هدف کلّی

ایجاد توانایی لازم به‌منظور تهیه‌ی نقشه و پیاده‌کردن پلان‌های ساختمانی و کنترل‌های هندسی مربوطه در مناطق محدود.

فصل اوّل

کلیّات و تعاریف

به‌منظور طراحی یک پروژه‌ی عمرانی در یک منطقه‌ی زمین، قبلاً باید وضعیّت زمین آن منطقه را ازنظر شکل، ابعاد، پستی و بلندی‌ها و دیگر عوارض موجود در آن شناخت. طرّاح یک پروژه بدون توجه به خصوصیّات مذکور قادر به ارائه‌ی طرح نیست. برآورد هزینه‌های اجرای طرح و سپس انجام عملیات اجرایی مراحل دیگر اتمام کار پروژه‌اند. ارتباط نقشه‌برداری با مراحل سه‌گانه‌ی فوق همچنین آشنایی با مفاهیم اساسی نقشه‌برداری قبل از بحث درخصوص وسایل و دستگاه‌های نقشه‌برداری و روش‌های اندازه‌گیری و قواعد کار به‌منظور تهیه‌ی نقشه‌ی یک منطقه از زمین یا پیاده‌کردن طرح‌های ساختمانی، در این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در پایان این فصل، دانش‌آموز باید قادر باشد :

- جنبه‌های کاربردی نقشه‌برداری را، در رشته‌ی تحصیلی خود توضیح دهد.
- کروکی، عکس هوایی و نقشه را تعریف نموده، تفاوت‌های آن‌ها را ذکر کند.
- نقشه‌برداری را تعریف کند.
- تفاوت‌های نقشه‌های بنیادی و موردی را ذکر کند.
- مراحل تهیه‌ی نقشه از یک منطقه را توضیح دهد.
- کمیت‌هایی که برای تهیه‌ی نقشه اندازه‌گیری می‌شوند را نام ببرد.
- تفاوت نقشه‌برداری‌های هوایی و زمینی را بیان نماید.
- برداشت را تعریف کند.
- مقیاس را تعریف نموده، انواع آن را نام برد.
- خصوصیات ویژه‌ی مقیاس ترسیمی را ذکر نماید.
- نقشه‌ها را ازنظر مقیاس دسته‌بندی کند.
- ضمن تشخیص علائم قراردادی نقشه، خصوصیات این علائم را ذکر کند.
- انواع شمال‌ها در نقشه‌برداری، تفاوت و چگونگی شناسایی آن‌ها را توضیح دهد.
- ضمن تعریف آزیموت، انواع آن را نام برد.

۱ــ۱ــ چرا آموزش نقشه‌برداری در رشته ساختمان ضروری است؟

بخش اعظم فعالیت‌متخصصان رشته ساختمان طراحی، محاسبه و اجرای پروژه‌های مختلف عمرانی است. به‌منظور انجام هرکدام از امور سه‌گانه‌ی فوق در یک محل یا منطقه، قبلاً باید آن محل یا منطقه را شناخت و اطلاعاتی درخصوص وضعیت آن به‌دست آورد. معمولاً بخش مهم این اطلاعات شامل ارزیابی شکل، ابعاد، عوارض و ناهمواری‌های موجود در منطقه‌ای است که قرار است پروژه‌ی عمرانی در آن اجرا شود و هرچه منطقه بزرگ‌تر باشد ضرورت دست‌رسی به این نوع اطلاعات بیش‌تر می‌شود.

شاید چنین به‌نظر برسد که با مشاهده‌ی مستقیم و یا عکّاسی و نقاشی می‌توان به شناخت کافی از یک منطقه رسید ؛ در این‌خصوص ذکر توضیحاتی ضروری است :

اول آن‌که طراح با رفتن به منطقه‌ای که قرار است پروژه‌ای را در آن طراحی کند، می‌تواند اطلاعاتی را به‌دست آورد لیکن این اطلاعات جهت طراحی پروژه کافی نیست چراکه طرح یک پروژه ابتدا باید روی صفحه‌ی کاغذ ترسیم گردد و موقعیت نقاط مختلف آن با عوارض موجود بر روی زمین هماهنگی داشته باشد. ازطرف دیگر در مشاهده‌ی مستقیم، به دلیل محدودیت‌هایی، ازجمله خطای دید، شناخت شکل واقعی و ارزیابی و تعیین ابعاد عوارض موجود در منطقه به‌طور دقیق و به‌سادگی امکان پذیر نیست. بخصوص برای اشیایی که در دوردست قرار دارند این کار میسّر نمی‌باشد. اگرچه، با صعود به یک نقطه‌ی مرتفع نیز می‌توان افق دید را وسعت داد و زوایای مرده را ازبین برد ولی چون زمین و برجستگی‌های آن در زیرپا به‌صورت مسطح نمودار می‌شوند تشخیص برجستگی‌ها به سهولت امکان‌پذیر نیست ؛ ضمناً اگر مناظر و اشیا را از زاویه‌های مختلف و یا از بلندی‌های متفاوت نگاه کنیم هرکدام شکل مخصوص و متفاوتی به‌خود می‌گیرند. به دلایل گفته‌شده اطلاعاتی که ما ازطریق مشاهده‌ی مستقیم به آن‌ها می‌رسیم اگر غلط هم نباشد کاملاً تقریبی است.

دوم آن‌که البته با نقاشی و عکاسی هم می‌توان موقعیت عوارض روی زمین را ثبت نموده و در اختیار طراح قرار داد ولی در این خصوص به چند نکته باید توجه داشت : در فنّ عکاسی و در هنر نقاشی، نقطه‌ی دید است که سرنوشت عکس یا آن‌چه را که نقاشی می‌شود تعیین می‌کند، به‌ویژه در هنر، نقطه‌ی دید موردی است بسیار فردی و خصوصی و بستگی به حالت‌های روحی، احساس، تخیّل، ذوق و سلیقه و ادراک هنرمند دارد. در واقع نقاش تحت‌تأثیر یکی از این حالت‌هاست که شئ یا منظره‌ای را برای نقاشی انتخاب می‌کند. بنابراین بسیاری از جزئیات را فدا می‌کند. این نحوه گزینش در واقع انتقال احساس ویژه‌ی هنرمند به بیننده در یک لحظه‌ی خاص و مکان خاص است.

درمورد عکس هم، تا حدی، این موضوع صادق است. این‌که از روبه‌رو عکس برداریم و یا از بلندی و یا از جهات مختلف، نتیجه متفاوت خواهد بود. در هرصورت عکس نیز تصویری است در زمان و مکان معین و با پرسپکتیو مشخص.

پس روشن شد که عکاسی و نقاشی هیچ‌کدام نمی‌توانند تصویری کاملاً واقعی از زمین یا منظره‌ای ازطبیعت را به ما عرضه دارند[1]، درحالی‌که آن‌چه موردنیاز یک طرّاح پروژه‌ی عمرانی است نمایش ترسیمی دقیق از اطلاعات موردنیازی است که قبلاً به‌آن‌ها اشاره شد. به چنین ترسیمی نقشه می‌گویند. طراح با دردست داشتن یک نقشه‌ی دقیق و خوانا می‌تواند شکل واقعی زمین را درک نموده و راجع به طرحی که درنظر دارد تصمیم‌گیری کند.

نمونه‌هایی از نقشه‌ها با پروژه‌های طرّاحی شده روی آن‌ها را در این صفحه و صفحه‌ی بعد می‌بینید. به‌منحنی‌های ترسیم شده روی نقشه **منحنی‌های تراز**(Isometric Line) می‌گویند. این منحنی‌های تراز وضعیت پستی و بلندی‌های زمین رانشان می‌دهند و شما طرز ترسیم آن‌ها را در روی نقشه، در این کتاب خواهید آموخت.

شکل ۱ــ۱

۱ــ نوع خاصی از عکس‌ها به نام عکس‌های هوایی که در این کتاب معرفی خواهد شد، در طراحی پروژه‌های عمرانی کاربرد دارد.

شکل ۲ــ۱

شکل ۳ــ۱

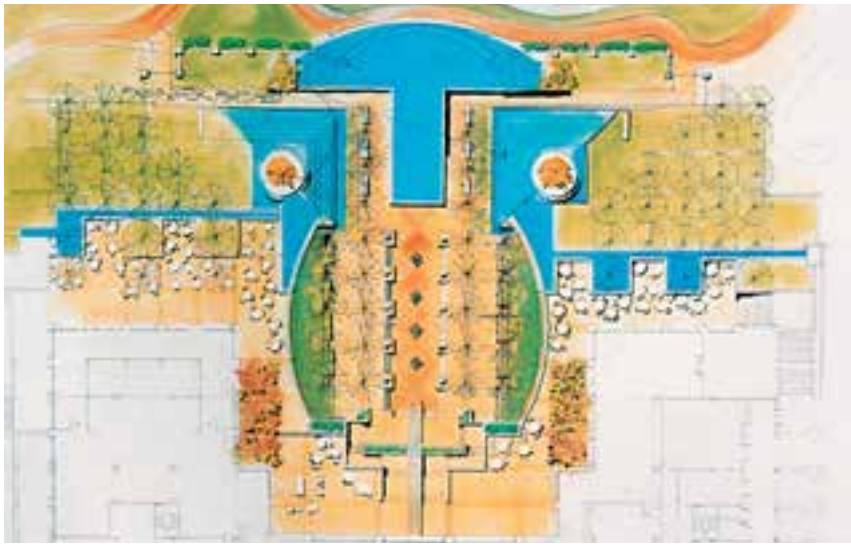
علاوه بر پستی‌ها و بلندی‌های زمین اگر عوارض مسطحاتی نیز در منطقه موجود است و عوارض جدید باید در کنار آن‌ها طراحی و اجرا شود، موقعیت عوارض موجود باید دقیقاً بر روی نقشه مشخص گردد. این کار به‌خاطر هماهنگی عوارض قدیم و جدید ضرورت دارد. در تصاویری که در زیر می‌بینید در کنار بخش‌هایی که قبلاً موجود بوده‌اند، بخش‌های جدیدی نیز طراحی شده‌اند.

الف

ب

شکل ۴ــ۱ــ(الف) و (ب)

ج



د

شکل ۴ــ۱ــ(ج) و (د)

بنابراین آن‌چه در تهیه‌ی نقشه بسیار اهمیت دارد دقت آن است. منظور از دقت در نقشه دو چیز است یکی آن‌که زوایا و اندازه‌ها تا حد زیادی دقیق باشد و دیگر آن‌که موقعیّت اشیای روی نقشه با آن‌چه در واقعیّت وجود دارد مطابقت داشته باشند، زیرا نقشه، در هرحال، شکل کوچک‌شده و ساده‌شده‌ی قسمتی از زمین است.

شرایط و چگونگی تهیه‌ی نقشه‌ها بستگی دارد به هدف و منظور خاصی که در هر نقشه تعقیب می‌شود. یک نقشه را موقعی صحیح می‌دانند که اطلاعات داده‌شده در آن غلط یا مبهم نباشد و استفاده کننده بتواند به‌راحتی آن را با واقعیت وفق دهد. یک نقشه نه‌تنها باید اندازه‌ها را دقیق نشان دهد بلکه بایستی ازنظر کیفیت‌هنری، بخصوص تجسم‌بخشیدن به برجستگی‌های زمین نیز مطلوب باشد و این کار مشکلی است، زیرا این دو ویژگی با هم در تعارض قراردارند و تهیه‌ی نقشه‌ای که جواب‌گوی هر دو ویژگی باشد، کاری است بسیار دشوار.

گذشته از آن‌چه گفته‌شد، نقشه باید تا حدّامکان ساده باشد. در تهیه‌ی نقشه باید دید کدام عوارض موردتوجه‌اند. آنگاه به ساده‌کردن جزئیّات و کلی کردنشان بپردازیم. برای طراح، با توجه به ویژگی‌های طرحی که درنظر دارد، بعضی از عوارض مهم است و پاره‌ای نیز اهمیّت ندارد. همچنین ممکن است لازم باشد بعضی جزئیات مهم بزرگ‌تر از اندازه‌ی واقعی آن‌ها، و یا عارضه‌ای به‌ظاهر مهم با شکلی مختصر و یا تنها با یک علامت نشان داده شود.

با توجه به مطالب فوق می‌توان گفت 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 و اندازه‌ی دقیق ارتفاعات، فواصل و مسافت‌ها و دیگر واقعیات مربوط به عوارض روی زمین را ارائه می‌نماید. با نقشه است که می‌توانیم حتی سرزمین‌های دوردست و ناشناخته را شناسایی کنیم.

نقشه‌برداری فن تهیه‌ی نقشه است و در آن مراحل کار تهیه‌ی نقشه بررسی می‌شود. به‌خاطر دقت کار بایستی اندازه‌هایی را روی زمین به‌دست‌آورد و برای این کار است که از وسایل مختلف اندازه‌گیری در آن استفاده می‌شود. پس از به‌دست‌آوردن اندازه‌ها و انجام مراحل محاسباتی با رعایت قواعد و استانداردهایی، نقشه با خصوصیات ذکر شده آماده می‌گردد.

در بخش محاسبه، نقشه‌برداری به‌منظور پیدا کردن حجم عملیات خاکی لازم‌الاجراست چراکه به‌ندرت زمین منطقه‌ای که قراراست پروژه‌ی عمرانی در آن اجرا شود دست‌نخورده باقی می‌ماند. بنابراین تغییر وضعیت زمین طبق طرح پیش‌بینی شده با نقشه‌برداری کنترل می‌شود. همچنین قبل از به‌مرحله‌ی اجرا درآمدن پروژه‌های عمرانی برآورد هزینه‌ها و پس از آن به‌منظور تهیه‌ی صورت وضعیت، از امور محاسباتی است که انجام آن‌ها مستلزم اجرای عملیات نقشه‌برداری است.

نقشه‌برداری همچنین با هدف انتقال طرح از روی کاغذ بر سطح زمین در مرحله‌ی اجرا ضروری است، چرا که در این مرحله باید عملیاتی عکس عملیات تهیه‌ی نقشه، به‌طور دقیق، صورت گیرد که به آن **عملیّات پیاده‌کردن نقشه**(Setting Out) می‌گویند. قدم اول اجرای هر پروژه‌ی

ساختمانی در یک منطقه از زمین، پیاده‌کردن نقشه‌ی آن است و نقشه را با همان وسایلی که برای تهیه‌ی نقشه مورداستفاده قرار می‌گیرند پیاده هم می‌توان کرد. کنترل‌های هندسی حین اجرا و نیز پس از اجرا از کاربردهای دیگر نقشه‌برداری است.

نکته‌ی آخر آن‌که طراحان و متخصصین رشته‌های عمران و معماری برای استفاده از نقشه باید قادر به نقشه‌خوانی باشند. بدین‌منظور باید فنّ تهیه و تدوین نقشه را فرا گرفت و این‌کاری است که با خواندن کتاب، به تنهایی، تأمین نمی‌شود بلکه باید با عمل نیز توأم گردد و به‌خصوص بخش‌های نظری و عملی با مقایسه‌ی مستقیم نقشه و عوارض روی زمین تکمیل می‌گردد.

درک خواننده در برخورد اولیه با نقشه، تفاوت‌هایی با واقعیت عوارض در روی زمین دارد، بررسی نقشه قبل از دیدن منطقه ایده‌ای کلی و قبلی از زمین به‌دست می‌دهد امّا بررسی نقشه در روی زمین اساس کار به‌شمار می‌رود. در واقع انتظاری که از نقشه می‌رود این است که نقشه‌خوان را در روی زمین راهنمایی کند تا شکل واقعی زمین را درک کند. با استفاده از نقشه است که کلیه‌ی نکات مربوط به زمین ازجمله تطبیق عوارض طبیعت با نمایش ترسیمی آن‌ها در محل، به‌سادگی امکان‌پذیر می‌گردد. راه‌ها و خصوصیت آن‌ها، فواصل میان نقاط، برجستگی‌های زمین و فرورفتگی‌های آن، خطوط بزرگ‌ترین شیب و غیره مسائلی هستند که بررسی آن‌ها در روی زمین عملی‌تر است و مقایسه‌ای که میان عوارض زمین و جزئیات نقشه پیش می‌آید درک و قرائت نقشه را آسان‌تر می‌سازد.

۲ــ ۱ــ کروکی ــ عکس هوایی ــ نقشه

احتمالاً گاهی برای شما اتفاق افتاده است که خواسته‌اید بر روی کاغذ، نشانی محلی را برای کسی با ترسیم نشان دهید یا برعکس از کسی خواسته‌اید اینکار را برای شما انجام دهد. برای این‌منظور معمولاً به‌طور تقریبی موقعیت خیابان، کوچه و دیگر عوارض محل را روی کاغذ ترسیم می‌کنند تا بیننده بتواند نسبت به منطقه شناسایی پیدا کند، البته همان‌گونه که قبلاً گفته شد این نوع ترسیم دقیق نیست زیرا اندازه‌ی ابعاد عوارض روی زمین برای رسم‌کننده مشخص نیست و او بر اساس اندازه‌هایی که حدس می‌زند عمل ترسیم را انجام می‌دهد. به چنین ترسیمی **کروکی** می‌گویند. پس می‌توان گفت :

> کروکی عبارت‌است از ترسیمی که فاقد اندازه‌های دقیق باشد.

بعداً خواهید دید که برای تهیه‌ی نقشه، پس از شناسایی منطقه، نخست یک کروکی از آن تهیه می‌کنند که این خود، راهنمایی است برای عملیات اندازه‌گیری و تعیین ابعاد عوارض روی زمین و هم‌چنین برای تهیه‌ی نقشه‌ی نهایی.

شکل ۵ ــ ۱

به دلیل شباهت زیاد عکس به نقشه، در قرن نوزدهم متخصصان نقشه‌برداری به‌فکر افتادند که برای تهیه‌ی نقشه از عکس استفاده کنند. نوع عکسی که می‌توانست مورد استفاده قرارگیرد عکس‌های هوایی بود زیرا در عکس‌های زمینی، اگرچه از نقطه‌ی مرتفعی عکس‌برداری انجام گیرد، عوارض زمین با شکل واقعی ظاهر نمی‌شود مگر این‌که عکس‌برداری مثلاً از نمای یک ساختمان یا اشیایی که در یک صفحه‌ی قائم قرارگرفته‌اند انجام شود. عکس‌برداری هوایی اولین بار به کمک **بالون و کایت** انجام گرفت[1] و پس از این‌که اطمینان حاصل شد که این نوع عکس می‌تواند کمک زیادی به عمل تهیه‌ی نقشه بکند هواپیماهای کوچکی مخصوص این‌کار ساخته شد که نصب دوربین عکس‌برداری در کف آن‌ها باعث شد عکس‌های زیادی از سطح زمین تهیه گردد.

۱ــ در اوایل قرن هجدهم میلادی از عکس‌هایی که با کایت و بالون از سطح زمین برداشته می‌شد در تهیه‌ی نقشه استفاده می‌کردند. با اختراع هواپیما توسط برادران رایت در سال ۱۹۰۲، در طی جنگ جهانی اوّل و نیز در فاصله‌ی دو جنگ جهانی اوّل و دوم برای تهیه‌ی نقشه از عکس هوایی نیز کمک گرفته شد.

شکل ۶ــ۱

شکل ۷ــ۱

با توجه به آن‌چه گفته شد عکس هوایی را به شکل زیر تعریف می‌کنیم :

عکس هوایی ؛ عکسی است که با یک وسیله‌ی نقلیه‌ی هوایی مانند هواپیما، هلیکوپتر، بالون، موشک و ... از سطح زمین برداشته شده باشد.

عکس‌های هوایی که به این‌ترتیب تهیه می‌شوند علاوه بر این‌که با روش **فتوگرامتری**[۱] قابل‌تبدیل به نقشه هستند، برای مطالعاتی ازقبیل تشخیص نوع عوارض و تراکم آن‌ها در یک منطقه، تشخیص بافت شهرها و روستاها، تغییرات جنس پوسته‌ی زمین، شناسایی پوشش‌های گیاهی و بسیاری از موارد دیگر نیز قابل‌استفاده‌اند. نمونه‌ای از این عکس‌ها را در شکل ۶ــ۱ و نقشه‌ی تهیه شده براساس آن‌ها را در شکل ۷ــ۱ می‌بینید.

۱ــ فتوگرامتری (Photogrammetry) روشی است که در آن عکس‌های هوایی را به کمک دستگاه‌های مخصوص یا نرم‌افزارهای کامپیوتری تبدیل به نقشه می‌نمایند.

همان‌طورکه می‌بینید شباهت زیادی بین عکس هوایی و نقشه وجود دارد. با مقایسه‌ی این دو متوجّه می‌شوید که در نقشه ابعاد عوارض (انواع ساختمان‌ها، خیابان‌ها، کوچه‌ها و غیره) کاملاً مشخص و قابل اندازه‌گیری هستند و ضمن این‌که بعضی از جزئیّات، که با توجه به کاربرد نقشه، اهمیت چندانی ندارند حذف شده‌اند. به‌طورکلی وقتی نقشه با منظور خاصی تهیه می‌شود تنها باید عوارض موردنظر را نشان داد. مثلاً در شکل ۷ــ۱ وسایل نقلیه که در خیابان‌ها رفت و آمد می‌کنند و یا سایه‌ی عوارض و نیز فضای سبز منطقه حذف شده‌اند درحالی‌که اگر تنها بررسی فضای سبز منطقه موردنظر بود تنها همین فضا را در نقشه نشان می‌دادیم.[۱]

در جدول زیر مزیّت‌ها و کاستی‌های عکس‌های هوایی نسبت به نقشه درج شده‌است.

مزیّت‌ها	کاستی‌ها
۱ــ بعضی جزئیّات که در عکس‌های هوایی دیده می‌شود در نقشه دیده نمی‌شود. ۲ــ عوارض با شکل واقعی خود نمایان می‌شوند و نیازی به استفاده از علایم قراردادی نیست. ۳ــ عکس هوایی دو سه ساعت بعد از این‌که گرفته شد قابل استفاده است، درصورتی که برای تهیه‌ی نقشه حداقل چند ماه وقت لازم است. ۴ــ از نقاط غیرقابل دست‌رس نیز می‌توان عکس هوایی تهیه کرد. ۵ ــ با عکس‌برداری‌های متوالی (مثلاً روزانه) می‌توان پاره‌ای تغییرات را زیرنظر گرفت و نتایج به‌دست آمده را موردتجزیه و تحلیل و ارزیابی قرارداد.	۱ــ مطالعه‌ی ارتفاعات بدون استفاده از دستگاه‌های مخصوص امکان‌پذیر نیست. ۲ــ استفاده از عکس‌های هوایی نیازمند آموزش‌های مخصوص است. ۳ــ موقعیّت مسطحاتی و همچنین مقیاس عکس تقریبی است. ۴ــ بعضی عوارض کوچک، ممکن است در پناه عوارض بزرگ‌تر به‌طورکلّی پوشیده بماند. ۵ ــ اطلاعات مندرج در نقشه، در عکس‌های هوایی وجود ندارد. ۶ــ تشخیص عوارض به دلیل کم‌بودن اختلاف رنگ با اِشکال توأم است. ۷ــ دقت عکس هوایی یک منطقه از دقت نقشه‌ی آن منطقه کم‌تر است.

در تهیّه‌ی نقشه از مناطق بزرگ، عکس‌های هوایی کمک زیادی به عملیات می‌کنند و ازجمله اندازه‌گیری‌های زمینی را به مقدار زیاد کاهش می‌دهند زیرا در یک عکس هوایی موقعیّت عوارض نسبت به یکدیگر مشخص است ؛ از این‌رو کافی است برای تعداد محدودی از نقاط، اندازه‌گیری انجام شود تا بتوان نقشه‌ای دقیق تهیه کرد.

۱ــ برای کسب اطلاعات بیش‌تر در خصوص عکس‌های هوایی و روش فتوگرامتری به کتاب‌های تخصصی رشته‌ی نقشه‌برداری مراجعه نمایید.

قابل‌ذکر است که در تهیه‌ی نقشه از مناطق بزرگ، علی‌رغم استفاده از روش فتوگرامتری، به‌دلیل تأثیر انحنای زمین در تعیین موقعیّت نقاط، پیچیدگی‌هایی در کار پیش می‌آید که رفع آن‌ها مستلزم استفاده از متخصصان، تجهیزات و روش‌های خاص است. در هر کشوری معمولاً سازمان یا سازمان‌هایی مسئولیّت نقشه‌برداری را به‌عهده می‌گیرند. در ایران این مسئولیت به‌عهده‌ی **سازمان نقشه‌برداری کشور**(National Cartographic Center (N.C.C)) است. در تهیه‌ی نقشه از مناطق کوچک می‌توان از انحنای سطح زمین صرف‌نظر کرد و فرض را بر این گذاشت که اندازه‌گیری‌ها در زمینی کاملاً مسطح انجام می‌شود. حداکثر شعاع عملی که می‌توان در آن شعاع قطعه‌زمین را مسطح فرض کرد بستگی به مقیاس نقشه دارد اما به‌طور خلاصه می‌توان جدول مقابل را تنظیم کرد که در آن حداکثر شعاع‌های عملی را که در محدوده‌ی آن می‌توان منطقه را مسطح فرض کرد، آورده شده است.

مقیاس	حدّاکثر شعاع عمل
۱: ۵۰۰	۱۰ کیلومتر
۱: ۱۰۰۰	۱۵ کیلومتر
۱: ۵۰۰۰	۲۵ کیلومتر
۱: ۱۰۰۰۰	۳۰ کیلومتر
۱: ۲۰۰۰۰	۴۰ کیلومتر

این بخش از نقشه‌برداری را **نقشه‌برداری مستوی**(Plane surveying) نامیده‌اند.

اکنون با توجه به نکات گفته شده می‌توان نقشه را به‌صورت زیر تعریف کرد :

به نمایش ترسیمی کوچک و ساده‌شده‌ای از عوارض یک منطقه، پس از تعیین موقعیت دقیق نقاط لازم، بر روی یک صفحه‌ی افقی، **نقشه‌ی** آن منطقه می‌گوییم.

۳ــ۱ــ نقشه‌برداری و مراحل تهیه‌ی نقشه

همان‌گونه که قبلاً اشاره شد، عموماً در هرکشوری لازم است نقشه‌هایی از کل آن کشور تهیه شود. تهیه‌ی این نقشه‌ها، که به آنها **نقشه‌های پوششی یا بنیادی** می‌گویند، احتیاج به امکانات وسیع ازجمله هواپیماهای ویژه، سیستم‌های ارتباط با ماهواره و دیگر تجهیزات مخصوص و افراد متخصص دارد. از این‌رو سازمان‌های مسئول و مشخصی برای این‌منظور دایر می‌شوند و تجهیزات و نیروی انسانی کافی برای آن‌ها تأمین می‌گردند.

علاوه بر نقشه‌های بنیادی به دیگر نقشه‌هایی که از مناطق کوچک تهیه می‌شوند **نقشه‌های موردی** می‌گویند. این نقشه‌ها بر مبنای نقشه‌های بنیادی و با اهداف خاص تهیه می‌شوند. هرچه یک منطقه کوچک‌تر باشد با وسایل ساده‌تر و زحمت کمتری می‌توان نقشه‌ی آن را تهیه نمود. دراختیار بودن

نقشه‌های بنیادی یا عکس‌های هوایی، در شناسایی اولیه‌ی منطقه کمک زیادی می‌نمایند. بازدید از منطقه مکمّل شناسایی اولیه‌ی فوق است و حین بازدید ضمن تکمیل اطلاعات قبلی با ترسیم کروکی باید وضعیت منطقه را به‌منظور شناختن خط‌های جداکننده‌ی آن از اطراف و اطمینان از پابرجایی و ثبات این مرزها پیمود و نهایتاً روش مناسبی را که با مشکلات کار زمینی سازگارتر باشد مشخص کرد، همچنین وسایل موردنیاز را تعیین نمود.

نکته‌ی قابل‌توجه آن است که در هر عملِ اندازه‌گیری باید اولاً به‌دقّت مطلوب دست یافت و ثانیاً از به‌کاربردن ابزارهای گران‌قیمت و صرف هزینه‌های بی‌مورد اجتناب کرد، به‌عبارتی باید روش‌های بهینه‌ای را به‌کار گرفت. ذکر این نکته از آن‌نظر اهمیت دارد که عموماً، به اشتباه، تصور می‌شود که برای هرچه نزدیک‌تر شدن به مقدار حقیقی یک کمیّت، باید هرچه بیش‌تر در انجام اندازه‌گیری‌ها از وسایل پیچیده‌تر و پیش‌رفته‌تر و روش‌های دقیق‌تر استفاده کرد، درحالی که آن‌چه اهمیت دارد این است که تهیه‌کنندگان نقشه روش‌های مختلف اندازه‌گیری را بشناسند و در استفاده از وسایل مختلف نقشه‌برداری مهارت پیدا کنند تا بتوانند در تهیه‌ی نقشه، با توجه به شرایط منطقه و عوامل دیگری که در کتاب مورد بررسی قرار می‌گیرد، روش و وسایل مناسب را برگزینند.

به‌طورکلی نقشه‌برداری را به‌صورت زیر می‌توان تعریف نمود.

> **نقشه‌برداری** ؛ فنی است که برای تعیین موقعیت دقیق عوارض موجود در روی زمین مورداستفاده قرار می‌گیرد.

در گذشته تعیین موقعیت عوارض منحصراً بر روی کاغذ انجام می‌شد امّا با پیش‌رفت فن‌آوری طی سال‌های اخیر، می‌توان اطلاعات لازم را بر روی دیسکت یا در حافظه‌ی رایانه بایگانی کرد که به این‌ترتیب طراح هر زمان که بخواهد موقعیت دقیق عوارض را بر روی صفحه‌ی نمایش رایانه مشاهده می‌کند و آن را مورد استفاده قرار می‌دهد.

۱ــ ۳ــ۱ــ نقشه‌برداری زمینی و هوایی: چنان‌که گفتیم در تعیین موقعیت عوارض، در یک منطقه از زمین، ممکن است از عکس هوایی استفاده کرد، در این‌صورت به عملیات انجام‌شده **نقشه‌برداری‌هوایی** گفته می‌شود ؛ برعکس، در مواقعی که بدون استفاده از عکس هوایی عملیات نقشه‌برداری انجام شود نقشه‌برداری را **نقشه‌برداری‌زمینی** می‌گویند.

۲ــ ۳ــ۱ــ مراحل کلی تهیه‌ی نقشه: در گذشته با روش‌ها و وسایل بسیار ساده و درمدت زمان زیاد، نقشه‌هایی با دقتِ کم تهیه می‌کردند. ولی امروزه در نتیجه‌ی پیش‌رفت علم الکترونیک و پیدایش سیستم‌های

نوری و قطعات الکترونیکی و به بازار آمدن وسایل اندازه‌گیری مدرن روش‌های جدیدی به‌کار گرفته می‌شود.

در نقشه‌برداری زمینی عملیاتِ اصلیِ تعیین موقعیت در روی زمین انجام می شود، این عملیات همان‌گونه که در صفحات قبل گفته شد شامل تهیه‌ی مقدّمات کار و شناسایی منطقه و سپس اندازه‌گیری‌های لازم برای تعیین موقعیت دقیق نقاط است. کمیت‌هایی که معمولاً اندازه‌گیری می‌شوند شامل طول (افقی یا قائم) و زاویه (افقی یا قائم) می‌باشند. به این بخش مقدماتی از عملیات، برداشت می‌گویند که می‌توان آن را به‌صورت زیر تعریف کرد :

«برداشت» یک قطعه زمین یعنی ضبط و ثبت تمام اندازه‌های خطی و زاویه‌ای که برای تعیین موقعیت دقیق عوارض آن قطعه زمین لازم است.

پس از اتمام عملیات برداشت بایستی عملیات محاسبه یا پردازشِ اندازه‌ها انجام گیرد و اطلاعات لازم جهت ترسیم و یا نمایش نقشه آماده شود. به‌این ترتیب مراحل کلی تهیه‌ی نقشه را می‌توان به‌شکل زیر خلاصه کرد :

ــ تهیه‌ی مقدمات کار و شناسایی، انتخاب وسایل و روش کار و ترسیم کروکی منطقه ؛
ــ برداشت ؛
ــ محاسبه یا پردازش اطلاعات حاصل از عمل برداشت ؛
ــ ترسیم یا نمایش عوارض.

۴ــ ۱ــ مقیاس (Scale) نقشه

از آن‌جا که نمی‌توان عوارض موجود بر روی زمین را با ابعاد واقعی روی کاغذ نقشه پیاده کرد و یا درروی صفحه‌ی نمایش رایانه دید، بنابراین باید همه‌ی ابعاد عوارض تبدیل به افق شده[1] را به نسبت معینی کوچک کنیم تا رسم نقشه امکان‌پذیر شود. پس می‌توان گفت :

مقیاس نقشه[2] ؛ یعنی میزان کوچک‌شدن ابعاد افقی عوارض روی زمین به‌منظور ترسیم نقشه بر روی کاغذ (و یا نمایش در رایانه).

۱ــ از آن‌جا که طراحی پروژه‌ی عمرانی برای یک منطقه از زمین براساس وضعیت افقی آن منطقه انجام می‌شود بنابراین نقشه باید تصویر افقی باشد از این‌نظر ابعاد عوارض قبل از آن‌که متناسب با مقیاس نقشه کوچک شوند باید تبدیل به افق شوند.
۲ــ این تعریف مختص رشته عمران می‌باشد.

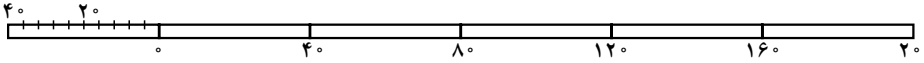
۱ــ ۴ــ۱ــ انواع مقیاس: مقیاس بر دو نوع است : عددی یا کسری و خطی یا ترسیمی

مقیاس عددی (کسری): این مقیاس را معمولاً به‌صورت کسری به شکل $\frac{۱}{n\times ۱۰۰۰}$ نشان می‌دهند و به معنی آن است که یک میلی‌متر روی نقشه معادل n متر روی زمین است و می‌توان نوشت :

$$\text{مقیاس عددی} = \frac{\text{فاصله‌ی دو نقطه روی نقشه}}{\text{فاصله‌ی افقی همان دو نقطه روی زمین}}$$

مثلاً مقیاس $\frac{۱}{۵۰۰۰}$ یا $\frac{۱}{۵\times ۱۰۰۰}$ نشان می‌دهد که یک میلی‌متر روی نقشه برابر ۵ متر روی زمین است.

مقیاس ترسیمی (خطی): این نوع مقیاس قطعه خطی است که متناسب با مقیاس عددی نقشه تقسیم‌بندی شده است. مثلاً پاره‌خط زیر (شکل ۸ ــ۱) صورت ترسیمی مقیاس عدد $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ است (هر قطعه‌ی ۲ سانتی‌متری معرّف چهل متر می‌باشد). ویژگی بارز مقیاس ترسیمی آن است که، به همان نسبتی که ممکن است ابعاد نقشه تحت شرایطی از قبیل خشکی و یا رطوبت هوا، سردی و گرمی و حتی کوچک و بزرگ کردن آن تغییر پیدا کند همراه با آن طول مقیاس ترسیمی تغییر می‌یابد.



شکل ۸ ــ۱

۵ ــ۱ــ دسته‌بندی نقشه‌ها از نظر مقیاس

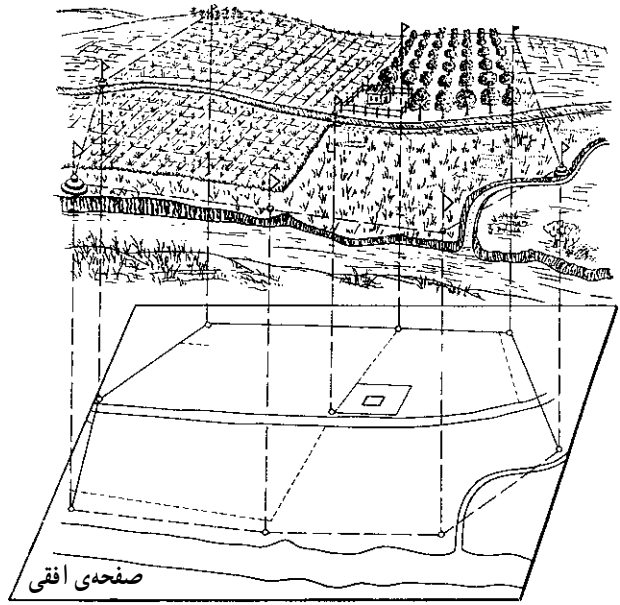
نقشه‌ها را به شکل‌های مختلف دسته‌بندی می‌کنند که یکی از آن‌ها دسته‌بندی از نظر مقیاس، به شرح زیر است :

الف : نقشه‌های کوچک‌ْمقیاس، که در آن‌ها مقیاس کوچک‌تر از $\frac{۱}{۲۰۰۰۰۰}$ است (نقشه‌های جغرافیایی)،

ب : نقشه‌های متوسط‌ْمقیاس ، با مقیاس $\frac{۱}{۲۰۰۰۰۰}$ تا $\frac{۱}{۱۰۰۰۰}$ (نقشه‌های توپوگرافی)،

ج : نقشه‌های بزرگ‌ْمقیاس، با مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰۰۰}$ تا $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ (نقشه‌های شهری)،

د : پلان‌ها، با مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ و بزرگ‌تر (نقشه‌های ساختمانی).



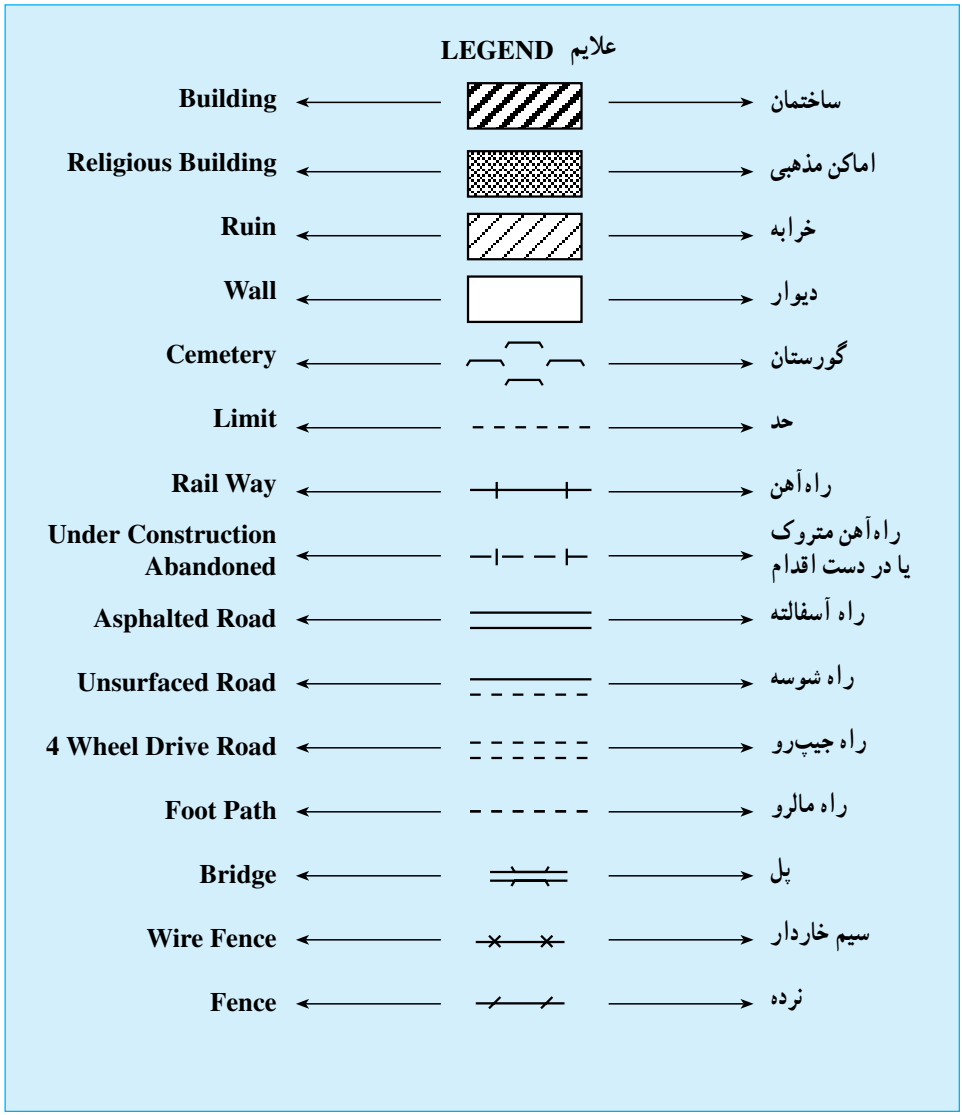
شکل ۹ــ۱

۶ ــ۱ــ علایم قراردادی

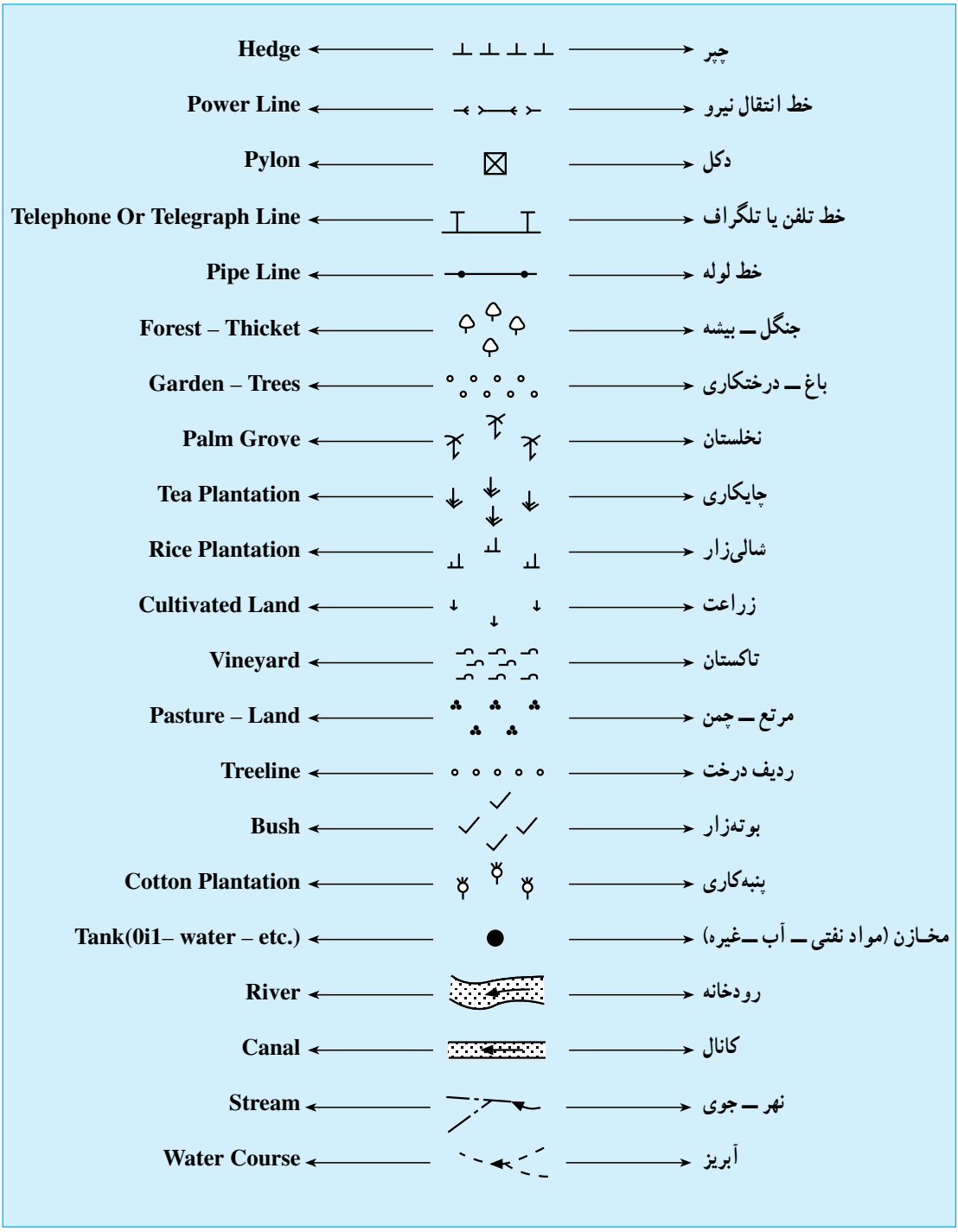
روی نقشه باید بتوان قبل از هرچیز تمام عوارضی را که موردنظر بوده است به سهولت شناخت. این عوارض یا طبیعی هستند مانند رودخانه‌ها، جنگل‌ها و دریاها و یا مصنوعی، مانند راه‌های ارتباطی، ساختمان‌ها و غیره، امّا بعضی اوقات، در نقشه‌های کوچک مقیاس، عوارض مهم آن‌قدر ریز می‌شوند که دیگر قابل ترسیم نیستند. مثلاً جاده‌ای به عرض ۵ متر در روی نقشه‌ای به مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰۰۰۰}$ عرضی برابر ۰/۰۵ میلی‌متر پیدا می‌کند که قابل ترسیم نیست؛ در این‌صورت، برای نشان‌دادن جاده با این مقیاس کوچک باید عرض بیش‌تری برای آن درنظر گرفت (حداقل یک میلی‌متر). پس باید دانست که عرض یک میلی‌متر جاده بر روی نقشه، نماینده‌ی عرض واقعی جاده در روی زمین نیست. لذا این انتخاب جنبه‌ی قراردادی دارد و به همین جهت به آن علامت قراردادی می‌گوییم.

امروزه به‌خاطر سهولت استفاده از نقشه کلیه‌ی عوارض را حتی درمواردی که لازم نیست ابعاد بزرگ‌تری برای آن‌ها درنظر بگیرند با این علایم در نقشه نشان می‌دهند.

معمولاً علایم قراردادی را در یک جدول کنار نقشه نشان می‌دهند. در این صفحه و صفحه‌ی بعد بخشی از علایم قراردادی مورداستفاده در نقشه‌های بزرگ‌مقیاس نشان داده شده است.



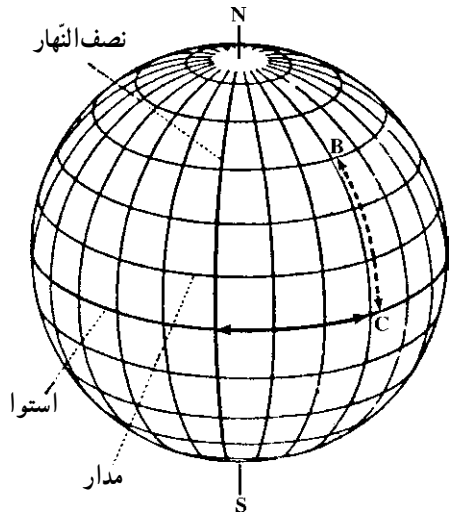
شکل ۱۰ــ۱


Hedge
چپر
Power Line
خط انتقال نیرو
Pylon
دکل
Telephone Or Telegraph Line
خط تلفن یا تلگراف
Pipe Line
خط لوله
Forest – Thicket
جنگل ــ بیشه
Garden – Trees
باغ ــ درختکاری
Palm Grove
نخلستان
Tea Plantation
چایکاری
Rice Plantation
شالی‌زار
Cultivated Land
زراعت
Vineyard
تاکستان
Pasture – Land
مرتع ــ چمن
Treeline
ردیف درخت
Bush
بوته‌زار
Cotton Plantation
پنبه‌کاری
Tank(0i1– water – etc.)
مخـازن (مواد نفتی ــ آب ــ غیره)
River
رودخانه
Canal
کانال
Stream
نهر ــ جوی
Water Course
آبریز

شکل ۱۱ــ۱

۷ــ ۱ــ انواع شمال‌ها در نقشه‌برداری

همان‌طور که می‌دانید زمینی که روی آن زندگی می‌کنیم شکلی نزدیک به کره، با شعاع متوسط ۶۳۷۰ کیلومتر دارد. برای تعیین موقعیت نقاط روی کره‌ی زمین از یک سیستم مختصات کروی به شکل زیر استفاده می‌شود.



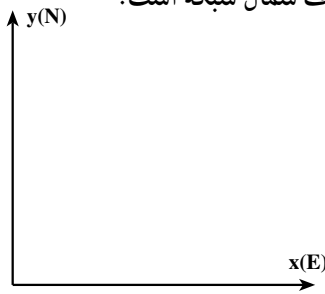
شکل ۱۲ــ۱

خط قائم گذرنده از مرکز زمین، کره را در نقطه‌ی N (در بالا) و S (در پایین) قطع می‌کند. نقطه‌ی N را **شمال جغرافیایی** یا **شمال حقیقی** می‌گویند. همچنین در اطراف کره‌ی زمین میدان مغناطیسی وجود دارد که این میدان نیز شمال و جنوب دارد و نقطه‌ی شمال آن را **شمال‌مغناطیسی** می‌نامند. ضمناً چون موقع ترسیم نقشه، شبکه‌ای متعامد بر روی کاغذ درنظر می‌گیریم شمال محور yهای نقشه به نام شمال شبکه در نقشه‌برداری معروف است. بنابراین سه نوع شمال در نقشه‌برداری قابل تعریف است :

۱ــ ۷ــ۱ــ شمال جغرافیایی (Geographical North) : وقتی در هر نقطه روی کره‌ی زمین، بر روی نصف‌النّهار آن نقطه به‌طرف بالا برویم به نقطه‌ی شمال جغرافیایی یا شمال حقیقی می‌رسیم.

۲ــ ۷ــ۱ــ شمال مغناطیسی(Magnetic North): اگر قطب‌نما را بر سطحی صاف قراردهیم پس‌از پایان یافتن نوسانات عقربه‌ی مغناطیسی آن، سمتی که نوک شمالی عقربه نشان می‌دهد معرف شمال مغناطیسی است.

۳ــ ۷ــ۱ــ شمال شبکه (Grid North): روی نقشه‌ها امتداد خطوط عمودی شبکه‌بندی قائم‌الزاویه (جهت مثبت محور y) معرف شمال شبکه است.



شکل ۱۳ــ۱

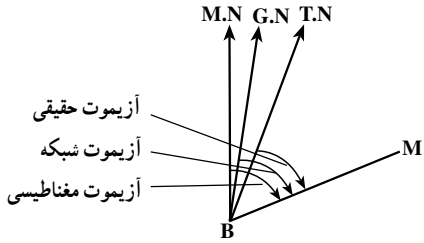
۸ ــ۱ــ آزیموت (Azimuth) یک امتداد

اگر بر روی زمین، امتدادی مانند BM درنظر بگیریم برای آن با توجه به انواع شمال‌ها که تعریف شد، زوایایی به نام آزیموت تعریف می‌شود به شکل زیر :

زاویه‌ی شمال حقیقی (T.N) با امتداد BM در جهت حرکت عقربه‌های ساعت، **آزیموت‌حقیقی** امتداد BM گفته می‌شود.

زاویه‌ی شمال مغناطیسی(M.N) با امتداد BM در جهت حرکت عقربه‌های ساعت، **آزیموت‌مغناطیسی** امتداد BM گفته می‌شود.

زاویه‌ی شمال شبکه (G.N) با امتداد BM در جهت حرکت عقربه‌های ساعت، **آزیموت‌شبکه** یا **ژیزمان** (Gizment) نامیده می‌شود.



شکل ۱۴ــ۱

به‌طور کلی آزیموت یک امتداد را به شکل زیر می‌توان تعریف نمود :

> **آزیموت یک امتداد** ؛ یعنی زاویه‌ای که امتداد شمال با آن امتداد، در جهت حرکت عقربه‌های ساعت می‌سازد.

معمولاً برای نقشه‌برداری از مناطق کم‌وسعت یا تهیه‌ی نقشه‌های محلی، می‌توان شمال جغرافیایی را با روش‌های ساده و تقریبی تعیین کرد و یا از شمال مغناطیسی، که به کمک یک قطب‌نما تعیین می‌شود، استفاده نمود.

مطالعه آزاد

۹ــ۱ــ تعیین جهت قبله به‌صورت تقریبی

قبله همان امتداد بین محل نمازگزار و کعبه می‌باشد. از این‌رو برای پیدا کردن جهت قبله بایستی خط واصل بین محل نمازگزار تا کعبه را ترسیم نموده و آزیموت آن را نسبت به یک امتداد مرجع مانند شمال به‌دست آورد. از آن‌جا که زمین مسطح نبوده و شکلی نزدیک به کره دارد هم‌جهت امتداد شمال و هم راستای امتداد تا کعبه برای محل‌های مختلف نمازگزار تغییر می‌کند.

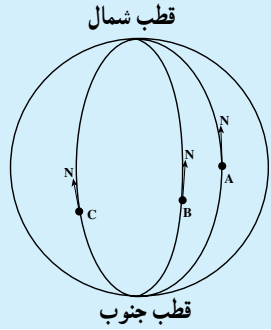
در این نوشته روشی ساده و سریع برای تعیین قبله ارائه می‌شود. این روش با فرض این‌که زمین به شکل کره می‌باشد، امتداد قبله را با دقتی در حد چند درجه نشان می‌دهد. در صورتی که نیاز به تعیین امتداد قبله با دقت بالا داشته باشیم باید از مدل بیضوی برای زمین استفاده نموده و آزیموت قبله را با مدل‌های ریاضی پیچیده که در علم ژئودزی مطرح است، محاسبه نمود.

تعیین قبله در روش پیشنهادی در دو مرحله صورت می‌گیرد.

۱ــ تعیین امتداد شمال در محل

۲ــ تعیین امتداد قبله نسبت به امتداد شمال

الف ــ تعیین امتداد شمال در محل: امتداد شمال در هر نقطه در واقع راستای نصف‌النهار گذرنده از آن نقطه به سمت قطب شمال (شمال جغرافیایی) می‌باشد. طبق شکل ۱۵ــ۱ امتداد شمال نقطه با تغییر محل تغییر می‌کند و در واقع نمی‌توان این امتدادها را موازی در نظر گرفت.



شکل ۱۵ــ۱

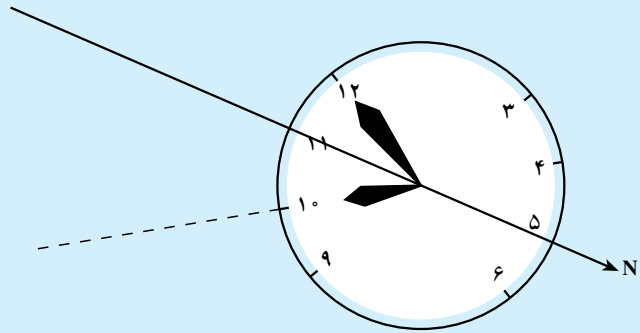
در این‌جا برای تعیین تقریبی امتداد شمال از یک ساعت مچی عقربه‌دار و محل خورشید در آسمان استفاده می‌کنیم.

برای این کار فقط به عقربه‌ی ساعت شمار ساعت نیاز داریم و کاری به عقربه‌ی دقیقه شمار نداریم. روش کار به این شرح است :

۱ــ ساعت را از مچ دست باز کرده و در کف دست خود می‌گذاریم تا حرکت دادن آن آسان باشد.

۲ــ عقربه‌ی ساعت شمار را در جهت خورشید قرار می‌دهیم ؛ یعنی، ساعت را که به‌طور افقی در کف دستمان گذاشته‌ایم آن‌قدر می‌چرخانیم تا نوک عقربه‌ی ساعت شمار به سمت خورشید قرار بگیرد. درشکل ۱۶ــ۱ همان‌گونه که مشاهده می‌کنید در ساعت ۱۰ صبح مشغول یافتن شمال جغرافیایی هستیم. ساعت را چرخانده‌ایم تا عقربه‌ی ساعت شمار در جهت خورشید قرار گرفته است.

۳ــ زاویه‌ای را که عقربه‌ی ساعت شمار با عدد دوازده پدید آورده نصف می‌کنیم. در این حالت، امتداد نیم‌ساز این زاویه، در واقع همان شمال جغرافیایی محل است.



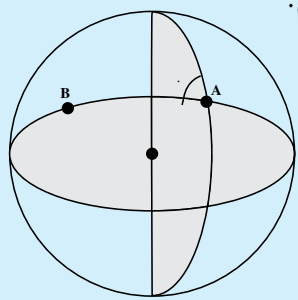
شکل ۱۶ــ۱

به این ترتیب، در هر ساعتی از روز «نیم‌ساز زاویه‌ی بین عقربه‌ی ساعت‌شمار و ساعت دوازده»، امتداد شمال را نشان می‌دهد ؛ به شرطی که عقربه‌ی ساعت شمار در جهت خورشید باشد.

ب ــ تعیین امتداد قبله نسبت به امتداد شمال: منظور از تعیین امتداد قبله نسبت به امتداد شمال همان تعیین امتداد از محل نمازگزار تا کعبه می‌باشد.

مطابق شکل ۱۷ــ۱ برای تعیین امتداد . از نقطه A به B صفحه‌ی گذرنده از سه

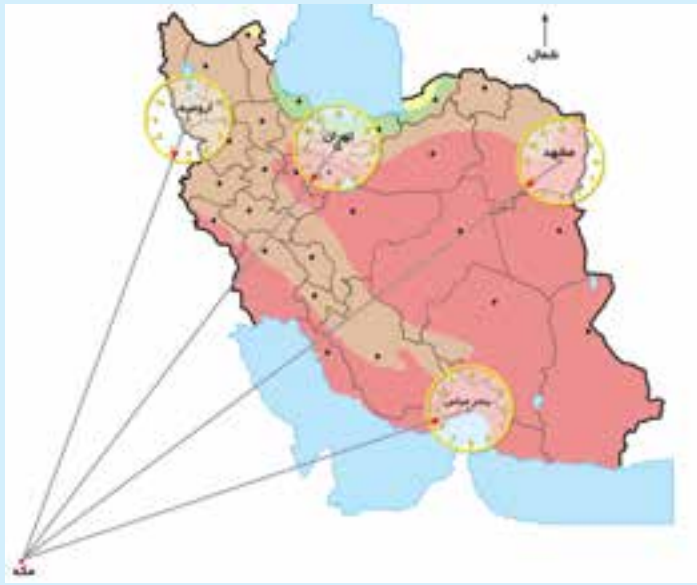
نقطه A و B و مرکز کره را با صفحه‌ی نصف‌النهار گذرنده از نقطه A قطع داده و زاویه بین دو صفحه را محاسبه می‌کنیم.



شکل ۱۷ــ۱ــ نحوه محاسبه آزیموت . بین نقاط A و B روی کره

اگر این زاویه را از درجه تبدیل به واحد ساعت عقربه‌ای کنیم یعنی ۳۶۰ درجه را ۱۲ ساعت در نظر بگیریم آنگاه برای استان‌های مختلف در ایران با توجه به قرارگیری محل کعبه در راستای جنوب‌غربی کشور، مقادیر زاویه . در واحد ساعت مطابق شکل ۱۸ــ۱ به‌دست می‌آید.

برای تعیین امتداد قبله کافی است که عدد شکل ۱۸ــ۱ را به عدد ساعت از مرحله قبل اضافه کرد.



شکل ۱۸ــ۱

۱۰ــ۱ــ کار عملی

عنوان: یافتن قبله در یک محل

هدف: ایجاد مهارت و توان تعیین قبله در یک منطقه در روز وقتی که فقط ساعت مچی در دست‌رس باشد.

وسایل مورد نیاز: یک ساعت مچی عقربه‌دار (غیرکامپیوتری)

دانش و مهارت مورد نیاز: دانستن این‌که نیم‌ساز زاویه‌ی بین عقربه‌ی ساعت‌شمار و ساعت دوازده جهت شمال جغرافیایی را نشان می‌دهد. در صورتی که عقربه ساعت‌شمار در جهت خورشید باشد (در اختیار داشتن نقشه شکل ۱۸ــ۱).

روش کار

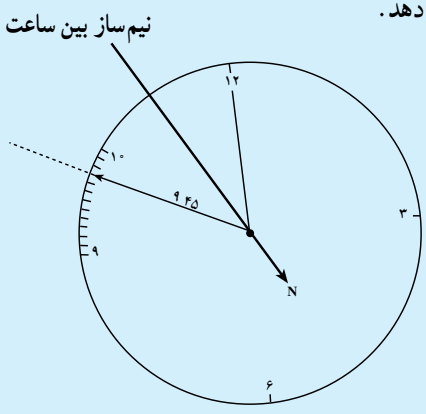
۱ــ عقربه‌ی ساعت‌شمار را در جهت خورشید بگیرید.

۲ــ زاویه‌ی بین عقربه‌ی ساعت‌شمار و ساعت دوازده را نصف کنید، تا به جهت شمال پی‌ببرید.

۳ــ برای انجام دقیق‌تر این کار می‌توانید بر روی تخته سه پایه، دایره‌ای بزرگ ترسیم کنید و هرساعت آن را به ۱۲ قسمت تقسیم کنید، یعنی برای عقربه‌ی ساعت‌شمار، هر قسمت از محیط این دایره برابر با ۵ دقیقه است.

۴ــ مثلاً در ساعت ۹ و ۴۵ دقیقه محل عقربه‌ی ساعت‌شمار در این ساعت، روی تخته سه‌پایه،به صورت شکل ۱۹ــ۱ خواهد بود.

۵ــ امتداد نیم‌ساز این زاویه در جهت مخالف خورشید، امتداد شمال جغرافیایی محل موردنظر را نشان می‌دهد.



شکل ۱۹ــ۱

۶ــ با توجه به محلی که در آن قرار داریم مقدار مربوطه در شکل ۱۸ــ۱ را به ساعت حاصل اضافه کرده تا امتداد قبله به‌دست آید.

در این‌جا چون محل نمازگزار در تهران بوده، ساعت ۷:۳۰ را به عدد ۹:۴۵ اضافه کرده تا ساعت ۱۷:۱۵ به‌دست آید که همان ۵:۱۵ است. عدد عقربه در راستای ۵:۱۵ امتداد قبله را نشان می‌دهد.

خودآزمایی

۱ــ لزوم استفاده از نقشه‌برداری را در رشته‌ی تحصیلی خود بیان نمایید.

۲ــ در کدام‌یک از مراحل طراحی، محاسبه و اجرای پروژه‌های عمرانی، نقشه‌برداری کاربرد دارد؟

۳ــ آیا با عکاسی می‌توان به شناخت دقیق یک منطقه از زمین رسید؟ با نقاشی چطور؟ دلایل خود را ذکر کنید.

۴ــ نقشه چیست؟

۵ ــ عکس هوایی را تعریف کنید.

۶ــ عکس هوایی با نقشه چه تفاوت‌هایی دارد؟ آن‌ها را که می‌دانید نام ببرید.

۷ــ کروکی را تعریف کنید.

۸ ــ کروکی یک محل چه تفاوتی با نقشه‌ی آن محل دارد؟

۹ــ نقشه‌برداری را تعریف کنید.

۱۰ــ تفاوت نقشه‌های بنیادی و موردی چیست؟

۱۱ــ مراحل تهیه‌ی نقشه از یک منطقه را نام ببرید.

۱۲ــ چه کمیّت‌هایی برای تهیه‌ی نقشه اندازه‌گیری می‌شود؟

۱۳ــ بین نقشه‌برداری هوایی و نقشه‌برداری زمینی چه تفاوت یا تفاوت‌هایی وجود دارد؟

۱۴ــ برداشت را تعریف کنید.

۱۵ــ مقیاس چیست؟ تعریف کنید.

۱۶ــ مقیاس بر چند نوع است؟ انواع آن را نام برده و تفاوت آن‌ها را بیان کنید.

۱۷ــ یک نمونه مقیاس عددی مثال بزنید.

۱۸ــ نقشه‌ها را ازنظر مقیاس به چند دسته تقسیم می‌کنند؟

۱۹ــ نقشه‌های کوچک‌مقیاس، چه مقیاسی دارند؟

۲۰ــ پلان‌ها چه مقیاسی دارند؟

۲۱ــ در چه هنگام باید از علایم قراردادی در ترسیم نقشه استفاده کنیم؟

۲۲ــ با مشاهده‌ی علایم قراردادی مهم در چند نقشه‌ی بزرگ‌مقیاس و چند پلان نوع عوارض را تشخیص دهید.

۲۳ــ مقیاس‌ترسیمی (خطی) چیست؟ یک مقیاس عددی درنظر گرفته و شکل خطی آن را رسم کنید.

۲۴ــ ویژگی بارز مقیاس ترسیمی چیست؟

۲۵ــ استفاده کننده از نقشه چگونه می‌تواند با علایم قراردادی آشنایی پیدا کند؟

۲۶ــ انواع شمال‌ها و چگونگی شناسایی آن‌ها را شرح دهید.

۲۷ــ شمال جغرافیایی و شمال مغناطیسی چه تفاوتی با هم دارند؟

۲۸ــ شمال مغناطیسی و شمال شبکه چه تفاوتی با هم دارند؟

۲۹ــ شمال شبکه چگونه مشخص می‌شود؟

۳۰ــ آزیموت یعنی چه؟

۳۱ــ چند نوع آزیموت داریم؟

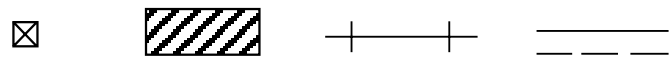
۳۲ــ انواع آزیموت‌ها را با رسم شکل نشان دهید.

۳۳ــ فاصله‌ی افقی دو نقطه‌ی روی زمین ۴ کیلومتر است. فاصله‌ی این دو نقطه روی نقشه‌ای به مقیاس $\frac{۱}{۲۵۰۰۰}$ چقدر است؟

۳۴ــ روی نقشه‌ای به مقیاس $\frac{۱}{۵۰۰}$ فاصله‌ی ۲ سانتی‌متر نماینده‌ی چه فاصله‌ای است؟

۳۵ــ فاصله‌ی بین دو نقطه روی نقشه‌ای به مقیاس $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ برابر ۱۰ میلی‌متر است. فاصله‌ی این دو نقطه روی زمین چقدر است؟

۳۶ــ علایم قراردادی زیر برای نمایش کدام عوارض مورداستفاده قرار می‌گیرند؟



شکل ۲۰ــ۱

۳۷ــ فاصله‌ی افقی دو نقطه‌ی A و B در روی زمین ۳ کیلومتر است. اگر در نقشه‌ای که از منطقه تهیه شده فاصله‌ی این دو نقطه ۱۵ سانتی‌متر باشد مقیاس نقشه‌ی تهیه‌شده چقدر است؟

۳۸ــ فاصله‌ی دو نقطه‌ی A و B در روی نقشه‌ای با مقیاس $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ برابر ۱۰ سانتی‌متر است. فاصله‌ی این دو نقطه در روی زمین چقدر است؟ آیا این فاصله افقی است؟

فصل دوم

وسایل اندازه‌گیری

برای تهیه‌ی نقشه‌ی یک منطقه از زمین باید عناصر سه‌گانه‌ی **طول، زاویه** و **اختلاف ارتفاع** را اندازه‌گیری کرد. همچنین به‌منظور اجرای یک طرح عمرانی در یک منطقه پس از ترسیم آن طرح بر روی کاغذ، ابتدا باید جزئیات آن طرح را از روی کاغذ به زمین انتقال داد. برای این‌کار که اصطلاحاً پیاده‌کردن طرح یا نقشه نامیده می‌شود نیز باید عناصر سه‌گانه‌ی فوق را بر روی زمین پیاده کرد. بدین‌منظور به وسایل و دستگاه‌هایی مورد نیاز است که در این فصل با آن‌ها آشنا می‌شوید.

در پایان این فصل، دانش‌آموز باید قادر باشد :

ــ وسایل ساده‌ی نقشه‌برداری را نام ببرد و خصوصیات هرکدام را ذکر کند.

ــ ضمن بیان خصوصیات انواع دستگاه‌های ترازیاب قسمت‌های مختلف آن‌ها را نام ببرد.

ــ ضمن بیان خصوصیات انواع دستگاه‌های زاویه‌یاب قسمت‌های مختلف آن‌ها را نام ببرد.

وسایل ساده‌ی نقشه‌برداری

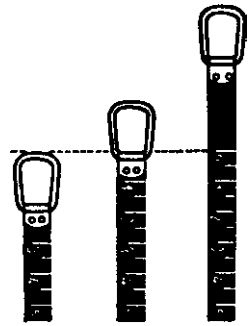
این وسایل عبارت‌اند از : انواع نوارهای اندازه‌گیری، شاقول، ژالون و سه‌پایه‌ی نگه‌دارنده‌ی آن، انواع تراز، شیب‌سنج ساده، انواع گونیا و انواع قطب‌نما.

۱ــ۲ــ خصوصیات وسایل ساده

الف ــ نوارهای اندازه‌گیری (Tape): این نوارها را کارخانه‌های سازنده تحت شرایط

معینی، ازنظر درجه حرارت و کشش، می‌سازند و معمولاً طول آن‌ها ۲، ۳، ۵، ۱۰، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۵۰ متر است. در ابتدای هر نوار یک حلقه و در انتهای آن یک‌دسته‌ی چوبی یا فلزی یا از جنس فایبرگلاس تعبیه شده است. اگر بخواهند درجه حرارت کم‌تری روی نوار اثر بگذارد آن را از فولاد مخصوصی به نام فولاد انوار(Invar) می‌سازند.

به‌غیر از نوع فلزی، انواع پارچه‌ای و پلاستیکی این نوارها نیز مورداستفاده قرار می‌گیرد. در موقع استفاده از نوار باید دقت نمود که پیچ‌خورده و تا نشود و بعد از هر اندازه‌گیری هم تمیز گردد. ضمناً باید توجه نمود که ممکن است محل صفر درنوارهای مختلف با هم فرق داشته باشد. به این ترتیب که محل صفر گاهی در نوک حلقه، زمانی در انتهای حلقه و بعضی اوقات روی خود نوار است.



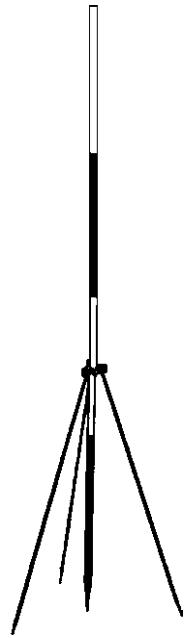
شکل ۱ــ۲

شکل ۲ــ۲

ب ــ شاقول: شاقول عبارت است از یک وزنه‌ی فلــزی مخروطی‌شکل که به نخ محکمی آویزان شده و تحت‌تأثیر وزن خود در جهت قائم می‌ایستد. شاقول برای مشخص‌ساختن امتداد قائم یا کنترل چنین امتدادی مورداستفاده قرار می‌گیرد. کاربردهای دیگر این وسیله تعیین دقیق ایستگاه دستگاه‌های تئودولیت و ترازیاب است که خود فاقد شاقول هستند. هنگام مترکشی افقی برای تصویر نمودن نقطه‌ی انتهای هر دهنه مترکشی نیز از شاقول استفاده می‌شود.

ج ــ ژالون (Range ــ pole): ژالون میله‌ای استوانه‌ای از جنس فلز یا چوب یا پلاستیک، به‌قطر حدود ۳ سانتی‌متر و به طول یک یا دو متر، است. نوعی که بیش‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرد در دو قطعه‌ی یک‌متری ساخته شده که روی هم سوار می‌شوند. برای این‌که ژالون بهتر به حالت قائم قرارگیرد و نیز بتوان آن را در زمین استوار کرد، آن را نوک‌تیز و سنگین می‌سازند. در موقع کار با

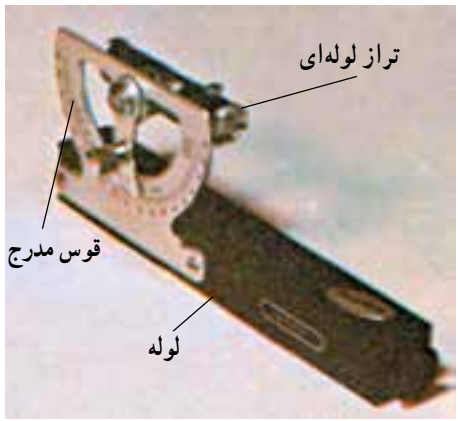
ژالون از تراز مخصوص ژالون یا نبشی (شکل ۱۰ــ۲) و یا شاقول برای دقت بیش‌تر کمک می‌گیرند (برای کنترل قائم بودن ژالون به وسیله‌ی شاقول باید شاقول را در دو جهت عمود بر هم در فاصله‌ی ۲ سانتی‌متری ژالون آویزان کرد و امتداد نخ آن را با ژالون مطابقت داد). در زمین‌های سخت از سه‌پایه‌های مخصوص نگه‌دارنده‌ی ژالون استفاده می‌کنند. برای قابل رؤیت بودن ژالون‌ها از فواصل دور، آن را ۵۰ سانتی‌متر به ۵۰ سانتی‌متر به رنگ سفید و قرمز رنگ‌آمیزی می‌کنند (شکل ۳ــ۲).



شکل ۳ــ۲

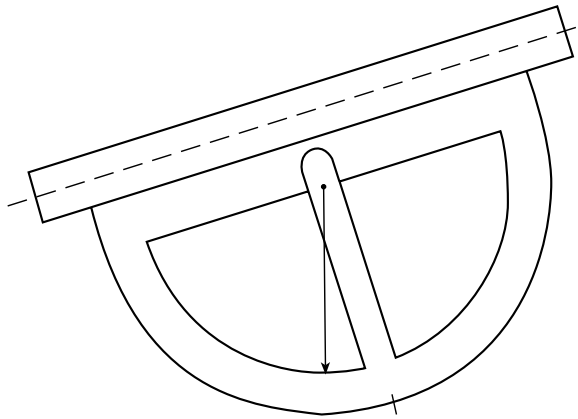
د ــ شیب‌سنج دستی(Abney hand leve) :

شیب‌سنج دستی از سه قسمت لوله، قوس مدرّج و تراز لوله‌ای تشکیل شده که تصویر حباب تراز در داخل نیز دیده می‌شود. درموقع استفاده اگر صفر ورنیه‌ای که به قوس مدرّج متصل است، در مقابل صفر قوس مدرّج قرار گیرد شیب‌سنج در حالت افقی و تراز می‌باشد در غیر این‌صورت صفر ورنیه زاویه‌ی سطح شیب‌دار با افق را نشان می‌دهد (شکل ۴ــ۲).



شکل ۴ــ۲

شکل ۵ــ۲ نوع دیگری از شیب‌سنج را که قدیمی‌تر از نوع قبل است نشان می‌دهد. این شیب‌سنج از یک نیم‌دایره‌ی مدرّج تشکیل شده که در مرکز آن عقربه‌ای آویزان است و در بالا لوله‌ای برای نشانه‌روی دارد. حرکت عقربه حول مرکز نیم‌دایره آزاد است و همواره به حالت قائم می‌ایستد. وقتی محور لوله‌ی نشانه‌روی را در ابتدا و موازی سطح شیب‌داری که اندازه‌گیری زاویه‌ی شیب آن موردنظر است قراردهیم عقربه‌ی آزاد زاویه‌ی شیب را بر روی نیم‌دایره‌ی مدرّج نشان می‌دهد.



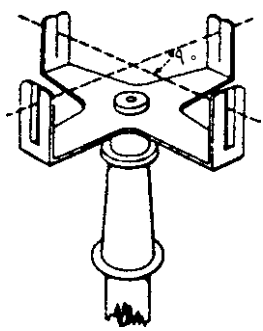
شکل ۵ــ۲

هـ ــ گونیاها (Squares): گونیاها وسایلی هستند که به کمک آن‌ها می‌توان :

اولاً : زاویه‌ی ۹۰درجه (و در بعضی از انواع، ۳۰، ۴۵ و ۶۰درجه) را روی زمین مشخص کرد ؛

ثانیاً : از نقطه‌ای خارج از یک خط، عمودی بر آن فرود آورد ؛

ثالثاً : از نقطه‌ای روی یک خط، عمودی بر آن خط اخراج نمود ؛



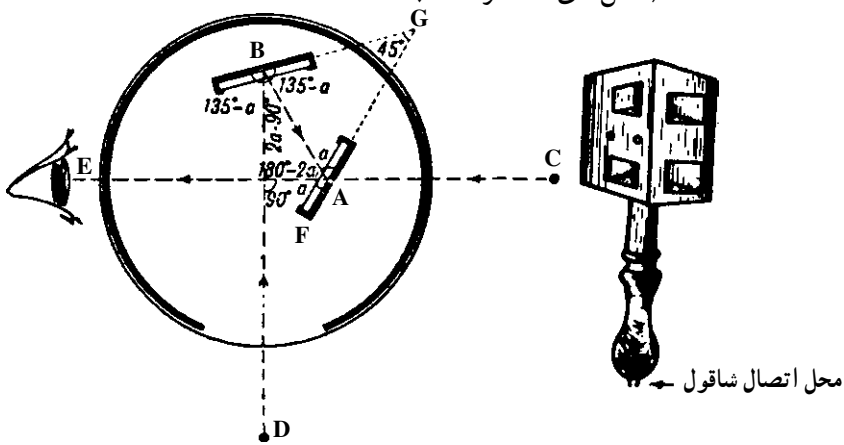
شکل ۶ــ۲

رابعاً : امتداد یک خط مستقیم را تعیین کرد.

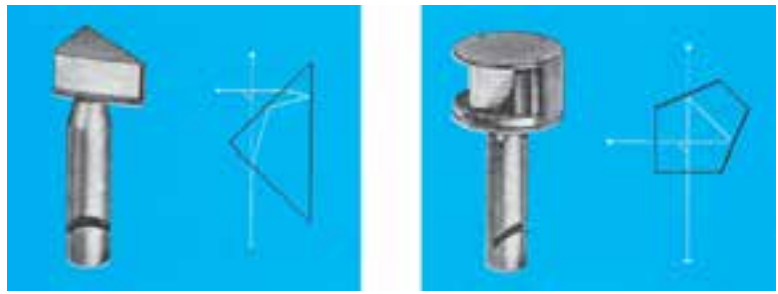
سه نوع گونیا مورد استفاده قرار می‌گیرد :

نوع اول، گونیای **شکاف‌دار (Cross ـ Staff)** است که در ساختمان آن از آیینه و منشور استفاده نشده و به کمک شکاف‌های باریکی که روی تیغه‌های قائم آن در مقابل یکدیگر وجود دارد، امتدادهای مستقیم را روی زمین می‌توان کنترل کرد (شکل ۶ــ۲).

در نوع دوم یعنی گونیای **آیینه‌ای (Optical square)** از دو آیینه که با یکدیگر زاویه‌ی ۴۵درجه می‌سازند، و در نوع سوم، یعنی گونیای **منشوری (Prism square)**، از دو یا یک منشور استفاده شده است (شکل‌های ۷ــ۲ و ۸ــ۲).



شکل ۷ــ۲ــ گونیای آیینه‌ای و طرز تشکیل تصویر در آن

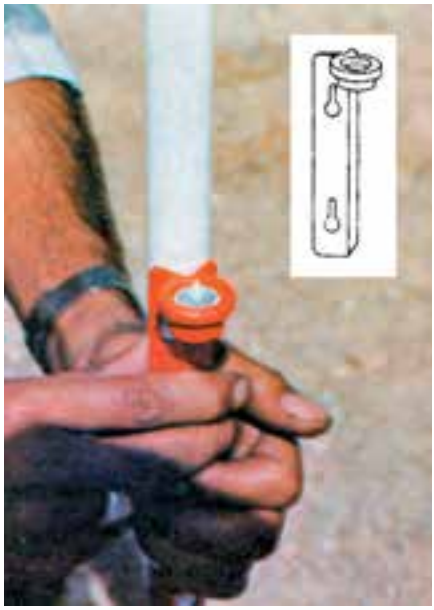


شکل ۸ــ۲

و ــ انواع تراز: سه نوع تراز به‌عنوان وسیله‌ی ساده مورداستفاده قرار می‌گیرد که عبارت‌اند از :

ــ تراز نبشی: وسیله‌ای است که برای قائم نگهداشتن ژالون یا شاخص (که در صفحات قبل آن را شناختید) به‌کار می‌رود و درواقع یک تراز کروی است که در قابی فلزی یا پلاستیکی جای گرفته است. این قاب در کنار ژالون شاخص قرار می‌گیرد و با تنظیم حباب تراز می‌توان ژالون یا شاخص را به حالت قائم درآورد.

شکل ۹ــ۲

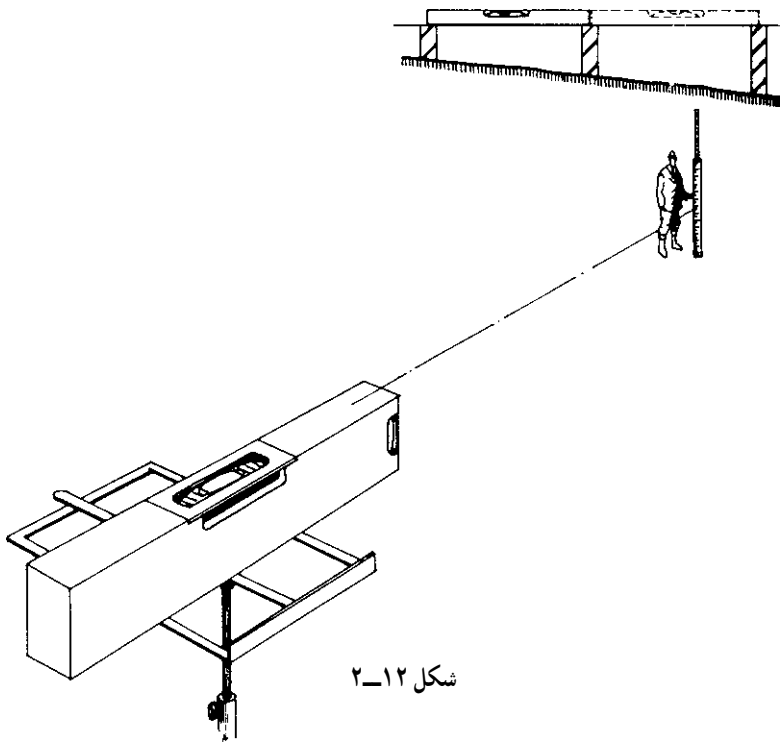


شکل ۱۰ــ۲ــ تراز نبشی و طرز استفاده از آن

ــ تراز دستی: برای ایجاد امتداد افقی مورد استفاده قرار می‌گیرد. تراز دستی، از یک لوله‌ی استوانه‌ای یا مکعب‌مستطیل شکل تشکیل شده است که در ابتدا سوراخی برای نگاه‌کردن در داخل آن و در انتها نیز یک خط نشانه و یک تراز دارد. در هنگام افقی‌بودن لوله، حباب تراز طوری می‌ایستد که خط نشانه در وسط آن‌است. نحوه‌ی استفاده از آن چنین است که بعد از گذاردن دو ژالون روی دو نقطه‌ای که می‌خواهیم امتداد افقی را بین آن‌ها ایجاد کنیم در ارتفاع مشخصی وسط آن را در کنار یک ژالون بگیریم و در حالی که به ژالون دیگر نگاه می‌کنیم نوک آن را پایین و بالا می‌بریم تا حباب تراز در وسط دیده شود. در این حال خط نشانه جایی را که روی امتداد افقی است مشخص می‌کند (شکل ۱۱ــ۲).

شکل ۱۱ــ۲

ــ **تراز بنّایی (Brick layer level)**: تراز بنّایی در واقع بخشی از یک محفظه‌ی شیشه‌ای کروی یا تیوپ مانند (نظیر شکل ۱۲ــ۲) است که داخل آن از مایعی با غلظت کم پر شده که دارای یک حباب هوا نیز هست (بحث بیش‌تر راجع به تراز را در شرح ساختمان دستگاه‌های ترازیاب و یا زاویه‌یاب خواهید دید). اگر محفظه‌ی تراز را پس از جای‌دادن در یک پوشش پلاستیکی یا فلزی، بر روی یک پایه‌ی بلند سوار نمایند می‌توان از آن برای کنترل سطوح افقی (معمولاً همراه با شمشه) مورد استفاده قرار داد.



شکل ۱۲ــ۲

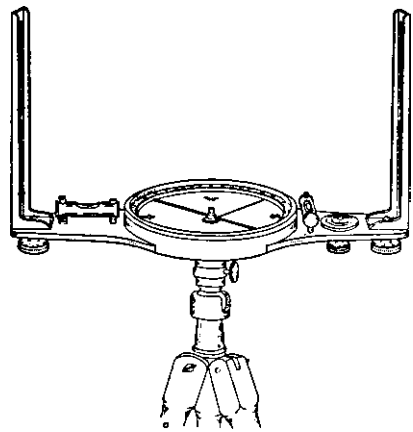
ز ــ قطب‌نما (Compass) : قطب‌نماها وسایلی هستند که از آن‌ها برای اندازه‌گیری زاویه‌ی یک امتداد با شمال مغناطیسی (آزیموت مغناطیسی) استفاده می‌شود نوع ساده‌ی آن از چهار قسمت زیر تشکیل شده است :

ــ یک تکیه‌گاه که حامل وسیله می‌باشد ؛

ــ یک صفحه‌ی مدرّج افقی که حول محور ثابتی که عمود بر این صفحه است می‌چرخد ؛ تقسیمات صفحه‌ی مدرّج از صفر تا ۳۶۰ درجه (یا صفر تا ۴۰۰ گراد) است ؛

ــ یک عقربه‌ی مغناطیسی که در وسط صفحه‌ی مدرّج قرارگرفته و دو سر آن در مقابل تقسیمات واقع است. یکی از دو سر عقربه که معمولاً قرمز رنگ است در حالت آزاد روبه‌سوی شمال مغناطیسی می‌ایستد ؛

ــ وسیله‌ی نشانه‌روی که از دو تیغه تشکیل گردیده و بر روی تیغه‌ی اولی یک روزنه‌ی کوچک و بر روی تیغه‌ی دوم شکافی با سیم نازک در وسط قرار دارد. در مواقعی‌که از قطب‌نما استفاده نمی‌شود، یا در موقع حمل و نقل، برای این‌که عقربه حرکت نکند به وسیله‌ی یک اهرم آن را ثابت می‌کنند.



شکل ۱۳ــ۲

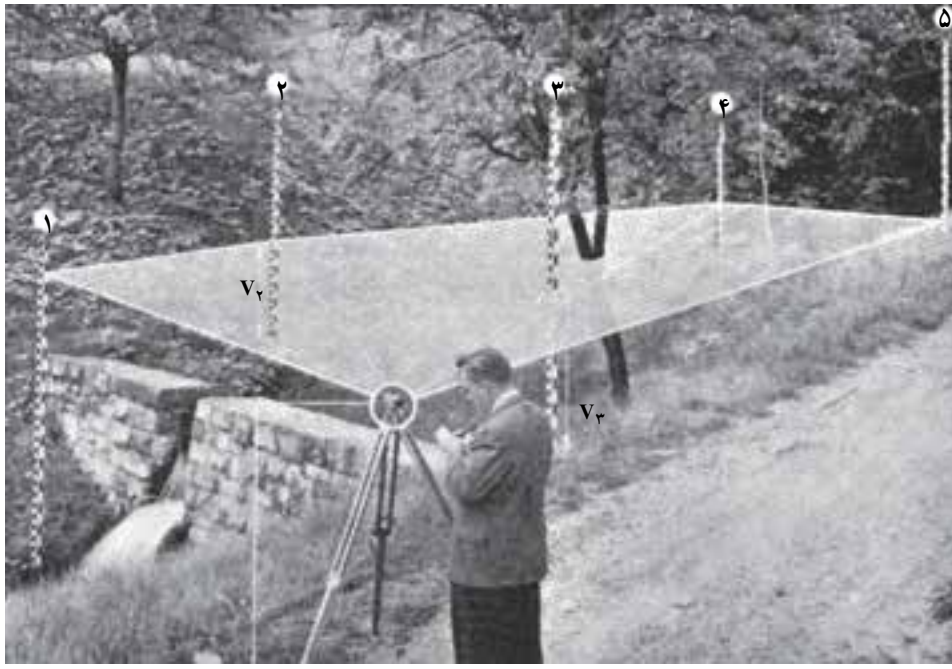
در نوعی دیگر از قطب‌نماها وسیله‌ی قراولروی یک دوربین است (شکل ۱۴ــ۲).

شکل ۱۴ــ۲

تبصره: علاوه‌بر وسایل ساده‌ای که ذکر شد برای مشخص‌کردن نقاط روی زمین از میخ‌های چوبی (Pegs) یا فلزی و رنگ‌های روغنی استفاده می‌کنند و اگر پروژه‌ی نقشه‌برداری بزرگ باشد به طوری که لازم شود یک سری نقاط به‌طور دائم بر روی زمین مشخص شوند، از نشانه‌های بتنی که به‌صورت هرم ناقص و معمولاً در ابعاد ۶۰×۳۰×۲۰ سانتی‌متر تهیه می‌شوند و در میان آن‌ها میله‌های فلزی نیز کار گذارده شده، استفاده می‌شود.

۲ــ۲ــ ترازیاب‌ها (Levels)

ترازیاب‌ها وسایلی هستند که به کمک آن‌ها می‌توان یک صفحه‌ی افقی را در فضا به‌وجود آورد. با اندازه‌گیری فاصله‌ی این صفحه و صفحات گذرنده از نقاط مختلف می‌توان اختلاف ارتفاع آن نقاط را تعیین کرد.



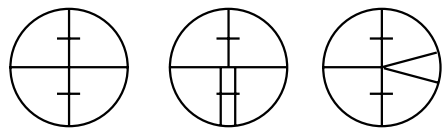
شکل ۱۵ــ۲

دستگاه‌های ترازیاب به‌طورکلی به دو دسته‌ی اپتیکی و اپتیک الکترونیکی تقسیم می‌شوند. دراین‌جا با توجه به کاربرد زیاد ترازیاب اپتیکی به تشریح کامل آن می‌پردازیم و سپس به‌منظور آشنایی با ترازیاب‌های الکترونیکی، راجع به این نوع ترازیاب توضیح مختصری نیز می‌دهیم.

ترازیاب‌های اپتیکی (Optical Levels): این نوع ترازیاب‌ها به‌طورکلی از دو قسمت اساسی، که هر قسمت خود ضمایمی دارد، تشکیل شده‌اند (شکل ۱۷ــ۲). دو قسمت اساسی به این شرح است :

۱ــ پایه، که به وسیله‌ی سه یا چهار پیچ تراز کننده روی سه‌پایه سوار می‌شود و بر روی آن یک تراز قرار دارد.

۲ــ دوربین، که در کنار آن تراز، برای افقی نمودن خط نشانه‌روی، قراردارد می‌تواند حول محور قائم دَوران کند و با یک پیچ نگه‌دارنده‌ی سمتی بسته می‌شود و با پیچ حرکت جزئی سمتی (پس از بسته‌شدن پیچ نگه‌دارنده) به مقدار کمی در سمت می‌چرخد تا خط رتیکول در روی هدف قرارگیرد. رتیکول(Reticule (Cross – Hairs صفحه‌ای است شیشه‌ای که در داخل لوله‌ی دوربین کارگذاشته شده و بر روی آن یک تار قائم و یک یا چند تار افقی برای نشانه‌روی حک شده است.



شکل ۱۶ــ۲ چند نمونه تاررتیکول

۱ــ پیچ‌های تنظیم تراز **۲ــ پیچ حرکت جزئی سمتی** **۳ــ چشمی قرائت زاویه**
۴ــ عدسی چشمی دوربین **۵ ــ مگسک** **۶ــ عدسی شیئی دوربین**
۷ــ صفحه‌ی زیر پایه

شکل ۱۷ــ۲ــ اجزای متشکله‌ی دستگاه ترازیاب[1] اپتیکی

۱ــ کارخانه‌های سازنده‌ی دستگاه‌های نقشه‌برداری در دنیا محدودند و معروفترین آن‌ها در کشورهای ژاپن، سوئیس و آلمان هستند. ازجمله کارخانه‌هایی که محصولات آن‌ها در ایران مورداستفاده قرار می‌گیرد Wild و Kern سوئیس هستند که اخیراً این دو کارخانه درهم ادغام شده و محصولات آن‌ها با نام Leica به بازار آمده است.

هم‌چنین کارخانه‌های Carl zeiss، در آلمان‌غربی Zeiss - yena، در آلمان شرقی با هم ادغام شده‌اند و محصولات آن‌ها با نام Zeiss عرضه می‌شود.

کارخانه‌های مهم ژاپن Sokkia (Sokkisha) و Pentax و Topcon و Nikon هستند که ترازیاب‌ها و زاویه‌یاب‌هایی با دقت‌های متفاوت ساخته‌اند و هرکدام با اسم خاص عرضه می‌شوند. شکل ۱۷ــ۲ نمونه‌ای از ترازیاب‌های کارخانه‌ی Sokkia با عنوان Bic است و نمونه‌های دیگر را در دیگر صفحات می‌بینید.

الف Kern GK23

ب Pentax L-20

ج Zeiss Ni21

د Topcon AT-G6

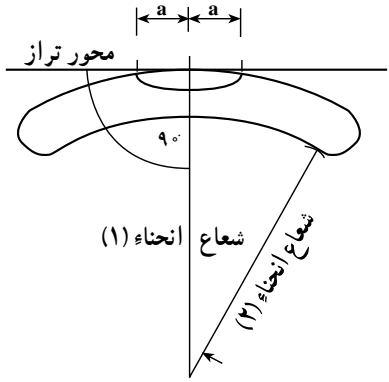
شکل ۱۸ــ۲

الف Wild NA-2

ب Pentax

شکل ۱۹ــ۲

در وسایل و دستگاه‌های نقشه‌برداری از تراز به‌منظور ایجاد سطح افقی استفاده می‌کنند. تراز محفظه‌ای کروی یا تیوپ مانند است که از هوا خالی و سپس با مایعی که غلظت آن کم است پر شده، آن‌گاه یک حباب هوا وارد محفظه‌ی مزبور گردیده است. مایعی که مصرف می‌شود بیش‌تر اسید سولفوریک، اتر و یا الکل است و هرچه شعاع محفظه بیش‌تر باشد تراز حساس‌تر خواهد بود. خطی را که در نقطه‌ی مرکزی تراز بر سطح محفظه مماس است محور تراز می‌گویند.

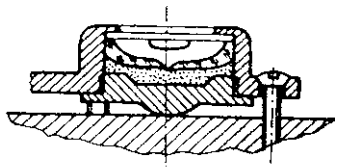


شکل ۲۰ــ۲

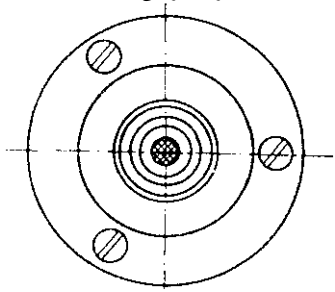
۳ــ۲ــ شکل ظاهری ترازها در دستگاه‌های نقشه‌برداری

۱ــ تراز کروی(Circular Level): محفظه و حباب این نوع تراز کروی است و دایره‌ای در اطراف نقطه‌ی مرکزی آن دیده می‌شود. به‌منظور تنظیم کامل تراز بایستی حباب در وسط آن قرار بگیرد.

۲ــ ترازاستوانه‌ای (Spirit Level): محفظه و حباب این نوع تراز که حساس‌تر از تراز کروی است به شکل تقریباً استوانه است و به‌جای دایره علایمی در روی محفظه، مرکز آن را به‌منظور تنظیم حباب تراز مشخص نموده است.

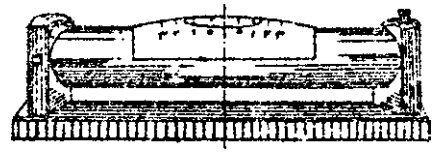


تراز کروی از کنار

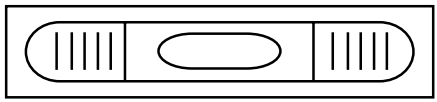


تراز کروی از بالا

شکل ۲۱ــ۲



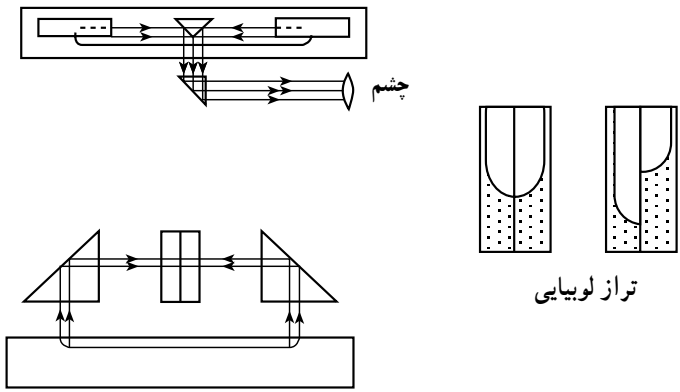
شکل ۲۲ــ۲ــ تراز استوانه‌ای از کنار



شکل ۲۳ــ۲ــ تراز استوانه‌ای از بالا

۳ــ تراز لوبیایی(Coincidence bubble reader) : به‌منظور تسهیل در عمل تنظیم دستگاه و تأمین دقت بیش‌تر در انجام این عمل برای تراز استوانه‌ای که در کنار دوربین قرار دارد و

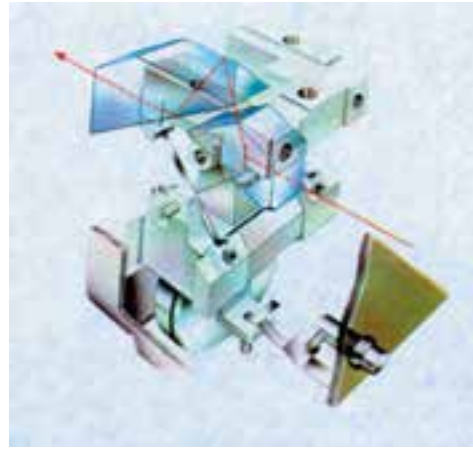
به کمک آن خط نشانه‌روی افقی می‌گردد با تعبیه‌ی منشور در بالای تراز شکل ظاهر تراز به‌صورت زیر دیده می‌شود و به کمک یک پیچ که در زیر آن قرار گرفته تراز تنظیم می‌گردد.



شکل ۲۴ــ۲

در ترازیاب‌های جدید به‌جای آن‌که در کنار دوربین از تراز، به‌منظور افقی نمودن خط نشانه‌روی استفاده شود وسیله‌ای به نام کمپانساتور(Compensator) در داخل لوله دوربین کارگذاشته‌اند. کمپانساتور پس از تنظیم تراز کروی (یا استوانه‌ای)، بدون آن‌که عامل حرکتی انجام دهد محور نشانه‌روی را افقی می‌گرداند به این ترازیاب‌ها **ترازیاب اتوماتیک** می‌گویند.

کمپانساتورها خود دو نوع، اپتیکی و مغناطیسی هستند که شکل آن‌ها را در شکل‌های۲۵ــ۲ و ۲۶ــ۲ می‌بینید. در کنار کمپانساتورهای اپتیکی، به‌منظور کنترل درست کارکردن آن، دگمه‌ای کارگذارده شده است. با فشار این دگمه، موقع قرائت شاخص به‌علت تغییر وضعیت در منشورهای



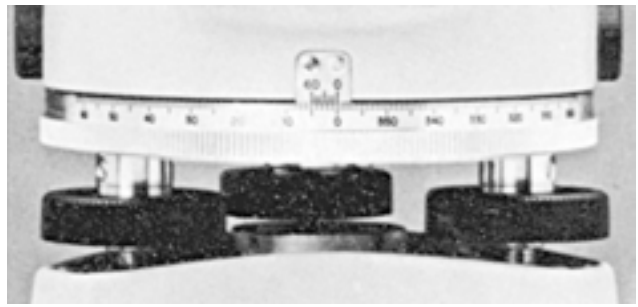
شکل۲۵ــ۲ــ کمپانساتور اپتیکی

شکل ۲۶ــ۲ــ کمپانساتور مغناطیسی

داخل کمپانساتور محور نشانه‌روی برای لحظاتی ازحالت افقی خارج می‌شود و دوباره به وضع سابق برمی‌گردد. بنابراین اگر قرائت مجدّد شاخص با قرائت قبل از فشاردادن دگمه یکسان باشد کمپانساتور سالم است و درست عمل می‌کند.

در بعضی از ترازیاب‌ها یک دایره‌ی مدرّج افقی، برای اندازه‌گیری زاویه‌ی افقی بین امتدادهای قراولروی، وجود دارد که قرائت زاویه در نوعی از آن‌ها از داخل چشمی مخصوص انجام می‌گیرد (شکل ۲۷ــ۲) اما در نوعی دیگر، مقدار زاویه مستقیماً از خارج قرائت می‌شود (شکل ۲۸ــ۲).

شکل ۲۷ــ۲



شکل ۲۸ــ۲

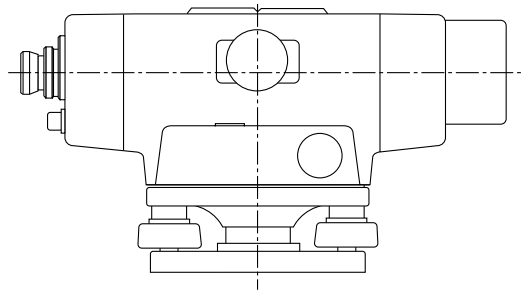
۴ــ۲ــ محورهای یک دستگاه ترازیاب

به‌منظور استفاده از ترازیاب، به ترتیبی که در فصول بعد خواهید دید، این دستگاه را بر روی سه‌پایه‌ی مخصوص سوار و سپس دستگاه را بر روی یک نقطه مستقر می‌کنند. بدین‌منظور، شناختن محورهای دستگاه ضروری است.

به‌غیر از محور تراز که قبلاً تعریف شد ترازیاب دارای محورهای صفحه‌ی بعد نیز هست :

۱ــ محور نوری دوربین (Collimation): محوری افقی است که از محل تقاطع دو تار بلند رتیکول می‌گذرد.

۲ــ محور اصلی دستگاه: محور قائمی است که از مرکز اپتیکی دوربین و نقطه‌ی وسط صفحه‌ی مدرّج افقی عبور می‌کند.



شکل ۲۹ــ۲

۵ــ۲ــ ترازیاب‌های اپتیک الکترونیکی(Digital Level)

ساخت ترازیاب‌های الکترونیکی از چند سال پیش در دنیا شروع شده و به دلیل سرعت و دقتی که این ترازیاب‌ها در انجام عملیات اندازه‌گیری دارند استفاده از آن‌ها روزافزون است. این ترازیاب‌ها مجهز به سیستم ارسال و دریافت اشعه و پردازش الکترونیکی هستند. علاوه بر سرعت و دقت، حُسن این نوع ترازیاب‌ها آن است که خطای قرائت در آن‌ها وجود ندارد و ثبت قرائت‌ها نیز به‌سرعت انجام می‌شود.

در جلوی این دستگاه‌ها، علاوه‌بر صفحه‌ی نمایش که در شکل ۳۰ــ۲ آن را در سمت چپ شکل می‌بینید یک صفحه کلید در جلوی بخش الکترونیکی قرار گرفته که با فشاردادن کلیدها عملیات مختلف انجام می‌شود. همچنین برای ضبط اطلاعات در مواقع موردنیاز دیسکت مخصوص در داخل دستگاه جای می‌گیرد.

شکل ۳۰ــ۲