد و مرز می باشند نیز برای تعدیل در درونیابی تغییراتی انجام شده باشد.

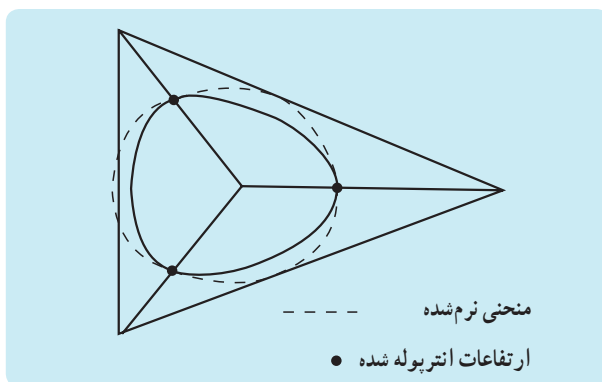


شکل ۲۸-۴- شبکه بندی مثلثی

البته در یک نرم افزار مطلوب باید (تین) به طور خودکار تشکیل شود ولی در بعضی از نرم افزارها (مثلاً نرم افزار Easy surf) این کار به طور ترسیمی و توسط عامل رایانه انجام می گیرد. از نظر ریاضی این مسئله اثبات شده است که برای تعدادی از نقاط، بهترین شبکه مثلثی منحصر به فرد است، به عبارت دیگر مسئله ایجاد بهترین شبکه مثلثی دارای یک جواب منحصر به فرد می باشد.

پس از مرحله تشکیل (تین) هر مثلث به صورت یک سطح فرض می شود و منحنی میزان تولید می گردد. پس از این مرحله، مرحله منحنی میزان های تولید شده که دارای تیزی می باشد به اصلاح نرم

می‌شوند. ضعف یا قوت تعدادی از نرم‌افزارهای تولید منحنی میزان در این بخش از کار مشهود می‌گردد. به دلیل آن‌که اگر عمل نرم‌کردن منحنی میزان‌ها باعث جابه‌جایی نادرست منحنی میزان گردد نتیجه عمل علیرغم زیبایی شکل منحنی میزان‌ها نادرست خواهد بود. در شکل زیر نحوه نرم‌نمودن منحنی‌های میزان در نرم‌افزار SDR MAP نشان داده شده است.



شکل ۲۹-۴- انتریولاسیون

۴-۸- مرحله ارائه اطلاعات

در پایان مرحله تولید منحنی میزان در صورتی که تمام اشتباهات رفع شده باشد فایل تصویری جهت بررسی‌های زمانی و تحت یک فرمت خاص به محیط دیگری، که به ایستگاه کاری^۱ معروف است منتقل می‌شود. در ایران غالباً از نرم‌افزار اتوکد^۲ (به دلیل آن‌که تقریباً همیشه قابل دسترسی می‌باشد) برای



شکل ۳۰-۴- دو نمونه دستگاه چاپگر (پلاتر)

۱- Work station

۲- Auto cad

این کار استفاده می‌گردد. در این مرحله پس از انجام بررسی‌های نهایی، نقشه به دستگاه ترسیم اتوماتیک ارسال می‌گردد. بنابراین خروجی ممکن است به صورت یک فایل عددی یا یک برگ نقشه باشد که این نقشه نسبت به نقشه تهیه‌شده به‌روش دستی دارای مزایای زیادیتری می‌باشد.

خودآزمایی

۱- با دستگاه‌های نقشه‌برداری چه کمیت‌هایی برای تهیه نقشه اندازه‌گیری می‌شود؟ آنها را نام

ببرید.

- ۲- انواع ترازهای کرجی را نام برده و طرز کار آنها را شرح دهید.
- ۳- انواع وسایل و دستگاه‌های نقشه‌برداری را دسته‌بندی کرده نام ببرید.
- ۴- انواع فایل‌های اصلی در تهیه نقشه‌های رقومی کدام‌اند؟
- ۵- خصوصیات مهم دستگاه‌های جامع (همه‌کاره) چیست؟ آنها را نام ببرید.
- ۶- خروجی اطلاعات از رایانه با کدام وسایل قابل ضبط و ثبت است؟
- ۷- حافظه داخلی به‌چه منظور در دستگاه‌های جامع مورد استفاده قرار می‌گیرد؟
- ۸- پیش‌پردازش داده‌ها شامل چه عملیاتی است؟
- ۹- در پردازش مسطحانی داده‌ها چه عملیاتی انجام می‌شود؟ آنها را ذکر نمایید.
- ۱۰- خروجی دستگاه‌های ترسیم خودکار چگونه است؟ توضیح دهید.
- ۱۱- «تراز آبی» چه موقع و برای انجام چه عملی در ایران قدیم مورد استفاده قرار گرفت؟
- ۱۲- برای رفع محدودیت استفاده از تراز آبی چه عملی انجام شد؟
- ۱۳- منظور از «مدل ارتفاعی رقومی» چیست؟ توضیح دهید.
- ۱۴- تفاوت دستگاه‌های دیجیتالی با دستگاه‌های اپتیکی را ذکر نمایید.
- ۱۵- صفحه کلید در دستگاه‌های الکترونیکی نقشه‌برداری به چه منظور تعبیه گردیده است؟
- ۱۶- «EDM» در نقشه‌برداری چه کاری انجام می‌دهد؟
- ۱۷- «منشور» همراه دستگاه‌های الکترونیکی چه کاربردی دارد؟
- ۱۸- «دفترچه صحرایی» در چه مورد استفاده می‌شود؟ توضیح دهید.

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

مقدمه

از مهم‌ترین امور در تهیه نقشه، تشکیل اسکلت و تعیین موقعیت نقاط مبناست که طی آن پس از انجام عملیاتی، مختصات سه‌بعدی نقاط (یعنی x و y و z) تعیین می‌گردد. با توجه به این که قبلاً برای این کار اندازه‌گیری دقیق زوایا و طول‌های تشکیل‌دهنده اسکلت فوق ضرورت داشت و به این منظور نیز لازم بود هر نقطه به نقاط قبل و بعد از خود دید داشته باشد، به اجبار این نقاط در روی ارتفاعات و مناطق صعب‌العبور انتخاب می‌شد و انجام اندازه‌گیری‌ها بسیار مشکل و وقت‌گیر بود و از آنجا که به دلیل تغییرات سطح زمین باید هرچند سال یک‌بار هم عملیات تکرار شود انجام این کار 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 به فرد 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، نظیر اتومبیل، کشتی، هواپیما و... را لحظه به لحظه تعیین موقعیت کند. به این ترتیب نه تنها در زمینه مهندسی نقشه‌برداری، بلکه در شاخه‌های جغرافیا - محیط زیست - تکنیک - ژئوفیزیک - حمل و نقل - ناوبری - 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 وسایل الکترونیکی نقشه‌برداری را برانگیخته است. به طوری که در کمتر از سه دهه، 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 برده و درباره هر بخش مختصراً توضیح دهد.
- سیستم مختصات مبنا در کار با GPS را توضیح دهد.
- چگونگی برقراری ارتباط گیرنده با ماهواره را ذکر نماید.
- برای تعیین موقعیت دوبعدی و سه‌بعدی 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 برده، هر کدام را مختصراً توضیح دهد.
- کاربردهای GPS را بیان کند.

۱-۵ — معرفی سیستم GPS

با پیشرفت معجزه‌آسای علوم و فنون و ورود فن‌آوری‌های جدید در قلمرو فعالیت‌های علمی و نظامی و اکتشافی دنیای متحول امروزی روش‌های مکان‌یابی سنتی و قدیمی جوابگوی نیازمندی‌های ناوبری نظامی نبود، از این‌رو دانشمندان علوم نظامی برای تأمین مقاصد خود ماهواره‌هایی را به‌فضا فرستادند و گیرنده‌هایی اختراع^۱ و بر روی ناوهای دریایی و هواپیماهای نظامی نصب کردند تا در هر نقطه از سطح زمین و در هر زمان دلخواه بتوان موقعیت آن نقطه را (بر مبنای 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 آمریکا در یک رقابت علمی — نظامی، با پرتاب ماهواره‌هایی به‌فضا، سیستم جدیدی را در نیروی دریایی خود پایه‌ریزی کرد.

از سال ۱۹۶۴ تا ۱۹۶۷ استفاده از این سیستم صرفاً جنبه نظامی داشت و از آن‌پس تدریجاً تحت شرایطی امکان استفاده برای کشورهای محدودی فراهم گردید.

از سال ۱۹۷۳ سیستم GPS برای استفاده عموم تحت توسعه قرار گرفت و خریداران گیرنده‌های

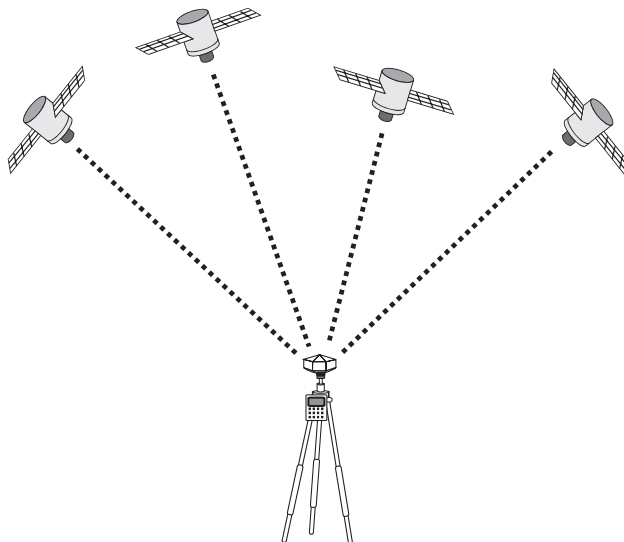
۱- اسم کامل این سیستم NAVSTAR GPS (Navigation System with Time and Ranging GPS) است که اطلاعات

مربوط به موقعیت دقیق سه‌بعدی و زمان را جهت استفاده‌کنندگانی 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.

GPS نقشه‌برداری زمین به زمین را به اندازه‌گیری زمین به فضا تغییر داده است^۱.



شکل ۱-۵- ارتباط ماهواره‌ها با گیرنده

۲-۵- مزایای سیستم تعیین موقعیت جهانی

- توانایی کار در هر شرایط آب و هوایی
- توانایی کار در طول شبانه روز
- تهیه 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 وظیفه ارتباط و بررسی سیستم و ارائه اطلاعات مربوط با موقعیت

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

۲ - Satellite Segment

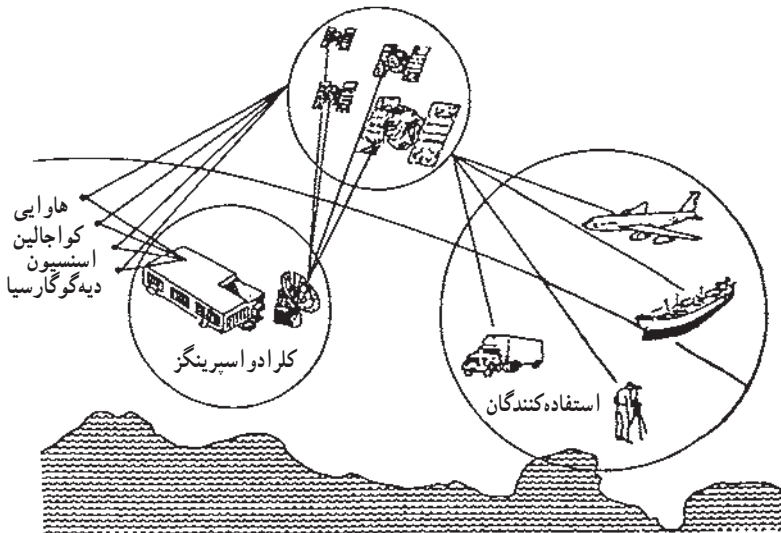
۳ - Control Segment

ماهواره‌ها را داراست.

ج) بخش کاربر^۱: که شامل انواع مختلف گیرنده‌هاست.

۱-۳-۵- بخش فضایی: ماهواره‌های GPS از پایگاهی در فلوریدای آمریکا توسط موشک

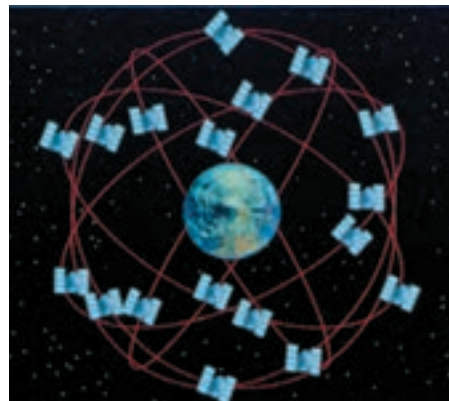
براساس یک برنامه زمان‌بندی شده به فضا پرتاب شده‌اند. ابتدا تعداد این ماهواره‌ها تا ۱۸ عدد بود و سپس به ۲۴ عدد افزایش یافت و قرار است در آینده نزدیک تعداد آنها به ۳۲ عدد برسد که نتیجه آن کاهش زمان ارتباط برای تعیین موقعیت و رسیدن به دقت بیشتر و صرفه‌جویی در هزینه‌هاست، این ماهواره‌ها



شکل ۲-۵- ایستگاه‌های کنترل



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



شکل ۳-۵- مدارات ماهواره‌ها

در ارتفاع حدود ۲۰۱۰۰ کیلومتری از زمین در مدارهای مختلف بیضی شکل به دور زمین در گردش 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. الکتریسته مورد نیاز از دو صفحه متشکل از باتریهای خورشیدی که سطح ۷/۲ متر مربع را پوشش می دهد تأمین می گردد و باتریهای نیکل - کادمیم انرژی مورد نیاز 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 خویش را نسبت به یک سیستم مختصات جهانی^۱ به زمین ارسال می کنند.

۲-۳-۵ - 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 ها است. 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 ۱۹۸۴) و به اختصار WGS ۸۴ نامیده شده است.

۲ - Falcon

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

پرواز و شرایط جوی را به ایستگاه کنترل اصلی می‌فرستند. ایستگاه کنترل اصلی، اطلاعات مربوط به موقعیت ماهواره‌ها و رفتار ساعت‌های همراهواره را از پیش تعیین و از طریق آنتن‌های زمینی ایستگاه 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 دی‌سی» هماهنگ می‌شود.

۳-۳-۵- بخش کاربر: این بخش شامل انواع گیرنده‌هایی 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 نرم‌افزارهای موردنظر نقطه‌ای که آنتن گیرنده در آن قرار گرفته تعیین موقعیت می‌شود. نمونه‌هایی از گیرنده‌ها را در این صفحه و صفحه بعد می‌بینید.



شکل ۵-۶ چند نمونه دستگاه تعیین موقعیت ماهواره‌ای



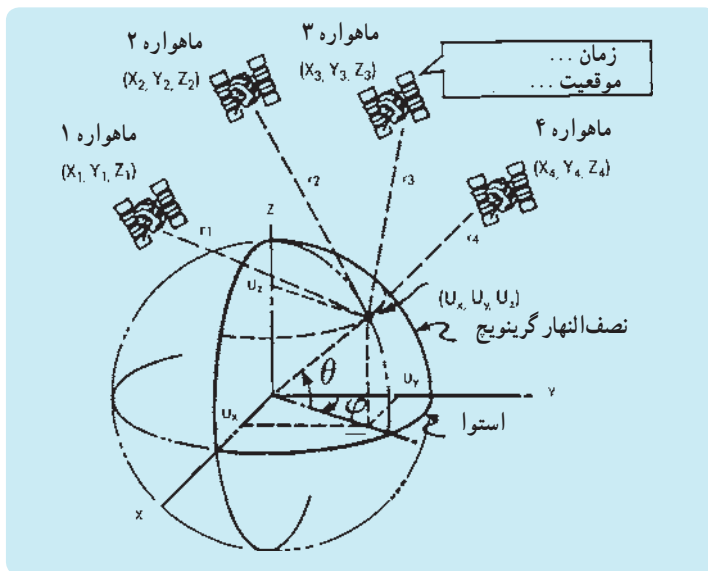
شکل ۵-۷ چند نمونه گیرنده‌های دقیق تعیین موقعیت ماهواره‌ای (GPS)

۴-۵- تعیین موقعیت با سیستم GPS

سیستم مختصات مبنای مورد استفاده در کار با (GPS) که به‌طور خلاصه WGS84^۱ نامیده می‌شود، برای اولین بار در اواخر دهه ۱۹۵۰ در آژانس نقشه‌برداری دفاع آمریکا (DMA)، مورد استفاده قرار گرفته است.

۱ - (World Geodetic System ۱۹۸۴)

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

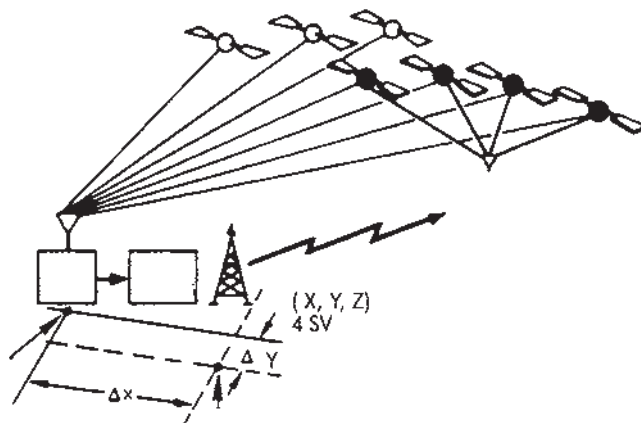


شکل ۸-۵ سیستم مختصات مبنا

هر کشوری تا مدتی قبل به‌طور 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 برحسب 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 آنتن این امواج را می‌گیرند و در نتیجه ارتباط بین گیرنده و ماهواره برقرار می‌شود. پس از برقراری ارتباط، گیرنده بایستی ماهواره‌ها را ردیابی کند (و این بدان معناست که گیرنده موقعیت ماهواره‌ها را شناسایی می‌نماید). چنانچه با سه ماهواره ارتباط برقرار شود، گیرنده قادر است موقعیت دوبعدی محل استقرار را تعیین کند. برای یک تعیین موقعیت سه‌بعدی ارتباط، حداقل چهار ماهواره ضروری است و ارتباط با ماهواره‌های بیشتر باعث کنترل محاسبات می‌شود.

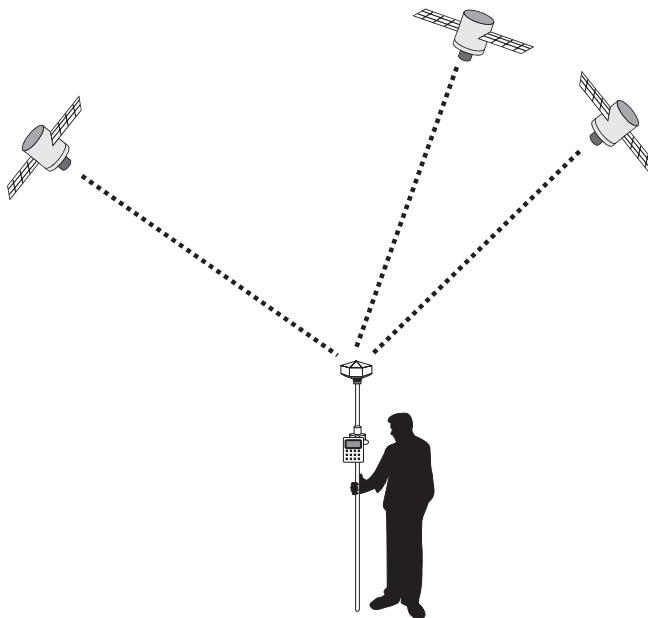
ارتباط با بیش از چهار ماهواره این حُسن را دارد که چنانچه گیرنده در کنار عوارض مرتفع (مانند صخره) یا مثلاً در جنگل قرار گرفته شد، خطر قطع ارتباط وجود ندارد، چرا که در این نوع مناطق زمانی از گیرنده‌ای استفاده می‌شود که تنها با چهار ماهواره در ارتباط است. ممکن است بعضی از امواج به‌ناگاه قطع شوند، در این 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 ردیابی 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 محاسبه موقعیت گیرنده به راحتی اطلاعات را از بقیه ماهواره‌ها می‌گیرد و مورد استفاده قرار می‌دهد. غالب گیرنده‌ها می‌توانند بین ۸ تا ۱۲ ماهواره را ردیابی کنند.



شکل ۹-۵

۱-۴-۵- اصول تعیین موقعیت با GPS : اگرچه فن‌آوری به‌کار رفته در ماهواره‌ها و

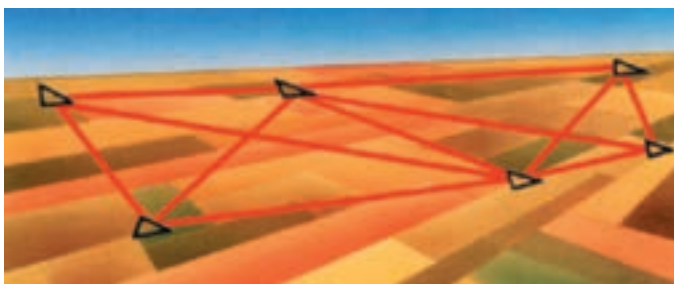
گیرنده‌های زمینی سیستم GPS بسیار پیچیده است ولی اصول تعیین موقعیت نقاط در این سیستم ساده و قابل درک می‌باشد. در این سیستم ماهواره‌ها در مدارهایی حول زمین در گردش هستند که موقعیت نقطه به نقطه این مدارها در سیستم مختصات مبنا مشخص است و با استقرار گیرنده بر روی نقطه‌ای نامعلوم در روی زمین و پس از برقراری 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 کره است که مرکز هریک از این کره‌ها در یک ماهواره است و شعاع آن برابر با فاصله آن ماهواره تا نقطه زمین می‌باشد.



شکل ۵-۱۰

۵-۴-۲ روش‌های تعیین موقعیت با (GPS) :

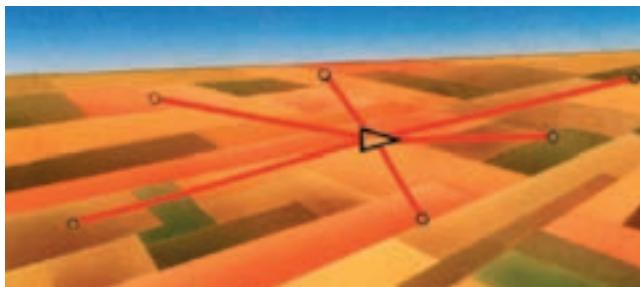
– روش / استاتیک^۱ : در این روش تنها مختصات نقاطی که گیرنده بر روی آنها مستقر است اندازه‌گیری می‌شود و برای نقاط با فواصل بلند (بیش از ۲۰ کیلومتر) کاربرد دارد. نقشه‌برداری استاتیک یک روش استاندارد برای تعیین موقعیت نقاط با دقت‌های بالا و مناسب برای مناطق گسترده و شبکه نقاط کنترل کشوری و قاره‌ای و برای نظارت در جابه‌جایی و حرکات زمینی با زمان استقرار نسبتاً طولانی (در حال حاضر بیش از ۳۰ دقیقه) می‌باشد.



شکل ۵-۱۱

دقت این روش برای دستگاه‌های دقیق $1 \text{ ppm} + 5 \text{ mm}$ می‌باشد. در روش استاتیک، یک گیرنده روی نقطه معلوم و گیرنده دیگر روی نقطه مجهول 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 به‌عنوان 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 به‌هنگام حرکت سیستم را خاموش کرده و در مصرف باتری صرفه‌جویی نمود. این روش را می‌توان در مورد نقشه‌برداری‌های کنترلی، انبوه‌سازی و نقشه‌های تفصیلی به‌کار برد. همچنین می‌توان به‌جای پیمایش و مثلث‌بندی‌های سنتی از آن استفاده کرد. در شرایط مطلوب دقت این روش $1 \text{ ppm} + 1 \sim 5 \text{ mm}$ 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 مجهول 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 داشته‌باشد. ضمناً در نقطه اول گیرنده متحرک نیازمند ۵ تا ده دقیقه همزمانی^۵ و توجیه است (فیکس اولیه^۶). این روش برای نقشه‌برداری‌های محدود و فواصل کوتاه مناسب است. دقت این روش $1 \text{ ppm} + 1 \text{ cm}$ برای دستگاه‌های دقیق می‌باشد.

۱ — Rapid Static

۲ — Reference

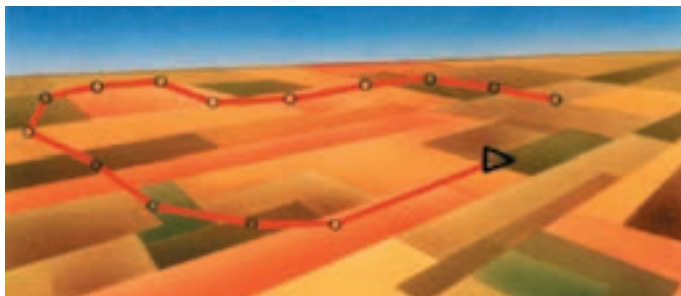
۳ — Stop and Go

۴ — Rover

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

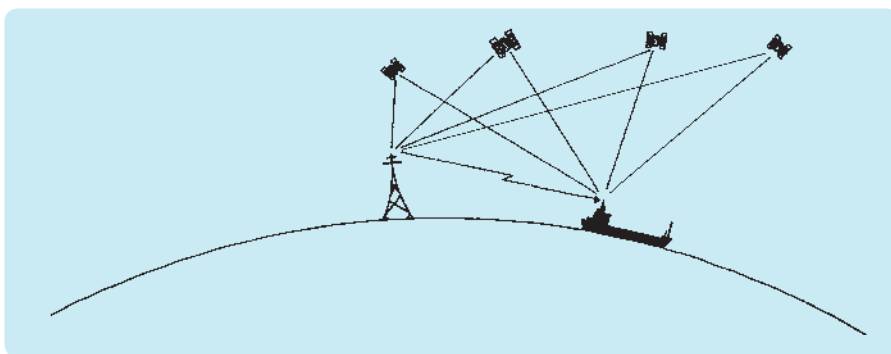
۶ — Rapid — static Fix

تفاوت روشهای استاتیک سریع و ایست – رو به جز مدت زمان استقرار آن است که در روش 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.

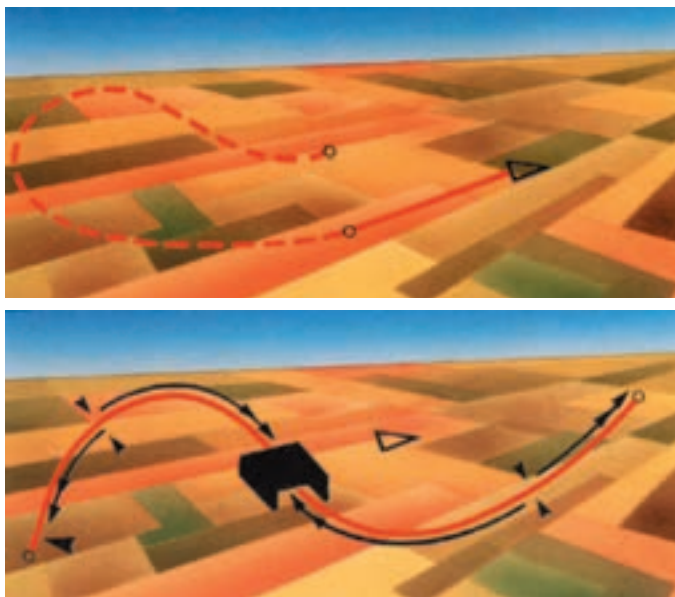


شکل ۱۳-۵

– روش کینماتیک^۱: در این روش پس از استقرار یک گیرنده روی نقطه معلوم، گیرنده دیگر بر روی وسیله متحرکی مانند اتومبیل یا کشتی و غیره قرار می‌گیرد. در روش کینماتیک طرز عمل مانند روش ایست – رو است با این تفاوت که بعد از (فیکس اولیه) گیرنده متحرک دائماً 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 دائماً با حداقل چهار ماهواره در ارتباط باشد.



شکل ۱۴-۵



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 داراست.

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 نرم‌افزارهای پردازشگر مختصات دقیق نقاط استخراج می‌گردد.

۵-۶- کاربردهای GPS

۵-۶-۱- 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 مسافرت می‌کنید؛ در این صورت، چگونه به موقعیت خود پی خواهید برد؟

۵-۶-۲- استفاده در علوم: استفاده دقیق GPS در بررسی تکتونیک، زلزله و آتش‌فشان، 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.

۵-۶-۳- 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 خاگرزها، جمع‌آوری اطلاعات برای GIS^۱ مهندسی ارتباطات، مهندسی کشاورزی، اکتشافات طبیعی، پیش‌بینی هوا، بخار آب و دیگر ترکیبات اتمسفر.

۵-۶-۴- 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 وسیله شبکه نقاط 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 برده 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 دوبعدی و سه‌بعدی ذکر نمایید.
- ۶- محاسن ارتباط با بیش از چهار ماهواره را بیان نمایید.
- 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 مختصراً توضیح دهید.
- ۹- اطلاعات دریافتی از ماهواره را بیان کنید.
- ۱۰- کاربردهای GPS را شرح دهید.

سیستم اطلاعات جغرافیایی^۱

مقدمه

امروزه به طور روزافزون استفاده از «سیستم اطلاعات جغرافیایی» در سازمان‌های اجرایی به منظور تصمیم‌گیری‌ها و مدیریت پروژه‌های مختلف کاربرد بسیاری پیدا نموده است و در محیط‌های علمی درباره آن صحبت می‌شود. از آن‌جا که این سیستم متکی 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 تمدن بشر 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 صدها 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 تهیه نقشه تا حد ممکن اطلاعات مورد نیاز بر روی نقشه اضافه می‌گردید و در نتیجه یک «نقشه موضوعی» به دست می‌آمد. 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 غیر قابل استفاده بود. در سال ۱۹۷۰ که رایانه در دسترس همگان قرار گرفت،

جهش بزرگی در فن‌آوری 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 پروژه‌های مرتبط با زمین خواهند 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 برده 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 به‌صورت 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 بایستی از عرضه اطلاعات صرف‌نظر شود یا آنها را در ضمیمه‌ای ارائه می‌کردند. به این نقشه‌ها و ضمایم آنها اصطلاحاً «پایگاه^۱ 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 به‌صورت گویا در نقشه و برای دسترسی بهتر به اطلاعات ضمیمه نقشه بایستی، 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 به‌نحوی 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.

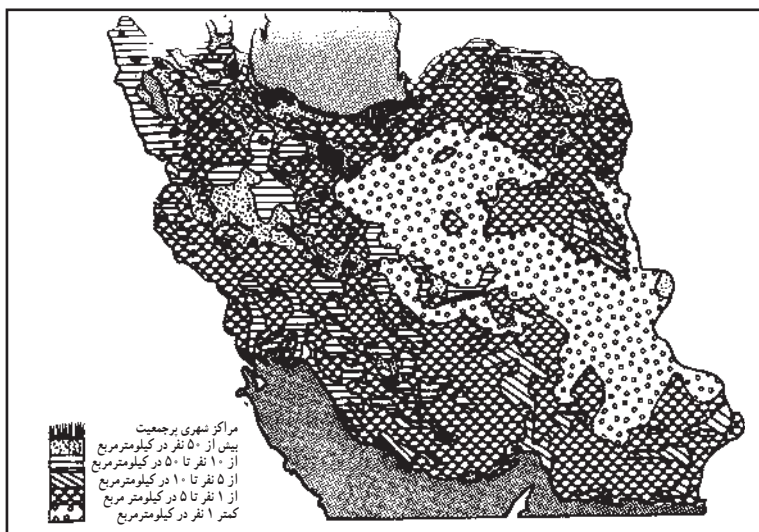
— تغییرات در نقشه‌ها و به روز در آمدن آنها، مستلزم صرف وقت و هزینه زیاد بوده است.

— 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.

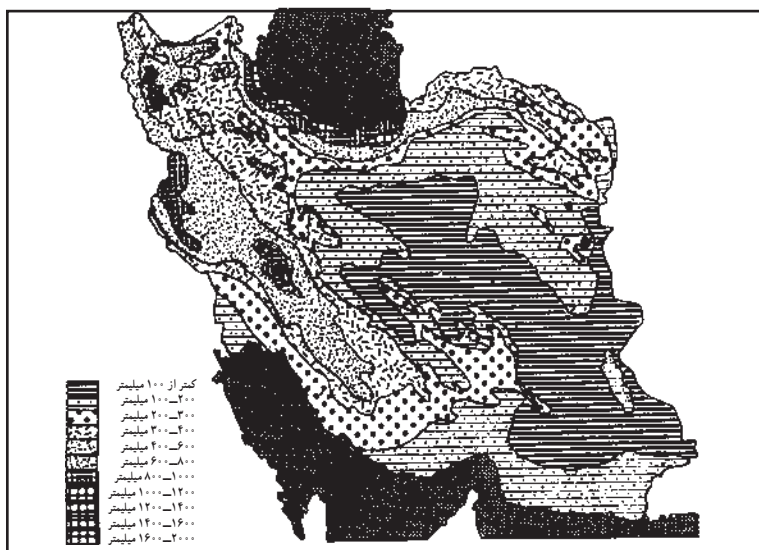
— چنانچه نقشه‌ها و اطلاعات تهیه شده برای مدت زمان طولانی (بیش از بیست سال) قابل استفاده باشد، هزینه‌های موردنظر توجیه اقتصادی دارد ولی معمولاً این‌طور نیست چرا که بیشتر عوارض مصنوعی نظیر شبکه‌های راه‌ها، مخابرات، برق، آب، و یا تقسیم نقشه‌های آنها به سرعت در حال تغییر هستند.

— 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.

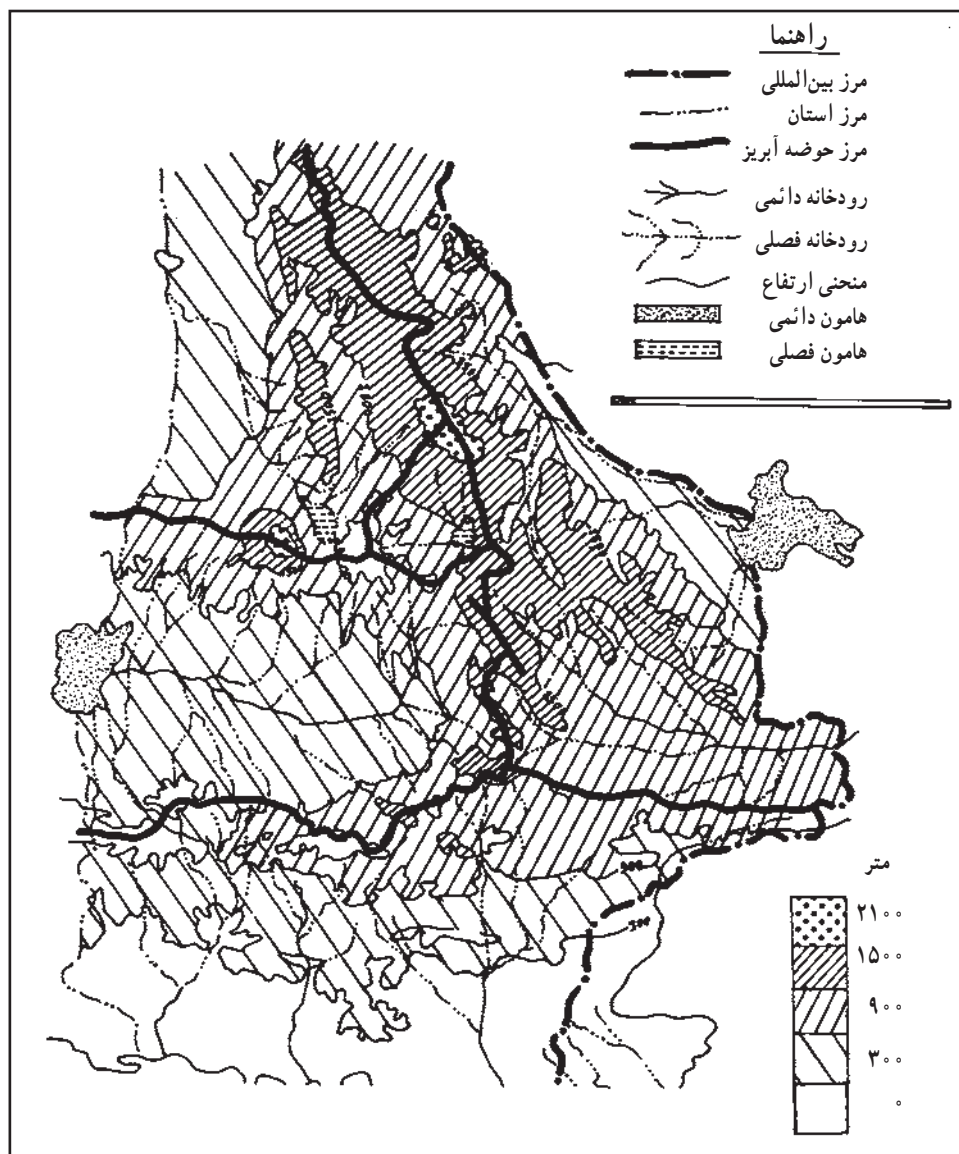


شکل ۱-۶ نقشه موضوعی پراکندگی جمعیت در ایران

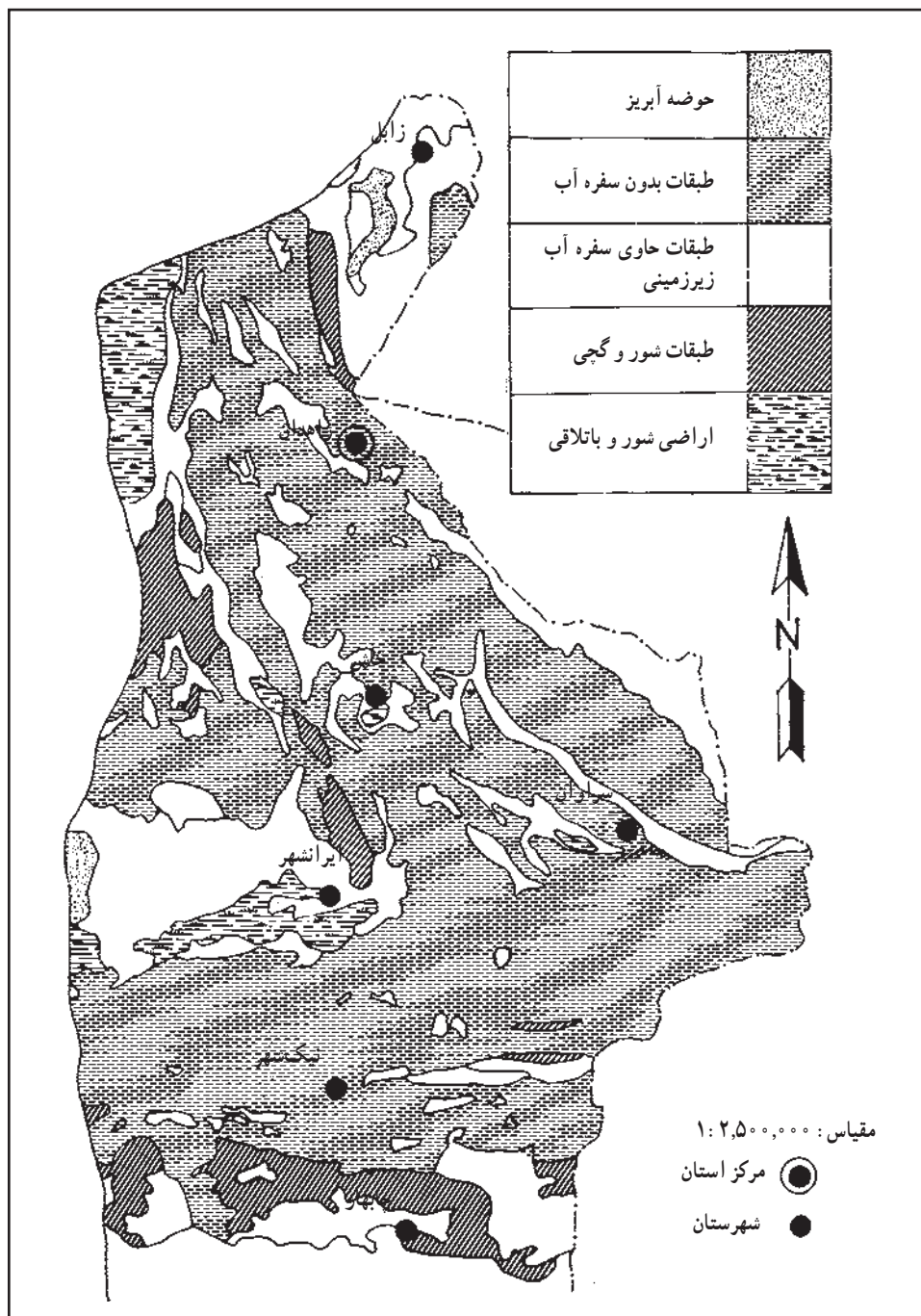


شکل ۲-۶ نقشه موضوعی میزان بارندگی در مناطق مختلف ایران

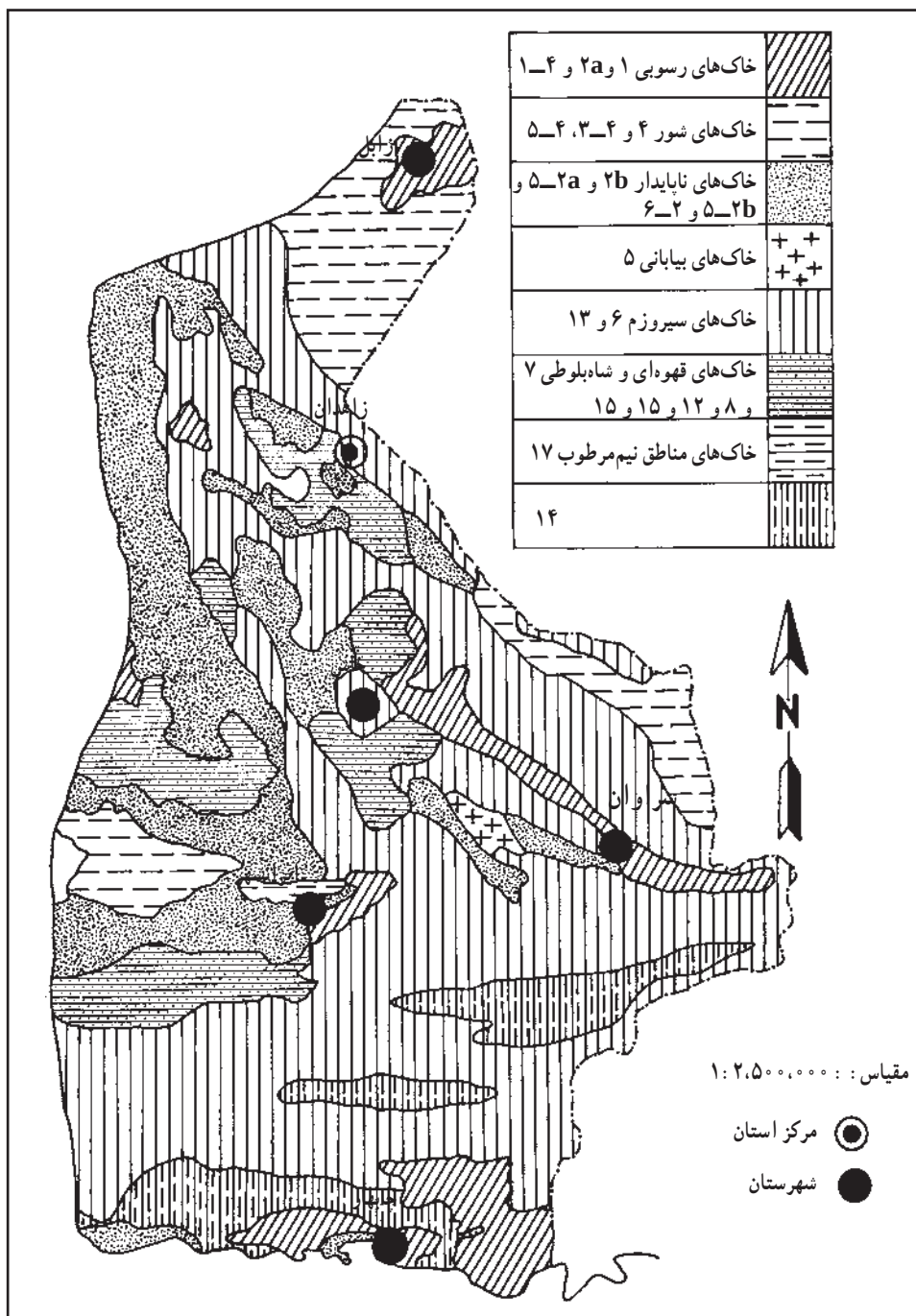
تحلیل اطلاعات نقشه نیز به وسیله مشاهده نقشه و بنا به برداشت کیفی (نه کمی) مشاهده‌گر صورت می‌گرفت. تحلیل‌های کمی از نقشه نیز تا حدی ممکن بود که می‌توانست شامل اندازه‌گیری‌های طول و یا مساحت با استفاده از مقیاس نقشه باشد.



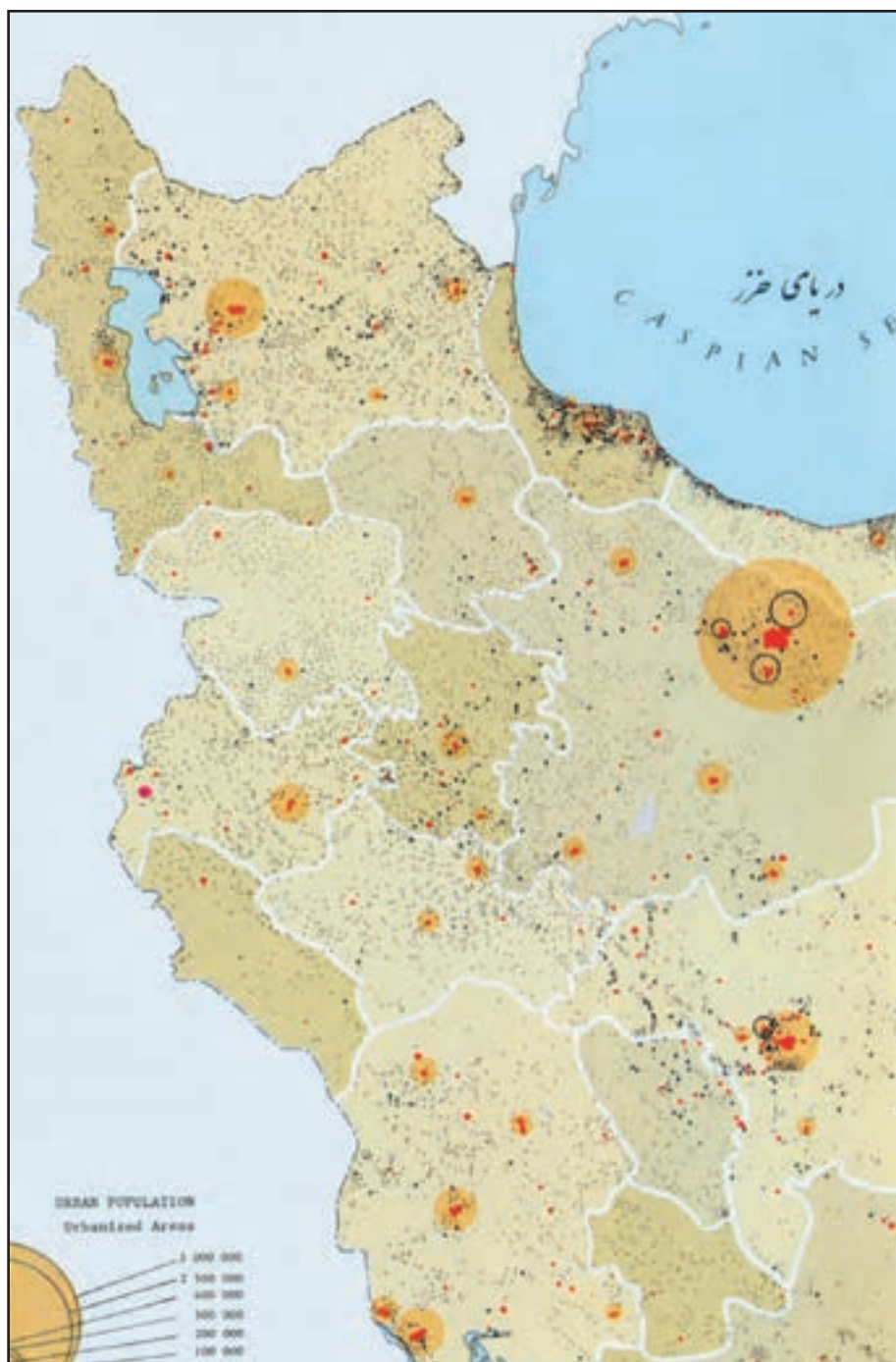
شکل ۳-۶- نقشه هیدروگرافی حوضه‌های آبریز بلوچستان



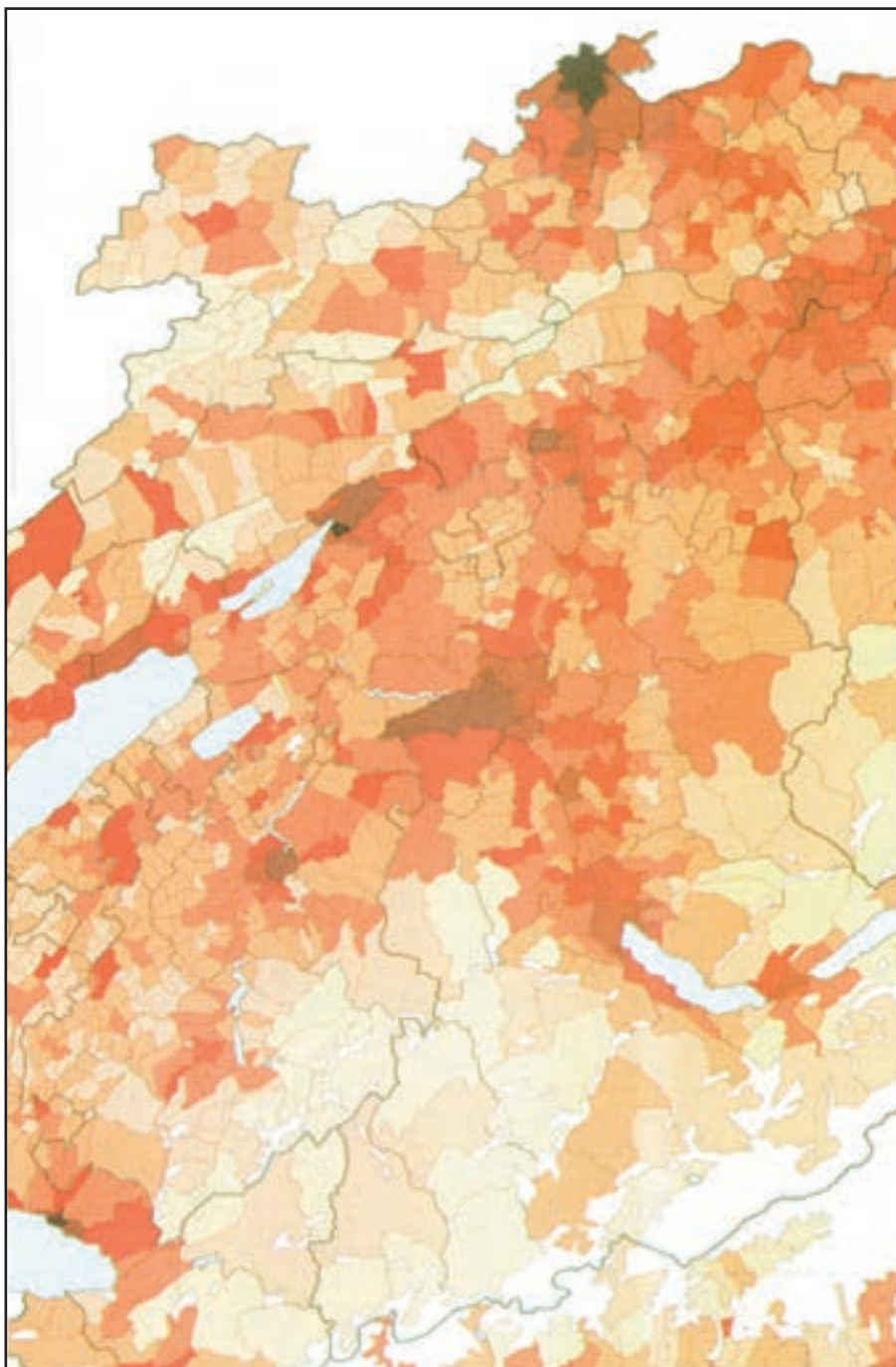
شکل ۴-۶ نقشه پراکنندگی سفره‌های آب زیرزمینی سیستان و بلوچستان



شکل ۵-۶ نقشه خاک‌های سیستان و بلوچستان



شکل ۶-۶- پراکندگی جمعیت شهری و روستایی



شکل ۶-۷- 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 غیر قابل استفاده بودند.

– مهم‌ترین مشکل اساسی آن است که برقراری ارتباط بین عوارض نقشه و اطلاعات مختلف فنی و اجتماعی، ضمیمه کاری سخت و وقت گیر و در مواردی غیر ممکن 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 روز به روز بیشتر شده است.

در دو سه دهه 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 سنجش 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 به‌خوبی قادر است کلیه اطلاعات جغرافیایی مربوط به یک منطقه را جمع‌آوری و ذخیره کرده و در زمینه بازبایی 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^۱ 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.

تا سال‌های اخیر استفاده از سیستم فوق بسیار پرهزینه می‌نمود و این به دلیل گرانی سخت‌افزارها

و موجود نبودن اطلاعات به‌طریقه عددی بود ولی دو واقعه مهم این وضعیّت را کاملاً تغییر داد. اوّل آن‌که بهای سخت‌افزارهای رایانه در دهه اخیر تا حد زیادی کاهش پیدا کرد و دومین واقعه که خود تا حدودی حاصل کاهش قیمت رایانه است، افزایش حجم اطلاعات به‌طریقه عددی بوده است.

به هر حال می‌توان گفت، پیدایش این سیستم نقطه عطفی در روند تجزیه و تحلیل اطلاعات، اطلاعات جغرافیایی به‌وجود 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 سؤالات مختلفی از جمله این‌که (در کدام طبقه اطاقی به مساحت مشخص قرار دارد) به‌سرعت پاسخ دهد.

مثال ۲: در صورت گردآوری و ذخیره اطلاعات مربوط به معادن و یا مناطق کشف شده، که به‌عنوان محدوده‌های جغرافیایی، دارای طیف وسیعی از اطلاعات و نقشه‌ها هستند. سیستم نه‌تنها قادر خواهد بود، به سؤالات 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. به‌عنوان 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. به‌عنوان 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 سؤالات وقتی امکان‌پذیر است که اطلاعات مورد نیاز در سیستم موجود باشد.

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

شکل ۶-۸

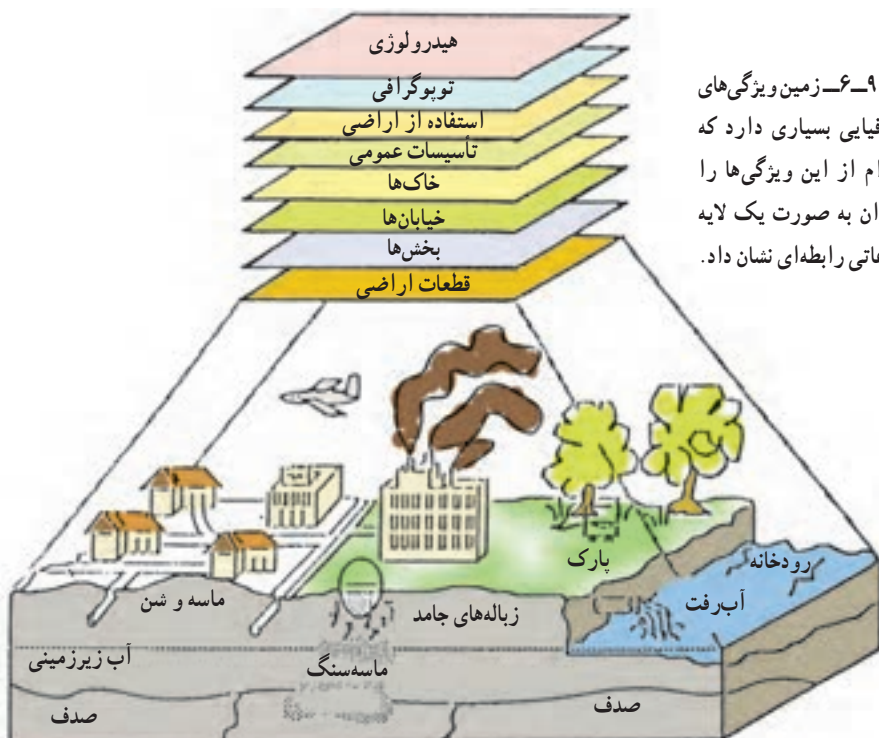
هر اطلاع با آگاهی یا دانشی که بتوان آن را به مختصات (x,y,z) یا (λ,θ,h) نقاط واقع بر روی کره زمین نسبت داد «یک اطلاع جغرافیایی» است. بنابراین اطلاعات جغرافیایی دارای طیف بسیار وسیعی بوده و شامل کلیه اطلاعات در رابطه با محیط اطراف ما می‌گردد. به‌عنوان مثال اطلاعاتی در

مورد جمعیت مناطق مختلف، نوع محصولات کشاورزی در مناطق مختلف، مالکیت‌ها، راه‌های ارتباطی و غیره جزو اطلاعات جغرافیایی محسوب می‌گردند.

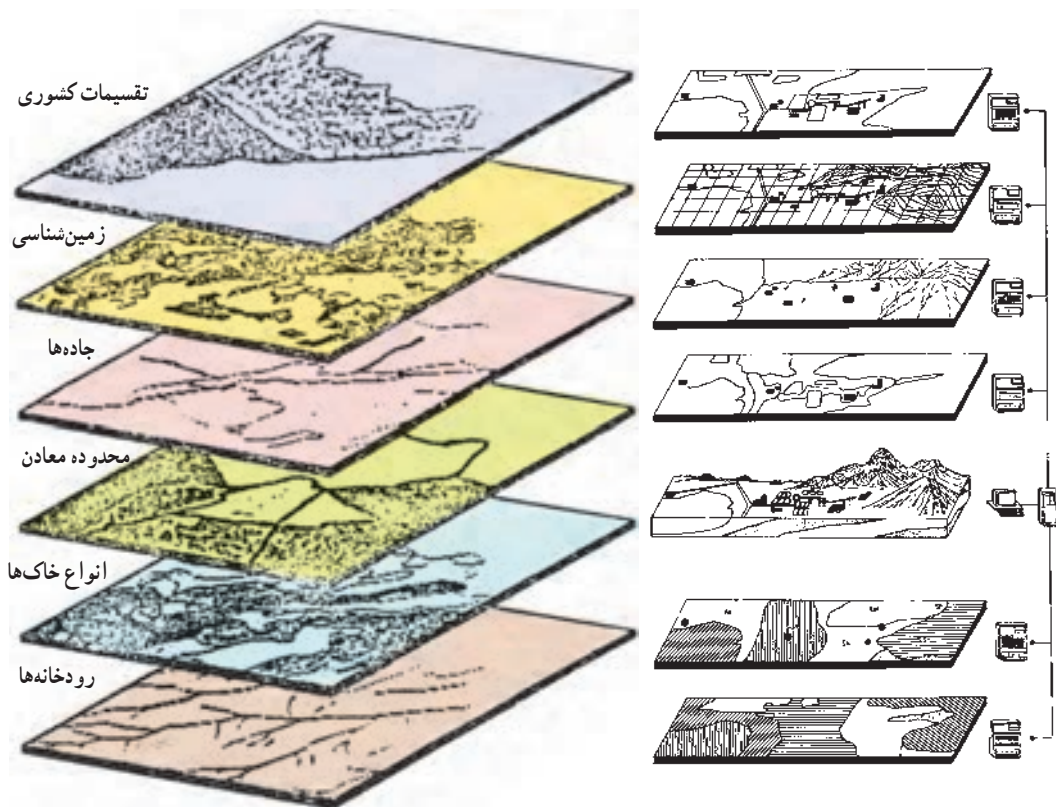
۲-۶- حجم اطلاعات و مدیریت اطلاعات

بر این اساس جمع‌آوری اطلاعات جغرافیایی نیازمند همکاری متخصصین نقشه‌برداری «به‌عنوان تعیین‌کننده موقعیت» با گروه وسیعی از متخصصان علوم دیگر (زمین‌شناس، جامعه‌شناس، جغرافی‌دان، 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 $\frac{1}{۳۰۰۰۰}$ 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. به‌طور 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- زمین‌ویژگی‌های جغرافیایی بسیاری دارد که هرکدام از این ویژگی‌ها را می‌توان به صورت یک لایه اطلاعاتی رابطه‌ای نشان داد.



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

۳-۶- اجزای اصلی سیستم GIS

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

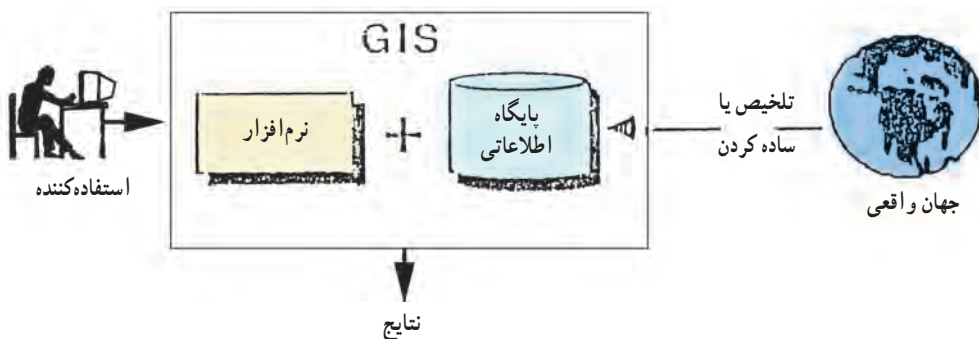
۱-۳-۶- سخت‌افزار و نرم‌افزار: در مرحله اول بایستی برای ایجاد یک مجموعه GIS،

سخت‌افزار و نرم‌افزار مناسب در دسترس باشد.

حجم گسترده اطلاعات از یک سو و پیچیدگی نرم‌افزارهای GIS از سوی دیگر باعث می‌شود تا این سیستم به مجموعه سخت‌افزاری بسیار توانمندی متکی باشد. لذا بیشتر نرم‌افزارهای تخصصی GIS بر روی «ایستگاه‌های کاری»^۱ قابل نصب و بهره‌برداری هستند. البته بعضی از نرم‌افزارهای GIS بر روی کامپیوترهای شخصی (PC) نیز قابل نصب و راه‌اندازی است که در این صورت محدودیت‌هایی در حجم اطلاعات ورودی و به‌دنبال آن در مراحل بعدی ایجاد خواهد شد.

۱- Work station

نرم افزارهای GIS دارای توابع و دستورالعمل های گوناگون است. لذا به لحاظ سهولت کاربرد، معمولاً یک نرم افزار GIS به طور منطقی به چند زیربرنامه تقسیم شده است. به عنوان مثال کلیه توابع و دستورالعمل ها جهت عملیات ترسیم نقشه در یک زیربرنامه^۱ و کلیه توابع مربوط به تولید و چاپ نقشه در زیربرنامه دیگری سازماندهی شده اند. از این رو با توجه به نیاز خریدار، می تواند تمامی زیربرنامه ها یا تنها چند زیربرنامه مورد نیاز خود را خریداری نماید.



شکل ۱۱-۶- نمودار یک سیستم GIS

۲-۳-۶ پایگاه اطلاعاتی : جزء جدانشدنی سیستم است و نحوه استقرار و ارتباط داده ها در این قسمت مشخص می شود. در این پایگاه تنها نقشه یا عکس هوایی و تصویر ماهواره ای و یا اطلاعات گرافیکی دیگر ذخیره نمی شود بلکه سیستم مدیریت اطلاعات نیز به صورت جزء پیوسته آن درآمده است. به منظور دستیابی به امکانات تحلیلی اطلاعات جغرافیایی، بایستی سه نوع اطلاعات در مورد پدیده ها و عوارض مکان دار جغرافیایی ثبت شده در رایانه، وجود داشته باشد که عبارت اند از :

الف) نام یا نوع هر پدیده

ب) امکان استقرار آن

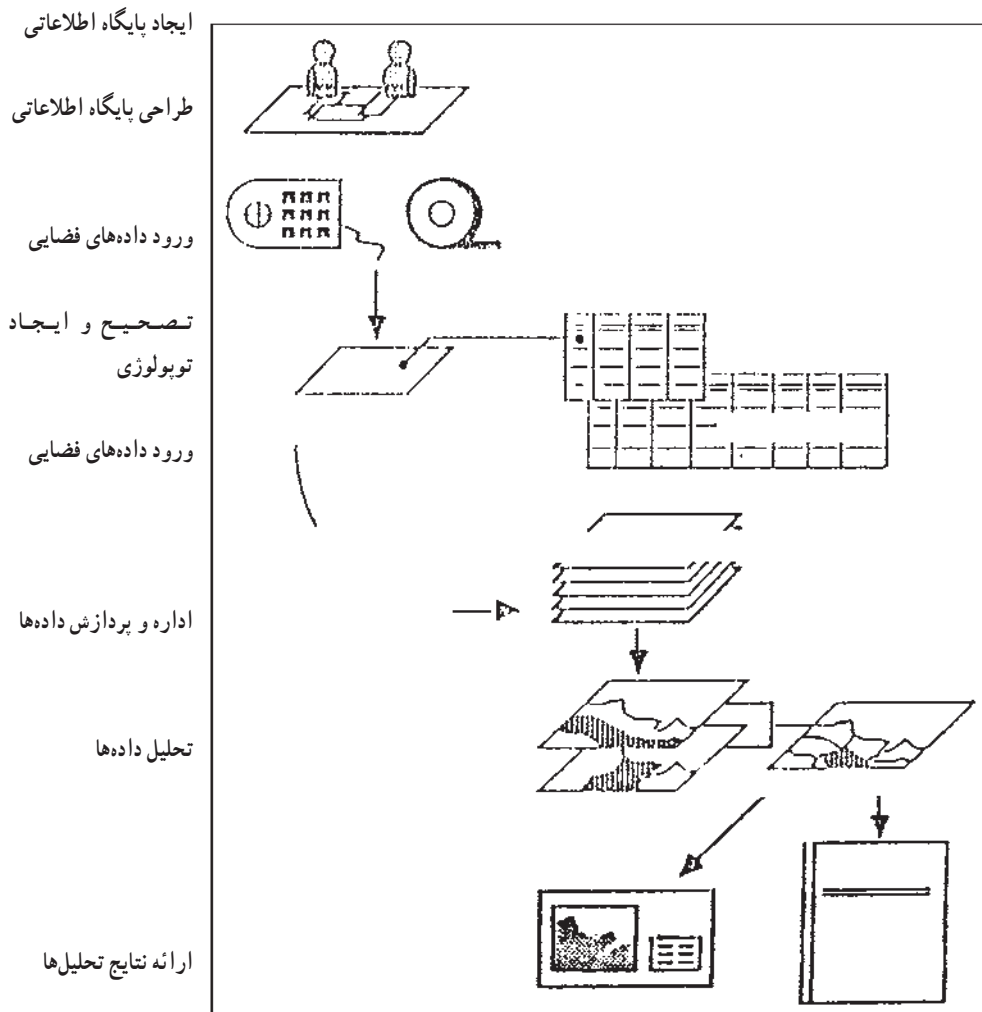
ج) ارتباط آن با سایر پدیده ها یا عوارض

سیستم پایگاه اطلاعاتی، امکانات ذخیره و به هنگام سازی انواع گوناگون چنین اطلاعاتی را فراهم می سازد. در پایگاه اطلاعات جغرافیایی^۲ مکان پدیده ها و در سیستم پایگاه اطلاعاتی^۳ مشخصات پدیده و ارتباطات آن با سایر پدیده ها، نگهداری می شود و با ایجاد ارتباط میان این اطلاعات، امکان پردازش تحلیلی مجموعه اطلاعاتی فراهم می گردد.

۱- Sub program

۲- Geographic Data Base System (GDBS)

۳- Data Base System (DBS)



شکل ۱۲-۶- مراحل ارائه نتایج

۳-۳-۶ افراد و مراکز استفاده‌کننده: سومین جزء تشکیل‌دهنده این سیستم افراد و مراکزی هستند که از سیستم استفاده می‌کنند. در این ردیف مدیران اجرایی و برنامه‌ریزان جامعه بیشترین استفاده‌کنندگان این سیستم را تشکیل می‌دهند که خواسته‌های آنها در قالب مدل‌های علمی قابل تعریف در رایانه، تهیه می‌شود که به راحتی قابل دسترس است.

۴-۶ تبدیل اطلاعات در GIS

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

که آنها را می‌توان در پنج مؤلفه به شرح زیر خلاصه کرد :

الف) ورود اطلاعات^۱

ب) ذخیره^۲ و سازماندهی

ج) پردازش^۳ داده‌ها

د) تحلیل^۴ داده‌ها

هـ - خروج^۵ اطلاعات

۱-۴-۶ - ورود اطلاعات : اطلاعات به شکل‌های مختلف از قبیل نقشه، عکس‌های

هوایی، تصاویر ماهواره‌ای، اطلاعات صحرایی و جداول آماری و غیره را می‌توان وارد سیستم کرد. معمولاً انتقال این اطلاعات به رایانه بسیار وقت‌گیر و پرهزینه است و ممکن است ماه‌ها به طول بیانجامد. بدین ترتیب می‌توان آنها را به دو دسته تقسیم کرد.

۱- **داده‌های مکانی یا جغرافیایی** : این نوع داده‌ها را می‌توان به سه شکل هندسی «نقطه، خط، چندضلعی» نشان داد. از نقطه برای نشان دادن یک عارضه جغرافیایی در یک مکان، مثل ساختمان استفاده می‌شود و از خط برای نشان دادن عوارضی که باریک و طولانی هستند، مانند جاده‌ها، ریل راه‌آهن و غیره و هم‌چنین برای نشان دادن سطوح بسته، مانند محدوده شهر یا دریاچه و یا قطعه‌ای از اراضی از چندضلعی بهره می‌گیرند. تمامی این داده‌ها دارای مختصات معلوم هستند.

۲- **داده‌های غیرمکانی** : این نوع داده‌ها کمیت‌هایی هستند مانند جمعیت یک کشور یا مقدار نمک در یک دریاچه و یا طول درختان یک قطعه زمین از جنگل و یا غیر از آنها مانند اسامی نهرها، نوع خاک‌ها در یک منطقه کشاورزی یا نوع درختان در یک منطقه جنگلی. این داده‌ها مشخص‌کننده پدیده‌هایی هستند که در یک محل و در یک زمان به خصوص وجود داشته‌اند. بدیهی است که این پدیده‌ها بی‌دری در حال تغییر و تحول‌اند، مانند جمعیت شهرها یا نوع و تراکم گیاهی یک منطقه.

برای وارد کردن داده‌های مکانی معمولاً از یک «دیجیتایزر» و یا «اسکنر»^۷ و برای داده‌های غیرمکانی از صفحه کلید^۸ استفاده می‌کنند.

۱- Data Input

۲- Store and Managment

۳- Process

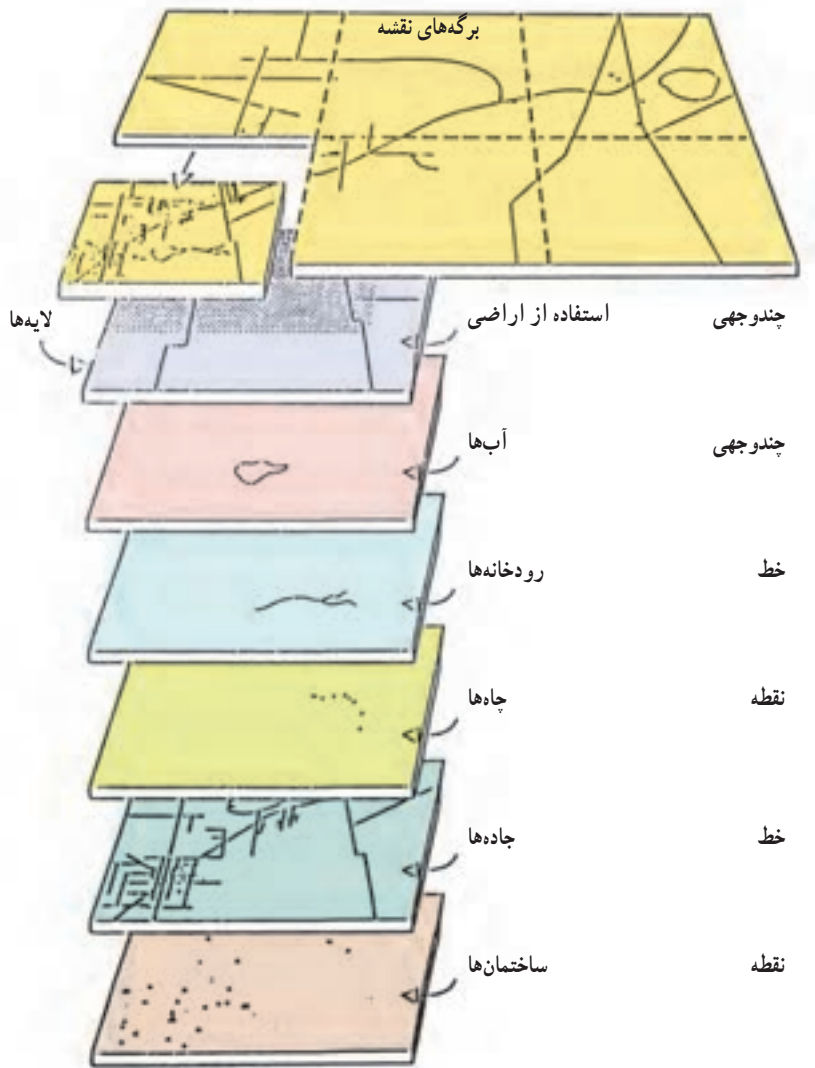
۴- Analyse

۵- Output

۶- Digitizer

۷- Scanner

۸- Keyboard

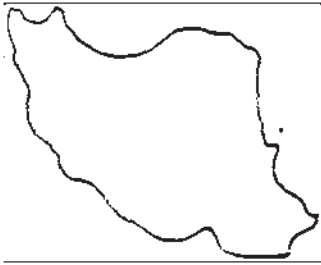


شکل ۱۳-۶- لایه‌های GIS

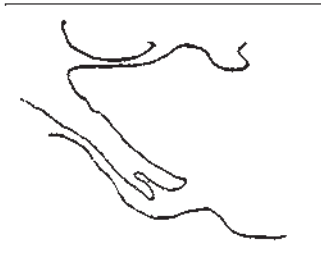
از آن‌جا که اساس کار سیستم، این داده‌ها هستند، در انتقال آنها به رایانه باید نهایت دقت را مبذول داشت. چرا که در شرایطی می‌توانیم از این سیستم اطلاعات دقیق دریافت کنیم که اطلاعات ورودی دقیقی به آن داده باشیم.

۲-۴-۶- 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. قبلاً در سیستم‌های اطلاعاتی این سازماندهی برای داده‌های غیرمکانی کاربرد داشت ولی

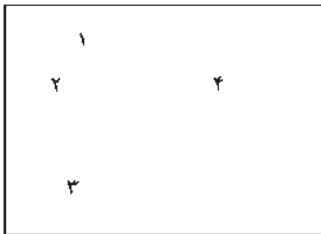
مرز



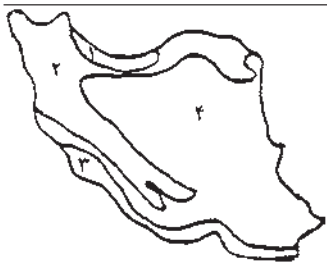
اقلیم



ناحیه



نواحی اقلیمی ایران



شکل ۱۴-۶ نقشه ایران با چند لایه

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

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

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

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 تشکیل‌دهنده اقلیم‌های مختلف را در لایه دیگری به اسم «اقلیم» نشان دهیم، با انطباق^۲ این دو لایه تمامی نقشه‌ها ظاهر خواهد شد.

در مراحل اولیه 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 درباره چگونگی انتخاب لایه‌ها بسیار اهمیت دارد. نرم‌افزارهای مختلف سیستم «GIS» از روش‌های مختلفی برای

۱- Layer

۲- اگر هر لایه را مثل یک صفحه کالک (کاغذ ضخیم پلاستیکی شفاف) فرض کنید، برای نشان دادن کل نقشه باید صفحه‌های کالک

«مرز» و «اقلیم» را روی هم گذاشت.

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

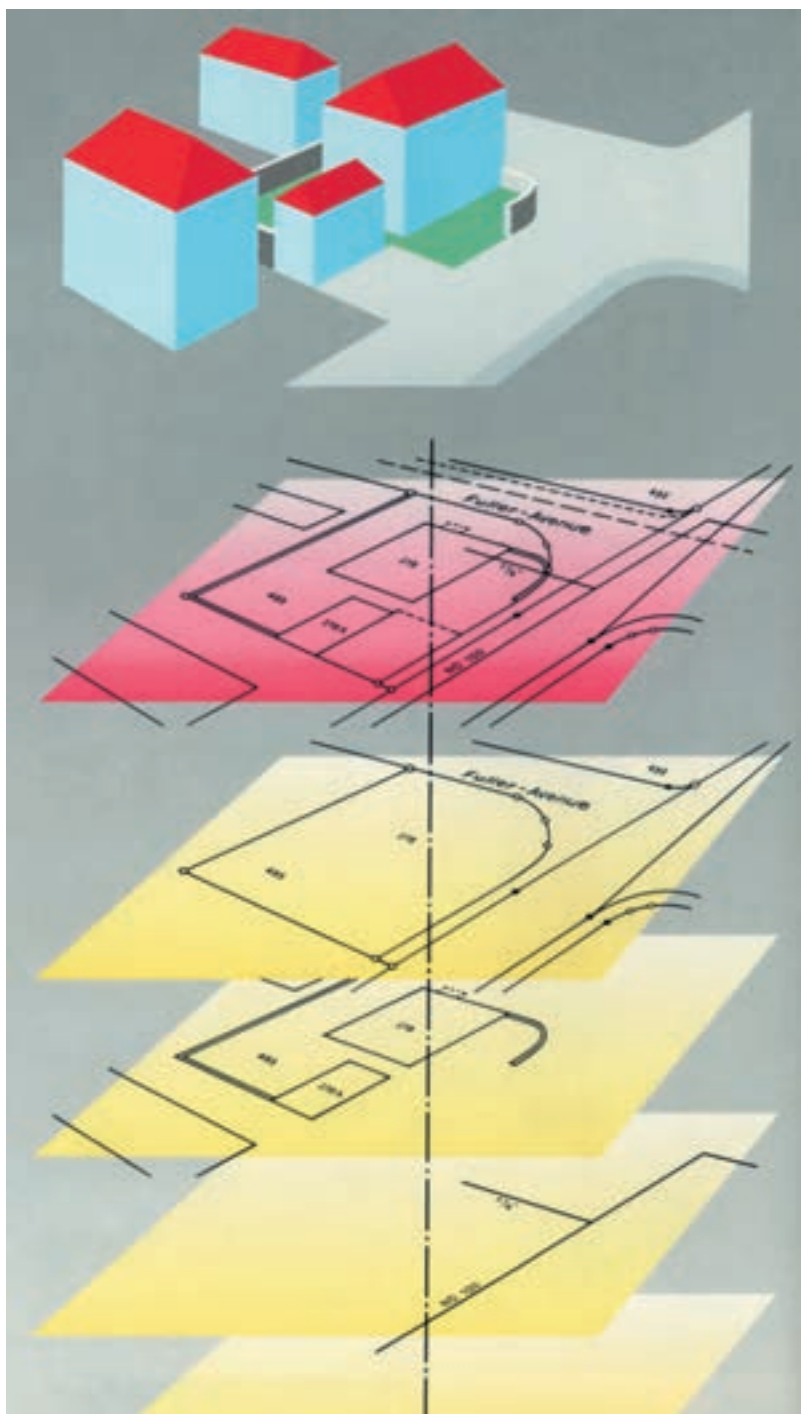
داده‌های غیرمکانی را به دو طریق ذخیره و سازماندهی می‌کنند. روش اول، ذخیره در یک لایه مانند داده‌های مکانی، به‌طوری که در بالا توضیح داده شد و روش دوم، ذخیره در یک پرونده. چنانچه در مثال قبلی خواهیم مانند روش اول عمل کنیم، اسم یا کد هر ناحیه اقلیمی در لایه‌ای به نام «ناحیه» نشان داده می‌شود و کد هر اقلیم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

اگر نقشه مثلاً شامل دریاچه‌های ایران و اسامی آنها نیز بود، آنها را در لایه‌های «دریاچه» و «اسم دریاچه» نشان می‌دادیم. اکنون برای نشان دادن دریاچه‌های ایران و اسامی 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 تعیین‌کننده کاربرد و سرعت عملیات یک سیستم «GIS» است، انتخاب درست نرم‌افزار مربوطه را باید به عهده 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 به‌وجود آوردن روابط جغرافیایی است. در مثال قبلی «موضوع» آخرین نقشه یعنی نقشه «نواحی 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 محدوده آن محاسبه شود. در نتیجه پردازش شامل عملیاتی است که سیستم انجام می‌دهد و برای شناسایی تمام چندضلعی‌ها در یک موضوع بعد از پردازش یک موضوع، سیستم اطلاعات زیادی درباره آن پیدا می‌کند. از قبیل محیط و مساحت هر اقلیم و رابطه جغرافیایی آن با سایر اقلیم‌ها و... این اطلاعات به همراه اسم با کد هر چندضلعی در یک «پرونده»^۴ برای استفاده‌های

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



شکل ۱۵-۶- لایه‌های یک نقشه شهری

بعدی ذخیره می‌شوند. این پرونده‌ها پس از به‌وجود آمدن مستقل از «GIS» هستند و می‌توانند خارج از محیط «GIS» مورد استفاده قرار گیرند و اطلاعات دیگری به آنها اضافه گردد.

۴-۶- تحلیل^۱ داده‌ها: عملی که «GIS» را از سیستم‌های اطلاعاتی دیگر جدا می‌کند، پردازش و تحلیل داده‌های مکانی است. عملیات تحلیلی شامل پاسخ‌گویی به سؤالاتی درباره جهان خارج است. «GIS» اطلاعات لازم برای پاسخ‌گویی به این سؤالات را از «پرونده‌های ذخیره شده» استخراج می‌کند. مجموعه پرونده‌های «GIS» در نتیجه 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^۲ به‌خاطر 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 سؤال که آیا الگوهای پیچیده‌تر جواب‌های درست‌تری به ما می‌دهند، به نوع سؤال و طرز مطرح کردن آن بستگی دارد.

یکی از توانایی‌های مهم «GIS» پیش‌بینی نتایج برنامه‌های مختلف است. به‌عنوان 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.

۵-۴-۶ خروج اطلاعات^۳: بنابراین به دو طریق «نرم» و «سخت» می‌توان از «GIS» اطلاعات گرفت. اطلاعات نرم بر روی صفحه نمایش^۴ رایانه و اطلاعات «سخت» بر روی کاغذ منعکس می‌شوند. هر دو نوع اطلاعات می‌توانند شامل اطلاعات مکانی مثل نقشه و غیرمکانی مثل اسم و غیره باشند، با استفاده از نرم‌افزارهای «GIS» می‌توان جدول‌های مختلفی از اطلاعات ساخت و با «چاپگر^۵» به چاپ رساند. این نرم‌افزارها قادرند عملیات مختلفی را در تولید اطلاعات به شکل سخت انجام دهند. این عملیات که شامل مشخص کردن اسم مناطق به‌خصوصی در نقشه، پاسخ «سؤال‌ها» با هاشورها و رنگ‌های مختلف، رسم کادر، اسم نقشه، راهنمای نقشه، علامت شمال و غیره هستند که معمولاً بهترین

۱- Analyse

۲- الگوهای علمی، ساختارهای ساده‌ای از واقعیت‌های پیچیده 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 ارائه گزینه‌های مختلف با شرایط اولیه مختلف است. یک سیستم «GIS» این توانایی را با استفاده از عملیات تحلیلی‌اش به ما می‌دهد.

۳- Output

۴- Monitor

۵- Printer

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 معمولاً تمایل به پرسیدن سؤالات کلی زیاد به چشم می‌خورد. بهترین روش طرح سؤال برای به‌دست 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 درکل این تصور غلط از کاربرد رایانه است. همان‌طور که قبلاً اشاره شد، عمل قضاوت و بهترین جواب به عهده 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 بدانیم 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 سؤال‌کننده را در گرفتن جواب درست متمرکز می‌کند.

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

۵-۶- نرم‌افزارهای GIS

برخی از نرم‌افزارهای GIS که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از:

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

۶-۶-۶ کاربردهای GIS

۶-۶-۱ کشاورزی و مدیریت بهره‌برداری از زمین: یکی از مسائل با اهمیت در این

بخش، تشخیص مناطق مهم کشاورزی است. این مسئله قبل از به‌وجود آمدن «GIS» حداقل به‌طور 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 پیش‌بینی‌کننده 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 پیش‌بینی‌کننده برداشت و قیمت محصولات در «GIS» وسیله‌ی پر قدرتی را در اختیار مدیران مسئول برای گرفتن تصمیم و جهت‌گیری در مقابل حوادث آینده قرار می‌دهد.

۶-۶-۲ جنگل‌داری: جنگل‌داری شامل مدیریت بسیاری از منابع طبیعی است که در

منطقه‌های جنگلی قرار دارند. این منابع شامل چوب، چراگاه، تفریحگاه، باغ‌وحش‌های طبیعی، آب و غیره است.

معمولاً 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.

۶-۶-۳ باستان‌شناسی: باستان‌شناسان از «GIS» برای کمک در کشف آثار قدیمی و

مسائلی از قبیل تحلیل مکان‌های شناخته شده و پیش‌بینی مکان‌های ناشناخته، استفاده‌های جالب‌توجهی کرده‌اند. داده‌های مورد استفاده باستان‌شناسان شامل محدوده مکان‌های باستان‌شناسی، محل جغرافیایی، قدمت تاریخی، تعداد آثار عتیقه پیدا شده در رابطه با داده‌های طبیعی از قبیل ارتفاع، شیب، توپوگرافی، پیش‌بینی محل جغرافیایی و مکان‌های باستان‌شناسی جدید می‌باشد. «GIS» به‌خصوص برای پردازش و تحلیل اینگونه داده‌ها وسیله‌ی بسیار انعطاف‌پذیر و پر قدرتی است.

۶-۶-۴ 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 بخصوصی‌اند که از ارتباط بین عوامل مختلف در زمین‌شناسی به‌دست می‌آید. این‌گونه عملیات در «GIS» به‌راحتی قابل بررسی و تحلیل هستند.

۵-۶-۶- شهرداری: بیشتر اطلاعاتی که برای برنامه‌ریزی شهرداری استفاده می‌شود، از نوع اطلاعات جغرافیایی است. به این معنا که هر اطلاع دربارهٔ یک مکان جغرافیایی به‌خصوص، مثل محدوده ملک، خیابان، مدرسه، پارک و غیره قابل پردازش و تحلیل در «GIS» است و از این نظر بخوبی این سیستم کارایی 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 مختصراً توضیح دهید.
- ۴- محاسن مکانیزه نمودن سیستم‌های ایجاد «پایگاه اطلاعات جغرافیایی» را ذکر نمایید.
- ۵- در ایجاد «GIS» منظور از «لایه اطلاعاتی» چیست؟ توضیح دهید.
- ۶- اجزای اصلی «GIS» را نام ببرید.
- ۷- به منظور دستیابی به امکانات تحلیلی اطلاعات جغرافیایی در نرم‌افزارهای «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 برده و درباره آنها توضیح دهید.

کار در کلاس

– گروهی 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 کنجکاو 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 دور دست بوده‌اند، پیدا می‌کرد در واقع به‌نوعی «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 جنبه 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 دهه 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 درجه مهارت و تجربه مفسرین بیشتر بود، اطلاعات بیشتری بدست می‌آمد.

امروزه به‌کارگیری 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 روزبه‌روز کاربرد بیشتر در سنجش از دور پیدا کرده است.

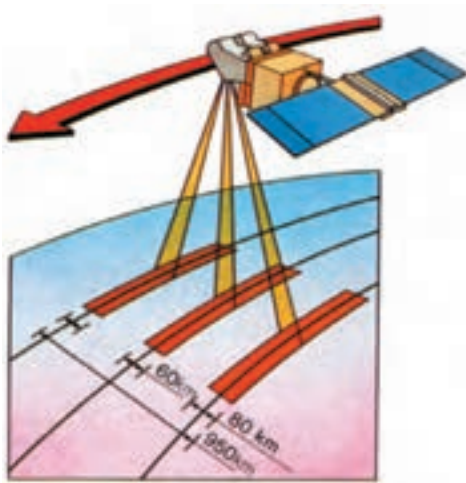
^۱ - Remote - Sensing (R.S)

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 ترموگرافی را بیان کند.
- وسایل حمل‌کننده در دورکاوی را نام ببرد.
- ماهواره‌های سنجش از دور را تقسیم‌بندی نماید.
- خصوصیات ماهواره‌های مدار پایین را ذکر نماید.
- خصوصیات ماهواره‌های با فاصله متوسط را ذکر نماید.
- خصوصیات ماهواره‌های با فاصله دور را ذکر نماید.
- روش ثبت اطلاعات را در یک نمونه از ماهواره‌ها توضیح دهد.

۷-۱- دورکاوی چیست؟

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



شکل ۷-۱- دورکاوی

هرچه میدان دید وسیع‌تر باشد منطقه 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 مشاهده مستقیم به منظور خود برسیم، مثلاً اگر بخواهیم از طوفان‌هایی که هر آن ممکن است ما را مورد یورش قرار دهند یا از اتمسفر زمین و یا

کرات و سیارات دیگر این اطلاعات را بدست آوریم، باید از امکانات ویژه استفاده نماییم. در علم «دورکاوی»، اطلاعات مفیدی از اشیاء 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 وسیله دوربین‌های چند باندهی خاص و ابزارهای مخصوص که بر روی یک وسیله 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- 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.

معمولاً اشعه با طول موج حدود 40° تا 780° 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

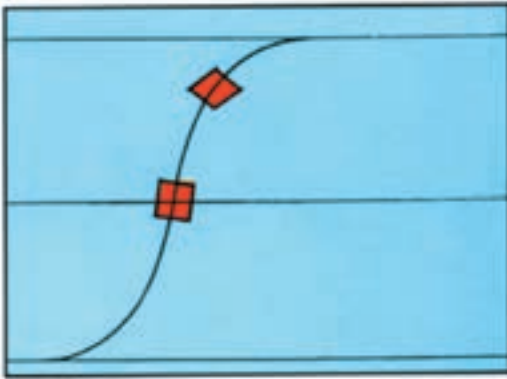
۲- Emulsion

۳- Panchromatic

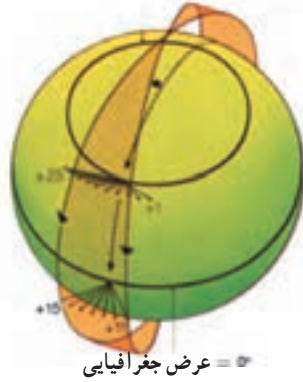
۴- Infra-Red (I.R)

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

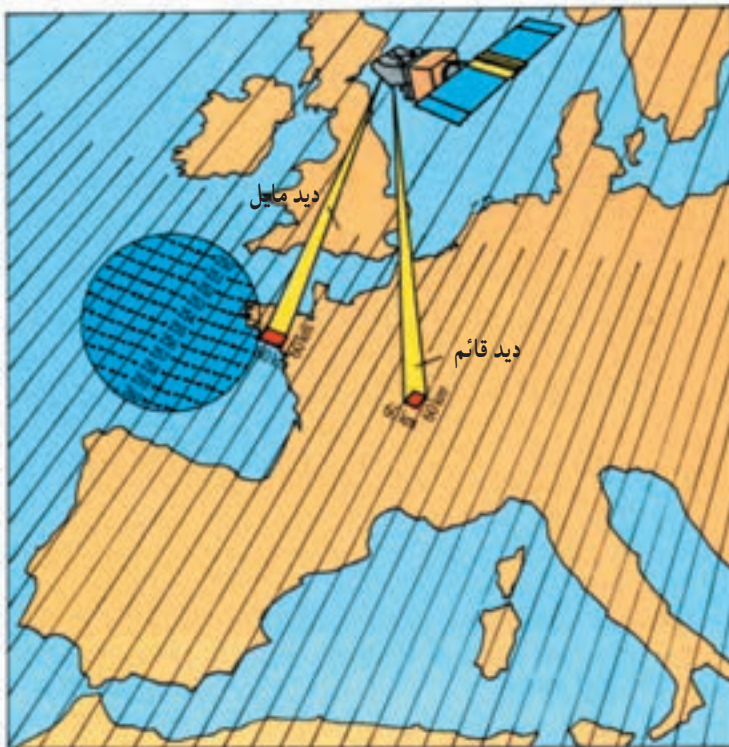
عرض جغرافیایی = 45°



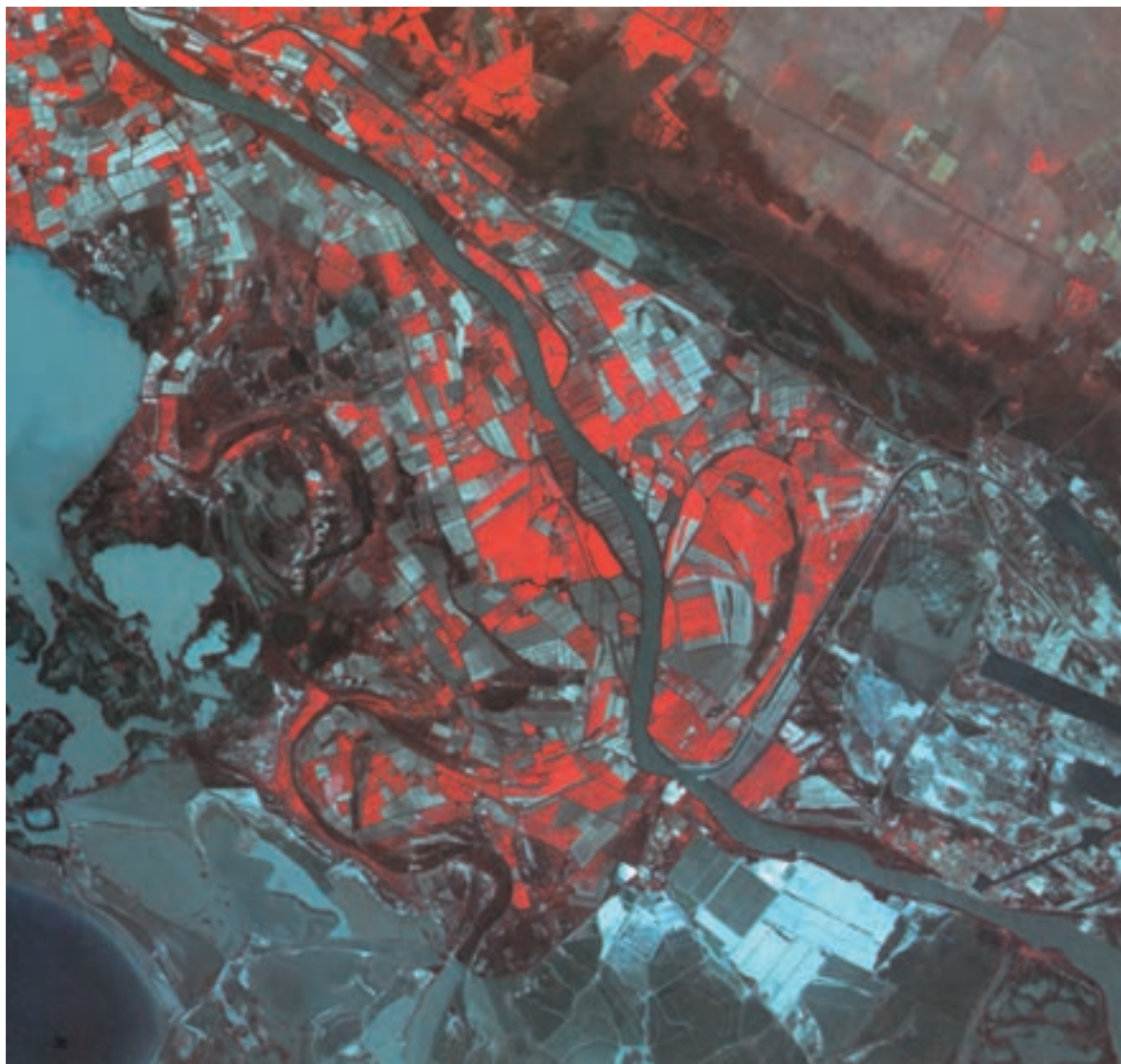
شکل ۳-۷- مناطق تصویربرداری شده



شکل ۲-۷- حرکت ماهواره و برداشت آن



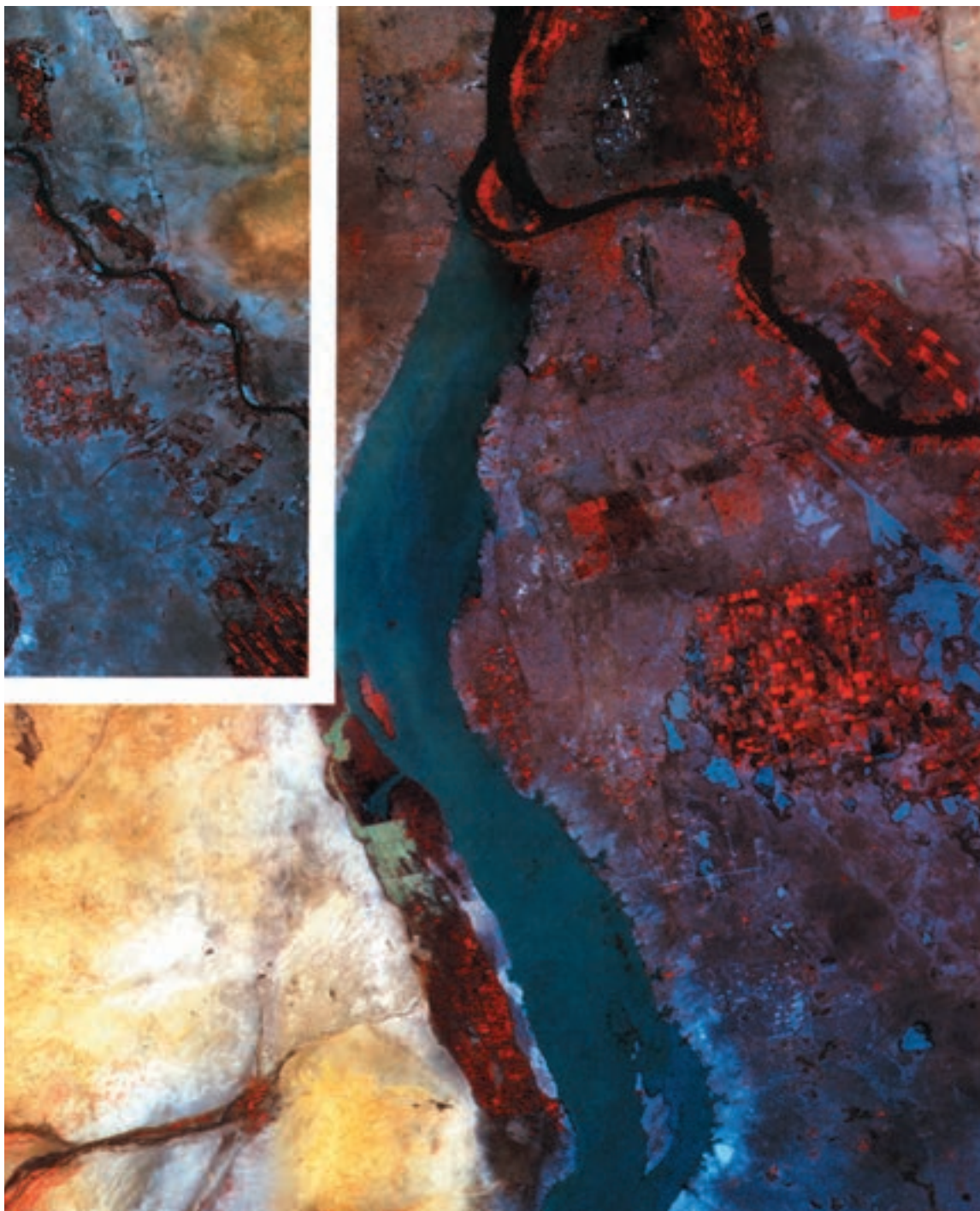
شکل ۴-۷- انواع دید ماهواره



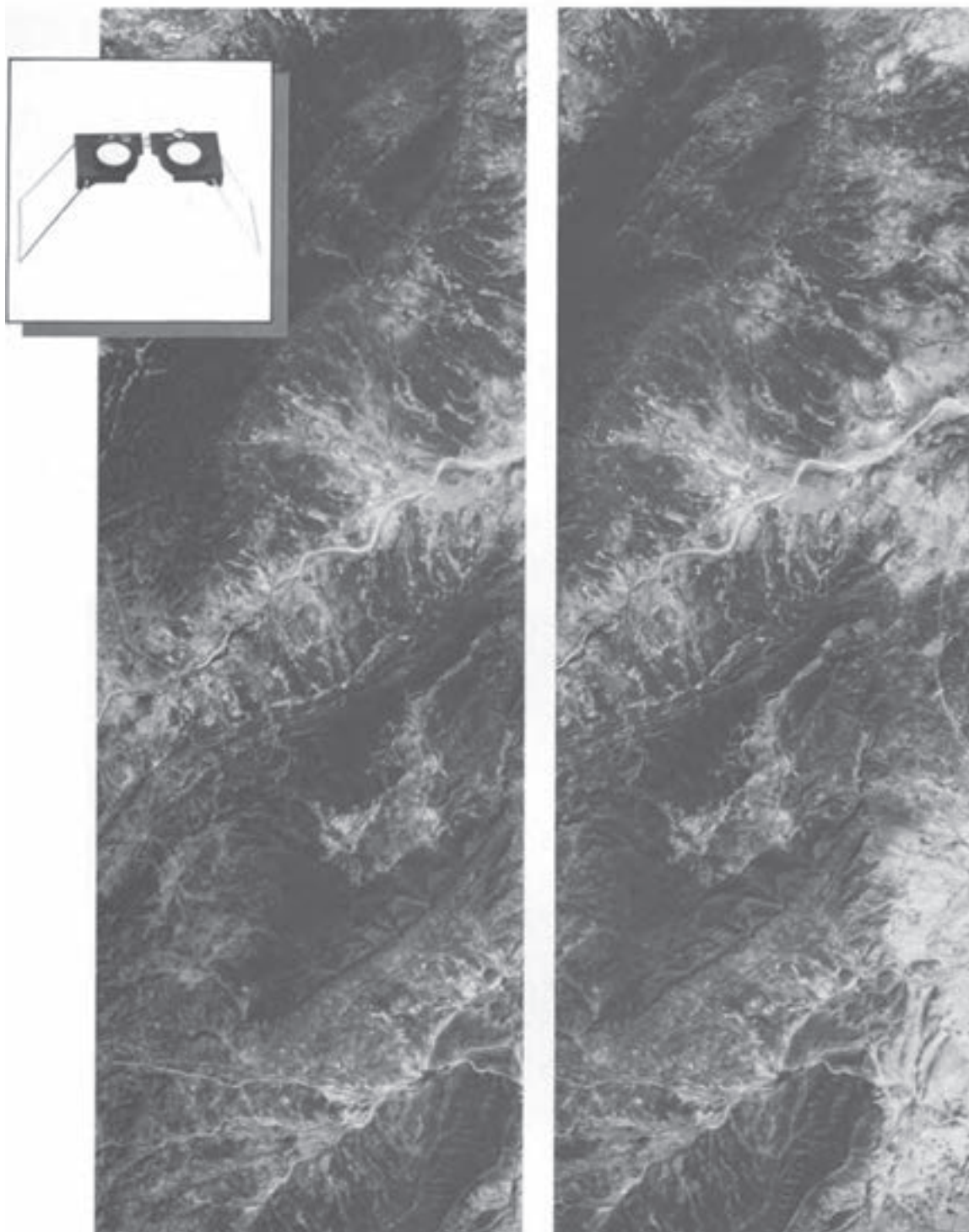
شکل ۵-۷- نمونه نقشه‌های مالتیپکترال



شکل ۶-۷- نمونه نقشه‌های پانکروماتیک



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

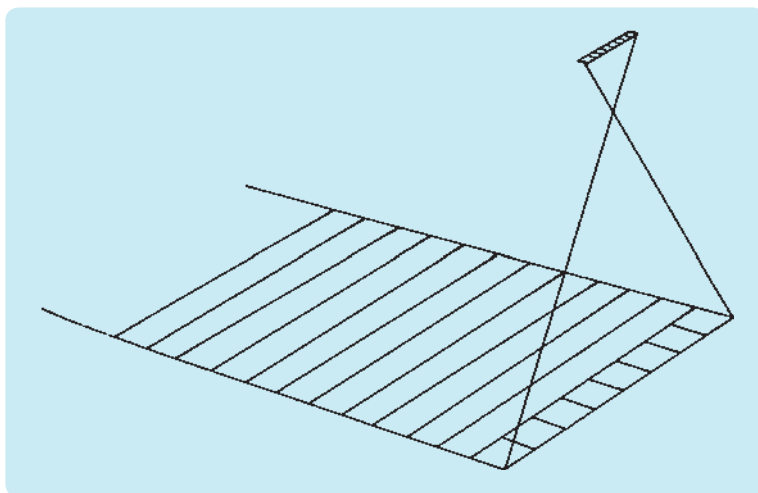


شکل ۸-۷- دو عکس پوشش‌دار ماهواره‌ای



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

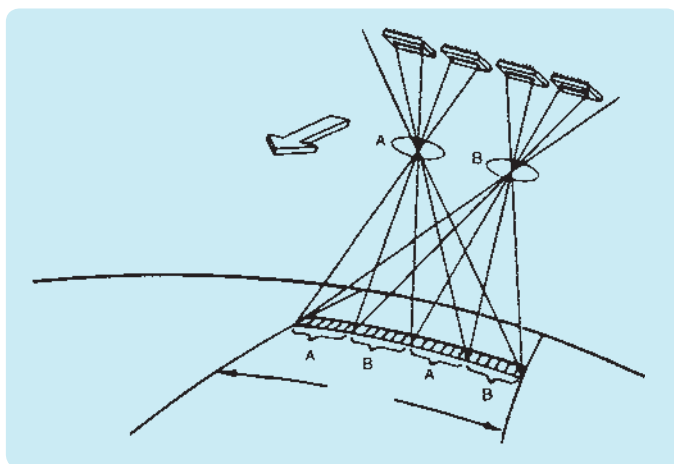
دستگاه حساس در عکس برداری هوایی شامل دوربین با اقسام عدسی و فیلم هایی با انواع قشر حساس و صافی های^۱ مختلف است که تشخیص عوارض گوناگون در حد متعارف بر روی آنها مشخص است ولی در بعضی طول موج های فروسرخ یا حرارتی (توضیح آن در صفحات بعد می آید) نمی توان از ابزار معمولی عکاسی یعنی دوربین و فیلم استفاده کرد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



شکل ۱۰-۷- روش جاروب کردن زمین توسط ماهواره

در عکس برداری با طول موج های مرئی و دیگر طول موج های فروسرخ، منبع امواج الکترومغناطیسی خورشید است و در واقع انعکاس نور توسط جسم در این طول موج ها است که روی فیلم اثر می گذارد، لذا عکس برداری باید در روز آفتابی انجام شود ولی در سیستم جاروکن الکترومکانیکی تشعشع حرارتی از خود جسم ساطع شده است. بنابراین استفاده از آن می تواند هم در شب و هم در روز باشد ولی در هر حال هوا نباید ابری باشد.

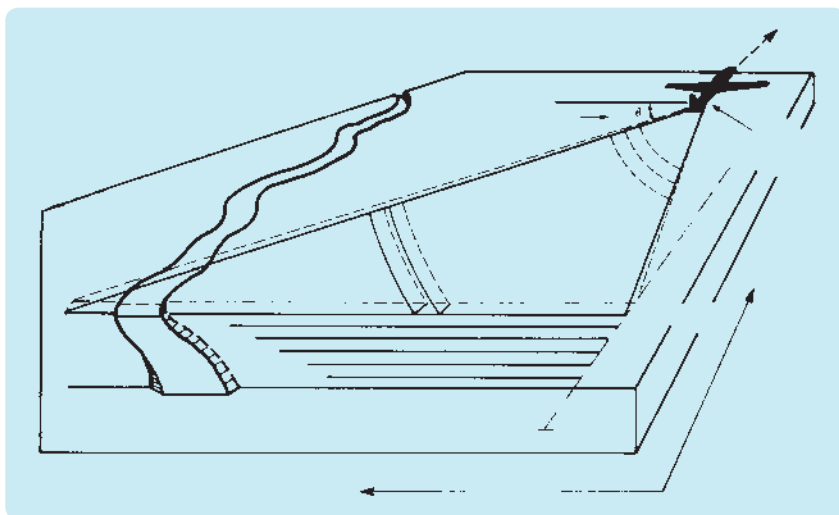
به طور کلی از دید دور کاوی می توان گفت «عکس هوایی ثبت قسمتی از تشعشعات طیف نورانی روی صفحه حساس است» و در این خصوص علاوه بر دوربین عکس برداری و سیستم جاروکن، عوامل مختلفی نظیر وضعیت خورشید و زمین در موقع عکس برداری و وضعیت هواپیما نیز تأثیر دارد



شکل ۱۱-۷- جاروب کردن موازی توسط ماهواره

و همان گونه که در صفحات بعد خواهید 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 سکوها یا بدنه ماهواره نصب می‌گردند. علاوه بر آن در بعضی



شکل ۱۲-۷- عکس‌برداری و تصویربرداری از زمین

ماهورها سیستم تصویربرداری نیز آماده گردیده است که وقتی هوا ابری و فرصت عکسبرداری هوایی و یا تصویربرداری فروسرخ نمی باشد، دارای ارزشی خاص است و یا در حالتی که به اطلاعات سریع و جدید در مورد تغییرات ناگهانی نیازمندند «مثلاً در شهرهایی که بر اثر سانحه‌ای مثل تخریب ناشی از گردبادها، زلزله، سیلاب‌ها و یا حملات نظامی آسیب دیده‌اند»، از آن استفاده می‌شود.

لازمه 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 اشعه 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 طریقه رنگی غیرطبیعی یک سری رنگ‌های مکمل که با رنگ‌های حقیقی مغایرت دارند، بدست می‌آید. به همین جهت آنها را غیرطبیعی می‌گویند و دارای این خاصیت هستند که تشعشعات مرئی و غیر مرئی را با هم ثبت می‌کنند.

ترمومگرافی: 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 فوق‌العاده مهمی از نظر جذب، انتشار و انعکاس امواج در بعضی از قسمت‌های طیف الکتروماتیک دارند. بدین ترتیب که اشیا بر حسب درجه حرارتشان مقداری انرژی را به صورت تشعشع به اطراف منتشر و می‌فرستند. حتی اگر تحت تأثیر تشعشع دیگری با طول موج معمولی قرار گیرند، مقداری از این تشعشع را منعکس می‌سازند.

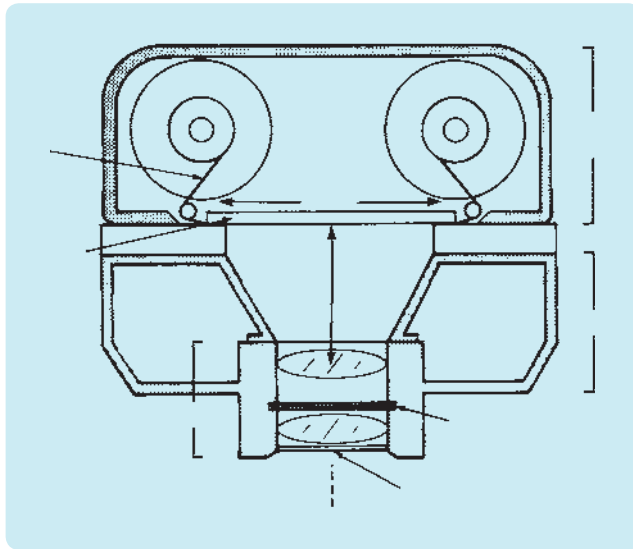
لذا با استفاده از اثرات فتوشیمیایی، می‌توان این تشعشعات را روی بعضی سطوح حساس که قشری دانه‌ای روی آنها را پوشانده است ثبت کرد بدین ترتیب مقداری از این تشعشعات که در طیف مرئی قرار دارند، روی صفحات حساس عکسبرداری ثبت می‌شوند.

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

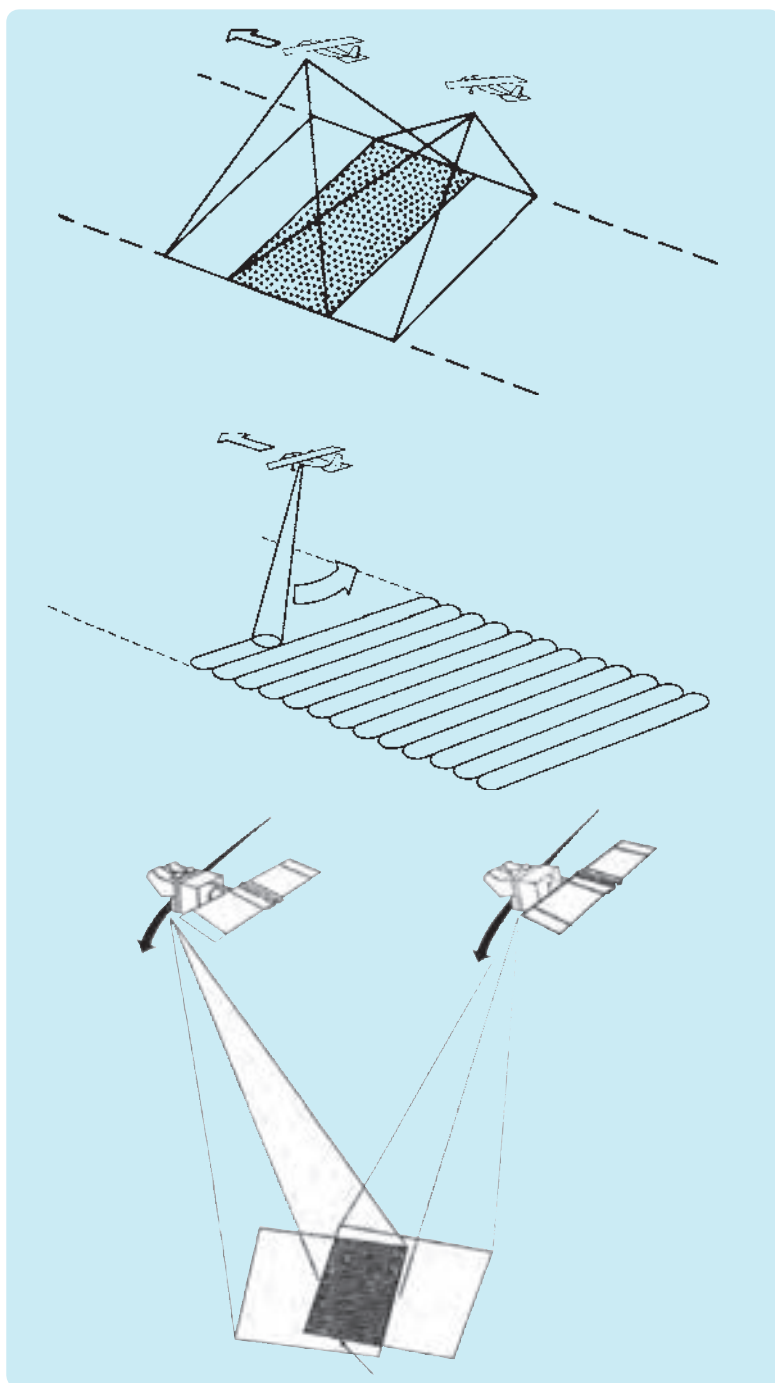
از این تغییرات، نتیجه‌ای که حاصل می‌شود فیلم رنگی، سیاه و سفید خواهد بود. به طوری که شدت این رنگ‌ها متناسب با مقدار انرژی است که در هر نقطه دانه‌های قشر حساس دریافت کرده است و تصویری که بدست می‌آید، اطلاعاتی درباره‌ی کیفیت و نوع اشیا به دست می‌دهد.

برای مطالعه

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

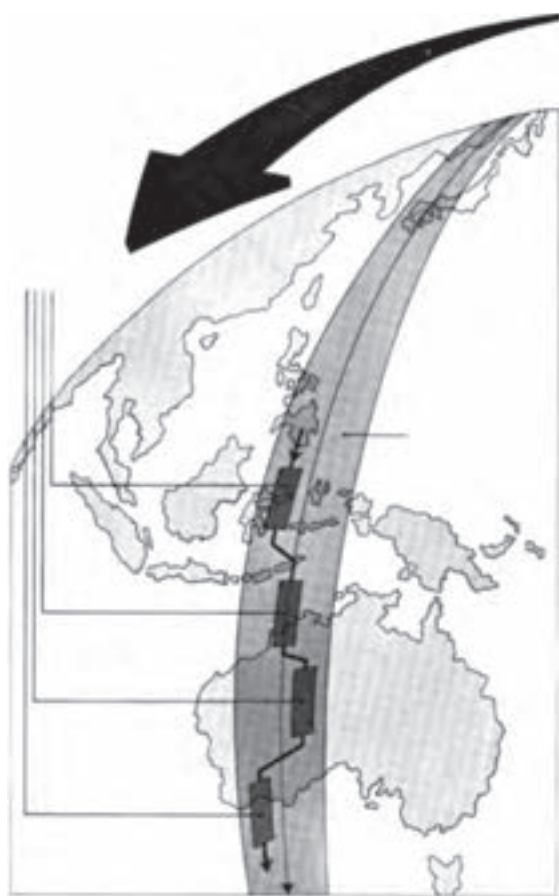


شکل ۱۳-۷- شمای نمادین یک دوربین عکس برداری



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.



شکل ۱۵-۷- یک باند تصویربرداری

تعدادی از ماهواره‌های بزرگ سرشنسین دارند، این ماهواره‌ها که اصطلاحاً «ایستگاه‌های فضایی» نامیده می‌شوند، فضانوردان را به فضا می‌برند و برمی‌گردانند. 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

۱- این ماهواره اسپوتنیک نامیده شد.

جهتی از غرب به شرق می‌گردد. هرچه مدار 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 اولیه 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 :

۱-۲-۷- ماهواره‌های مدار پایین (یا ماهواره‌های نزدیک زمین) : این ماهواره‌ها زمین را در ارتفاعی بین 200° تا 350° کیلومتر دور می‌زنند و مقیاس عکس‌هایی که می‌گیرند، حدود $\frac{1}{100000}$ 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 می‌گردند، دریافت می‌شوند. از جمله این ماهواره‌ها، سفینه‌های سرنشین‌دار هستند.

از آن جا که سفینه‌های سرنشین‌دار جرم زیادی دارند، تقریباً همیشه در مداری نزدیک به زمین قرار می‌گیرند. شاتل^۱ فضایی آمریکا در ارتفاع حدود 250° کیلومتری قرار دارد و ایستگاه فضایی میر^۲ شوروی 100° کیلومتر بالاتر از آن به گرد زمین می‌چرخد. فضاپیماهای بدون سرنشین سنگین نیز در مدارهای مشابهی می‌گردند که از جمله آنها تلسکوپ فضایی هابل^۳ است که نور دورترین اشیای گیتی را فارغ از اثرات مخدوش کننده جو زمین، مورد بررسی قرار می‌دهد.

گرچه دستیابی به مدار پایین آسان است اما یک مشکل 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 فضاپارک «میر» باید هر از گاه، موتورهای تقویت

۱- Shuttle

۲- Mir

۳- Hable



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

سفینه را روشن کند تا با فرسایش مداری مقابله نماید^۱.

۲-۲-۷- ماهواره‌های با فاصله متوسط: این ماهواره‌ها زمین را در ارتفاع ۷۰۰ تا ۹۰۰ کیلومتر دور می‌زنند. اولین بار در سال ۱۹۷۲ در آمریکا با نام «ارت»^۲ و بلافاصله چهار دستگاه دیگر از همین نوع توسط مؤسسه فضایی امریکا^۳ و بدنبال این سری ماهواره‌ها دو ماهواره با نام «اسپات»^۴ توسط کشور فرانسه در سال‌های ۱۹۸۶ و ۱۹۹۰ به فضا پرتاب شدند. این ماهواره‌ها هر یک ناحیه‌ای به وسعت ۳۵۰۰ تا ۳۵۰۰۰ کیلومتر مربع را تصویربرداری می‌کنند. قدرت تفکیک آنها برای سری اول پانزده متر و برای سری اسپات در حدود ده متر است.



شکل ۱۷-۷- تصویربرداری ماهواره‌ای از یک منطقه

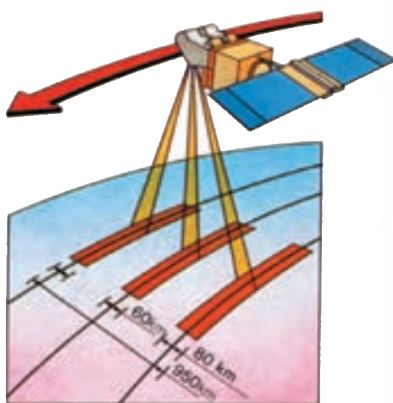
ماهواره‌های اسپات برای دوری از کشش جو به ترتیب در ارتفاع ۷۰۰ و ۸۰۰ کیلومتری بالای زمین می‌چرخند و دوربین‌های پیشرفته آنها می‌توانند تک‌تک خانه‌ها را در یک نوار ۱۱۷ کیلومتری از زمین نشان دهند. این نوارهای باریک ظرف بیست و شش روز کل زمین را می‌پوشانند.

۱- یکی از انواع این ماهواره‌ها که به دلیل قرار گرفتن در مدارهای بسیار پایین به طور منظم نابود می‌شوند، آقماري با مأموریت اکتشافات نظامی یا به عبارت دیگر، ماهواره‌های جاسوسی‌اند، آنها معمولاً در مدار بیضی شکلی که نزدیکترین نقطه 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.

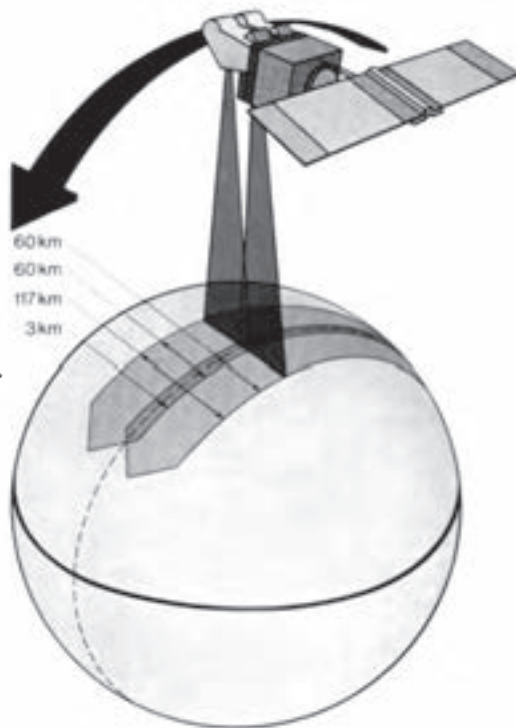
۲- ERT (Earth-Resource-Technology)

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

۴- Spot



شکل ۱۹-۷- پهنای باند تصاویر ماهواره‌ای



شکل ۱۸-۷- هم‌پوشانی در تصاویر ماهواره‌ای

۳-۲-۷- ماهواره‌های دور : این ماهواره‌ها در ارتفاع بیش از بیست هزار کیلومتری در حرکت‌اند. یکی از این ماهواره‌ها مته اوسات^۱ است که در ارتفاع ۳۶۰۰۰ کیلومتری همگام با زمین حرکت دورانی دارد. و تصاویرهای عددی از یک ربع کره زمین را در هر زمان با قدرت تفکیک حدود ۵ کیلومتر ثبت می‌کند. از آنجا که موضع آنها نسبت به زمین ثابت است در محدوده دید ثابتی نسبت به یک ایستگاه دریافت زمینی دارند و هر نیم ساعت تصاویرهایی را مخابره می‌کنند.

بیست و چهار ماهواره «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 دایره استوایی زاویه ۵۵ درجه را می‌سازد، به دور زمین

۱- Meteosat

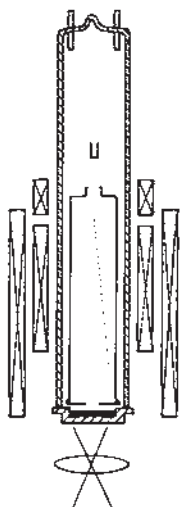
۲- Navstar

۳- Global positioning system

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 به‌ذکر 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 به‌وسیله آن می‌توانست تصاویر ثبت شده را پس از بسته شدن مردمک عدسی دوربین در حافظه خود نگهدارد (اهمیت استفاده از این لامپ از آن‌جا مشخص می‌شد که زمان باز بودن مردمک، بسیار کم یعنی حدود ۱۲ هزارم ثانیه بود).

شکل ۲۰-۷- ویدیکون

تصاویر تلویزیونی به مدت ۳/۵ ثانیه گرفته می‌شود و سپس از روی صفحه حساس پاک شده که این عمل هر ۲۵ ثانیه یک‌بار تکرار می‌گردد.

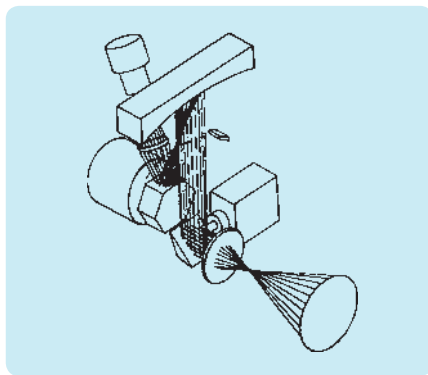
هر یک از سه دوربین تلویزیونی نسبت به بخشی از نوار طیف حساسیت داشتند. یکی از دوربین‌ها نسبت به رنگ آبی سیر (با طول موج ۴۷۵° تا ۵۷۵° میکرون) و دومی نسبت به رنگ زردنارنجی (طول موج بین ۵۸° تا ۱۸۰° میکرون) و دوربین سوم به رنگ قرمز (طول موج از ۶۹° تا ۸۳° میکرون) حساس بودند و سه دوربین در آن واحد از یک منطقه به‌وسعت ۱۸۵ × ۱۸۵ کیلومتر مربع تصویربرداری می‌کردند.

در فاصله زمانی ۲۵ ثانیه ماهواره، مسافتی در حدود ۱۶۰ کیلومتر را طی می‌کرد. بنابراین با توجه به ابعاد تصویر، پوششی برابر ۲۵ کیلومتر (حدود ۱۳٪) در تصاویر متوالی ایجاد می‌گردید و در هر یک از نوارهای تصویربرداری روی زمین عرضی برابر

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

۴۵ متر نشان داده می‌شد. لیکن عملاً حداقل ابعاد قابل تشخیص حدود 10° متر بود یعنی اجسامی که ابعادشان کمتر از صدمتر بود، در روی تصاویر قابل تشخیص نبود. از طرفی گردش ماهواره به‌شکلی بود که هر روز در حدود 15° کیلومتر در خط استوا جابجایی انجام می‌شد. بنابراین دو تصویر مجاور در خط استوا حدود 14% و در حوالی عرض جغرافیایی 45° درجه حدود 34% و در حوالی عرض جغرافیایی 5° درجه حدود 45% پوشش داشتند.

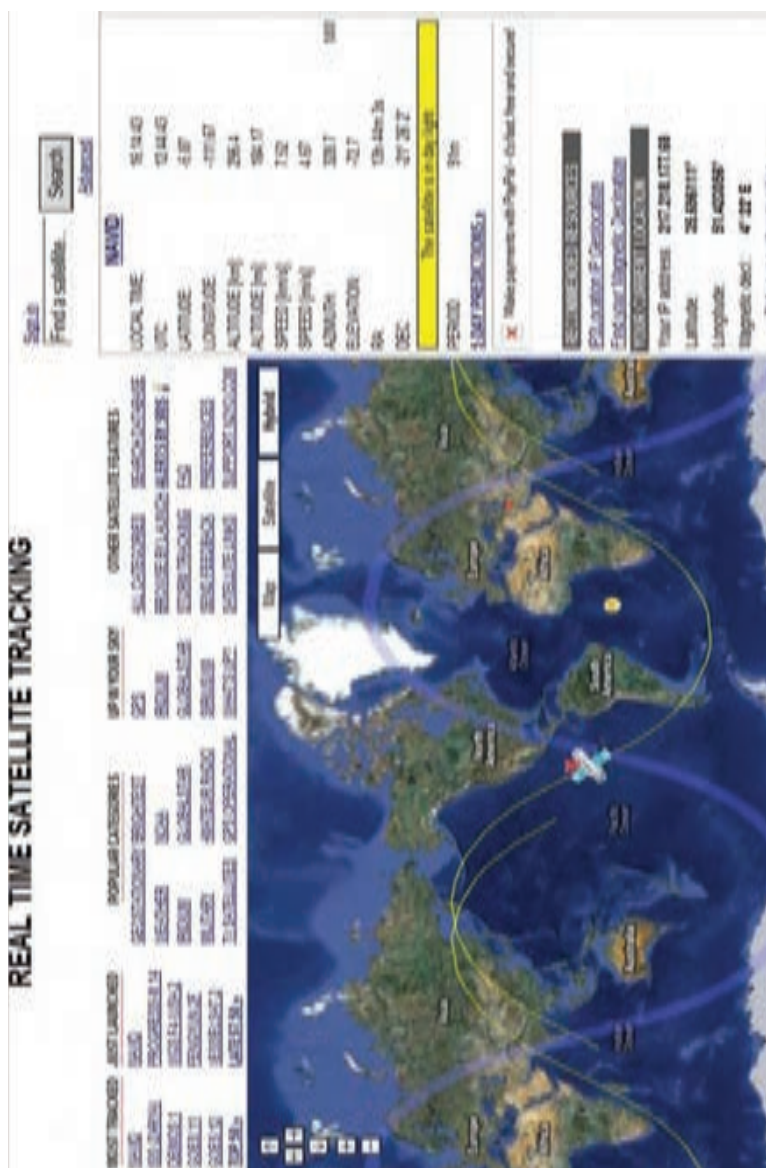
دستگاه دیگری که در داخل ماهواره نصب گردیده بود، یک اسکنر^۱ آینه‌ای با دامنه $2/88$ درجه بود که در هر ثانیه 13 مرتبه نوسان داشت. این آینه تشعشعات باندی از زمین را که عمود بر، جهت حرکت ماهواره و عرض آن در هر نوسان برابر 185 کیلومتر بود، به دوربین می‌فرستاد در صفحه کانونی دوربین نیز 24 سلول کار گذاشته شده بود که هر شش سلول آن در بخشی از نوار طیف حساس بود و وجود 6 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 7° متر روی زمین بود جمعاً نواری به عرض 474 متر تصویربرداری می‌شد.



شکل ۲۱-۷- تصویر یک سنجنده

برای مطالعه

در کشور عزیزمان ایران و در سال‌های اخیر ماهواره‌های مختلفی برای تصویربرداری از سطح زمین به فضا پرتاب شده که می‌توان از آنها، ماهواره‌های رصد ۱۰ و «نوید علم و صنعت» را نام برد.



شکل ۷-۲۲- تصویر ماهواره‌ای در حال پرواز

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 حمل‌کننده 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 موردنظر استخراج و مساحت آن محاسبه شود.
- ۲- یک عینک دو رنگ تهیه و از طریق آن برجسته‌بینی را ابتدا با عکس‌های سه‌بعدی تمرین نمایید. نتایج مربوط به این تمرین را به‌صورت یک گزارش ارائه نمایید.

کارتوگرافی

مقدمه

هر چند جدول‌های اطلاعات مکانی (شامل مختصات سه بعدی نقاط واقع بر روی اجسام که در فصل دوم دربارهٔ آنها گفته شد) موقعیت تقریبی قسمت‌های مختلف آن اجسام را به ما نشان می‌دهد، اما شناخت کامل عوارض روی زمین به دلیل تنوع و گستردگی جزئیات وقتی امکان‌پذیر است که آنها را به صورت دقیق بر روی کاغذ ترسیم نماییم. با عکاسی و طراحی و نقاشی از طبیعت می‌توان تا حدودی زمین را شناخت؛ اما برای کسانی که صحنهٔ فعالیت آنها زمین است (از جمله طراحان و مجریان پروژه‌های عمرانی) این شناخت کافی نیست. آنان نیاز به تصویر دقیق و متمرکز و متراکمی از زمین دارند تا وضوح عوارض مورد نظر را آشکار سازد. برای رسیدن به این هدف کروکی‌های تهیه شده و اندازه‌گیری‌های زمینی یا عکس‌های تهیه شده از عوارض می‌توانند راهنمای خوبی برای ترسیم موقعیت دقیق عوارض باشند. اما رعایت یک سری اصول و قواعد در ترسیم ضروری است. کارتوگرافی فنی آمیخته با هنر و دربرگیرندهٔ این اصول و قواعد است. مسائلی چون انتخاب نوع کاغذ، کادربندی کاغذ نقشه، شبکه بندی و پیاده کردن نقاط بر روی آن، ترسیم خطوط و ضخامت آنها و علایم و چگونگی نشان دادن وضعیت ارتفاعی زمین، نحوهٔ نوشتن اسامی و حروف و اعداد، رنگ‌آمیزی عوارض طراحی و ترسیم حاشیه و راهنمای استفاده از نقشه در این فن مورد بررسی قرار گرفته است. در آینده به تدریج عملیات مذکور را هم زمان با اندازه‌گیری کمیت‌های لازم برای تهیهٔ نقشه و محاسبات مربوطه خواهید آموخت. در اینجا به طور مختصر راجع به بعضی موارد مهم توضیحاتی ارائه خواهیم داد.

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

- تاریخچه کارتوگرافی را به‌طور خلاصه شرح دهد.
- کارتوگرافی را تعریف کند.
- اندازه کاغذ مناسب را انتخاب کند.
- انواع تجهیزات کارتوگرافی را توضیح دهد.
- علائم قراردادی کارتوگرافی را تمیز دهد.
- کارتوگرافی خودکار را تعریف کند.
- تجهیزات کارتوگرافی خودکار را توضیح دهد.
- نحوه عددی کردن اطلاعات را توضیح دهد.
- کدگذاری عوارض را شرح دهد.
- ایجاد تصاویر به کمک کامپیوتر را توضیح دهد.
- کاربردهای کارتوگرافی خودکار را شرح دهد.

۸-۱- انتخاب کاغذ استاندارد^۱، قطع آن در برش^۲ - کادر نقشه^۳، شماره سری و برگه

کاغذها بر حسب کیفیت و مرغوبیت دسته‌بندی می‌شوند. عواملی نظیر مقاومت در برابر کشش، قابلیت تاشدن، ترکیدگی، زرد شدن، جذب رطوبت، کدر یا شفاف بودن و قابلیت چاپ در این دسته‌بندی مؤثرند. از انواع کاغذهای مناسب و با کیفیت بالا توپاتکس^۴ و استرافویل^۵ را می‌توان نام برد.

کاغذ استاندارد	کادر برش	کادر ترسیم نقشه
A _۰	۸۴۱ × ۱۱۸۹	۸۲۱ × ۱۱۴۹
A _۱	۵۹۴ × ۸۴۱	۵۷۴ × ۸۰۱
A _۲	۴۲۰ × ۵۹۴	۴۰۰ × ۵۵۴
A _۳	۲۹۷ × ۴۲۰	۲۷۷ × ۳۸۰
A _۴	۲۱۰ × ۲۹۷	۱۸۵ × ۲۸۷

قطع‌های معمول که با حرف A مشخص می‌شوند و هر قطع از نصف کردن طول قطع قبل به‌دست می‌آید در جدول ۸-۱ دیده می‌شوند و معمولاً در پیرامون و حاشیه کاغذ باندی برای

۱- Standard shett

۲- Trimming border

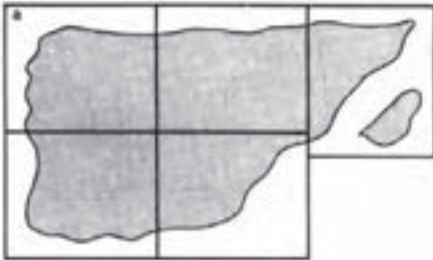
۳- Insideborder

۴- Topatex

۵-Astrafoil

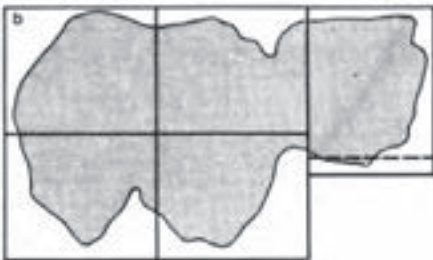
ترسیم مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

تعیین قطع نقشه تابع شکل منطقه خواهد بود و عواملی نظیر محدودیت‌های چاپ، عکاسی، اندازه کاغذ و ... نیز در این تصمیم‌گیری مؤثر خواهد بود. وقتی که منطقه مورد نظر وسیع و نمایش آن در یک برگ مناسب نباشد بهتر است آن را به چند بخش تقسیم نمود و هر کدام را در یک برگ نمایش داد. راه‌های مختلفی برای این کار موجود است. یکی از این روش‌ها آن است که به تناسب منطقه، اندازه قطع نقشه را کوچک یا بزرگ انتخاب نمود.



شکل ۸-۱ - پشت‌بندی نقشه (حالت اول)

مهم‌ترین مسئله در این مورد، آن است که کوشش شود نقشه دارای فضای خالی نباشد به‌طوری که در شکل‌های ۸-۱ تا ۸-۴ نشان داده شده چهار حالت را می‌توان برای منطقه، در نظر گرفت. در حالت اول قطع چهار نقشه به یک اندازه و قطع نقشه پنجم با اندازه متفاوت پیش‌بینی شده است (شکل ۸-۱).



شکل ۸-۲ - پشت‌بندی نقشه (حالت دوم)

در حالت دوم اندازه برگ پنجم کمی بزرگتر انتخاب می‌گردد تا بتوان کل منطقه را در آن نشان داد (شکل ۸-۲).



شکل ۸-۳ - پشت‌بندی نقشه (حالت سوم)

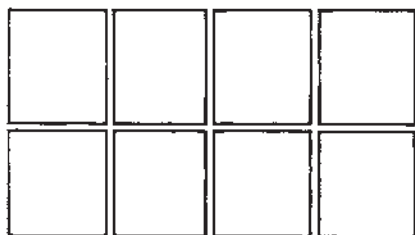
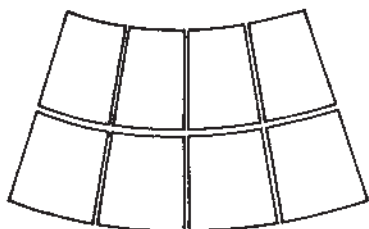
در حالت سوم (شکل ۸-۳) به جای این که یک برگ نقشه به یک بخش جدا (مثلاً یک جزیره) اختصاص داده شود مکان اصلی آن بخش تغییر یافته و در گوشه‌ای از نقشه نمایش داده شده است که کادر دور آن نشان‌دهنده آن است که موقعیت آن نسبت به خود منطقه تغییر مکان یافته است.



شکل ۴-۸ پشته بندی نقشه (حالت چهارم)

در شکل ۴-۸ حدود منطقه خطوط اطراف نقشه را قطع نموده است و در هر صورت ترسیم کننده نقشه با توجه به شکل منطقه و محدودیت های فنی موجود می تواند قطع نقشه را انتخاب نماید و به طور کلی باید سعی نمود که اندازه

نقشه استاندارد اختیار شود تا در پیاده کردن مراحل فنی و چاپ اشکال به وجود نیاید. اگر بخواهیم منطقه را از روی شبکه جغرافیایی تقسیم بندی نماییم، در این صورت حتماً کادر نقشه، خطوط طول و عرض جغرافیایی خواهند بود. در نقشه های کوچک مقیاس به علت تفاوت درجات طول جغرافیایی و تقارب نصف النهاری، قطعات مجاور نقشه برابر نخواهند شد که این امر مشکلاتی را به وجود می آورد.



شکل ۴-۹ قطع نقشه بر مبنای خطوط شبکه

شکل و اندازه قطع نقشه به خودی خود از لحاظ تهیه، اشکالی به وجود نمی آورد و بستگی به سلیقه مصرف کننده نقشه دارد. از دیدگاه فنی و تولید نقشه انتخاب برگه های با اندازه بزرگ مقرون به صرفه می باشد، اما از نقطه نظر مصرف کننده حمل و استفاده نقشه های بزرگ مشکل است و هر قدر نقشه کوچک تر باشد و کمتر تا شود مناسب تر است.

چون عموماً قطع نقشه مستطیل و اختیاری است، از این نظر، در تقسیم بندی منطقه، خطوط اطراف نقشه ممکن است عوارض جغرافیایی را قطع نماید و پیدا نمودن و پی گیری دنباله عوارض در برگه های بعدی موجب اشکال گردد.

در نقشه های کوچک مقیاس و متوسط مقیاس می توان قطع نقشه را طوری انتخاب نمود که چنین برخوردی در مورد عوارض مهم (مثل شهرها) پیش نیاید. برای مثال، اگر قسمت هایی از یک شهر کوچک در لبه نقشه قرار گرفت می توان نقشه را کمی بزرگتر اختیار نمود و در نقشه بعدی هم این شهر را نشان داد. به طوری که در نقشه مجاور دارای پوشش مختصری باشند. زمانی که تعداد برگه های نقشه زیاد باشد، لازم است که تصمیمات کلی در مورد قطع و خصوصیات نقشه به عمل آید.

۸-۲- معرفی تجهیزات کارتوگرافی دستی

وسایل ترسیم و استفاده از آنها: با بعضی از وسایل ترسیم قبلاً آشنا شده‌اید. این وسایل شامل انواع مداد ترسیم و پاک‌کن، انواع مختلف پرگار، خط‌کش مقیاس، گونیا، نقاله و پیستوله، شابلون حروف قلم‌های هاشور^۱، گرافوس^۲، راییدوگراف^۳، زیپاتون، ورقه‌های آماده^۴ چسب‌دار حروف و اعداد بوده‌اند که در حال حاضر کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند چرا که نرم‌افزارهای ترسیمی و استفاده از رایانه به تدریج جایگزین استفاده از وسایل فوق می‌شود.

هر نقشه متکی به مجموعه‌ای از خطوط و نقاط است که باید دارای وضع هندسی و ریاضی معینی باشند. برای مثال حداقل ضخامت یک خط $\frac{1}{8}$ میلی‌متر و حداقل قطر یک نقطه $\frac{1}{2}$ میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود و حداقل ضخامت قسمت سفید روی دو خط نیز لازم است $\frac{1}{2}$ میلی‌متر باشد. باید توجه داشت یک نقشه زمانی خوب و دقیق ترسیم می‌شود که از ابزار و وسایل ترسیم به‌طور صحیح و به موقع استفاده شود. از این نظر آشنایی با وسایل مختلف ترسیم و نحوه استفاده و کاربرد آنها ضروری است، از سوی دیگر، ضخامت خطوط متناسب با نوع عوارض و مقیاس نقشه از اهمیتی خاص برخوردار است. عوارضی که در سطح زمین هستند، یا حدودشان به وسیله ترسیم روی نقشه نشان داده می‌شوند و یا فرم آنها را با قراردادهای خاص هندسی و هنری روی نقشه معلوم می‌کنند.

۸-۳- اطلاعات حاشیه‌ای

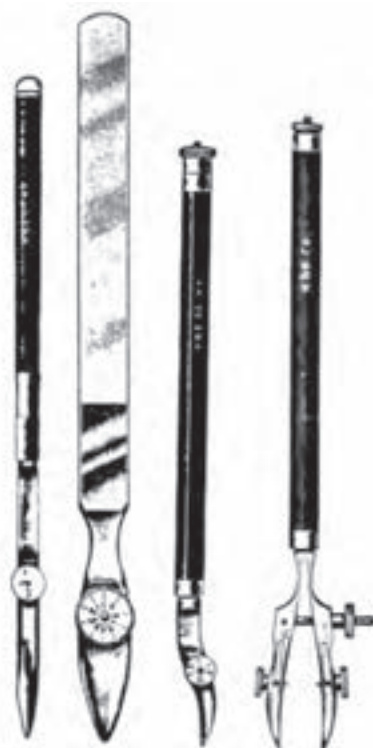
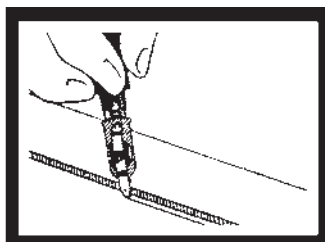
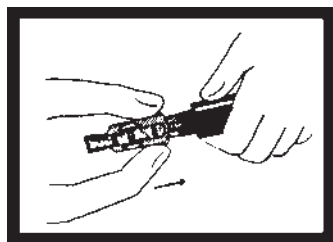
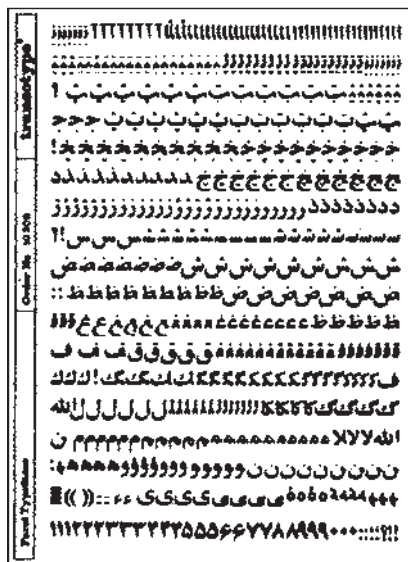
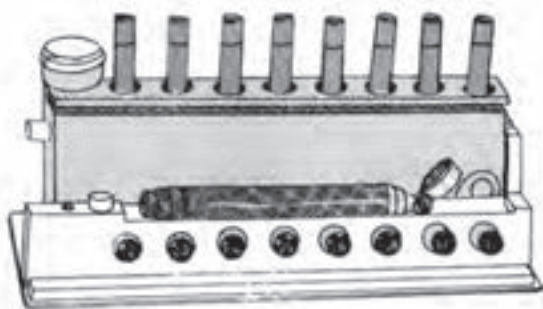
در حاشیه نقشه‌ها معمولاً علائم یا عنوان نقشه، مقیاس نقشه، وضعیت شمال نقشه و راهنمای علائم به کار برده شده و در مواقعی که از یک منطقه چند برگ تهیه شده است شماره برگ، شماره سری نقشه، راهنمای اتصال نقشه‌ها، همچنین اطلاعات دیگر با توجه به مشخصات نقشه و کاربردهایی که می‌خواهند داشته باشد ذکر می‌گردد؛ مثلاً در صورت نمایش ارتفاعات، سطح مبنای ارتفاعات نوشته می‌شود.

۱- Ruling pens

۲- Graphos

۳- Rapidograph

۴- Letraset

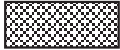
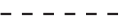
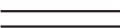
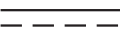
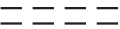


شکل ۸-۶- وسایل ترسیم دستی

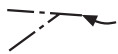
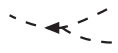
۸-۴ علائم قراردادی

پس از این که مختصات نقاط مختلف عوارض به دست می‌آید باید با توجه به مقیاس مربوط، آنها را بر روی کاغذ نقشه پیاده کرد، اما این کار همیشه امکان‌پذیر نیست؛ زیرا بعضی عوارض پس از کوچک شدن ابعاد آنها قابل ترسیم نیستند. در این گونه موارد به ناچار باید عوارض را با ابعاد بزرگتر از ابعاد واقعی یا با علائمی به‌خصوص نشان داد. در زیر نمونه این علائم را ملاحظه می‌کنید.

علائم قراردادی

Building		ساختمان
Religious Building		اماکن مذهبی
Ruin		خرابه
Wall		دیوار
Cemetery		گورستان
Limit		حد
RailWay		راه‌آهن
Under Construction Abandoned		راه‌آهن متروک یا در دست اقدام
Asphalted Road		راه آسفالته
Unsurfaced Road		راه شوسه
Wheel Drive Road		راه جیپ‌رو
Foot Path		راه مالرو

Bridge		پل
Wire Fence		سیم خاردار
Fence		نرده
Hedge		چپر
Power Line		خط انتقال نیرو
Pylon		دکل
	شکل ۷-۸	
Telephone Or Telegraph Line		خط تلفن - تلگراف
Pipe Line		خط لوله
Forest - Thicket		جنگل - بیشه
Garden - Trees		باغ - درختکاری
Palm Grove		نخلستان
Tea Plantation		چای کاری
Rice Plantation		شالی زار
Cultivated Land		زراعت
Vineyard		ناکستان
Pasture - Land		مرتع - چمن
Treeline		ردیف درخت
Bush		بوته زار

Cotton Plantation		بنه کاری
Tank (Oil - Water - etc.)		مخازن (مواد نفتی - آب - غیره)
River		رودخانه
Canal		کانال
Stream		نهر - جوی
Water Course		آبریز

شکل ۸-۸ - علائم قراردادی

۸-۵ - کارتوگرافی خودکار^۱

از آن جا که در سه دهه اخیر پیشرفت علم و تکنولوژی موجب تغییر روش های کاربردی تمام علوم گشته است، کارتوگرافی نیز به طور فزاینده ای در این خصوص تحت تأثیر قرار گرفته به خصوص چون شروع کار عملیات کارتوگرافی جمع آوری اطلاعات مکانی مربوط به یک منطقه از زمین است و در حال حاضر در کلبه روش های تعیین موقعیت این اطلاعات به صورت فایل های رایانه ای در اختیار قرار می گیرد و از طرف دیگر تقاضا برای ارائه اطلاعات یا نقشه به این شکل نیز روزافزون است.



شکل ۸-۹ - کارتوگرافی خودکار

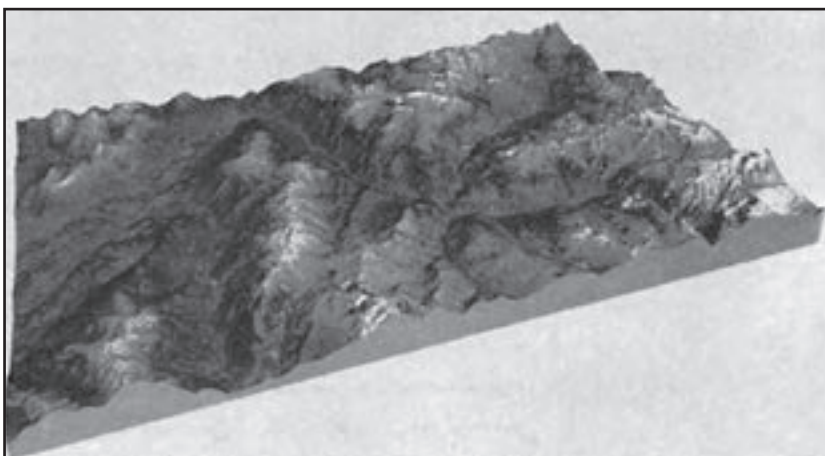
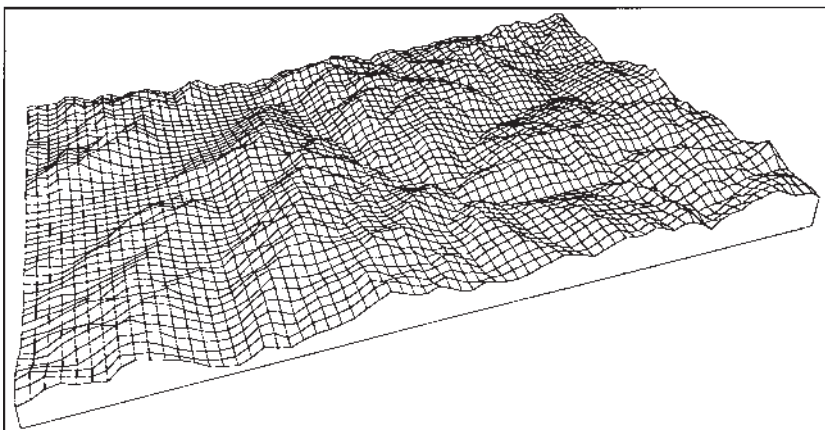
اطلاعاتی که در رایانه نگهداری می‌شود به صورت عددی است. بنابراین موضوع مهم در تغییر کارتوگرافی سنتی به کارتوگرافی خودکار تبدیل اطلاعات غیر عددی به عددی است. در کارتوگرافی به علت ماهیت خاص خود و عناصر هنری ویژه‌ای که در آن وجود دارد این تغییر بسیار کند انجام شده و هنوز حضور کارتوگراف در بعضی از مراحل تولید خودکار نقشه امری ضروری است. در گذشته داده‌های راقومی زمینی به عنوان محصولات فرعی نقشه به حساب می‌آمد. لیکن امروزه این وضعیت تغییر نموده است به طوری که داده‌های راقومی در درجه اول اهمیت قرار دارند و اساس سیستم‌های رایانه‌ای اطلاعات جغرافیایی و زمینی محسوب می‌شوند.

نکته مهم دیگر آن است که نمایش عوارض سطح زمین در ترسیم دستی با نمود آنها در طبیعت تفاوت دارد. در این روش به واسطه مقیاس نقشه، در نمایش عوارض محدود می‌شویم. هم‌چنین استفاده از علائم و نشانه‌ها ضرورت پیدا می‌کند اما در محیط راقومی چنین محدودیت‌هایی وجود ندارد چرا که داده‌های راقومی فاقد مقیاس اند و هر عارضه زمینی با تعیین مختصات (x و y و z) به صورت نقاط، رشته نقاط خطی یا کمان تعریف می‌شود. به علاوه می‌توان تعداد نامحدودی از عوارض زمینی را صرف نظر از میزان نزدیکی آنها به یک‌دیگر در سطح زمین وارد پایگاه اطلاعاتی نمود.

در روش سنتی برجستگی‌های سطح زمین، به صورت خطوط منحنی میزان نمایش داده می‌شوند. تصویری که برای اکثر تهیه‌کنندگان نقشه و مصرف‌کنندگان آن به خوبی قابل درک است. اما بهترین شکل نمایش برجستگی‌ها در کاربردهای رایانه‌ای روش «مدل ارتفاعی راقومی»^۱ است. در این روش به منظور نمایش بهتر توپوگرافی زمین، ارتفاعات موجود در مسیر خطوط شکست نیز ثبت و ترسیم می‌شود. روش دیگر این است که انتخابی تصادفی از نقاط ارتفاعی واقع در محل‌های حساس (مانند دره‌ها - شکستگی‌های زمین و غیره) داشته باشیم تا بدین ترتیب برجستگی بهتر به تصویر کشیده شود.

مدل‌های ارتفاعی راقومی امکانات نامحدودی برای نمایش تصویری برجستگی‌ها در روش‌های خودکار به دست می‌دهد. مثلاً برای نمایش منحنی‌های معمول، نقشه‌های تیپ، مناظر پرسپکتیو، برجستگی‌های سایه‌دار، برش‌ها و غیره.

۱- این روش که با DEM نشان داده می‌شود شبکه‌ای سیستماتیک و منظم از نقاط ارتفاعی زمین است. این شبکه معمولاً هم تراز با محورهای X و Y سیستم مختصات نقشه است یا در فواصلی از قبل تعیین شده با طول و عرض جغرافیایی برخورد می‌کند.



شکل ۱۰-۸ نقشه رقومی یک منطقه

یک پایگاه اطلاعاتی رقومی که مختصات عوارض زمینی به دست آمده از روش‌های مختلف را در یک جا جمع می‌نماید، دارای دقت بسیار بالایی بوده و محتوای آن بسیار غنی‌تر از یک پایگاه اطلاعاتی جغرافیایی است که تنها نمایشی از اطلاعات زمینی در نقشه‌های سنتی می‌باشد. در محیط رقومی به جای سمبل‌های تصویری نقشه از کدهای ویژه عوارض و مشخصه‌ها استفاده می‌شود. چنین تفاوتی بیان‌گر آن است که در تهیه نقشه‌های رقومی باید دو نوع اصلی از فایل‌های رقومی را مدنظر قرار داد.

الف - فایل موقعیت عوارض

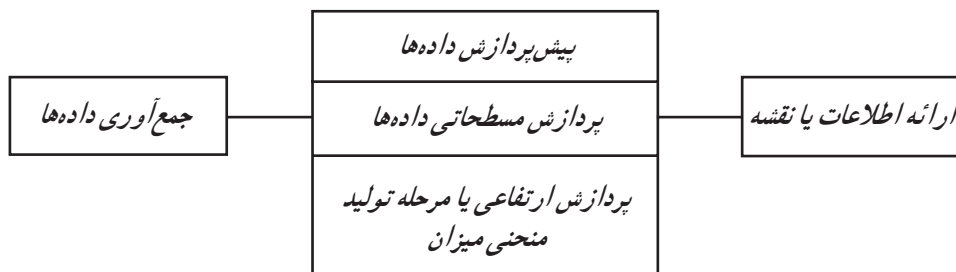
ب - فایل نمایش عوارض

فایل موقعیت می‌تواند کلاً شامل عوارض زمینی کنترل و اصلاح‌شده‌ای باشد که گردآوری

داده‌های آن مستقیماً به فرم رقومی (عددی) از نقشه‌برداری زمینی یا فتوگرامتری حاصل شده است. در این فایل کلیه عوارض زمینی در محل‌های جغرافیایی واقعی خود و بدون توجه به سمبل‌دهی کارتوگرافی ثبت می‌شوند. این فایل فاقد مقیاس، مفهومی که ما در ذهن داریم می‌باشد و در آن دقت هندسی و محتوا جانشین این مفهوم شده است. فایل موقعیت، پایه اصلی سیستم اطلاعات جغرافیایی را تشکیل می‌دهد.

فایل نمایش را کارتوگراف با استفاده از فایل موقعیت و برای هر مقیاس نقشه ایجاد می‌نماید. سیستم کارتوگرافی به کارتوگراف امکان می‌دهد تا عوارض را نمایش دهد، تعریف و یا حذف نماید. سمبل‌های مناسب را انتخاب و سپس فرمان‌های مناسب برای ترسیم خودکار نگاتیوهای تفکیک رنگ را صادر کند.

این ایده‌های جدید، در واقع روش‌های کاربردی آینده می‌باشند و بدین ترتیب لازم است استانداردها و دستورالعمل‌های جدیدی تهیه و تدوین گردند. به‌طور کلی در کارتوگرافی خودکار مراحل کار در دیگرام زیر نشان داده شده است.



۶-۸- گردآوری اطلاعات

منابع اطلاعاتی کارتوگرافی به اشکال مختلف مثل تصویر و عدد و حرف و نولر مغناطیسی و دیسک و... موجود است. چون این اطلاعات همگون نمی‌باشند زمان زیادی برای تهیه نقشه لازم است. همگون نبودن اطلاعاتی چون ۱- مقیاس ۲- سیستم تصویر و تبدیل مقیاس و سیستم تصویر به یکدیگر محتاج اتخاذ روش‌هایی است که ماهیت هر کدام از آنها اثراتی در کیفیت کار به‌وجود آورد و اگر کوچک‌ترین تغییر یا اشتباهی در هر کدام از کارها مشاهده گردد دوباره عملیات باید تکرار گردد. در حقیقت، همین تکرار است که بزرگترین حجم عملیات محسوب شده و بدون تحول در این قسمت پیشرفتی در مرحله نهایی یا تألیف صورت نخواهد گرفت.

۷-۸- عددی نمودن اطلاعات

در عددی نمودن اطلاعات لازم است عوارض موردنظری که قرار است عددی شوند از قبل مشخص شوند پس از تعیین آنها باید در مورد انتخاب روش عددی نمودن تصمیم‌گیری به عمل آید. عددی نمودن اطلاعات مستلزم اندازه‌گیری X و Y تمام عوارض موجود در نقشه است.

۸-۸- روش‌های عددی نمودن اطلاعات

– کلیه اطلاعات تصویری اعم از انواع عکس‌های هوایی و یا نقشه‌ها به دو صورت تبدیل به اطلاعات عددی می‌گردند.

۱- نقاط منفرد، خطوط و حدود نواحی می‌تواند به‌طور منفرد و جداگانه ثبت شود (روش ردیابی)

۲- بدون توجه به نوع عارضه دستگاه با یک حرکت سیستماتیک و منظم کلیه اطلاعات موجود را ثبت نماید (روش جاروب کردن).

تصاویر گرافیکی به‌صورت دستی و خودکار عددی می‌گردند. در روش دستی با استفاده از ردیاب دستی و در روش خودکار با ردیاب خودکار این کار صورت می‌گیرد. کاربرد ردیاب خودکار در تصاویر ساده خطی است. از ردیاب خودکار می‌توان برای تصاویری که فقط دارای منحنی میزان‌های ساده هستند استفاده نمود.

ردیاب‌ها یا وسایلی که ارقام را ثبت می‌نمایند به ۳ طریق کار می‌کنند :

الف – ثبت نقاط

ب – ثبت زمانی

ج – ثبت فاصله‌ای

ثبت نقاط : ردیاب روی نقطه موردنظر قرار می‌گیرد و با فشار دادن سوئیچ مخصوص مختصات آن ثبت می‌گردد.

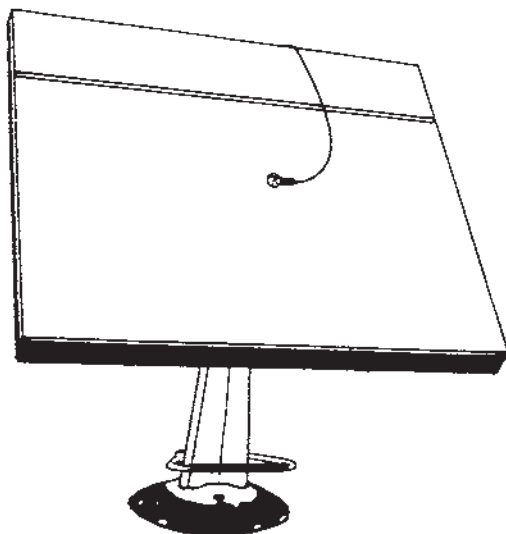
ثبت زمانی : برای این که بتوان مختصات نقاط واقع بر یک خط را ثبت نمود لازم است که زمان معینی برای حرکت از یک نقطه به نقطه دیگر در نظر گرفته شود. واضح است اگر خط پر پیچ و خم باشد فاصله نقاط به هم نزدیک و چنان‌چه خط ساده باشد فاصله نقاط از هم دور خواهد شد.

ثبت فاصله‌ای : در این روش ردیاب با طی فاصله‌های مساوی و برابر مبادرت به ثبت مختصات خواهد نمود.

۹-۸- دستگاه‌های عددی‌کننده کارتوگرافی

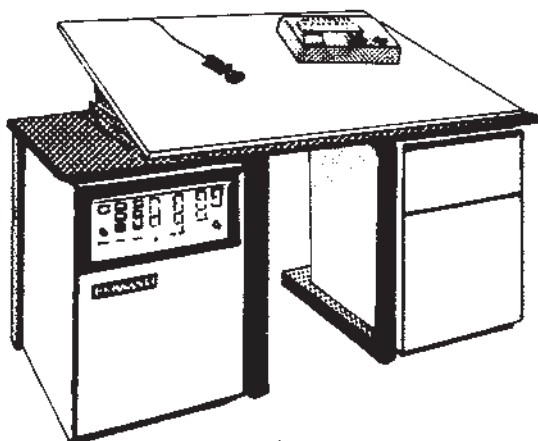
— دستگاه‌های عددی‌کننده به دو گروه تقسیم می‌شوند :

گروه اول نوعی کوردیناگراف هستند که موقعیت وسیله ردیاب به وسیله ۲ ریل کشویی که در جهات X و Y حرکت می‌کند اندازه‌گیری می‌شود (شکل ۸-۱۱).



شکل ۸-۱۱- دستگاه عددی‌کننده d-mac

گروه دوم شامل خطوط ظریف شبکه‌مانندی هستند که کل این خطوط دستگاه مختصات X و Y را تشکیل می‌دهد (شکل ۸-۱۲).



شکل ۸-۱۲- دستگاه عددی‌کننده شبکه‌ای

در نوع اول وسیله ردیاب را روی نقطه مورد نظر قرار می‌دهد موتورهای مخصوصی ریل کشویی را به حرکت درمی‌آورد و موقعیت خطی (X و Y) تبدیل به عدد می‌گردد.

در نوع دوم یا دستگاه‌های عددی‌کننده شبکه‌ای دارای سیستم متفاوتی نسبت به گروه اول می‌باشند شبکه مورد نظر معمولاً به وسیله نور و یا مدار الکترونیکی ایجاد می‌شود در حالت نوری ردیاب مجهز به یک نقطه نوری بسیار کوچک است که با حرکت آن بر روی میز محل تقاطع آن با خطوط شبکه ریز واقع بر روی میز معلوم شده و ثبت می‌گردد.

۱۰-۸- کدگذاری عوارض

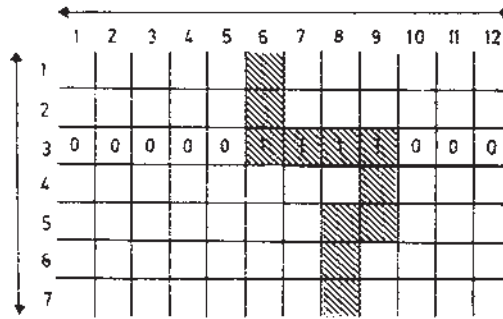
برای این که اطلاعاتی که تبدیل به عدد می‌شود بتواند بعداً به صورت ایده‌آل مورد مصرف قرار گیرد و تبدیل به نقشه شود لازم است که تقسیم‌بندی و کدگذاری شود. این موضوع یکی از نیازهای مبرم کارتوگرافی خودکار می‌باشد که معمولاً در عملیات عددی نمودن اطلاعات انجام می‌گیرد. از طریق همین کدها می‌توان به ترسیم اتوماتیک دست یافت.

۱۱-۸- ایجاد تصویر به کمک کامپیوتر یا اسکن

ایجاد تصویر به کمک کامپیوتر مستلزم انجام ۳ مرحله است:

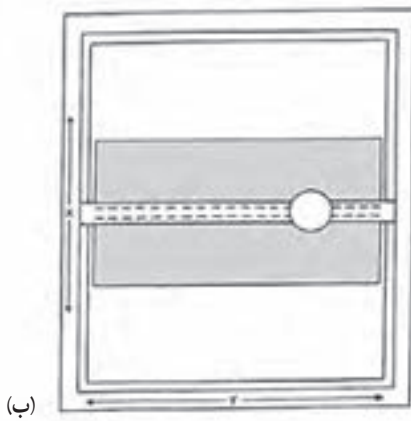
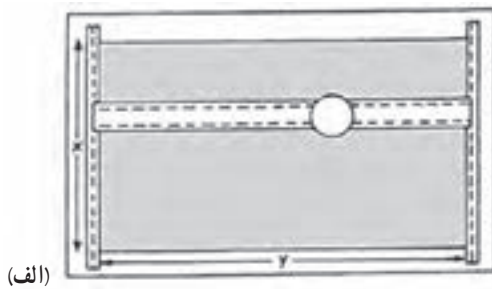
- ۱- تهیه نقشه یا اطلاعات مناسب برای کامپیوتر
 - ۲- معرفی موقعیت و مختصات به طور خودکار به دستگاهی که تصویر را به وجود می‌آورد.
 - ۳- ایجاد تصویر به وسیله دستگاه‌های ترسیم خودکار
- از بین این سه روش، روش سوم یا روش انتقال در کارتوگرافی خودکار اهمیت ویژه‌ای دارد زیرا اشعه نورانی که به سطح فیلم حساس می‌تابد به طور خودکار دقیقاً قابل کنترل می‌باشد و این تنها روشی است که انجام آن به طور دستی غیرممکن است. به علاوه استفاده از اشعه نورانی به عنوان یک وسیله ترسیم این امکان را می‌دهد که بتوان از تصاویر گرافیکی موجود نسخه‌های اضافی تهیه نمود.

۱۱-۸- روش تصویربرداری یا اسکن کردن: در کارتوگرافی خودکار از روش خاصی به نام جاروب کردن استفاده می‌شود که در آن وسیله ترسیم به طور منظم حرکاتی انجام می‌دهد که تمامی سطح تصویر را شامل می‌شود. در حقیقت حرکت وسیله ترسیم نقطه به نقطه در راستای خطوط موازی خواهد بود که تمام تصویر را جاروب نموده و می‌پوشاند (شکل ۱۳-۸).



شکل ۱۳-۸- اصول روش جاروب کردن

۲-۱۱-۸- دستگاه ترسیم
خودکار (پلاترها) : دستگاه‌های ترسیم
۳ نوع هستند : (شکل ۱۴-۸)



شکل ۱۴-۸- الف - دستگاه ترسیم خودکار
بر مبنای کوردیناتوگراف، ب - دستگاه ترسیم
خودکار با میز متحرک، ج- دستگاه ترسیم خودکار
استوانه‌ای.

۱- قلم ثابت سطح نقشه متحرک (میز متحرک) (الف)

۲- قلم متحرک و میز ثابت (ب)

۳- پلاترهای استوانه‌ای که قلم و میز هر دو متحرکند و دارای دقت بسیار بالایی در حدود ۰/۰۱°

میلی‌متر است. (ج)

۱۲-۸- کاربردهای کارتوگرافی خودکار

ترسیم از جمله کارهایی است که نیازمند ذوق و ظرافت خاصی است. ترسیم نقشه به صورت خودکار در اندازه و مقیاس متفاوت و با رنگ و اندازه‌های دلخواه از کاربردهای مهم کارتوگرافی خودکار می‌باشد چرا که در این عملیات پارامترهایی چون دقت، تمیزی، نظم و ظرافت عوامل اصلی در کارتوگرافی خودکار می‌باشد.

کار در کلاس

۱- یک نقشه توپوگرافی تهیه و منحنی‌های آن را با دست ترسیم نمایید.

۲- اگر بخواهیم همین نقشه را به صورت خودکار ترسیم نماییم منحنی‌ها چگونه خواهند شد.

اختلاف آنها را مشخص نمایید.

فهرست منابع

- ۱- مقرب نیا، بهمن، مبانی نقشه برداری، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران ۱۳۷۸
- ۲- مقیمی، سید جعفر و مجید همراه، کارتوگرافی، سازمان جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی، ۱۳۷۰
- ۳- محمود ذوالفقاری، نقشه برداری
- ۴- شمس، نوبخت، نقشه برداری
- ۵- ایرج جزیریان، جزوه دستگاه‌های پیشرفته
- ۶- محمدرضا عاصی، نقشه برداری روزمینی و زیرزمینی
- ۷- افشین یزدی مقدم، جزوه آشنایی با توتال استیشن‌ها
- ۸- WILLIAM CURTIN CONCISE PRACTICAL SURVEYING hodder and stoughton London 1996.
- ۹- T.J.M KENNIE ENGINEERING SURVEYING TECHNOLOGY Blackie-London 1990.
- ۱۰- Aronof, Stan Geographie Information Systems WDL publications ottawa 1989.

