

هدف کلی

ایجاد توانایی لازم به منظور تهیه نقشه و پیاده کردن پلان‌های ساختمانی و کنترل‌های هندسی مربوطه در مناطق محدود.

کلیّات و تعاریف

به منظور طراحی یک پروژه‌ی عمرانی در یک منطقه‌ی زمین، قبلاً باید وضعیت زمین آن منطقه را از نظر شکل، ابعاد، پستی و بلندی‌ها و دیگر عوارض موجود در آن شناخت. طراحی یک پروژه بدون توجه به خصوصیات 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 در خصوص وسایل و دستگاه‌های نقشه‌برداری و روش‌های اندازه‌گیری و قواعد کار به منظور 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 ببرد.
- خصوصیات ویژه‌ی مقیاس ترسیمی را ذکر نماید.
- نقشه‌ها را از نظر 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 ببرد.

۱-۱- چرا آموزش نقشه‌برداری در رشته ساختمان ضروری است؟

بخش اعظم فعالیت متخصصان رشته ساختمان طراحی، محاسبه و اجرای پروژه‌های مختلف عمرانی است. به منظور انجام هر کدام از امور سه‌گانه‌ی فوق در یک محل یا منطقه، قبلاً باید آن محل یا منطقه را شناخت و اطلاعاتی در خصوص وضعیت آن به دست 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 هر چه منطقه بزرگ‌تر باشد ضرورت دسترسی به این نوع اطلاعات بیش‌تر می‌شود.

شاید چنین به نظر برسد که با مشاهده‌ی مستقیم و یا عکاسی و نقاشی می‌توان به شناخت کافی از یک منطقه رسید؛ در این خصوص ذکر توضیحاتی ضروری است:

اول آن که طراح با رفتن به منطقه‌ای که قرار است پروژه‌ای را در آن طراحی کند، می‌تواند اطلاعاتی را به دست آورد لیکن این اطلاعات جهت طراحی پروژه کافی نیست چرا که طرح یک پروژه ابتدا باید روی صفحه‌ی کاغذ ترسیم گردد و موقعیت نقاط مختلف آن با عوارض موجود بر روی زمین هماهنگی داشته باشد. از طرف دیگر در مشاهده‌ی مستقیم، به دلیل محدودیت‌هایی، از جمله 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 میسر نمی‌باشد. اگرچه، با صعود به یک نقطه‌ی مرتفع نیز می‌توان افق دید را وسعت داد و زوایای مرده را از بین برد ولی چون زمین و برجستگی‌های آن در زیر پا به صورت مسطح نمودار می‌شوند تشخیص برجستگی‌ها به سهولت امکان پذیر نیست؛ ضمناً اگر مناظر و اشیا را از زاویه‌های مختلف و یا از بلندی‌های متفاوت نگاه کنیم هر کدام شکل مخصوص و متفاوتی به خود می‌گیرند. به دلایل گفته‌شده اطلاعاتی که ما از طریق مشاهده‌ی مستقیم به آن‌ها می‌رسیم اگر غلط هم نباشد کاملاً تقریبی است.

دوم آن که 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 فن 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، تخیل، ذوق و سلیقه و ادراک هنرمند دارد. در واقع نقاش تحت‌تأثیر یکی از این حالت‌هاست که شیء یا منظره‌ای را برای نقاشی انتخاب می‌کند. بنابراین بسیاری از جزئیات را فدا می‌کند. این نحوه‌ی گزینش در واقع انتقال احساس ویژه‌ی هنرمند به بیننده در یک لحظه‌ی خاص و مکان خاص است.

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

پس روشن شد که عکاسی و نقاشی هیچ کدام نمی‌توانند تصویری کاملاً واقعی از زمین یا منظره‌ای از طبیعت را به ما عرضه دارند^۱، در حالی که آنچه مورد نیاز یک طراح پروژه‌ی عمرانی است نمایش ترسیمی دقیق از اطلاعات مورد نیاز است که قبلاً به آن‌ها اشاره شد. به چنین ترسیمی نقشه می‌گویند. طراح با در دست داشتن یک نقشه‌ی دقیق و خوانا می‌تواند شکل واقعی زمین را درک نموده و راجع به طرحی که در نظر دارد تصمیم‌گیری کند.

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



شکل ۱-۱

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



شکل ۱-۲



شکل ۱-۳

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 ۴-۱-الف) و (ب)



ج



د

شکل ۴-۱- (ج) و (د)

بنابراین آنچه در تهیه نقشه بسیار اهمیت دارد دقت آن است. منظور از دقت در نقشه دو چیز است یکی آن که زوایا و اندازه‌ها تا حد زیادی دقیق باشد و دیگر آن که موقعیت اشیای روی نقشه با آنچه در واقعیت وجود دارد مطابقت داشته باشند، زیرا نقشه، در هر حال، شکل کوچک شده و ساده شده‌ی قسمتی از زمین است.

شرایط و چگونگی تهیه 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 استفاده‌کننده بتواند به راحتی آن را با واقعیت وفق دهد. یک نقشه نه تنها باید اندازه‌ها را دقیق نشان دهد بلکه بایستی از نظر کیفیت هنری، بخصوص تجسم بخشیدن به برجستگی‌های زمین نیز مطلوب باشد و این کار مشکلی است، زیرا این دو ویژگی با هم در تعارض قرار دارند و تهیه نقشه‌ای که جواب‌گوی هر دو ویژگی باشد، کاری است بسیار دشوار.

گذشته از آن‌چه گفته شد، نقشه باید تا حد امکان ساده باشد. در تهیه نقشه باید دید کدام عوارض مورد توجه‌اند. آنگاه به ساده کردن جزئیات و کلی کردنشان بپردازیم. برای طراح، با توجه به ویژگی‌های طرحی که در نظر دارد، بعضی از عوارض مهم است و پاره‌ای نیز اهمیت ندارد. همچنین ممکن است لازم باشد بعضی جزئیات مهم بزرگ‌تر از اندازه‌ی واقعی آن‌ها، و یا عارضه‌ای به ظاهر 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 تهیه نقشه است و در آن مراحل کار تهیه نقشه بررسی می‌شود. به خاطر دقت کار بایستی اندازه‌هایی را روی زمین به دست آورد و برای این کار است که از وسایل مختلف اندازه‌گیری در آن استفاده می‌شود. پس از به دست آوردن اندازه‌ها و انجام مراحل محاسباتی با رعایت قواعد و استانداردهایی، نقشه با خصوصیات ذکر شده آماده می‌گردد.

در بخش محاسبه، نقشه‌برداری به منظور پیدا کردن حجم عملیات خاکی لازم الاجراست چرا که به ندرت زمین منطقه‌ای که قرار است پروژه‌ی عمرانی در آن اجرا شود دست‌نخورده باقی می‌ماند. بنابراین تغییر وضعیت زمین طبق طرح پیش‌بینی شده با نقشه‌برداری کنترل می‌شود. همچنین قبل از به مرحله‌ی اجرا درآمدن پروژه‌های عمرانی برآورد هزینه‌ها و پس از آن به منظور 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 تهیه نقشه، به طور دقیق، صورت گیرد که به آن عملیات پیاده‌کردن نقشه (Setting Out) می‌گویند. قدم اول اجرای هر پروژه‌ی

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

نکته‌ی آخر آن که طراحان و متخصصین رشته‌های عمران و معماری برای استفاده از نقشه باید قادر به نقشه خوانی باشند. بدین منظور باید فن تهیه و تدوین نقشه را فرا گرفت و این کاری است که با خواندن کتاب، به تنهایی، تأمین نمی‌شود بلکه باید با عمل نیز توأم گردد و به خصوص 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 به دست می‌دهد اما بررسی نقشه در روی زمین اساس کار به شمار 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 از جمله تطبیق عوارض طبیعت با نمایش ترسیمی آن‌ها در محل، به سادگی امکان پذیر 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 عملی تر است و مقایسه‌ای که میان عوارض زمین و جزئیات نقشه پیش می‌آید درک و قرائت نقشه را آسان تر می‌سازد.

۲-۱- کروکی - عکس هوایی - 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 این منظور معمولاً به طور 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 رسم کننده مشخص نیست و او بر اساس اندازه‌هایی که حدس می‌زند عمل ترسیم را انجام می‌دهد. به چنین ترسیمی کروکی می‌گویند. پس می‌توان گفت:

کروکی عبارت است 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 هم چنین برای تهیه‌ی نقشه‌ی نهایی.



شکل ۵-۱

به دلیل شباهت زیاد عکس به نقشه، در قرن نوزدهم متخصصان نقشه برداری به فکر افتادند که برای تهیه نقشه از عکس استفاده کنند. نوع عکسی که می توانست مورد استفاده قرار گیرد عکس های هوایی بود زیرا در عکس های زمینی، اگرچه از نقطه ی مرتفعی عکس برداری انجام گیرد، عوارض زمین با شکل واقعی ظاهر نمی شود مگر این که عکس برداری مثلاً از نمای یک ساختمان یا اشیایی که در یک صفحه ی قائم قرار گرفته اند انجام شود. عکس برداری هوایی اولین بار به کمک بالون و کایت انجام گرفت^۱ و پس از این که اطمینان حاصل شد که این نوع عکس می تواند کمک زیادی به عمل تهیه نقشه بکند هواپیماهای کوچکی مخصوص این کار ساخته شد که نصب دوربین عکس برداری در کف آنها باعث شد عکس های زیادی از سطح زمین تهیه گردد.

۱- در اوایل قرن هجدهم میلادی از عکس هایی که با کایت و بالون از سطح زمین برداشته می شد در تهیه نقشه استفاده می کردند. با اختراع هواپیما توسط برادران رایت در سال ۱۹۰۲، در طی جنگ جهانی اول و نیز در فاصله ی دو جنگ جهانی اول و دوم برای تهیه نقشه از عکس هوایی نیز کمک گرفته شد.



شکل ۱-۷



شکل ۱-۶

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 این ترتیب تهیه می‌شوند علاوه بر این که با روش فتوگرامتری^۱ قابل تبدیل به نقشه هستند، برای مطالعاتی از قبیل 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 قابل استفاده‌اند. نمونه‌ای از این عکس‌ها را در شکل ۱-۶ و نقشه‌ی تهیه شده براساس آن‌ها را در شکل ۱-۷ می‌بینید.

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

همان‌طور که می‌بینید شباهت زیادی بین عکس‌های هوایی و نقشه وجود دارد. با مقایسه‌ی این دو متوجه می‌شوید که در نقشه ابعاد عوارض (انواع ساختمان‌ها، خیابان‌ها، کوچه‌ها و غیره) کاملاً مشخص و قابل اندازه‌گیری هستند و ضمن این که بعضی از جزئیات، که با توجه به کاربرد نقشه، اهمیت چندانی ندارند حذف شده‌اند. به‌طور کلی وقتی نقشه با منظور خاصی تهیه می‌شود تنها باید عوارض مورد نظر را نشان داد. مثلاً در شکل ۷-۱ وسایل نقلیه که در خیابان‌ها رفت و آمد می‌کنند و یا سایه‌ی عوارض و نیز فضای سبز منطقه حذف شده‌اند در حالی که اگر تنها بررسی فضای سبز منطقه مورد نظر بود تنها همین فضا را در نقشه نشان می‌دادیم.^۱

در جدول زیر مزیت‌ها و کاستی‌های عکس‌های هوایی نسبت به نقشه درج شده است.

مزیت‌ها	کاستی‌ها
۱- بعضی جزئیات که در عکس‌های هوایی دیده می‌شود در نقشه دیده نمی‌شود.	۱- مطالعه‌ی ارتفاعات بدون استفاده از دستگاه‌های مخصوص امکان‌پذیر نیست.
۲- عوارض با شکل واقعی خود نمایان می‌شوند و نیازی به استفاده از علائم قراردادی نیست.	۲- استفاده از عکس‌های هوایی نیازمند آموزش‌های مخصوص است.
۳- عکس‌های دو سه ساعت بعد از این که گرفته شد قابل استفاده است، در صورتی که برای تهیه‌ی نقشه حداقل چند ماه وقت لازم است.	۳- موقعیت مسطحاتی و همچنین مقیاس عکس تقریبی است.
۴- از نقاط غیر قابل دست‌رس نیز می‌توان عکس هوایی تهیه کرد.	۴- بعضی عوارض کوچک، ممکن است در پناه عوارض بزرگ‌تر به‌طور کلی پوشیده بماند.
۵- با عکس‌برداری‌های متوالی (مثلاً روزانه) می‌توان پاره‌ای تغییرات را زیر نظر گرفت و نتایج به‌دست آمده را مورد تجزیه و تحلیل و ارزیابی قرارداد.	۵- اطلاعات مندرج در نقشه، در عکس‌های هوایی وجود ندارد.
	۶- تشخیص عوارض به دلیل کم بودن اختلاف رنگ با اشکال توأم است.
	۷- دقت عکس‌های هوایی یک منطقه از دقت نقشه‌ی آن منطقه کم‌تر است.

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

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

قابل ذکر است که در تهیه نقشه از مناطق بزرگ، علی‌رغم استفاده از روش فتوگرامتری، به دلیل تأثیر انحنای زمین در تعیین موقعیت 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 مسئولیت نقشه‌برداری را به عهده می‌گیرند. در

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

ایران این مسئولیت به عهده سازمان نقشه‌برداری کشور (National Cartographic Center (N.C.C)) است. در تهیه نقشه از مناطق کوچک می‌توان از انحنای سطح زمین صرف نظر کرد و فرض را بر این گذاشت که اندازه‌گیری‌ها در زمینی کاملاً مسطح انجام می‌شود. حداکثر شعاع عملی که می‌توان در آن شعاع قطعه زمین را مسطح فرض کرد بستگی به مقیاس نقشه دارد اما به طور 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.

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

اکنون با توجه به نکات گفته شده می‌توان نقشه را به صورت 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.

۳-۱- نقشه‌برداری و مراحل تهیه نقشه

همان‌گونه که قبلاً اشاره شد، عموماً در هر کشوری لازم است نقشه‌هایی از کل آن کشور تهیه شود. تهیه‌ی این نقشه‌ها، که به آنها نقشه‌های پوششی یا بنیادی می‌گویند، احتیاج به امکانات وسیع از جمله هواپیماهای ویژه، سیستم‌های ارتباط با ماهواره و دیگر تجهیزات مخصوص و افراد متخصص دارد. از این‌رو سازمان‌های مسئول و مشخصی برای این منظور 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. در اختیار بودن

نقشه‌های بنیادی یا عکس‌های هوایی، در شناسایی اولیه‌ی منطقه کمک زیادی می‌نمایند. بازدید از منطقه مکمل 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 مورد نیاز را تعیین نمود.

نکته‌ی قابل توجه آن است که در هر عمل اندازه‌گیری باید اولاً به‌دقت 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 آن‌ نظر 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، درحالی‌که 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.

به‌طور کلی نقشه‌برداری را به‌صورت زیر می‌توان تعریف نمود.

نقشه‌برداری؛ فنی است که برای تعیین موقعیت دقیق عوارض موجود در روی زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد.

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

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

۱-۳-۲ مراحل کلی تهیه‌ی نقشه: در گذشته با روش‌ها و وسایل بسیار ساده و درمدت زمان زیاد، نقشه‌هایی با دقت 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 به کار گرفته می‌شود. در نقشه‌برداری زمینی عملیات اصلی تعیین موقعیت در روی زمین انجام می‌شود، این عملیات همان‌گونه که در صفحات قبل گفته شد شامل تهیه‌ی مقدمات 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 پردازش اندازه‌ها انجام گیرد و اطلاعات لازم جهت ترسیم و یا نمایش نقشه آماده شود. به این ترتیب مراحل کلی تهیه‌ی نقشه را می‌توان به شکل زیر خلاصه کرد:

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

۴-۱- مقیاس (Scale) نقشه

از آن‌جا که نمی‌توان عوارض موجود بر روی زمین را با ابعاد واقعی روی کاغذ نقشه پیاده کرد و یا در روی صفحه‌ی نمایش رایانه دید، بنابراین باید همه‌ی ابعاد عوارض تبدیل به افق شده^۱ را به نسبت معینی کوچک کنیم تا رسم نقشه امکان‌پذیر شود. پس می‌توان گفت:

مقیاس نقشه^۲: یعنی میزان کوچک‌شدن ابعاد افقی عوارض روی زمین به منظور ترسیم نقشه بر روی کاغذ (و یا نمایش در رایانه).

۱- 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 این نظر ابعاد عوارض قبل از آن‌که متناسب با مقیاس نقشه کوچک شوند باید تبدیل به افق شوند.
۲- این تعریف مختص رشته عمران می‌باشد.

۱-۴-۱ انواع مقیاس: مقیاس بر دو نوع است: عددی یا کسری و خطی یا ترسیمی
 مقیاس عددی (کسری): این مقیاس را معمولاً به صورت کسری به شکل $\frac{1}{n \times 1000}$ نشان می‌دهند و
 به معنی آن است که یک میلی متر روی نقشه معادل n متر روی زمین است و می‌توان نوشت:

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

مثلاً مقیاس $\frac{1}{5000}$ یا $\frac{1}{5 \times 1000}$ نشان می‌دهد که یک میلی متر روی نقشه برابر ۵ متر روی زمین است.

مقیاس ترسیمی (خطی): این نوع مقیاس قطعه خطی است که متناسب با مقیاس عددی نقشه تقسیم بندی شده است. مثلاً پاره خط زیر (شکل ۸-۱) صورت ترسیمی مقیاس عدد $\frac{1}{3000}$ است (هر قطعه‌ی ۲ سانتی متری معرف 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 ۸-۱

۱-۵ دسته بندی نقشه‌ها از نظر مقیاس

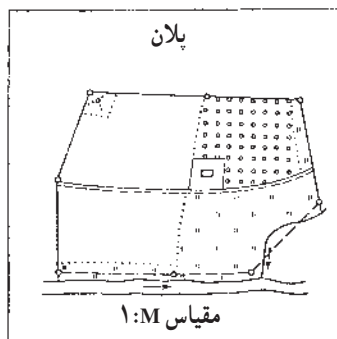
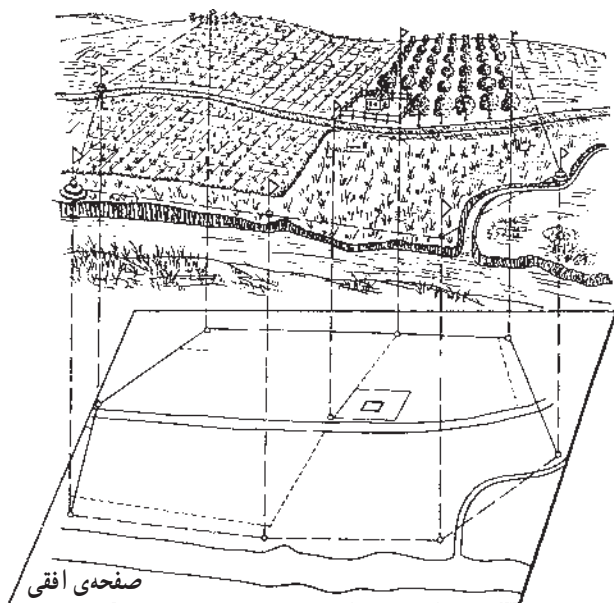
نقشه‌ها را به شکل‌های مختلف دسته بندی می‌کنند که یکی از آن‌ها دسته بندی از نظر مقیاس، به شرح زیر است:

الف: نقشه‌های کوچک مقیاس، که در آن‌ها مقیاس کوچک تر از $\frac{1}{300000}$ است (نقشه‌های جغرافیایی)،

ب: نقشه‌های متوسط مقیاس، با مقیاس $\frac{1}{300000}$ تا $\frac{1}{100000}$ (نقشه‌های توپوگرافی)،

ج: نقشه‌های بزرگ مقیاس، با مقیاس $\frac{1}{100000}$ تا $\frac{1}{10000}$ (نقشه‌های شهری)،

د: پلان‌ها، با مقیاس $\frac{1}{10000}$ و بزرگ تر (نقشه‌های ساختمانی).





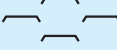
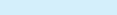
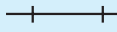
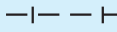
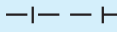


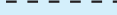

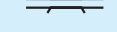
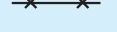
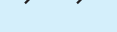


شکل ۹-۱

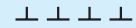






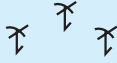











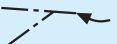

۱-۶-۱- علایم قراردادی

روی نقشه باید بتوان قبل از هر چیز تمام عوارضی را که مورد نظر بوده است به سهولت شناخت. این عوارض یا طبیعی هستند مانند رودخانه‌ها، جنگل‌ها و دریاها و یا مصنوعی، مانند راه‌های ارتباطی، ساختمان‌ها و غیره، اما بعضی اوقات، در نقشه‌های کوچک مقیاس، عوارض مهم آن قدر ریز می‌شوند که دیگر قابل ترسیم نیستند. مثلاً جاده‌ای به عرض ۵ متر در روی نقشه‌ای به مقیاس $\frac{1}{10000}$ عرضی برابر 0.5 میلی‌متر پیدا می‌کند که قابل ترسیم نیست؛ در این صورت، برای نشان دادن جاده با این مقیاس کوچک باید عرض بیش‌تری برای آن در نظر 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 به خاطر سهولت استفاده از نقشه کلیه ی عوارض را حتی در مواردی که لازم نیست ابعاد بزرگ تری برای آن ها در نظر بگیرند با این علایم در نقشه نشان می دهند. معمولاً علایم قراردادی را در یک جدول کنار نقشه نشان می دهند. در این صفحه و صفحه ی بعد بخشی از علایم قراردادی مورد استفاده در نقشه های بزرگ مقیاس نشان داده شده است.

LEGEND علایم		
Building		ساختمان
Religious Building		اماکن مذهبی
Ruin		خرابه
Wall		دیوار
Cemetery		گورستان
Limit		حد
Rail Way		راه آهن
Under Construction		راه آهن متروک
Abandoned		یا در دست اقدام
Asphalted Road		راه آسفالتی
Unsurfaced Road		راه شوسه
4 Wheel Drive Road		راه جیپ رو
Foot Path		راه مالرو
Bridge		پل
Wire Fence		سیم خاردار
Fence		نرده

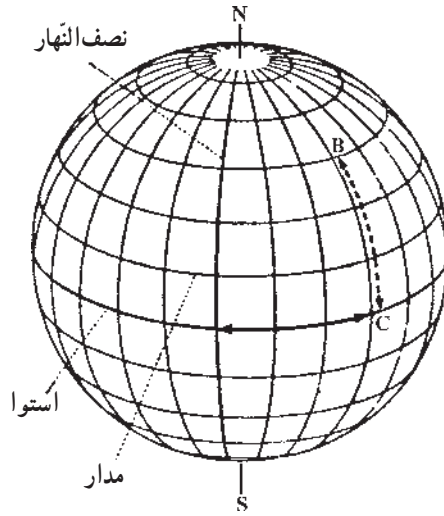
شکل ۱۰-۱

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

شکل ۱۱-۱

۷-۱- انواع شمال‌ها در نقشه‌برداری

همان‌طور که می‌دانید زمینی که روی آن زندگی می‌کنیم شکلی نزدیک به کره، با شعاع متوسط 6370 کیلومتر دارد. برای تعیین موقعیت نقاط روی کره‌ی زمین از یک سیستم مختصات کروی به شکل زیر استفاده می‌شود.



شکل ۱۲-۱

خط قائم‌گزرنده 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 شمال مغناطیسی می‌نامند. ضمناً چون موقع ترسیم نقشه، شبکه‌ای متعامد بر روی کاغذ در نظر می‌گیریم شمال محور Y ‌های نقشه به نام شمال شبکه در نقشه‌برداری معروف است. بنابراین سه نوع شمال در نقشه‌برداری قابل‌تعریف است:

۱-۷-۱- شمال جغرافیایی (Geographical North): وقتی در هر نقطه روی کره‌ی

زمین، بر روی نصف‌النهار آن نقطه به طرف بالا برویم به نقطه‌ی شمال جغرافیایی یا شمال حقیقی می‌رسیم.

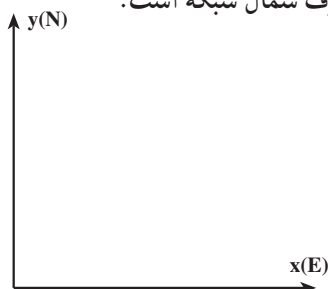
۲-۷-۱- شمال مغناطیسی (Magnetic North): اگر قطب‌نما را بر سطحی صاف

قرار دهیم پس از پایان یافتن نوسانات عقربه‌ی مغناطیسی آن، سمتی که نوک شمالی عقربه نشان می‌دهد

معرف شمال مغناطیسی است.

۳-۷-۱- شمال شبکه (Grid North): روی نقشه‌ها امتداد خطوط عمودی شبکه‌بندی

قائم‌الزاویه (جهت مثبت محور y) معرف شمال شبکه است.



شکل ۱-۱۳

۸-۱- آزیموت یک امتداد (Azimuth)

اگر بر روی زمین، امتدادی مانند BM در نظر 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، آزیموت حقیقی

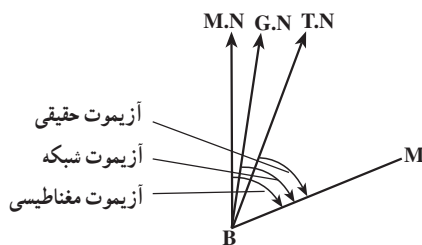
امتداد BM گفته می‌شود.

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

آزیموت مغناطیسی امتداد BM گفته می‌شود.

زاویه‌ی شمال شبکه (G.N) با امتداد BM در جهت حرکت عقربه‌های ساعت، آزیموت شبکه

یا ژیزمان (Gizment) نامیده می‌شود.



شکل ۱-۱۴

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

۹-۱- تعیین جهت قبله به صورت تقریبی

قبله همان امتداد بین محل نمازگزار و کعبه می‌باشد. از این رو برای پیدا کردن جهت قبله بایستی خطی واصل بین محل نمازگزار تا کعبه را ترسیم نموده و آزیموت آن را نسبت به یک امتداد مرجع مانند شمال به دست آورد. از آنجا که زمین مسطح نبوده و شکلی نزدیک به کره دارد هم جهت 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 این که 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.

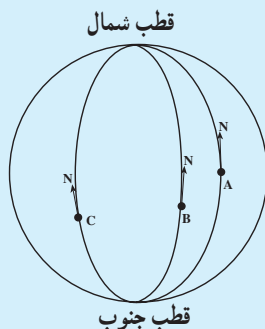
تعیین قبله در روش پیشنهادی در دو مرحله صورت می‌گیرد.

۱- تعیین امتداد شمال در محل

۲- تعیین امتداد قبله نسبت به امتداد شمال

الف - 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 ۱۵-۱ امتداد شمال نقطه با تغییر محل تغییر می‌کند و در واقع نمی‌توان این امتدادها را موازی در نظر گرفت.



شکل ۱۵-۱

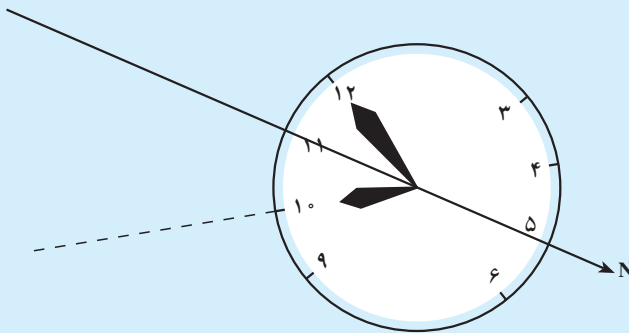
در این جا برای تعیین تقریبی امتداد شمال از یک ساعت مچی عقربه دار و محل خورشید در آسمان استفاده می کنیم.

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

۱- ساعت را از میچ دست باز کرده و در کف دست خود می گذاریم تا حرکت دادن آن آسان باشد.

۲- عقربه ی ساعت شمار را در جهت خورشید قرار می دهیم؛ یعنی، ساعت را که به طور افقی در کف دستمان گذاشته ایم آن قدر می چرخانیم تا نوک عقربه ی ساعت شمار به سمت خورشید قرار بگیرد. در شکل ۱۶-۱ همان گونه که مشاهده می کنید در ساعت ۱۰ صبح مشغول یافتن شمال جغرافیایی هستیم. ساعت را چرخانده ایم تا عقربه ی ساعت شمار در جهت خورشید قرار گرفته است.

۳- زاویه ای را که عقربه ی ساعت شمار با عدد دوازده پدید آورده نصف می کنیم. در این حالت، امتداد نیم سازه این زاویه، در واقع همان شمال جغرافیایی محل است.



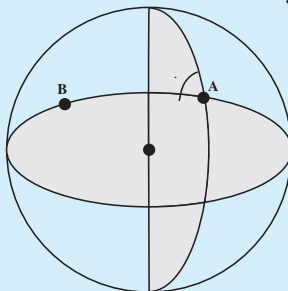
شکل ۱۶-۱

به این ترتیب، در هر ساعتی از روز «نیم سازه زاویه ی بین عقربه ی ساعت شمار و ساعت دوازده»، امتداد شمال را نشان می دهد؛ به شرطی که عقربه ی ساعت شمار در جهت خورشید باشد.

ب- تعیین امتداد قبله نسبت به امتداد شمال: منظور از تعیین امتداد قبله نسبت به امتداد شمال همان تعیین امتداد از محل نمازگزار تا کعبه می باشد.

مطابق شکل ۱۷-۱ برای تعیین امتداد . از نقطه A به B صفحه ی گذرنده از سه

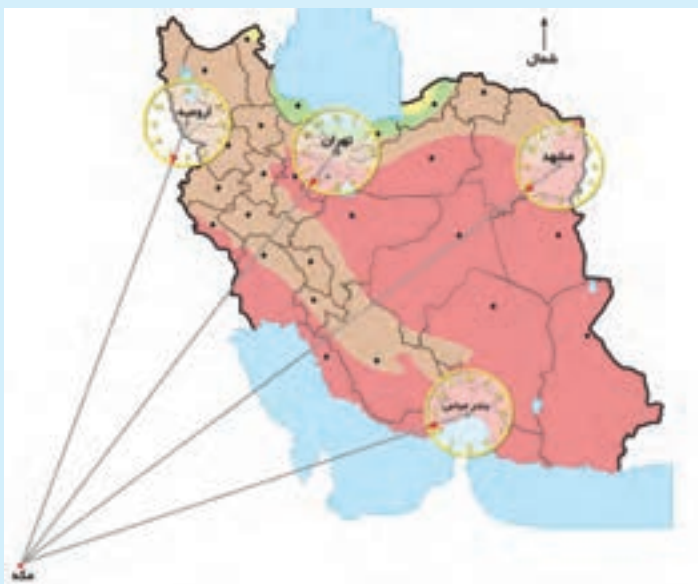
نقطه A و B و مرکز کره را با صفحه‌ی نصف‌النهار گذرنده از نقطه A قطع داده و زاویه بین دو صفحه را محاسبه می‌کنیم.



شکل ۱۷-۱- نحوه محاسبه آزیموت . بین نقاط A و B روی کره

اگر این زاویه را از درجه تبدیل به واحد ساعت عقربه‌ای کنیم یعنی 36° 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 ۱۸-۱ به دست می‌آید.

برای تعیین امتداد قبله کافی است که عدد شکل ۱۸-۱ را به عدد ساعت از مرحله قبل اضافه کرد.



شکل ۱۸-۱

۱۰-۱- 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 (غیر کامپیوتری)

دانش و مهارت مورد نیاز: دانستن این که 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 ۱۸-۱).

روش کار

۱- عقربه‌ی ساعت‌شمار را در جهت خورشید بگیرید.

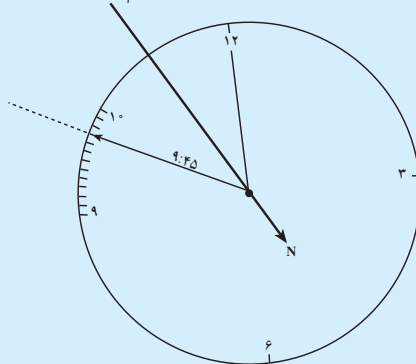
۲- زاویه‌ی بین عقربه‌ی ساعت‌شمار و ساعت دوازده را نصف کنید، تا به جهت شمال بی‌برید.

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

۴- مثلاً در ساعت ۹ و ۴۵ دقیقه محل عقربه‌ی ساعت‌شمار در این ساعت، روی تخته سه پایه، به صورت شکل ۱۹-۱ خواهد بود.

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

نیم‌ساز بین ساعت ۹:۴۵ و ساعت ۱۲



شکل ۱۹-۱

۶- با توجه به محلی که در آن قرار داریم مقدار مربوطه در شکل ۱۸-۱ را به ساعت حاصل اضافه کرده تا امتداد قبله به دست آید.
در این جا چون محل نمازگزار در تهران بوده، ساعت $3^{\circ} 7$ را به عدد ۴۵: ۹ اضافه کرده تا ساعت ۱۵: ۱۷ به دست آید که همان ۱۵: ۵ است. عدد عقربه در راستای ۱۵: ۵ امتداد قبله را نشان می دهد.

خود آزمایی

- ۱- لزوم استفاده از نقشه برداری را در رشته ی تحصیلی خود بیان نمایید.
- ۲- در کدام یک از مراحل طراحی، محاسبه و اجرای پروژه های عمرانی، نقشه برداری کاربرد دارد؟
- ۳- آیا با عکاسی می توان به شناخت دقیق یک منطقه از زمین رسید؟ با نقاشی چطور؟ دلایل خود را ذکر کنید.
- ۴- نقشه چیست؟
- ۵- عکس هوایی را تعریف کنید.
- ۶- عکس هوایی با نقشه چه تفاوت هایی دارد؟ آن ها را که می دانید نام ببرید.
- ۷- کروکی را تعریف کنید.
- ۸- کروکی یک محل چه تفاوتی با نقشه ی آن محل دارد؟
- ۹- نقشه برداری را تعریف کنید.
- ۱۰- تفاوت نقشه های بنیادی و موردی چیست؟
- ۱۱- مراحل تهیه ی نقشه از یک منطقه را نام ببرید.
- ۱۲- چه کمیته هایی برای تهیه ی نقشه اندازه گیری می شود؟
- ۱۳- بین نقشه برداری هوایی و نقشه برداری زمینی چه تفاوت یا تفاوت هایی وجود دارد؟
- ۱۴- برداشت را تعریف کنید.
- ۱۵- مقیاس چیست؟ تعریف کنید.
- ۱۶- مقیاس بر چند نوع است؟ انواع آن را نام برده و تفاوت آن ها را بیان کنید.
- ۱۷- یک نمونه مقیاس عددی مثال بزنید.
- ۱۸- نقشه ها را از نظر مقیاس به چند دسته تقسیم می کنند؟

۱۹- نقشه‌های کوچک‌مقیاس، چه مقیاسی دارند؟

۲۰- پلان‌ها چه مقیاسی دارند؟

۲۱- در چه هنگام باید از علائم قراردادی در ترسیم نقشه استفاده کنیم؟

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

۲۳- مقیاس ترسیمی (خطی) چیست؟ یک مقیاس عددی در نظر گرفته و شکل خطی آن را رسم کنید.

۲۴- ویژگی بارز مقیاس ترسیمی چیست؟

۲۵- استفاده کننده از نقشه چگونه می‌تواند با علائم قراردادی آشنایی پیدا کند؟

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

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

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

۲۹- شمال شبکه چگونه مشخص می‌شود؟

۳۰- آزیموت یعنی چه؟

۳۱- چند نوع آزیموت داریم؟

۳۲- انواع آزیموت‌ها را با رسم شکل نشان دهید.

۳۳- فاصله‌ی افقی دو نقطه‌ی روی زمین ۴ کیلومتر است. فاصله‌ی این دو نقطه روی

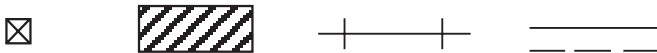
نقشه‌ای به مقیاس $\frac{1}{25000}$ چقدر است؟

۳۴- روی نقشه‌ای به مقیاس $\frac{1}{50000}$ فاصله‌ی ۲ سانتی‌متر نماینده‌ی چه فاصله‌ای است؟

۳۵- فاصله‌ی بین دو نقطه روی نقشه‌ای به مقیاس $\frac{1}{30000}$ برابر ۱۰ میلی‌متر است. فاصله‌ی

این دو نقطه روی زمین چقدر است؟

۳۶- علائم قراردادی زیر برای نمایش کدام عوارض مورد استفاده قرار می‌گیرند؟



شکل ۲۰-۱

۳۷- 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؟

۳۸- فاصله‌ی دو نقطه‌ی A و B در روی نقشه‌ای با مقیاس $\frac{1}{1000}$ برابر 1° سانتی‌متر است.

فاصله‌ی این دو نقطه در روی زمین چقدر است؟ آیا این فاصله افقی است؟

وسایل اندازه‌گیری

برای تهیه‌ی نقشه‌ی یک منطقه از زمین باید عناصر سه‌گانه‌ی طول، زاویه و اختلاف ارتفاع را اندازه‌گیری کرد. همچنین به منظور 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 این کار که اصطلاحاً پیاده‌کردن طرح یا نقشه‌نامه‌ی می‌شود نیز باید عناصر سه‌گانه‌ی فوق را بر روی زمین پیاده کرد. بدین منظور به وسایل و دستگاه‌هایی مورد نیاز است که در این فصل با آن‌ها آشنا می‌شوید.

در پایان این فصل، دانش‌آموز باید قادر باشد :

- وسایل ساده‌ی نقشه‌برداری را نام ببرد و خصوصیات هرکدام را ذکر کند.
- ضمن بیان خصوصیات انواع دستگاه‌های تراز یاب قسمت‌های مختلف آن‌ها را نام ببرد.
- ضمن بیان خصوصیات انواع دستگاه‌های زاویه‌یاب قسمت‌های مختلف آن‌ها را نام ببرد.

وسایل ساده‌ی نقشه‌برداری

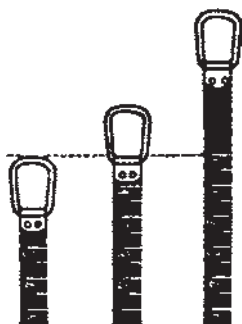
این وسایل عبارت‌اند از: انواع نوارهای اندازه‌گیری، شاقول، ژالون و سه‌پایه‌ی نگه‌دارنده‌ی آن، انواع تراز، شیب‌سنج ساده، انواع گونیا و انواع قطب‌نما.

۱-۲- خصوصیات وسایل ساده

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

معینی، از نظر 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 یک دسته‌ی 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.

به غیر از نوع فلزی، انواع پارچه‌ای و پلاستیکی این نوارها نیز مورد استفاده 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 در نوارهای 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 ۱-۲



شکل ۲-۲

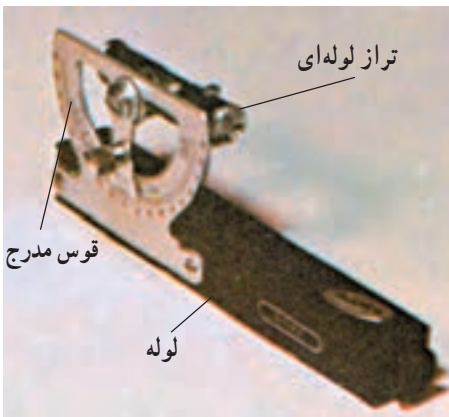
ب — شاقول: شاقول عبارت است از یک وزنه‌ی فلزی مخروطی‌شکل که به نخ محکمی آویزان شده و تحت تأثیر وزن خود در جهت قائم می‌ایستد. شاقول برای مشخص ساختن امتداد قائم یا کنترل چنین امتدادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. کاربردهای دیگر این وسیله تعیین دقیق ایستگاه دستگاه‌های تتودولیت و ترازباب است که خود فاقد شاقول هستند. هنگام مترکشی افقی برای تصویر نمودن نقطه‌ی انتهای هر دهنه مترکشی نیز از شاقول استفاده می‌شود.

ج — ژالون (Range - pole): ژالون میله‌ای استوانه‌ای از جنس فلز یا چوب یا پلاستیک، به قطر 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 این که ژالون بهتر به حالت قائم قرار گیرد 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 ۱-۲) و یا شاقول برای دقت بیش تر کمک می گیرند (برای کنترل قائم بودن ژالون به وسیله ی شاقول باید شاقول را در دو جهت عمود بر هم در فاصله ی ۲ سانتی متری ژالون آویزان کرد و امتداد نخ آن را با ژالون مطابقت داد). در زمین های سخت از سه پایه های مخصوص نگه دارنده ی ژالون استفاده می کنند. برای قابل رؤیت بودن ژالون ها از فواصل دور، آن را ۵۰ سانتی متر به ۵۰ سانتی متر به رنگ سفید و قرمز رنگ آمیزی می کنند (شکل ۳-۲).



شکل ۳-۲

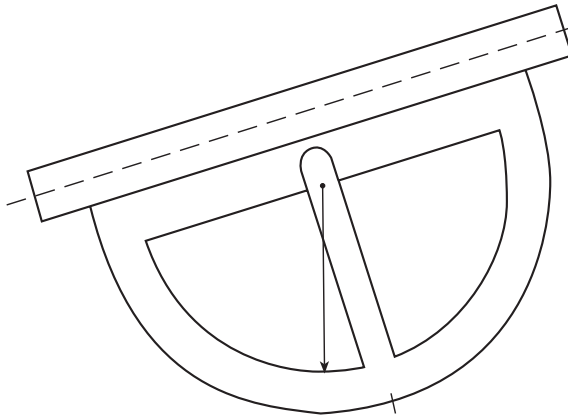


شکل ۴-۲

د - شیب سنج دستی (Abney hand level):

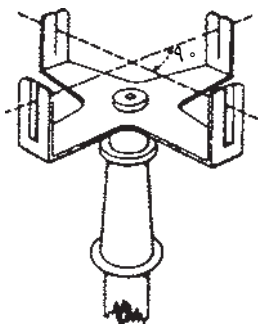
شیب سنج دستی از سه قسمت لوله، قوس مدرج و تراز لوله ای تشکیل شده که تصویر حباب تراز در داخل نیز دیده می شود. در موقع استفاده اگر صفر ورنیه ای که به قوس مدرج متصل است، در مقابل صفر قوس مدرج قرار گیرد شیب سنج در حالت افقی و تراز می باشد در غیر این صورت صفر ورنیه زاویه ی سطح شیب دار با افق را نشان می دهد (شکل ۴-۲).

شکل ۲-۵ نوع دیگری از شیب‌سنج را که قدیمی‌تر از نوع قبل است نشان می‌دهد. این شیب‌سنج از یک نیم‌دایره‌ی مدرج 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 مورد نظر است قرار دهیم عقربه‌ی آزاد زاویه‌ی شیب را بر روی نیم‌دایره‌ی مدرج نشان می‌دهد.



شکل ۲-۵

هـ — گونیاها (Squares): گونیاها وسایلی هستند که به کمک آن‌ها می‌توان: اولاً: زاویه‌ی ۹۰ درجه (و در بعضی از انواع، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه) 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



شکل ۲-۶

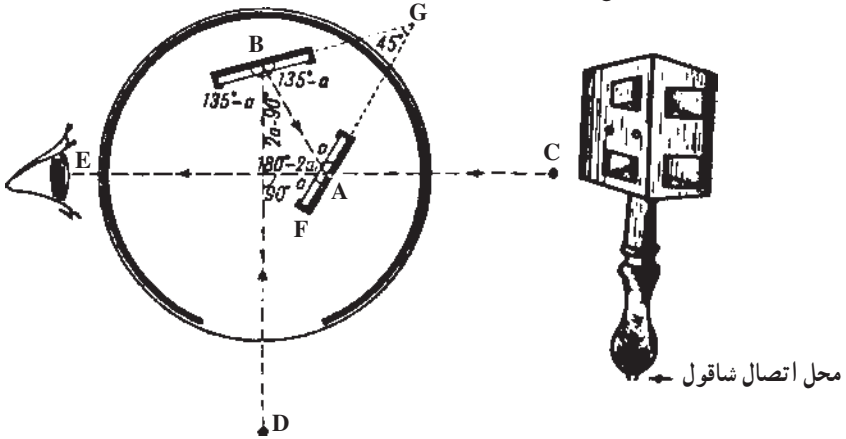
نمود؛

رابعاً: امتداد یک خط مستقیم را تعیین کرد.

سه نوع گونیا مورد استفاده قرار می‌گیرد:

نوع اول، گونیا‌ی شکاف‌دار (Cross-Staff) است که در ساختمان آن از آئینه 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 ۲-۶).

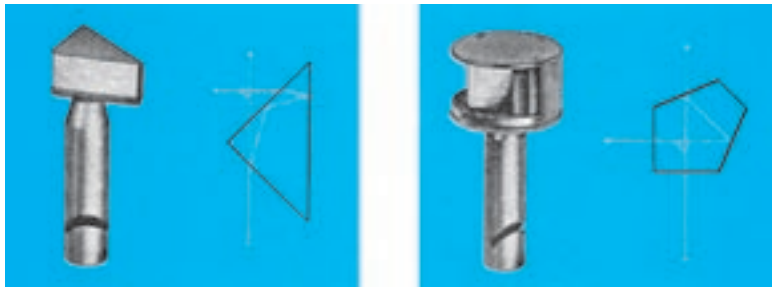
در نوع دوم یعنی گونیای آینه‌ای (Optical square) از دو آینه که با یکدیگر زاویه‌ی ۴۵ درجه می‌سازند، و در نوع سوم، یعنی گونیای منشوری (Prism square)، از دو یا یک منشور استفاده شده است (شکل‌های ۲-۷ و ۲-۸).



شکل ۲-۷- گونیای آینه‌ای و طرز تشکیل تصویر در آن



شکل ۲-۹



شکل ۲-۸

و - انواع تراز: سه نوع تراز به‌عنوان وسیله‌ی ساده مورد استفاده قرار می‌گیرد که عبارت‌اند از:
 - تراز نبشی: وسیله‌ای است که برای قائم نگهداشتن ژالون یا شاخص (که در صفحات قبل آن را شناختید) به کار می‌رود و در واقع 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.



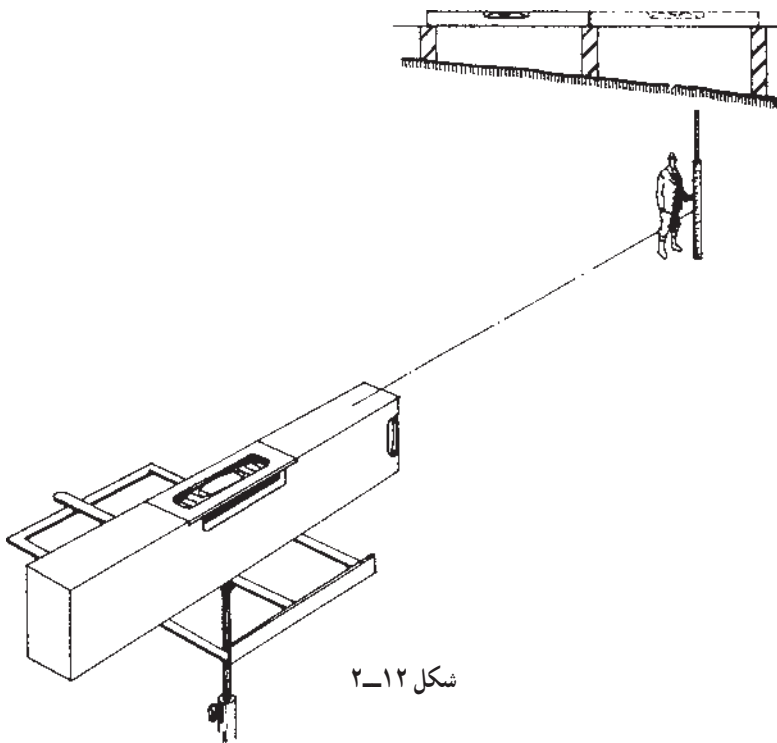
شکل ۱۰-۲- تراز نبشی و طرز استفاده از آن

— تراز دستی: برای ایجاد امتداد افقی مورد استفاده قرار می‌گیرد. تراز دستی، از یک لوله‌ی استوانه‌ای یا مکعب مستطیل شکل تشکیل شده است که در ابتدا سوراخی برای نگاه کردن در داخل آن و در انتها نیز یک خط نشانه و یک تراز دارد. در هنگام افقی بودن لوله، حباب تراز طوری می‌ایستد که خط نشانه در وسط آن است. 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 ۱۱-۲).



شکل ۱۱-۲

— تراز بنایی (**Brick layer level**): تراز بنایی در واقع بخشی از یک محفظه‌ی شیشه‌ای کروی یا تیوپ مانند (نظیر شکل ۱۲-۲) است که داخل آن از مایعی با غلظت کم پر شده که دارای یک حباب هوا نیز هست (بحث پیش‌تر راجع به تراز را در شرح ساختمان دستگانه‌های تراز یاب 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.



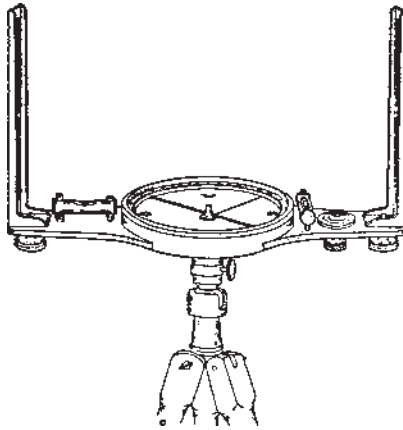
شکل ۱۲-۲

ز — **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:

- یک تکیه‌گاه که حامل وسیله می‌باشد؛
- یک صفحه‌ی مدرج افقی که حول محور ثابتی که عمود بر این صفحه است می‌چرخد؛
- تقسیمات صفحه‌ی مدرج از صفر تا 360° درجه (یا صفر تا 400° گراد) است؛

– یک عقربه‌ی مغناطیسی که در وسط صفحه‌ی مدرج قرار گرفته 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؛

– 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 مواقعی که از قطب‌نما استفاده نمی‌شود، یا در موقع حمل و نقل، برای این که عقربه حرکت نکند به وسیله‌ی یک اهرم آن را ثابت می‌کنند.



شکل ۱۳-۲



شکل ۱۴-۲

در نوعی دیگر از قطب‌نماها وسیله‌ی قراولروی یک دوربین است (شکل ۱۴-۲).

تبصره: علاوه بر وسایل ساده‌ای که ذکر شد برای مشخص کردن 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 به طور دائم بر روی زمین مشخص شوند، از نشانه‌های بتنی که به صورت هرم ناقص و معمولاً در ابعاد $۲۰ \times ۳۰ \times ۶۰$ سانتی‌متر تهیه می‌شوند و در میان آن‌ها میله‌های فلزی نیز کار گذارده شده، استفاده می‌شود.

۲-۲- ترزیاب‌ها (Levels)

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



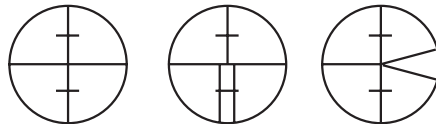
شکل ۱۵-۲

دستگاه‌های ترزیاب به‌طور کلی به دو دسته‌ی اپتیکی و اپتیک الکترونیکی تقسیم می‌شوند. در این جا با توجه به کاربرد زیاد ترزیاب اپتیکی به تشریح کامل آن می‌پردازیم و سپس به‌منظور آشنایی با ترزیاب‌های الکترونیکی، راجع به این نوع ترزیاب توضیح مختصری نیز می‌دهیم.

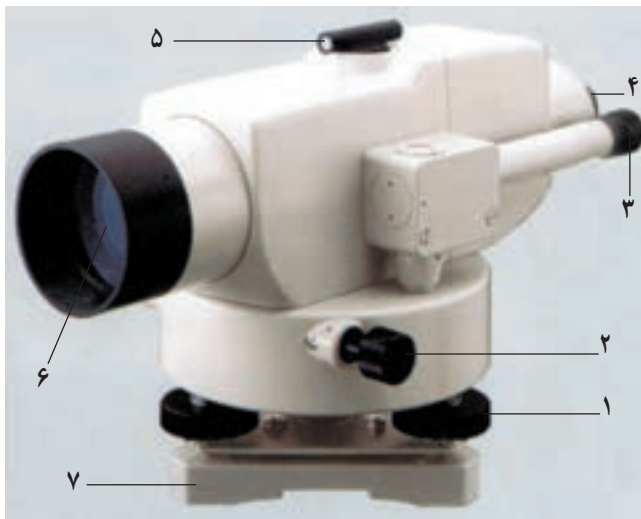
ترزیاب‌های اپتیکی (Optical Levels): این نوع ترزیاب‌ها به‌طور کلی از دو قسمت اساسی، که هر قسمت خود ضمایمی دارد، تشکیل شده‌اند (شکل ۱۷-۲). دو قسمت اساسی به این شرح است:

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

۲- دوربین، که در کنار آن تراز، برای افقی نمودن خط نشانه‌روی، قرار دارد می‌تواند حول محور قائم دوران 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 قرار گیرد. رتیکول (Cross - Hairs) صفحه‌ای است شیشه‌ای که در داخل لوله‌ی دوربین کار گذاشته شده و بر روی آن یک تار قائم و یک یا چند تار افقی برای نشانه‌روی حک شده است.



شکل ۱۶-۲ چند نمونه تار رتیکول



- | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ۱- پیچ‌های تنظیم تراز | ۲- پیچ حرکت جزئی سمتی | ۳- چشمی قرائت زاویه |
| ۴- عدسی چشمی دوربین | ۵- مگسک | ۶- عدسی شیشه‌ی دوربین |
| ۷- صفحه‌ی زیر پایه | | |

شکل ۱۷-۲ اجزای متشکله‌ی دستگاه تراز یاب اپتیکی

۱- کارخانه‌های سازنده‌ی دستگاه‌های نقشه‌برداری در دنیا محدودند و معروفترین آن‌ها در کشورهای ژاپن، سوئیس و آلمان هستند. از جمله کارخانه‌هایی که محصولات آن‌ها در ایران مورد استفاده 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 آلمان غربی 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 تراز یاب‌ها و زاویه‌یاب‌هایی با دقت‌های متفاوت ساخته‌اند و هر کدام با اسم خاص عرضه می‌شوند. شکل ۱۷-۲ نمونه‌ای از تراز یاب‌های کارخانه‌ی Sokkia با عنوان Bic است و نمونه‌های دیگر را در دیگر صفحات می‌بینید.



Pentax L-20

ب



Kern GK23

الف



Topcon AT-G6

د



Zeiss Ni21

ج

شکل ۱۸-۲



Pentax

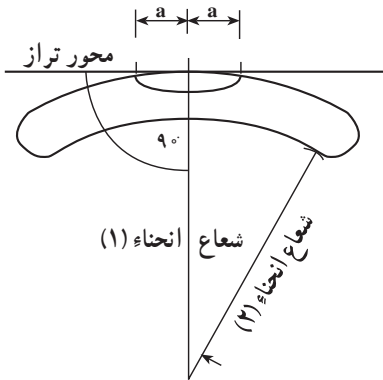
ب



Wild NA-2

الف

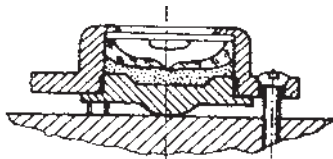
شکل ۱۹-۲



شکل ۲۰-۲

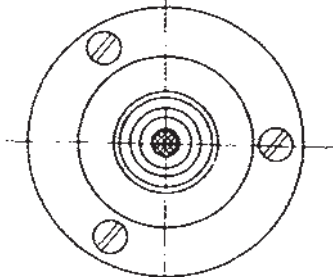
در وسایل و دستگاه‌های نقشه‌برداری از تراز به منظور ایجاد سطح افقی استفاده می‌کنند. تراز محفظه‌ای کروی یا تیوپ مانند است که از هوا خالی و سپس با مایعی که غلظت آن کم است پر شده، آن‌گاه یک حباب هوا وارد محفظه‌ی مزبور گردیده است. مایعی که مصرف می‌شود بیش‌تر اسید سولفوریک، اترو یا الکل است و هرچه شعاع محفظه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

۲-۳- شکل ظاهری ترازها در دستگاه‌های نقشه‌برداری



تراز کروی از کنار

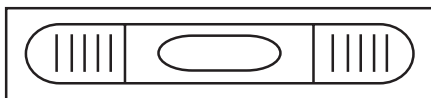
۱- تراز کروی (Circular Level): محفظه و حباب این نوع تراز کروی است و دایره‌ای در اطراف نقطه‌ی مرکزی آن دیده می‌شود. به منظور تنظیم کامل تراز بایستی حباب در وسط آن قرار بگیرد.



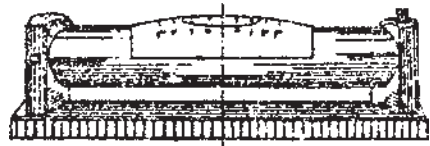
تراز کروی از بالا

۲- تراز استوانه‌ای (Spirit Level): محفظه و حباب این نوع تراز که حساس‌تر از تراز کروی است به شکل تقریباً استوانه است و به جای دایره‌ی علایمی در روی محفظه، مرکز آن را به منظور تنظیم حباب تراز مشخص نموده است.

شکل ۲۱-۲



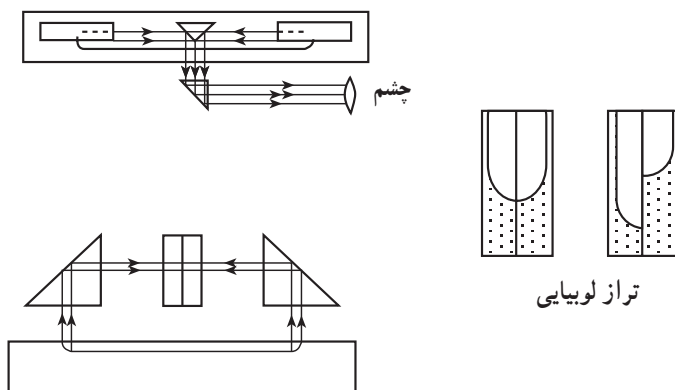
شکل ۲۳-۲- تراز استوانه‌ای از بالا



شکل ۲۲-۲- تراز استوانه‌ای از کنار

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

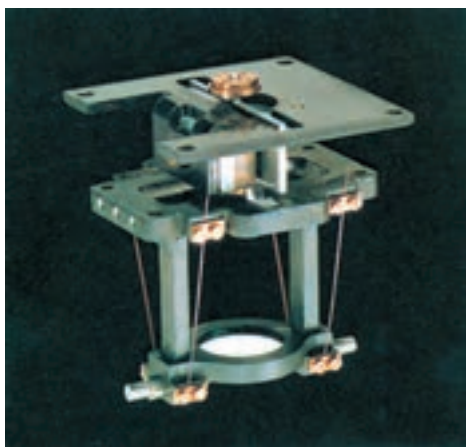
به کمک آن خط نشانه روی افقی می‌گردد با تعبیه‌ی منشور در بالای تراز شکل ظاهر تراز به صورت زیر دیده می‌شود و به کمک یک پیچ که در زیر آن قرار گرفته تراز تنظیم می‌گردد.



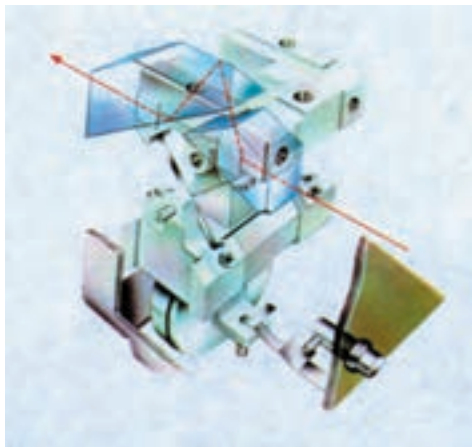
شکل ۲-۲۴

در ترازهای جدید به جای آن که در کنار دوربین از تراز، به منظور افقی نمودن خط نشانه روی استفاده شود وسیله‌ای به نام کمپانساتور (Compensator) در داخل لوله دوربین کار گذاشته‌اند. کمپانساتور پس از تنظیم تراز کروی (یا استوانه‌ای)، بدون آن که عامل حرکتی انجام دهد محور نشانه روی را افقی می‌گرداند به این ترازها ترازهای اتوماتیک می‌گویند.

کمپانساتورها خود دو نوع، اپتیکی و مغناطیسی هستند که شکل آن‌ها را در شکل‌های ۲-۲۵ و ۲-۲۶ می‌بینید. در کنار کمپانساتورهای اپتیکی، به منظور کنترل درست کار کردن آن، دگمه‌ای کارگزارده شده است. با فشار این دگمه، موقع قرائت شاخص به علت تغییر وضعیت در منشورهای



شکل ۲-۲۶- کمپانساتور مغناطیسی



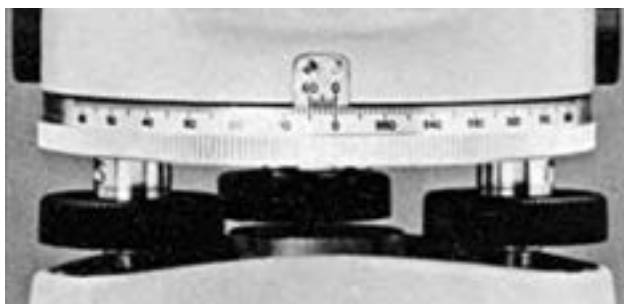
شکل ۲-۲۵- کمپانساتور اپتیکی

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

در بعضی از ترازیاها یک دایره‌ی مدرج افقی، برای اندازه‌گیری زاویه‌ی افقی بین امتدادهای قراولروی، وجود دارد که قرائت زاویه در نوعی از آنها از داخل چشمی مخصوص انجام می‌گیرد (شکل ۲-۲۷) اما در نوعی دیگر، مقدار زاویه مستقیماً از خارج قرائت می‌شود (شکل ۲-۲۸).



شکل ۲-۲۷



شکل ۲-۲۸

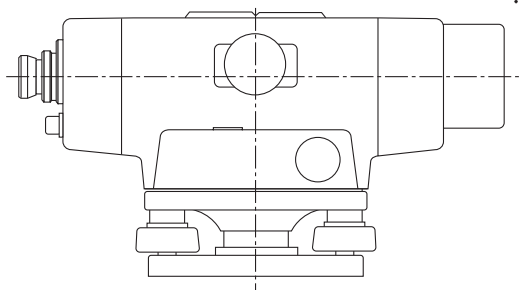
۲-۴- محوره‌های یک دستگاه ترازیا

به منظور استفاده از ترازیا، به ترتیبی که در فصول بعد خواهید دید، این دستگاه را بر روی سه پایه‌ی مخصوص سوار و سپس دستگاه را بر روی یک نقطه مستقر می‌کنند. بدین منظور، شناختن محوره‌های دستگاه ضروری است.

به غیر از محور تراز که قبلاً تعریف شد ترازیا دارای محوره‌های صفحه‌ی بعد نیز هست :

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

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



شکل ۲۹-۲

۲-۵- ترازیب‌های الکترونیکی (Digital Level)

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

در جلوی این دستگاه‌ها، علاوه بر صفحه‌ی نمایش که در شکل ۲-۳۰ آن را در سمت چپ شکل می‌بینید یک صفحه کلید در جلوی بخش الکترونیکی قرار گرفته که با فشار دادن کلیدها عملیات مختلف انجام می‌شود. همچنین برای ضبط اطلاعات در مواقع مورد نیاز دیسکت مخصوص در داخل دستگاه جای می‌گیرد.



شکل ۳۰-۲