

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

نقشه برداری ساختمان

رشته ساختمان

زمینه صنعت

شاخه آموزش فنی و حرفه ای

شماره درس ۲۶۸۹

مقرب نیا، بهمن	۶۹
نقشه برداری ساختمان / مؤلف : بهمن مقرب نیا - تهران : شرکت چاپ و نشر کتاب های	۲۲ /
درسی ایران، ۱۳۹۲	ن ۷۲۵ م /
۱۷۴ ص : مصور - (آموزش فنی و حرفه ای؛ شماره درس ۲۶۸۹)	۱۳۹۲
متون درسی رشته ساختمان، زمینه صنعت	
برنامه ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا : کمیسیون برنامه ریزی و تألیف کتاب های	
درسی رشته ساختمان دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزش های فنی و حرفه ای و کار دانش وزارت	
آموزش و پرورش	
۱ ساختمان سازی - نقشه های تفصیلی ۲ نقشه برداری الف ایران وزارت آموزش و	
پرورش دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزش های فنی و حرفه ای و کار دانش ب عنوان ج فروست	

همکاران محترم و دانش آموزان عزیز :

پیشنهادهای و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی
تهران- صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزش های
فنی و حرفه ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

info@tvoccd.sch.ir

پیام نگار (ایمیل)

www.tvoccd.sch.ir

وبگاه (وبسایت)

وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی

برنامه ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزش های فنی و حرفه ای و کاردانش

نام کتاب : نقشه برداری ساختمان - ۳۵۹/۶۶

مؤلف : دکتر بهمن مقرب نیا

اعضای کمیسیون تخصصی : علی زاغیان، بهمن مقرب نیا، علی خاکی، علی اکبر نوری فرد، یحیی مهرپویان،

سید کاظم نصرالله زاده و مالک مختاری

آماده سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

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

تلفن : ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹،

وبسایت : www.chap.sch.ir

صفحه آرا : معصومه چهره آرا ضیابری

طراح جلد : علیرضا رضائی کُر

ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران : تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروبخش)

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

چاپخانه : مهدیه

سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ سیزدهم ۱۳۹۲

حق چاپ محفوظ است.



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

امام خمینی «قدس سره الشریف»

فهرست

مقدمه

۲	فصل اوّل: کلیات و تعاریف
۲۹	فصل دوم: وسایل اندازه گیری
۵۵	فصل سوم: خطا و اشتباه در نقشه برداری
۵۹	فصل چهارم: اندازه گیری فاصله افقی
۸۲	فصل پنجم: اندازه گیری زاویه افقی
۹۰	فصل ششم: اندازه گیری اختلاف ارتفاع
۱۰۸	فصل هفتم: اندازه گیری با دستگاه های اپتیک الکترونیکی
۱۱۱	فصل هشتم: تهیه پلان مسطحاتی
۱۳۱	فصل نهم: تهیه پلان با منحنی های تراز
۱۴۰	فصل دهم: تهیه برش از زمین
۱۴۶	فصل یازدهم: محاسبه حجم عملیات خاکی
۱۵۱	فصل دوازدهم: پیاده کردن طرح های ساختمانی
۱۷۴	فهرست منابع

مقدمه

نقشه‌برداری علمی است آمیخته با فن، به منظور تعیین موقعیت نقاط در شرایط مختلف، که نه تنها برای دست‌اندرکاران فعالیت‌های عمرانی، اقتصادی و کشاورزی در یک منطقه از زمین کاربرد دارد، بلکه به طور کلی برای کلیه کسانی که موقعیت نقاط (نه تنها در روی زمین) به نحوی در تصمیم‌گیری‌های آن‌ها مؤثر است مورد استفاده می‌باشد

در تعیین موقعیت‌های بسیار دقیق توجه به جنبه‌های علمی نقشه‌برداری اهمیت زیاد دارد و «تکنیک‌های بسیار پیش‌رفته‌ای» به کار گرفته می‌شود که موضوع «مهندسی نقشه‌برداری» است در مواقعی که دقت فوق‌العاده مورد نیاز نیست، اکثراً تنها جنبه‌های فنی نقشه‌برداری مطرح می‌شود. به عنوان مثال در فعالیت‌های عمرانی، بخصوص وقتی منطقه مورد نظر نسبتاً کوچک و محدود باشد، نقشه‌برداری به عنوان فن تعیین موقعیت نقاطی در سطح، بالا و یا در زیر زمین کاربرد دارد دست‌اندرکاران پروژه‌های ساختمانی نیازمند اطلاعات مختصری از فن نقشه‌برداری هستند که تحت عنوان «نقشه‌برداری ساختمان» ارائه می‌گردد. نقشه‌برداری ساختمان در خصوص تهیه پلان‌های موقعیت و پیاده کردن طرح‌های ساختمانی و محاسبه حجم عملیات خاکی و کنترل‌های هندسی ساختمان در حین و بعد از اجرا گفت‌وگو می‌نماید و این‌ها موضوعاتی هستند که عناوین مباحث مختلف این کتاب را تشکیل می‌دهند

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 وضعیّت زمین آن منطقه را از نظر 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 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 برد.
- 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 برد.

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 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 آن‌که 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 امکان‌پذیر 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 امکان‌پذیر نیست؛ ضمناً اگر مناظر و اشیاء 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 آن‌که البته با نقاشی و عکاسی هم می‌توان موقعیت عوارض روی زمین را ثبت نموده و در اختیار طراح قرار داد ولی در این خصوص به چند نکته باید توجه داشت: در 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 تحت تأثیر یکی از این حالت‌هاست که شیء 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 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.



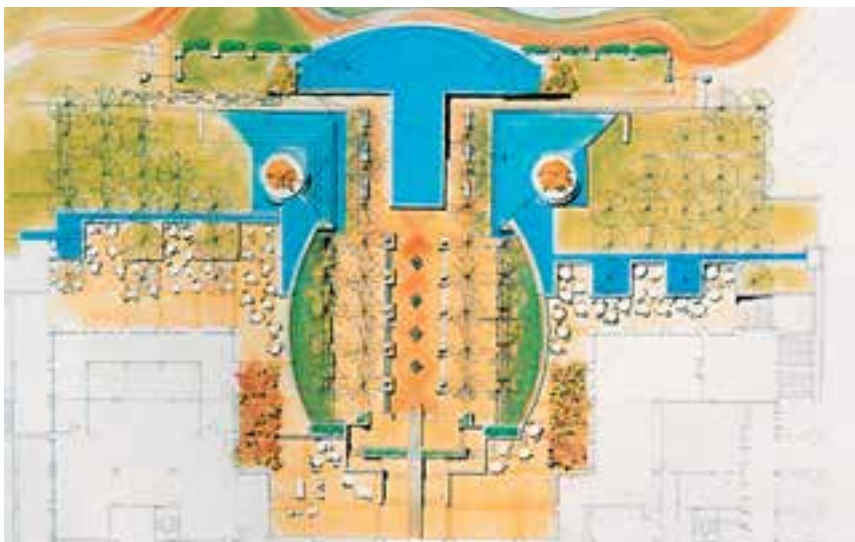
الف



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 آن چه 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 دست نخورده 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 تهیه 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 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 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 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 فنّ 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 امکان‌پذیر می‌گردد. راه‌ها و خصوصیت آن‌ها، فواصل میان نقاط، برجستگی‌های زمین و فرورفتگی‌های آن، خطوط بزرگ‌ترین شیب و غیره مسائلی هستند که بررسی آن‌ها در روی زمین عملی‌تر است و مقایسه‌ای که میان عوارض زمین و جزئیات نقشه پیش می‌آید درک و قرائت نقشه را آسان‌تر می‌سازد.

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 همان گونه که قبلاً گفته شد این نوع ترسیم دقیق نیست زیرا اندازه‌ی ابعاد عوارض روی زمین برای رسم‌کننده مشخص نیست و او بر اساس اندازه‌هایی که حدس می‌زند عمل ترسیم را انجام می‌دهد. به چنین ترسیمی کروکی می‌گویند. پس می‌توان گفت:

کروکی عبارت است از ترسیمی که فاقد اندازه‌های دقیق باشد.

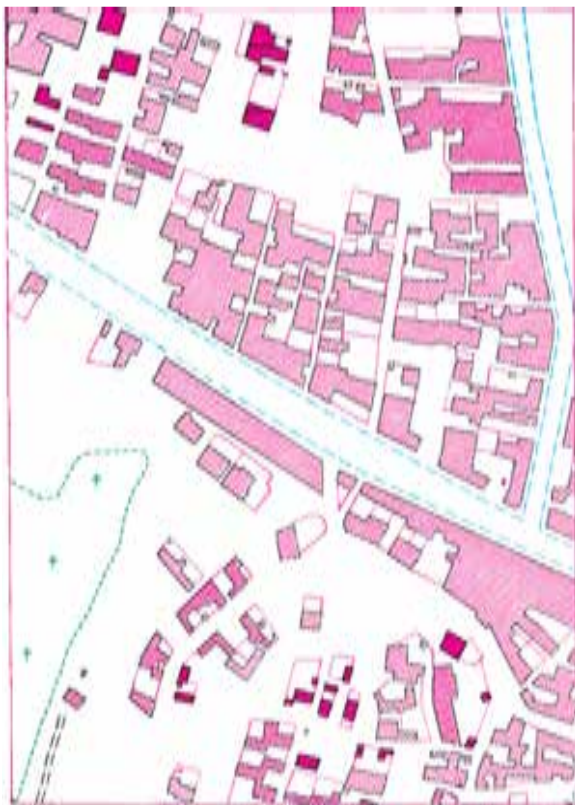
بعداً خواهید دید که برای تهیه‌ی نقشه، پس از شناسایی منطقه، نخست یک کروکی از آن تهیه می‌کنند که این خود، راهنمایی است برای عملیات اندازه‌گیری و تعیین ابعاد عوارض روی زمین و هم چنین برای تهیه‌ی نقشه‌ی نهایی.



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 ای 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 ای 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 پوشته‌ی 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.

همان طور که می بینید شباهت زیادی بین عکس هوایی و نقشه وجود دارد. با مقایسه ی 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 ۷-۱ وسایل نقلیه که در خیابان ها رفت و آمد می کنند و یا سایه ی 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.^۱

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

مزیت ها	کاستی ها
۱- بعضی جزئیات که در عکس های هوایی دیده می شود در نقشه دیده نمی شود.	۱- مطالعه ی ارتفاعات بدون استفاده از دستگاه های مخصوص امکان پذیر نیست.
۲- عوارض با شکل واقعی خود نمایان می شوند و نیازی به استفاده از علائم قراردادی نیست.	۲- استفاده از عکس های هوایی نیازمند آموزش های مخصوص است.
۳- عکس هوایی دو سه ساعت بعد از این که گرفته شد قابل استفاده است، در صورتی که برای تهیه ی نقشه حداقل چند ماه وقت لازم است.	۳- موقعیت مسطحاتی و همچنین مقیاس عکس تقریبی است.
۴- از نقاط غیر قابل دسترس نیز می توان عکس هوایی تهیه کرد.	۴- بعضی عوارض کوچک، ممکن است در پناه عوارض بزرگ تر به طور کلی پوشیده بماند.
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.	۵- اطلاعات مندرج در نقشه، در عکس های هوایی وجود ندارد.
	۶- تشخیص عوارض به دلیل کم بودن اختلاف رنگ با اشکال توأم است.
	۷- دقت عکس هوایی یک منطقه از دقت نقشه ی آن منطقه کم تر است.

در تهیه ی 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 بیش تر در خصوص عکس های هوایی و روش فتوگرامتری به کتاب های تخصصی رشته ی 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 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

همان گونه که قبلاً اشاره شد، عموماً در هر کشوری لازم است نقشه‌هایی از کل آن کشور تهیه شود. تهیه 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 این رو 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 به منظور 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 به دقت مطلوب دست یافت و ثانیاً از به کار بردن ابزارهای گران قیمت 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 نزدیک‌تر 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 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 منحصرراً 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 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 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 $\frac{1}{2000}$ 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 نقشه ها از نظر مقیاس

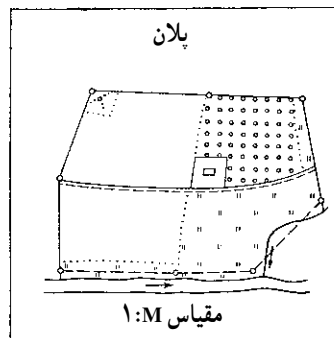
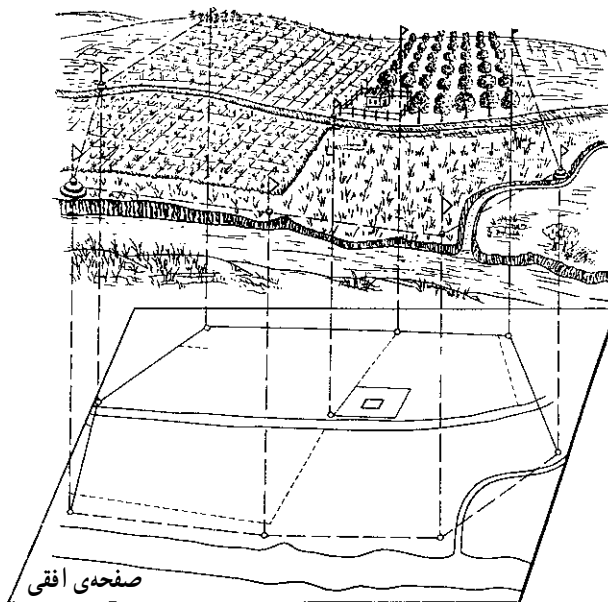
نقشه ها را به شکل های مختلف دسته بندی می کنند که یکی از آن ها دسته بندی از نظر مقیاس، به شرح زیر است:

الف: نقشه های کوچک مقیاس، که در آن ها مقیاس کوچک تر از $\frac{1}{200000}$ است (نقشه های جغرافیایی)،

ب: نقشه های متوسط مقیاس، با مقیاس $\frac{1}{200000}$ تا $\frac{1}{100000}$ (نقشه های توپوگرافی)،

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

د: پلان ها، با مقیاس $\frac{1}{10000}$ و بزرگ تر (نقشه های ساختمانی).



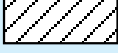
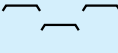
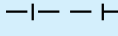
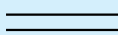
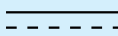
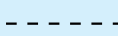
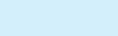
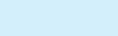
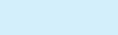
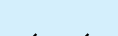
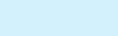
شکل ۹-۱

۶-۱- علایم قراردادی

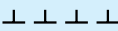
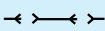
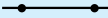
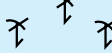
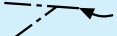
روی نقشه باید بتوان قبل از هر چیز تمام عوارضی را که مورد نظر بوده است به سهولت شناخت. این عوارض یا طبیعی هستند مانند رودخانه‌ها، جنگل‌ها و دریاها و یا مصنوعی، مانند راه‌های ارتباطی، ساختمان‌ها و غیره، اما بعضی اوقات، در نقشه‌های کوچک مقیاس، عوارض مهم آن قدر ریز می‌شوند که دیگر قابل ترسیم نیستند. مثلاً 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

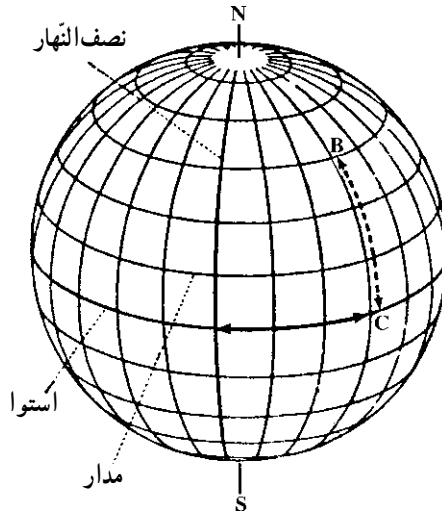
شکل ۱۰-۱

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 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 در نظر می‌گیریم شمال محور Y های نقشه به نام شمال شبکه در نقشه‌برداری معروف است. بنابراین سه نوع شمال در نقشه‌برداری قابل تعریف است:

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

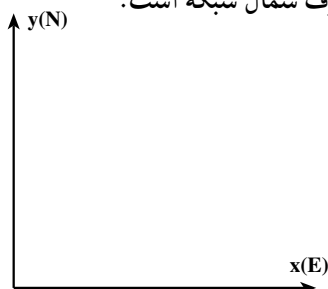
زمین، بر روی نصف النهار آن نقطه به طرف بالا برویم به نقطه‌ی شمال جغرافیایی یا شمال حقیقی می‌رسیم.

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

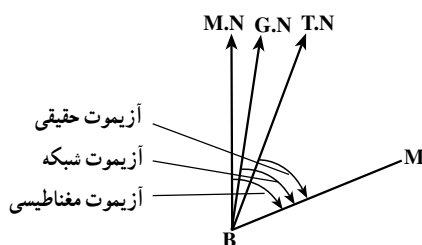
۸-۱- آزیموت (Azimuth) یک امتداد

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 نقشه برداری از مناطق کم وسعت یا تهیه ی نقشه های محلی، می توان شمال جغرافیایی را با روش های ساده و تقریبی تعیین کرد و یا از شمال مغناطیسی، که به کمک یک قطب نما تعیین می شود، استفاده نمود.

مطالعه آزاد

۹-۱- تعیین جهت قبله به صورت تقریبی

قبله همان امتداد بین محل نمازگزار و کعبه می باشد. از این رو برای پیدا کردن جهت قبله بایستی خط واصل بین محل نمازگزار تا کعبه را ترسیم نموده و آزمون آن را نسبت به یک امتداد مرجع مانند شمال به دست آورد. از آن جا که زمین مسطح نبوده و شکلی نزدیک به کره دارد هم جهت امتداد شمال و هم راستای امتداد تا کعبه برای محل های مختلف نمازگزار تغییر می کند.

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

تعیین قبله در روش پیشنهادی در دو مرحله صورت می گیرد.

۱- تعیین امتداد شمال در محل

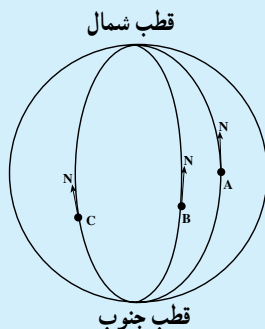
۲- تعیین امتداد قبله نسبت به امتداد شمال

الف- تعیین امتداد شمال در محل: امتداد شمال در هر نقطه در واقع راستای

نصف النهار گذرنده از آن نقطه به سمت قطب شمال (شمال جغرافیایی) می باشد. طبق

شکل ۱۵-۱ امتداد شمال نقطه با تغییر محل تغییر می کند و در واقع نمی توان این امتدادها

را موازی در نظر گرفت.



شکل ۱۵-۱

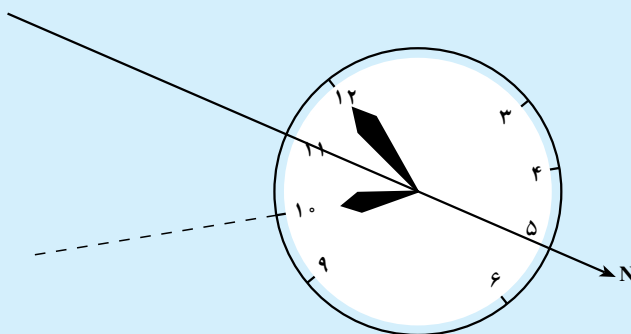
در این جا برای تعیین تقریبی امتداد شمال از یک ساعت مچی عقربه دار و محل خورشید در آسمان استفاده می کنیم.

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 دستان 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.



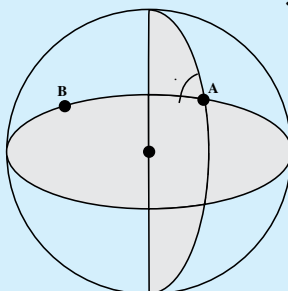
شکل ۱۶-۱

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

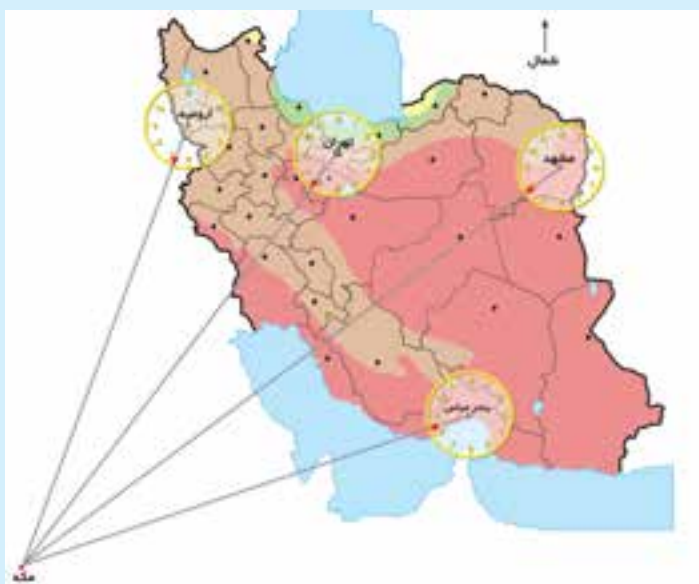
نقطه A و B و مرکز کره را با صفحه‌ی نصف النهار گذرنده از نقطه A قطع داده و زاویه بین دو صفحه را محاسبه می‌کنیم.



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 جنوب غربی 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.

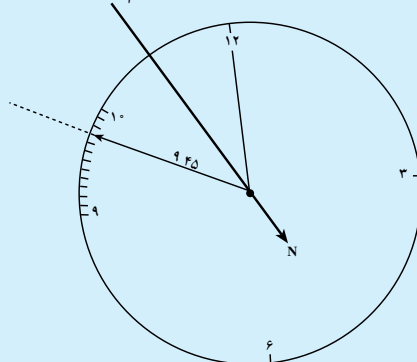
۲- زاویه‌ی بین عقربه‌ی ساعت‌شمار و ساعت دوازده را نصف کنید، تا به جهت شمال پی‌برید.

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

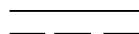
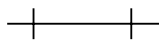
۶- با توجه به محلی که در آن قرار داریم مقدار مربوطه در شکل ۱۸-۱ را به ساعت حاصل اضافه کرده تا امتداد قبله به دست آید.

در این جا چون محل نمازگزار در تهران بوده، ساعت $3^{\circ} 7$ را به عدد $45: 9$ اضافه کرده تا ساعت $15: 17$ به دست آید که همان $15: 5$ است. عدد عقربه در راستای $15: 5$ 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 کمیت 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 کوچک مقیاس، 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 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 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- آزمون یعنی چه؟
- ۳۱- چند نوع آزمون داریم؟
- ۳۲- انواع آزمون‌ها 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 تهیه شده چقدر است؟

۳۸- فاصله‌ی دو نقطه‌ی A و B در روی نقشه‌ای با مقیاس $\frac{1}{100000}$ برابر ۱۰ 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 نقشه‌نامیده 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

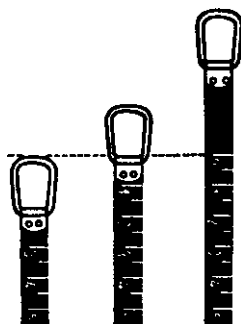
این وسایل عبارت‌اند از : انواع نوارهای اندازه‌گیری، شاقول، ژالون و سه‌پایه‌ی نگه‌دارنده‌ی آن، انواع تراز، شیب‌سنج ساده، انواع گونیا و انواع قطب‌نما.

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 ۲-۱

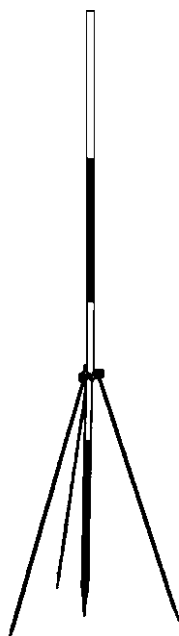


شکل ۲-۲

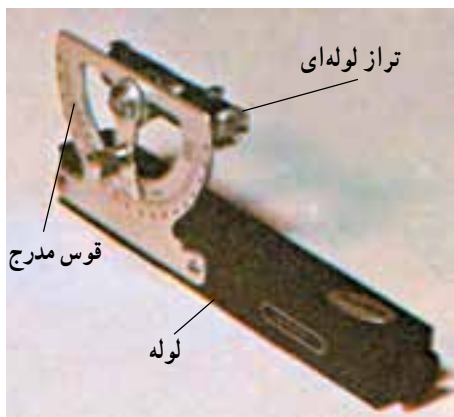
ب — شاقول: شاقول عبارت است از یک وزنه‌ی فلزی مخروطی‌شکل که به نخ محکمی آویزان شده و تحت تأثیر وزن خود در جهت قائم می‌ایستد. شاقول برای مشخص ساختن امتداد قائم یا کنترل چنین امتدادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. کاربردهای دیگر این وسیله تعیین دقیق ایستگاه دستگاه‌های تئودولیت و ترازباب است که خود فاقد شاقول 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 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 ۵۰ سانتی‌متر به ۵۰ سانتی‌متر به رنگ سفید و قرمز رنگ‌آمیزی می‌کنند (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳

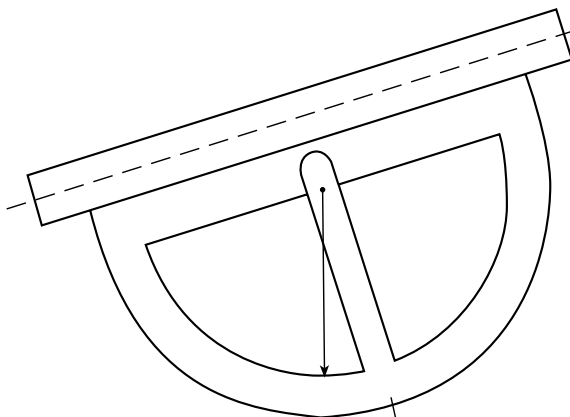


شکل ۲-۴

د - شیب‌سنج دستی (Abney hand leve):

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).

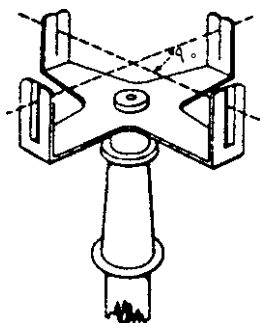
شکل ۲-۵ نوع دیگری از شیب‌سنج را که قدیمی‌تر از نوع قبل است نشان می‌دهد. این شیب‌سنج از یک نیم‌دایره‌ی مدرج تشکیل شده که در مرکز آن عقربه‌ای آویزان است و در بالا لوله‌ای برای نشانه‌روی دارد. حرکت عقربه حول مرکز نیم‌دایره آزاد است و همواره به حالت قائم می‌ایستد. وقتی محور لوله‌ی نشانه‌روی را در ابتدا و موازی سطح شیب‌داری که اندازه‌گیری زاویه‌ی شیب آن 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 90° (و در بعضی از انواع، 30° ، 45° و 60° 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؛



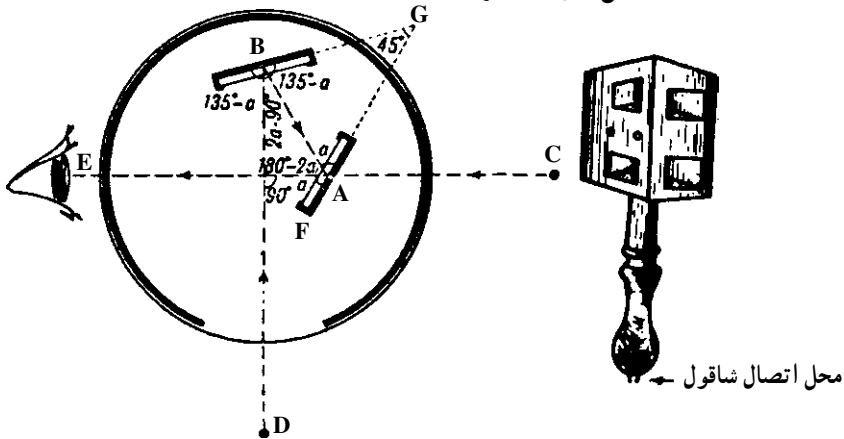
شکل ۲-۶

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 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 درواقع یک تراز کروی است که در قابی فلزی یا پلاستیکی جای گرفته است. این قاب در کنار ژالون شاخص قرار می‌گیرد و با تنظیم حباب تراز می‌توان ژالون یا شاخص را به حالت قائم درآورد.

شکل ۲-۹



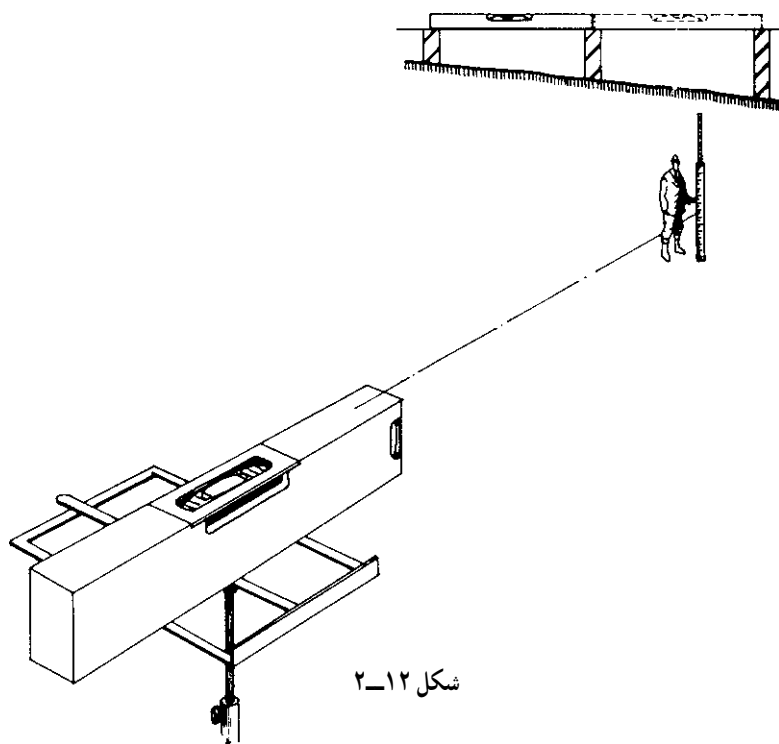
شکل ۱۰-۲- تراز نبشی و طرز استفاده از آن

— تراز دستی: برای ایجاد امتداد افقی مورد استفاده قرار می‌گیرد. تراز دستی، از یک لوله‌ی استوانه‌ای یا مکعب‌مستطیل 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 نیوپ 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 دستگاه‌های تراز یاب 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 (معمولاً همراه با شمشه) مورد استفاده قرار داد.



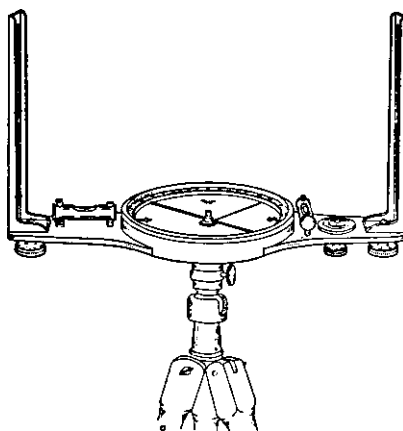
شکل ۱۲-۲

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 مدرّج افقی که حول محور ثابتی که عمود بر این صفحه است می‌چرخد؛
- تقسیمات صفحه‌ی مدرّج 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

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



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 $۲۰ \times ۳۰ \times ۶۰$ سانتی متر تهیه می‌شوند و در میان آن‌ها میله‌های فلزی نیز کار گذارده شده، استفاده می‌شود.

۲-۲- ترایاب‌ها (Levels)

ترایاب‌ها 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.

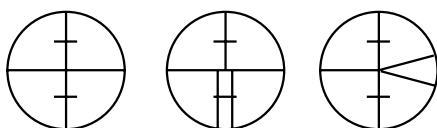


شکل ۱۵-۲

دستگاه‌های ترایاب به‌طور کلی به دو دسته‌ی اپتیکی و اپتیک الکترونیکی تقسیم می‌شوند. در این جا با توجه به کاربرد زیاد ترایاب اپتیکی به تشریح کامل آن می‌پردازیم و سپس به‌منظور آشنایی با ترایاب‌های الکترونیکی، راجع به این نوع ترایاب توضیح مختصری نیز می‌دهیم. ترایاب‌های اپتیکی (Optical Levels): این نوع ترایاب‌ها 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 شیئی 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

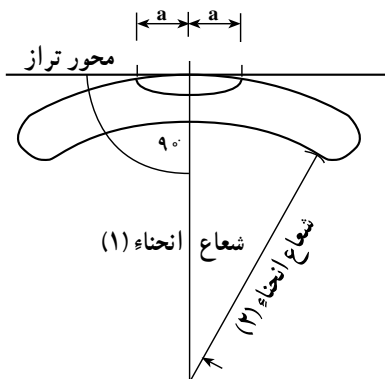
ب



Wild NA-2

الف

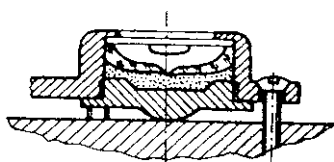
شکل ۱۹-۲



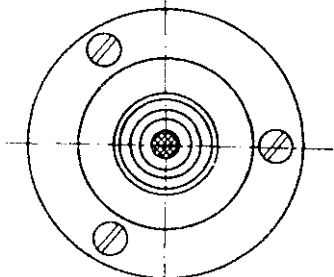
شکل ۲۰-۲

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

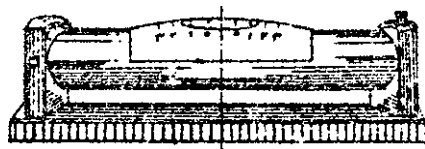


تراز کروی از بالا

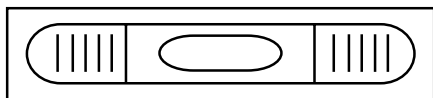
شکل ۲۱-۲

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 استوانه است و به جای دایره‌ی علایمی در روی محفظه، مرکز آن را به منظور تنظیم حباب تراز مشخص نموده است.



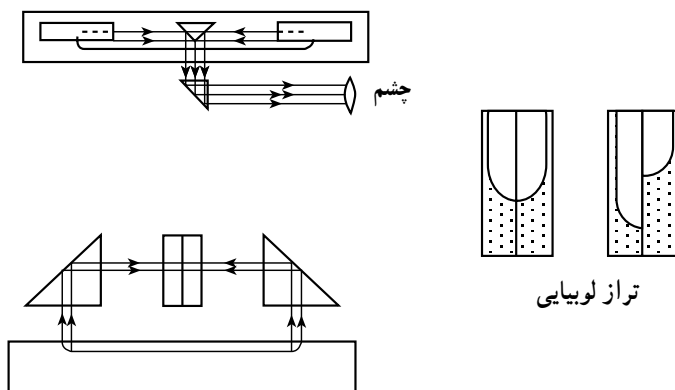
شکل ۲۲-۲ تراز استوانه‌ای از کنار



شکل ۲۳-۲ تراز استوانه‌ای از بالا

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.



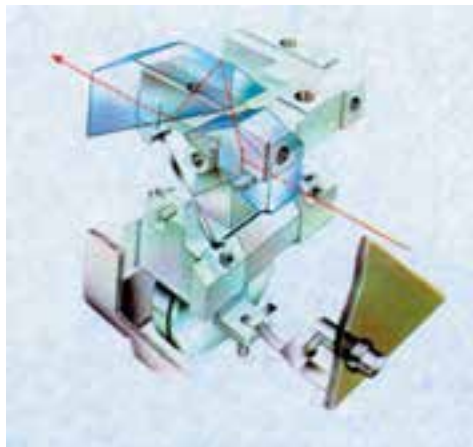
شکل ۲۴-۲

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 ۲۵-۲ و ۲۶-۲ 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 ۲۶-۲ — کمپانساتور مغناطیسی



شکل ۲۵-۲ — کمپانساتور اپتیکی

داخل کمپانساتور محور نشانه روی برای لحظاتی از حالت افقی خارج می شود و دوباره به وضع سابق برمی گردد. بنابراین اگر قرائت مجدد شاخص با قرائت قبل از فشار دادن دگمه یکسان باشد کمپانساتور سالم است و درست عمل می کند.

در بعضی از ترازیاها یک دایره ی مدرج افقی، برای اندازه گیری زاویه ی افقی بین امتدادهای قراولروی، وجود دارد که قرائت زاویه در نوعی از آنها از داخل چشمی مخصوص انجام می گیرد (شکل ۲-۲۷) اما در نوعی دیگر، مقدار زاویه مستقیماً از خارج قرائت می شود (شکل ۲-۲۸).



شکل ۲-۲۷



شکل ۲-۲۸

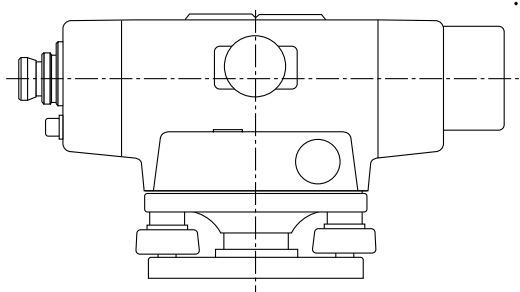
۲-۴- محورها ی یک دستگاه تراز یاب

به منظور استفاده از تراز یاب، به ترتیبی که در فصول بعد خواهید دید، این دستگاه را بر روی سه پایه ی مخصوص سوار و سپس دستگاه را بر روی یک نقطه مستقر می کنند. بدین منظور، شناختن محورها ی دستگاه ضروری است.

به غیر از محور تراز که قبلاً تعریف شد تراز یاب دارای محورها ی صفحه ی 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- تراز یاب‌های اپتیک الکترونیکی (Digital Level)

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

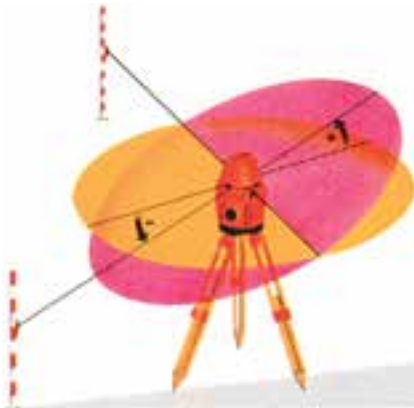
در جلوی این دستگاه‌ها، علاوه بر صفحه‌ی نمایش که در شکل ۳۰-۲ آن را در سمت چپ شکل می‌بینید یک صفحه کلید در جلوی بخش الکترونیکی قرار گرفته که با فشار دادن کلیدها عملیات مختلف انجام می‌شود. همچنین برای ضبط اطلاعات در مواقع مورد نیاز دیسکت مخصوص در داخل دستگاه جای می‌گیرد.



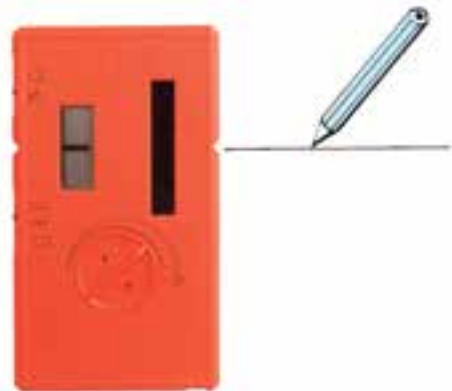
شکل ۳۰-۲

۶-۲- تراز یاب های لیزری (Automatic Laser Level)

نوع به خصوصی از تراز یاب های الکترونیکی جدید تراز یاب های لیزری است. در این دستگاه ها یک دسته شعاع لیزر نقش محور نشانه روی را ایفا می کند؛ به این ترتیب که پس از تراز شدن پایه و روشن شدن دستگاه که با باتری نیکل کادمیوم تغذیه می شود با چرخش کامل قادر است یک صفحه ی روشن را در ارتفاع مشخص، در فضا، نشان دهد.



شکل ۲-۳۲



شکل ۲-۳۱ - آشکارساز

در نوعی از این دستگاه ها که دارای نور لیزری نامرئی است به کمک وسیله ای به نام آشکارساز (Detector) (شکل ۲-۳۱) عمل تراز یابی انجام می شود. به این ترتیب که پس از استقرار تراز یاب و آشکارساز، با پیدایش علائمی بر روی آشکارساز مشخص می گردد که آیا این وسیله هم ارتفاع تراز یاب است و یا بالاتر و پایین تر از آن قرار گرفته و به این ترتیب صفحه ی افقی تا فاصله ی حدود ۴۵۰ متر با دقت ۸ میلی متر قابل کنترل است.



شکل ۲-۳۳

ترازیاب لیزری بخصوص برای عملیات بتن‌ریزی و کنترل تغییرات ارتفاعی سطح زمین در موقع خاک‌ریزی یا خاک‌برداری بسیار مناسب است. دستگاه مذکور همچنین قادر است با تغییر وضعیت امتدادهای قائم را کنترل نماید.



شکل ۲-۳۵



شکل ۲-۳۴



۷-۲ زاویه‌یاب‌ها (Theodolites)

زاویه‌یاب‌ها (تئودولیت‌ها) وسایلی هستند که به کمک آن‌ها می‌توان زوایای بین امتدادهایی در صفحات قائم یا افقی را اندازه‌گیری نمود. در مقایسه با دستگاه‌های ترازیب در این دستگاه‌ها آلیداد به منظور ایجاد محوری جهت حرکت دوربین در صفحه‌ی قائم اضافه شده است و از این نظر دوربین آن، هم در صفحه‌ی افقی (مانند ترازیب) و هم در صفحه‌ی قائم حرکت می‌کند. این دستگاه نیز در دو نوع اپتیکی و الکترونیکی وجود دارد.

زاویه‌یاب‌های اپتیکی: یک زاویه‌یاب اپتیکی به‌طور کلی از سه قسمت اساسی پایه، آلیداد و دوربین تشکیل شده است و هر قسمت خود ضمایمی دارد که در شکل ۲-۴۲ دیده می‌شود. اکثر اجزای زاویه‌یاب همان اجزای ترازیب است؛ از این نظر با خودداری از تکرار مطالب درخصوص اجزایی که شناخته‌اید به ذکر جزئیات دیگر می‌پردازیم.

اجزای متشکله‌ی زاویه‌یاب اپتیکی

الف - دوربین (Telescope): لوله‌ای است استوانه‌ای شکل به طول ۲۵-۲۰ سانتی‌متر که

مرکب از عدسی شیئی و چشمی و دیافراگم عدسی میزان و صفحه‌ی رتیکول و پیچ تنظیم تصویر می‌باشد.

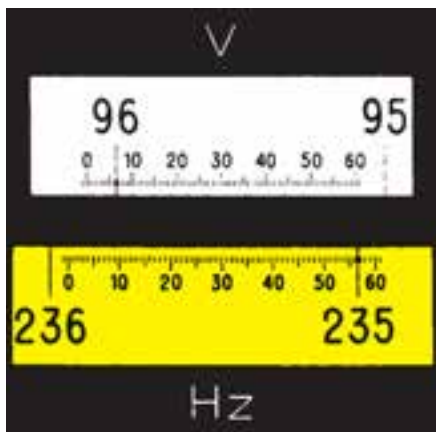
ب — آلیداد (Alidad): یک دو شاخه‌ی فلزی عمودی است که حامل محوری است که دوربین حول آن می‌چرخد، به همین جهت به آن محور چرخش دوربین می‌گویند. خود آلیداد نیز می‌تواند حول محور قائم دستگاه (محور اصلی) دوران نماید.

ج — لمب‌ها (Limb): دو صفحه‌ی مدرج هستند که یکی به‌طور افقی و دیگری به‌طور قائم قرار گرفته است و درجات آن‌ها به کمک ورنیه^۱ و میکرومتر قرائت می‌شود. برای آشنایی با طرز قرائت تقسیمات صفحه‌های مدرج به کمک میکرومتر اپتیکی به شکل‌های ۲-۳۶ تا ۲-۴۰ توجه کنید.

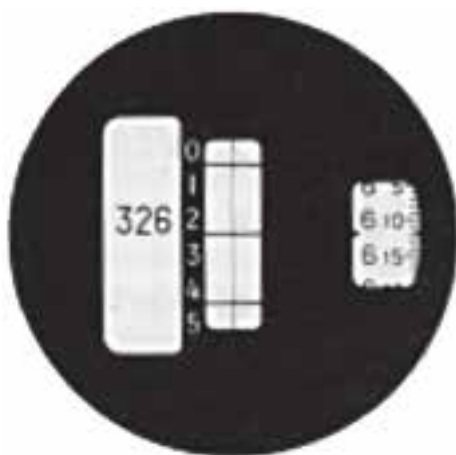
د — ترازها: برای این که بتوان محور اصلی دستگاه را بر امتداد قائم منطبق کرد بین دو شاخه‌ی آلیداد یک تراز نصب شده است و در بالای لمب قائم نیز تراز دیگری کار گذاشته شده که با پیچ مخصوصی که در زیر آن است تنظیم می‌گردد.

ه — پایه: زاویه‌یاب به وسیله‌ی پایه که دارای سه یا چهار پیچ آج‌دار است در وضعیت افقی قرار می‌گیرد.

و — پیچ‌های کنترل حرکت: برای آن که حرکت دوربین و آلیداد و لمب افقی قابل کنترل باشد از دو نوع پیچ، یک نوع برای حرکت‌های کلی و نوع دیگر برای حرکت‌های جزئی، استفاده شده است.



شکل ۲-۳۷ — زاویه‌ی افقی ۵۶/۴ و ۲۳۵ و زاویه‌ی قائم ۰۶/۵ و ۹۶ (۳۶۰ درجه)

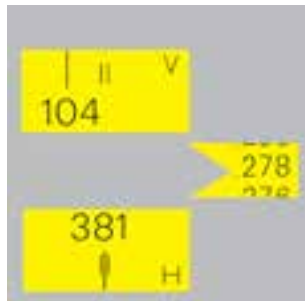


شکل ۲-۳۶

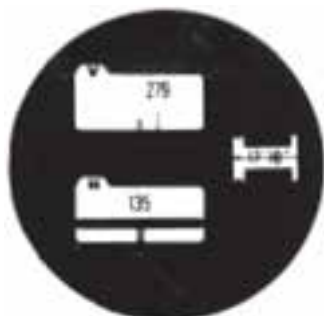
۱ — ورنیه وسیله‌ای است که می‌توان با آن دقت قرائت لمب را تا حد زیادی بالا برد.



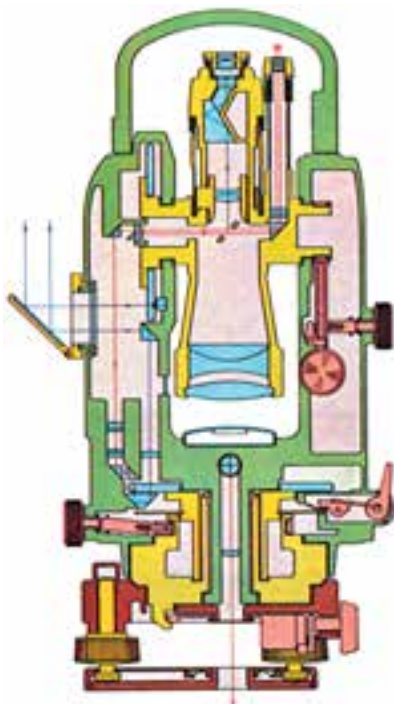
شکل ۳۹-۲ دایره‌ی قائم (۳۶۰ درجه)
۸۷۰, ۳۵.



شکل ۳۸-۲ دایره‌ی افقی (۴۰۰ گراد)
۳۸۱/۲۷۸



شکل ۴۰-۲ دایره‌ی افقی (۳۶۰ درجه)
۱۳۵۰, ۱۳۰, ۱۰.

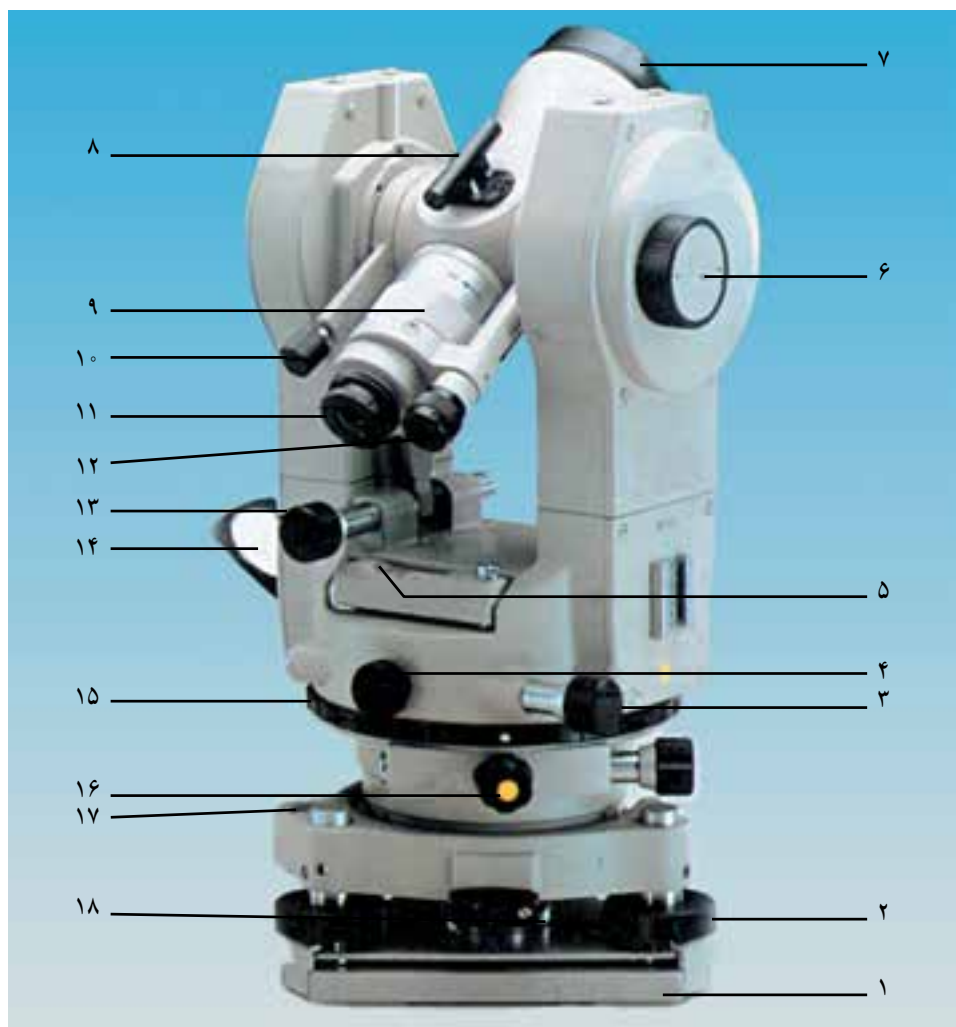


ز - آینه: در کنار دستگاه آینه‌ای تعبیه شده که نور را به طرف داخل دستگاه هدایت می‌کند. این نور به کمک سیستم‌های منشوری چند عدسی، از لمب‌ها عبور کرده و تصویر را در حالتی که باید قرائت شود به میکروسکوپ مخصوص قرائت که در کنار دوربین قرار گرفته است، می‌رساند (شکل ۴۱-۲).

قسمت‌های مختلف یک دستگاه زاویه‌یاب اپتیکی در شکل ۴۲-۲ نشان داده شده است.

شکل ۴۱-۲ مسیر نور در زاویه‌یاب اپتیکی

(T16 WILD)



- | | |
|-------------------------------------|--|
| ۱- صفحه‌ی اتصال تنودولیت به سه‌پایه | ۱۰- پیچ حرکت تند قائم دوربین |
| ۲- پیچ‌های تراز کننده | ۱۱- عدسی چشمی دوربین |
| ۳- پیچ حرکت کند افقی دوربین | ۱۲- میکروسکوپ قرائت زاویه |
| ۴- پیچ حرکت تند افقی دوربین | ۱۳- پیچ حرکت کند قائم دوربین |
| ۵- تراز استوانه‌ای | ۱۴- آینه‌ی نورگیر برای تأمین روشنایی داخل تنودولیت |
| ۶- پیچ میکرومتری تنظیم درجات ورنیه | ۱۵- صفحه‌ی مدرج افقی |
| ۷- عدسی شیشی دوربین | ۱۶- پیچ نگه‌دارنده‌ی دایره‌ی مدرج افقی |
| ۸- مگسک | ۱۷- تراز کروی |
| ۹- پیچ تنظیم تصویر دوربین | ۱۸- ضامن جداکننده‌ی دستگاه از پایه |

شکل ۴۲-۲ زاویه‌یاب اپتیکی و اجزای آن



زاویہ یاب (WILD) T2



زاویہ یاب (Nikon) NT-2D

شکل ۴۳-۲ نمونه های زاویہ یاب های اپتیکی



Topcon



Th2 zeiss



TH-20 Pentax



K1-RA Kern

شکل ۴۴-۲ نمونه های دیگر زاویہ یاب های اپتیکی

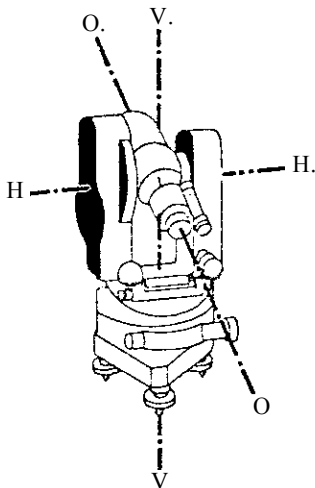
۸-۲- محورهاى يك دستگاه زاويه ياب (تئودوليت) اپتيكى

تئودوليت هاى اپتيكى، به جز محورهاى دو تراز كروى و استوانه اى داراى محورهاى زير است كه همدىگرا را در يك نقطه قطع مى كنند :

— محور اصلى دستگاه (محور اول): محور قائمى است كه از مركز دوربين مى گذرد و بر مركز صفحه ي مدرج عمود است. (vv.)

— محور نوري دوربين (محور دوم): محوري است كه محل تقاطع دو تار بلند رتيكول را به مركز عدسي چشمي متصل مى كند. (oo.)

— محور چرخش دوربين (محور سوم): محور افقى است كه دوربين حول آن در صفحه ي قائم مى چرخد. (HH.)



شكل ۴۵-۲

زاويه ياب هاى الكترونيكى: امروزه استفاده از زاويه ياب ها، بخصوص در امر پياده كردن پروژه هاى مختلف عمرانى و صنعتى رواج بسيار و اهميت زياد دارد. به همين دليل روز به روز در خودكارتر كردن اين دستگاه ها تلاش پيش تري مى شود. تا در حد امكان از بروز خطاهاى انساني مانند خطاهاى نشانه روى، قرائت و ثبت قرائت جلوگیری شود. لذا مكانيزم ساخت آنها در سال هاى اخير در جهت كاملاً اتوماتيك شدن بوده است.

پس از زاويه ياب هاى اپتيكى اولين زاويه ياب هاى الكترونيكى كه ساخته شد، زاويه ياب هاى ديجيتال بود كه در آنها احتياج به قرائت اعداد از داخل دوربين نبود، بلكه روى صفحه ي نمايشگر آنها زواياى قائم و افقى نسبت به امتداد مشخص به صورت ديجيتال نشان داده مى شد، علاوه بر اين با اضافه كردن مسافت سنج الكترونيكى Electronic Distance Meter (EDM) بر روى آنها اندازه گيرى فاصله نيز به صورت ديجيتال امكان پذير مى گشت. (كه البته به جاى شاخص كه همراه زاويه ياب هاى اپتيكى مورد استفاده قرار مى گرفت از منشورهاى (Prizm) مخصوص كه نور را



شکل ۴۶-۲. نمونه‌های مختلف زاویه‌یاب‌های دیجیتالی و توتال استیشن

منعکس می‌کند استفاده شد). نسل بعد زاویه‌یاب‌های الکترونیکی کاملاً اتوماتیک همه‌کاره (Total station) هستند که علاوه بر توانایی اندازه‌گیری زوایا و فاصله‌ها، قابلیت برنامه‌ریزی هم دارند و برای کارهای بزرگ قابلیت اتصال به دستگاه جمع‌آوری اطلاعات (Data collector) Field book – که خود نیز به رایانه متصل می‌شوند – را دارند و پس از پردازش اطلاعات در رایانه به کمک نرم‌افزارهای تخصصی با اتصال پلاتر (Platter) به رایانه‌ی نقشه به‌طور اتوماتیک ترسیم می‌شود.



شکل ۴۷-۲- نمونه‌های مختلف زاویه‌یاب‌های کاملاً اتوماتیک

خودآزمایی

۱- عناصری را که برای تهیه‌ی نقشه یا پلان یک منطقه از زمین، اندازه‌گیری می‌شوند، نام

ببرید.

۲- وسایل ساده‌ی نقشه‌برداری را نام برده و خصوصیات هر کدام را بیان کنید.

۳- کدام یک از وسایل زیر از جمله‌ی وسایل ساده هستند؟

شیب‌سنج، ترازیاب، تراز، گونیا، قطب‌نما، زاویه‌یاب.

۴- مترهایی که از جنس فولاد انوار هستند چه خصوصیتی دارند؟

۵- موقع مترکشی افقی برای تصویر نمودن نقطه‌ی انتهایی هر دهنه‌ی مترکشی، از چه وسیله‌ای می‌توان استفاده نمود؟

- ۶- چرا و به چه فاصله ژالون‌ها را به رنگ سفید و قرمز رنگ آمیزی می‌کنند؟
- ۷- یک شیب‌سنج دستی از چند قسمت تشکیل گردیده است؟ این قسمت‌ها را نام ببرید.
- ۸- چه کمیتی را با شیب‌سنج می‌توان اندازه گرفت؟
- ۹- سه مورد از عملیاتی را که با گونیاه می‌توان انجام داد، ذکر کنید.
- ۱۰- تفاوت گونیای شکاف‌دار با دیگر انواع گونیاه در چیست؟
- ۱۱- از تراز دستی به چه منظور استفاده می‌شود؟
- ۱۲- تفاوت‌های تراز بنایی و تراز دستی با یکدیگر چیست؟
- ۱۳- قسمت‌های مختلف یک قطب‌نما را نام ببرید.
- ۱۴- خصوصیات یک دستگاه تراز یاب را بیان کنید.
- ۱۵- قسمت‌های اساسی یک تراز یاب را نام ببرید.
- ۱۶- با قطب‌نما چه کمیتی را می‌توان اندازه گرفت؟
- ۱۷- اجزای متشکله‌ی یک دستگاه تراز یاب را نام ببرید.
- ۱۸- زاویه یاب (تئودولیت) برای اندازه‌گیری چه کمیت‌هایی مورد استفاده قرار می‌گیرد؟
- ۱۹- زاویه یاب (تئودولیت) چند محور دارد؟ آن‌ها را نام ببرید و هر کدام را تعریف نمایید.
- ۲۰- تراز یاب چند محور دارد؟ آن‌ها را نام ببرید و هر کدام را تعریف کنید.
- ۲۱- اجزای متشکله‌ی تراز یاب اپتیکی را بر روی شکل زیر نشان دهید.



شکل ۴۸-۲



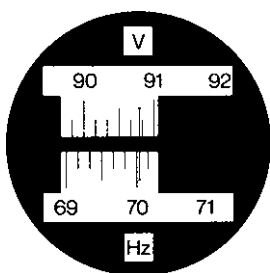
۲۲- اجزای متشکله‌ی زاویه‌یاب اپتیکی را بر روی شکل روبه‌رو نشان دهید.

شکل ۲-۴۹

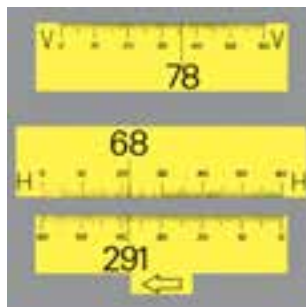
۲۳- تراز از نظر ظاهر به چند شکل در دستگاه‌های نقشه‌برداری مشاهده می‌شود؟ آن‌ها را نام ببرید و تفاوت آن‌ها را بیان کنید.

۲۴- ترازیاها به‌طور کلی به چند دسته تقسیم می‌شوند؟ آن‌ها را نام ببرید.

۲۵- بر روی تصویر صفحات مدرج در زیر اندازه‌ی زوایای افقی و قائم را بخوانید.



شکل ۲-۵۱



شکل ۲-۵۰

۲۶- سیستمی که ترازیاها الکترونیکی به آن مجهز شده و باعث بالا رفتن سرعت و دقت در اندازه‌گیری می‌شود چه نام دارد؟

۲۷- نسل اول و دوم زاویه‌یاب‌های الکترونیکی با چه نام‌هایی معرفی شده‌اند و تفاوت آن‌ها در چیست و چه عملیاتی را به‌طور اتوماتیک انجام می‌دهند؟

۲۸- محاسن دستگاه‌های الکترونیکی کدام‌اند؟ به نظر شما معایب این دستگاه‌ها کدام‌اند؟

خطا و اشتباه در نقشه برداری

هر چند دستگاه‌های الکترونیکی که در سالیان اخیر ساخته شده‌اند خطاهای اندازه‌گیری زوایا و طول‌ها را در عملیات نقشه‌برداری به مقدار زیاد حذف می‌کنند، اما هنوز نمی‌توان ادعا کرد که این دستگاه‌ها کاملاً عاری از خطا هستند. بدین دلیل و به ویژه از آن جهت که هنوز استفاده از دستگاه‌های اپتیکی نیز بسیار متداول است، شناخت مختصر خطاها و اشتباهات در نقشه‌برداری ضروری است. بدیهی است هر چه منطقه‌ی مورد نظر برای تهیه‌ی نقشه بزرگ‌تر باشد و هر چه دقت بیش‌تری در اندازه‌گیری مطرح باشد بحث خطاهای اندازه‌گیری اهمیت بیش‌تری پیدا می‌کند.^۱

- در پایان این فصل، دانش‌آموز باید قادر باشد :
- چگونگی پیدایش خطا و اشتباه در اندازه‌گیری‌ها را بیان کند.
- تفاوت خطا و اشتباه را بداند.
- عوامل ایجاد خطا و اشتباه را نام ببرد.
- خطاها را به‌طور کلی دسته‌بندی نموده، تفاوت آن‌ها را ذکر کند.
- محتمل‌ترین مقدار یک کمیت، خطای باقی‌مانده و خطای میانگین اندازه‌گیری‌ها را به‌دست آورد.

۱-۳- خطا و اشتباه

وقتی کمیتی را اندازه‌گیری می‌کنیم نتیجه‌ی به‌دست آمده به مقدار کمی با مقدار واقعی اختلاف دارد که به آن یا خطا می‌گوییم و یا اشتباه.

فرق خطا و اشتباه: مادام که اختلاف بین مقدار اندازه‌گیری شده و مقدار واقعی از حد قابل قبول و مشخصی به نام خطای ماکزیمم^۲ تجاوز نکند خطای اندازه‌گیری، و اگر از آن حد گذشت

۱- خطاها در درس تئوری خطاها (Theory of Errors)، در رشته‌ی تخصصی نقشه‌برداری مفصلاً مورد مطالعه قرار می‌گیرند. برای مطالعه‌ی بیش‌تر می‌توان به کتبی که در خصوص درس فوق تهیه شده است مراجعه نمود.

۲- خطای ماکزیمم در اندازه‌گیری‌ها، مواقعی که مورد نیاز است در اختیار شما قرار می‌گیرد.

اشتباه اندازه گیری نامیده می شود.

۲-۳- انواع خطاها

خطاها به طور کلی به دو دسته تقسیم می شوند.

۱- خطاهای دستگاهی یا سیستماتیک (Systematic Errors)

۲- خطاهای اتفاقی (Accidental Errors)

خطاهای دستگاهی ناشی از نقص وسایل اندازه گیری بوده و همواره در یک جهت (با یک علامت مثبت یا منفی) ایجاد می گردند؛ اما خطای اتفاقی ناشی از عمل اندازه گیری و نارسایی حواس هستند و به همین دلیل در جهت های مختلف (با علامت های مثبت و منفی) حاصل می شوند. مقدار خطای دستگاهی را می توان قبلاً تعیین کرد و از این نظر قابل تصحیح یا خنثی کردن می باشد و چنانچه اشتباه ها و خطاهای دستگاهی را حذف و یا تصحیح کنیم باز انحرافی در نتیجه ی اندازه گیری باقی می ماند که نه تنها علت بلکه مقدار و علامت آن نیز مشخص نیست. این خطاها را نمی توان تصحیح کرد لیکن شناختن خواص آنها برای مشخص کردن دقت اندازه گیری ها لازم است.

۳-۳- منابع ایجاد خطا

خطاهای وارد در اندازه گیری ها از سه منبع ناشی می شوند که عبارتند از:

— طبیعت: تغییرات عوامل مختلف جوی و طبیعی از قبیل درجه ی حرارت، رطوبت، رنگ و نور، جاذبه ی زمین و انحراف مغناطیسی باعث ایجاد خطا می شوند؛ مثلاً اگر نوار اندازه گیری در درجه ی حرارت ۲۰ سانتی گراد ساخته شده و دارای طول مشخصی باشد، در درجه ی حرارت ۸ سانتی گراد طول کمتری خواهد داشت.

— انسان (عامل اندازه گیری): عدم مهارت، خستگی، بی حوصلگی و بی دقتی و حواس پنج گانه شخص در هنگام اندازه گیری ممکن است ایجاد خطا نمایند؛ مثلاً دقیق نبودن در قرائت اعداد و عدم تطبیق نشانه ی صفر در مقابل نقطه ی شروع نوار اندازه گیری شنیداری و گفتاری از جمله ی این نوع خطاها هستند.

— دستگاه یا وسیله ی اندازه گیری: هر دستگاه یا وسیله نقشه برداری دقت محدودی دارد که به علت مستعمل شدن معمولاً این دقت کم تر هم می شود و در نهایت اندازه گیری با آن موجب بروز خطا می گردد.

۴-۳- محتمل ترین مقدار یک کمیت

اگر کمیتی را n بار اندازه گیری کنیم و مقادیر به دست آمده را $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ و بنامیم محتمل ترین مقدار کمیت که $\bar{X}$ فرض می شود از رابطه ی زیر به دست می آید :

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

چون اندازه ی واقعی دست نیافتنی است مقدار بالا به جای آن در نظر گرفته می شود.

۵-۳- خطای باقی مانده یا خطای ظاهری

اختلاف هر مقدار اندازه گیری شده و محتمل ترین مقدار را خطای باقی مانده می گویند. بنابراین در اندازه گیری فوق مقدار خطاها عبارت اند از :

$$e_1 = \bar{x} - x_1$$

$$e_2 = \bar{x} - x_2$$

$$e_3 = \bar{x} - x_3$$

$$e_n = \bar{x} - x_n$$

۶-۳- خطای میانگین اندازه گیری ها

وقتی مقدار یک کمیت را از طریق میانگین چند بار اندازه گیری به دست می آورید خطای میانگین کاهش پیدا می کند و از رابطه ی زیر می توان خطای میانگین اندازه گیری ها را حساب کرد.

$$e_x = \frac{e_1}{\sqrt{n}}$$

(e_1 خطای یک بار اندازه گیری و e_x خطای میانگین و n تعداد دفعات اندازه گیری)

مطالعه آزاد

عواقب عدم احساس مسئولیت در نقشه برداری تونل

اصولاً از آن جایی که تونل از دو طرف حفاری شده و در نقطه ای به هم می رسند، چنانچه اشتباه یا خطایی در رابطه با زاویه امتداد حفاری و پیاده کردن شیب طولی تونل، توسط نقشه بردار اتفاق بیافتد، باعث می شود که تونل در نقطه مورد نظر به هم نرسد و یا این که به موازات قسمت دیگر ادامه مسیر داده و در حالت نادر محور مورد نظر از زیر یا روی محور مقابل عبور می کند.

خودآزمایی

- ۱- خطا چیست و اشتباه کدام است؟
- ۲- تفاوت خطا و اشتباه را شرح دهید.
- ۳- چه عواملی باعث ایجاد خطا و اشتباه می‌شوند؟ آن‌ها را نام ببرید.
- ۴- به‌طور کلی خطاها را چگونه دسته‌بندی می‌کنند و تفاوت هر دسته با دسته‌ی دیگر چیست؟
- ۵- کمیت‌های زیر چگونه به‌دست می‌آیند؟ رابطه‌ی محاسبه‌ی آن‌ها را بنویسید.
محتمل‌ترین مقدار کمیت، خطای باقی‌مانده، خطای میانگین اندازه‌گیری‌ها
- ۶- پس از پنج بار اندازه‌گیری یک طول اندازه‌های زیر بر حسب متر به‌دست آمده است.
محتمل‌ترین مقدار این طول کدام است؟
 $۶۷/۸۸, ۶۷/۰۹, ۶۷/۹۱, ۶۷/۹۵, ۶۷/۹۳$
- ۷- خطای اندازه‌گیری یک زاویه توسط زاویه‌یاب $\pm 3^\circ$ می‌باشد. خطای مجاز برای چهار بار اندازه‌گیری این زاویه چند ثانیه است؟

اندازه‌گیری فاصله‌ی افقی

یکی از کمیت‌هایی که برای تهیه‌ی نقشه باید اندازه‌گیری شود فاصله‌ی افقی دو نقطه است. این کمیت گاهی مستقیماً روی زمین افقی اندازه‌گیری می‌شود و گاه با اندازه‌گیری فاصله‌ی غیر افقی دو نقطه (که به آن فاصله‌ی مورب می‌گویند) و زاویه‌ی شیب امتداد بین دو نقطه به طریقه‌ی غیرمستقیم محاسبه می‌گردد.

نکته‌ی دیگر آن که گاهی بین دو نقطه‌ای که می‌خواهیم فاصله‌ی افقی آن‌ها را پیدا کنیم موانعی وجود دارد که در این صورت نیز با روش‌های غیرمستقیم این فاصله تعیین می‌گردد. در این فصل روش‌های اندازه‌گیری فاصله‌ی افقی را خواهید آموخت و با وسایل مختلف که برای این کار مورد استفاده قرار می‌گیرد آشنا خواهید شد.

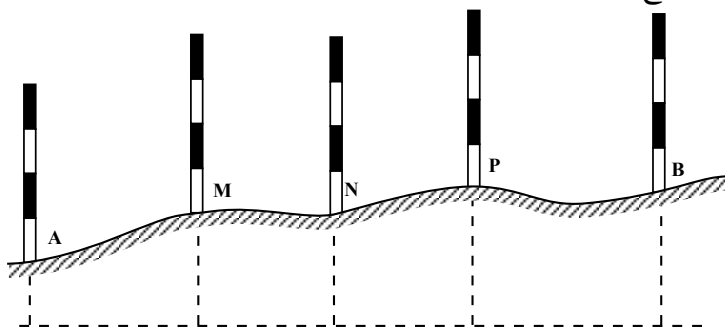
در پایان این فصل، دانش‌آموز باید قادر باشد :

- عمل ژالون‌گذاری یک امتداد را به منظور اندازه‌گیری فاصله، به نحو صحیح انجام دهد و ضمن این کار علامت دادن با دست را هم تمرین کند.
- با استفاده از وسایل ساده، فاصله‌ی افقی دو نقطه را در روی زمین‌های مسطح و شیب‌دار به روش‌های مستقیم و غیرمستقیم، با مانع و بدون مانع، تعیین نماید.
- به کمک دستگاه‌های ترازباب در زمین‌های مسطح و بعضی در زمین‌های شیب‌دار فاصله‌ی افقی دو نقطه‌ی مشخص شده‌ی روی زمین را به دست آورد.
- فاصله‌ی افقی دو نقطه‌ی مشخص شده روی زمین را به کمک تتودولیت‌ها تعیین کند.

۴-۱- ژالون‌گذاری امتداد

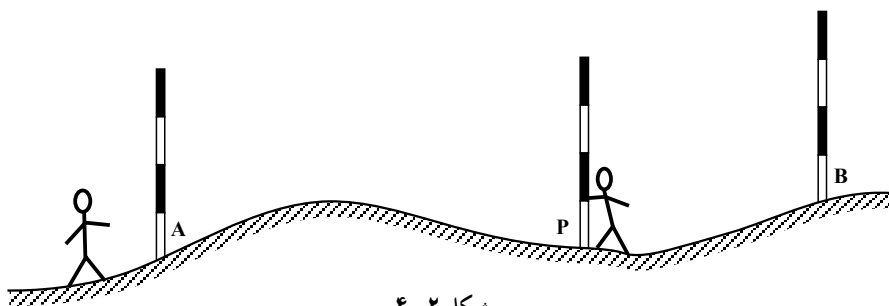
قبل از اندازه‌گیری فاصله با وسایل ساده در نقشه‌برداری، آن را ژالون‌گذاری (امتدادگذاری) می‌کنند. همان‌گونه که می‌دانید فاصله‌ی دو نقطه یعنی کوتاه‌ترین راه بین آن دو نقطه، که امتدادی است

مستقیم قبل از اندازه گیری؛ این امتداد مستقیم را با چند ژالون مشخص می کنند و به این کار ژالون گذاری امتداد می گویند (اگر طول خیلی کوتاه باشد که با یک بار مترکشی بتوان آن را اندازه گرفت دیگر احتیاج به این کار نیست).



شکل ۴-۱

عمل ژالون گذاری به این ترتیب انجام می گیرد که ابتدا روی دو نقطه، مثلاً A و B شکل ۴-۲، دو ژالون به طور قائم می گذاریم. یک نفر پشت یکی از دو ژالون (به فاصله ی بیش از دو متر با آن) می ایستد و در حالی که یک چشم خود را بسته است با چشم دیگر به ژالون بعدی نگاه می کند به طوری که دو ژالون مزبور را روی هم ببیند. بعد نفر دیگری ژالونی را به طور قائم در امتداد تقریبی دو نقطه به چپ و راست حرکت می دهد تا نفر اول هر سه ژالون را در یک امتداد ببیند.



شکل ۴-۲

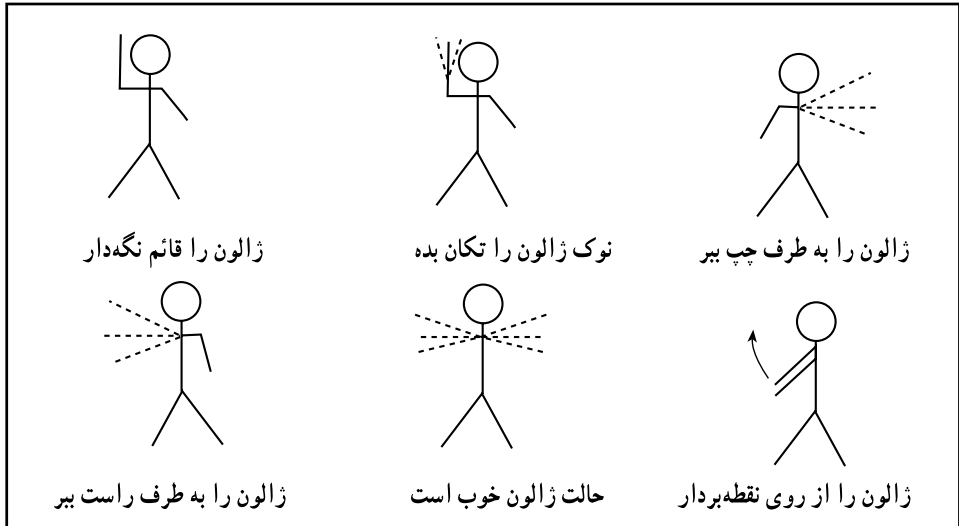
این کار برای هر چند نقطه که لازم باشد تکرار می شود تا امتداد مستقیم برای مترکشی کاملاً مشخص گردد.

تبصره ۱: برای دقیق تر انجام شدن کار لازم است همراه ژالون ها از تراز نبشی برای قائم کردن آنها استفاده کنیم.

تبصره ۲: در حالتی که بین دو نقطه مانعی وجود داشته باشد بعداً بحث خواهد شد.

۴-۲- علامت دادن با دست

وقتی فاصله‌ی بین افرادی که با یکدیگر عمل ژالون‌گذاری را انجام می‌دهند زیاد باشد دیگر صدا رسا به گوش نمی‌رسد در این حالت معمولاً یک فرد با علامت دادن دست می‌تواند منظور خود را به دیگری بفهماند. در این گونه موارد می‌توان با توجه به شکل‌های راهنمای زیر عمل کرد (شکل ۴-۳).

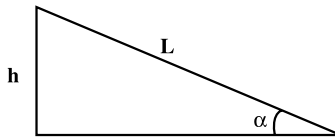


شکل ۴-۳

۴-۳- اندازه‌گیری طول به روش مستقیم

در این روش از نوارهای اندازه‌گیری پارچه‌ای یا فلزی استفاده می‌کنند و چون برای رسم نقشه احتیاج به طول‌های افقی داریم در عمل، حتی روی یک سطح شیب‌دار طول باید افقی اندازه‌گیری شود؛ و در غیر این صورت پس از اندازه‌گیری طول روی سطح شیب‌دار، باید آن را با محاسبه به طول افقی تبدیل کرد. فرمول محاسبه چنین است:

$$L \cos \alpha = D \quad (\alpha \text{ زاویه‌ی شیب است})$$



شکل ۴-۳-۱

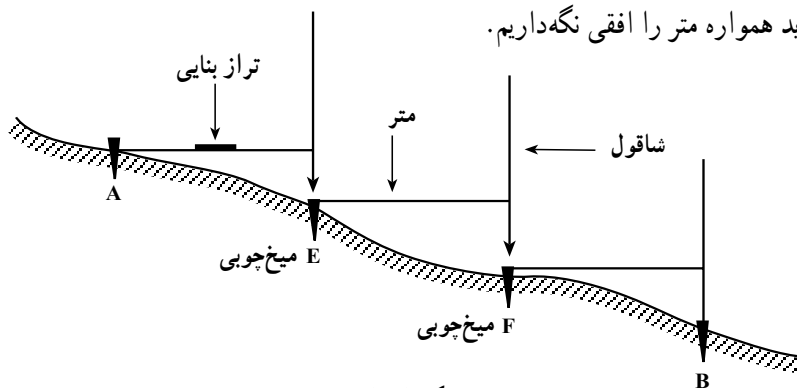
در عمل، بر حسب آن که طول بر روی زمین مسطح و یا زمین شیب‌دار قرار گرفته باشد حالت‌های مختلف پیش می‌آید که در هر حالت پس از ذکر وسایل مورد نیاز روش کار توضیح داده می‌شود.

۴-۴ اندازه‌گیری طول به روش مستقیم در روی زمین مسطح با وسایل ساده
 وسایل مورد نیاز: نوار اندازه‌گیری، چند عدد ژالون، میخ‌های چوبی به طول ۲۵-۲۰ سانتی‌متر، میخ‌های فلزی کوچک برای نصب روی میخ‌های چوبی، شاقول، مداد و دفترچه، رنگ و قلم‌مو در موارد لازم.

روش کار: چون نمی‌توان فواصل بلند را به یک باره اندازه‌گیری نمود باید ابتدا امتداد طول موردنظر را ژالون‌گذاری و مشخص کرد؛ به این صورت که با استفاده از میخ‌های چوبی و فلزی و با علامت‌گذاری، طول مزبور را به فواصل کوچک‌تر مثلاً ۳۰-۲۰ متر (که این فواصل متناسب با طول نوار انتخاب می‌شود) تقسیم و سپس فواصل بین میخ‌ها را با نوار اندازه‌گیری و یادداشت نمود.

۴-۵ اندازه‌گیری طول افقی به روش مستقیم در روی زمین شیب‌دار با وسایل ساده
 وسایل مورد نیاز: نوار اندازه‌گیری، شاقول، تراز، چند عدد ژالون، میخ‌های چوبی و فلزی، مداد و دفترچه، رنگ و قلم‌مو در موارد لازم.

روش کار: پس از ژالون‌گذاری و میخ‌کوبی (به ترتیبی که در روش کار قبل گفته شد) باز فواصل میخ‌ها با نوار اندازه‌گیری و ثبت می‌شود با این تفاوت که چون روی سطح شیب‌دار اندازه‌گیری می‌کنیم باید همواره متر را افقی نگاه داریم.



شکل ۴-۴

برای این کار از یک تراز بنایی روی متر استفاده می‌شود و برای تصویر نمودن نقطه‌ی انتهایی هر دهنه مترکشی، از شاقول (ژالون) استفاده می‌کنیم اگر تراز بنایی در اختیار نداریم یک نفر با شاقول یا ژالون در کناری می‌ایستد و زاویه‌ی نوار و امتداد شاقول (ژالون) را تحت زاویه‌ی ۹۰ درجه کنترل می‌کند.

در این جا تراز دستی وسیله‌ی خوبی برای به حالت افقی در آوردن متر می‌باشد (شکل ۴-۵).



شکل ۴-۵



شکل ۴-۶

۴-۶- تعیین طول افقی در روی سطح شیب‌دار با اندازه‌گیری طول مورّب و زاویه‌ی شیب

وسایل مورد نیاز: شیب‌سنج، نوار اندازه‌گیری، چند عدد ژالون، میخ‌های چوبی و فلزی، شاقول، وسایل نوشتن و رنگ زدن.

روش کار: ابتدا فاصله‌ی غیر افقی (مورّب) بین دو نقطه را به وسیله‌ی نوار اندازه گرفته و بعد زاویه‌ی شیب بین دو نقطه را به کمک شیب‌سنج به دست می‌آوریم؛ سپس با استفاده از رابطه‌ی $D = L \cos.$ طول افقی را با محاسبه به دست می‌آوریم.

۴-۷- تعریف تصحیح تبدیل به افق

اختلاف دو طول D و L را (شکل ۱-۳-۴) تصحیح تبدیل به افق (تصحیح شیب) می‌گویند و مقدار آن را از رابطه‌ی زیر به دست می‌آورند.

$$|C| = D - L = L \cos \alpha - L = |L(\cos \alpha - 1)|$$

از این تصحیح موقعی استفاده می‌کنند که طول L در دست باشد و از روی آن بخواهیم D را به دست آوریم. ممکن است به جای زاویه‌ی شیب اختلاف ارتفاع دو سر طول یعنی (h) اندازه‌گیری شود. در این صورت تصحیح تبدیل به افق از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$C = \frac{-h^2}{2L}$$

سپس اگر مقدار C به L اعمال شود D به دست می‌آید.

مثال: دو نقطه‌ی A و B با اختلاف ارتفاع ۲ متر روی یک سطح شیب‌دار قرار دارند. در صورتی که فاصله در امتداد شیب آن‌ها ۱۰۰ متر باشد اولاً مقدار تصحیح تبدیل به افق، ثانیاً فاصله‌ی افقی این دو نقطه را به دست آورید.

$$C = \frac{-2^2}{2 \times 100} = -\frac{4}{200} = -\frac{2}{100} \text{ متر} = -2 \text{ سانتی متر}$$

$$D = L - C = 100 - (-2) = 102 \text{ متر}$$

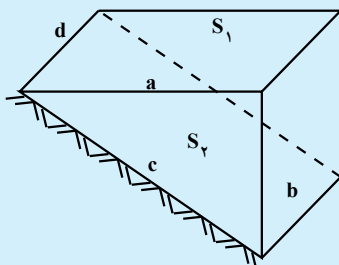
تبصره: اگر برای فواصل و اختلاف ارتفاع‌های مختلف مقادیر تصحیح تبدیل به افق را حساب کنیم و در یک جدول بنویسیم به چنین جدولی جدول تصحیح تبدیل به افق می‌گویند که در موقع عمل ما را از محاسبه بی‌نیاز می‌کند.

مطالعه آزاد

اخلاق حرفه‌ای در نقشه‌برداری زمین در سطوح شیب‌دار کوهستانی

از آنجایی که در اندازه‌گیری‌ها، فواصل افقی و سطوح مستوی مدنظر قرار می‌گیرد، لذا زمین‌هایی که در دامنه کوه‌ها و تپه‌ها برای ویلاسازی خرید و فروش می‌شود و چنانچه به بحث ظریف نقشه‌برداری آن توجهی نشود، باعث خسارت‌های مالی فراوان برای خریدار می‌شود؛ چرا که خریدار در واقع باید مساحت زمین موردنظر

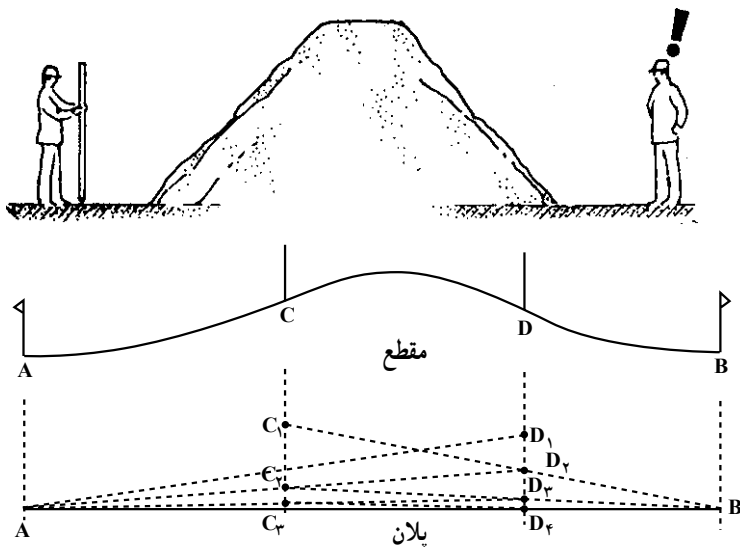
در سطح شیبدار را به صفحه افقی تصویر کرده و مساحت سطح مستوی آن را پرداخت نماید. طبق شکل زیر a^2 . c^2 . b^2 می باشد در صورتی که توجه به امر فوق نشود



باعث می شود که به جای پرداخت برای $a \cdot d$ مقدار بیشتری یعنی برای $c \cdot d$. S_2 پرداخت می شود. به عنوان مثال اگر قیمت زمینی به مساحت یک هکتار که در یک منطقه شیبدار با شیب 20% قرار گرفته باشد حدود پانصد میلیون تومان باشد با احتساب تصحیح فوق قیمت زمین در سطح افقی به مبلغ چهارصد و نود میلیون تومان کاهش پیدا خواهد کرد.

۸-۴- اندازه گیری فاصله ی دو نقطه که بین آن ها مانع دید یا عبور یا هر دو قرار دارد

مانع دید: مثلاً A و B دو نقطه اند که می خواهیم فاصله ی بین آن ها را اندازه گیری کنیم (شکل ۷-۴) و بین آن ها یک تپه قرار گرفته است. ابتدا دو ژالون روی دو نقطه قرار می دهیم، سپس دو نفر به کمک هم و متقابلاً بین دو نقطه ی A و B دو ژالون به این ترتیب قرار می دهند که از نقطه ی C_1 ژالون B و از نقطه ی D_1 ژالون A دیده شود. حال شخصی که در نقطه ی C_1 است ژالون D_1 را در امتداد B ، C_1 به نقطه ی D_2 هدایت می کند. و پس از آن، شخصی که در نقطه ی D_2 ایستاده ژالون C_1 را به نقطه ی C_2 در امتداد D_2A هدایت می کند. این کار ادامه می یابد تا جایی که به عمود قرار گرفتن کامل ژالون ها در روی نقاط مابین، دیگر انحرافی وجود نداشته باشد.



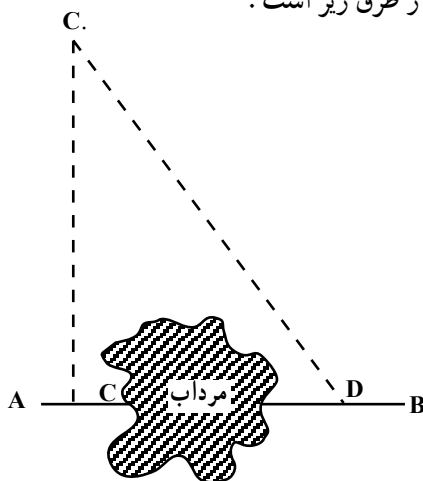
شکل ۷-۴

در این حالت نقاط A, C, D و B همه در یک امتداد بوده و مجموع اندازه‌های فواصل افقی AC, CD و DB اندازه‌ی فاصله‌ی افقی AB را تشکیل می‌دهد.

مانع عبور: در این جا دو حالت را در نظر می‌گیریم.

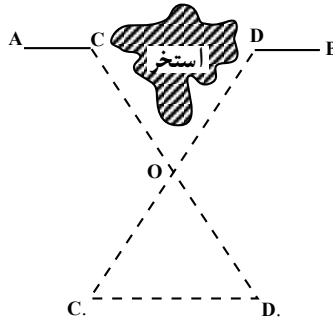
حالت اول: بین دو نقطه مانع عبور وجود دارد، ولی در فاصله‌ی نزدیک، مانع را می‌توان دور زد (به عنوان مثال، بین دو نقطه حوض، استخر، مرداب، نهالستان و غیره وجود دارد).

طرز عمل به یکی از طرق زیر است:

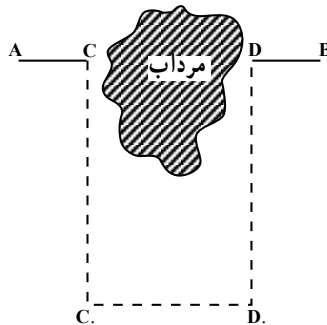


شکل ۸-۴ از نقطه‌ی C واقع در روی امتداد AB عمودی اخراج و با انتخاب و اندازه‌گیری طول CC.

طول C.D را در روی زمین اندازه‌گیری می‌کنیم. در این صورت می‌شود: نوشت: $CD = \sqrt{DC^2 + CC^2}$



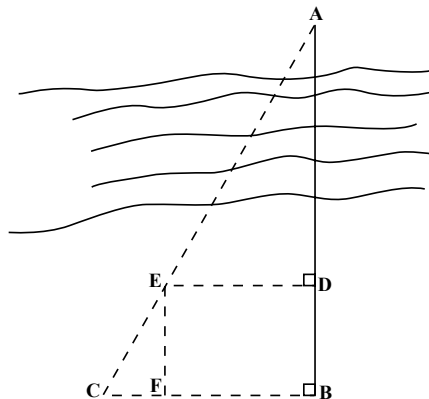
شکل ۴-۹- در روی امتداد AB دو نقطه‌ی C و D اختیار کرده و بر روی زمین در خارج از امتداد AB نقطه‌ای مانند O را مشخص می‌کنیم. سپس OD و OC را به ترتیب متناسب با طول‌های OC و OD جدا می‌نماییم، در نتیجه خواهیم داشت:

$$\frac{OC}{OD} = \frac{OD}{OC} = \frac{C.D.}{CD}$$


شکل ۴-۱۰- می‌توان فاصله‌ی CD را با ایجاد عمودهای CC'، DD' به C.D. منتقل نموده و به جای اندازه گرفتن طول CD طول C.D. را اندازه گرفت: DB، AC، C.D.، AB.

حالت دوم: بین دو نقطه مانع عبور قرار گرفته و نمی‌توان در فاصله‌ای نزدیک مانع را دور زد (مانند رودخانه).

به عنوان مثال می‌خواهیم فاصله‌ی از A تا B را که بین آن‌ها رودخانه قرار دارد اندازه بگیریم.



شکل ۴-۱۱

برای این کار ابتدا یک نقطه روی امتداد AB پیدا کرده (نقطه‌ی D) سپس از B و D دو عمود بر امتداد AB اخراج می‌کنیم و نقطه‌های E و C را بر روی این دو عمود طوری انتخاب می‌کنیم که C، E و A در یک امتداد باشند (در عمل ابتدا نقطه‌ی C را روی عمود اخراجی از B انتخاب و سپس نقطه‌ی E را که محل تقاطع دو خط AC و عمود اخراجی از D است پیدا می‌کنیم). حال با اندازه‌گیری ED، BD و BC با توجه به تشابه دو مثلث EFC و ABC می‌توان نوشت:

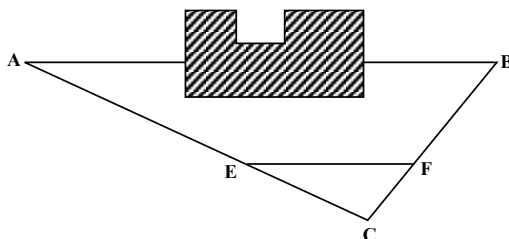
$$\frac{AB}{BC} \cdot \frac{EF}{FC} = \frac{AB}{BC} \cdot \frac{BD}{BC \cdot DE} \quad \text{یا} \quad AB \cdot BC \cdot \frac{BD}{BC \cdot ED}$$

وجود مانع عبور و دید هر دو: مثلاً یک ساختمان در بین راه A تا B قرار گرفته در این صورت نقطه‌ای مانند C چنان انتخاب می‌کنیم که محاسبه‌ی طول‌های AC و BC به طور مستقیم آسان باشد. سپس روی امتداد AC طول EC را به اندازه‌ی $\frac{1}{m} AC$ و روی امتداد BC طول FC را به اندازه‌ی $\frac{1}{m} BC$ انتخاب می‌کنیم. پس:

$$EC \cdot \frac{1}{m} AC = FC \cdot \frac{1}{m} BC$$

در نتیجه با توجه به تشابه دو مثلث EFC و ABC می‌توان نوشت:

$$EF \cdot \frac{1}{m} AB = AB \cdot m \times EF$$



شکل ۴-۱۲

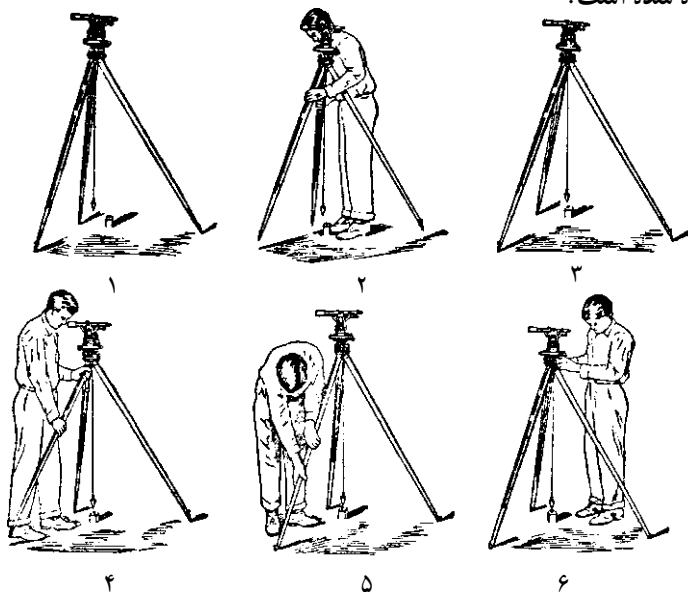
۴-۹- استفاده از تراز یاب برای اندازه‌گیری فاصله‌ی افقی

برای اندازه‌گیری فاصله‌ی افقی قبلاً باید طرز استقرار دستگاه را بر روی یک نقطه‌ی مشخص یاد گرفت و با شاخص آشنا شد.

مستقر کردن تراز یاب (ایستگاه گذاری): منظور از مستقر کردن تراز یاب بر روی یک نقطه آن است که دستگاه را طوری قرار دهیم که

اولاً محور قائم دستگاه از آن نقطه عبور کند. (این کار به کمک یک شاقول که در زیر دستگاه اضافه می‌شود انجام می‌پذیرد) و ثانیاً دستگاه تراز شود.

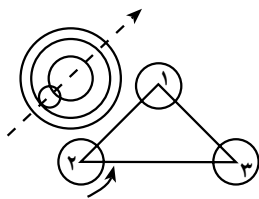
طرز استقرار تراز یاب بر روی یک نقطه‌ی مشخص: برای استقرار تراز یاب روی یک نقطه‌ی مشخص ابتدا سه پایه را، که در زیر آن شاقول اضافه شده، طوری قرار می‌دهیم که نقطه بین سه تا پایه و به عبارت دیگر در داخل مثلثی که پایه‌ها سه رأس آن‌اند، قرار بگیرد. سپس با ثابت کردن یک پایه و تغییر مکان دو پایه‌ی دیگر، نوک شاقول را بر روی نقطه‌ی مورد نظر می‌آوریم، ضمن آن که سعی می‌کنیم صفحه‌ی بالای سه پایه را تقریباً افقی کنیم. پس از محکم کردن نوک پایه‌ها در زمین دستگاه را به نحوی که ذیلاً گفته می‌شود تراز می‌نماییم. مراحل عمل استقرار روی یک نقطه در شکل ۴-۱۳ نشان داده شده است.



شکل ۴-۱۳

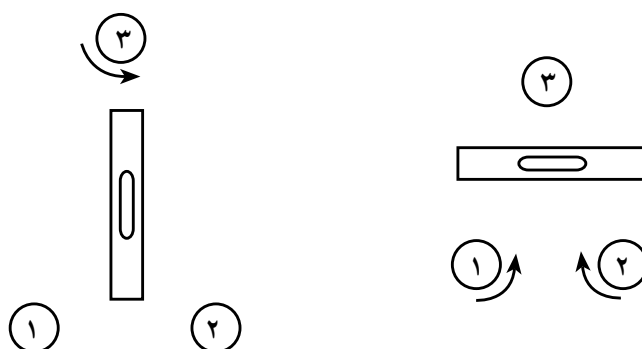
تراز کردن تراز یاب: با توجه به آن که دستگاه دارای تراز کروی یا استوانه‌ای است به ترتیب زیر عمل می‌شود:

الف: برای دستگاه‌هایی که تراز کروی دارند پس از قرار دادن تراز کروی بین دو تا از پیچ‌های تراز کننده این دو پیچ را در جهت مخالف یکدیگر می‌چرخانیم تا حباب تراز در امتداد پیچ سوم تراز کننده قرار بگیرد. سپس با چرخاندن پیچ سوم حباب را وسط دایره‌ی تنظیم تراز می‌آوریم (شکل ۴-۱۴).



شکل ۴-۱۴

ب: در دستگاه‌هایی که تراز استوانه دارند برای تراز کردن ابتدا محور تراز دستگاه را موازی امتداد دو تا از پیچ‌های تراز کننده قرار می‌دهیم و با چرخاندن این دو پیچ در جهت مخالف یکدیگر حباب تراز را وسط (بین دو نشانه) تنظیم می‌کنیم. سپس دوربین را می‌چرخانیم تا تراز آن در امتداد پیچ سوم قرار گیرد و این بار فقط با چرخاندن همین پیچ در جهت مناسب حباب را، که جابه‌جا شده است، دوباره به وسط (بین دو نشانه) می‌آوریم در این لحظه باید دستگاه تراز باشد که در صورت تراز نبودن کامل، عملیات گفته شده تکرار می‌شود (البته اگر قبلاً دستگاه را تقریباً به حالت افقی قرار داده باشیم عمل تراز کردن سریع‌تر انجام می‌شود) (شکل ۱۵-۴).



شکل ۱۵-۴

۱-۴- شاخص (Rod)

شاخص وسیله‌ای است که همراه دستگاه‌های تراز یاب یا زاویه یاب برای عملیات مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این وسیله، در واقع، یک خط‌کش بلند است که به تقسیمات سانتی‌متر مدرج شده و برای سهولت خواندن آن، سانتی‌مترها غالباً یک در میان به رنگ سفید و سیاه است و هر ده سانتی‌متر نیز با خط بزرگتر یا عدد نشان داده شده است. اعداد در بعضی شاخص‌ها به صورت معکوس نوشته شده که در این صورت همراه دوربین‌هایی که تصویر معکوس دارند مورد استفاده قرار می‌گیرند و در بعضی دیگر از شاخص‌ها اعداد به صورت مستقیم نوشته شده که برای استفاده همراه با دوربین‌هایی که تصویر مستقیم دارند مناسب است. شاخص معمولاً از چوب ساخته می‌شود و طول آن ۲، ۳ و ۴ متر است. عرض شاخص‌ها غالباً بین ۱۲-۷ سانتی‌متر و ضخامت آن‌ها بسته به جنس چوبی که از آن استفاده شده حدود چند سانتی‌متر می‌باشد. در شکل ۱۶-۴ چند نمونه از شاخص‌ها را می‌بینید.

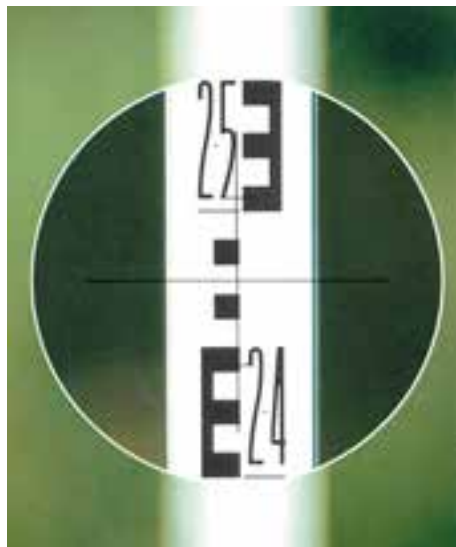


شکل ۴-۱۶- چند نمونه شاخص

۱۱-۴- اندازه‌گیری فاصله‌ی افقی با تراز یاب اپتیکی

همان‌گونه که قبلاً اشاره شد در داخل لوله‌ی دوربین تراز یاب‌ها صفحه‌ای به نام صفحه‌ی رتیکول (Reticule (Cross Hairs)) قرار دارد که بر روی آن دو تار بلند قائم و افقی در وسط دایره‌ای همدیگر را قطع کرده‌اند که از آن‌ها برای تراز یابی استفاده می‌شود علاوه بر این تارها، در اکثر تراز یاب‌ها دو تار کوچک افقی نیز در بالا و پایین تار بلند افقی (تار وسط) وجود دارند که از آن‌ها

برای پیدا کردن فاصله‌ی افقی دو نقطه استفاده می‌شود. به این شکل که اگر اختلاف دو تار بالا و پایین را با L نشان دهیم از فرمول $L \cdot 10^\circ = D_h$ می‌توان فاصله‌ی افقی را به دست آورد. در این مورد به شکل ۴-۱۷ توجه کنید.



شکل ۴-۱۷- تارهای رتیکول

قرائت تار بالا: ۲۵۰۶ میلی‌متر قرائت تار پایین: ۲۴۴۲ میلی‌متر

۱- Horizontal Distance

استفاده از زاویه یاب اپتیکی برای اندازه گیری فاصله ی افقی: در این جا نیز مانند تراز یاب باید ابتدا طرز استقرار دستگاه روی نقطه ی مشخص را آموخت.

مستقر کردن زاویه یاب بر روی یک نقطه ی مشخص: منظور از مستقر کردن زاویه یاب بر روی یک نقطه ی مشخص، همان گونه که در مورد تراز یاب گفته شد، آن است که زاویه یاب را به شکلی قرار دهیم که اولاً محور اصلی دستگاه از آن نقطه بگذرد و ثانیاً دستگاه تراز شود. طرز عمل در این جا به ترتیب زیر است:

ابتدا به کمک شاقول اپتیکی دستگاه را بر روی نقطه ی مشخص آورده و نوک پایه ها را کاملاً در زمین فرو می کنیم. سپس با بلند و کوتاه کردن طول پایه ها تراز کروی روی پایه دوربین را تنظیم می نماییم. برای تنظیم تراز دوم (که بر روی آلیاد قرار دارد) آلیاد را در دو جهت عمود بر هم قرار داده و این بار به کمک پیچ های تراز کننده در زیر پایه، این تراز را تنظیم و بالاخره به کمک پیچ مخصوص تراز سوم (تراز لویبایی که در کنار لمب قائم قرار دارد) آخرین تراز را هم تنظیم می کنیم. تبصره: در زاویه یاب های اتوماتیک، همانگونه که قبلاً گفته شد، به جای تراز سوم کمپانساتور کارگزار شده و پس از تنظیم تراز دوم به طور خودکار دستگاه تراز می گردد.

۱۲-۴- اندازه گیری فاصله ی افقی با زاویه یاب (استادیمتری) (Stadimetry)

این عمل در دو حالت بررسی می شود.

۱- استادیمتری با حالت افقی دوربین ۲- استادیمتری با حالت غیر افقی دوربین
حالت اول: استادیمتری با حالت افقی دوربین: این کار به کمک شاخص که قبلاً با آن آشنا شدید انجام می شود.

اساس کار: فرض کنید در نقطه ای، مانند A، ایستگاه گذاری کرده ایم و در نقطه ی دیگری، مانند B، شاخص را قرار داده ایم و به آن نگاه می کنیم. تصویری از شاخص داخل دوربین ایجاد می گردد که در صورت رفع پارالاکس^۱، این تصویر روی صفحه ی رتیکول قرار می گیرد. طرز عبور اشعه و شکل تصویر در شکل ۱۸-۴ دیده می شود.

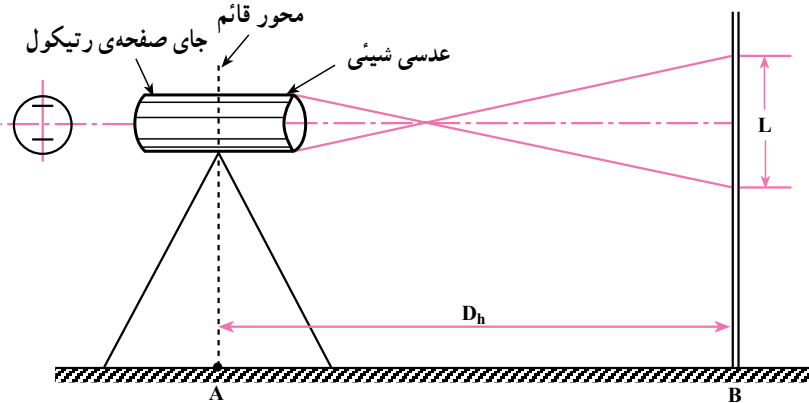
فرمول پیدا کردن فاصله با روش استادیمتری به شکل زیر است (این رابطه به نام فرمول اساسی استادیمتری معروف است):

$$D_h \cdot KL$$

۱- زمانی که تصاویر شاخص و تارهای رتیکول دقیقاً واضح نیستند، اصطلاحاً می گویند دستگاه پارالاکس دارد.

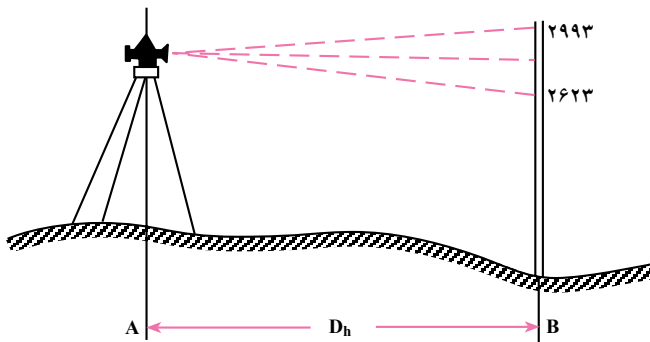
(D_h فاصله‌ی افقی و L اختلاف دو تار بالا و پایین)
ضریب K معمولاً برابر عدد صد است پس می‌توان نوشت:

$$D_h = 100L$$



شکل ۱۸-۴

مثال: برای اندازه‌گیری فاصله‌ی دو نقطه‌ی A و B، روی نقطه‌ی A ایستگاه‌گذاری کرده و شاخص را در نقطه‌ی B قرار داده‌ایم. با توجه به شکل، فاصله‌ی دو نقطه A و B را پیدا کنید.



شکل ۱۹-۴

اختلاف دو تار $2993 - 2623 = 370$

میلی‌متر $37000 \times 100 = 3700000$. $D_h = 100L$

متر $3700000 \div 10000 = 370$

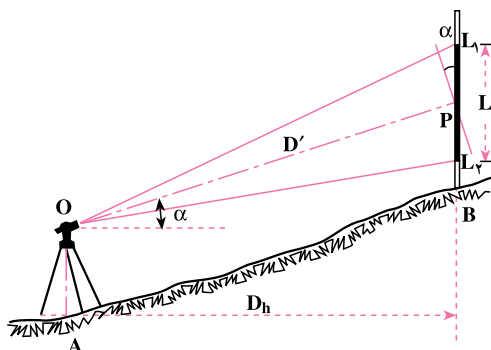
تذکر مهم: شرط استفاده از فرمول $D_h = 100L$ آن است که امتداد شاخص بر امتداد محور نشانه روی عمود باشد. بنابراین هنگام اندازه‌گیری باید دوربین کاملاً افقی باشد (در تراز یاب این حالت به طور طبیعی وجود دارد) و شاخص هم کاملاً قائم نگه‌داشته شود.

اگر با حالت افقی دوربین شاخص دیده نشود به طریق دیگری که ذیلاً توضیح داده می‌شود عمل می‌کنیم:

حالت دوم: اندازه‌گیری فاصله‌ی افقی با زاویه‌یاب در حالت غیر افقی دوربین (استادیمتری در شیب): در مواقعی که زمین بین دو نقطه‌ی A و B دارای شیب نسبتاً زیاد است و با حالت افقی دوربین، امکان دیدن شاخص وجود ندارد برای پیدا کردن فاصله‌ی افقی از فرمول زیر استفاده می‌شود که در آن L فاصله‌ی دو تار بالا و پایین رتیکول و α زاویه‌ی شیب امتداد نشانه روی است:

$$D_h = 100 \cdot L \cos^2 \alpha$$

مقدار $100 \cdot L$ یک بار به خاطر عمود نبودن شاخص بر امتداد نشانه روی و یک بار به خاطر پیدا کردن فاصله‌ی افقی از روی فاصله‌ی مایل در $\cos \alpha$ ضرب می‌شود.



شکل ۲-۴

مثال: برای پیدا کردن فاصله‌ی افقی دو نقطه‌ی A و B بر روی نقطه‌ی A با تئودولیت ایستگاه‌گذاری کرده و پس از نشانه روی به شاخص قائم در نقطه‌ی B قرائت تارهای بالا و پایین به ترتیب $15^\circ 5'$ و 1298 و زاویه‌ی قائم $85^\circ 55'$ شده است. فاصله‌ی افقی فوق چند متر است؟

حل: زاویه‌ی قائم قرائت شده - زاویه‌ی $9^\circ =$ زاویه‌ی شیب (α)

$$\alpha = 9^\circ - 85^\circ 55' = 4^\circ 5'$$

$$L = 15^\circ 5' - 1298 = 207 \text{ میلی متر}$$

$$D_h = 100 \times 207 \times \cos^2(4^\circ 5') = 20575 \text{ میلی متر} = 20 / 575 \text{ متر}$$

۱- وقتی دوربین زاویه‌یاب در حالت افقی قرار می‌گیرد معمولاً زاویه‌ی 9° روی صفحه‌ی مدرج قائم خوانده می‌شود و به‌ندرت در بعضی زاویه‌یاب‌ها در این حالت زاویه‌ی مدرج قائم صفر است.

۱۳-۴ خطاها و اشتباهات در استادیومتری

مهمترین خطاها در استادیومتری عبارت است از: خطای قائم نبودن شاخص، خطای ایستگاه گذاری، خطای قرائت زاویه‌ی قائم، خطای قرائت شاخص، خطای پارالاکس و خطای انکسار نور. موارد اشتباهی که معمولاً پیش می‌آید عبارت است از: خواندن و نوشتن غلط مقدار زاویه‌ی قائم، خواندن یا نوشتن غلط اعداد مربوط به تارهای رتیکول و فراموشی در تراز کردن صفحه‌ی مدرج قائم موقع قرائت زاویه‌ی صفحه‌ی مدرج قائم.

فعالیت‌های عملی

فعالیت عملی ۱

ژالون گذاری یک امتداد: دو نقطه روی زمین انتخاب کرده و پس از مشخص ساختن آن‌ها (با میخ کوبی یا علامت گذاری) عمل ژالون گذاری بین آن‌ها انجام می‌شود (بهتر است دو نقطه حداقل ۱۰۰ متر فاصله داشته باشند و زمین نیز ناهموار باشد). ضمن عمل بالا علامت دادن با دست تمرین گردد. تبصره: به منظور استقرار قائم ژالون از تراز ژالون استفاده می‌گردد و در محل‌هایی که امکان فرو کردن ژالون در زمین نیست از سه پایه‌ی ژالون کمک گرفته می‌شود.

فعالیت عملی ۲

تعیین محل تقاطع دو امتداد: چهار نقطه که دوه‌دو تشکیل یک امتداد و باهم تشکیل دو امتداد متقاطع را می‌دهند، بر روی زمین انتخاب شده پس از میخ کوبی (علامت گذاری) آن‌ها محل تقاطع دو امتداد به کمک ژالون‌هایی که روی چهار نقطه گذارده می‌شود به دست می‌آید.

فعالیت عملی ۳

اندازه‌گیری طول به روش مستقیم در روی زمین مسطح: دو نقطه در روی زمین مسطح انتخاب و آن‌ها را میخ کوبی یا علامت گذاری می‌کنند سپس با ژالون گذاری

فاصله‌ی آن‌ها را به فواصل کوچک‌تر (چند دهانه) تقسیم کرده و طول هر دهانه را با مترکشی افقی تعیین و با جمع طول‌های به دست آمده طول کل به دست می‌آید (ضمن عمل، راجع به وضعیت صفر متر و طرز قرائت طول توضیح داده شود).
تبصره: بهتر است فاصله‌ی دو نقطه حداقل ۱۱۰ متر باشد.

پس از انجام عمل بالا، بار دیگر به صورت رفت و برگشت کار را تکرار کرده و طول‌های به دست آمده با یکدیگر مقایسه می‌شود (می‌توان با استفاده از فرمول مربوطه حد مجاز اختلاف طول رفت و برگشت را مشخص کرد و در مواردی که دقت کم است مجدداً این کار را انجام داد).

۴ فعالیت عملی

اندازه‌گیری طول افقی به روش مستقیم روی سطح شیب‌دار: دو نقطه روی یک سطح شیب‌دار مشخص کرده پس از ژالون‌گذاری امتداد بین آن دو نقطه طول افقی هر دهانه را به دست آورده و با جمع کردن، فاصله‌ی افقی دو نقطه به دست می‌آید. به منظور افقی بودن متر هنگام اندازه‌گیری طول، از تراز مخصوص مترکشی و یا تراز لوله‌ای استفاده می‌شود.
با اندازه‌گیری مجدد این جا نیز، می‌توان به دقت کار پی برد.

۵ فعالیت عملی

تعیین طول افقی با اندازه‌گیری طول مورب و زاویه‌ی شیب: فاصله‌ی افقی دو نقطه را، که در عمل قبل در نظر گرفته شد، این بار با اندازه‌گیری طول در امتداد شیب و به کمک زاویه‌ی شیب که با شیب‌سنج مشخص می‌گردد تعیین می‌کنند. سپس در کلاس و با استفاده از جدول خطوط مثلثاتی یا ماشین حساب، فاصله‌ی افقی مشخص می‌شود.

۶ فعالیت عملی

مانع دید: دو نقطه‌ی A و B را در دو طرف یک مانع دید انتخاب کرده، پس از ژالون‌گذاری امتداد بین این دو نقطه، فاصله‌ی آن‌ها به دست می‌آید.

فعالیت عملی ۷

مانع عبور: تمرین عملی مانع عبور را بهتر است هنرجویان در محلی که این نوع عارضه به طور طبیعی وجود دارد انجام دهند، در غیر این صورت می توان این نوع مانع را مصنوعاً ایجاد کرد.

فعالیت عملی ۸

مانع دید و عبور: دو نقطه در دو طرف یکی از ساختمان های موجود در محوطه ی هنرستان انتخاب کرده فاصله ی آنها را به دست می آورند.

فعالیت عملی ۹

شناخت دستگاه تراز یاب و انجام عملیات ساده ی تعیین فاصله با آن و خواندن شاخص: استاد با اختصاص دادن وقت کافی، مرحله به مرحله اعمال زیر را انجام داده و از هنرجویان می خواهد آنها هم یک به یک تمرین کنند (بهتر است توضیح هر مرحله پس از تمرین مرحله ی قبل داده شود. همچنین بار دیگر یادآوری می گردد که قبل از تراز یابی در خارج از کارگاه، عملیات زیر در داخل کارگاه انجام گیرد زیرا لازم است هنرجویان قبلاً دستگاه تراز یاب و نحوه ی استفاده از پیچ ها و کلیدهای مختلف آن را به خوبی بشناسند).

الف: باز کردن جعبه ی دستگاه، خارج ساختن دستگاه از آن همچنین جا دادن مجدد آن.

ب: باز کردن سه پایه، قرار دادن بر روی زمین و مستقر کردن تراز یاب بر روی آن.

ج: استفاده از پیچ ها و کلیدها

د: تراز کردن دستگاه

ه: مستقر کردن تراز یاب روی یک نقطه ی مشخص (ایستگاه گذاری)

و: قرائت شاخص (ابتدا بدون دستگاه و بعد از پشت دستگاه)

ز: اندازه گیری فاصله با تراز یاب

فعالیت عملی ۱۰

شناخت دستگاه زاویه یاب و استقرار بر روی یک نقطه: نظیر فعالیت عملی ۹ اعمال زیر مرحله به مرحله انجام می شود:

الف: باز کردن جعبه ی دستگاه، خارج ساختن دستگاه از آن و همچنین جا دادن مجدد آن.

ب: باز کردن سه پایه، قرار دادن بر روی زمین و مستقر کردن زاویه یاب بر روی آن.

ج: استفاده از پیچ ها و کلیدها و طریقه ی تنظیم تار رتیکول و تصویر.

د: تراز کردن دستگاه.

ه: مستقر کردن زاویه یاب بر روی یک نقطه ی مشخص (ایستگاه گذاری).

فعالیت عملی ۱۱

اندازه گیری زاویه ی شیب: در منطقه ای نامسطح امتدادی در نظر گرفته، دو نقطه بر روی آن فرض کرده، بر روی یکی تئودولیت و بر روی دیگری شاخص را مستقر می کنیم و زاویه ی شیب آن را به دست می آوریم.

فعالیت عملی ۱۲

استادیمتری در دو حالت زیر: (پس از انتخاب دو نقطه روی زمین)

– دوربین در حالت افقی

– دوربین در حالت غیرافقی

خودآزمایی

- ۱- منظور از ژالون‌گذاری یک امتداد چیست؟ در چه موقع انجام می‌گیرد؟
- ۲- نحوه‌ی صحیح عمل ژالون‌گذاری یک امتداد چگونه است؟ به کمک چند نفر انجام می‌شود؟
- ۳- برای دقیق انجام شدن ژالون‌گذاری از چه وسیله‌ای همراه ژالون باید استفاده کرد؟
- ۴- فردی که در ژالون‌گذاری جای او ثابت است به فرد دیگر که ژالون را جابه‌جا می‌کند، در موارد زیر چگونه با علامت دست منظور خود را می‌فهماند؟
 - الف : به طرف چپ بردن ژالون.
 - ب : به طرف راست بردن ژالون.
 - ج : قائم نگه‌داشتن ژالون.
 - د : برداشتن ژالون از روی نقطه.
 - هـ : حرکت دادن نوک ژالون.
 - و : خوب بودن حالت ژالون.
- ۵- در روش مستقیم اندازه‌گیری فاصله‌ی افقی در روی زمین مسطح، چه وسایلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. آنها را نام ببرید.
- ۶- به منظور تعیین طول افقی در روی سطح شیب‌دار چه وسیله‌ی دیگری باید به وسایل سؤال ۵ اضافه شود؟
- ۷- اگر بر روی زمین دو نقطه مشخص شده باشد فاصله‌ی آنها با روش مستقیم چگونه به دست می‌آید؟ مراحل کار را توضیح دهید.
- ۸- برای به حالت افقی درآوردن متر از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟
- ۹- تصحیح تبدیل به افق را تعریف کنید.
- ۱۰- رابطه‌های مورد استفاده در مورد پیدا کردن تصحیح تبدیل به افق را بنویسید.
- ۱۱- جدول تصحیح تبدیل به افق چگونه تهیه می‌شود؟
- ۱۲- نحوه‌ی تعیین فاصله‌ی بین دو نقطه در موارد زیر چگونه است و چه روابطی در این عمل مورد استفاده قرار می‌گیرد؟ ضمن توضیح روش کار روابط را بنویسید.
 - الف : بین دو نقطه مانع دید وجود دارد.
 - ب : بین دو نقطه مانع عبور وجود دارد.

ج: بین دو نقطه مانع دید و عبور، هر دو، وجود دارد.

۱۳- منظور از استقرار تراز یاب بر روی یک نقطه (مثلاً نقطه ی A) چیست؟

۱۴- با مشاهده ی مراحل شش گانه ی استقرار در شکل ۱۳-۴ راجع به هر مرحله توضیح دهید که چه کاری انجام می شود؟

۱۵- «نحوه ی عمل تراز کردن تراز یاب» را در تراز یاب هایی که تراز کروی دارند شرح دهید.

۱۶- «نحوه ی عمل تراز کردن تراز یاب» را در تراز یاب هایی که تراز استوانه ای دارند، شرح دهید.

۱۷- شاخص چیست و مشخصات ظاهری آن کدام است؟

۱۸- نحوه ی قرائت تارها در موقع اندازه گیری فاصله با تراز یاب چگونه است؟ رابطه ی مورد استفاده را بنویسید.

۱۹- تفاوت مراحل استقرار بر روی یک نقطه (مثلاً نقطه ی A) وقتی از یک زاویه یاب (تئودولیت) با یک تراز یاب استفاده می شود در چیست؟

۲۰- آیا در حالت افقی بودن دوربین زاویه یاب، رابطه ی مورد استفاده برای پیدا کردن فاصله ی افقی همان رابطه ی ذکر شده در مورد تراز یاب است یا خیر؟

۲۱- در حالت غیر افقی بودن دوربین زاویه یاب برای پیدا کردن فاصله ی افقی رابطه ی مورد استفاده را بنویسید. غیر از قرائت تارها چه کمیت دیگری را باید اندازه گیری کرد؟

۲۲- موارد مهم خطا و اشتباه در استادیتری را ذکر کنید.

۲۳- عمل ژالون گذاری یک امتداد به چه منظور صورت می گیرد؟

۲۴- تفاوت روش مستقیم و غیر مستقیم در موقع مترکشی به منظور پیدا کردن فاصله ی افقی دو نقطه در چیست؟

۲۵- موقع مترکشی چه استفاده ای از تراز دستی می شود؟

۲۶- وقتی طول مورب و زاویه ی شیب برای یک امتداد در دست است از چه رابطه ای به منظور پیدا کردن فاصله ی افقی استفاده می کنیم؟

۲۷- یک مورد از موانع دید، عبور و دید و عبور را نام ببرید.

۲۸- مقدار کمیت تصحیح شیب معمولاً با معلوم بودن چه کمیت هایی محاسبه می شود؟

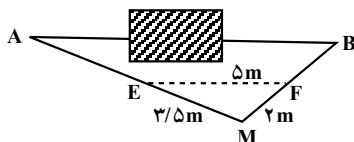
۲۹- استادیتری به چه معنی است و فرمول اساسی استادیتری چگونه است؟

۳۰- دو نقطه با اختلاف ارتفاع ۴ متر روی یک سطح شیب دار قرار دارند در صورتی که

فاصله در امتداد شیب آن‌ها $m \ 20^\circ$ باشد مقدار تصحیح شیب برای فاصله‌ی بین این دو نقطه چه قدر است؟

۳۱- اگر فاصله‌ی دو نقطه‌ی A و B روی یک سطح شیب‌دار 7° متر و زاویه‌ی شیب این سطح 2° درجه باشد مقدار تصحیح شیب برای AB چند میلی متر است؟

۳۲- در شکل زیر فاصله‌ی AB چند متر است؟ $(AE \cdot \frac{1}{4} AM)$



شکل ۲۱-۴

۳۳- برای اندازه‌گیری فاصله‌ی دو نقطه‌ی A و B روی نقطه‌ی A با یک دستگاه نیو و ایستگاه‌گذاری کرده و شاخص را در نقطه‌ی B قرار داده‌ایم. اگر قرائت تارهای بالا و پایین به ترتیب 3170° و 3828° میلی متر باشد فاصله‌ی این دو نقطه چند متر است؟ (ضریب استادیتری 100°)

۳۴- برای پیدا کردن فواصل افقی دو نقطه‌ی A و B نسبت به نقطه‌ی S یک دستگاه تئودولیت را بر روی نقطه‌ی S مستقر کرده و قرائت‌های زیر را به دست آورده‌ایم (ارتفاع دستگاه 1430° میلی متر):

تار بالا و پایین بر روی شاخص در نقطه‌ی A: 1553° و 1307° میلی متر و زاویه‌ی قائم $91, 19.$

تار بالا و پایین بر روی شاخص در نقطه‌ی B: 2939° و 2863° میلی متر و زاویه‌ی قائم $58, 88.$ فواصل افقی فوق چه قدر است؟

۳۵- در مسئله‌ی ۳۴ شیب زمین بین دو نقطه‌ی S و B چند درصد است؟

اندازه‌گیری زاویه‌ی افقی

عنصر دیگری که برای تهیه‌ی نقشه باید اندازه‌گیری شود زاویه‌ی افقی است. وسایل مورد استفاده در این جا همان وسایلی است که در فصل دوم شناختید ولی آنچه متداول‌تر و معمولاً دقیق‌تر است، اندازه‌گیری زاویه با زاویه‌یاب است. در مواردی نیز از وسایل ساده و تراز یاب استفاده می‌شود که در این فصل به هر سه مورد خواهیم پرداخت.

به غیر از زاویه‌ی افقی، زاویه‌ی قائم نیز با زاویه‌یاب قابل اندازه‌گیری است که خود شامل زوایای شیب و سمت الرأس می‌باشد.

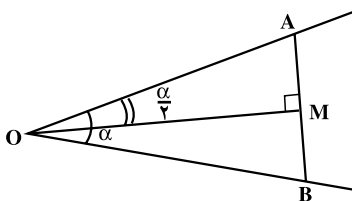
زاویه‌ی شیب یک امتداد به زاویه‌ی آن امتداد با افق، و زاویه‌ی سمت الرأس (یا زینتی)، به زاویه‌ی آن امتداد با امتداد قائم گفته می‌شود.

در پایان این فصل، دانش‌آموز باید قادر باشد :

- با استفاده از وسایل ساده، زاویه‌ی افقی را، در دو امتداد معین بر روی زمین معلوم کند.
- به کمک یک دستگاه نیو که دارای صفحه‌ی مدرج افقی است زاویه‌ی افقی را، در دو امتداد معین بر روی زمین اندازه بگیرد.
- به کمک یک دستگاه تئودولیت زاویه‌ی افقی دو امتداد مشخص بر روی زمین را اندازه‌گیری کند.
- مهم‌ترین خطاها را، در اندازه‌گیری زاویه‌ی افقی، ذکر نماید.

۵-۱- تعیین زاویه‌ی افقی با استفاده از وسایل ساده

دو طول مساوی OA و OB را روی دو ضلع زاویه‌ی AOB اختیار کرده سپس اندازه‌ی AB را به دست می‌آوریم چون مثلث OAB متساوی الساقین است. نیمساز زاویه‌ی α $AOB = \alpha$ منطبق عمود منصف AB است و مثلث OMA یک مثلث قائم‌الزاویه می‌شود که در آن می‌توانیم رابطه‌ی زیر را بنویسیم :



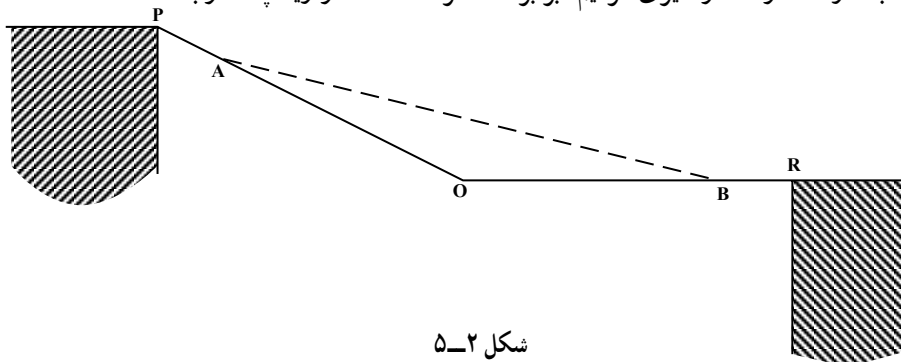
شکل ۵-۱

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{AM}{OA}$$

که چون داریم : $AM = \frac{AB}{\rho}$ و OA هم از قبل معلوم است پس $\sin \frac{\rho}{\rho}$ محاسبه می‌شود. سپس با معلوم بودن مقدار $\sin \frac{\rho}{\rho}$ مقدار $\frac{\rho}{\rho}$ را با کمک ماشین حساب به دست می‌آوریم و تعیین می‌گردد. فرمول کلی زاویه افقی در مثلث متساوی الساقین $\frac{AB}{\rho O} \cdot \sin \frac{\rho}{\rho}$ می‌باشد.

بنابراین در عمل کافی است پس از جدا کردن دو طول مساوی OA و OB تنها AB اندازه‌گیری شود. مثال: در شکل ۵-۲ نقاط P و R دو گوشه‌ی دو ساختمان و نقطه‌ی O در کنار جدول خیابان موجود در یک منطقه از زمین قرار دارند می‌خواهیم مقدار زاویه‌ی POR را تعیین کنیم. برای این کار به ترتیب زیر عمل می‌نماییم :

دو طول مساوی ۸ . OA . OB متر (عدد ۸ اختیاری است) را روی امتداد اضلاع زاویه‌ی POR جدا و AB را اندازه‌گیری کردیم، برابر ۱۵ متر شده است زاویه چند درجه است؟



شکل ۵-۲

$$\sin \frac{\rho}{\rho} \cdot \frac{AB}{\rho AO} \cdot \frac{15}{\rho \times 8} \cdot \frac{15}{16} \cdot \frac{1}{9375} \quad \text{مطابق فرمول قبل :}$$

$$\frac{\rho}{\rho} \approx 7^\circ \quad \text{با استفاده از جدول خطوط مثلثاتی}$$

$$\rho \approx 14^\circ \quad \text{و نتیجه می‌شود}$$

۵-۲- طرز اندازه‌گیری یک زاویه‌ی افقی با تراز یاب

برای اندازه‌گیری یک زاویه‌ی افقی ($\angle AOB$) پس از قرار دادن تراز یاب روی سه پایه به ترتیب عملیات زیر را انجام می‌دهیم :

الف - ایستگاه‌گذاری (استقرار): دستگاه را طوری روی رأس زاویه قرار می‌دهیم که محور اصلی دستگاه از نقطه‌ی ایستگاه (O) بگذرد سپس دستگاه را تراز می‌کنیم.

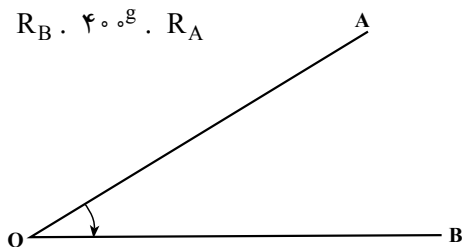
ب- نشانه روی و قرائت: به نقطه‌های A و B روی دو ضلع زاویه نشانه‌روی کرده و مقادیر مربوط به هر نقطه را قرائت می‌کنیم (R_B, R_A) اگر $R_B \cdot R_A$ باشد، داریم:

$$AOB \cdot R_B \cdot R_A$$

اگر حین حرکت دوربینی بعد از نشانه‌روی به نقطه‌ی A تا رسیدن به نقطه‌ی B از درجه‌ی صفر لمب دستگاه گذشته باشیم در این صورت $R_B \cdot R_A$ داریم:

$$AOB \cdot R_B \cdot 360^\circ \cdot R_A \quad (\text{برای دوربین‌های درجه‌ای})$$

$$AOB \cdot R_B \cdot 400^g \cdot R_A \quad (\text{برای دوربین‌های گرادى})$$



شکل ۳-۵

۳-۵- طرز اندازه‌گیری یک زاویه‌ی افقی با زاویه‌یاب (تئودولیت)

برای اندازه‌گیری زاویه‌ی افقی (AOB) پس از قرار دادن دستگاه روی سه پایه‌ی عملیات ایستگاه‌گذاری (استقرار) و نشانه‌روی و قرائت به نحوی که برای دستگاه تراز یاب ذکر گردید؛ انجام می‌شود. لیکن در مورد کار با زاویه‌یاب به نکات زیر نیز توجه داشته باشید:

۱- برای این که اندازه‌گیری با دقت انجام شود اولاً باید قبل از نشانه‌روی تار رتیکول را تنظیم کنیم. (برای این کار کاغذ سفیدی را جلوی عدسی شیئی می‌گیریم و از داخل چشمی نگاه می‌کنیم و پیچ تنظیم تارهای رتیکول را می‌چرخانیم تا تارهای رتیکول به وضوح و هرچه ممکن است روشن‌تر دیده شوند) و ثانیاً حین عمل قراولروی و قبل از قرائت به کمک پیچ مخصوص عدسی میزان جای تصویر حاصله را تنظیم می‌نماییم (برای اطمینان از تنظیم شدن تصویر چشم را در پشت عدسی چشمی به طرف بالا و پایین حرکت می‌دهیم. وضع تصویر نسبت به تارهای رتیکول نباید تغییر کند که پارالاکس ایجاد شود.)، در این صورت تصویر کاملاً بر صفحه‌ی رتیکول قرار گرفته است.

۲- با حرکت کلید نگه‌دارنده‌ی دایره‌ی مدرج افقی می‌توان کاری کرد که $R_A \cdot 0^\circ$ شود (یا اصطلاحاً قرائت زاویه‌ی افقی بر روی امتداد OA صفر، صفر گردد) در این صورت:

$$AOB \cdot R_B \cdot R_A \cdot R_B \cdot 0^\circ \cdot R_B$$

یعنی مقدار زاویه‌ی AOB برابر عدد قرائت شده بر امتداد OB است.

۳-۱-۵- قرائت کوپل (زوج): در اندازه‌گیری زاویه موقعی که می‌خواهند مقدار زاویه‌ی AOB دقیق‌تر به دست آید با دو حالت مستقیم و معکوس دوربین زاویه را می‌خوانند و میانگین می‌گیرند (در حالت مستقیم صفحه‌ی مدرج قائم در طرف چپ ناظر و در حالت معکوس صفحه‌ی مدرج قائم در طرف راست ناظر قرار می‌گیرد و این دو حالت را اصطلاحاً دایره به چپ و دایره به راست می‌گویند). مثال: برای اندازه‌گیری زاویه‌ی AOB روی ایستگاه O مستقر شده و امتدادهای A و B در حالت دایره به چپ تئودولیت به ترتیب برابر $LA = 38^\circ 40'$ و $LB = 74^\circ 50'$ و در حالت دایره به راست تئودولیت به ترتیب $RA = 218^\circ 50'$ و $RB = 254^\circ 50'$ قرائت شده است. مطلوب است محاسبه‌ی AOB :

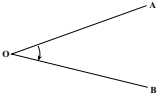
$$LRA = \frac{LA + RA + 180^\circ}{2} = \frac{38^\circ 40' + 218^\circ 50' + 180^\circ}{2} = 38^\circ 45'$$

$$LRB = \frac{LB + RB + 180^\circ}{2} = \frac{74^\circ 50' + 254^\circ 50' + 180^\circ}{2} = 74^\circ 50'$$

$$AOB = LRB - LRA = 74^\circ 50' - 38^\circ 45' = 36^\circ 50'$$

برای جلوگیری از اشتباه و هم‌چنین برای محاسبات از جدول زیر استفاده می‌کنیم.

جدول ۵-۱- فرم قرائت زاویه به روش کوپل

فرم قرائت زاویه						
تاریخ			شماره صفحه			
ساعت			عامل			
وضعیت هوا			نوع و شماره‌ی دستگاه			
ایستگاه	نقاط قراولروی	دایره به چپ	دایره به راست	میانگین	مقدار زاویه	کروکی
O	A	$38^\circ 40'$	$218^\circ 50'$	$38^\circ 45'$	$36^\circ 50'$	
	B	$74^\circ 50'$	$254^\circ 50'$	$74^\circ 50'$		

۴-۵- خطاها در اندازه‌گیری زوایا

خطاهایی که در اندازه‌گیری زوایا پیش می‌آید به دو دسته‌ی زیر تقسیم می‌شود :

۱- خطاهای دستگاهی

۲- خطاهای عملیاتی

به کمک روش‌های مختلف خواندن زاویه (کوپل و غیره) برای کارهای دقیق می‌توان خطاهای دستگاهی را حذف کرد و یا کاهش داد و برای کارهای کم دقت قابل صرف‌نظر کردن است. لیکن خطاهای عملیاتی را بیش‌تر باید مورد توجه قرار داد. به این ترتیب ضمن عملیات باید سعی شود که از پیش آمدن آن‌ها احتراز شود. مهم‌ترین این خطاها عبارت‌است از:

الف: خطای قائم نبودن محور اصلی،

ب: خطای مستقر کردن دستگاه بر روی نقطه (خطای ایستگاه گذاری)،

ج: خطای ثابت نبودن دستگاه در موقع اندازه‌گیری،

د: خطای نشانه‌روی،

هـ: خطای قرائت.

فعالیت‌های عملی

فعالیت عملی ۱

اندازه‌گیری زاویه با متر: استاد زاویه‌ای را روی زمین مشخص کرده و هنرجویان به کمک متر و با استفاده از جدول خطوط مثلثاتی مقدار آن را مشخص می‌سازند. بهتر است برای تمرین بیش‌تر برای هر گروه یک چند ضلعی مشخص کنید تا هنرجویان همه‌ی زوایای آن را تعیین کنند. در این صورت از فرمول زیر نیز می‌توان استفاده کرد:

$$(n \text{ تعداد زوایا}) \cdot 90^\circ (4 - 2n) \cdot \text{مجموع زوایای داخلی یک چند ضلعی}$$

فعالیت عملی ۲

استقرار دستگاه تراز یاب بر روی نقطه‌ای مشخص و اندازه‌گیری زاویه: به کمک شاقول مخصوص که در زیر سه پایه نصب می‌گردد بر رأس زاویه‌ی AOB که روی زمین مشخص گردیده ایستگاه‌گذاری نموده و مقدار این زاویه را اندازه‌گیری نمایید.

فعالیت عملی ۳

پارالاکس (Parallax)

تصویری که توسط عدسی شیئی از شاخص ایجاد می شود باید در صفحه ی رتیکول قرار گیرد. اگر دو تصویر فوق در یک صفحه قرار نگیرد می گویند تصاویر از هم جدا افتاده اند. در چنین وضعیتی اصطلاحاً می گویند در عدسی چشمی خطای پارالاکس وجود دارد.

استقرار دستگاه زاویه یاب بر روی نقطه ای مشخص و اندازه گیری زاویه: دستگاه تتودولیت را بر رأس زاویه ی AOB که روی زمین مشخص گردیده مستقر نموده و سپس عملیات زیر را انجام دهید.

الف: تحقیق کنید که آیا دستگاه دارای خطای پارالاکس هست یا خیر؟

ب: اندازه گیری زاویه ی افقی (AOB) (پس از ایستگاه گذاری بر روی نقطه ی O و قرار دادن دو ژالون روی دو امتداد OA و OB) در حالت های زیر:

۱- پس از قرار دادن زاویه یاب روی امتداد های OA و OB مقدار زاویه ی افقی در هر امتداد را قرائت کرده از هم کم می کنیم.

۲- پس از صفر - صفر کردن تتودولیت روی امتداد OA، مقدار زاویه روی امتداد OB قرائت می شود.

۳- زاویه ی فوق با دو حالت دایره به چپ و دایره به راست (کویل) قرائت شده، حاصل در جدولی نوشته و میانگین گرفته می شود.

خودآزمایی

۱- برای تعیین مقدار زاویه ی AOB به کمک متر چه اندازه گیری هایی لازم است اندازه گرفته

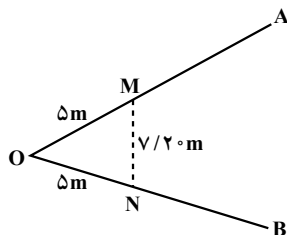
شود؟

۲- مراحل اندازه گیری یک زاویه به کمک نیوو را ذکر نمایید و رابطه ی مربوط را بنویسید.

۳- مراحل اندازه گیری یک زاویه به کمک زاویه یاب را ذکر کنید.

۴- برای بالا بردن دقت اندازه گیری زاویه چه روشی به کار می برند؟

۵- برای تعیین مقدار زاویه ی AOB که در شکل ۵-۴ دیده می شود دو فاصله ی مساوی OM . ON . $5m$ را روی دو ضلع زاویه جدا کرده و سپس طول MN را اندازه گرفته ایم، برابر $7/20$ متر شده است زاویه ی فوق چند درجه است؟



شکل ۵-۴

۶- در شکل زیر قرائت زاویه چه قدر است؟

36°

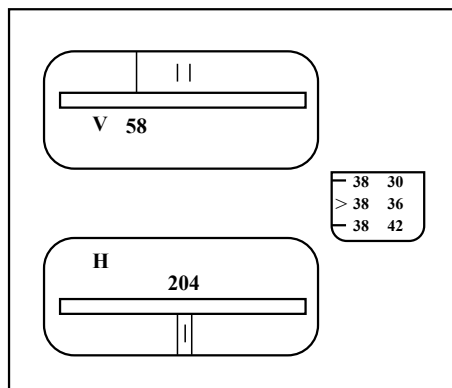


$400g$



شکل ۵-۵

۷- در شکل زیر قرائت زاویه برحسب درجه چه قدر است؟

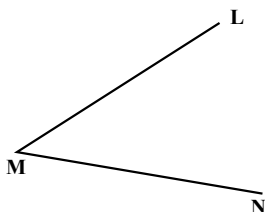


شکل ۵-۶

۸- در شکل زیر، برای اندازه‌گیری زاویه‌ی افقی LMN، پس از استقرار زاویه‌یاب بر روی رأس زاویه‌ی M و قرار دادن شاخص در روی امتداد‌های ML و MN در حالت مستقیم‌دوربین، اعداد زیر قرائت شده است:

۳۰، ۱۲. در امتداد ML

۷۶ در امتداد MN



شکل ۷-۵

اولاً مقدار زاویه‌ی LMN چند درجه و چند دقیقه است؟

ثانیاً اگر حالت دوربین معکوس شود قرائت بر روی دو امتداد تقریباً چه قدر است؟

۹- اگر به جای اعداد مسئله‌ی قبل اعداد زیر قرائت شده باشند مقدار زاویه را تعیین کنید.

۳۶، ۳۵۲ در امتداد ML

۵۱، ۳۸ در امتداد MN

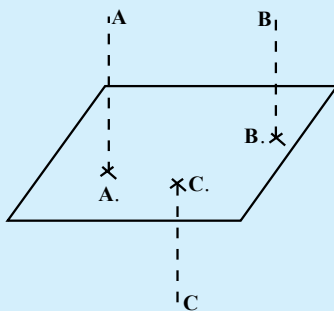
۱۰- اگر بر روی امتداد ML زاویه را صفر - صفر کنیم (در صورتی که مقدار زاویه از

مسئله‌ی قبل معلوم فرض شود) فکر می‌کنید چه عددی باید بر روی امتداد MN قرائت شود؟

۱۱- سه نقطه را که در روی زمین تشکیل یک زاویه می‌دهند در نظر گرفته و سپس زوایای

مثلث تشکیل شده از این سه نقطه را با تراز یاب و تتودولیت (زاویه‌یاب) اندازه‌گیری و کنترل کنید.

اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع



شکل ۱-۶

اگر یک سطح افقی دلخواه^۱ را بر روی زمین مبنا قرار داده و فاصله‌ی نقاط مختلفی را، در بالا و پایین این صفحه، نسبت به آن به دست آوریم اصطلاحاً به این فواصل (در نقشه برداری‌های کم وسعت) ارتفاع می‌گویند و برای بیان آن که از دو نقطه کدام بالاتر و کدام پایین تر است می‌توان ارتفاع یکی را نسبت به دیگری سنجید.

مثلاً در شکل بالا AA. ارتفاع نقطه‌ی A و BB.

ارتفاع نقطه‌ی B و CC. ارتفاع نقطه‌ی C می‌باشد.

هم‌چنین نقطه‌ی A بالاتر از نقطه‌ی B است چون دارای ارتفاع بیش‌تری است. یا می‌توان گفت اختلاف ارتفاع نقطه‌ی A نسبت به نقطه‌ی B عددی است مثبت به عبارت دیگر اگر اختلاف ارتفاع دو نقطه را به H. نشان دهیم می‌توان نوشت:

$$H = AA. - BB. \text{ .}$$

در پایان این فصل، دانش‌آموز باید قادر باشد:

- روشهای مستقیم و غیرمستقیم تعیین اختلاف ارتفاع را توضیح دهد.
- تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطه به کمک دستگاه ترازباب را تشریح نماید.
- طرق محاسبه اختلاف ارتفاع پس از اندازه‌گیری‌های زمینی را توضیح دهد.
- انواع روش‌های ترازبابی مستقیم با توجه به وضعیت نقاط روی زمین را بیان نماید.
- روش‌های کنترل در ترازبابی را نام برده و در مورد هر کدام توضیح مختصر دهد.
- خطاها در ترازبابی را نام ببرد.
- طرز تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطه به کمک دستگاه زاویه‌یاب را توضیح دهد.

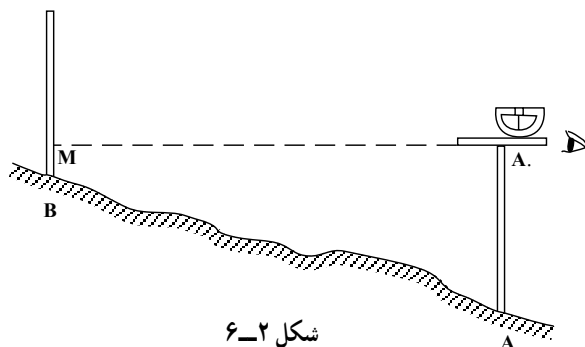
۱- سطح مبنای ارتفاعات در نقشه‌برداری از مناطق بزرگ که در آن انحنای سطح زمین نیز در نظر گرفته می‌شود سطح افقی نیست و یک سطح تقریباً کروی است که به آن ژئوئید (Geoid) یا (Sea - Level - Datum) می‌گویند، برای کسب اطلاعات بیش‌تر در این خصوص باید به کتاب‌های تخصصی نقشه‌برداری مراجعه شود.

۶-۱- تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطه به کمک وسایل ساده

به دو طریق مستقیم و غیرمستقیم می‌توانیم عمل کنیم:

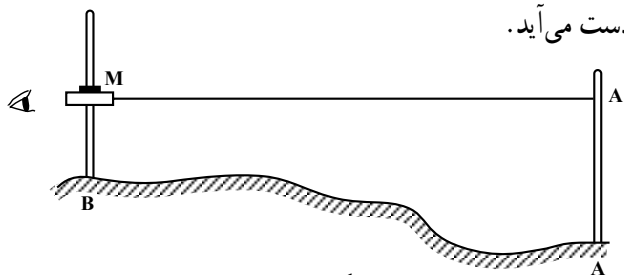
طریقه مستقیم: اگر بخواهیم اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A و B را تعیین کنیم پس از قرار دادن صفر ورنیه شیب‌سنج دستی در مقابل صفر قوس مدرج، چنانچه خط دید روی نقطه‌ی M قرار گیرد با اندازه‌گیری طول‌های BM و AA. اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A و B از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

$$BM - AA = H$$



شکل ۶-۲

عمل فوق را به کمک تراز دستی نیز می‌توان انجام داد به این ترتیب که پس از مشخص کردن امتداد افقی MA. با این وسیله، مجدداً با اندازه‌گیری طول‌های AA. و BM اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A و B به دست می‌آید.

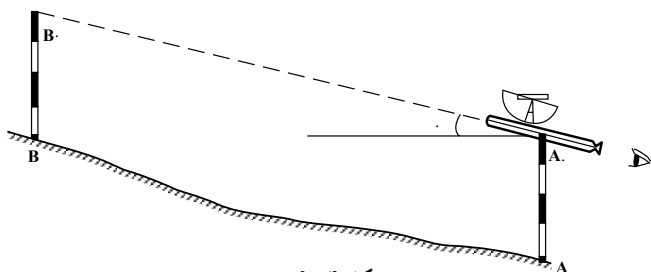


شکل ۶-۳

یادآوری: در انجام عمل فوق با شیب‌سنج یا تراز دستی باید توجه داشت که ژالون‌های مستقر در نقاط A و B بایستی کاملاً قائم باشند و برای این منظور از تراز نبشی در کنار ژالون‌ها استفاده می‌شود.

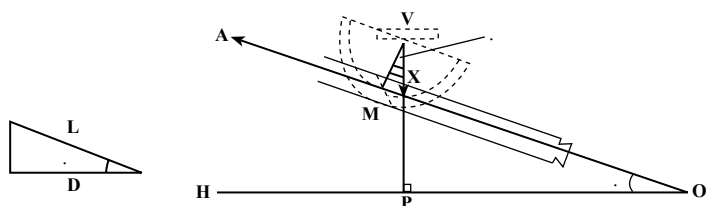
طریقه غیرمستقیم: به جای روش فوق می‌توان پس از اندازه‌گیری فاصله‌ی افقی دو نقطه زاویه‌ی شیب سطح را نیز اندازه‌گیری کرده و اختلاف ارتفاع را محاسبه نمود.

برای تعیین زاویه‌ی شیب امتداد AB طرز کار بدین ترتیب است که ناظر خود در نقطه‌ی A (B)

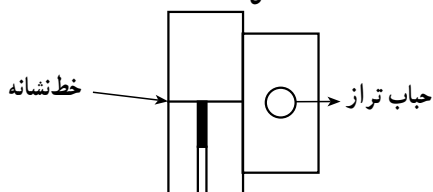


شکل ۶-۴

قرار می‌گیرد و شیب‌سنج را در کنار ژالون در نقطه‌ی A. قرار می‌دهد و به نقطه‌ی B. از یک ژالون دیگر (شاخص) که در نقطه‌ی A)B (به‌طور قائم مستقر شده است نشانه‌روی می‌نماید به‌طوری‌که AA. مساوی BB. باشد. در این حالت حباب تراز را در وسط خط نشانه که داخل لوله‌ی شیب‌سنج دیده می‌شود قرار می‌دهند و زاویه‌ی شیب امتداد AB را بر روی قوس مدرج قرائت می‌کند.



شکل ۶-۵



شکل ۶-۶- منظره از داخل لوله‌ی شیب‌سنج

با معلوم بودن فاصله‌ی افقی دو نقطه و زاویه‌ی شیب امتداد بین دو نقطه، اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A و B با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{شیب} \times \text{فاصله‌ی افقی} = \text{اختلاف ارتفاع} \quad \text{یا} \quad H \cdot \text{Dtg.}$$

اگر به‌جای فاصله‌ی افقی، فاصله‌ی مورب L اندازه‌گیری شده باشد، داریم:

$$H \cdot L \sin.$$

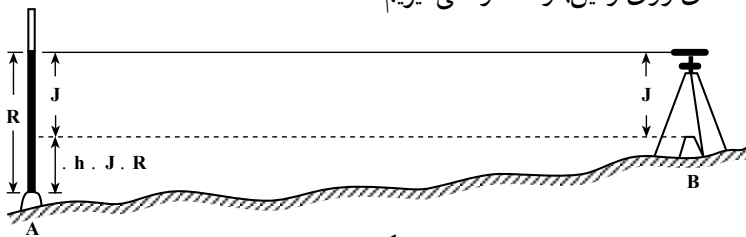
۶-۲- تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطه به‌کمک دستگاه تراز یاب

ترازیاب را قبلاً شناختید، از این دستگاه بیش‌تر به‌منظور تعیین اختلاف ارتفاع نقاط روی

زمین استفاده می‌شود.

برای تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطه باید دستگاه ترازباب را روی یکی از دو نقطه مستقر کرده و بر روی نقطه‌ی دیگر شاخص مدرج را به طور قائم نگه داشت. سپس به طریقی که در صفحات بعد گفته می‌شود اختلاف ارتفاع دو نقطه تعیین گردد.

روش ارتفاع دستگاه (Height of Instrument method): در این روش ایستگاه یکی از نقاط است. فرض کنید می‌خواهیم اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A و B را پیدا کنیم (شکل ۶-۷) دستگاه را بر روی یکی از نقاط (مثلاً B) مستقر می‌کنیم و ارتفاع دستگاه J (یعنی فاصله‌ی مرکز دوربین تا نقطه‌ی روی زمین) را اندازه می‌گیریم.



شکل ۶-۷

سپس شاخص را بر روی نقطه‌ی دوم (A) به طور قائم نگه می‌داریم و عدد R را روی آن می‌خوانیم. در این صورت اختلاف ارتفاع برابر $H = J - R$ خواهد بود.

تبصره‌ی ۱: از روی علامت H می‌توان تشخیص داد که کدام یک از دو نقطه بالاتر است مثلاً در این جا اگر:

$h = 0$. نقطه‌ی دوم بالاتر است

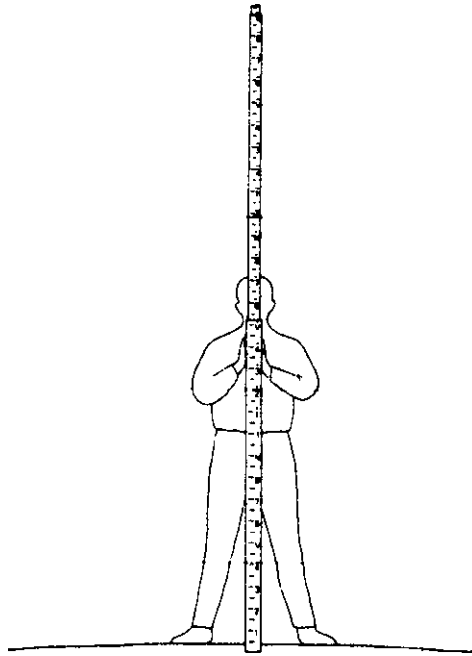
$h < 0$. نقطه‌ی دوم پایین‌تر است

(منظور از نقطه‌ی اول، نقطه‌ای است که بر روی آن دستگاه مستقر کرده‌ایم و نقطه‌ی دوم نقطه‌ای است که شاخص را روی آن قرار می‌دهیم).



تبصره‌ی ۲: اگر ارتفاع یکی از دو نقطه‌ی A و B معلوم باشد چون اختلاف ارتفاع دو نقطه به دست می‌آید می‌توان ارتفاع نقطه‌ی دیگر را نیز به دست آورد.

شکل ۶-۸- تصاویر تارهای رتیکول و شاخص



شکل ۹-۶- طرز گرفتن میر

مثال: برای پیدا کردن ارتفاع نقطه‌ی A بر روی نقطه‌ی B که ارتفاع آن $۱۰۷/۳۰۰$ متر می‌باشد، ایستگاه‌گذاری کرده‌ایم و شاخص را بر روی نقطه‌ی A قرار داده‌ایم، اگر عددی که روی شاخص می‌خوانیم ۳۷۲۳ میلی‌متر باشد ارتفاع A چه قدر است؟ (ارتفاع دستگاه ۱۵۶۵ میلی‌متر می‌باشد.)

$$J = ۱۵۶۵, R = ۳۷۲۳$$

$$\Delta h = ۱۵۶۵ - ۳۷۲۳ = -۲۱۵۸$$

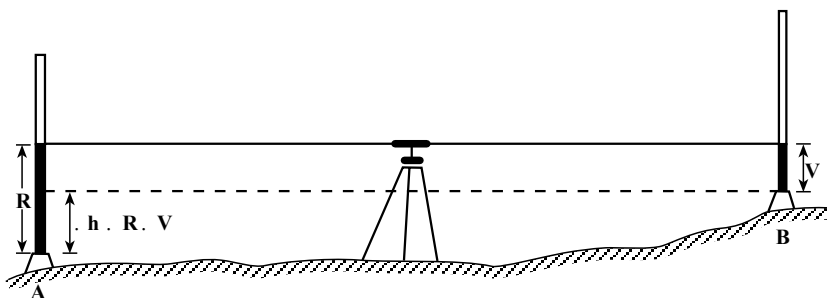
یعنی نقطه‌ی A به اندازه‌ی ۲۱۵۸ میلی‌متر پایین‌تر از نقطه‌ی B است و داریم:

$$h_A = h_B - ۲۱۵۸ = ۱۰۷/۳۰۰ - ۲/۱۵۸ = ۱۰۵/۱۴۲ \text{ متر}$$

روش فراز و نشیب (Fall and rise method): ایستگاه روی هیچ کدام از نقاط نیست.

برای پیدا کردن اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A و B در نقطه‌ای دل‌خواه که از آن نشانه روی به شاخص دو نقطه‌ی A و B امکان‌پذیر باشد ترازباب را مستقر می‌کنیم (اگر ترازباب تنظیم نباشد^۱ باید جایی قرار گیرد که فاصله‌ی آن از A و B تقریباً مساوی باشد. این کار علاوه بر این که خطای حاصل از تنظیم نبودن دستگاه را از بین می‌برد خطاهای انکسار نور و کرویّت زمین را هم حذف می‌کند).

۱- چنانچه محور دید ترازباب افقی نباشد اصطلاحاً می‌گویند ترازباب تنظیم نیست.



شکل ۱۰-۶

اگر بعد از نشانه روی به شاخص در دو نقطه‌ی A و B اعداد R و V را خوانده باشیم، داریم:

$$h = R - V$$

تبصره‌ی ۱: در این حالت معمولاً اولین قرائت را قرائت عقب (B.S) (Back Sight) و دومین قرائت را قرائت جلو (F.S) (Front Sight) می‌گویند.

تبصره‌ی ۲: در این جا نیز از روی علامت h می‌توان تشخیص داد که کدام یک از نقاط بالاتر است.

نقطه‌ی دوم بالاتر است $h = +$

نقطه‌ی دوم پایین‌تر است $h = -$

(منظور از نقطه‌ی اول در این جا نقطه‌ای است که بر روی آن قرائت عقب را داشته‌ایم).



تبصره‌ی ۳: در این جا نیز مانند روش قبل از روی ارتفاع یک نقطه می‌توان ارتفاع نقطه‌ی دیگر را به دست آورد.

مثال: برای پیدا کردن اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A و B ابتدا روی نقطه‌ی B و بعد روی نقطه‌ی A شاخص را قرار داده‌ایم و به ترتیب اعداد ۳۲۱۳ و ۱۰۵۵ را خوانده‌ایم. اختلاف ارتفاع مزبور چه قدر است؟

$h = R - V = ۳۲۱۳ - ۱۰۵۵ = ۲۱۵۸$

یعنی نقطه‌ی A به اندازه‌ی ۲۱۵۸

میلی متر بالاتر از نقطه‌ی B است.

شکل ۱۱-۶

۳-۶- انواع روش‌های ترازیابی مستقیم با توجه به وضعیت نقاط روی زمین

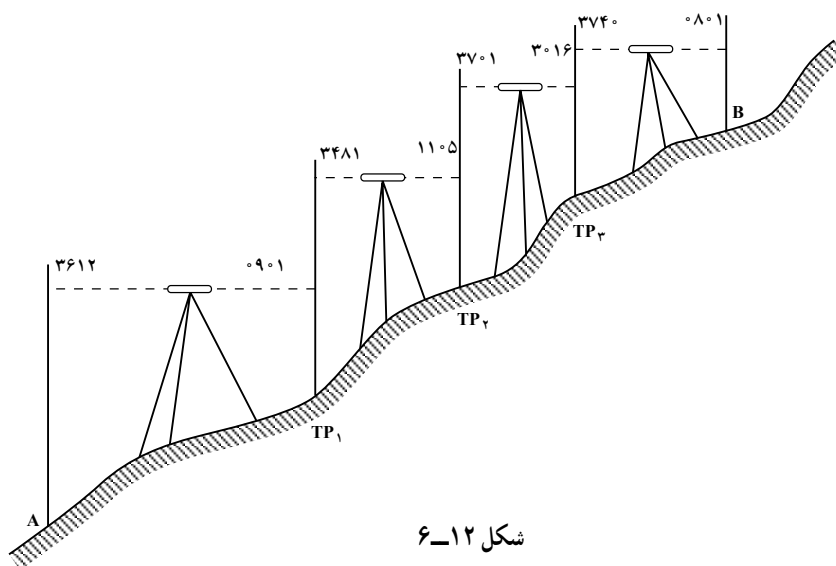
برحسب موقعیت نقاط بر روی زمین، عمل ترازیابی مستقیم به شیوه‌های مختلف انجام می‌شود.

الف- ترازیابی تدریجی: اگر دو نقطه‌ای که می‌خواهیم اختلاف ارتفاع آن‌ها را پیدا کنیم،

از هم دور باشند یا شیب زمین زیاد باشد به طریقی که با یک بار ایستگاه‌گذاری پیدا کردن اختلاف ارتفاع مقدور نباشد به طریقه‌ی ترازیابی تدریجی به شرح زیر عمل می‌کنیم:

مطابق شکل اگر دو نقطه‌ی A و B را داشته باشیم ابتدا در نزدیکی نقطه‌ی A ایستگاه‌گذاری می‌کنیم و شاخص را روی نقطه‌ی A می‌گذاریم و پس از نشانه‌روی به آن، عدد مربوط را می‌خوانیم (قرائت عقب)، بعداً شاخص را روی نقطه‌ای مانند نقطه‌ی کمکی TP_1 (Temporary Point) که فاصله‌اش تا ترازباب تقریباً برابر فاصله‌ی ترازباب تا نقطه‌ی A است قرار داده و عدد مربوط به این نقطه را بر روی شاخص می‌خوانیم (قرائت جلو). سپس ترازباب را به نقطه‌ی دیگری که بعد از نقطه‌ی TP_1 قرار دارد منتقل ساخته و به ترتیب فوق عمل ترازیابی را برای نقاط TP_2 ، TP_3 ، TP_4 و... ادامه می‌دهیم تا به نقطه‌ی B برسیم. برای روشن شدن چگونگی این امر به مثال زیر توجه کنید:

مثال: برای پیدا کردن اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A و B از نقطه‌ی A شروع به ترازیابی کرده‌ایم و تا رسیدن به نقطه‌ی B از نقطه‌های TP_1 ، TP_2 و TP_3 کمک گرفته‌ایم (مطابق شکل ۱۲-۶) اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی مزبور چه قدر است؟



شکل ۱۲-۶

برای مرتب نوشتن اعدادی که می‌خوانیم، جدول ساده‌ی زیر را ترسیم کرده، در هر ایستگاه یک قرائت عقب و یک قرائت جلو داریم که در ستون‌های مربوطه نوشته شده است. سپس حاصل جمع قرائت‌های جلو را از حاصل جمع قرائت‌های عقب کم می‌کنیم تا اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A و B به‌دست آید. اگر حاصل منفی باشد نقطه‌ی B پایین‌تر از نقطه‌ی A است.

نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	
A	۳۶۱۲		
TP ₁	۳۴۸۱	۰۹۰۱	
TP ₂	۳۷۰۱	۱۱۰۵	
TP ₃	۳۷۴۰	۳۰۱۶	
B		۰۸۰۱	
مجموع	۱۴۵۳۴	۵۸۲۳	میلی متر B بالای A ۸۷۱۱ . اختلاف

یادآوری: اگر ارتفاع نقطه‌ی A را داشته باشیم و آن را با اختلاف ارتفاع به‌دست آمده جمع جبری کنیم ارتفاع نقطه‌ی B به‌دست می‌آید.

ب- ترازبایی خطی: اگر بخواهیم ارتفاع نقاطی را روی یک مسیر پیدا کنیم، این کار با شیوه‌ای که در ترازبایی تدریجی عمل کردیم امکان‌پذیر است، لیکن بعد از تنظیم جدول مربوط، قرائت‌های عقب و جلو دو به‌دو از هم کم می‌شوند تا ارتفاع یک‌یک آن‌ها را بتوان پیدا کرد. نمونه‌ی جدول کار و طریقه‌ی محاسبه، با یک مثال نشان داده می‌شود.

مثال: در مثال قبلی ارتفاع‌های نقاط ۱، ۲، ۳ و B چه‌قدر است، در صورتی که ارتفاع نقطه‌ی A صدمتر فرض شود؟

نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع		ارتفاع (به میلی‌متر)
			+	-	
A	۳۶۱۲				۱۰۰۰۰۰
۱	۳۴۸۱	۰۹۰۱	۲۷۱۱		۱۰۲۷۱۱
۲	۳۷۰۱	۱۱۰۵	۲۳۷۶		۱۰۵۰۸۷
۳	۳۷۴۰	۳۰۱۶	۰۶۸۵		۱۰۵۷۷۲
B		۰۸۰۱	۲۹۳۹		۱۰۸۷۱۱

چون می‌خواهیم ارتفاع یک یک نقاط را پیدا کنیم، دو ستون برای اختلاف ارتفاع‌ها و ارتفاع‌های نقاط، به ستون‌های جدول قبلی اضافه می‌کنیم و ابتدا اختلاف ارتفاع نقطه‌ی ۱ با A و همین‌طور اختلاف ارتفاع نقطه‌ی ۲ با ۱ و... حساب می‌شود. سپس از روی ارتفاع نقطه‌ی A ارتفاع ۱ و از روی ارتفاع نقطه‌ی ۱، ارتفاع ۲ و... به‌دست می‌آید.

تبصره‌ی ۱: اگر به ستون اختلاف ارتفاع (H) نگاه کنید همه‌ی اختلاف ارتفاع‌ها مثبت‌اند این بدان معنی است که زمین همه‌جا در حالت فراز (سربالا) است. اگر اختلاف ارتفاع دو نقطه منفی می‌شد بین آن دو نقطه زمین حالت نشیب (سرازیری) داشت. از این نظر در بعضی از جدول‌ها به جای علامت . یا . برای اختلاف ارتفاع دو حالت ذکر شده‌ی زمین نوشته می‌شود.

تبصره‌ی ۲: به‌طور کلی برای محاسبه‌ی جداول ترازایی نیز مانند عملیات زمینی ترازایی دو روش موجود است. یکی روشی است که در جدول قبل به‌کار رفت و بین هر دو نقطه حالت فراز و نشیب زمین مشخص شد که اصطلاحاً روش فراز و نشیب نامیده می‌شود و در روش دیگر بدون محاسبه‌ی اختلاف ارتفاعات و با محاسبه‌ی ارتفاع خط دید ترازیب ارتفاعات نقاط به‌دست می‌آید که اصطلاحاً روش ارتفاع خط دید ترازیب گفته می‌شود.

جدول زیر بر اساس روش دوم تنظیم شده است (به‌طوری که می‌بینید نتیجه در هر دو روش محاسبه یکی است).

ارتفاع (میلی متر)	قرائت جلو	ارتفاع دستگاه	قرائت عقب	نقاط	ایستگاه
۱۰۰۰۰۰		۱۰۳۶۱۲	۳۶۱۲	A	S _۱
۱۰۲۷۱۱	۰۹۰۱		۳۴۸۱	۱	
		۱۰۶۱۹۲			S _۲
			۳۷۰۱	۲	
۱۰۵۰۸۷	۱۱۰۵	۱۰۸۷۸۸			S _۳
۱۰۵۷۷۲	۳۰۱۶		۳۷۴۰	۳	
		۱۰۹۵۱۲			S _۴
۱۰۸۷۱۱	۰۸۰۱				

در جدول فوق با اضافه کردن مقدار قرائت عقب به ارتفاع نقطه، ارتفاع خط دید ترازیب (یا ارتفاع دستگاه) به‌دست آمده، سپس از این ارتفاع قرائت جلو کم می‌گردد مثلاً برای نقطه‌ی ۱ داریم :

قرائت جلو روی نقطه ی ۱ . قرائت عقب روی نقطه ی A . ارتفاع نقطه ی A . ارتفاع نقطه ی ۱

۱۰۲۷۱۱ . ۰۹۰۱ . ۳۶۱۲ . ۰۱۰۰۰۰۰ . ارتفاع نقطه ی ۱

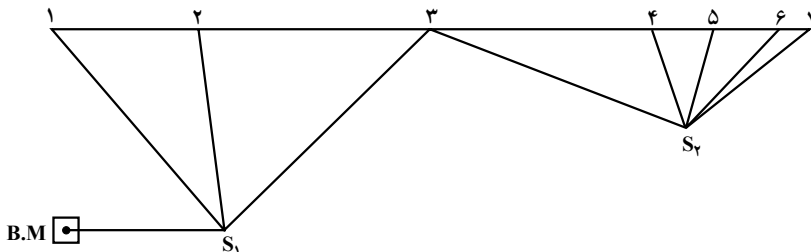
چنانچه فاصله ی نقاط به هم نزدیک باشد که بتوان از یک ایستگاه عدد مربوط به چند نقطه را روی شاخص خواند، اولین قرائت را از هر ایستگاه قرائت عقب و آخرین را قرائت جلو و بقیه را به عنوان قرائت های وسط در جدول می نویسند. فرم تنظیم ستون های جدول ترازیابی را، در این حالت، در این جا می بینید.

در موقع محاسبه ی اختلاف ارتفاع ها، قرائت های وسط و جلو هر ایستگاه از قرائت عقب مربوط به همان ایستگاه کم می شوند.

تبصره: این جدول برای موقعی است که محاسبه ی ارتفاع ها را به روش نشیب و فراز انجام دهیم. برای روش ارتفاع خط دید ترازباب فرم جدول کمی تغییر می کند.

ارتفاع نقاط	اختلاف ارتفاع		قرائت جلو	قرائت وسط	قرائت عقب	نقاط
	+	-				

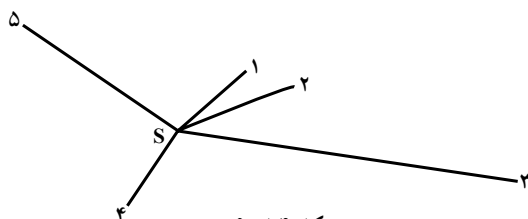
مثال: اگر در یک عمل ترازیابی مطابق شکل ۱۳-۶ برای پیدا کردن ارتفاع های نقاط ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ از ایستگاه S_1 ، قرائت شاخص در نقطه ی B.M با ارتفاع صدمتر برابر ۱۸۵۲، قرائت شاخص در نقاط ۱، ۲ و ۳ به ترتیب ۲۰۲۷، ۲۸۹۶ و ۰۰۳۵؛ و از ایستگاه S_2 ، قرائت شاخص در نقاط ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ به ترتیب ۱۲۵۵، ۳۰۱۸، ۲۹۱۵، ۱۰۴۵ و ۱۵۱۵ شده باشد، ارتفاع هر یک از نقاط ۱ تا ۷ چه قدر است؟



شکل ۱۳-۶

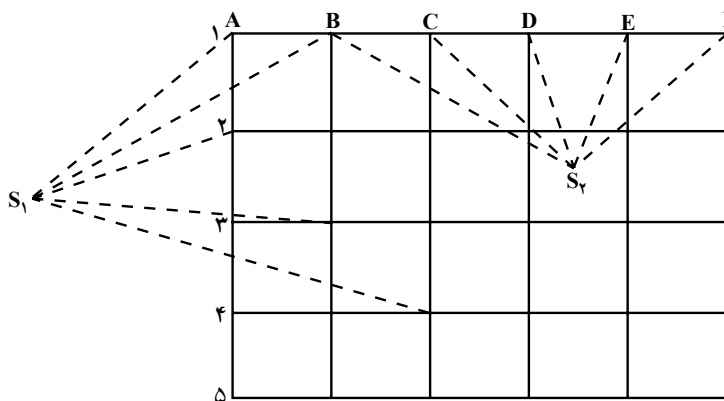
	P	B.S	M.S	F.S	. H		H
					.	+	
	B.M	۱۸۵۲					۱۰۰۰۰۰
	۱		۲۰۲۷		۰۱۷۵		۹۹۸۲۵
قرائت عقب (B.S)	۲		۲۸۹۶		۱۰۴۴		۹۸۹۵۶
قرائت جلو (F.S)	۳	۱۲۵۵		۰۰۳۵		۱۸۱۷	۱۰۱۸۱۷
قرائت وسط (M.S)	۴		۳۰۱۸		۱۷۶۳		۱۰۰۰۵۴
اختلاف ارتفاع (H)	۵		۲۹۱۵		۱۶۶۰		۱۰۰۱۵۷
ارتفاع نقاط (H)	۶		۱۰۴۵			۰۲۱۰	۱۰۲۰۲۷
	۷			۱۵۱۵	۰۲۶۰		۱۰۱۵۵۷

ج- ترازیبی شعاعی: اگر نقاطی به صورت پراکنده قرار گرفته باشند به طوری که بتوان از یک ایستگاه آن‌ها را ترازیبی کرد، ترازیبی را شعاعی می‌گویند (شکل ۱۴-۶).



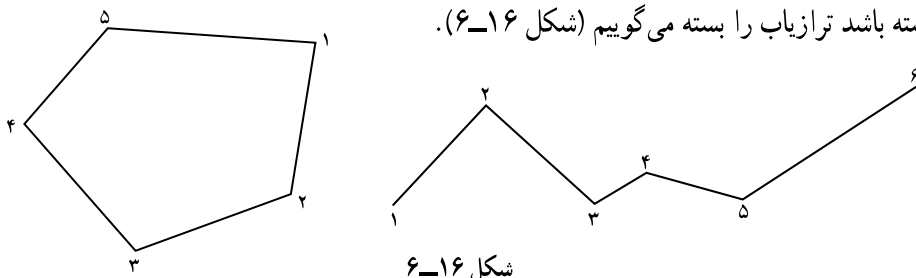
شکل ۱۴-۶

د- ترازیبی شبکه‌ای: وقتی نقاط به طور مرتب بر روی یک شبکه قرار گرفته باشند و از ایستگاه‌های مختلف ترازیبی شوند ترازیبی از نوع شبکه‌ای است (شکل ۱۵-۶).



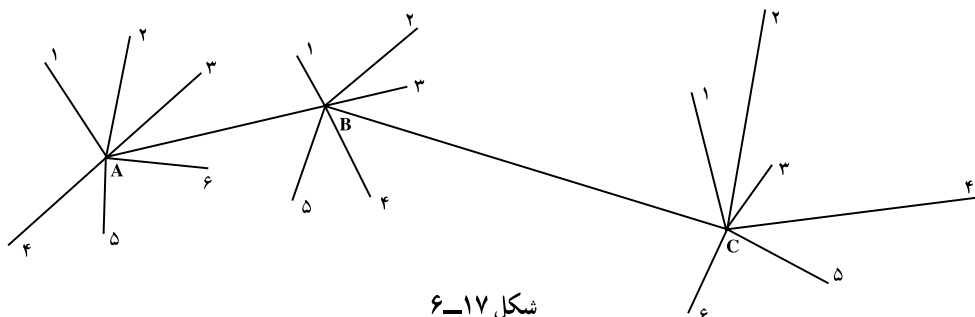
شکل ۱۵-۶

هـ- ترازیبی کثیرالاضلاعی: اگر نقاط با یکدیگر تشکیل یک کثیرالاضلاع را بدهند ترازیبی ما کثیرالاضلاعی خواهد بود. اگر کثیرالاضلاع باز باشد ترازیبی را باز و اگر کثیرالاضلاع بسته باشد ترازیب را بسته می‌گوییم (شکل ۶-۱۶).



شکل ۶-۱۶

و- ترازیبی مختلط: وقتی که عمل ترازیبی ترکیبی از چند ترازیبی مثلاً شعاعی و کثیرالاضلاعی باشد ترازیبی مختلط است (شکل ۶-۱۷).



شکل ۶-۱۷

ز- ترازیبی متقابل (Reciprocal levelling): هنگامی که امکان قرار دادن ترازیب در فاصله‌ی تقریباً مساوی از دو حالت شاخص وجود داشته باشد، برای رفع خطاهایی که قبلاً از آنها گفته‌ایم، به روش ترازیبی متقابل، به شکل زیر، عمل می‌کنیم.

$$\Delta H_1 = B.S - F.S$$

$$\Delta H_2 = B.S - F.S$$

$$\Delta H_{(A,B)} = \frac{\Delta H_1 + \Delta H_2}{2}$$

اگر می‌خواهیم اختلاف ارتفاع دو

نقطه‌ی A و B را پیدا کنیم ضمن قرار دادن

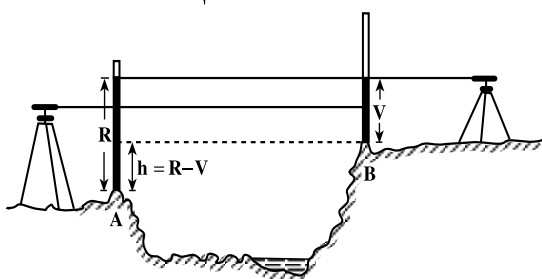
شاخص در دو نقطه‌ی A و B، ترازیب را

یک بار در نزدیکی A و بار دیگر در نزدیکی

B مستقر می‌کنیم و اختلاف ارتفاع را از

دو ایستگاه به دست می‌آوریم و میانگین

می‌گیریم.



شکل ۶-۱۸

۴-۶ - روش‌های کنترل در تراز یابی

هنگامی که می‌خواهیم عمل تراز یابی قابل کنترل باشد، باید به یکی از طریقه‌های زیر عمل کنیم :

۱ - طریقه‌ی رفت و برگشت: که در آن تراز یابی در دو مرحله به صورت رفت و برگشت انجام می‌شود. مثلاً وقتی بین دو نقطه‌ی A و B را تراز یابی می‌کنند یک بار از A به طرف B (رفت) و بار دیگر از B به طرف A (برگشت) عمل فوق انجام می‌گیرد.

۲ - طریقه‌ی تغییر مکان تراز یاب: در این روش پس از یادداشت قرائت‌های جلو و عقب محل تراز یاب را کمی جابه‌جا می‌کنند (مثلاً حدود یک متر) یک بار دیگر، دو قرائت عقب و جلو انجام می‌دهند نتیجه‌ی اختلاف ارتفاع در هر دو بار باید یکسان باشد.

۳ - طریقه‌ی شاخص‌های دو رو: در این روش از شاخص‌هایی استفاده می‌نمایند که هر دو طرف آن بر حسب واحدهای مختلف، مثلاً فوت و متر و اجزای آن‌ها، مدرج شده باشد. پس از خواندن یک طرف شاخص آن را می‌چرخانند و طرف دیگر را می‌خوانند، اختلاف ارتفاع در دو حالت نباید متفاوت باشد.

۴ - طریقه‌ی قرائت سه تار رتیکول: روی صفحه‌ی رتیکول دوربین تراز یاب‌ها به غیر از دو تار بزرگ افقی و قائم دو تار افقی کوتاه نیز وجود دارد که فاصله‌ی آن‌ها تا تار افقی بزرگ میانی برابر است. اگر بر روی سه تار افقی قرائت انجام شود، اختلاف تار بالا و وسط باید با اختلاف تار وسط و پایین، با تقریب یکی دو میلی‌متر، مساوی باشد.

۵-۶ - خطاها در تراز یابی

خطاهایی که در عمل تراز یابی پیش می‌آید سه دسته است :

الف - خطاهای طبیعی: مانند خطای انکسار نور و اثر باد و تغییر درجه حرارت، که مانند خطای کرویت در این جا قابل صرف نظر کردن هستند.

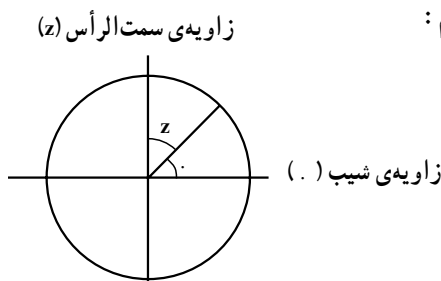
ب - خطاهای دستگاهی: مانند تنظیم نبودن تراز، صحیح نبودن درجه بندی شاخص و سالم نبودن سه پایه.

ج - خطاهای انسانی: مانند غلط خواندن و یا غلط نوشتن اعداد روی شاخص، رفع نکردن کامل پارالاکس موقع قراولروی، عدم کنترل تراز موقع کار و قائم نبودن شاخص در موقع خواندن عدد.

۶-۶ - تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطه به کمک دستگاه زاویه یاب

زاویه یاب را قبلاً شناختید فرق اساسی در ساختمان زاویه یاب و تراز یاب آن است که زاویه یاب در

تعبیه شده و معمولاً عدد صفر آن در بالا و روی امتداد قائم قرار دارد. بنابراین زاویه‌ی قائم با این مبنا خوانده می‌شود و به آن زاویه‌ی سمت الرأس یا زینتی می‌گویند. با توجه به این باید وضعیت زاویه‌ی شیب را تعیین کنیم:



شکل ۲۰-۶

چون در حالت افقی دوربین زاویه‌ی 90° (در حالت مستقیم) و زاویه‌ی 270° (در حالت معکوس) را می‌خوانیم. بنابراین تفاوت این مقادیر و زوایای زینتی قرائت شده مقدار زاویه‌ی شیب را به ما می‌دهد.

فعالیت‌های عملی

فعالیت عملی ۱

ترازیابی مستقیم به کمک وسایل ساده: دو نقطه‌ی A و B را بر روی یک سطح شیب‌دار انتخاب کرده و شیب‌سنج را در حالت افقی در کنار ژالونی که به‌طور قائم بر روی نقطه‌ی A قرار گرفته است بگذارید؛ سپس با نگاه کردن در داخل لوله‌ی شیب‌سنج، بر روی ژالون قائم در نقطه‌ی B نقطه‌ی هم ارتفاع را علامت بزنید و با اندازه‌گیری فواصل قائم روی ژالون‌ها اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A و B را پیدا کنید.

فعالیت عملی ۲

ترازیابی دو نقطه با استفاده از زاویه‌ی شیب: برای دو نقطه‌ی A و B این بار با قرائت زاویه‌ی شیب امتدادِ موربِ AB و اندازه‌گیری فاصله‌ی افقی بین دو نقطه، اختلاف ارتفاع را پیدا کنید.

فعالیت عملی ۳

ترازیابی دو نقطه وقتی که ایستگاه یکی از آن نقاط است: پس از مشخص کردن دو نقطه، با ایستگاه گذاری بر روی یکی از آن دو نقطه عمل ترازیابی را به منظور تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطه انجام می دهیم.

فعالیت عملی ۴

ترازیابی دو نقطه وقتی ایستگاه هیچ کدام از نقاط نیست: پس از مشخص کردن دو نقطه، روی نقطه‌ی نامشخصی ایستگاه گذاری نموده و اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی موردنظر را با گذاردن شاخص روی آن‌ها تعیین می کنیم (در این جا راجع به مزایای قرار دادن دستگاه ترازیاب به فاصله‌های تقریباً مساوی از دو حالت میر توضیح داده شود).

فعالیت عملی ۵

ترازیابی تدریجی: استاد، دو نقطه را که پیدا کردن اختلاف ارتفاع آن‌ها از یک ایستگاه امکان پذیر نباشد انتخاب می کند تا هنرجویان به کمک چند نقطه‌ی کمکی اختلاف ارتفاع آن‌ها را به دست آورند (پس از ثبت اعداد قرائت شده در جدول ترازیابی). ضمناً به منظور کنترل می توان ترازیابی را به صورت رفت و برگشت انجام داد.

فعالیت عملی ۶

ترازیابی شعاعی: استاد، چند نقطه‌ی پراکنده که از یک ایستگاه قابل ترازیابی باشند انتخاب می کند و هنرجویان پس از مستقر کردن دستگاه ترازیاب، ارتفاع یا اختلاف ارتفاع آن نقاط را به دست می آورند.

فعالیت عملی ۷

ترازیابی خطی: استاد، امتدادی را روی زمین معین کرده و از هنرجویان می خواهد نقاط تغییر شیب زمین روی آن امتداد را اولاً مشخص کرده، ثانیاً از چند ایستگاه آن‌ها را ترازیابی نمایند (اعداد خوانده شده روی شاخص، در جدول ترازیابی خطی که قبلاً آماده شده درج می شود تا پس از محاسبه، ارتفاع هر نقطه به دست آید).

فعالیت عملی ۸

ترازیابی کثیرالاضلاعی.

فعالیت عملی ۹

ترازیابی مختلط.

فعالیت عملی ۱۰

ترازیابی متقابل: پس از انتخاب دو نقطه که بین آنها نتوان ایستگاه گذاری کرد.

فعالیت عملی ۱۱

ترازیابی شبکه بندی.

فعالیت عملی ۱۲

تعیین اختلاف ارتفاع به کمک زاویه یاب: دو نقطه روی زمین انتخاب

کرده، اختلاف ارتفاع آنها را به کمک زاویه یاب و فرمول $\Delta H = 100 \cdot L \sin \alpha \cos \alpha + h_1 - z$ پس از اندازه گیری α و h_1 و z محاسبه کنید.

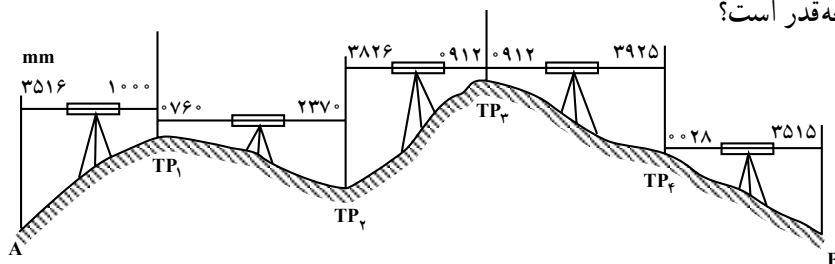
خودآزمایی

- ۱- در نقشه برداری های محدود منظور از تعیین ارتفاع چیست؟
- ۲- چه رابطه ای بین بالا و پایین بودن نقاط و علامت اختلاف ارتفاع آنها برقرار است؟
- ۳- به منظور تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطه ی A و B که بر روی یک سطح شیب دار قرار دارند طول مورب $AB = 62/37$ و زاویه ی شیب امتداد AB برابر 12° و 3° اندازه گیری شده اند. اختلاف ارتفاع مزبور چه قدر است؟
- ۴- چند روش برای تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطه ی نزدیک، به کمک نیو موجود است؟ تفاوت آنها در چیست؟
- ۵- برای پیدا کردن ارتفاع نقطه ی M بر روی نقطه ی N که ارتفاع آن $15/120$ متر می باشد ایستگاه گذاری کرده ایم و شاخص را بر روی نقطه ی M قرار داده ایم. عددی که روی شاخص خوانده شده برابر 2315 میلی متر می باشد. ارتفاع نقطه ی M چه قدر است؟

۶- به منظور تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A و B شاخص را ابتدا روی نقطه‌ی A و بعد روی نقطه‌ی B گذارده‌ایم و به ترتیب اعداد 272° و 1514 را خوانده‌ایم. اختلاف ارتفاع دو نقطه چه قدر است؟

۷- انواع ترازبایی مستقیم را نام ببرید و بگویید چه تفاوت‌هایی با هم دارند؟

۸- برای تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A و B از نقطه‌ی A شروع به ترازبایی نموده و تا رسیدن به نقطه‌ی B از نقاط TP_1 تا TP_4 به شکل زیر استفاده کرده‌ایم. اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی مزبور چه قدر است؟



شکل ۲۱-۶

۹- اختلاف ارتفاع را به کمک وسایل ساده چگونه اندازه می‌گیرند؟ طرز عمل را توضیح دهید.

۱۰- مراحل کار استفاده از ترازباب به منظور تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی نزدیک مشخص

روی زمین در دو حالت که ایستگاه یکی از نقاط باشد یا نباشد چه اختلاف‌هایی با هم دارد؟

۱۱- چه موقع به یک عمل ترازبایی «خطی» می‌گویند؟

۱۲- برای محاسبه‌ی جدول ترازبایی چند روش موجود است؟ نام آنها چیست؟ با یکدیگر چه

تفاوتی دارند؟

۱۳- انواع روش‌های ترازبایی شعاعی، شبکه‌بندی، کثیرالاضلاعی و مختلط چه تفاوت‌هایی دارند؟

۱۴- اگر به خاطر رفع خطاها امکان قرار دادن ترازباب در فاصله‌ی مساوی از دو حالت

شاخص وجود نداشته باشد به چه روشی عمل می‌کنند؟ طرز عمل چگونه است؟

۱۵- ترازبایی متقابل چه خاصیتی دارد؟

۱۶- روش‌های کنترل در ترازبایی را نام ببرید.

۱۷- خطاهای ترازبایی چند دسته است؟ از هر دسته دو نمونه نام ببرید.

۱۸- به منظور تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی مطابق شکل ۱۹-۶ از یک زاویه‌یاب استفاده

نموده و کمیت‌های لازم به شرح زیر اندازه‌گیری شده‌اند. اختلاف ارتفاع دو نقطه چه قدر است؟

$$h_1 = 1526 \text{ mm} \text{ و } z = 212^{\circ} \text{ قرائت زاویه‌ی قائم } 36^{\circ}, 88$$

اندازه‌گیری با دستگاه‌های اپتیک الکترونیکی

در فصل دوم با تراز یاب‌ها و زاویه‌یاب‌های اپتیک الکترونیکی آشنا شدید. به لحاظ استفاده‌ی روزافزون این دستگاه‌ها در امور اجرایی، در این فصل راجع به طرز کار بعضی از نمونه‌ها به‌طور مختصر توضیح داده خواهد شد. ضمناً تهیه و به‌کارگیری این وسایل، اگر صرفاً جهت اندازه‌گیری طول، زاویه و اختلاف ارتفاع باشد مقرون به‌صرفه نیست و استفاده‌ی مناسب و اقتصادی از آن‌ها مستلزم در اختیار داشتن دفترچه‌ی صحرایی (Field book) یا وسیله‌ی جمع‌آوری و ضبط اطلاعات (Data Collector) و چاپگر (Printer) یا پلاتر (Platter)، همچنین فراگیری کار با نرم‌افزارهای آموزشی تخصصی مربوطه می‌باشد که مجموعه‌ی آن‌ها در برنامه‌های آموزشی دوره‌های بالاتر پیش‌بینی شده است.

در پایان این فصل، دانش‌آموز باید قادر باشد:

- تفاوت دستگاه‌های اپتیک الکترونیکی با دستگاه‌های اپتیک را ذکر نماید.
- قسمت‌های مختلف یک دستگاه اپتیک الکترونیکی را نام ببرد.
- فرمان‌هایی که به وسیله صفحه کلید به دستگاه داده می‌شود را به‌طور خلاصه بیان کند.
- چگونگی استفاده از منشور مخصوص و آشکارساز را توضیح دهد.

۷-۱- کار با دستگاه‌های اپتیک

در دستگاه‌های اپتیک الکترونیکی عموماً یک



شکل ۷-۱- صفحه‌ی نمایش و بخشی از صفحه‌ی کلید دستگاه SET2C سوکیا

بخش الکترونیکی ارسال و دریافت نور، به غیر از سیستم پردازش اطلاعات، تعبیه شده است. این سیستم با یک باتری که بر روی سه پایه‌ی دستگاه یا در پایین و یا کنار آن نصب می‌شود تغذیه می‌شود (وقتی باتری در روی سه پایه قرار می‌گیرد با یک کابل به دستگاه متصل می‌گردد). اعمال این دستگاه‌ها با فرمان‌هایی که به وسیله‌ی یک صفحه‌ی کلید به آن‌ها داده می‌شود، کنترل می‌گردد.



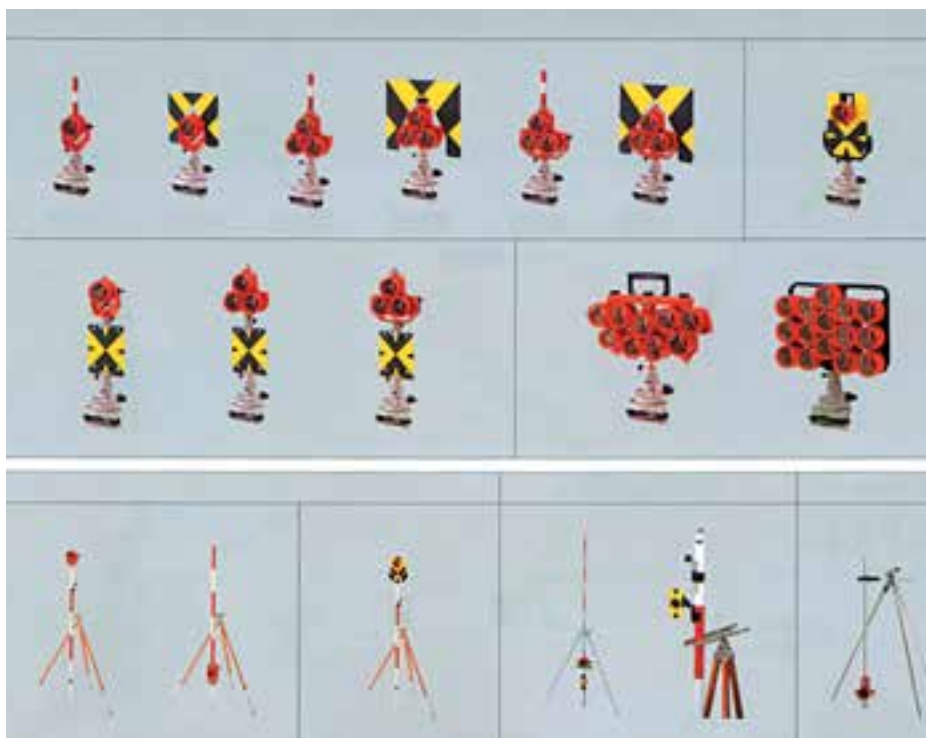
۷-۲- فرمان‌های موجود در صفحه کلید (Key board)

- خاموش و روشن شدن دستگاه،
- شروع و خاتمه‌ی اندازه‌گیری،
- نوع و واحد اندازه‌گیری،
- معرفی فاکتورهای لازم و ضبط اطلاعات،
- نوع پردازش و انجام آن،
- اخذ اطلاعات.

شکل ۷-۲- نمونه Field Book

همچنین در این دستگاه‌ها به جای شاخص از منشور (Prism) مخصوص و در مواردی از آشکارساز (Detector) استفاده می‌شود که اولی قادر است نور را بگیرد و برگرداند و دومی به صورت یک هدایت‌کننده عمل می‌کند.

کار با دستگاه‌های اپتیک الکترونیکی بسیار آسان است و کافی است فرمانی با فشار کلید به دستگاه وارد شود تا عمل لازم انجام گیرد.



شکل ۷-۳- نمونه‌های مختلف منشورها و طرز استقرار آنها

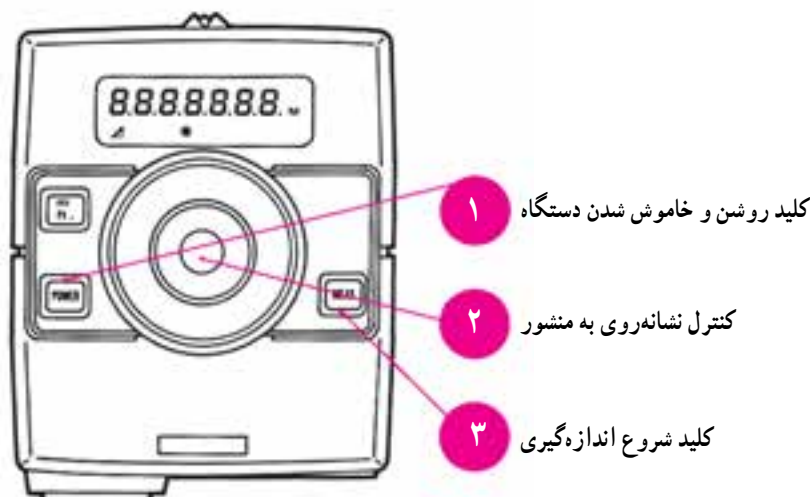
برای فواصل کم تنها از یک منشور استفاده می‌گردد ولی با ازدیاد فاصله تعداد منشورها اضافه می‌شود. منشورها به کمک ژالون مخصوص به همراه تراز و نگه‌دارنده‌ی ژالون و یا بر روی سه پایه‌ی زاویه‌یاب استقرار پیدا می‌کند.

علاوه بر تراز یاب‌ها و زاویه‌یاب‌های اپتیک الکترونیکی مسافت سنج‌های الکترونیکی (Electronic Distance Meter) نیز وسیله‌های الکترونیکی دیگری هستند که در این زمینه از اهمیت زیاد برخوردارند.

این وسایل عموماً فقط فاصله را اندازه‌گیری می‌کنند و بیش‌تر بر روی زاویه‌یاب‌ها نصب می‌شوند. نمونه‌ی ساده‌ای از مسافت‌سنج را در شکل ۴-۷ می‌بینید.



شکل ۴-۷- مسافت‌سنج فواصل کوتاه Sokkisha



شکل ۵-۷- دوربین اپتیک - صفحه‌ی نمایش اعداد به صورت دیجیتال و صفحه‌ی کلید مسافت‌سنج REDMini2

تهیه‌ی پلان مسطحاتی

همان‌طور که در فصل اول اشاره شد یکی از اهداف نقشه‌برداری تهیه‌ی نقشه یا پلان است که در آن موقعیت عوارض یک منطقه از زمین که می‌خواهند پروژه‌های عمرانی را در آن طراحی و اجرا نمایند مشخص می‌شود و معمولاً طراح با نگاه کردن به آن به وضعیت نقاط مختلف زمین در منطقه‌ی موردنظر پی می‌برد و پس از بررسی‌های لازم بر روی آن طرح خود را ارائه می‌نماید. گاهی تنها موقعیت نسبی عوارض در صفحه‌ی افقی موردنیاز است در این صورت به پلانی که تهیه می‌شود پلان مسطحاتی می‌گویند که در آن ارتفاع وجود ندارد. بعد از آشنایی با وسایل و دستگاه‌ها و یادگیری روش‌های اندازه‌گیری عناصر سه گانه‌ی طول، زاویه و اختلاف ارتفاع، در این فصل چگونگی استفاده از عناصر فوق برای تهیه‌ی پلان مسطحاتی و طرق تهیه‌ی آن را خواهید آموخت. همچنین طرز تهیه‌ی مساحت قطعه زمین‌ها با استفاده از پلان‌های مسطحاتی را یاد خواهید گرفت.

- در پایان این فصل، دانش‌آموز باید قادر باشد :
- عمل برداشت را تعریف کند.
 - چگونگی انتخاب روش برداشت را توضیح دهد.
 - به کمک وسایل ساده از یک منطقه‌ی کوچک پلان مسطحاتی تهیه کند.
 - به کمک انواع گونیا عملیات اخراج عمود و فرود عمود را انجام دهد.
 - با استفاده از زاویه‌یاب از یک منطقه پلان مسطحاتی تهیه کند.
 - دستورالعمل تهیه‌ی پلان یک منطقه با زاویه‌یاب را بیان کند.
 - مساحت یک قطعه زمین به شکل‌های مختلف را تعیین نماید.
 - ضمن نام بردن قسمت‌های مختلف پلانی متر، طرز کار آن را توضیح دهد.
 - فرمول‌های سمون و دوزنقه را به منظور تعیین مساحت نوشته و چگونگی استفاده از آن‌ها را بیان کند.
 - روش تقریبی جبران به منظور تعیین مساحت را توضیح دهد.

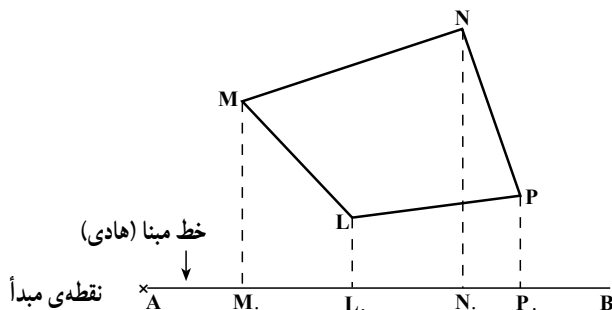
در فصل اول اصطلاح برداشت را تعریف نمودیم، در عمل برداشت کلیه‌ی اندازه‌های خطی و زاویه‌ای که برای رسم نقشه یا پلان لازم هستند اندازه‌گیری می‌شوند. عمل برداشت به شکل‌های مختلف انجام می‌شود. گاهی تنها چند طول اندازه‌گیری می‌گردد و زاویه‌ای اندازه‌گیری نمی‌شود (بیشتر در مورد کارهای کوچک در نقشه‌برداری‌های ساختمانی و نقشه‌برداری‌های داخل شهر و آبادی‌ها و یا تثبیت وضع نقاط نسبت به نقاط مجاور) و گاهی تعداد سنجش‌های خطی و زاویه‌ای مساوی‌اند و بالاخره زمانی سنجش‌های زاویه‌ای بیش از سنجش‌های خطی هستند از این نظر روش‌های بسیار متنوعی مطرح شده‌اند.

۸-۱- چگونه روش برداشت انتخاب می‌شود

- عواملی که در انتخاب روش برداشت مؤثرند، به شرح زیراند:
- الف: شکل زمین و موانع و عوارضی که در سطح آن وجود دارند،
- ب: معلومات مشخص نقشه‌بردار،
- ج: مقصودی که برای آن نقشه‌برداری می‌کنند،
- د: نوع اسباب و وسایل موجود.

۸-۲- تهیه‌ی پلان مسطحاتی از یک منطقه‌ی کوچک و محدود به کمک وسایل ساده

در این روش برای هر یک از نقاطی که می‌خواهیم آن‌ها را بر روی نقشه مشخص کنیم دو طول با نوار اندازه‌گیری می‌شود و به کمک آن‌ها پلان رسم می‌گردد. این دو طول یکی فاصله‌ی افقی نقطه تا خطی که به عنوان مبنا یا هادی انتخاب شده و دیگری فاصله‌ی پای عمود تا نقطه‌ی مبدأ است. مثلاً در شکل زیر اگر AB به عنوان خط مبنا و نقطه‌ی A به عنوان مبدأ انتخاب شده باشند باید طول‌های $P\cdot A$ ، $PP\cdot$ ، $NN\cdot$ ، $N\cdot A$ ، $LL\cdot$ ، $L\cdot A$ ، $M\cdot A$ ، $MM\cdot$ اندازه‌گیری شوند.



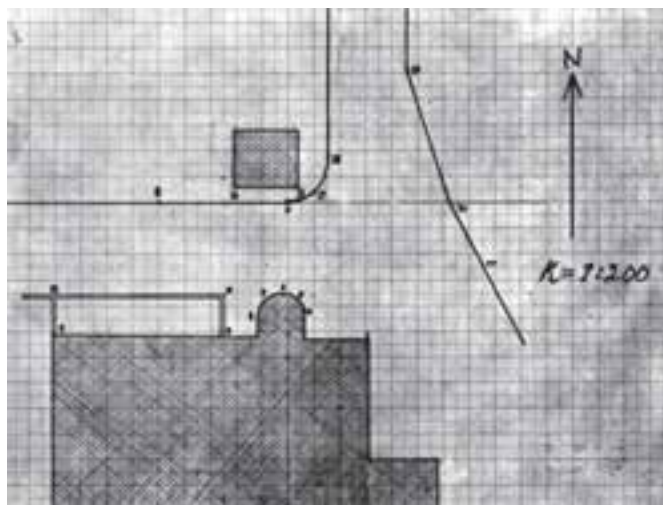
شکل ۸-۱

تبصره ی ۱: می توان طول های روی خط مبنا را X نقاط و طول های عمود بر خط مبنا را Y نامید (و این در واقع به آن می ماند که خط مبنا را محور X و خط عمود بر آن را، در نقطه ی مبدأ محور Y ها فرض کرده باشیم)، در این صورت می توان جدولی تنظیم نمود و برای هر نقطه X و Y را اندازه گرفت و در دو ستون جا داد. مثلاً برای شکل قبل جدول زیر تدارک دیده می شود :

نقاط	X	Y
M	M.A	MM.
N	N.A	NN.
P	P.A	PP.
L	L.A	LL.

تبصره ی ۲: پس از انجام عملیات زمینی لازم است مقیاس انتخاب و X و Y را مشخص کرده و طول ها را متناسب با مقیاس انتخاب شده کوچک نماییم تا آماده برای نقل روی کاغذ شوند، چنانچه مستقیماً طول های افقی با نوار به دست آمده باشند محاسبات دیگری نداریم (مگر این که بخواهیم بعضی از طول ها را که غیر افقی اندازه گیری شده اند تبدیل به طول افقی نماییم). حال کاغذی مناسب آماده کرده با توجه به کروکی که موقع عملیات زمینی تهیه شده و بر روی آن خط مبنا نیز مشخص است ؛ ابتدا خط مبنا را در محلی مناسب روی کاغذ ترسیم می کنیم سپس یک یک نقاط را که مختصات آن ها معلوم است مشخص کرده و از روی کروکی به هم وصل می کنیم و در انتها به کمک آزمونتی که اندازه گیری کرده ایم جهت شمال پلان را معین می نماییم.

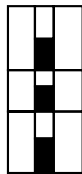
پلان زیر با این روش تهیه شده است.



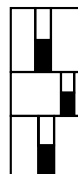
شکل ۲-۸

ضمناً به منظور ایجاد زوایای قائم با وسایل ساده بر روی زمین تحت عنوان «اخراج یا فرود عمود» به توضیح راجع به روش کار می‌پردازیم :

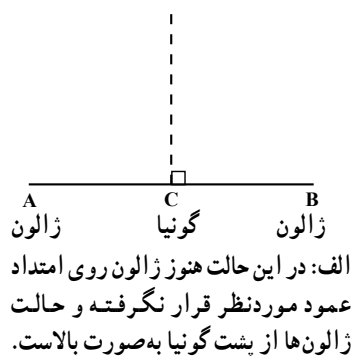
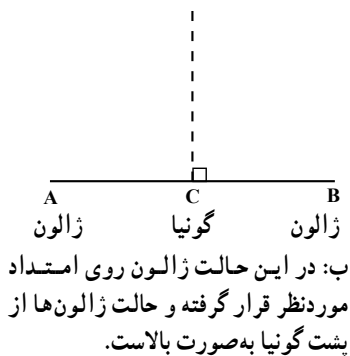
۱-۲-۸- اخراج عمود: در این حالت نقطه روی امتداد است، اگر گونیاهایی که در دست‌رس هستند پایه ندارند زیر آن‌ها شاقول اضافه می‌کنیم تا بتوانیم آن‌ها را درست بر روی نقطه قرار دهیم. به عنوان مثال در شکل زیر برای اخراج عمود در نقطه‌ی C بر روی امتداد AB گونیا را ثابت در روی نقطه‌ی C قرار می‌دهیم، اگر از گونیای منشوری استفاده می‌کنیم باید تصویر ژالون‌های چپ و راست واقع در روی امتداد AB در امتداد یکدیگر قرار گیرند، سپس با فرمان دست، ژالون روبه‌رویی را نیز در امتداد تصویرهای دو ژالون قرار می‌دهیم.



ژالون روبه‌رویی



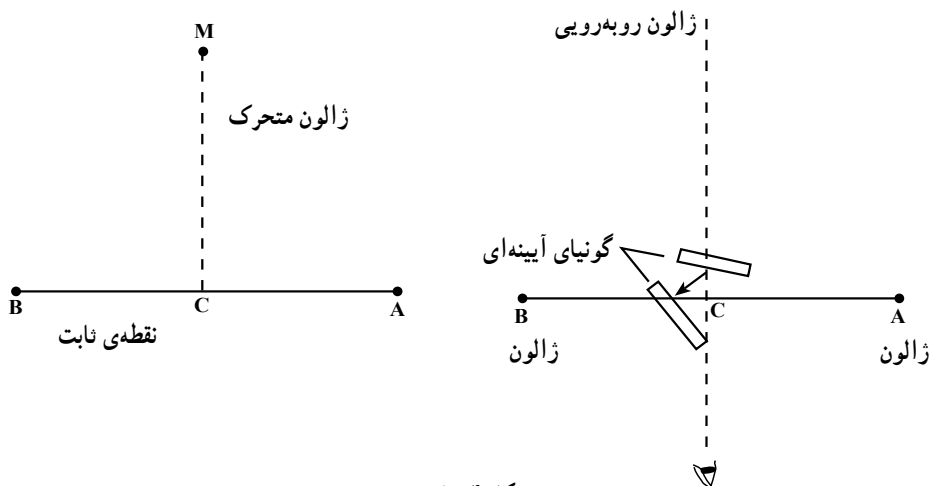
ژالون روبه‌رویی



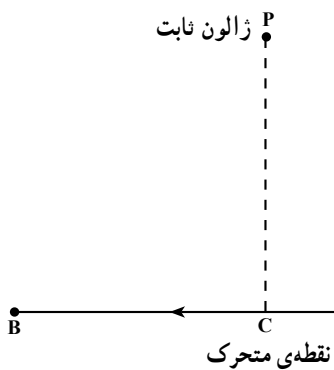
شکل ۸-۳

در صورتی که از گونیای آیین‌ای استفاده می‌کنیم با نگاه کردن به داخل یکی از آیین‌های گونیا از لبه‌ی کناری آن تصویر دوباره منعکس شده یکی از ژالون‌های چپ یا راست را مشاهده کرده و با دست فرمان می‌دهیم تا ژالون روبه‌رویی در امتداد این تصویر قرار گیرد، حال می‌توانیم گونیا را چرخانده و این بار با ژالون طرف دیگر (راست یا چپ) همان کار را انجام دهیم، با این دوبار قراولروی فقط یک نقطه برای ژالون روبه‌رویی پیدا می‌شود. در صورتی که برای ژالون روبه‌رویی در نتیجه‌ی ۲ بار قراولروی دو نقطه پیدا شود وسط این دو نقطه را به حساب می‌آوریم. ضمناً در هنگام نشانه روی

برای پیدا کردن نقطه‌ی استقرار ژالون روبه‌روی یک نقطه حدود نقطه‌ی M قرار می‌گیرد و به چپ و راست می‌رود تا محل دقیق نقطه پیدا شود (شکل ۸-۴).



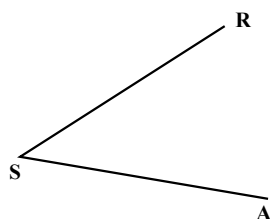
شکل ۸-۴



شکل ۸-۵

فرود عمود: در این حالت نقطه در خارج امتداد قرار دارد. مثلاً اگر از نقطه‌ی P خارج از امتداد AB بخواهیم عمودی بر این امتداد فرود آوریم، ژالون ثابتی در نقطه‌ی P قرار می‌دهیم و گونیا را روی امتداد AB به چپ و راست می‌بریم تا وضعیت ذکر شده در حالت اول ایجاد شود (شکل ۸-۵).

۸-۳- تهیه‌ی پلان مسطحاتی از یک منطقه‌ی کوچک و محدود به کمک زاویه‌یاب در این روش، موقعیت هر منطقه‌ی روی زمین به وسیله‌ی یک زاویه و یک طول مشخص



شکل ۸-۶

می‌گردد. مثلاً اگر نقطه‌ی A را در نظر بگیریم و در نزدیکی آن روی نقطه‌ی S ایستگاه‌گذاری کنیم کافی است زاویه‌ی امتداد SA را با یک امتداد مشخص (مثلاً SR) اندازه‌گیری کرده، سپس طول SA را به دست آوریم.

با این روش می توان برای تهیه ی پلان یک منطقه با زاویه یاب دستورالعمل زیر را به کار برد:
الف: منطقه ی موردنظر را شناسایی کرده و یک کروکی از موقعیت نقاط و عوارض آن تهیه می کنیم.

ب: در منطقه نقطه ای را به عنوان ایستگاه و یک امتداد گذرنده از ایستگاه را به عنوان امتداد مبنا در نظر می گیریم و آن را بر روی کروکی و زمین مشخص می سازیم (معمولاً نقطه ی ایستگاه جایی انتخاب می شود که از آن جا نسبت به عوارض زمین دید کامل برقرار باشد. امتداد مبنا را نیز معمولاً چپ خودمان انتخاب می کنیم تا عمل زاویه خوانی ساده تر گردد).

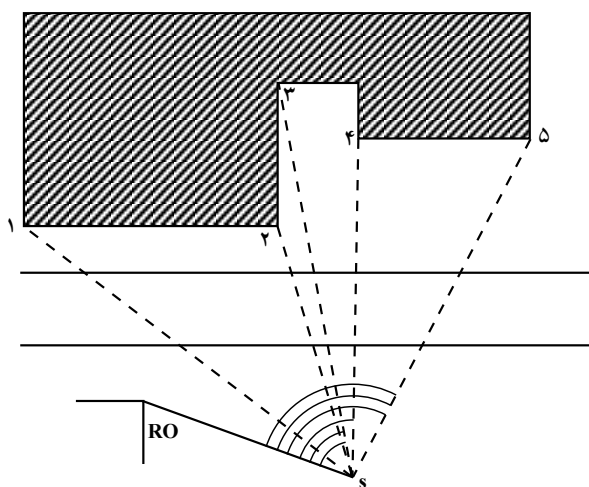
ج: پس از ایستگاه گذاری بر روی نقطه ی ایستگاه و ضمن صفر – صفر کردن دستگاه روی امتداد مبنا، شاخص را بر روی هر یک از نقاط که می خواهیم روی نقشه بیاید، قرار داده برای آن ها عمل تاکتومتری را انجام می دهیم.

د: نقاطی را که انتخاب می کنیم و بر روی آن ها شاخص می گذاریم اسم گذاری کرده ضمن مشخص کردن آن ها روی کروکی در فرم های تاکتومتری همراه اعداد برداشت شده، نوشته می شوند.
ه: پس از محاسبه ی فواصل افقی و اختلاف ارتفاعات، یک یک نقاط را روی کاغذ مشخص کرده از روی کروکی و با توجه به توضیحات به هم وصل می کنیم. ضمناً ارتفاع تعیین شده ی هر نقطه را در کنارش می نویسیم.

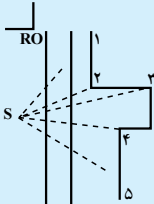
یادآوری ۱: معمولاً در فرم های عمل تاکتومتری نوع دستگاه تئودولیت و شماره ی آن را می نویسند. زیرا دقت کار، فرم تقسیمات لمب قائم و واحد تقسیمات (گراد یا درجه) برای دستگاه های مختلف متفاوت است. مثلاً در دوربین تئودولیت T_{16} ویلد صفر تقسیمات لمب در بالا است و در حالت مستقیم (دایره به چپ) زاویه ی 90° (یا 100° گراد) و در حالت معکوس زاویه ی 270° (یا 300° گراد) بر روی امتداد افق قرائت می شود، در صورتی که در دوربین تئودولیت T_5 روسی بر روی همین امتداد به ترتیب زاویه ی 0° و 180° (یا 0° و 200° گراد) قرائت می شود که دانستن آن برای محاسبه ی زاویه ی شیب یک سطح لازم است که با مراجعه به برگ قرائت های تاکتومتری مطلب روشن می شود.

یادآوری ۲: برای محاسبه ی اختلاف ارتفاع و فاصله ی افقی در تاکتومتری، علاوه بر این که از فرمول های گفته شده می توان استفاده کرد، جداولی نیز موجود است که در آن ها برای فاصله ی صد متر در امتداد شیب زمین، بر حسب زاویه ی شیب، مقدار اختلاف ارتفاع و فاصله ی افقی داده شده، استفاده از این جداول، ما را از محاسبات تاکتومتری بی نیاز می کند (این جداول در پایان کتاب ضمیمه شده است).

یادآوری ۳: برای تعیین جهت شمال پلان، آزمایش امتداد مبنا را با قطب‌نما به دست می‌آوریم. مثال: برای تهیه نقشه در منطقه‌ای که در شکل ۷-۸ آن را می‌بینید، نقطه‌ی S را به عنوان ایستگاه انتخاب کرده پس از ایستگاه‌گذاری، بر روی نقطه‌ی RO صفر - صفر کرده‌ایم، سپس برای نقاط نشان داده شده در شکل، تارهای استادیتری (تار وسط به خاطر کنترل تارها خوانده می‌شود) و زاویه‌های افقی و قائم را خوانده‌ایم که جدول زیر به دست آمده و در آن فواصل افقی و اختلاف ارتفاع‌ها محاسبه شده است.



شکل ۷-۸

ایستگاه:		برگ برداشت عوارض و محاسبات				نوع زاویه‌یاب:	
ارتفاع دستگاه: ۱۵۰۰		تاریخ:				عامل:	
اختلاف ارتفاع		فاصله‌ی افقی	زاویه‌ی قائم	زاویه‌ی افقی	تارهای استادیتری		
					بالا	وسط	پایین
	۲۵/۹۰	۴۰ و ۸۶	۴۴ و ۲۷	۱۶۳۰	۱۵۰۰	۱۳۷۰	
	۱۲/۷۱	۳۱ و ۹۸	۱۳ و ۶۷	۱۵۶۵	۱۵۰۰	۱۴۳۵	
	۳۰/۸۸	۱۸ و ۹۳	۴۸ و ۷۰	۱۶۵۵	۱۵۰۰	۱۳۴۵	
	۲۳/۰۰	۰۰ و ۹۰	۲۸ و ۷۹	۱۷۱۵	۱۶۰۰	۱۴۸۵	
	۲۸/۰۰	۰۰ و ۹۰	۰۶ و ۱۲۷	۱۷۴۰	۱۶۰۰	۱۴۶۰	

تبصره‌ی ۱: برای تعیین جهت شمال در پلان به طریقی که قبلاً گفته شده عمل می‌کنیم.

تبصره ۲: برای مشخص ساختن قسمت‌های پشت ساختمان در شکل ۷-۸ فاصله‌ی نقاطی را که از ایستگاه S دیده نمی‌شوند تا نقاطی که دید دارند مترکشی کرده و روی کروکی می‌نویسیم تا در موقع ترسیم از آن‌ها استفاده کنیم.

تبصره ۳: پس از محاسبات بایستی اعداد به دست آمده کنترل شوند.

بعد از عملیات زمینی و محاسبات نوبت به ترسیم می‌رسد.

برای ترسیم پلان، با توجه به کروکی، جای مناسبی برای امتداد مبنا در نظر گرفته و به کمک آن با توجه به مقیاس و زوایای افقی جای هر نقطه را روی کاغذ پیدا می‌کنیم و از روی کروکی به هم وصل می‌نماییم.

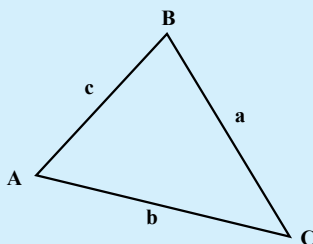
تبصره ۴: برای تهیه‌ی پلان‌های کم دقت مسطحاتی در زمین‌های با شیب کم، از ترازب‌هایی که قادر به اندازه‌گیری زاویه‌ی افقی هستند نیز می‌توان استفاده کرد.

مطالعه آزاد

محاسبه مساحت مثلث (روش بوزجانی)

به دلیل نیاز بشر برای حل اختلاف مالکیت‌ها و تعیین حد و مرز زمین‌های حاصل خیز کشاورزی و آبرفتی مخصوصاً بعد از سیلاب‌ها و تقسیم عادلانه آن علم مساحی و اندازه‌گیری ابعاد و مساحت زمین بسیار مورد توجه دانشمندان بوده است. **تبصره:** می‌دانیم که در نزد یونانیان علم مثلثات به معنی خاص وجود نداشته است بدین معنی که دانشمندان یونانی از روش حل مسائل از طریق حل مثلث‌ها بی‌خبر بوده‌اند. بطلمیوس با و ترها کار می‌کرد.

برای محاسبه مساحت در حالتی که سه ضلع آن معلوم است بوزجانی دانشمند مسلمان ایرانی در قرن چهارم هـ. ق فرمول آن را به شکل زیر بیان کرده است.



$$S = \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{c}{2} \cdot \frac{b}{2} \cdot \frac{a}{2} \cdot \frac{a}{2} + \frac{c}{2} \cdot \frac{b}{2} \cdot \frac{a}{2} \cdot \frac{a}{2} + \frac{c}{2} \cdot \frac{b}{2} \cdot \frac{a}{2} \cdot \frac{a}{2} \right)}$$

۴-۸- کاربرد پلان مسطحاتی - تعیین مساحت قطعه زمین‌ها

در طراحی پروژه‌های عمرانی گاه لازم می‌شود مساحت قطعاتی از زمین تعیین شود بدین منظور اگر قطعه زمین شکل منظم هندسی داشته باشد (مانند مستطیل، مثلث، دایره، چندضلعی منتظم، دوزنقه و غیره) به‌طوری که برای تعیین مساحت آن‌ها فرمولی ویژه موجود است، از فرمول استفاده و مساحت قطعه زمین را محاسبه می‌کنیم.

مثال: اضلاع قطعه زمینی به‌شکل مثلث را به کمک نوار بلندی و به‌طور افقی اندازه‌گیری کرده‌ایم و اعداد زیر به‌دست آمده است. مساحت این قطعه زمین چند متر مربع است؟

متر ۵۶. AC و متر ۶۰. BC و متر ۵۰. AB.

چون سه ضلع مثلث اندازه‌گیری شده از رابطه هرون $S = \sqrt{P(p-a)(p-b)(p-c)}$ که در

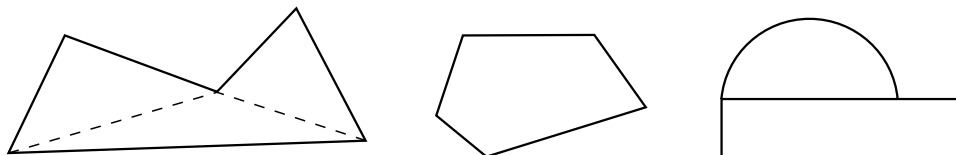
آن $P = \frac{a+b+c}{2}$ است، پس مساحت را به‌دست می‌آوریم:

$$P = \frac{50 + 56 + 60}{2} = 83 \text{ متر}$$

$$* S = \sqrt{83(83-50)(83-56)(83-60)} = 1304 \text{ متر مربع}$$

لیکن در بسیاری از موارد زمین شکل منظم هندسی ندارد و لذا فرمول مشخصی هم برای محاسبه‌ی مساحت آن وجود ندارد. در این صورت اگر محیط زمین از خطوط راست یا منحنی تشکیل شده باشد از روش‌های مختلف استفاده می‌کنیم.

الف: زمین را به‌شکل‌هایی تقسیم می‌کنیم که فرمول برای تعیین مساحت آن‌ها وجود دارد مانند شکل‌های زیر:



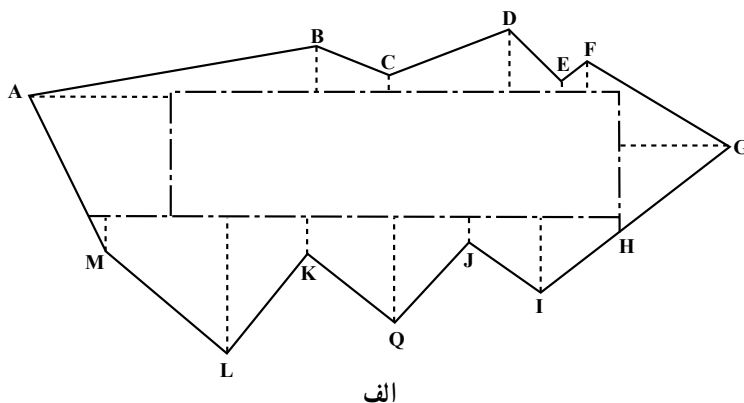
شکل ۸-۸

a. ۵۶, b. ۵۰, c. ۶۰

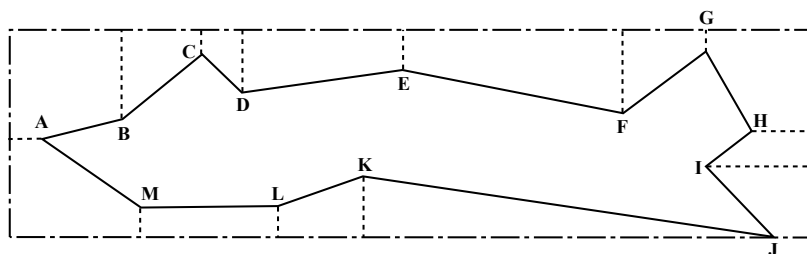
* محاسبه مساحت مثلث (به روش بوزجانی)

$$S = \sqrt{\frac{60 \cdot 50 \cdot 2}{2} \cdot \frac{56 \cdot 2}{2} \cdot \frac{56 \cdot 2}{2} \cdot \frac{60 \cdot 50 \cdot 2}{2}} = 1304$$

ب: در زمین‌های وسیعی که محیط آن‌ها نامنظم است برای ساده کردن عملیات روی زمین و برای این که طول‌های وارده بر خط هادی (مبنا) کوتاه‌تر باشند به جای یک خط مبنا چند خط مبنا به صورت یک چندضلعی با طول‌ها و اجزای معلوم اختیار کرده و بعد، از رئوس زمین خطوطی بر اضلاع چندضلعی عمود می‌نماییم و طول‌های لازم را جهت ترسیم اندازه می‌گیریم. اگر بتوان چندضلعی را در داخل زمین انتخاب کرد در این صورت چندضلعی را محیط بر زمین در نظر می‌گیرند.



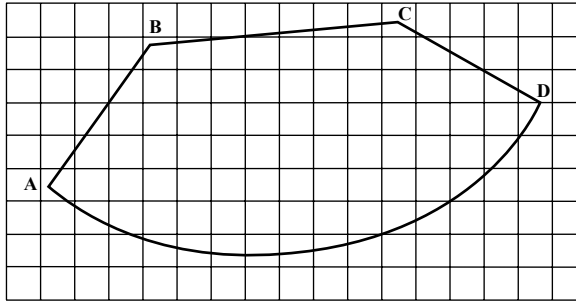
الف



ب

شکل ۹-۸- در شکل الف خطوط مبنا در داخل و در شکل ب خطوط مبنا در خارج زمین تشکیل یک مستطیل داده‌اند.

ج: روش سوم که کلی است و در موقعی که محیط زمین تنها در خطوط راست تشکیل نشده نیز قابل استفاده است (و مربوط به بحث این فصل است) تهیه‌ی پلان مسطحاتی در قطعه زمینی است که پس از آن مساحت قطعه زمین با استفاده از کاغذ میلی‌متری یا پلانی‌متر (Planimetre) قابل محاسبه است.



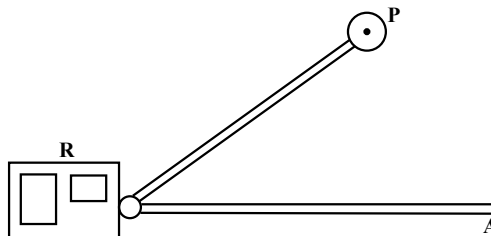
شکل ۸-۱۰

به عنوان مثال شکل ۸-۱۰ پلان مسطحاتی یک قطعه زمینی است که با مقیاس $\frac{1}{400}$ بر روی کاغذ میلی متری رسم شده است. با توجه به این که هر سانتی متر در روی کاغذ معادل 200 سانتی متر (۲ متر) روی زمین است یا به عبارت دیگر هر سانتی متر مربع در روی کاغذ میلی متری معادل 40000 متر مربع در روی زمین می باشد. شروع به شمارش مربع های کامل و سپس مربع های ناقص می کنیم سپس مربع های ناقص را تبدیل به مربع های کامل می نمایم. بدین نحو که هر دو یا سه مربع ناقص را که روی هم تقریباً به اندازه ی یک سانتی متر مربع می شوند یک مربع کامل به حساب می آوریم و بعد از شمارش، تعداد کل مربع ها را در چهار مترمربع ضرب می کنیم، مساحت قطعه زمین به دست می آید. دستگاه پلانی متر ساده از قسمت های زیر تشکیل گردیده است :

– قطب یا نقطه ی ثابت (P)

– نقطه ی ردیاب (A)

– غلتک اندازه گیر (R)



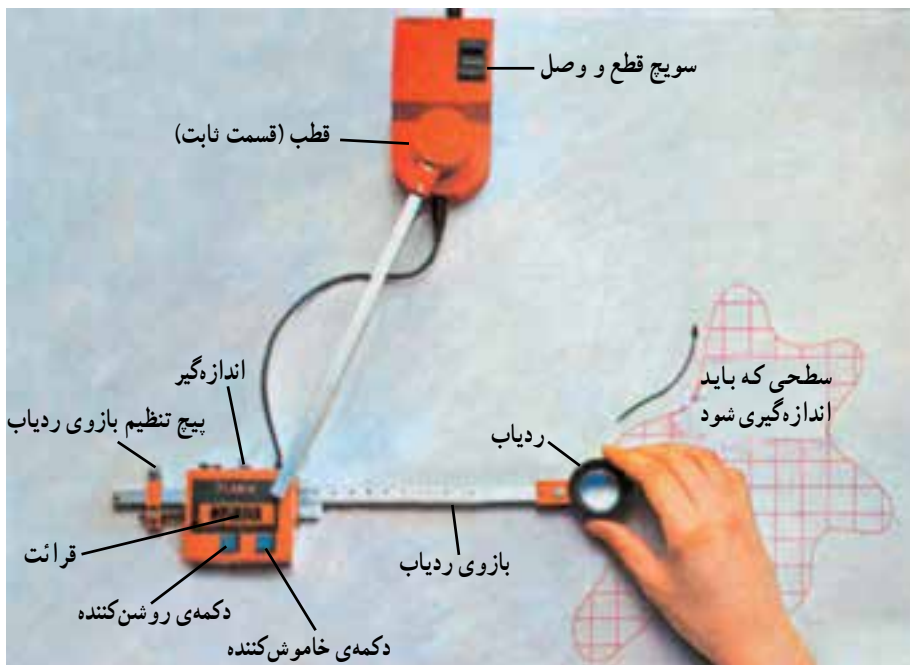
شکل ۸-۱۱

موقع استفاده، نقطه‌ی P ثابت می‌ماند و نقطه‌ی ردیاب (A) را دور شکل که بر روی کاغذ با مقیاس معینی رسم شده و می‌خواهیم مساحت آن را تعیین کنیم، حرکت می‌دهیم. این کار باید از نقطه‌ای روی محیط شروع و به همان نقطه ختم گردد. در حین این کار غلتک اندازه‌گیری می‌چرخد و چرخش آن به کنتوری که در روی غلتک قرار دارد منتقل می‌شود. عددی که در روی کنتور می‌خوانیم متناسب با سطح مورد نظر است و آن را در ضریب ثابت دستگاه ضرب می‌کنیم تا سطح مورد نظر به دست آید.

ضریب ثابت $S \cdot (b \cdot a) \cdot x$

در نوع جدید پلانی مترها به جای غلتک اندازه‌گیر یک بخش الکترونیک در دستگاه کار گذاشته شده و مساحت به صورت دیجیتال بر روی صفحه‌ی نمایش قابل قرائت است. شکل این نمونه را در این جا می‌بینید.

پلانی متر دو نوع است : ۱- دیجیتالی، ۲- مکانیکی



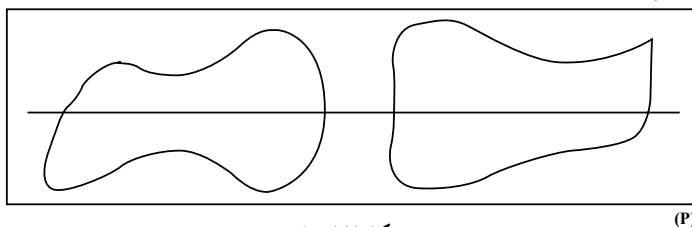
شکل ۱۲-۸

۵-۸- روش‌های ساده‌ی دیگر برای تعیین مساحت قطعه زمین‌ها

در مواقعی که محیط زمین به شکل منحنی است علاوه بر روش‌هایی که ذکر شد؛ از چند فرمول نیز می‌توان استفاده نمود که در این جا راجع به آن‌ها توضیح می‌دهیم.

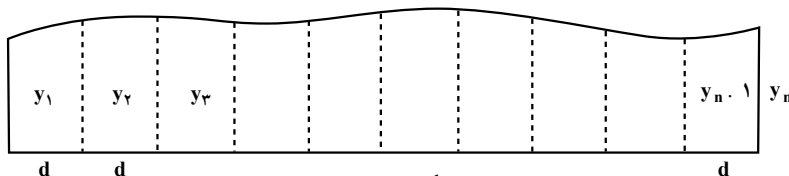
قبلاً توجه داشته باشید که برای استفاده از این فرمول‌ها لازم است خط مبنایی در یک سمت

زمین در نظر بگیریم. البته اگر تمام محیط زمین به شکل منحنی باشد با یک خط مستقیم آن را تبدیل به دو قطعه می‌کنیم مانند اشکال زیر:



شکل ۸-۱۳

فرمول سمپسون (Simpson): برای استفاده از این فرمول در موقع برداشت باید ابتدا بر روی خط مبنا یک عده تقسیمات مساوی زوج (مثلاً به اندازه d) جدا کرده (مطابق شکل)، سپس طول عمودهای $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ را اندازه‌گیری کرد (نفرده).



شکل ۸-۱۴

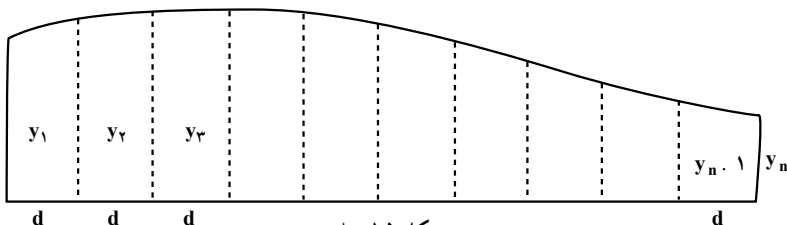
این فرمول به شکل کلی زیر است:

$$S = \frac{d}{3} (y_1 + 2y_2 + 2y_3 + \dots + 2y_{n-1} + y_n)$$

که در آن y_i مجموع طول عمودهای فرد از y_1, y_n و y_p . مجموع طول عمودهای زوج و d فاصله‌ی عمودها می‌باشد.

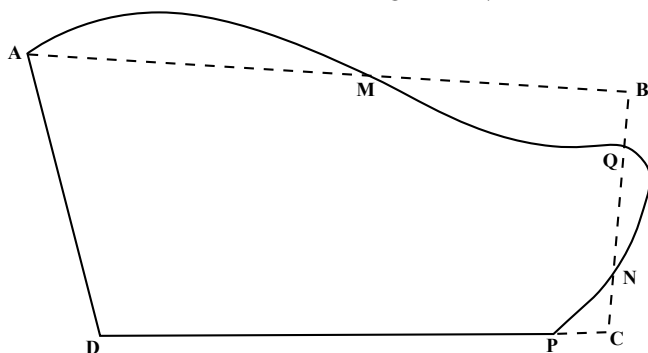
فرمول ذوزنقه: وقتی دقت زیادی موردنظر نباشد چون با جدا کردن قسمت‌های مساوی روی خط مبنا شکل تبدیل به یک عده شکل‌های تقریباً ذوزنقه می‌شود که می‌توان مساحت هر یک را از روی دستور مربوط به مساحت ذوزنقه حساب کرد. فرمول زیر نتیجه گرفته می‌شود.

$$S = d \left(\frac{y_1 + y_n}{2} + y_2 + y_3 + \dots + y_{n-1} \right)$$



شکل ۸-۱۵

روش تقریبی جبران: گاهی به جای خط منحنی محیط شکل، می توان خطوط مستقیمی را قرار داد به طوری که سطوح کسر شده تقریباً معادل سطوح اضافه شده باشند. مثلاً در شکل زیر چهارضلعی ABCD با اضلاع مستقیم مساحتی معادل مساحت شکل AMQNPD دارد. بنابراین با تعیین مساحت چهارضلعی ABCD مساحت شکل AMQNPD به دست می آید.



شکل ۱۶-۸
فعالیت های عملی

فعالیت عملی ۱

اخراج عمود به کمک گونیا: استاد امتداد مستقیمی روی زمین مشخص و نقطه ای بر این امتداد انتخاب می نماید و از هنرجویان می خواهد به وسیله ی انواع گونیا در این نقطه عمود نمودن بر امتداد را تمرین کنند.

فعالیت عملی ۲

فرود عمود به کمک گونیا: با انتخاب نقطه یا نقاطی خارج از امتداد مشخص شده روی یک زمین، هنرجویان موقعیت های عمود بر امتداد فوق را، از نقاط انتخاب شده، تعیین می کنند.

فعالیت عملی ۳

اندازه گیری آزیموت حداقل یک امتداد با قطب نما: پس از انتخاب یک امتداد روی زمین با قرار دادن یک ژالون به طور قائم همچنین ایستگاه گذاری با یک قطب نما بر روی آن، آزیموت امتداد تعیین می گردد.

فعالیت عملی ۴

تهیه‌ی پلان مسطحاتی با وسایل ساده: استاد منطقه‌ای محدود در محوطه‌ی هنرستان برای هر گروه از هنرجویان انتخاب می‌کند تا آن‌ها پس از رسم کروکی و انتخاب خط مبنا و نقطه‌ی مبدأ بر روی آن و اندازه‌گیری‌های لازم و تنظیم جدول مربوطه، پلان مسطحاتی مربوط را تهیه نمایند. با توجه به اهمیت کار رعایت نکات زیر هنگام عمل ضروری است:

الف: قبل از عمل حتماً یک کروکی از محوطه تهیه شود.

ب: به‌وسیله‌ی چند ژالون خط مبنا مشخص شود. با این کار علاوه بر این که وضعیت خط مبنا در محوطه قابل دید است هنگام اندازه‌گیری طول‌ها روی خط مبنا و همین‌طور فرود عمود بر خط مبنا، احتیاج به ژالون‌گذاری مجدد نیست.

ج: در اطراف عوارضی که می‌خواهیم آن‌ها را روی پلان مشخص کنیم هر چند نقطه که برای رسم دقیق آنها لازم است در نظر می‌گیریم. مثلاً برای یک امتداد مستقیم دو نقطه کافی است، یا برای یک ساختمان که چهار گوشه است، چهار نقطه و برای یک قوس کوچک سه نقطه مناسب است (چنانچه نقاطی از روی خط مبنا دیده نشوند فاصله‌ی آن‌ها تا دیگر نقاطی که از روی خط مبنا دیده می‌شوند مترکشی شده و بر روی کروکی نوشته می‌شود).

د: برای اندازه‌گیری آزمون می‌توان یکی از ژالون‌های روی خط مبنا را برداشته و به‌جای آن قطب‌نما را گذارده و با قرار دادن امتداد قراولروی روی امتداد ژالون دیگر، روی خط مبنا، آزمون مورد نظر را به‌دست آورد.

فعالیت عملی ۵

تهیه‌ی پلان مسطحاتی به کمک زاویه‌یاب: استاد منطقه‌ای در محوطه‌ی هنرستان برای هر گروه از هنرجویان انتخاب می‌کند تا آن‌ها پس از رسم کروکی و انتخاب ایستگاه جدول مربوطه را تنظیم نموده و پس از انجام محاسبات، پلان مسطحاتی منطقه را ترسیم نمایند (با توجه به نکات الف، ج و د فعالیت عملی ۴).

فعالیت عملی ۶

انتخاب زمینی به شکل منظم هندسی و تعیین مساحت آن با کمک فرمول:

زمینی به شکل منظم هندسی انتخاب کرده سپس مبادرت به اندازه‌گیری طول‌های لازم می‌نمایند. در یک مرحله می‌توان تنها یک مثلث در نظر گرفت و سپس شکلی دیگر که برای تعیین مساحت آن فرمول موجود است. در مورد مثلث به دلیل کثرت استفاده از آن تمرین بیش‌تر و تعیین مساحت، با استفاده از هر سه فرمول ذکر شده در متن کتاب، توصیه می‌شود.

فعالیت عملی ۷

انتخاب زمینی به شکل غیر منظم هندسی و تعیین مساحت از روش تجزیه به مثلث‌ها: در این حالت اندازه‌گیری اضلاع شکل و اقطار گذشته از یک رأس کافی هستند، لیکن به منظور کنترل می‌توان اقطاری اضافی را هم اندازه‌گیری کرد.

فعالیت عملی ۸

انتخاب زمینی به شکل غیر منظم هندسی و تعیین مساحت از روش اُفست: در این حالت به جای اندازه‌گیری طول‌ها (روش قبل) با انتخاب خط مبنا از رؤس عمودهایی بر آن وارد می‌آوریم و پس از تنظیم و تکمیل جدول مربوطه در کلاس مساحت کل قطعه زمین به دست می‌آید.

فعالیت عملی ۹

انتخاب زمینی که تمام یا قسمتی از محیط آن به شکل منحنی است و تعیین مساحت آن پس از ترسیم با مقیاس معین روی کاغذ: هنرجویان پس از انتخاب برداشت قطعه زمینی که تمام یا قسمتی از محیط آن به شکل منحنی است، برای هفته‌ی بعد، با مقیاس معینی بر روی کاغذ میلی‌متری آن را رسم می‌کنند و به دو طریق زیر مساحت آن را تعیین می‌کنند:

الف: با شمردن تعداد خانه‌های یک سانتی‌متر مربع (یا در مواردی که کار دقیق‌تر مورد نظر است با شمردن خانه‌های یک میلی‌متر مربع).

ب: با استفاده از دستگاه پلانی‌متر.

فعالیت عملی ۱۰

تعیین مساحت به کمک فرمول سمپسون و استفاده از روش تقریبی جبران:

هنرجویان مساحت قطعه زمینی را که تمام یا قسمتی از محیط آن به شکل منحنی است بار دیگر پس از جدا کردن یک عده تقسیمات زوج مساوی بر روی خط مبنا و اندازه گیری عرض ها و بدون رسم دقیق، و با استفاده از فرمول سمپسون، به دست می آورند. همچنین استاد برای هر گروه از هنرجویان قسمتی از قطعه زمین انتخاب شده را مشخص می نماید تا آن ها پس از جایگزین کردن خطوط مستقیم به جای خطوط منحنی مساحت آن قسمت را تعیین کنند.

تبصره: اگر زمینی به شکل مورد نظر در فعالیت های عملی ۶ تا ۱۰ وجود نداشته باشد با میخ کوبی می شود آن را ایجاد کرد.

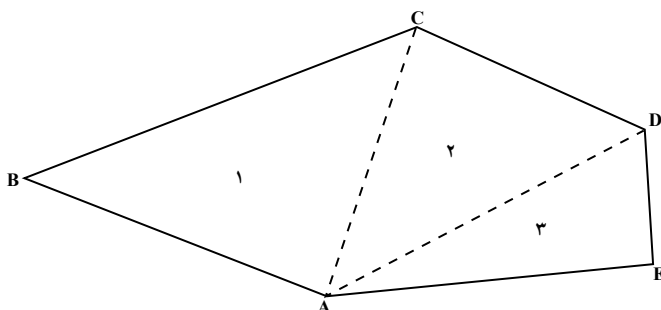
خود آزمایی

- ۱- ضمن تعریف اصطلاح برداشت عوامل مؤثر در انتخاب روش برداشت را ذکر نمایید.
- ۲- به منظور اخراج عمود از نقطه ی C واقع بر روی امتداد AB با استفاده از گونیا طرز عمل چگونه است؟ توضیح دهید.
- ۳- به منظور فرود عمود از نقطه ی P خارج از امتداد AB بر امتداد AB با استفاده از گونیا طرز عمل چگونه است؟ توضیح دهید.
- ۴- به کمک وسایل ساده از یک منطقه ی کوچک و محدود چگونه پلان مسطحاتی تهیه می شود؟ مراحل کار را توضیح دهید.
- ۵- برای تهیه ی پلان به کمک زاویه یاب، موقعیت هر نقطه ی روی زمین به وسیله ی چه کمیت هایی مشخص می گردد؟
- ۶- دستورالعمل تهیه ی پلان به کمک زاویه یاب را به طور خلاصه، بیان کنید.
- ۷- چگونه زاویه ی شیب یک امتداد مورّب پس از قرائت صفحه ی مدرّج قائم زاویه یاب تعیین می گردد؟ توضیح دهید.
- ۸- برای تعیین جهت شمال پلان چه باید کرد؟ توضیح دهید.
- ۹- اگر در موقع تهیه ی پلان به کمک زاویه یاب بعضی از نقاط مربوط به عوارض دیده نشود چه باید کرد؟

۱۰- اضلاع قطعه زمینی به شکل مثلث را به کمک نوار فلزی و به طور افقی اندازه گیری کرده ایم، اعداد زیر به دست آمده است. مساحت این نقطه زمین چند مترمربع است؟

متر ۵۶ . AC و متر ۶۰ . BC و متر ۵۰ . AB

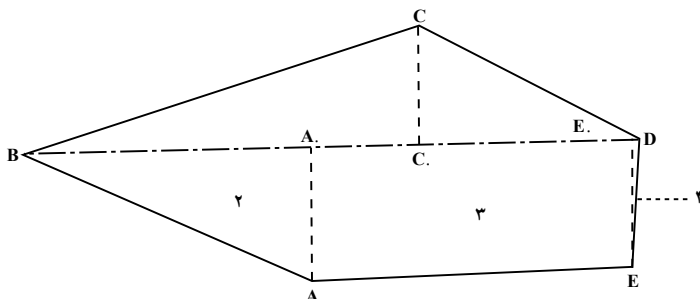
۱۱- برای محاسبه‌ی مساحت قطعه زمینی مطابق شکل زیر اضلاع محیط و دو قطر اندازه‌گیری شده‌اند که مقادیر آن‌ها داده شده است. مساحت این قطعه زمین چند متر مربع است؟



- متر ۹/۸۳ AB.
- متر ۱۲/۹۴ BC.
- متر ۷/۸۵ CD.
- متر ۴/۰۵ DE.
- متر ۱۰/۱۵ AE.
- متر ۸/۶۵ AC.
- متر ۱۱/۵۵ AD.

شکل ۱۷-۸

۱۲- اگر شکل فوق را مانند شکل زیر تقسیم‌بندی کنیم با توجه به اندازه‌های داده شده مجدداً مساحت شکل زیر را حساب کرده و نتیجه را با نتیجه‌ای که از خودآزمایی ۱۱ به دست آوردید مقایسه کنید.



- ۴/۳۵ AA.
- ۸/۹۰ AB.
- ۳/۴۶ CC.
- ۴/۰۳ EE.
- ۱۹/۰۱ EB.
- ۱۰/۱۱ AE.
- ۱۹/۵ BD.
- ۰/۴۹ ED.

شکل ۱۸-۸

۱۳- فرمول دوزنقه را با استفاده از شکل ۸-۱۵ ثابت کنید.

۱۴- به طور کلی قطعه زمین‌هایی را که می‌خواهیم مساحت آن‌ها را تعیین نماییم به چند دسته می‌توان تقسیم کرد؟ آن‌ها را نام ببرید.

۱۵- برای تعیین مساحت قطعه زمین‌هایی که شکل منظم هندسی ندارند از چه روش‌هایی می‌توان استفاده کرد؟ این روش‌ها را مختصراً توضیح دهید.

۱۶- از کاغذ میلی‌متری چگونه برای تعیین مساحت یک قطعه زمین استفاده می‌شود؟

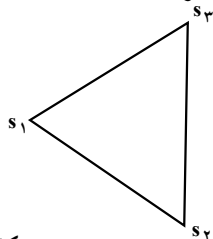
۱۷- پلانی متر از چند قسمت تشکیل شده است؟ آن‌ها را نام ببرید و بگویید برای تعیین مساحت چگونه از پلانی متر استفاده می‌شود.

۱۸- برای تعیین مساحت قطعه زمینی به شکل مثلث $S_1S_2S_3$ زوایای S_1 و S_2 و طول S_1S_2 اندازه گیری شده و اعداد زیر به دست آمده است. مساحت این قطعه زمین چه قدر است؟

$$\hat{S}_1 . 57$$

$$\hat{S}_2 . 65$$

$$LS_1S_2 . 150m$$

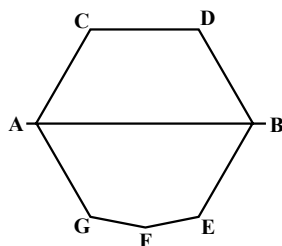


شکل ۱۹-۸

۱۹- برای تعیین مساحت قطعه زمینی به شکل چند ضلعی، مطابق کروکی شکل ۲۰-۸، AB به عنوان خط مبنا و نقطه‌ای A به عنوان مبدأ انتخاب و مقادیر x و y، نقاط رأس چند ضلعی، اندازه گیری و در جدول داده شده است :

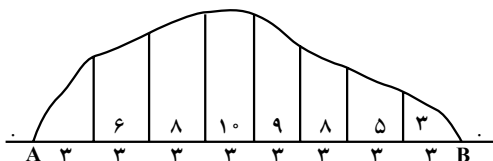
اولاً : این چند ضلعی را دقیقاً رسم کنید (با مقیاس $\frac{1}{500}$)
ثانیاً : مساحت آن را تعیین نمایید.

p	x	y
A	۰۰	۰۰
B	۴۱	۰۰
C	۱۰	۱۸
D	۲۸	۱۸
E	۳۷	۱۶
F	۱۸	۱۷
G	۴	۱۰



شکل ۲۰-۸

۲۰- برای تعیین مساحت قطعه زمینی مطابق شکل ۲۱-۸ . . . را به عنوان امتداد مبنا در نظر گرفته و AB را به هشت قسمت مساوی تقسیم کرده ایم که هر قسمت ۳ متر شده است و طول های اندازه گیری شده بر روی شکل مشخص گردیده است. مساحت این قطعه زمین برحسب متر مربع چه قدر است؟



شکل ۲۱-۸

مطالعه آزاد زندگینامه

ابوالوفا محمد بن یحیی بن اسماعیل بوزجانی از بزرگترین ریاضیدانان و منجمان دوره اسلامی است که در سال ۳۲۸ هـ. ق در شهر بوزجان (نام قدیم تربت جام) تولد یافت. در سن بیست سالگی به عراق مهاجرت کرد و تا آخر عمر در بغداد می‌زیست و با بیرونی معاصر بود و کسوفی را با قرارداد قبلی با هم رصد کرده‌اند. بوزجانی که یکی از مشاهیر علم هندسه می‌باشد دارای تألیفات بی‌شماری است از آن جمله کتاب اعمال هندسی و کتاب مجسطی بوزجانی. (درباره علم مثلثات مسطحه و کروی و فرمول‌های مطرح شده) کتاب حساب بوزجانی و جواب ابوالوفا برای محاسبه مساحت مثلث به حبوبی و مسأله‌های متعدد دیگر.

منابع:

- ۱- کتاب متفکران اسلام جلد دوم ترجمه آرام، فصل پنجم، ص ۱۴۶
- ۲- تاریخ علوم عربی نوشته مصطفی موالدی جلد ۳، ص ۵۳-۵۰، عربی سال ۱۹۷۹، محل انتشار دمشق
- ۳- کتاب بوزجانی نامه.

تهیه‌ی پلان با منحنی‌های تراز (Contour Line)

پلان‌های با منحنی تراز نوعی از پلان هستند که در آن‌ها موقعیت مسطحاتی و ارتفاعی عوارض یک منطقه از زمین، هر دو، مشخص شده‌اند و برحسب آن‌که دستگاه مورد استفاده تراز یاب و یا زاویه‌یاب باشد به دو روش «ترازیابی شبکه‌ای» و «تاکنومتری» عمل می‌شود که در این فصل راجع به آن‌ها توضیح داده خواهد شد.

- در پایان این فصل، دانش‌آموز باید قادر باشد :
 - منحنی‌های تراز متساوی‌البعد را تعریف نماید.
 - خواص منحنی‌های تراز را ذکر کند.
 - چگونگی عملیات تهیه‌ی پلان با منحنی‌های تراز را توضیح دهد.
 - روش‌های مختلف واسطه‌یابی برای رسم منحنی‌های تراز را ذکر کند.
 - چگونگی انجام عمل تاکنومتری برای تهیه‌ی پلان با منحنی‌های تراز را توضیح دهد.
- قبل از توضیح راجع به روش‌های «ترازیابی شبکه‌ای» و «تاکنومتری» منحنی‌های تراز (یا میزان) را می‌شناسیم :

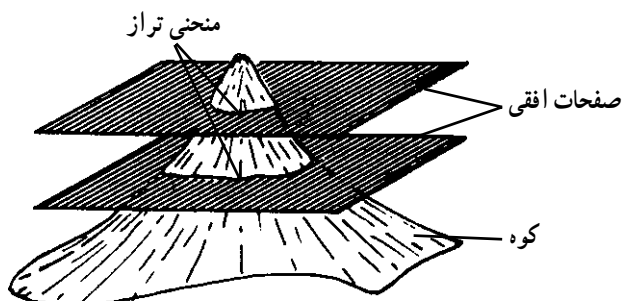
۹-۱- تعریف منحنی‌های تراز

– منحنی‌های تراز به صورت زیر تعریف می‌شوند :

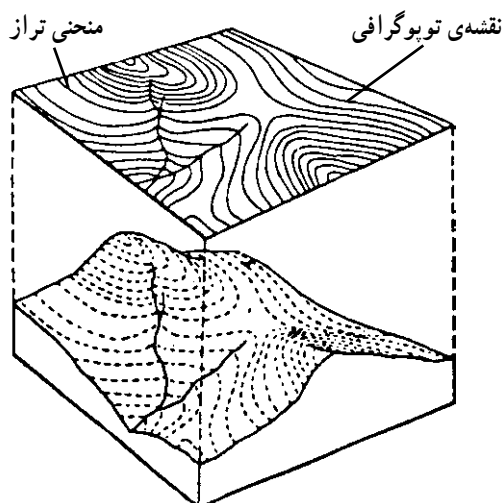
اگر یک سطح تراز، زمینی را قطع کند به مقطع این سطح تراز با سطح خارجی زمین منحنی تراز می‌گوییم.

تجسم برجستگی‌ها و فرورفتگی‌ها و فرم هندسی زمین با ترسیم خطوط منحنی تراز امکان‌پذیر است و به کمک آن‌هاست که شکل واقعی زمین نشان داده می‌شود، برای درک این رابطه فرض کنید تپه‌ای با صفحات نازک افقی به فواصل معین قطع شود هر صفحه که تپه را قطع می‌کند، برحسب

شکل تپه، در محل قطع شده تولید خطوط پیچ و خم داری می نماید که در پایین تپه بزرگ تر و در بالای تپه کوچک ترند اینها همان «منحنی های تراز» هستند.



الف



ب

شکل ۹-۱

منحنی های فوق در فضا در اختیار نیستند. لیکن تصویر آن ها را بر روی صفحه ی کاغذ می توانیم رسم کنیم.

۹-۲- تعریف متساوی البعد (Equidistant)

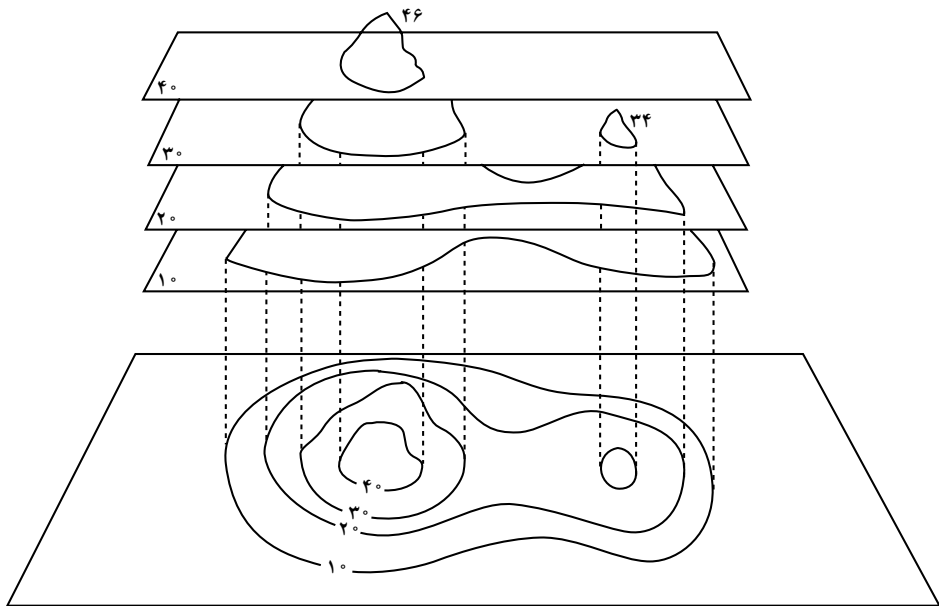
متساوی البعد به صورت زیر تعریف می شود :

به فاصله ی صفحات افقی که زمین را قطع می کنند (که همان فاصله ی منحنی های تراز نسبت به یکدیگرند) متساوی البعد می گویند.

۳-۹- خواص منحنی‌های تراز

هر چه متساوی‌البعد کم‌تر باشد شکل واقعی زمین بهتر مجسم می‌گردد، به همین خاطر است که هرگاه بخواهند دقت نقشه‌ای را زیاد کنند فواصل را تا آن‌جا که امکان دارد کم‌تر می‌گیرند. ارتباط میان منحنی‌های تراز و متساوی‌البعد بستگی زیادی به شکل زمین (از لحاظ کوهستانی یا دشت بودن)، به دقت نقشه‌برداری، روش برداشت و به‌خصوص مقیاس نقشه دارد.

برای سهولت قرائت منحنی‌های تراز از هر پنج منحنی یا هر ده منحنی تراز یکی را ضخیم ترسیم می‌کنند که به نام «منحنی تراز اصلی» خوانده می‌شود. میان منحنی‌های تراز اصلی، منحنی‌های تراز فرعی با ضخامت کم‌تر رسم می‌شوند و رقم ارتفاعات معمولاً روی منحنی‌های تراز اصلی نوشته می‌شود. خطوط منحنی تراز در طبیعت وجود ندارد لیکن نقاطی که روی یک منحنی تراز هستند دارای ارتفاعات برابرند، از این خاصیت برای رسم منحنی‌های تراز استفاده می‌کنند. به این ترتیب که پس از مشخص کردن ارتفاع تعدادی نقطه، نقاط هم ارتفاع را پیدا کرده به هم وصل می‌نمایند. در این‌جا به شرح یکی از روش‌های موجود که مناسب‌ترین روش برای مناطق کوچک می‌باشد، می‌پردازیم.



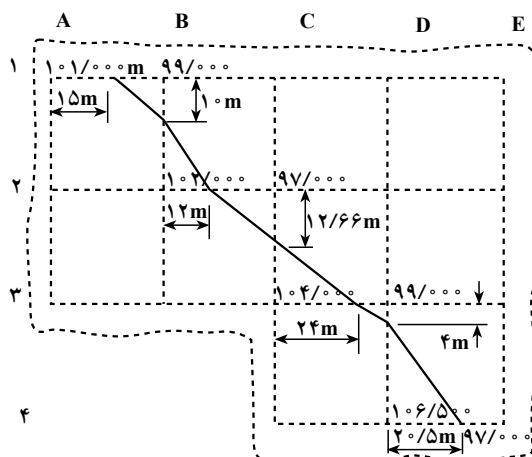
شکل ۲-۹

تهیه‌ی پلان با منحنی‌های تراز به‌طریقه‌ی «ترازیابی شبکه‌ای (Grid Method)»: زمین را با ریختن رنگ (میخ‌کوبی) مطابق شکل ۳-۹ شبکه‌بندی می‌نماییم. برای نام‌گذاری نقاط می‌توان امتدادهای قائم را با حروف و امتدادهای عمود بر آن‌ها را با اعداد نشان داد، در این صورت نام نقطه‌ی تقاطع دو خط، مثلاً A_7 یا D_4 خواهد بود. سپس به‌وسیله‌ی ترازیابی ارتفاع هر نقطه را که مشخص شده پیدا می‌کنیم. با معلوم بودن ابعاد شبکه می‌توان آن را، با توجه به مقیاس، روی کاغذ رسم کرد و ارتفاع پیدا شده‌ی هر نقطه را در کنار آن نوشت. آنچه به‌دست می‌آید پلان رقوم‌دار نامیده می‌شود. این نوع پلان‌ها به منظور بررسی فرم زمین در اراضی ناهموار و مخصوصاً در پروژه‌های ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. چنانچه پس از تهیه‌ی پلان رقوم‌دار با عمل واسطه‌یابی (Interpolation) بین نقاط مزبور نقاط هم ارتفاع را پیدا کرده به هم وصل کنیم. منحنی‌های تراز مشخص می‌شوند و به این ترتیب یک «پلان با منحنی‌های تراز» به‌دست می‌آید.

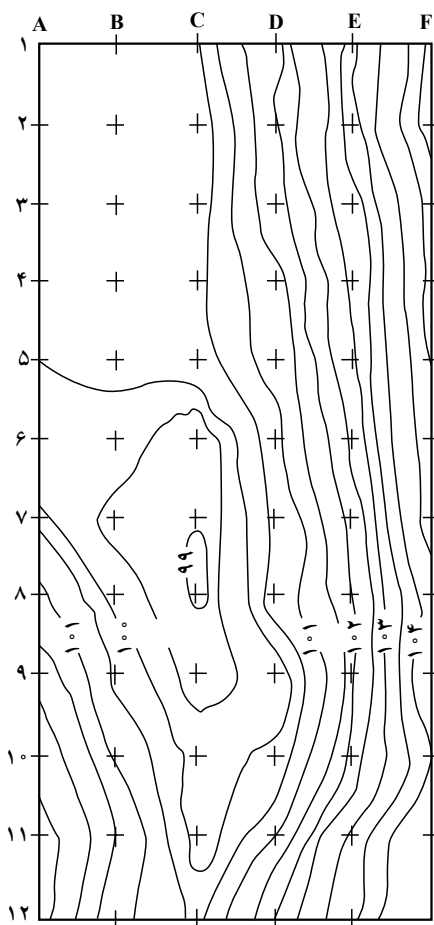
۹-۴ - روش‌های مختلف واسطه‌یابی برای رسم منحنی‌های تراز

الف - روش محاسبه‌ای: در این روش هر نقطه‌ی روی منحنی تراز، پس از محاسبه‌ی فاصله‌اش تا یکی از نقاط رقوم‌دار پیدا می‌شود. این فاصله به وسیله‌ی یک تناسب ساده به‌دست می‌آید. با یک مثال، طرز عمل توضیح داده می‌شود.

مثال: در پلان رقوم دار زیر تنها منحنی میزان صد متری رسم گردیده است، برای رسم آن دو نقطه‌ی A به ارتفاع ۱۰۱ متر و B به ارتفاع ۹۹ متر را در نظر گرفته‌ایم (یکی کم‌تر از صد و دیگری بیش‌تر از صد) و در روی ۳۰ AB متر باید نقطه‌ی M به ارتفاع صد متر مشخص گردد. اختلاف



شکل ۳-۹



شکل ۹-۴

نقاط	اختلاف ارتفاعات
۱	۱/۵۰m
۲	۱/۹۰
۳	۱/۷۸
۴	۰/۱۰
۵	۰/۱۰

ارتفاع A و B برابر ۲ متر است که این اختلاف ارتفاع مربوط به طول ۳۰ متر می‌باشد. بنابراین چون اختلاف ارتفاع نقاط M و A برابر یک متر است می‌توان نوشت. متر ۱۵. $\frac{30 \times 1}{2}$ AM. به همین ترتیب برای نقاط مشابه M عمل می‌شود.

ب- روش تخمینی: در این روش محاسبه‌ای انجام نمی‌شود و جای هر نقطه‌ای مانند M، بین دو نقطه‌ای A و B با توجه به اختلاف ارتفاع C نقاط A و B از یک طرف و A و M از طرف دیگر تخمین زده می‌شود. روشن است که این روش تقریبی است ولی با تمرین می‌توان دقت آن را به حدود دقت روش محاسبه‌ای رسانید.

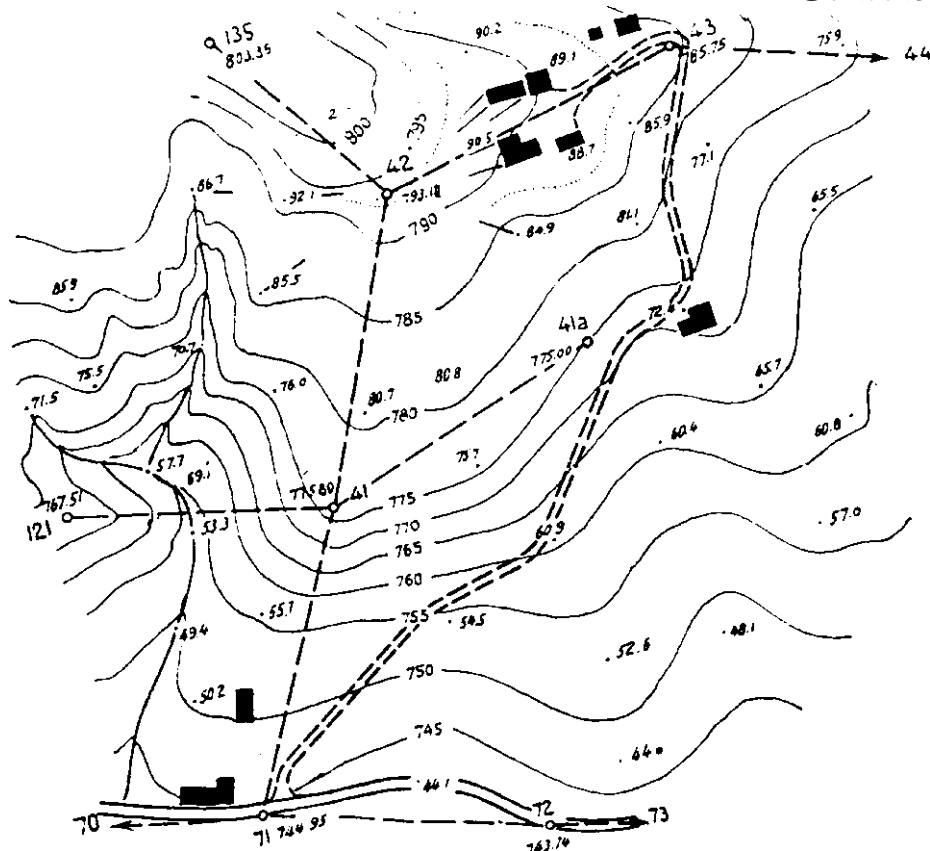
پلان با خطوط منحنی تراز روبه‌رو پس از انجام عملیات ذکر شده‌ی فوق تهیه گردیده است.

۹-۵- تهیه‌ی پلان با منحنی‌های تراز به طریقه‌ی «تاکئومتری (Tacheometry)»:

ممکن است برای تهیه‌ی پلان با منحنی‌های تراز از یک زاویه‌یاب استفاده نماییم؛ در این صورت مانند تهیه‌ی پلان مسطحاتی که در فصل هشتم دیدیم عمل می‌شود. با این تفاوت که اختلاف ارتفاع‌های نقاط را هم به‌دست می‌آوریم. به‌عنوان مثال، اختلاف ارتفاع‌های نقاط برداشت شده در جدول (صفحه ۱۱۶) را در این‌جا می‌بینید.

با معلوم بودن ارتفاع ایستگاه اختلاف ارتفاع‌های نقاط ۱ تا ۵ به‌دست می‌آید.

در مناطق ناهموار کلیه‌ی نقاطی را که شیب زمین در آن‌ها تغییر می‌کند به ترتیب صفحه‌ی قبل می‌توان «تاکتومتری» نمود. منظور از این عمل آن است که همراه فاصله‌ی افقی، اختلاف ارتفاع‌های نقاط هم به دست آید که بتوان به کمک آن‌ها ارتفاع‌های نقاط را محاسبه نمود. البته بدین منظور لازم است قبلاً ارتفاع نقاط ایستگاه را (در مناطق نسبتاً بزرگ مجبور هستیم چند ایستگاه اختیار کنیم) از روی یک (BM) پیدا کرد. در شکل زیر این ایستگاه‌ها با شماره‌های ۷۱، ۷۲، ۴۱، ۴۲ و ۴۳ نشان داده شده است.



شکل ۹-۵

پلان با منحنی‌های تراز فوق بخشی از پلان یک منطقه‌ی نسبتاً بزرگ است و به‌طوری که می‌بینید در این روش نقاط وضعیت مرتبی ندارند و در نقاط تغییر شیب زمین اختیار شده‌اند و چون فاصله و زاویه‌ی افقی آن‌ها از ایستگاه‌ها اندازه‌گیری شده بر روی پلان پیاده شده‌اند سپس ارتفاع‌های محاسبه شده‌ی آن‌ها در کنارشان نوشته شده است.

فعالیت‌های عملی

فعالیت عملی ۱

ترازیابی شبکه‌ای: چون به منظور تهیه‌ی پلان رقوم‌دار و پلان با منحنی‌های میزان، لازم است یک عمل ترازیابی شبکه‌ای انجام شود به‌تراست منطقه‌ای که انتخاب می‌شود برای تهیه این نوع پلان‌ها مناسب باشد تا بتوان از نتیجه‌ی کار بعداً استفاده کرد.

در منطقه‌ای ناهموار به ابعاد حداقل 50×50 متر، شبکه‌ای بر روی زمین می‌سازیم، این کار با متر انجام می‌شود (و استاد می‌تواند شخصاً با همکاری هنرجویان این کار را به‌وسیله‌ی یک تئودولیت کنترل نماید) و نقاط رأس شبکه با میخ کوبی یا گچ‌ریزی مشخص می‌گردند. سپس هنرجویان به کمک ترازیاب ارتفاع نقاط رأس شبکه را از روی ارتفاع یک بنج مارک که در منطقه فرض می‌شود به‌دست می‌آورند. تبصره: ضمن فعالیت عملی فوق هر کجا استاد مناسب می‌داند از هنرجویان می‌خواهد روش‌های کنترل در ترازیابی را، به‌شرح مندرج در متن کتاب، به‌کار گیرند.

فعالیت عملی ۲

ترسیم و محاسبات در کلاس: پس از انجام فعالیت عملی فوق با در دست داشتن جدول ترازیابی شبکه‌ای عملیات زیر انجام می‌شود.

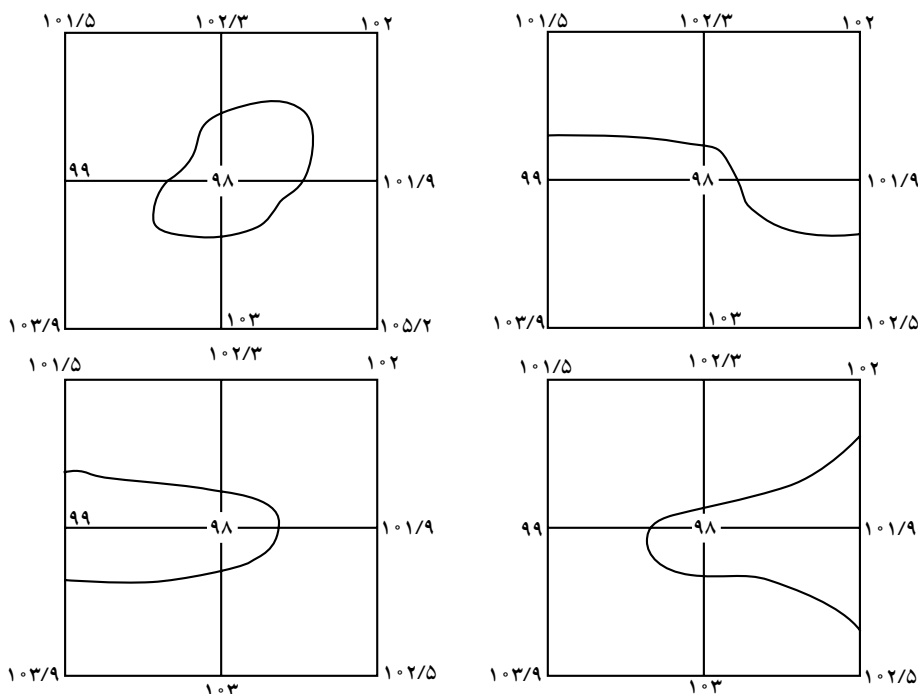
الف: ارتفاع گرد شده‌ی یک یک نقاط شبکه محاسبه و در ستون آخر جدول ترازیابی درج می‌گردد.

ب: شبکه را با مقیاس معینی روی کاغذ رسم کرده و ارتفاع به‌دست آمده برای هر نقطه را در کنار آن می‌نویسیم. به این ترتیب یک پلان رقوم‌دار به‌دست می‌آید.

ج: بر روی پلان رقوم‌دار فوق (با در نظر گرفتن ارتفاعات حداقل و حداکثر و تعیین فاصله‌ی خطوط تراز) کلیه‌ی منحنی‌های میزان ترسیم می‌شود (توصیه می‌شود در این مورد استاد یکی دو تا از خطوط تراز را همراه هنرجویان بر روی تابلو رسم کند سپس هنرجویان خود، کار ترسیم را ادامه دهند).

خودآزمایی

- ۱- منحنی تراز چیست و چگونه به دست می آید؟
- ۲- متساوی البعد به کدام فاصله می گویند؟
- ۳- خواص منحنی های تراز را بیان کنید.
- ۴- پلان رقوم دار چیست؟
- ۵- پلان با منحنی های تراز چگونه به دست می آید؟
- ۶- واسطه یابی به چه معنی است؟
- ۷- روش های واسطه یابی را نام ببرید.
- ۸- منحنی تراز اصلی چیست؟
- ۹- اصول کار تهیه ی پلان با خطوط تراز از یک منطقه به طریقه ی شبکه بندی را ذکر کنید.
- ۱۰- تفاوت روش های محاسبه ای و تخمین به منظور رسم منحنی های تراز چیست؟
- ۱۱- وقتی از زاویه یاب به منظور تهیه ی پلان با خطوط تراز استفاده می کنیم، موقعیت نقاط برداشت شده بر روی زمین و سپس بر روی کاغذ چه تفاوتی با روش تراز یابی شبکه بندی پیدا می کند؟
- ۱۲- منحنی تراز صدمتری بر روی کدام یک از اشکال زیر صحیح رسم شده است؟



شکل ۶-۹

۱۳- بر روی پلان رقوم‌دار زیر خطوط تراز ۱۰۰/۵، ۱۰۰/۹ و ۱۰۱/۹ را رسم کنید.

۱۰۱/۹	۱۰۱/۵	۱۰۲/۳	۱۰۲
۱۰۰	۹۹	۹۸	۱۰۱/۹
۹۹/۵	۱۰۳/۹	۱۰۳	۱۰۲/۵

شکل ۷-۹

۱۴- چگونه شبکه‌ی ترازبایی بر روی زمین مشخص و نام‌گذاری می‌گردد؟

تهیه‌ی برش (Section - Profile) از زمین

هنگامی که در یک امتداد معین می‌خواهیم وضعیت ارتفاعی زمین را مشخص کنیم برش تهیه می‌نماییم. بدین منظور کافی است فاصله‌ی افقی و اختلاف ارتفاع نقاط روی امتداد مشخص شده‌ی فوق را مستقیماً در روی زمین اندازه‌گیری نمود و یا به‌جای اندازه‌گیری مستقیم این کمیت‌ها روی زمین آن‌ها را از روی نقشه، با منحنی‌های تراز منطقه‌ای که امتداد فوق در آن قرار دارد تعیین کرد. بنابراین برای تهیه‌ی برش دو روش مستقیم و غیرمستقیم موجود است.

در پایان این فصل، دانش‌آموز باید قادر باشد :

– برش زمین را تعریف کند.

– روش‌های تهیه‌ی برش از یک امتداد روی زمین را نام برده و مراحل تهیه‌ی هرکدام را توضیح دهد.

۱-۱- تعریف برش^۱

برش را به‌صورت زیر تعریف می‌کنند :

برش، فصل مشترک یک صفحه‌ی قائم با زمین است که در امتداد محور معینی آن را قطع می‌کند.

منظور از تهیه‌ی برش مشخص کردن ارتفاع نقاط مختلف سطح زمین در امتداد محور معین شده‌ای می‌باشد، وقتی برش روی کاغذ رسم می‌شود در مراحل مختلف کارهای مهندسی اعم از مطالعه و ارزیابی یا اجرای طرح‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱-۲- انواع برش از زمین

برای تهیه‌ی برش از زمین در یک امتداد مشخص به دو گونه می‌توان عمل کرد :

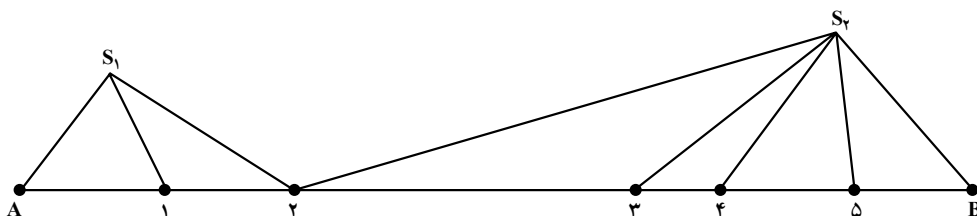
۱- در اینجا تنها یک نوع برش موردنظر است که در هر امتدادی روی زمین آن را می‌توان تهیه کرد و این امتداد روی زمین می‌تواند در طول باشد یا در عرض. در صورتی که در راه‌سازی برای مشخص ساختن وضعیت ارتفاعی زمین دو امتداد عمود برهم را در نظر می‌گیرند و در هر امتداد یک نوع برش تهیه می‌کنند که یکی را می‌توان برش طولی و دیگری را برش عرضی خواند.

الف — روش مستقیم تهیهی برش از زمین: در این روش با عملیات زمینی، اندازه‌گیری فاصله‌ی افقی و اختلاف ارتفاع نقاطی که روی امتداد موردنظر قرار دارند برش به‌دست می‌آید. جزئیات و مراحل کار به‌شرح زیر است:

امتداد موردنظر را روی زمین با میخ‌کوبی مشخص می‌کنیم (میخ‌ها فاصله‌ی ثابتی ندارند و تعداد آن‌ها بستگی به شیب دارد. هر جا شیب زمین تغییر می‌کند میخ‌کوبی می‌کنیم). بعد فاصله‌ی میخ‌های متوالی را دقیقاً اندازه‌گیری کرده و با ترازیبی (یا تاکنومتری) ارتفاعات نقاط را نیز پیدا می‌کنیم، سپس با معلوم بودن ارتفاعات نقاط و فواصل آن‌ها برای رسم برش روی کاغذ مشبک میلی‌متری دو محور عمود بر هم به‌عنوان محورهای فواصل و ارتفاعات، در نظر گرفته و هر نقطه را با این مختصات دوگانه‌اش روی دستگاه مختصات فوق پیدا می‌کنیم، سپس نقاط را به ترتیب به هم وصل می‌نماییم.

مثال: در امتداد مشخص AB روی زمین برش زمین را به‌دست آورید.

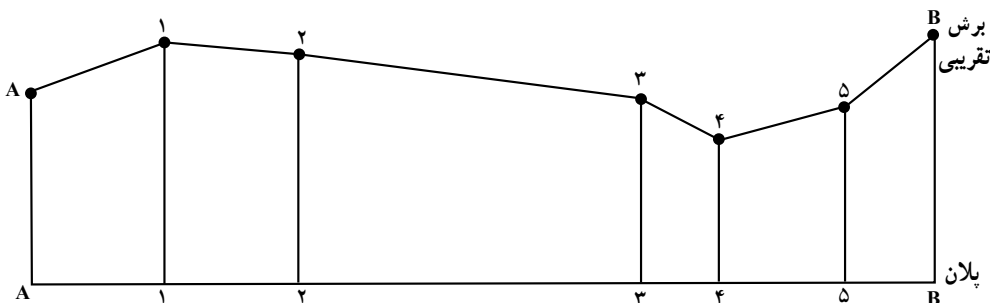
فرض کنید نقاط تغییر شیب بر روی امتداد AB به شکل زیر مشخص و از ایستگاه‌های S_1 و S_2 ترازیبی شده باشند.



شکل ۱-۱۰

از نظر ارتفاعی وضعیت نقاط تغییر شیب را پس از مشاهده‌ی آنان در روی زمین به‌شکل زیر

حدس بزنیم.



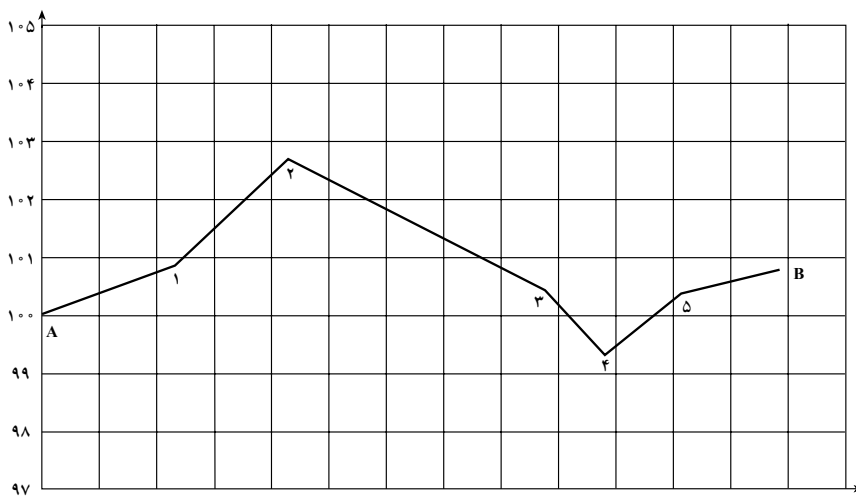
شکل ۲-۱۰

جدولی به شکل زیر تنظیم و فواصل و اعداد حاصل از ترازایی نقاط را در آن می‌نویسیم (از ایستگاه S_1 نقاط A، ۱ و ۲ و از ایستگاه S_2 نقاط ۳، ۴، ۵ و B را ترازایی می‌نماییم، نقطه‌ی A به‌عنوان BM در نظر گرفته شده است).

می‌توان گفت منظور از تهیه‌ی برش نشان دادن دقیق مقطعی است که در شکل ۲-۱۰ در نظر گرفتیم. چنانچه برای نقاط شکل ۱-۱۰ پس از ترازایی و اندازه‌گیری فواصل افقی جدول زیر تنظیم شده باشد که در آن ارتفاعات نقاط محاسبه گردیده و سپس با یک رقم اعشار گرد شده شکل دقیق مقطع در امتداد AB در شکل ۳-۱۰ نشان داده شده است.

ارتفاع گرد شده به متر	ارتفاع	فاصله	اختلاف ارتفاع به میلی‌متر		قرائت جلو (m.m)	قرائت وسط (m.m)	قرائت عقب (m.m)	نقاط
			+	-				
۱۰۰/۰	۱۰۰/۰۰۰	۲۲/۵۱					۳۶۲۷	A
۱۰۰/۹	۱۰۰/۸۷۶	۲۰/۰۰	۰۸۷۶			۲۷۵۱		۱
۱۰۲/۷	۱۰۲/۷۱۲	۴۴/۵۲	۱۸۳۶		۰۹۱۵		۰۴۸۰	۲
۱۰۰/۶	۱۰۰/۵۹۰	۹/۹۸		۲۱۲۲		۲۶۰۲		۳
۰۹۹/۳	۹۹۳۲۱	۱۳/۲۵		۱۲۶۹		۳۸۷۱		۴
۱۰۰/۵	۱۰۰/۵۰۰	۱۸/۰۵	۱۱۷۹			۲۶۹۲		۵
۱۰۰/۹	۱۰۰/۹۱۳		۰۴۱۳		۲۲۷۹			B

مقیاس $\frac{1}{100}$



شکل ۳-۱۰

مقیاس $\frac{1}{1000}$
۱۴۲

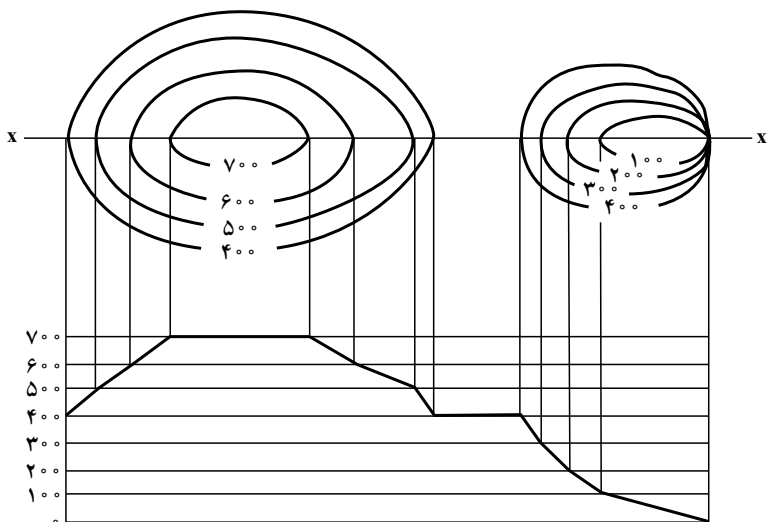
تبصره‌ی ۱: برای دقیق‌تر رسم شدن برش می‌توان بین نقاطی که شیب یک‌نواخت ولی فاصله زیاد است، نقاط اضافی در نظر گرفت (مثلاً در این جا بین نقاط ۲ و ۳).

تبصره‌ی ۲: چنانچه تغییرات ارتفاع نسبت به فاصله کوچک باشد، معمولاً مقیاس محور ارتفاعات ده برابر مقیاس محور فواصل اختیار می‌شود (همان‌گونه که در نقشه‌برداری مسیر معمول است چون فواصل بلند و تغییرات ارتفاع نسبت به فاصله عدد کوچکی است).

ب- روش غیرمستقیم تهیه‌ی برش از زمین: با انجام عملیاتی به شرح زیر می‌توان از روی پلان با منحنی‌های تراز یک منطقه از زمین در امتدادی معین برش رسم کرد.

— امتداد موردنظر را بر روی پلان رسم می‌کنیم (امتداد xx در شکل ۴-۱۰).

— پس از مشخص کردن ارتفاع پایین‌ترین و بالاترین منحنی تراز که امتداد موردنظر را قطع می‌کند بر روی کاغذ دو محور افقی و قائم رسم می‌کنیم، به این ترتیب که محور قائم با توجه به دو ارتفاع ذکر شده مدرج شود و محور افقی موازی امتداد xx باشد.



شکل ۴-۱۰

— از هر نقطه که امتداد موردنظر، منحنی تراز را قطع کرده است خطی عمود بر خط افقی هم ارتفاع آن نقطه رسم می‌کنیم.

— از تقاطع هر دو، نقطه‌ای به دست می‌آید که پس از وصل کردن این نقاط به هم برش موردنظر ترسیم می‌گردد.

فعالیت‌های عملی

فعالیت عملی ۱

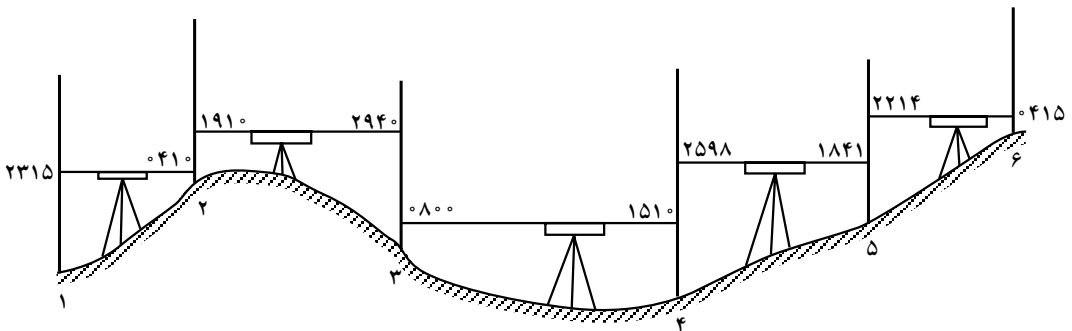
تهیه‌ی برش به طریقه‌ی مستقیم: پس از انتخاب امتدادی بر روی زمین، نقاط تغییر شیب زمین ترازبایی شده و فاصله‌ی آن‌ها را با مترکشی به دست آورید. سپس با در نظر گرفتن مقیاس مناسب برای فواصل و ارتفاعات، بر روی کاغذ میلی متری برش رسم گردد.

فعالیت عملی ۲

تهیه‌ی برش به طریقه‌ی غیرمستقیم: بر روی پلان با خطوط ترازبایی که قبلاً تهیه کردید امتداد یا امتدادهایی را مشخص نموده و به روش غیرمستقیم برش تهیه کنید. تبصره: اگر پلان با منحنی‌های تراز تهیه شده به وسیله‌ی هنرجویان، مناسب برای فعالیت عملی (۲) نباشد، استاد پلان با منحنی‌های تراز دیگری را جهت انجام فعالیت عملی فوق به هنرجویان ارائه نماید.

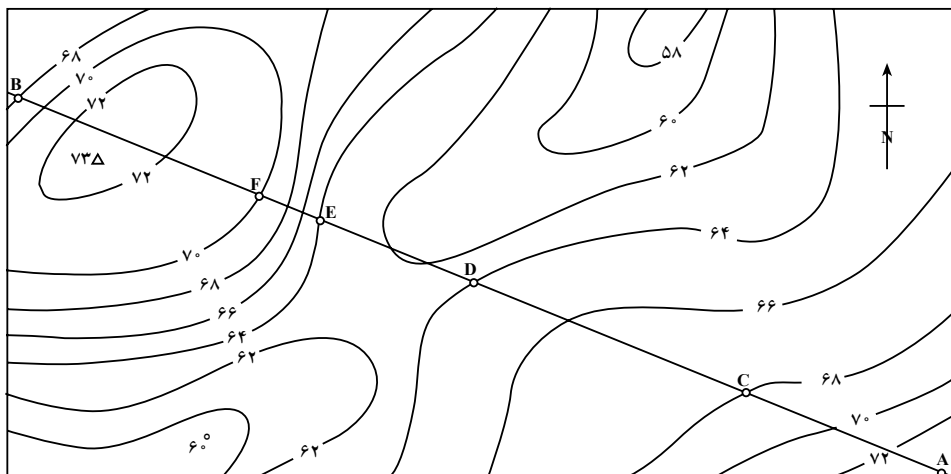
خودآزمایی

۱- اگر برای پیدا کردن برش امتداد بین دو نقطه‌ی (۱) و (۶) در شکل ۵-۱ در روی زمینی عمل ترازبایی به شکل زیر بین نقاط تغییر شیب زمین انجام شده و فاصله‌ی نقاط به ترتیب ۲۷/۵m ، ۲۰-۱ ، ۳۵m ، ۳-۲ ، ۶۲m ، ۴-۳ ، ۳۱/۵m ، ۵-۴ و ۲۸m ، ۶-۵ و ارتفاع نقطه ۱ برابر ۲۵/۱۲m باشد جدول لازم برای رسم برش فوق که در دو ستون ارتفاع‌های نقاط و فواصل نقاط از مبدأ را نشان می‌دهد تنظیم نمایید. سپس برش فوق را با مقیاس انتخابی رسم کنید.



شکل ۵-۱

۲- در پلان با منحنی‌های تراز زیر، در طول امتداد AB یک برش رسم کنید.



شکل ۶-۱۰

محاسبه‌ی حجم عملیات خاکی

پس از طراحی و قبل از شروع عملیات اجرایی پروژه‌های عمرانی، از جمله کارهایی که باید انجام شود محاسبه‌ی حجم عملیات خاکی است و این کار زمانی صورت می‌گیرد که تغییر وضعیت ارتفاعی در زمین منطقه‌ی موردنظر برای اجرای پروژه، به‌وسیله‌ی طراح پیش‌بینی شده باشد. این بدان سبب است که زمین منطقه‌ای که قرار است پروژه‌ی عمرانی در آن اجرا شود به ندرت کاملاً صاف و آماده‌ی شروع عملیات اجرایی است. بنابراین قبل از شروع عملیات ساختمانی باید در منطقه خاک‌ریزی یا خاک‌برداری و یا در قسمت‌های خاک‌ریزی و در قسمت‌های دیگر خاک‌برداری انجام شود. در این خصوص دو سؤال زیر مطرح می‌گردد:

— اول آن که وضعیت مناسب ارتفاعی به‌منظور اجرای پروژه، که مقرون به‌صرفه هم باشد، کدام است؟
— دوم آن که هزینه‌ی عملیات خاکی اجرای پروژه چه مقدار برآورد می‌شود؟
به‌منظور پاسخ‌گویی به سؤالات فوق لازم است حجم عملیات خاکی محاسبه شود و این کار مستلزم دست‌یابی به ارتفاع نقاط مختلف منطقه قبل و بعد از اجراست که با عملیات نقشه‌برداری حاصل می‌شود و از آن‌جا که سطح زمین طبیعی معمولاً متغیر و نامنظم می‌باشد، لذا انجام محاسبات عملیات خاکی در این گونه زمین‌ها معمولاً به‌صورت تقریبی صورت گرفته و دقت نتایج حاصله بستگی کامل خواهد داشت به تعداد نقاطی که در واحد سطح، ارتفاع آنها اندازه‌گیری شده است. معمولاً حجم توده‌ی خاک با استفاده از حجم اجسام هندسی منظمی که بیش‌ترین شباهت را به توده‌ی خاک موردنظر دارند محاسبه می‌گردد و در هر صورت آن‌چه در نقشه‌برداری مهم است مشخص شدن وضعیت این توده خاک است که با روش‌هایی که در این فصل گفته می‌شود، این کار امکان‌پذیر است.

۱۱-۱- محاسبه‌ی حجم عملیات خاکی

در پایان این فصل، دانش‌آموز باید قادر باشد:

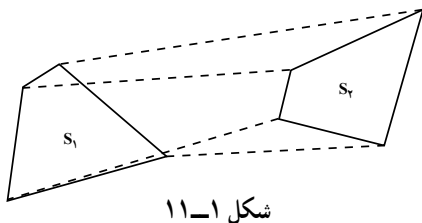
— با در دست داشتن سطح چند مقطع از زمین به‌وسیله روشهای زیر حجم عملیات خاکی را محاسبه نماید.

— روش منشور

— فرمول سمپسون

— بلان با منحنی‌های تراز

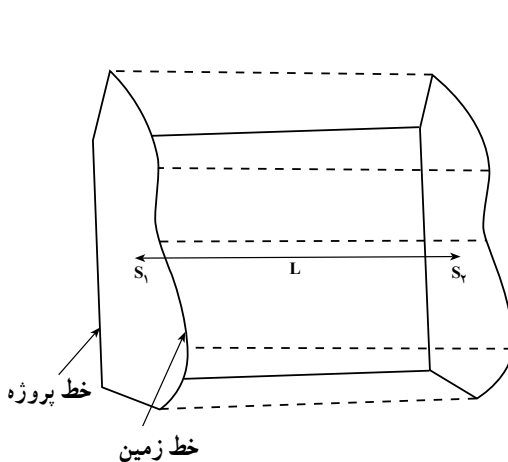
— ارتفاع نقاط



۱۱-۲ — محاسبه‌ی حجم عملیات خاکی با استفاده از قاعده‌ی منشوری

متداول‌ترین جسم هندسی که بیش‌ترین شباهت را با حجم توده‌های خاک دارد منشور است و بنابر تعریف :

منشور حجمی است که از دو طرف به دو سطح موازی محدود شده و سطوح جانبی آن مسطح می‌باشند.

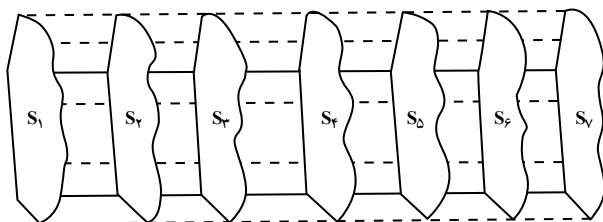


شکل ۱۱-۲

با توجه به آن که حجم منشور با معلوم بودن سطوح S_1 و S_2 قابل محاسبه است چنانچه برای منطقه‌ای که محاسبه‌ی حجم توده‌ای از خاک آن موردنظر است، دوبرش در ابتدا و انتهای توده‌ی خاک تهیه کرده با توجه به سطح پروژه‌ی مناسب در طرح سطح خاک‌ریزی یا خاک‌برداری در هر قسمت را مشخص می‌سازیم و چنانچه در ابتدا و انتهای بین خطوط زمین و پروژه سطوح S_1 و S_2 به‌دست آید با استفاده از دستور ساده‌ی زیر حجم منشور بین دو سطح مذکور به‌دست می‌آید. (فاصله‌ی دو برش می‌باشد)

$$V = \left(\frac{S_1 + S_2}{2} \right) L$$

چنانچه تعیین دقیق‌تر حجم عملیات خاکی موردنظر باشد می‌توان بر روی طول L به فواصل مساوی نقاطی درنظر گرفته و در این نقاط برش زمین را تهیه و سطح بین خط زمین و پروژه را برای آن‌ها حساب کرد. سپس حجم بین هر دو سطح را به‌دست آورده و باهم جمع نمود.



شکل ۱۱-۳

به منظور محاسبه‌ی دقیق‌تر حجم، روابطی نیز موجود است که در این جا به شرح مختصر آن‌ها می‌پردازیم.

۱-۲-۱۱ — فرمول سمپسون (Simpson): چنانچه تعداد فواصل مساوی انتخاب شده بر روی طول L مطابق شکل ۱۱-۳ زوج باشد که در نتیجه تعداد برش‌ها فرد خواهد شد. از رابطه‌ی زیر که به فرمول سمپسون معروف است حجم را می‌توان محاسبه نمود (d فاصله‌ای انتخاب شده بین دو برش است).

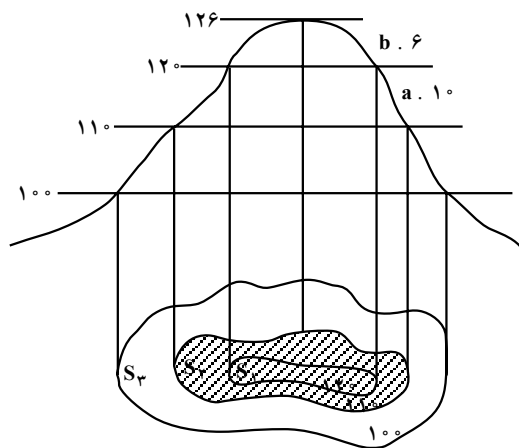
$$V = \frac{d}{3} (S_1 + 2 \cdot S_i + 4 \cdot S_p + S_n)$$

که در آن S_i مجموع مساحت‌های برش‌های فرد غیر از S_1 و S_n ، مجموع مساحت‌های برش‌های زوج می‌باشند.

۱۱-۳ — محاسبه‌ی حجم با استفاده از پلان با منحنی‌های تراز

چنانچه پلان با منحنی‌های تراز منطقه‌ای که حجم عملیات آن مورد نظر است در دست باشد می‌توان مطابق شکل ۱۱-۴ برای تعیین حجم عملیات خاکی سطوح S_1 ، S_2 ، S_3 و... را به کمک یکی از روش‌های محاسبه‌ی سطح حساب کرده و سپس حجم را محاسبه نمود. به عنوان مثال در شکل ۱۱-۴ می‌توان رابطه‌ی زیر را نوشت:

$$V = \frac{1}{3} (S_1 + 4S_2 + S_3) \cdot 2S_1$$

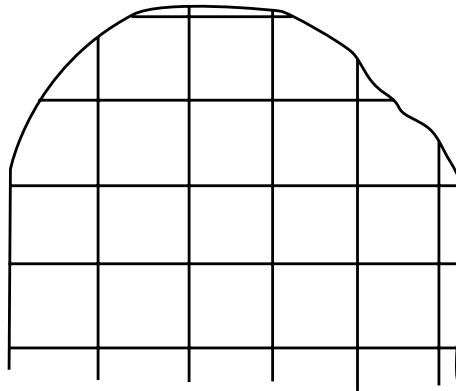


شکل ۱۱-۴

۴-۱۱- محاسبه‌ی حجم با استفاده از ارتفاع نقاط

در این روش که دقت آن بستگی به تراکم نقاطی که ارتفاع آن‌ها برداشت شده است، دارد. محل پروژه به وسیله‌ی یک سری خطوط متقاطع که تشکیل مربعاتی را می‌دهند (گاهی ممکن است مستطیل نیز تشکیل داد) شبکه‌بندی می‌شود و ارتفاع سطح زمین در محل نقاط تقاطع خطوط شبکه تعیین می‌گردد. همراه با این نقاط ارتفاع بعضی نقاط دیگر نیز که مورد نیاز باشد، برداشت می‌شود و فاصله‌ی خطوط شبکه بستگی به طبیعت و شکل زمین دارد و این خطوط باید آن قدر به هم نزدیک باشند که بتوان سطح زمین بین دو خط مجاور را به عنوان یک سطح مسطح در نظر گرفت.

ارتفاع نقاط مذکور در گوشه‌های مربعات شبکه از روی نقشه توسط طراح تعیین شده و حجم عملیات خاکی برای هر مربع برابر با مساحت سطح آن مربع ضرب در متوسط عمق خاک برداری یا خاک ریزی در چهار گوشه‌ی مربع در نظر گرفته می‌شود. حجم قطعات واقع بین خارجی‌ترین خط شبکه و مرز زمین مورد نظر برابر با مساحت سطح بین این دو خط (که معمولاً معادل با یک دوزنقه یا مثلث فرض می‌شود)، ضرب در متوسط عمق در گوشه‌های شکل خواهد بود (به شکل ۵-۱۱ توجه کنید).



شکل ۵-۱۱

فعالیت عملی

استاد، اطلاعات مربوط به تعدادی از مقاطع را که قبلاً آماده شده است در اختیار هنجریان قرار می‌دهد تا آنان با روش‌های مختلف حجم عملیات خاکی را محاسبه و مقایسه نمایند.

دکتر سید محمود حسابی

در سال ۱۲۸۱ (ه.ش)، در تهران زاده شدند. در هفت سالگی تحصیلات ابتدایی خود را آغاز کردند و همزمان، توسط مادر فداکار خود تحت آموزش تعلیمات مذهبی و ادبیات فارسی قرار گرفتند. استاد، قرآن کریم را حفظ و به آن اعتقادی ژرف داشتند. دیوان حافظ را نیز از بر داشته و به بوستان و گلستان سعدی، شاهنامه فردوسی، مثنوی مولوی، اشعار داشتند. در سن هفده سالگی لیسانس ادبیات، در سن نوزده سالگی لیسانس بیولوژی و پس از آن مدرک مهندسی راه و ساختمان را اخذ نمودند. در آن زمان با نقشه‌کشی و راهسازی، به امرار معاش خانواده کمک می‌کردند. استاد هم‌چنین در رشته‌های پزشکی، ریاضیات و ستاره‌شناسی به تحصیلات آکادمیک پرداختند. شرکت راهسازی فرانسوی که استاد در آن مشغول به کار بودند، به پاس قدردانی از زحماتشان، ایشان را برای ادامه تحصیل به کشور فرانسه اعزام کرد و بدین ترتیب در سال ۱۹۲۴ م. به مدرسه عالی برق پاریس وارد و در سال ۱۹۲۵ م. فارغ‌التحصیل شدند. همزمان با تحصیل در رشته معدن، در راه‌آهن برقی فرانسه مشغول به کار گردیدند و پس از پایان تحصیل در این رشته کار خود را در معادن آهن شمال فرانسه و معادن زغال‌سنگ ایالت «سار» آغاز کردند. سپس به دلیل وجود روحیه علمی، به تحصیل و تحقیقات، در دانشگاه سوربن، در رشته فیزیک پرداختند و در سال ۱۹۲۷ م. در سن بیست و پنج سالگی دانشنامه دکترای فیزیک خود را، با ارائه رساله‌ای تحت عنوان «حساسیت سلول‌های فتوالکتریک»، با درجه عالی دریافت کردند. پروفیسور حسابی به دلیل عشق به میهن و با وجود امکان ادامه تحقیق در خارج از کشور به ایران بازگشت و با ایمان و تعهد، به خدمتی خستگی‌ناپذیر پرداخت تا جوانان ایرانی را با علوم نوین آشنا سازد. پایه‌گذاری علوم نوین و تأسیس دارالمعلمین و دانشسرای عالی، دانشکده‌های فنی و علوم دانشگاه تهران، نگارش ده‌ها کتاب و جزوه و راه‌اندازی و پایه‌گذاری فیزیک و مهندسی نوین، ایشان را به نام پدر علم فیزیک و مهندسی نوین ایران در کشور معروف کرد. حدود هفتاد سال خدمت علمی ایشان در گسترش علوم روز و واژه‌گزینی علمی در برابر هجوم لغات خارجی و نیز پایه‌گذاری مراکز آموزشی، پژوهشی، تخصصی، علمی و ...، دو نمونه از اقدامات ارزشمند استاد در رابطه با نقشه‌برداری عبارتند از:

— اولین نقشه‌برداری فنی و تخصصی کشور (راه بندرلنگه به بوشهر)

— اولین راهسازی مدرن و علمی ایران (راه تهران به شمشک)

پیاده کردن طرح‌های ساختمانی

در فصل اول اشاره شد که مراحل سه‌گانه‌ی طراحی، محاسبه و اجرا در پروژه‌های عمرانی نیازمند نقشه‌برداری هستند، چرا که اولاً نقشه یا پلانی که از یک منطقه از زمین تهیه می‌شود علاوه بر شناساندن زمین به جهت متمرکز و متمرکز بودن نقاط عوارض منطقه در آن به طراح این امکان را می‌دهد که با تسلط کافی و پس از کسب اطلاعات لازم وضعیت طرح خود را بررسی نماید و نهایتاً آن را ارائه نماید. ثانیاً به دنبال آماده شدن طرح، پلان‌های فنی و اجرایی مربوطه تهیه و پس از انجام محاسبات و کنترل و تعیین حجم عملیات و برآورد هزینه‌ی طرح‌ها، اجرا می‌شوند که قدم اول اجرا نیز انتقال پلان‌های مذکور از روی کاغذ بر سطح زمین قبل از عملیات ساختمانی است که اصطلاحاً به این مرحله پیاده کردن Setting Out می‌گویند.

بدین منظور، برحسب نوع وسایل مورد استفاده و وضعیت منطقه‌ای که پروژه بایستی در آن اجرا گردد روش‌های مختلفی وجود دارد که در این فصل چند روش ساده مورد بررسی قرار می‌گیرند. ضمناً همان‌گونه که در تهیه‌ی نقشه دو مرحله‌ی کلی تعیین موقعیت مسطحانی و تعیین موقعیت ارتفاعی نقاط به ترتیب مطرح بود، در این جا نیز دو مرحله‌ی زیر به ترتیب لازم‌الاجرا است :

– پیاده کردن پلان‌های ساختمانی از نظر مسطحانی

– پیاده کردن پلان‌های ساختمانی از نظر ارتفاعی

در پایان این فصل، دانش‌آموز باید قادر باشد :

– چند مورد استفاده از «نقشه‌برداری» در طراحی، محاسبه و اجرای پروژه‌های

عمرانی را ذکر نماید.

– منظور از پیاده کردن یک طرح ساختمانی را توضیح دهد.

– مراحل کلی پیاده کردن طرح‌های ساختمانی را ذکر نماید.

- چگونگی آغاز بکار پیاده کردن طرح‌های ساختمانی را توضیح دهد و عوامل مؤثر در این خصوص را نام برد.
- اصطلاحات زیر را تعریف کند.
- سایت پلان - خطبر
- عملیاتی که پس از گچ‌ریزی محل پی ساختمان به منظور حفظ موقعیت دقیق محل پی انجام می‌شود را توضیح دهد.
- مورد استفاده «حامل‌های جویی» در پیاده کردن محل پی یک ساختمان را ذکر نماید.
- منظور از پیاده کردن «کف» در طرح‌های ساختمانی را ذکر نماید.
- تفاوت روش‌های «افست» و «شعاعی» در پیاده کردن طرح‌های ساختمانی را ذکر نماید.
- خاصیت پیاده کردن امتداد و زاویه به روش «کوپل» با تئودولیت را ذکر نماید.
- مسائل ساده مربوط به پیاده کردن «قوس دایره‌ای» را حل نماید.
- روش کنترل ارتفاعات طبقات در پله‌ها در یک ساختمان به کمک تراز یاب را توضیح دهد.
- وسایلی که به کمک آن می‌توان یک امتداد را پیاده نمود نام برده و چگونگی عمل را توضیح دهد.
- چند مورد استفاده از نقشه‌برداری در مراحل اجرای ساختمان‌های فلزی و ساختمان‌های با قطعات پیش‌ساخته را ذکر نماید.

۱۲-۱- مقدمه

پلان‌های اجرایی که باید قبل از شروع عملیات ساختمانی بر روی زمین پیاده شوند همیشه پلان‌های ساده‌ای نیستند. یکی از این نمونه‌ها را در شکل ۱-۱۲ می‌بینید.

گاهی در پلان‌ها پیچیدگی‌های بسیاری هست که پیاده کردن آن‌ها مستلزم توجه دقیق به روش‌های کار در نقشه‌برداری و مهارت در استفاده از وسایل و دستگاه‌هاست و تا حد ممکن مطالب لازم در این فصل مطرح می‌شود. لیکن گاه نیازمند اطلاعات بیش‌تری هستید که آن‌ها را در دوره‌های تکمیلی فراخواهید گرفت.



شکل ۱-۱۲

۱۲-۲- اصول کلی پیاده کردن پلان‌های ساختمانی

طراحی و ایجاد شبکه‌ی نقاط کنترل اصلی و فرعی (مسطحاتی و ارتفاعی) در سیستم مختصات کشوری از امور بنیادی به‌منظور تهیه و پیاده کردن دقیق، سریع و مطمئن نقشه‌هاست که در اغلب کشورها به اجرا درآمده و در ایران نیز در حال اجرا می‌باشد^۱.

۱- شبکه‌ی نقاط کنترل نقشه‌برداری (Survey network) شامل تعدادی نقطه است که موقعیت آن‌ها در یک سیستم مختصات واحد قبلاً محاسبه شده و این نقاط در زمین بر روی قالب‌های بتنی ثبت شده‌اند و به‌عنوان راهنما و به‌منظور یافتن جای عوارض یا ثبت مکان عوارض برای آینده به کار گرفته می‌شوند. چون این علامت‌ها بر روی زمین قابل مشاهده هستند و موقعیت آن‌ها دقیقاً ثبت شده است می‌توان موقعیت کلیه‌ی عوارض را اعم از مصنوعی یا طبیعی، با اندازه‌گیری دقیق طول، زاویه و اختلاف ارتفاع از این نقاط کنترل محاسبه و ثبت کرد.

شبکه‌ی نقاط کنترل در تمام کره‌ی زمین، شبکه‌ی نقشه‌برداری ژئودزی جهانی (Universal geodetic survey network) نام دارد که در آن مختصات هر نقطه به صورت ریاضی با مختصات سایر نقاط واقع بر سطح کره زمین مرتبط است. از این شبکه که بگذریم شبکه‌ی نقاط کنترل کشوری در ارتباط با شبکه‌ی فوق در قطعات مختلف کره‌ی زمین ایجاد شده است و در اکثر کشورهای دنیا به همین ترتیب شبکه‌های فرعی برای هر استان یا شهر در ارتباط با شبکه‌ی فوق مشخص گردیده است.

در کشورهایی که این شبکه‌ی مبنا ایجاد نشده است برای تعیین موقعیت عوارض یک شبکه‌ی نقشه‌برداری محلی ایجاد می‌کنند. عیب این شبکه‌ها آن است که نقاط کنترل در نظر گرفته شده مختص یک محل و موقتی هستند که گاهی جابه‌جا می‌شوند و یا از بین می‌روند و پس از استفاده در یک پروژه، احتمالاً نمی‌توان از آن‌ها در پروژه‌های بعدی که نیاز به نقشه‌برداری در همان منطقه دارند استفاده مجدد نمود، در چنین مواردی مجدداً باید نقاط کنترل را در نظر گرفت که همین امر موجب تفاوت‌هایی در نقشه‌های تهیه شده می‌شود. از طرف دیگر موقعیت عوارض در مناطق مختلف (که شبکه‌ی نقاط کنترل متفاوت دارند) با یکدیگر قابل مقایسه نیستند و این خود باعث بروز مشکلاتی در طراحی و اجرای پروژه‌های کلان می‌شود.

در صورت عدم وجود شبکه‌ی نقاط کنترل کشوری موقع تهیه‌ی نقشه، یک شبکه‌ی نقشه برداری محلی ایجاد می‌شود که در صورت موجود بودن نقاط آن، موقع پیاده کردن نقشه نیز قابل استفاده است. برای تعیین محل ساختمان‌ها از نظر مسطحاتی با حداقل یک امتداد مبنا در منطقه کار شروع می‌شود. اگر در موقع تهیه‌ی نقشه علایم و نشانه‌هایی در زمین نصب و موقعیت این علایم و نشانه‌ها بر روی پلان هم مشخص شده باشد از آن‌ها استفاده می‌شود، در غیر این صورت با توجه به عوارض اطراف منطقه‌ی مورد نظر، ابتدا یک امتداد به عنوان امتداد مبنا در نظر می‌گیریم (مثلاً برای ساختمان‌های مسکونی این امتداد مبنا می‌تواند مرز ساختمان یا لبه‌ی جاده‌ای که در نزدیکی ساختمان واقع است باشد؛ و یا برای یک بنای صنعتی ممکن است این امتداد را امتداد حصار یا نرده‌ی بیرونی در نظر بگیریم). بعد از مشخص کردن امتداد فوق بررسی روش برداشت که برای تهیه‌ی پلان به کار رفته در انتخاب روش پیاده کردن بسیار مفید است چرا که انتخاب همان روش با تغییر ترتیب مراحل کار مناسب‌تر می‌باشد، سپس اندازه‌ی طول‌ها و زوایا و ارتفاعاتی را که برای پیاده کردن قسمت‌های مختلف ساختمان لازم داریم تعیین کرده، طول‌ها را با توجه به مقیاس تبدیل به طول‌های زمینی می‌نماییم. در قطعه زمین‌های کوچک هنگامی که دقت زیاد مورد نظر نیست با وسایل ساده‌ی نقشه برداری نیز می‌توان عملیات پیاده کردن نقشه را انجام داد، اما زمانی که منطقه‌ی مورد عمل بزرگ است و یا دقت زیاد لازم است استفاده از دستگاه‌های زاویه‌یاب و تراز یاب دقیق اجتناب‌ناپذیر است. ذکر این نکته نیز ضروری است که کلیه‌ی اعمال پیاده کردن باید مرحله به مرحله کنترل شود زیرا رفع اشتباهاتی که بعد از شروع ساختمان متوجه آنها می‌شویم بسیار گران تمام می‌شود.

۳-۱۲- روش‌های اجرایی پیاده کردن پلان‌های ساختمانی

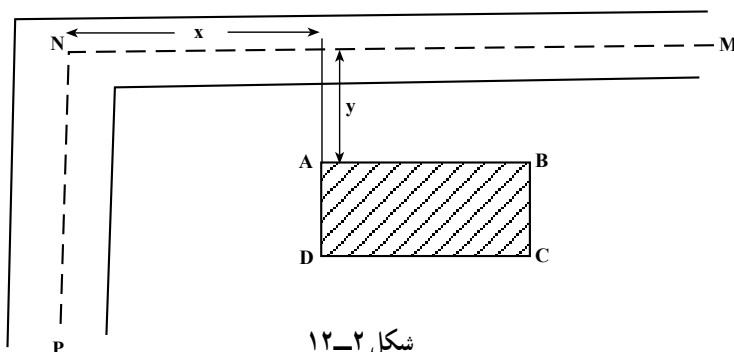
بر اساس روش تهیه‌ی پلان و نوع وسایلی که مورد استفاده قرار می‌گیرد همچنین وضعیت و وسعت منطقه و دقت کار، روش پیاده کردن پلان را انتخاب می‌کنند که هر کدام با دیگری متفاوت است. روش کار برای یک ساختمان کوچک بسیار ساده است و هرچه پروژه وسیع‌تر و دقیق‌تر می‌شود عملیات پیاده کردن نیز مفصل‌تر می‌گردد. در این جا از نظر هماهنگی با مطالبی که قبلاً در این کتاب گفته شد، با ذکر چند مثال ساده، روش‌های اُفست و شعاعی را مورد بررسی قرار می‌دهیم. ضمناً توجه داشته باشید که در شرح این روش‌ها به ترتیب دو مرحله‌ی کلی پیاده کردن پلان‌ها که در مقدمه‌ی این فصل به آن‌ها اشاره شد (پیاده کردن پلان‌ها از نظر مسطحاتی و پیاده کردن ارتفاعات) در نظر گرفته شده است:

۱-۳-۱۲- پیاده کردن پلان‌های ساختمانی از نظر مسطحاتی: موقعیت ساختمان‌ها از

نظر مسطحاتی در نوعی از نقشه‌های اجرایی که به آن سایت پلان (Site Plan) گفته می‌شود مشخص می‌گردد. این نوع پلان در واقع تصویر افقی ساختمان‌ها و فضاها و عمومی اطراف ساختمان‌ها را نشان می‌دهد^۱. در موقع اجرای یک پروژه ساختمانی موقعیت ضلع یا اضلاعی از ساختمان که مجاور فضاها و عمومی (که بیش‌تر خیابان است) قرار می‌گیرد، به وسیله خطی که به آن اصطلاحاً «خطِ بُر Building Line» گفته می‌شود و توسط شهرداری با توجه به نقشه‌های شهرسازی تعیین می‌شود، مشخص می‌گردد و عوامل اجرایی موظف به پیاده کردن صحیح آن می‌باشند.

«خطِ بُر» در طرح‌های ساده موازی با محور خیابان مجاور ساختمان است و در مواردی نیز که موازی محور خیابان نباشد وضعیت آن نسبت به محور خیابان با امتدادهای مشخص دیگر تعیین می‌گردد که در موقع پیاده کردن مورد استفاده قرار می‌گیرد. ضمن ارائه‌ی چند مثال مراحل پیاده کردن پلان‌های ساختمانی از نظر مسطحاتی توضیح داده می‌شود.

مثال ۱: در شکل زیر قرار است ساختمان ABCD در حاشیه‌ی خیابان‌های موجود که محور آن‌ها با MN و NP نشان داده شده ساخته شود. مراحل کار به شرح زیر است:



شکل ۱۲-۲

الف: نقطه‌ی N، محل برخورد محورهای دو خیابان مجاور را به عنوان مبدأ مختصات در نظر گرفته و فاصله‌های X و Y را از روی نقشه اندازه‌گیری می‌کنیم.

ب: نقطه‌ی A گوشه‌ی ساختمان را به کمک طول‌های X و Y که بر روی زمین پیاده می‌شوند مشخص کرده می‌کنیم (از وسایل ساده یا مسافت‌سنج الکترونیکی استفاده می‌کنیم).

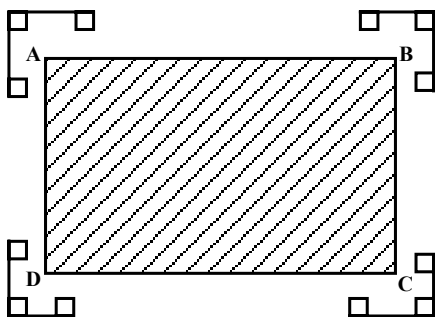
ج: ابعاد ساختمان را از روی پلان اندازه‌گیری کرده به کمک آن‌ها ابتدا ضلع AB و سپس با

۱- نمونه‌های مختلف این نوع پلان‌ها را در فصل اول کتاب دیده‌اید.

جدا کردن زوایای قائم در A و B نقاط D و C را علامت زده و میخکوبی می‌کنیم.
 د: به منظور کنترل و اطمینان از صحت کار، قطرهای AC و BD را روی زمین اندازه گرفته و با اندازه‌ی آن‌ها در روی پلان مقایسه می‌کنیم.

تبصره‌ی ۱: از آن‌جا که ابعاد ساختمان از «سایت پلان» به دست می‌آید بنابر آن چه گفته شد این ابعاد افقی می‌باشند و موقع پیاده کردن نیز حتماً باید آن‌ها را افقی پیاده کرد.

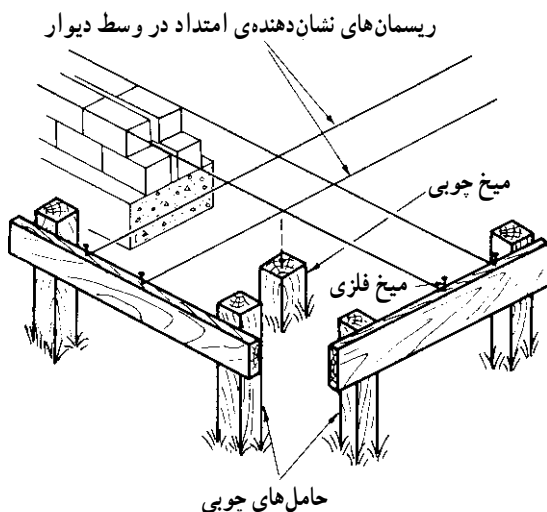
تبصره‌ی ۲: چون میخ‌های A، B، C و D هنگام خاک برداری و پی‌کنی از بین خواهند رفت از این رو بهتر است از حامل‌های چوبی که به فاصله‌ی مناسبی از محل خاک برداری در زمین نصب می‌شوند استفاده کنیم. معمولاً حامل‌هایی که برای این منظور به کار می‌روند عبارتند از قطعاتی از چوب که به ابعاد $15 \times 2/5$ سانتی‌متر و طول‌های متفاوت بریده شده و به پایه‌های چوبی به ابعاد 5×5 سانتی‌متر که به فاصله‌ی نهایی از محل پی‌کنی در زمین



تثبیت شده‌اند اتصال پیدا می‌کنند.

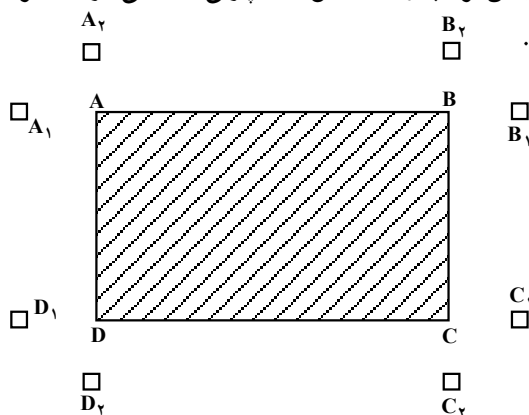
پس از نصب حامل‌های چوبی، خطوط کناره‌ی ساختمان را به وسیله‌ی ریسمان‌هایی که محل تلاقی آن‌ها دقیقاً در بالای میخ‌های A، B، C و D قرار خواهند گرفت مشخص می‌سازند (به وسیله‌ی شاقول می‌توان این کار را انجام داد) و سر ریسمان‌ها را به وسیله‌ی میخ‌های فلزی روی حامل‌های چوبی می‌بندند.

شکل ۳-۱۲



شکل ۴-۱۲

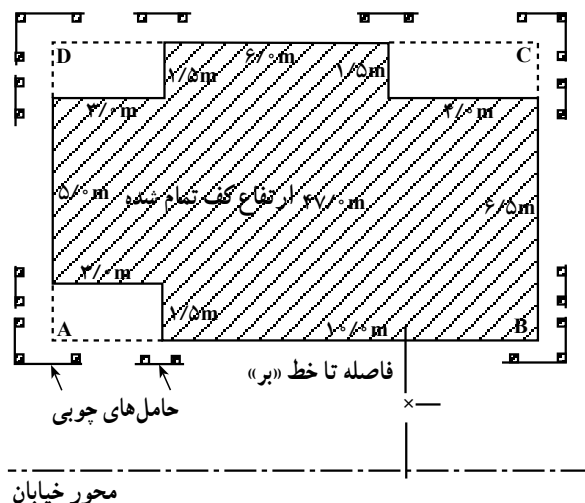
ریسمان‌هایی که بدین ترتیب روی حامل‌های چوبی بسته می‌شوند، معرف محل دیوارها و پی‌ها و امثال آن خواهند بود.



شکل ۱۲-۵

تبصره‌ی ۳: در مواردی که حامل‌های چوبی در دسترس نباشند، به‌جای آن‌ها می‌توان در امتداد خطوط کناری ساختمان از میخ‌های بلند که در زمین کوبیده می‌شوند استفاده نمود. همچنین برای ابعاد بزرگ و هنگامی که از دستگاه زاویه‌یاب می‌خواهیم برای مشخص کردن محل پی‌کنی استفاده کنیم، بتن‌هایی که میخ‌های کوچک فلزی در بالای آن‌ها کار گذارده شده در نقاطی نظیر A_1 و A_2 نصب می‌گردد.

مثال ۲: چنانچه محدوده‌ی ساختمان در «سایت پلان» به شکل مستطیل نباشد به منظور تسهیل عملیات بهتر است آن را در یک مستطیل محاط نموده و پس از پیاده کردن مستطیل گوشه‌های ساختمان را با توجه به اندازه‌هایی که از پلان مذکور به‌دست می‌آید مشخص سازیم.

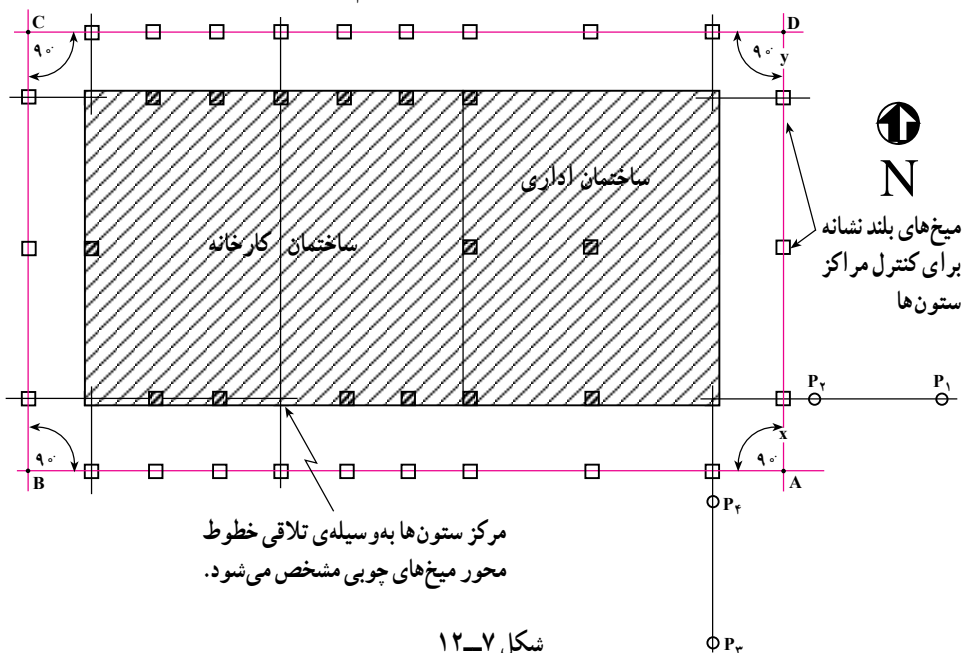


شکل ۱۲-۶

مثال ۳: شکل (۷-۱۲) کارخانه‌ی بزرگی را نشان می‌دهد که در ساخت آن می‌خواهند از قطعات پیش‌ساخته استفاده نمایند و از ستون‌های آن که از بتن مسلح است، برای حمل خرابای مشبک استفاده خواهد شد. ضرورت کار ایجاب می‌کند که ستون‌های مزبور دقیقاً روی خط‌های مستقیم قرار گرفته و به فواصل کاملاً برابر نصب شوند.

برای پیاده کردن بخش‌های مختلف کارخانه به ترتیب زیر عمل خواهد شد.

الف: خطی مانند AB به فاصله‌ی مناسبی مثلاً X متر از امتداد مرکز ستون‌های جنوبی ساختمان روی پلان رسم می‌کنیم و پس از تعیین مختصات نقاط A و B از روی پلان آن‌ها را به کمک ایستگاه‌های پیمایشی که قبلاً در اطراف روی زمین مشخص شده‌اند پیاده می‌کنیم، بعداً فاصله‌ی میان نقاط را برای کنترل (مقایسه با اندازه روی پلان) اندازه می‌گیریم.



ب: زاویه یاب را در نقطه‌ی A مستقر می‌نماییم و زاویه‌ی 90° BAD را روی زمین با روش کوپل پیاده می‌کنیم و روی امتداد AD نقطه‌ی D را با توجه به فاصله‌ی مناسب خط DC از امتداد مرکز ستون‌های شمالی ساختمان (مثلاً y متر) روی زمین علامت‌گذاری می‌کنیم.

ج: این بار زاویه یاب را در نقطه‌ی D مستقر و نظیر حالت قبل زاویه‌ی 90° ADC را پیاده می‌کنیم و نقطه‌ی C را طوری روی خط DC علامت‌گذاری می‌کنیم که AB و CD برابر باشند (شرط صحت کار آن است که زاویه‌ی DCB برابر 90° و $AD = CB$ باشند).

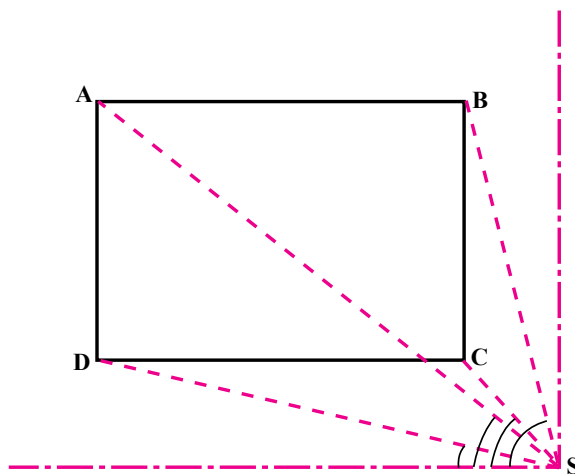
د : زاویه یاب را در نقطه ی C مستقر کرده و با نشانه روی به دو منطقه ی D و B قائمه بودن DCB را کنترل می کنیم و همچنین فاصله ی C تا B را اندازه گرفته و با طول AD مقایسه می نمایم تا مطمئن شویم که ABCD مستطیل است.

ه : مراکز ستون ها را با توجه به فاصله ی آن ها از یکدیگر، با دقت روی اضلاع مستطیل مزبور پیاده می کنیم و محل آن ها را به وسیله ی میل گردهایی که در داخل بتن کار گذاشته شده اند مشخص می نمایم تا مراکز ستون های موقتی پیدا شوند.

و : اگر مراکز ستون های موقتی را به وسیله ی ریسمان به هم متصل سازیم، محل تلاقی ریسمان ها موقعیت مراکز ستون های واقعی را مشخص خواهند ساخت.

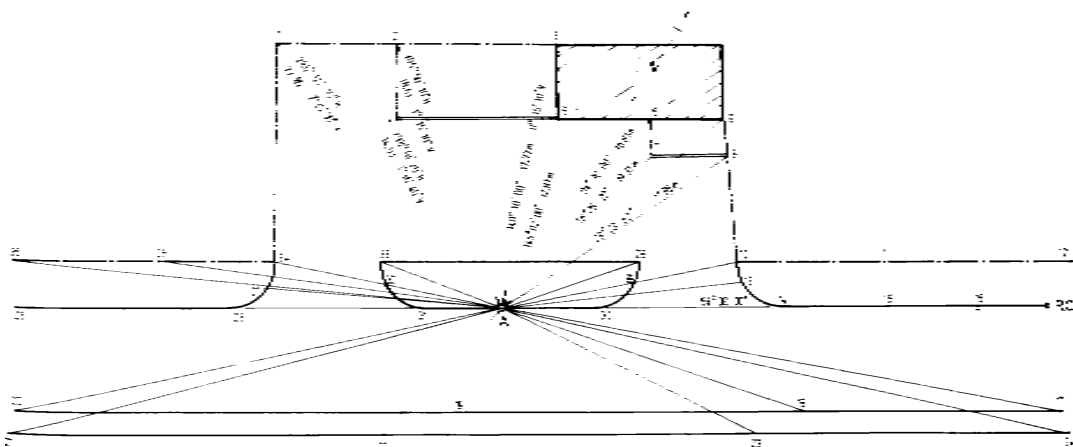
این عمل را با استقرار زاویه یاب روی مراکز ستون های موقتی و نشانه روی به مراکز ستون های موقتی مقابل نیز می توان انجام داد.

تذکر: به منظور پیاده کردن دقیق زاویه ی 90° توصیه می شود اینکار به روش کوپل انجام شود. مثال ۴: می توان نقاطی را که باید میخ کوبی شوند با روش شعاعی هم مشخص کرد. در این روش هر نقطه به کمک یک زاویه (که زاویه ی امتدادی است که نقطه بر روی آن قرار دارد با خط مبنا) و یک طول (که فاصله آن نقطه تا ایستگاه است) روی زمین به دست می آید.



شکل ۸-۱۲

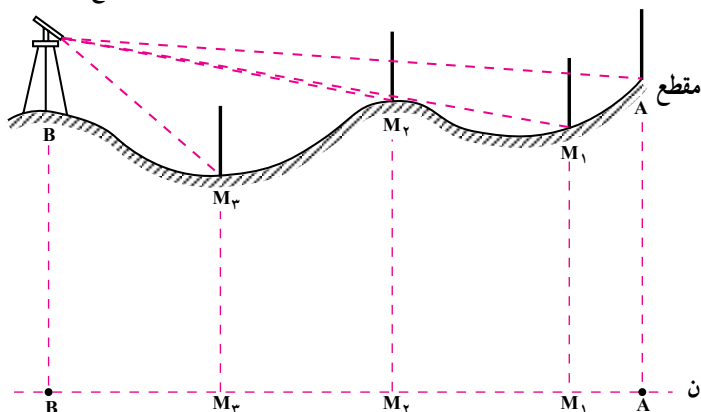
چنانچه امتداد نقاطی که باید پیاده شوند زیاد باشد این نقاط روی پلان اسم گذاری شده و برای هر نقطه زاویه و فاصله بر روی نسخه ای از پلان نوشته شده و موقع پیاده کردن به ترتیب مورد استفاده قرار می گیرند (شکل ۹-۱۲).



شکل ۹-۱۲

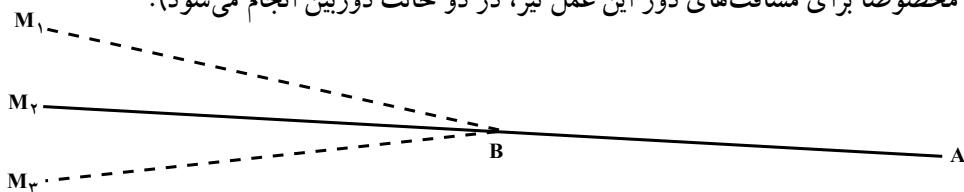
نکات مهم در خصوص پیاده کردن پلان‌های ساختمانی از نظر مسطحانی در مناطق وسیع:
 الف: از آن‌جا که در مناطق وسیع به منظور پیاده کردن پلان‌ها ناگزیر باید از زاویه یاب استفاده کرد باید توجه داشت که دستگاه مورد استفاده قبلاً بایستی از نظر تنظیم بودن و نداشتن خطاهای ایستگاهی کنترل شده باشد. در عمل نیز باید روش‌هایی را به کار برد که پیاده کردن امتدادها و زوایا با دقت انجام شود. در این‌جا دو روش معمول توضیح داده می‌شود:

پیاده کردن یک امتداد به کمک دستگاه زاویه یاب: فرض کنید امتداد AB را که دو نقطه‌ی آن مشخص است می‌خواهیم بر روی زمین پیاده کنیم. بر روی یکی از نقاط (مثلاً B) ایستگاه‌گذاری کرده و به نقطه‌ی دیگر (A) نشانه می‌رویم. پس از بستن دستگاه تئودولیت روی امتداد، نقاط M_1 ، M_2 ، M_3 و ... بین A و B مشخص می‌گردند که آن‌ها را، علامت‌گذاری یا میخ‌کوبی می‌کنیم. اگر در محلی هستیم که دارای پستی و بلندی‌هایی با تغییر ارتفاعات زیاد است نقاط در هر دو وضعیت دوربین (در حالت مستقیم و معکوس دوربین) تعیین و میانگین آن‌ها مشخص می‌گردد تا خطاهای احتمالی که پیش می‌آید رفع شود.

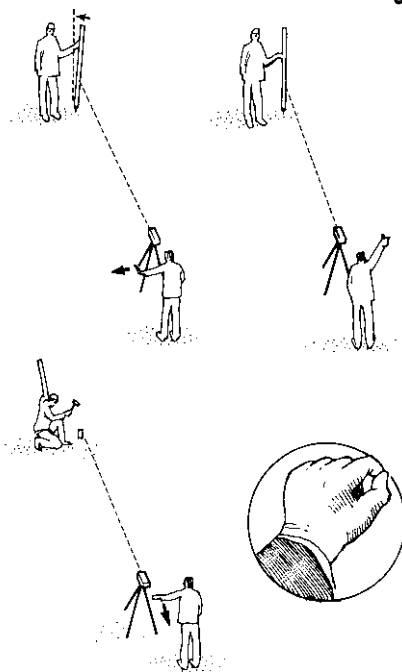


شکل ۱۰-۱۲

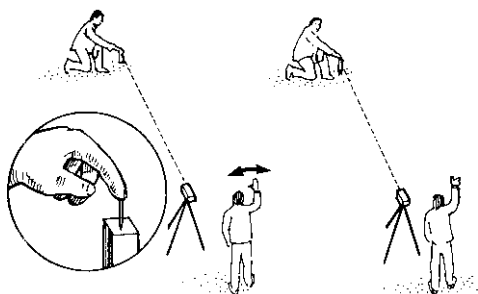
اگر لازم باشد AB ، از طرف B ادامه پیدا کند پس از نشانه روی به نقطه‌ی A از نقطه‌ی B ، پیچ حرکت افقی را بسته و دوربین را برمی گردانیم (بدون این که پیچ حرکت افقی را باز کنیم) و نقطه‌ی M و هر چند نقطه‌ی دیگر را که لازم هستند در امتداد AB مشخص می سازیم (برای دقت بیش تر مخصوصاً برای مسافت های دور این عمل نیز، در دو حالت دوربین انجام می شود).



شکل ۱۱-۱۲

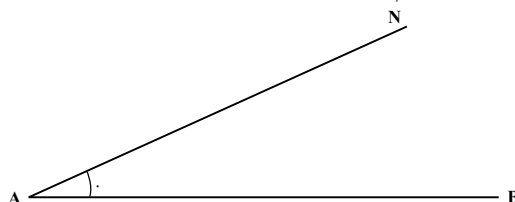


به منظور پیاده شدن هر چه دقیق تر امتداد با تتودولیت، پس از استفاده از ژالون به ترتیبی که گفته شد نقاط مختلف امتداد باید میخ کوبی (پیکتاژ Pegtag) شوند. به این منظور پس از اطمینان از صحت پیاده شدن امتداد، ابتدا میخ کوبی با میخ های چوبی انجام می شود و در مرحله ی بعد میخ های ریز فلزی بر روی میخ های چوبی کوبیده می شود. مراحل انجام این کار در شکل های روبه رو نشان داده شده است.



شکل ۱۲-۱۲

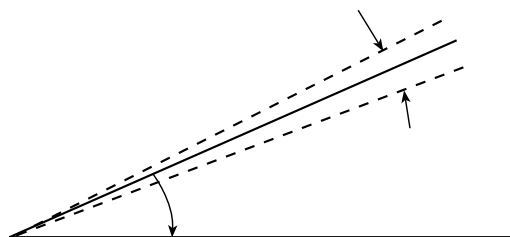
پیاده کردن یک زاویه به کمک دستگاه زاویه یاب: اگر روی امتداد AB در نقطه‌ی A بخواهیم زاویه‌ی معلومی (مثلاً θ) را جدا کنیم، پس از ایستگاه گذاری بر روی A قرائت زاویه‌ی افقی روی امتداد AB را یادداشت کرده (یا بر روی این امتداد صفر - صفر می‌کنیم) و دوربین را به طرف نقطه‌ی N به اندازه‌ی زاویه‌ی θ می‌چرخانیم.



شکل ۱۳-۱۲

با توجه به این که دوربین را در خلاف جهت ازدیاد درجات لمب چرخانده‌ایم به اندازه‌ی مقدار θ از مقدار قرائت زاویه‌ی افقی در نقطه‌ی B کم می‌کنیم روی امتداد AN قرار می‌گیریم و با میخ‌کوبی آن را مشخص می‌سازیم.

تبصره: در این جا هم برای دقت بیش‌تر زاویه را با دو حالت دوربین پیاده می‌کنند و میانگین می‌گیرند.



شکل ۱۴-۱۲

ب: در طراحی خیابان‌ها قوس روز به روز کاربرد بیشتری پیدا می‌کند و در محوطه‌سازی معمولاً قوس‌هایی که استفاده می‌شوند قوس‌های ساده‌ی دایره‌ای هستند و از آن‌جا که بحث مفصل پیاده کردن قوس‌ها در دوره‌های تحصیلی بالاتر مطرح می‌شود در این جا به‌طور مختصر به توضیح درباره‌ی قوس ساده‌ی دایره‌ای می‌پردازیم.

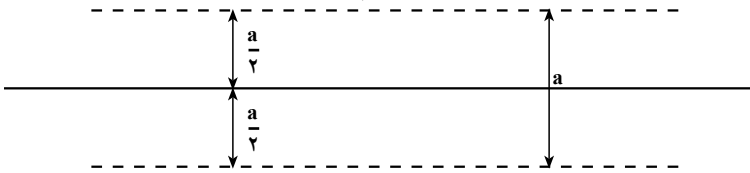
پیاده کردن قوس دایره‌ای ساده Simple Circular curve: برای پیاده کردن قوس‌های ساده‌ی دایره‌ای محل تقاطع دو خیابان یا گوشه‌ی میدانی که در پلان‌ها آمده‌اند، به روش ساده‌ی زیر می‌توان عمل کرد.

جدا کنیم نقطه‌ی وسط قوس مشخص می‌شود.

ج: به منظور پیاده کردن یک خیابان معمولاً ابتدا محور آن روی زمین مشخص شده سپس عرض آن را می‌خ‌کوبی می‌کنند.

پیاده کردن عرض یک خیابان: اگر بخواهیم عرض یک خیابان برابر a باشد پس از پیاده کردن

محور آن در هر طرف عمود اخراج کرده به اندازه‌ی $\frac{a}{2}$ از هر طرف مطابق شکل زیر جدا می‌کنیم.



شکل ۱۶-۱۲

۲-۳-۱۲- پیاده کردن پلان‌های ساختمانی از نظر ارتفاعی: کنترل ارتفاع عوارض

اطراف ساختمان مانند خیابان، پیاده‌رو و غیره و همچنین سطح کف، پله‌ها، سقف و شیب مجاری آب، فاضلاب و ... از ضروریاتی است که در اجرای پروژه‌های ساختمانی مطرح می‌گردد.

به‌طور کلی ارتفاع بخش‌های فوق به وسیله‌ی مهندسان طراح روی پلان‌های اجرایی قید می‌شود و نحوه‌ی انتقال کنترل ارتفاعی آن‌ها با عملیات ترازبایی انجام می‌شود.

این ارتفاعات با توجه به یک سطح مبنای ارتفاعی (BM) که در منطقه در نظر گرفته می‌شود، تعیین می‌گردند.

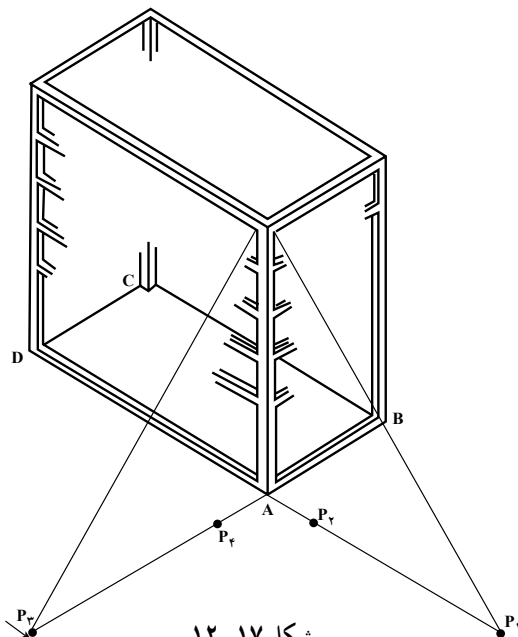
نکته‌ی مهم در این خصوص آن است که تعیین ارتفاعات به‌وسیله‌ی طراح براساس ارتفاع سطح مشخصی انجام می‌شود که این ارتفاع نظیر «خط‌بر» به‌وسیله‌ی شهرداری و هماهنگ با ارتفاعات دیگر مناطق و ساختمان‌های اطراف مشخص می‌گردد و در این‌جا نیز عوامل اجرایی موظف به پیاده کردن صحیح ارتفاعات هستند.

در این‌جا نیز ضمن ارائه‌ی چند مثال مراحل پیاده کردن و کنترل ارتفاعات در پروژه‌های ساختمانی توضیح داده می‌شود.

مثال ۱: فرض کنید قسمت امور اداری کارخانه‌ای را که در شکل ۱۷-۱۲ مشخص شده

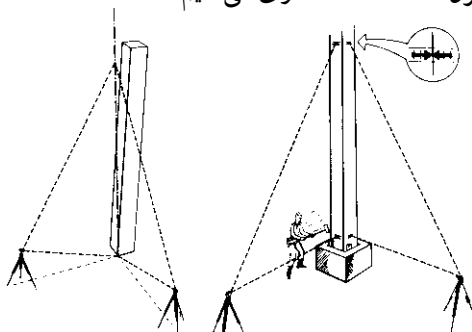
است بخواهند در پنج طبقه بسازند، در این صورت قائم بودن ستون‌ها اهمیت خاصی پیدا می‌کند و کنترل راستای آن‌ها ضروری است ضمناً ارتفاع کلیه بخش‌های ساختمان نیز در حین ساخت باید کنترل شود.

به منظور کنترل قائم بودن ستون‌ها به کمک زاویه‌یاب روش زیر قابل اجراست.
همزمان با پیاده کردن قالب اصلی کار یعنی چهار ضلعی ABCD روی زمین، نقاطی نظیر P_1 و P_2 و P_3 و P_4 را در روی زمین مشخص می‌کنیم.



شکل ۱۷-۱۲

نقاط مذکور باید طوری روی زمین انتخاب شوند که از تلاقی امتداد آن‌ها یک زاویه‌ی قائم ایجاد شود. به همین جهت بهتر است در چهار گوشه‌ی قالب اصلی، چهار میخ چوبی با رعایت شرط فوق به زمین کوبیده شود. سپس زاویه‌ها را در حالت دایره به چپ روی نقطه‌ی دورتر (مانند P_1) مستقر نموده و به نقطه‌ی نزدیک‌تر (مانند P_2) نشانه روی می‌کنیم. دورین را به اندازه‌ی لازم (یعنی متناسب با ارتفاع ساختمان) بالا می‌بریم و محل تلاقی تارهای افقی و قائم آن را روی بدنه‌ی ستونی که قائم بودن آن مورد کنترل است، نشانه‌گذاری می‌کنیم.

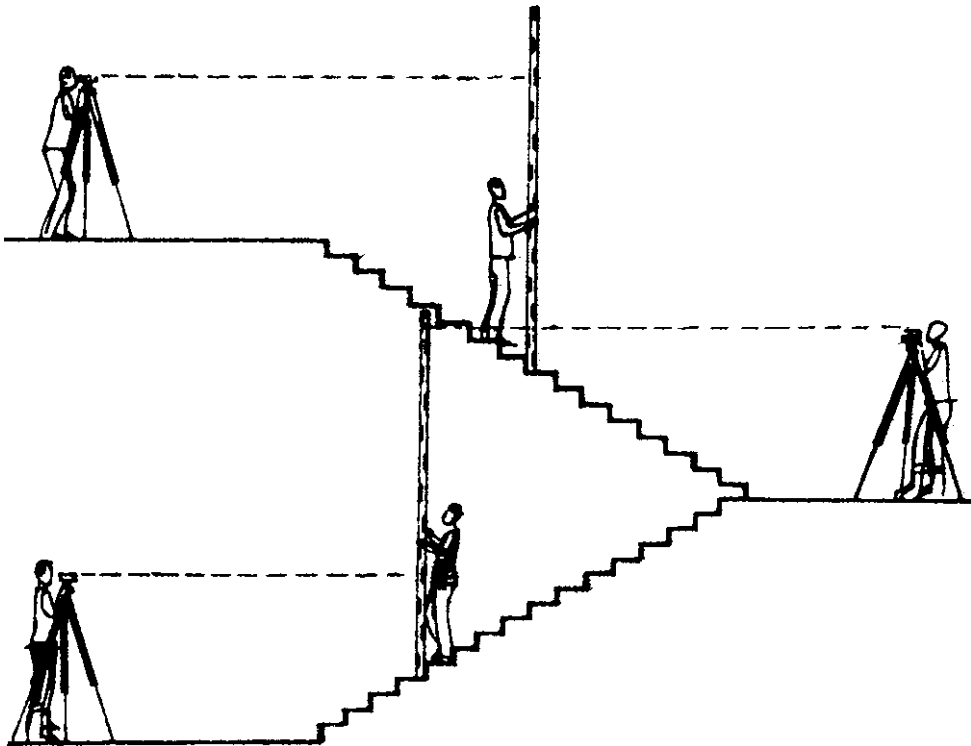


شکل ۱۸-۱۲

سپس زاویه یاب را به حالت دایره به راست برمی گردانیم و عیناً اعمال گفته شده را تکرار می کنیم. بدیهی است اگر زاویه یاب کاملاً تنظیم شده و دقیق کار کند هر دو نشانه باید روی هم قرار بگیرند. در غیر این صورت میانگین نشانه های مزبور را به عنوان موقعیت نهایی می پذیریم و کار را به ترتیب زیر ادامه می دهیم.

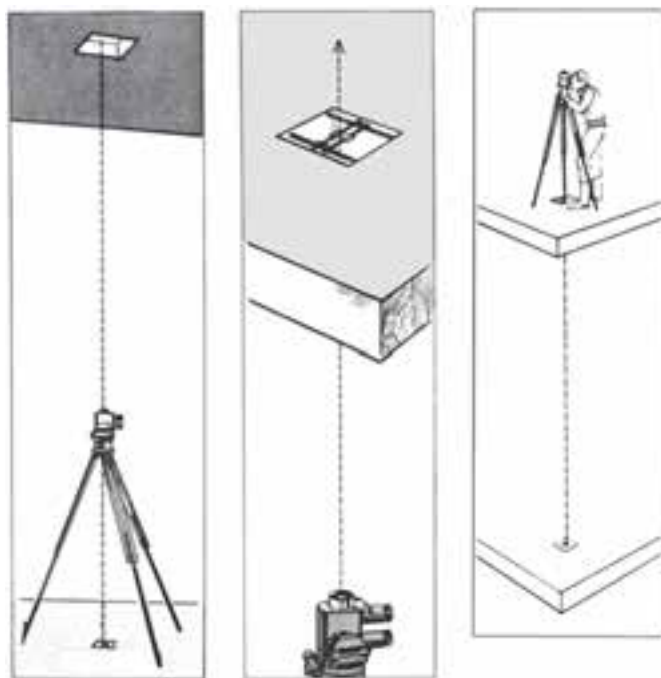
زاویه یاب را در نقطه ی P_3 مستقر نموده و با نشانه روی به P_4 کلیه ی اعمالی را که از نقطه ی P_1 انجام داده ایم، تکرار می کنیم و محل نشانه ی دوم را روی همان ستون مشخص می سازیم. در این حالت اختلاف میان نشانه های اول و دوم (میانگین ها) مقدار انحراف ستون مزبور را نسبت به راستای قائم مشخص می کند.

عین این اعمال را در چهار گوشه ی ساختمان و برای هر ستون جداگانه انجام می دهیم و میزان انحراف کلیه ی ستون ها را به همین ترتیب کنترل می کنیم. برای کنترل ارتفاعات طبقات، پله ها و غیره نیز به کمک تراز یاب با توجه به شکل زیر می توان عملیات تراز یابی انجام داد.

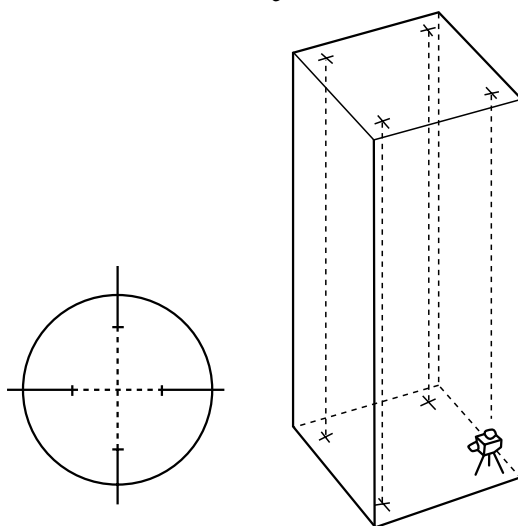


شکل ۱۹-۱۲

به منظور کنترل قائم بودن قسمت‌های مختلف ساختمان از داخل نیز به کمک شاقول‌های اپتیکی یا لیزری مطابق اشکال زیر می‌توان عمل نمود.



شکل ۲۰-۱۲



شکل ۲۱-۱۲

مثال ۲: اگر فرض کنیم مطابق شکل ۶-۱۲ ارتفاع کف تمام شده ساختمان روی پلان ۴۷ متر باشد و بخواهیم ارتفاع مزبور را کنترل نموده به طوری که ارتفاع کف ساختمان پس از اتمام کار دقیقاً ۴۷ متر شود به شکل زیر این کار را انجام می دهیم.

الف: محل مناسبی در نزدیکی ساختمان انتخاب می کنیم و یک بنچ مارک (Bench - Mark) موقت در آن جا در نظر می گیریم و ارتفاع آن را با تراز یابی و با توجه به ارتفاع نقطه ی BM که در اطراف ساختمان قبلاً انتخاب شده است به دست می آوریم (فرض کنید این ارتفاع برابر $45/76^{\circ}$ متر به دست آمده باشد).

ب: شاخص مدرج را روی بنچ مارک موقت می گذاریم و عدد مقابل تار وسط دستگاه را می خوانیم (این عدد را هم 235 میلی متر فرض کنید). مطابق آنچه در فصل تراز یابی گفته شده ارتفاع دستگاه از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$j. \quad 45/76^{\circ}m. \quad 2/35^{\circ}m. \quad 48/11^{\circ}m$$

ج: محلی را در یکی از گوشه های کف ساختمان در نظر می گیریم و شاخص را به محل مزبور منتقل می کنیم. چون ارتفاع کف تمام شده یعنی 47 متر به اندازه ی $1/11^{\circ}$ متر زیر ارتفاع خط دید قرار گرفته است، بنابراین اگر شاخص را طوری به آرامی بالا یا پایین ببریم که عدد $1/11^{\circ}$ متر آن مقابل تار وسط دستگاه قرار گیرد، در این صورت عدد صفر شاخص (کف) درست در ارتفاع 47 متری قرار خواهد گرفت.

د: یک میخ چوبی هم ارتفاع کف شاخص در گوشه ی کف ساختمان به زمین می کوبیم و شاخص را روی آن قرار می دهیم. بدیهی است اگر ارتفاع سر میخ مزبور دقیقاً 47 متر باشد، عدد $1/11^{\circ}$ متر شاخص در مقابل تار وسط دستگاه قرار خواهد گرفت، ولی اگر رقم کمتری را نشان دهد با چکش به آرامی بر سر میخ می زنیم و با قرار دادن مجدد شاخص روی آن، ارتفاع سر آن را کنترل می کنیم. این کار را آن قدر ادامه می دهیم تا ارتفاع سر میخ دقیقاً در 47 متری قرار گیرد ولی اگر رقم بیشتری در مقابل تار وسط قرار گیرد یک میخ فلزی روی سر میخ چوبی طوری می کوبیم که ارتفاع سر آن 47 متر را نشان دهد.

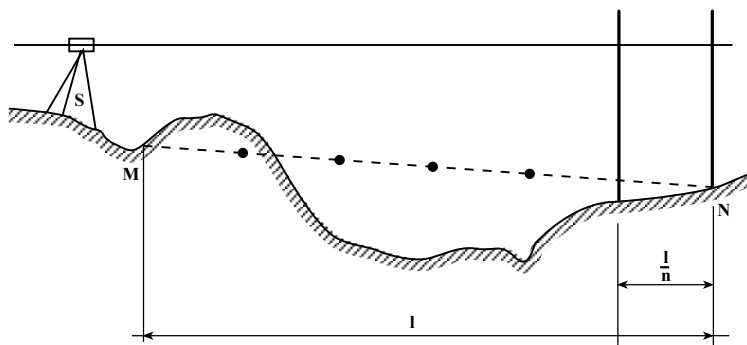
ه: نظیر کارهای (ج) و (د) را در مورد سه گوشه ی دیگر کف ساختمان تکرار می کنیم و سه میخ چوبی دیگر در ارتفاع 47 متری در گوشه های مزبور به زمین می کوبیم.

و: سر میخ های مزبور را به وسیله ی ریسمان هایی به هم متصل می سازیم و سطحی ایجاد می کنیم که ارتفاع آن با ارتفاع کف تمام شده (47 متر) برابر باشد.

ز : در پاره‌ای کارهای ساختمانی رسم بر این شده است که به جای چهار میخ چوبی از یک میخ که در وسط کف ساختمان کوبیده شده استفاده می‌شود و گسترش کف ساختمان به وسیله شمشه و تراز انجام می‌شود که این روش فاقد دقت است و بخصوص در ساختمان‌های بزرگ ابداً توصیه نمی‌شود.

۴-۱۲- پیاده کردن یک امتداد با شیب معین بر روی زمین

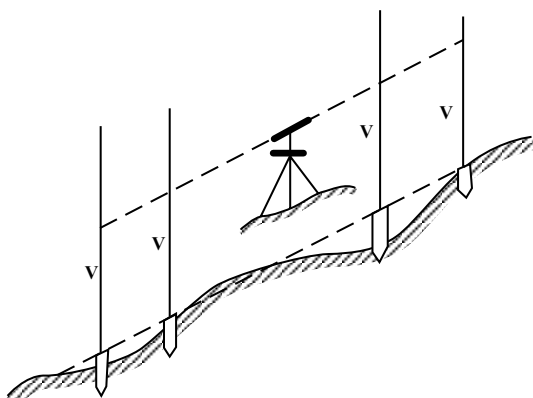
الف- با تراز یاب: فرض کنید MN به طول L متر و به شیب P٪ را در زمینی که حالت طبیعی آن بر روی شکل نشان داده شده است پیاده کنید. ابتدا این طول L را به چند قسمت مساوی تقسیم کرده (مثلاً n قسمت) و مقدار اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی متوالی روی MN که فاصله‌ی آن‌ها $\frac{L}{n}$ متر است را به دست می‌آوریم. سپس با مستقر کردن تراز یاب در نقطه‌ای مانند S و قرار دادن شاخص بر روی دو نقطه‌ی مذکور با اختلاف ارتفاع معلوم، ارتفاع خاک‌ریزی یا خاک‌برداری در هر نقطه مشخص می‌شود (شکل ۲۲-۱۲).



شکل ۲۲-۱۲

ب- با زاویه یاب: مطابق شکل

۲۳-۱۲ می‌توان امتداد مورد نظر را با زاویه یاب نیز روی زمین پیاده نمود، به این ترتیب که با کوبیدن میخ و قراردادن شاخص بر روی میخ‌ها اگر بر روی شاخص همه جا عدد V را قرائت کنیم امتداد نوک میخ‌ها شیب مورد نظر را مشخص می‌سازد. (با قرار دادن عدد لمب قائم روی زاویه یاب شیب، عدد V به دست می‌آید).



شکل ۲۳-۱۲

۱۲-۵- استفاده از نقشه برداری در مراحل مختلف اجرای ساختمان های فلزی و ساختمان های با قطعات پیش ساخته

موارد زیر از جمله موارد متعددی هستند که هنگام پیاده کردن نقشه و در مراحل مختلف اجرای ساختمان های مذکور به منظور دقت و سرعت بیش تر، ناگزیر به استفاده از روش ها و وسایل نقشه برداری هستیم :

الف : در امر پیاده کردن پلان فونداسیون

ب : در موقع بتونریزی اطراف بلت ها باید وضعیت آن ها و همچنین فاصله ی مراکز ستون ها به دقت کنترل شود (مخصوصاً فاصله ی مراکز ستون ها با تقریب چند میلی متر در حین کار باید تضمین گردد).

ج : در موقع استفاده از میخ های رزرو به منظور بلت گذاری، اگر از تتودولیت استفاده کنیم، عمل دقیق تر از روش استفاده از ریسمان بنائی و شاقول خواهد بود. به منظور کنترل محل بلت ها پس از بتونریزی نیز از تتودولیت استفاده می شود.

د : در موقع بتونریزی فونداسیون ها (که محل استقرار صفحات بیس پلیت هستند) سطح فونداسیون ها باید کاملاً تراز باشند (برای این کار قبلاً در منطقه ی مورد عمل یک نقطه ی ثابت ارتفاعی (B.M) انتخاب می شود، ارتفاع نقاط از روی آن به دست می آید و در موقع نصب صفحات بیس پلیت با کمک دستگاه تراز یاب این صفحات کاملاً تراز می شوند. مواردی نیز پیش می آید که پایه ها در طرح، تراز نیستند و اختلاف ارتفاع دارند که در این موارد نیز اختلاف ارتفاع با تراز یاب کنترل می شود).



ه : در موقع مشخص کردن مراکز ستون ها بر روی صفحات بیس پلیت، (این کار به این ترتیب انجام می شود که پس از ایستگاه گذاری بر روی یکی از نقاط محور از نقطه ی دیگری از آن - که هر دو می توانند میخ رزرو باشند - امتداد می گیریم و سپس کلیه ی صفحات را علامت می زنیم سپس برای محورهای موازی همین محور که مثلاً همه افقی هستند نیز این کار انجام می شود بعد نوبت به محورهای عمودی می رسد. در پایان مراکز ستون ها بر روی تمام صفحات بیس پلیت مشخص شده است. در این مورد به شکل ۱۲-۲۴ توجه کنید).

و : پس از آکس بندی صفحه های زیر ستون در موقع استفاده از نبشی جهت اتصالات ستون بر صفحه ی زیر ستون باید از دو جهت عمود بر هم با تئودولیت ستون ها را کاملاً شاقول کنیم .
ز : به منظور دقت کار تراز کردن و پهلوی هم گذاری قطعات از پیش ساخته در ساختمان هایی که از این قطعات استفاده می شود نیز از دستگاه های نقشه برداری استفاده می شود .

فعالیت های عملی

فعالیت عملی ۱

پیاده کردن یک امتداد: استاد دو نقطه را به عنوان نقاط معلوم امتداد بلند، مشخص نموده و هرگروه از هنرجویان امتداد مزبور را به فاصله ی ده متر میخ کوبی می کنند (اگر امکان پذیر است این امتداد در جهت دیگر نیز ادامه پیدا کند).

فعالیت عملی ۲

پیاده کردن یک زاویه: در نقطه (یا نقاطی) از امتداد پیاده شده ی فوق با تئودولیت امتداد (یا امتدادهایی) دیگر را که زاویه ی آن ها معلوم است مشخص می کنند.

فعالیت عملی ۳

پیاده کردن یک قوس: برای دو امتداد متقاطع، قوسی با شعاع معلوم انتخاب کرده به کمک عناصر قوس که محاسبه می شود آن را پیاده می نماییم (در دو حالت با استفاده از فاصله ی T، یک بار با استفاده از فاصله ی E و بار دیگر با استفاده از فاصله ی F پیاده کردن قوس بررسی و عمل شود).

فعالیت عملی ۴

پیاده کردن عرض خیابان: یکی از امتدادهای پیاده شده ی قبلی را محور یک خیابان فرض کرده، با اخراج عمود بر این محور عرض معین a را پیاده می نماییم.

فعالیت عملی ۵

پیاده کردن شیب: یک بار با تراز یاب و بار دیگر با زاویه یاب شیب معین P% را

بر روی زمین پیاده می‌کنیم.

فعالیت عملی ۶

پیاده کردن یک پلان فونداسیون: استاد ضمن ارائه‌ی یک پلان فونداسیون به هر گروه هنرجویان، از آنان می‌خواهد پس از انتخاب نقاط رزرو، محورهای پلان را پیاده کنند. در مرحله‌ی بعد با در نظر گرفتن فواصل مراکز صفحات بیس‌پلیت می‌توان این مراکز را هم میخ‌کوبی نمود (چنانچه امکان‌پذیر باشد از مناطقی که عملاً این کار انجام می‌شود بازدید نیز به عمل آید و توضیحات لازم داده شود).

فعالیت عملی ۷

پیاده کردن پلان: دو طرح ساده و بخشی از یک پلان اجرایی به شرح زیر در نظر گرفته شده و بر روی زمین پیاده می‌شود (طرح‌های ساده را خود هنرجویان نیز می‌توانند تهیه کنند).

الف: طرحی شامل تعیین موقعیت یک ساختمان نسبت به عوارض موجود (مثلاً خیابان).

ب: طرحی شامل حداقل یک خیابان اصلی و یک خیابان فرعی (که با خیابان اصلی زاویه‌ی غیر قائمه تشکیل دهد) و یک قوس.

ج: بخشی از پلان اجرایی یک منطقه مسکونی یا شهرک.

خودآزمایی

۱- در هر کدام از مراحل سه‌گانه‌ی طراحی، محاسبه و اجرای طرح‌های ساختمانی یک مورد از عملیات نقشه‌برداری که انجام می‌شود را ذکر کنید.

۲- منظور از پیاده کردن یک طرح ساختمانی چیست؟

۳- مراحل کلی پیاده کردن یک طرح ساختمانی را شرح دهید.

۴- برای شروع عملیات پیاده کردن طرح یک مجتمع بزرگ ساختمانی چنانچه شبکه‌ی نقاط کنترل مسطحاتی و ارتفاعی قبلاً در آن ایجاد نشده باشد، چه تمهیداتی برای آغاز کار نقشه‌برداری لازم است؟

۵- روش پیاده کردن پلان‌های ساختمانی بر چه اساس و با توجه به چه عواملی انتخاب

می‌شود؟

۶- منظور از «سایت پلان» چیست؟

۷- منظور از «خط بر» در اجرای پروژه‌های ساختمانی چیست؟

۸- پس از گچ‌ریزی محل پی یک ساختمان به منظور حفظ موقعیت دقیق محل پی چه باید کرد؟

۹- حامل‌های چوبی به چه منظور در پیاده کردن محل پی یک ساختمان مورد استفاده قرار

می‌گیرد؟

۱۰- منظور از پیاده کردن «کف» در طرح‌های ساختمانی چیست؟

۱۱- چنانچه محدوده‌ی ساختمانی در «سایت پلان» به شکل مستطیل نباشد به منظور تسهیل

عملیات پیاده کردن چه عملی انجام می‌شود؟

۱۲- تفاوت روش‌های «افست» و «شعاعی» در پیاده کردن نقشه کدام است؟

۱۳- در روش شعاعی هر نقطه به کمک کدام کمیت‌ها پیاده می‌شود؟

۱۴- خاصیت پیاده کردن یک امتداد با دو حالت مستقیم و معکوس دورین چیست؟

۱۵- در محل تقاطع محور دو خیابان که با یکدیگر زاویه‌ی 120° می‌سازند می‌خواهیم قوسی

به شعاع 50 متر پیاده کنیم.

اولاً: فاصله‌ی شروع قوس، نقطه‌ی تقاطع محور دو خیابان چند متر است؟

ثانیاً: چگونه می‌توان نقاط ابتدا، انتها و میانه‌ی قوس مزبور را بر روی زمین پیدا کرد؟

۱۶- به منظور کنترل قائم بودن ستون‌ها در ساختمان روش کار چگونه است؟

۱۷- برای کنترل ارتفاعات طبقات و پله‌ها در یک ساختمان به کمک تراز یاب روش کار چگونه

است؟

۱۸- پیاده کردن یک امتداد با چه وسایلی امکان‌پذیر است و چگونه؟

۱۹- سه مورد از موارد استفاده‌ی نقشه‌برداری در مراحل مختلف اجرای ساختمان‌های فلزی

و ساختمان‌های با قطعات پیش ساخته را ذکر کنید.

فهرست منابع

- ۱- مقرب نیا؛ بهمن، نقشه برداری (ساختمان)؛ شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران؛ ۱۳۷۱.
- ۲- مقرب نیا؛ بهمن، مساحی و نقشه برداری (کشاورزی)؛ شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران؛ ۱۳۶۳.
- ۳- مقرب نیا؛ بهمن، نقشه برداری (بهداشت محیط)؛ شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران؛ ۱۳۷۵.
- ۴- مقرب نیا؛ بهمن، مبانی نقشه برداری؛ شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران؛ ۱۳۷۸.
5. Plan graphies (Fifth Edition)
(DAVID.A.DAVIS, THE ODORE.D.WALKER)
6. Surveying for Construction (Third Edition) (William Irvine)
7. Setting-Out Procedures (B.M. Sadgrove)
8. Surveying for Engineers (Second Edition) (J.Uren and W.F. Price)

