

## هدف کلی

ایجاد توانایی لازم به منظور تهیه نقشه و پیاده کردن پلان های ساختمانی و  
کنترل های هندسی مربوطه در مناطق محدود.

# فصل اوّل

## کلیات و تعاریف

بهمنظر طراحی یک پروژه‌ی عمرانی در یک منطقه‌ی زمین، قبل‌باید وضعیت زمین آن منطقه را ازنظر شکل، ابعاد، پستی و بلندی‌ها و دیگر عوارض موجود در آن شناخت. طراح 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 وسائل و دستگاه‌های نقشه‌برداری و روش‌های اندازه‌گیری و قواعد کار بهمنظر 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 موردي را ذکر کند.
- مراحل تهیه‌ی نقشه از یک منطقه را توضیح دهد.
- کمیت‌هایی که برای تهیه‌ی نقشه اندازه‌گیری می‌شوند را نام برد.
- 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 آزمومت، انواع آن را نام برد.

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

بخش اعظم فعالیت متخخصصان رشته ساختمان طراحی، محاسبه و اجرای پروژه‌های مختلف عمرانی است. به منظور انجام هر کدام از امور سه گانه‌ی فوق در یک محل یا منطقه، قبلًا باید آن محل یا منطقه را شناخت و اطلاعاتی درخصوص 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 هرچه 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 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. 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 به طور دقیق و به سادگی 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 ازین برد ولی چون زمین و برجستگی‌های آن در زیر پا به صورت 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 هر کدام شکل مخصوص و متفاوتی به خود می‌گیرند. به دلایل گفته شده 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 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، به ویژه در هنر، نقطه‌ی دید موردنی است بسیار فردی و خصوصی و بستگی به حالت‌های روحی، احساس، تخیل، ذوق و سلیقه و ادراک هنرمند دارد. در واقع نقاش تحت تأثیر یکی از این حالت‌های است که شئی 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.

در مورد عکس هم، تا حدی، این موضوع صادق است. این که از رو به رو 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 نمی توانند تصویری کاملاً واقعی از زمین یا منظره‌ای از طبیعت را به ما عرضه دارند<sup>۱</sup>، در حالی که آن‌چه موردنیاز یک طراح پروژه‌ی عمرانی است نمایش ترسیمی دقیق از اطلاعات موردنیازی است که قبلاً با آن‌ها اشاره شد. به چنین ترسیمی نقشه می‌گویند. طراح با دردست داشتن یک نقشه‌ی دقیق و خواناً می‌تواند شکل واقعی زمین را در ک

نموده و راجع به طرحی که در نظر دارد تصمیم‌گیری کند.  
نمونه‌هایی از نقشه‌ها با پروژه‌های طراحی شده روی آن‌ها 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.



۱-۱

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



شكل ١-٢



شكل ١-٣

علاوه بر پستی‌ها و بلندی‌های زمین اگر عوارض مسطحه‌تی 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 به خاطر 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.



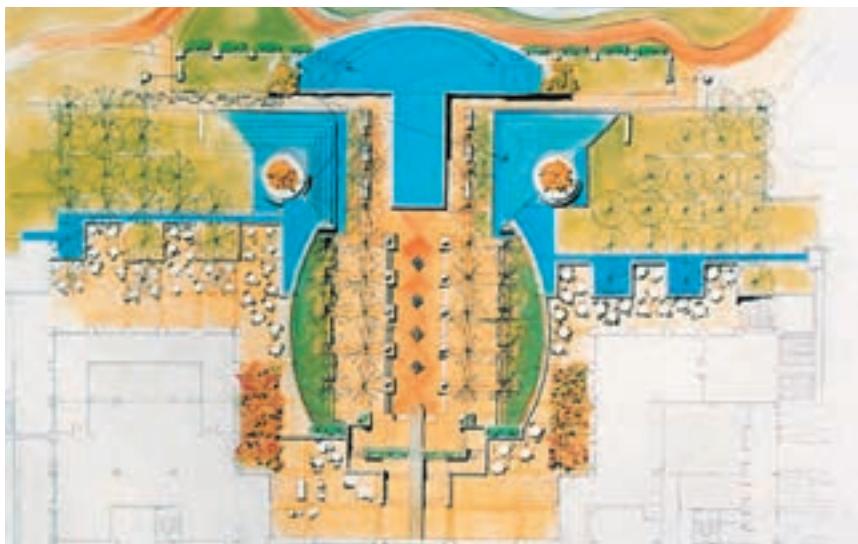
الف



ب  
شکل ۴-۱-(الف) و (ب)



ج



د  
شکل ۱-۴-(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 زوايا و اندازه ها تا حد زیادی دقیق باشد و دیگر آن که موقعیت اشیاء 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.

شرايط و چگونگي تهيه‌ی نقشه‌ها بستگي دارد به هدف و منظور خاصی که در هر نقشه تعقيب می‌شود. يك نقشه را موقعی صحیح می‌دانند که اطلاعات داده شده در آن غلط یا مبهم نباشد و استفاده کننده بتواند به راحتی آن را با واقعیت وفق دهد. يك 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 قراردارند و تهیه‌ی نقشه‌ای که جواب‌گوی هر دو ویژگی باشد، کاری است بسیار دشوار.

گذشته از آن چه گفته شد، نقشه باید تا حدّامکان ساده باشد. در تهیه‌ی نقشه باید دید کدام عوارض مورد توجه‌اند. آنگاه به ساده کردن جزئیات و کلی کردنشان پردازیم. 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 يك 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. 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 دست نخورده باقی می‌ماند. بنابراین تغییر وضعیت زمین طبق طرح پیش‌بینی شده با نقشه‌برداری کنترل می‌شود. همچنین قبل از به مرحله‌ی اجرا در آمدن پروژه‌های عمرانی برآوردهای 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 تهیه‌ی نقشه، به طور دقیق، صورت گیرد که به آن عملیات پیاده کردن 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 وسائلی که برای تهیه نقشه مورد استفاده قرار می‌گیرند پیاده هم می‌توان کرد. کنترل‌های هندسی حین اجرا و نیز پس از اجرا از کاربردهای دیگر نقشه‌برداری است.

نکته‌ی آخر آن که طراحان و متخصصین رشته‌های عمران و معماری برای استفاده از نقشه باید قادر به نقشه‌خوانی باشند. بدین منظور باید فن تهیه و تدوین نقشه را فراگرفت و این کاری است که با خواندن کتاب، به تهابی، 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.

در ک 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 امکان‌پذیر می‌گردد. راه‌ها و خصوصیت آن‌ها، فواصل میان نقاط، برجستگی‌های زمین و فرورفتگی‌های آن، خطوط بزرگ‌ترین شب 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 آسان‌تر 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 بر عکس 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 قبل‌اگفته 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 قادر اندازه‌های دقیق باشد.

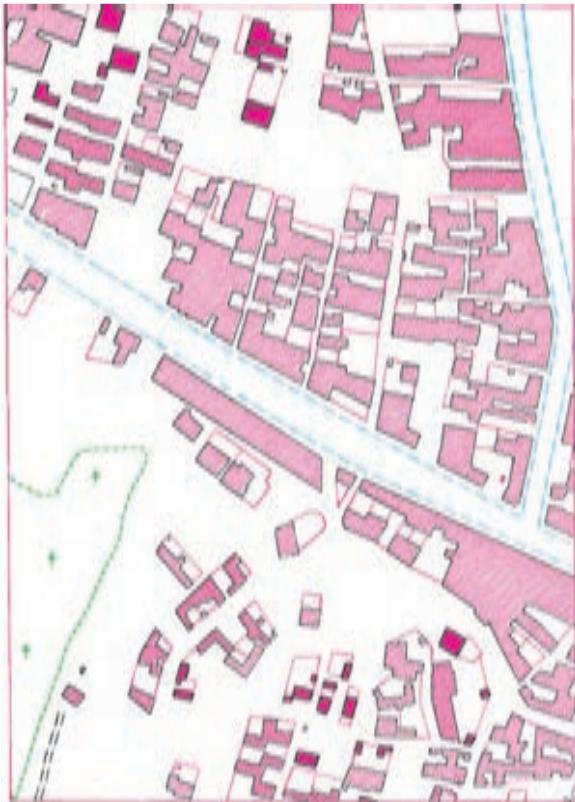
بعداً خواهید دید که برای تهیه نقشه، پس از شناسایی منطقه، نخست یک کروکی از آن تهیه می‌کنند که این خود، راهنمایی است برای عملیات اندازه‌گیری و تعیین ابعاد عوارض روی زمین و هم‌چنین برای تهیه نقشه‌ی نهایی.



شکل ۱-۵

به دلیل شباهت زیاد عکس به نقشه، در قرن نوزدهم متخصصان نقشه‌برداری به فکر افتادند که برای تهیهٔ نقشه از عکس استفاده کنند. نوع عکسی که می‌توانست مورد استفاده قرار گیرد عکس‌های هوایی بود زیرا در عکس‌های زمینی، اگرچه از نقطه‌ی مرتفعی عکس‌برداری انجام گیرد، عوارض زمین با شکل واقعی ظاهر نمی‌شود مگر این‌که عکس‌برداری هواپی اولین بار به کمک بالون و کایت در یک صفحه‌ی قائم قرار گرفته‌اند انجام شود. عکس‌برداری هوایی اولین بار به کمک بالون و کایت انجام گرفت<sup>۱</sup> و پس از این‌که اطمینان حاصل شد که این نوع عکس می‌تواند کمک زیادی به عمل تهیهٔ نقشه بکند هوایماهای کوچکی مخصوص این کار ساخته شد که نصب دوربین عکس‌برداری در کف آن‌ها باعث شد عکس‌های زیادی از سطح زمین تهیه گردد.

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



شکل ۱-۷



شکل ۱-۶

با توجه به آن چه گفته شد عکس هوایی را به شکل زیر تعریف می کنیم :

**عکس هوایی** : عکسی است که با یک وسیله‌ی نقلیه‌ی هوایی مانند هوایپما، 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<sup>۱</sup> قابل تبدیل به نقشه هستند، برای مطالعاتی از قبیل تشخیص نوع عوارض و تراکم آن‌ها در یک منطقه، تشخیص بافت شهرها و روستاهای، 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 می‌یابند.

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

همان طور که می بینید شباهت زیادی بین عکس هوایی و نقشه وجود دارد. با مقایسه ای این دو متوجه می شوید که در نقشه ابعاد عوارض (انواع ساختمان ها، خیابان ها، کوچه ها و غیره) کاملاً مشخص و قابل اندازه گیری هستند و ضمن این که بعضی از جزئیات، که با توجه به کاربرد نقشه، اهمیت چندانی ندارند حذف شده اند. به طور کلی وقتی نقشه با منظور خاصی تهیه می شود تنها باید عوارض مورد نظر را نشان داد. مثلاً در شکل ۱-۷ وسائل نقلیه که در خیابان ها رفت و آمد می کنند و یا سایه ای عوارض و نیز فضای سبز منطقه حذف شده اند در حالی که اگر تنها بررسی فضای سبز منطقه مورد نظر بود تنها همین فضا را در نقشه نشان می دادیم.<sup>۱</sup>

در جدول زیر مزیت ها و کاستی های عکس های هوایی نسبت به نقشه درج شده است.

کاستی ها	مزیت ها
<p>۱- مطالعه ای ارتفاعات بدون استفاده از دستگاه های مخصوص امکان پذیر نیست.</p> <p>۲- استفاده از عکس های هوایی نیازمند آموزش های مخصوص است.</p> <p>۳- موقعیت مسطوحاتی و همچنین مقیاس عکس تقریبی است.</p> <p>۴- بعضی عوارض کوچک، ممکن است در پناه عوارض بزرگ تر به طور کلی پوشیده بماند.</p> <p>۵- اطلاعات مندرج در نقشه، در عکس های هوایی وجود ندارد.</p> <p>۶- تشخیص عوارض به دلیل کمبود اختلاف رنگ با اشکال توأم است.</p> <p>۷- دقت عکس هوایی یک منطقه از دقت نقشه ای آن منطقه کمتر است.</p>	<p>۱- بعضی جزئیات که در عکس های هوایی دیده می شود در نقشه دیده نمی شود.</p> <p>۲- عوارض با شکل واقعی خود نمایان می شوند و نیازی به استفاده از عالم قراردادی نیست.</p> <p>۳- عکس هوایی دو سه ساعت بعد از این که گرفته شد قابل استفاده است، در صورتی که برای تهیه ای نقشه حداقل چند ماه وقت لازم است.</p> <p>۴- از نقاط غیرقابل دسترس نیز می توان عکس هوایی تهیه کرد.</p> <p>۵- با عکس برداری های متوالی (مثلاً روزانه) می توان پاره ای تغییرات را زیر نظر گرفت و نتایج به دست آمده را مورد تجزیه و تحلیل و ارزیابی قرار داد.</p>

در تهیه ای نقشه از مناطق بزرگ، عکس های هوایی کمک زیادی به عملیات می کنند و از جمله اندازه گیری های زمینی را به مقدار زیاد کاهش می دهند زیرا در یک عکس هوایی موقعیت عوارض نسبت به یکدیگر مشخص است؛ از این رو کافی است برای تعداد محدودی از نقاط، اندازه گیری انجام شود تا بتوان نقشه ای دقیق تهیه کرد.

۱- برای کسب اطلاعات بیشتر در خصوص عکس های هوایی و روش فتوگرامتری به کتاب های تخصصی رشته نقشه برداری 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 سازمان‌یا سازمان‌هایی مسئولیت نقشه‌برداری را به عهده می‌گیرند. در

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

ایران این مسئولیت به عهده‌ی سازمان نقشه‌برداری کشور (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 قطعه‌زمین 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 تهیه‌ی نقشه

همان‌گونه که قبل‌اشارة 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 هوایپاماهای 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 می‌گرددند.

علاوه بر نقشه‌های بنیادی به دیگر نقشه‌هایی که از مناطق کوچک تهیه می‌شوند نقشه‌های موردنی می‌گویند. این نقشه‌ها بر مبنای نقشه‌های بنیادی و با اهداف خاص تهیه می‌شوند. هرچه یک منطقه کوچک‌تر باشد با وسائل 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 ساختن خط‌های جداکننده‌ی آن از اطراف و اطمینان از پارچایی 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 قابل توجه آن است که در هر عمل اندازه‌گیری باید اولاً بدقت مطلوب دست یافت و ثانیاً از به‌کاربردن ابزارهای گران‌قیمت و صرف هزینه‌های بی‌مورد اجتناب کرد، به عبارتی باید روش‌های بهینه‌ای را به کار گرفت. ذکر این نکته از آن نظر اهمیت دارد که عموماً، به اشتباه، تصور می‌شود که برای هرچه ترددیک‌تر شدن به مقدار حقیقی یک کمیت، باید هرچه بیش‌تر در انجام اندازه‌گیری‌ها از وسایل پیچیده‌تر و پیش‌رفته‌تر و روش‌های دقیق‌تر استفاده کرد، درحالی که آن‌چه اهمیت دارد این است که تهیه کنندگان 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 مورداستفاده قرار می‌گیرد.

در گذشته تعیین موقعیت عوارض منحصراً بر روی کاغذ انجام می‌شد اما با پیش‌رفت فناوری 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.

**۱-۱-۳- 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؛ بر عکس، در مواقعي که بدون استفاده از عکس هوایی عملیات نقشه‌برداری انجام شود نقشه‌برداری را نقشه‌برداری زمینی می‌گویند.

**۲-۱-۳- مراحل کلی تهیه‌ی نقشه:** در گذشته با روش‌ها و وسایل بسیار ساده و در مدت 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 تهیه 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 به صورت 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 باستی 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:

- تهیه 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.

## ۱-۱- 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 همه ابعاد عوارض تبدیل به افق شده' را به نسبت معینی کوچک کنیم تا رسم نقشه امکان پذیر شود. پس می‌توان گفت:

مقیاس نقشه<sup>۲</sup>؛ یعنی میزان کوچک‌شدن ابعاد افقی عوارض روی زمین به منظور ترسیم نقشه بر روی کاغذ (و یا نمایش در رایانه).

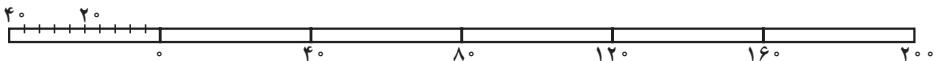
- 
- ۱- از آن‌جا که طراحی پروژه‌ی عمرانی برای یک منطقه از زمین براساس وضعیت افقی آن منطقه انجام می‌شود بنابراین نقشه باید تصویر افقی باشد از این نظر ابعاد عوارض قبل از آن که متناسب با مقیاس نقشه کوچک شوند باید تبدیل به افق شوند.
  - ۲- این تعریف مخصوص رشته عمران می‌باشد.

**۱-۱-۴- 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 میلی‌متر روی نقشه معادل  $n$  متر روی زمین است و می‌توان نوشت:

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

مثالاً مقیاس  $\frac{1}{5000}$  یا  $\frac{1}{5 \times 1000}$  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 ۱-۸) صورت ترسیمی مقیاس عدد  $\frac{1}{2000}$  است (هر قطعه‌ی ۲ سانتی‌متری معرف چهل متر می‌باشد). ویژگی باز 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 تعییر پیدا کند همراه با آن طول مقیاس ترسیمی تعییر می‌یابد.



شکل ۱-۸

## ۱-۱-۵- دسته‌بندی نقشه‌ها از نظر مقیاس

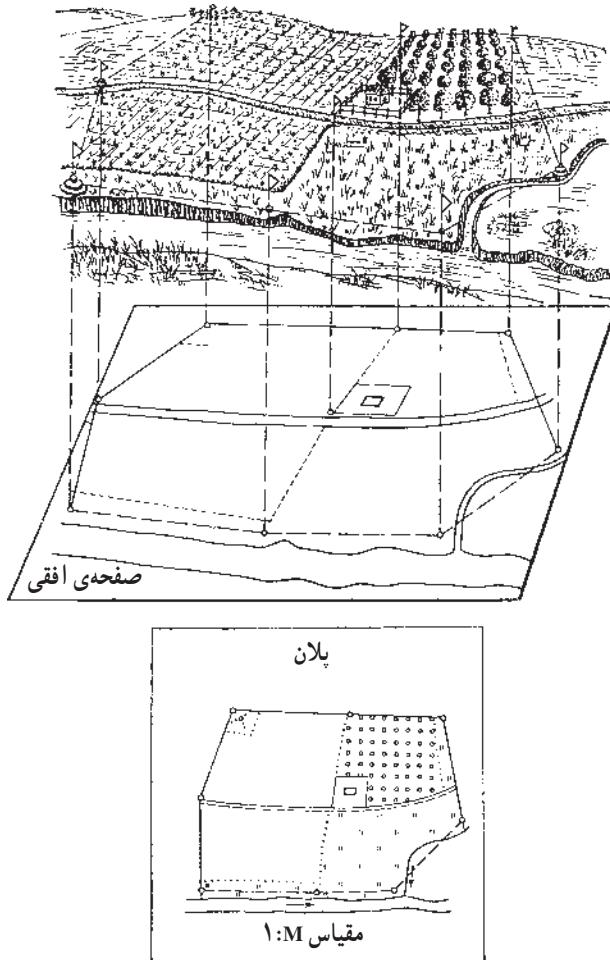
نقشه‌ها را به شکل‌های مختلف دسته‌بندی می‌کنند که یکی از آن‌ها دسته‌بندی از نظر مقیاس، به شرح زیر است:

**الف :** نقشه‌های کوچک‌مقیاس، که در آن‌ها مقیاس کوچک‌تر از  $\frac{1}{20000}$  است (نقشه‌های جغرافیایی)،

**ب :** نقشه‌های متوسط‌مقیاس، با مقیاس  $\frac{1}{20000}$  تا  $\frac{1}{10000}$  (نقشه‌های توپوگرافی)،

**ج :** نقشه‌های بزرگ‌مقیاس، با مقیاس  $\frac{1}{10000}$  تا  $\frac{1}{1000}$  (نقشه‌های شهری)،

**د :** پلان‌ها، با مقیاس  $\frac{1}{1000}$  و بزرگ‌تر (نقشه‌های ساختمانی).



شکل ۱-۹

## ۶-۱- 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 ارباطی، ساختمان‌ها و غیره، اماً 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  $\frac{1}{100000}$  عرضی برابر  $5 \times 10^{-5}$  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 کلیه‌ی عوارض را حتی در مواردی که لازم نیست ابعاد بزرگ‌تری برای آن‌ها در نظر بگیرند با این علایم در نقشه نشان می‌دهند.  
معمولًاً علایم قراردادی را در یک جدول کنار نقشه نشان می‌دهند. در این صفحه و صفحه‌ی بعد بخشی از علایم قراردادی مورداً استفاده در نقشه‌های بزرگ مقياس نشان داده شده است.

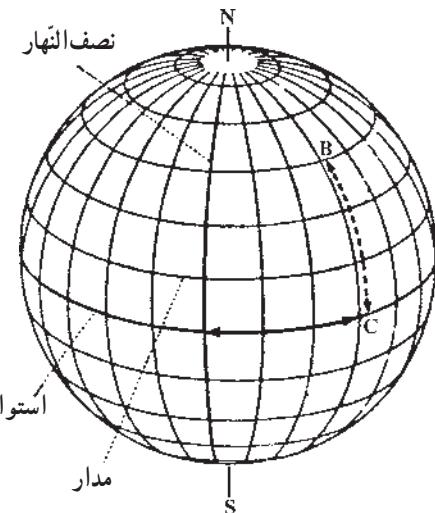
LEGEND علایم		
Building		ساختمان
Religious Building		اماکن مذهبی
Ruin		خرابه
Wall		دیوار
Cemetery		گورستان
Limit		حد
Rail Way		راه آهن
Under Construction		راه آهن متروک
Abandoned		یا در دست اقدام
Asphalted Road		راه آسفالت
Unsurfaced Road		راه شوسه
4 Wheel Drive Road		راه جیپ رو
Foot Path		راه مالرو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

۱-۱۰ شکل

Hedge		چیز
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		پنبه کاری
Tank(0i1– water – etc.)		مخازن (مواد نفتی - آب - غیره)
River		رودخانه
Canal		کanal
Stream		نهر - جوی
Water Course		آبریز

## ۷-۱- انواع شمال‌ها در نقشه‌برداری

همان‌طور که می‌دانید زمینی که روی آن زندگی می‌کنیم شکلی تزدیک به کره، با شعاع متوسط ۶۳۷° کیلومتر دارد. برای تعیین موقعیت نقاط روی کره‌ی زمین از یک سیستم مختصات کروی به شکل زیر استفاده می‌شود.



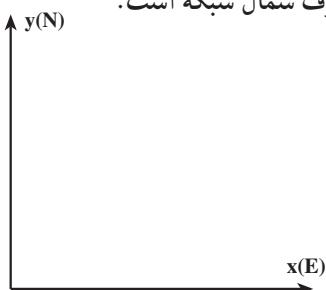
شكل ۱-۱۲

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 **شمال مغناطیسی** می‌نامند. ضمناً چون موقع ترسیم نقشه، شبکه‌ای متعامد بر روی کاغذ درنظر می‌گیریم شمال محور عهای نقشه به نام شمال شبکه در نقشه‌برداری معروف است. بنابراین سه نوع شمال در نقشه‌برداری قابل تعریف است :

- ۱-۱- **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.
- ۲-۱- **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

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



شکل ۱-۱۳

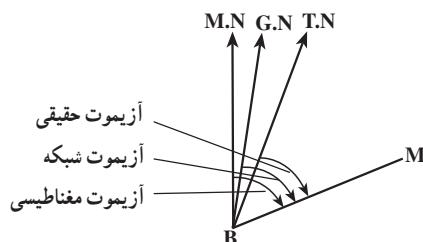
### ۴-۱-آزیمoot (Azimuth) یک امتداد

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

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

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

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



شکل ۱-۱۴

به طور کلی آزیمoot یک امتداد را به شکل زیر می‌توان تعریف نمود:

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

معمولًاً برای نقشه‌برداری از مناطق کم وسعت 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

### ۱-۹ تعیین جهت قبله به صورت تقریبی

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

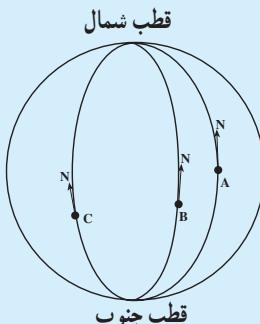
در این نوشتۀ روشنی ساده و سریع برای تعیین قبله ارائه می‌شود. این روش با فرض این که زمین به شکل کره می‌باشد، امتداد قبله را با دقیقی در حد چند درجه نشان می‌دهد. در صورتی که نیاز به تعیین امتداد قبله با دقت بالا داشته باشیم باید از مدل بیضوی برای زمین استفاده نموده و آزمیوت قبله را با مدل‌های ریاضی پیچیده 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 ۱-۱۵ امتداد شمال نقطه با تغییر محل تغییر می‌کند و در واقع نمی‌توان این امتدادها را موازی در نظر گرفت.



شکل ۱-۱۵

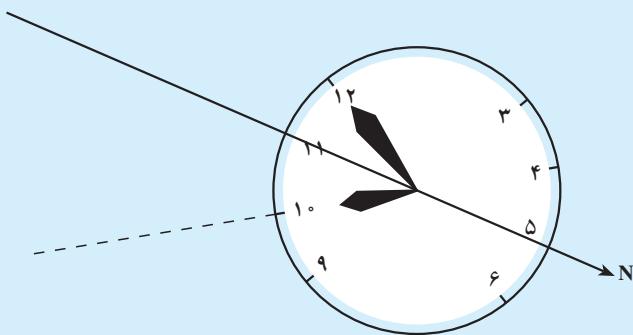
در اینجا برای تعیین تقریبی امتداد شمال از یک ساعت مچی عقربه‌دار و محل خورشید در آسمان استفاده می‌کنیم.

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

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

۲- عقربه‌ی ساعت شمار را در جهت خورشید قرار می‌دهیم؛ یعنی، ساعت را که به طور افقی در کف دستمان گذاشته‌ایم آنقدر می‌چرخانیم تا نوک عقربه‌ی ساعت شمار به سمت خورشید قرار بگیرد. در شکل ۱-۱۶ 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.

۳- 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.



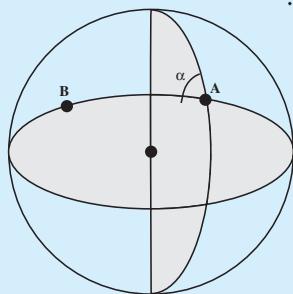
شکل ۱-۱۶

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

مطابق شکل ۱-۱۷ برای تعیین امتداد  $\alpha$  از نقطه A به B صفحه‌ی گذرنده از سه

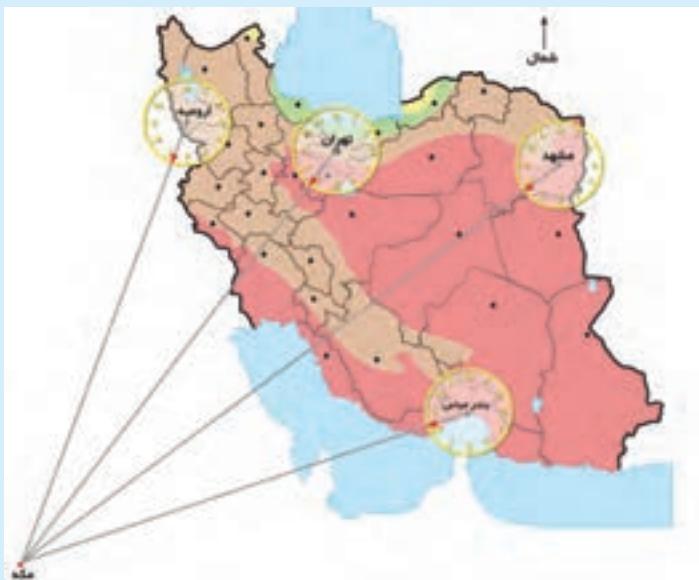
نقطه A و B و مرکز کره را با صفحه‌ی نصف‌النهار گذرنده از نقطه A قطع داده و زاویه بین دو صفحه را محاسبه می‌کنیم.



شکل ۱-۱۷- نحوه محاسبه آزیمут  $\alpha$  بین نقاط A و B روی کره

اگر این زاویه را از درجه تبدیل به واحد ساعت عقریه‌ای کنیم یعنی  $36^\circ$  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  $\alpha$  در واحد ساعت مطابق شکل ۱-۱۸ به دست می‌آید.

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



شکل ۱-۱۸

## ۱-۱- کار عملی

عنوان: یافتن قبله در یک محل

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

وسایل مورد نیاز: یک ساعت مچی عقربه دار (غیر کامپیوترا) دانش و مهارت مورد نیاز: دانستن این که نیمساز زاویه بین عقربه‌ی ساعت شمار و ساعت دوازده جهت شمال جغرافیایی را نشان می‌دهد. در صورتی که عقربه ساعت شمار در جهت خورشید باشد (در اختیار داشتن نقشه شکل ۱-۱۸).

### روش کار

۱- عقربه‌ی ساعت شمار را در جهت خورشید بگیرید.

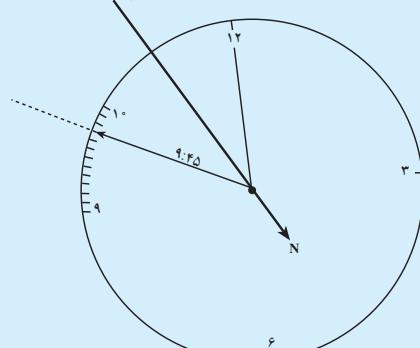
۲- زاویه بین عقربه‌ی ساعت شمار و ساعت دوازده را نصف کنید، تا به جهت شمال بی‌بیرید.

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 ساعت شمار، هر قسمت از محیط این دایره برابر با ۵ دقیقه است.

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

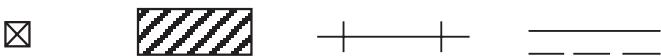
۶- با توجه به محلی که در آن قرار داریم مقدار مربوطه در شکل ۱-۱۸ را به ساعت حاصل اضافه کرده تا امتداد قبله به دست آید.

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

## خودآزمایی

- ۱- لزوم استفاده از نقشه‌برداری را در رشته‌ی تحصیلی خود بیان نمایید.
- ۲- در کدام‌یک از مراحل طراحی، محاسبه و اجرای پروژه‌های عمرانی، نقشه‌برداری کاربرد دارد؟
- ۳- آیا با عکاسی می‌توان 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 تفاوت‌هایی دارد؟ آن‌ها را که می‌دانید نام ببرید.
- ۷- کروکی را تعریف کنید.
- ۸- کروکی یک محل چه تفاوتی با نقشه‌ی آن محل دارد؟
- ۹- نقشه‌برداری را تعریف کنید.
- ۱۰- تفاوت نقشه‌های بنیادی و موردنی چیست؟
- ۱۱- مراحل تهیه‌ی نقشه از یک منطقه را نام ببرید.
- ۱۲- چه کمیت‌هایی برای تهیه‌ی نقشه اندازه‌گیری می‌شود؟
- ۱۳- بین نقشه‌برداری هوایی و نقشه‌برداری زمینی چه تفاوت یا تفاوت‌هایی وجود دارد؟
- ۱۴- برداشت را تعریف کنید.
- ۱۵- مقیاس چیست؟ تعریف کنید.
- ۱۶- مقیاس بر چند نوع است؟ انواع آن را نام بده و تفاوت آن‌ها را بیان کنید.
- ۱۷- یک نمونه مقیاس عددی مثال بزنید.
- ۱۸- نقشه‌ها را از نظر مقیاس به چند دسته تقسیم می‌کنند؟

- ۱۹- نقشه‌های کوچک مقیاس، چه مقیاسی دارند؟
- ۲۰- پلان‌ها چه مقیاسی دارند؟
- ۲۱- در چه هنگام باید از علایم قراردادی در ترسیم نقشه استفاده کنیم؟
- ۲۲- با مشاهده علایم قراردادی مهم در چند نقشه‌ی بزرگ مقیاس 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 علایم 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- آزمیوت یعنی چه؟
- ۳۱- چند نوع آزمیوت داریم؟
- ۳۲- انواع آزمیوت‌ها 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  $\frac{1}{500}$  فاصله‌ی ۲ سانتی‌متر نماینده‌ی چه فاصله‌ای است؟
- ۳۵- فاصله‌ی بین دو نقطه روی نقشه‌ای به مقیاس  $\frac{1}{2000}$  برابر  $10$  میلی‌متر است. فاصله‌ی این دو نقطه روی زمین چقدر است؟
- ۳۶- علایم قراردادی زیر برای نمایش کدام عوارض مورد استفاده قرار می‌گیرند؟



۱-۲۰ شکل

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 تهیه شده چقدر است؟

۳۸- فاصله‌ی دو نقطه‌ی A و B در روی نقشه‌ای با مقیاس  $\frac{1}{1000}$  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 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 پیاده کردن 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 می‌شویم.

در پایان این فصل، دانش‌آموز باید قادر باشد:

- وسایل ساده‌ی نقشه‌برداری را نام ببرد و خصوصیات هر کدام را ذکر کند.
- ضمن بیان خصوصیات انواع دستگاه‌های ترازیاب قسمت‌های مختلف آن‌ها را نام ببرد.
- ضمن بیان خصوصیات انواع دستگاه‌های زاویه‌یاب قسمت‌های مختلف آن‌ها را نام ببرد.

### وسایل ساده‌ی نقشه‌برداری

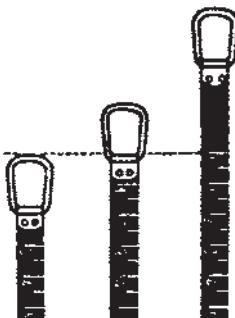
این وسایل عبارت‌اند از: انواع نوارهای اندازه‌گیری، شاقول، ژالون و سه‌پایه‌ی نگهدارنده‌ی آن، انواع تراز، شبیه‌سنجه ساده، انواع گونیا و انواع قطب‌نما.

#### 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  $5, 2, 10, 20, 25$  و  $30$  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 بیچ خورده 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 ۲-۱



شکل ۲-۲

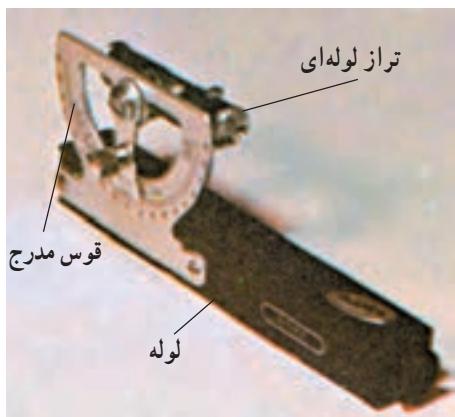
**ب - شاقول:** شاقول عبارت است از یک وزنه‌ی فلزی مخروطی شکل که به نخ محکمی آویزان شده و تحت تأثیر وزن خود در جهت قائم می‌ایستد. شاقول برای مشخص ساختن امتداد قائم یا کنترل چنین امتدادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. کاربردهای دیگر این وسیله تعیین دقیق ایستگاه دستگاه‌های تغذیلیت و ترازیاب است که خود فاقد شاقول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

**ج - ژالون (Range – pole):** ژالون میله‌ای استوانه‌ای از جنس فلز یا چوب یا پلاستیک، به قطر حدود  $3$  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 نوک تیز و سنگین می‌سازند. در موقع کار با

ژالون از تراز مخصوص ژالون یا نبشی (شکل ۲-۱) 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 سه پایه‌های مخصوص نگه‌دارنده‌ی ژالون استفاده می‌کنند. برای قابل رؤیت بودن ژالون‌ها از فواصل دور، آن را ۵° سانتی‌متر به رنگ سفید و قرمز رنگ آمیزی می‌کنند (شکل ۲-۳).



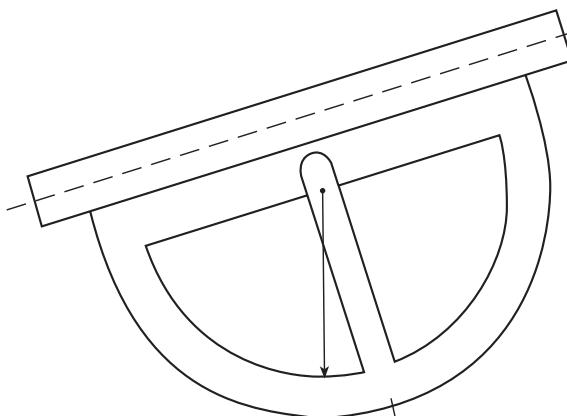
شکل ۲-۳



شکل ۲-۴

**د - شیب‌سنج دستی (Abney hand level)**:  
شیب‌سنج دستی از سه قسمت لوله، قوس مدرج و تراز لوله‌ای تشکیل شده که تصویر حباب تراز در داخل نیز دیده می‌شود. در موقع استفاده اگر صفر ورنیه‌ای که به قوس مدرج متصل است، در مقابل صفر قوس مدرج قرار گیرد شیب‌سنج در حالت افقی و تراز می‌باشد در غیر این صورت صفر ورنیه زاویه‌ی سطح شیب‌دار با افق را نشان می‌دهد (شکل ۲-۴).

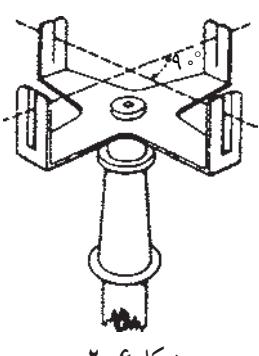
شکل ۲-۵ نوع دیگری از شیب‌سنج را که قدیمی‌تر از نوع قبل است نشان می‌دهد. این شیب‌سنج از یک نیم‌دایره‌ی مدرج تشکیل شده که در مرکز آن عقربه‌ای آویزان است و در بالا لوله‌ای برای نشانه‌روی دارد. حرکت عقربه حول مرکز نیم‌دایره آزاد است و همواره به حالت قائم می‌ایستد. وقتی محور لوله‌ی نشانه‌روی را در ابتدا و موازی سطح شیب‌داری که اندازه‌گیری زاویه‌ی شیب آن موردنظر است قرار دهیم عقربه‌ی آزاد زاویه‌ی شیب را بر روی نیم‌دایره‌ی مدرج نشان می‌دهد.



شکل ۲-۵

**هـ— گونیاهای Squares:** گونیاهای وسایلی هستند که به کمک آن‌ها می‌توان:  
اولاً<sup>۹۰°</sup>: زاویه‌ی  $90^\circ$  (و در بعضی از انواع،  $30^\circ$ ،  $45^\circ$  و  $60^\circ$  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

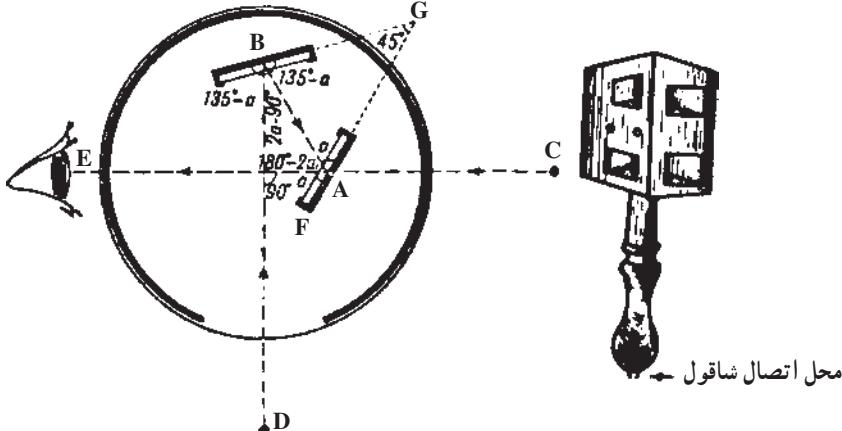
نمود؛



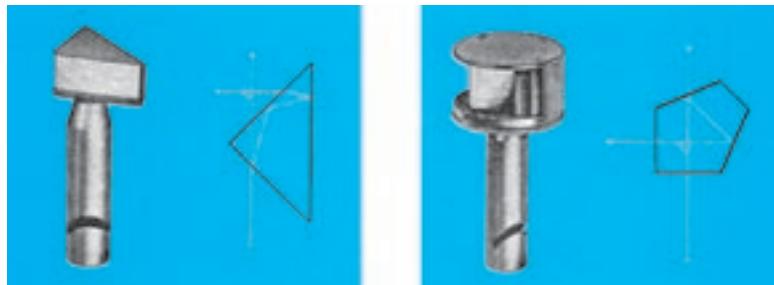
شکل ۲-۶

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 آینه 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

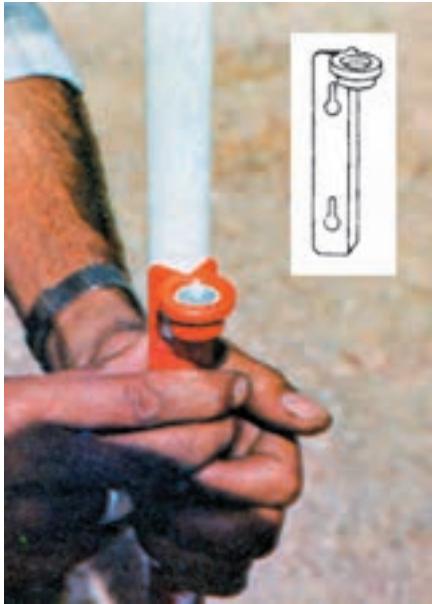


شکل ۲-۸

و - انواع تراز: سه نوع تراز به عنوان وسیله‌ی ساده مورداستفاده 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 ۲-۹



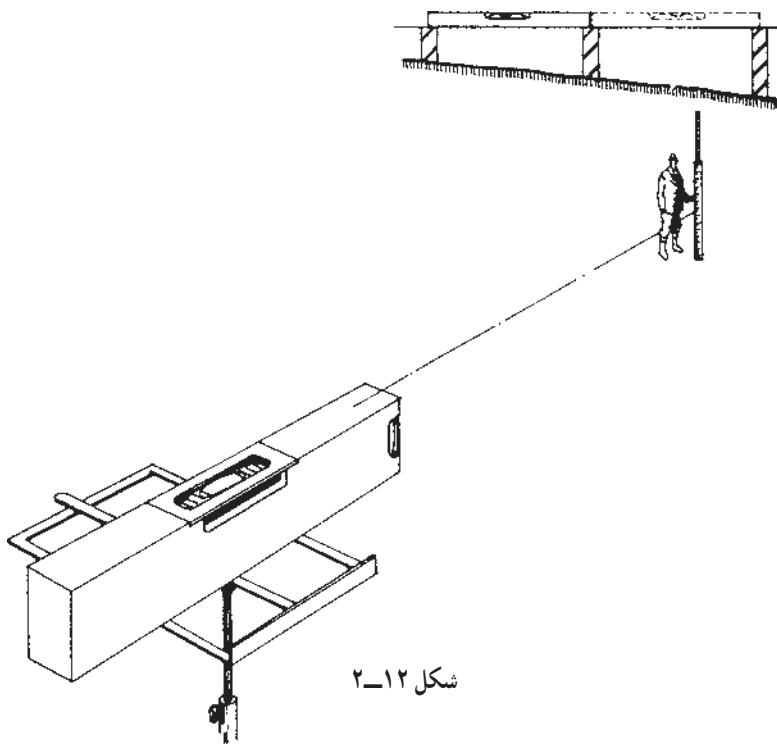
شکل ۲-۱۰- تراز نبشی و طرز استفاده از آن

- 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 نگاه‌کردن در داخل آن و در انتهای نیز یک خط نشانه و یک تراز دارد. در هنگام افقی‌بودن 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 ۲-۱۱).



شکل ۲-۱۱

- تراز بنایی (Brick layer level) : تراز بنایی در واقع بخشی از یک محفظه‌ی شیشه‌ای کروی یا نیوپ مانند (نظیر شکل ۲-۱۲) 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 جای دادن در یک پوشش پلاستیکی یا فلزی، بر روی یک پایه‌ی بلند سوار نمایند می‌توان از آن برای کنترل سطوح افقی (عموماً همراه با شمشه) مورد استفاده قرار داد.

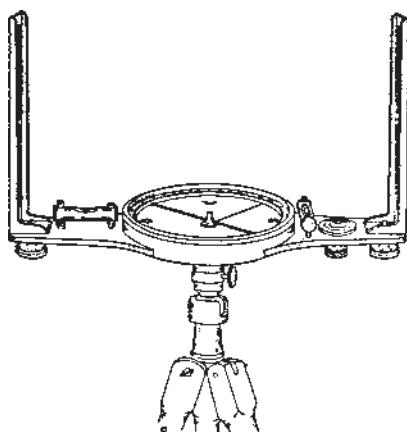


ز - قطب‌نما (Compass) : قطب‌نماها و سایلی هستند که از آن‌ها برای اندازه‌گیری زاویه‌ی یک امداد با شمال مغناطیسی (آزمیوت مغناطیسی) استفاده می‌شود نوع ساده‌ی آن از چهار قسمت زیر تشکیل شده است :

- 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  $360^\circ$  درجه (یا صفر تا  $400^\circ$  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 روبروی 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 مواقعي 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.



شكل ۲-۱۳

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

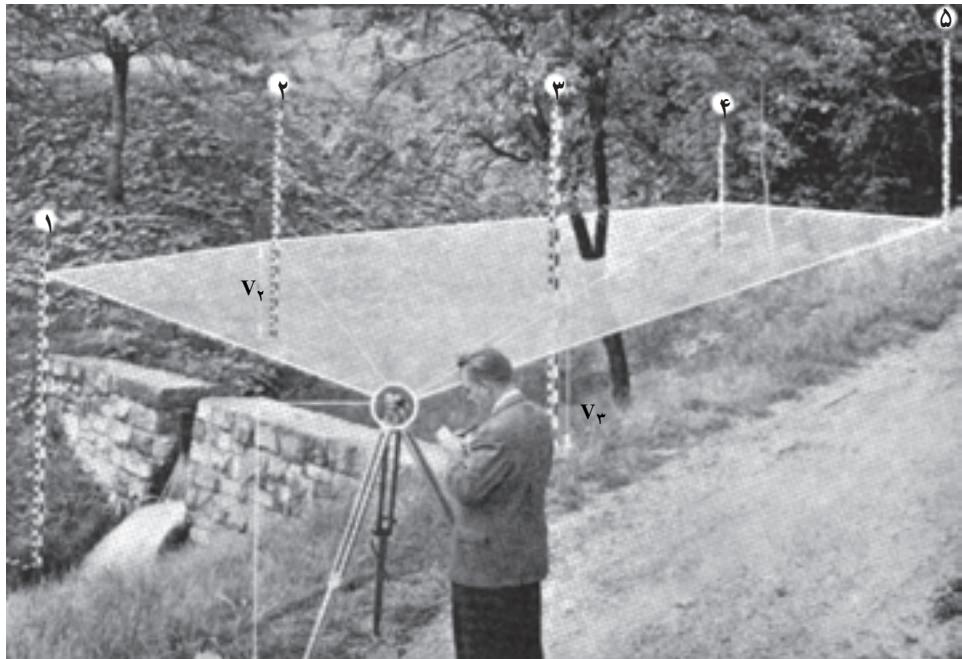


شکل ۲-۱۴

تبصره: علاوه‌بر وسائل ساده‌ای که ذکر شد برای مشخص کردن نقاط روی زمین از مینخ‌های 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  $20 \times 30$  سانتی‌متر تهیه می‌شوند و در میان آن‌ها میله‌های فلزی نیز کار گذارده شده، استفاده می‌شود.

## ۲-۲- ترازیاب‌ها (Levels)

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

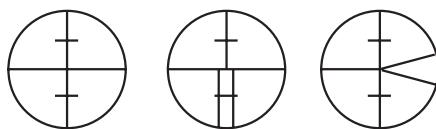


شکل ۲-۱۵

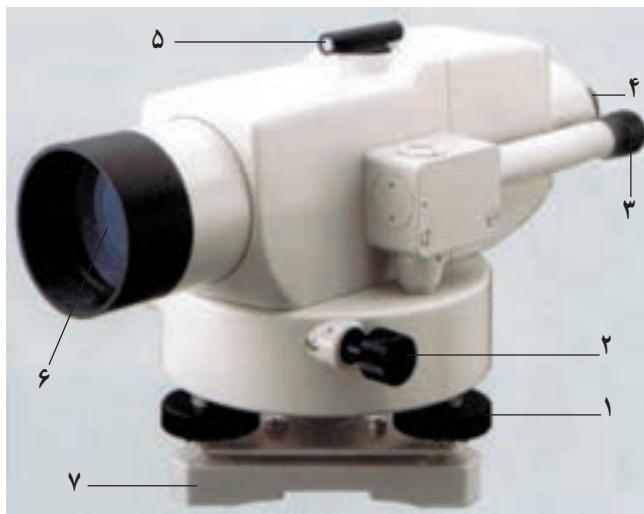
دستگاه‌های ترازیاب به‌طور کلی به دو دسته‌ی اپتیکی و اپتیک الکترونیکی تقسیم می‌شوند. در اینجا با توجه به کاربرد زیاد ترازیاب اپتیکی به تشریح کامل آن می‌پردازیم و سپس به منظور آشنایی با ترازیاب‌های الکترونیکی، راجع به این نوع ترازیاب توضیح مختصری نیز می‌دهیم. ترازیاب‌های اپتیکی (Optical Levels): این نوع ترازیاب‌ها به‌طور کلی از دو قسمت اساسی، که هر قسمت خود ضمایمی دارد، تشکیل شده‌اند (شکل ۲-۱۷). 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 نشانه روی، قرار دارد می‌تواند حول محور قائم دوران کند و با یک پیچ نگه‌دارنده‌ی سمتی بسته می‌شود و با پیچ حرکت جرئی سمتی (پس از بسته شدن پیچ نگه‌دارنده) به مقدار کمی در سمت می‌چرخد تا خط رتیکول در روی هدف قرار گیرد. رتیکول (Cross – Hairs Reticule) صفحه‌ای است شیشه‌ای که در داخل لوله‌ی دوربین کارگذاشته شده و بر روی آن یک تار قائم و یک یا چند تار افقی برای نشانه روی حک شده است.



شکل ۲-۱۶ چند نمونه تار رتیکول



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

شکل ۲-۱۷- اجزای متشکله‌ی دستگاه ترازیاب<sup>۱</sup> اپتیکی

۱- کارخانه‌های سازنده‌ی دستگاه‌های نقشه‌برداری در دنیا محدود نند 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. هم‌جنین کارخانه‌های Carl zeiss - yena، در آلمان غربی با هم ادغام شده‌اند و محصولات آن‌ها با نام Zeiss عرضه می‌شود.

کارخانه‌های مهم ژاپن Sokkisha (Sokkisha) و Pentax و Nikon هستند که ترازیاب‌ها و زاویه‌یاب‌هایی با دقت‌های متفاوت ساخته‌اند و هر کدام با اسم خاص عرضه می‌شوند. شکل ۲-۱۷ نمونه‌ای از ترازیاب‌های کارخانه‌ی Sokkia با عنوان Bic است و نمونه‌های دیگر را در دیگر صفحات می‌بینید.



Pentax L-20



Kern GK23

الف



Topcon AT-G6

ب



Zeiss Ni21

ج

شكل ٢-١٨



Pentax

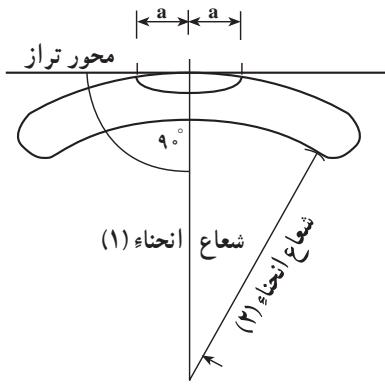
ب



Wild NA-2

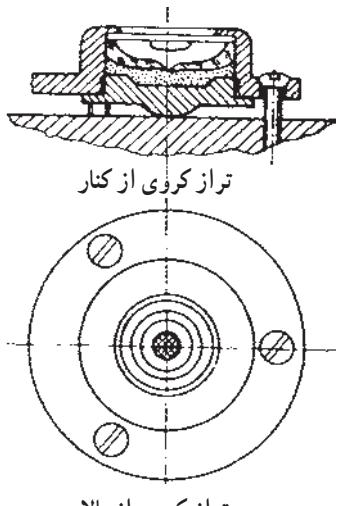
الف

شكل ٢-١٩



شکل ۲-۲۰

در وسایل و دستگاه‌های نقشه‌برداری از تراز به منظور ایجاد سطح افقی استفاده می‌کنند. تراز محفظه‌ای کروی یا تیوب مانند است که از هوا خالی و سپس با مایعی که غلظت آن کم است پر شده، آن‌گاه یک حباب هوا وارد محفظه می‌زبور 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.

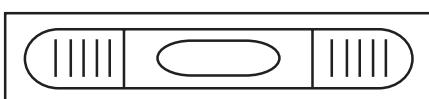


شکل ۲-۲۱

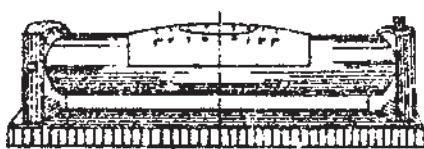
### ۲-۳- شکل ظاهری ترازها در دستگاه‌های نقشه‌برداری

**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.

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



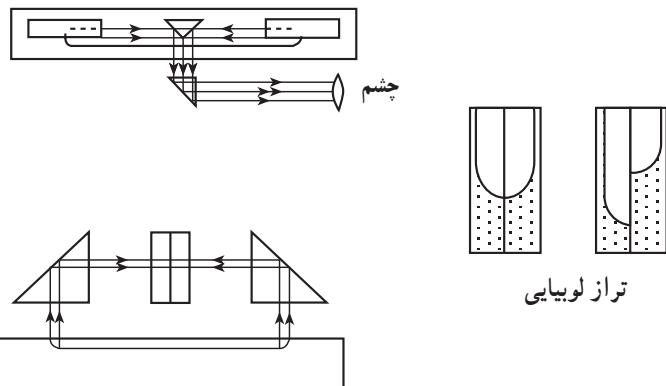
شکل ۲-۲۳- تراز استوانه‌ای از بالا



شکل ۲-۲۴- تراز استوانه‌ای از کنار

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

به کمک آن خط نشانه روی افقی می‌گردد با تعییهٔ 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.



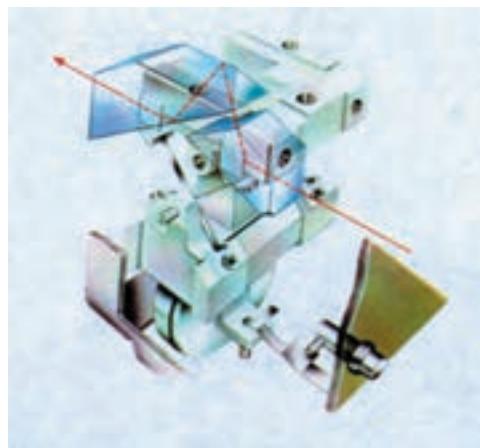
شکل ۲-۲۴

در ترازیاب‌های 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 کارگذاشته‌اند. کمپانساتور پس از تنظیم تراز کروی (یا استوانه‌ای)، بدون آن که عامل حرکتی انجام دهد محور نشانه روی را افقی می‌گرداند به این ترازیاب‌ها ترازیاب 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 کارکردن آن، دگمه‌ای کارگزارده شده است. با فشار این دگمه، موقع قرائت شاخص به عنوان تغییر وضعیت در منشورهای



شکل ۲-۲۶ – کمپانساتور مغناطیسی



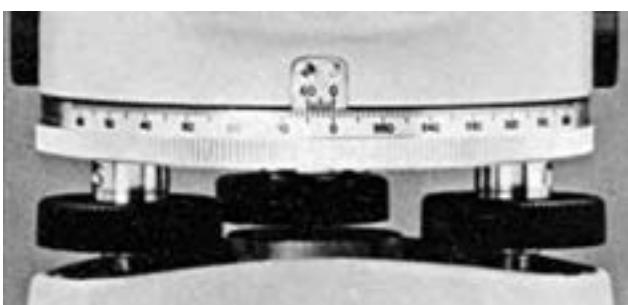
شکل ۲-۲۵ – کمپانساتور اپتیکی

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

در بعضی از ترازیاب‌ها 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

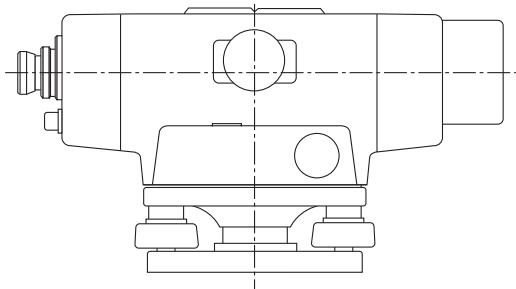
#### ۴-۲-محورهای یک دستگاه ترازیاب

به منظور استفاده از ترازیاب، 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 محورهای دستگاه ضروری است.

به غیر از محور تراز که قبلاً تعریف شد ترازیاب دارای محورهای 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 ۲-۲۹

## ۲-۵—ترازیاب‌های اپتیک الکترونیکی (Digital Level)

ساخت ترازیاب‌های الکترونیکی از چند سال پیش در دنیا شروع شده و به دلیل سرعت و دقیقی 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 به سرعت انجام می‌شود.

در جلوی این دستگاه‌ها،

علاوه بر صفحه‌ی نمایش که در شکل

۳-۲ 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 موقع موردنیاز دیسکت مخصوص

در داخل دستگاه جای می‌گیرد.



شکل ۲-۳۰