

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.

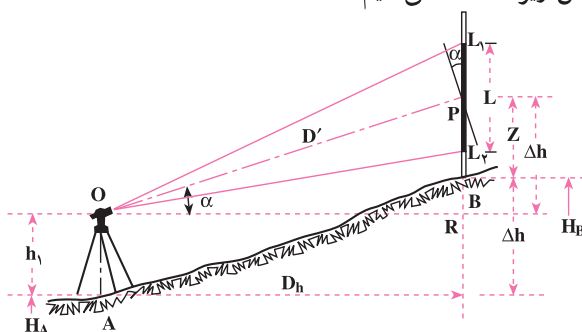
۶-۶ - تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطه به کمک دستگاه زاویه یاب

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

صفحه‌ی قائم نیز می‌تواند حرکت نماید، یعنی دوربین زاویه‌یاب را در حالت غیرافقی نیز می‌توان قرار داد. با توجه به این خصوصیت برای تعیین اختلاف ارتفاع به کمک زاویه‌یاب دو حالت در نظر می‌گیریم.

الف: اگر دوربین دستگاه زاویه‌یاب را در حالت افقی قرار دهیم عیناً مانند نیوو (ترازیاب) می‌تواند برای تعیین اختلاف ارتفاع مورد استفاده قرار گیرد.

ب: در زمین‌های ناهموار وقتی تعیین اختلاف دو نقطه با یک‌بار ایستگاه‌گذاری موردنظر است و به دلیل شیب زیاد امکان قرائت شاخص‌ها که روی دو نقطه قرار دارد با نیوو وجود ندارد، از زاویه‌یاب مطابق شکل زیر استفاده می‌کنیم.



شکل ۱۹-۶

برای پیدا کردن اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A و B زاویه‌یاب را بر روی نقطه‌ی A و شاخص را به طور قائم در نقطه‌ی B مستقر می‌کنیم. پس از آماده شدن دستگاه به همراه تارهای رتیکول لازم است زاویه‌ی شیب امتداد نشانه روی نیز قرائت گردد. چنانچه این زاویه را α بنامیم از رابطه‌ی زیر به منظور تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی مذکور استفاده می‌کنیم:

$$\Delta H = 100 \cdot L \sin \alpha \cos \alpha + h_1 - z$$

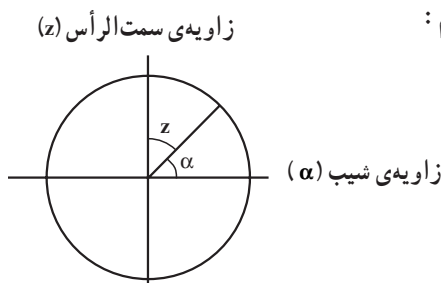
h_1 همان گونه که بر روی شکل دیده می‌شود ارتفاع دستگاه زاویه‌یاب، و z قرائت تاروسط رتیکول می‌باشد.

حالت خاص: چنانچه موقع عمل، تار وسط رتیکول را بر روی عدد برابر ارتفاع دستگاه روی شاخص قرار دهیم به این ترتیب $h_1 = z$ می‌باشد که در رابطه‌ی فوق به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\Delta H = 100 \cdot L \sin \alpha \cos \alpha$$

تبصره: به منظور تعیین زاویه‌ی شیب همیشه باید به وضعیت صفحه‌ی مدرج قائم توجه داشته باشید. این صفحه که قرائت آن عیناً نظیر صفحه‌ی مدرج افقی انجام می‌گیرد به طور ثابت در دستگاه

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 27° (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.

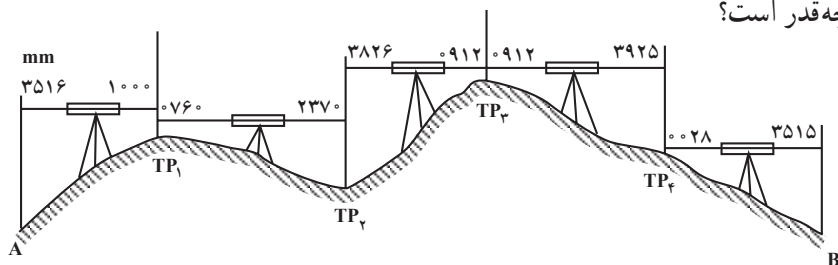
خودآزمایی

- 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 ۲۷۲۰ و ۱۵۱۴ 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_۱ تا TP_۴ به شکل زیر استفاده کرده‌ایم. اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی مزبور چه قدر است؟



شکل ۶-۲۱

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 به‌خاطر 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 به‌شرح زیر اندازه‌گیری شده‌اند. اختلاف ارتفاع دو نقطه چه قدر است؟

$$h_1 = 1526 \text{ mm} \text{ و } z = 2120 \text{ mm} \text{ قرائت زاویه‌ی قائم } 88^\circ, 36'$$

اندازه‌گیری با دستگاه‌های اپتیک الکترونیکی

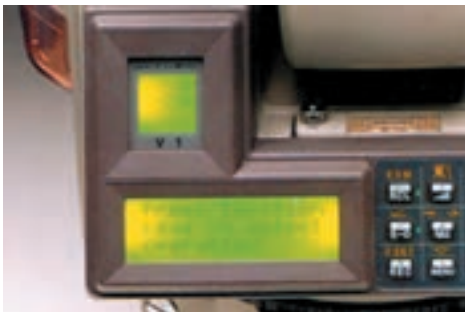
در فصل دوم با تراز یاب‌ها و زاویه‌یاب‌های اپتیک الکترونیکی آشنا شدید. به لحاظ استفاده‌ی روزافزون این دستگاه‌ها در امور اجرایی، در این فصل راجع به طرز کار بعضی از نمونه‌ها به‌طور مختصر توضیح داده خواهد شد. ضمناً تهیه و به‌کارگیری این وسایل، اگر صرفاً جهت اندازه‌گیری طول، زاویه و اختلاف ارتفاع باشد مقرون 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 به‌وسیله 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 به‌وسیله‌ی 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.

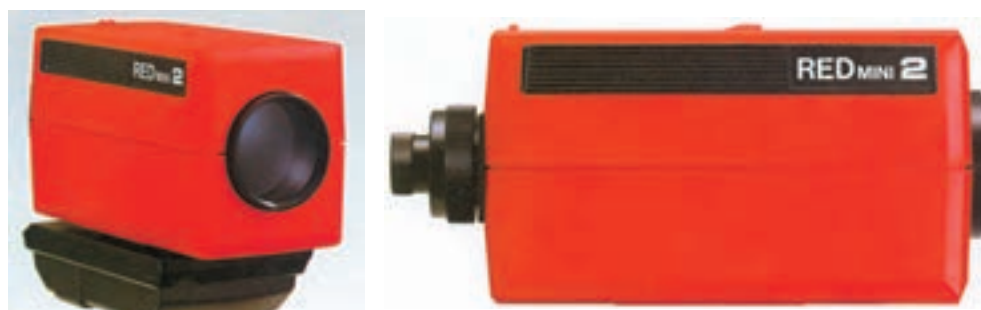


شکل ۷-۳- نمونه‌های مختلف منشورها و طرز استقرار آنها

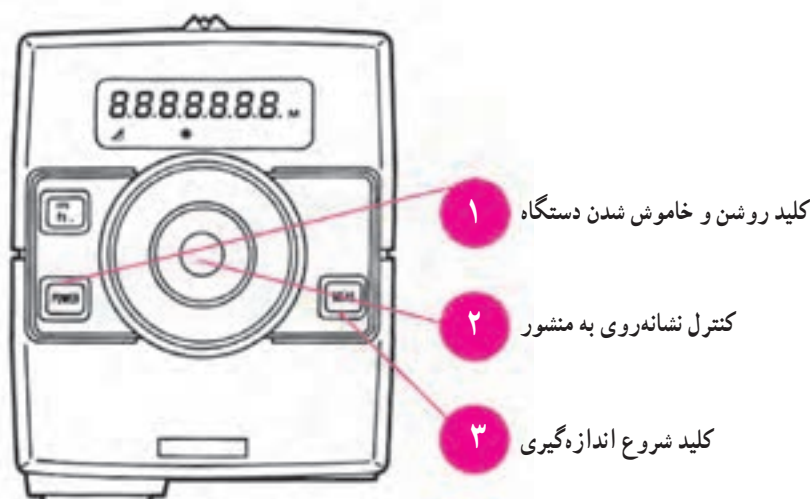
برای فواصل کم تنها از یک منشور استفاده می‌گردد ولی با ازدیاد فاصله تعداد منشورها اضافه می‌شود. منشورها به کمک ژالون مخصوص به همراه تراز و نگه‌دارنده‌ی ژالون و یا بر روی سه پایه‌ی زاویه‌یاب استقرار پیدا می‌کند.

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.

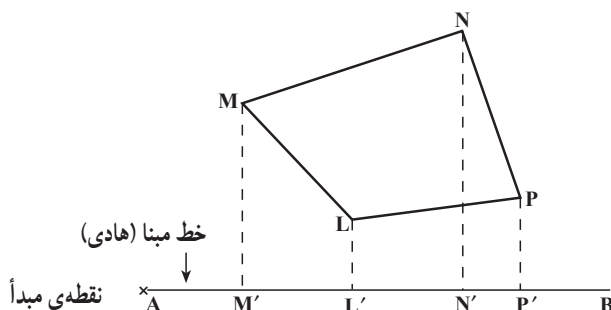
در فصل اول اصطلاح برداشت را تعریف نمودیم، در عمل برداشت کلیه‌ی اندازه‌های خطی و زاویه‌ای که برای رسم نقشه یا پلان لازم هستند اندازه‌گیری می‌شوند. عمل برداشت به شکل‌های مختلف انجام می‌شود. گاهی تنها چند طول اندازه‌گیری می‌گردد و زاویه‌ای اندازه‌گیری نمی‌شود (بیشتر در مورد کارهای کوچک در نقشه‌برداری‌های 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 $P'A$ ، PP' ، NN' ، $N'A$ ، LL' ، $L'A$ ، $M'A$ ، MM' اندازه‌گیری شوند.



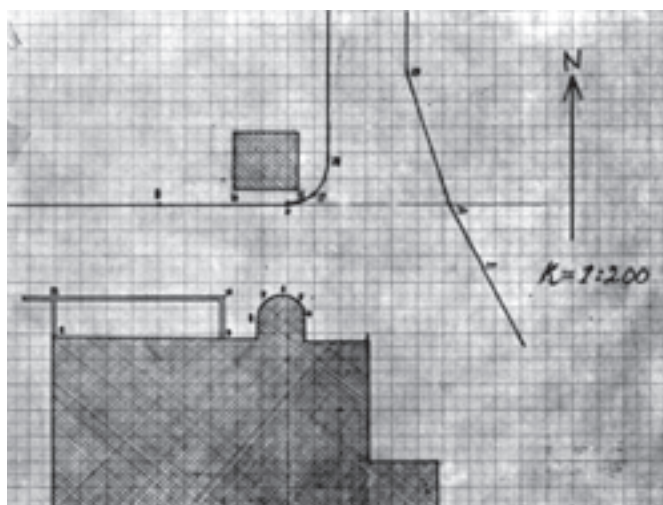
شکل ۸-۱

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 ۸-۲

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 :

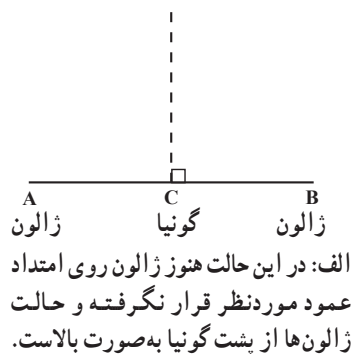
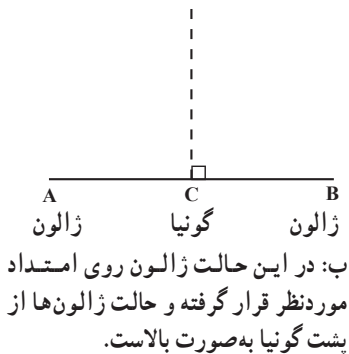
۱-۲-۸- اخراج عمود: در این حالت نقطه روی امتداد است، اگر گونیاهایی که در دست‌رس هستند پایه ندارند زیر آن‌ها شاقول اضافه می‌کنیم تا بتوانیم آن‌ها را درست بر روی نقطه قرار دهیم. به عنوان مثال در شکل زیر برای اخراج عمود در نقطه‌ی C بر روی امتداد AB گونیا را ثابت در روی نقطه‌ی C قرار می‌دهیم، اگر از گونیا 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



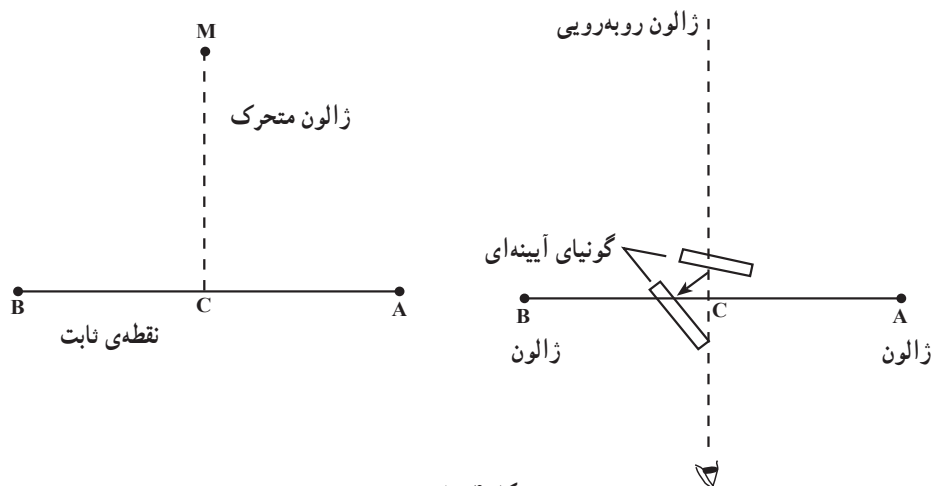
ژالون روبه‌رویی



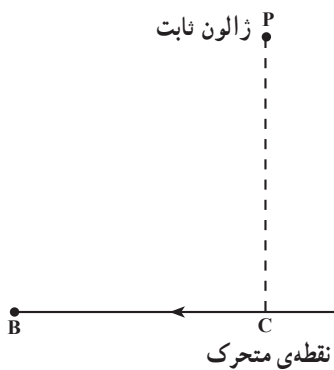
شکل ۳-۸

در صورتی که از گونیا آیین‌های 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).



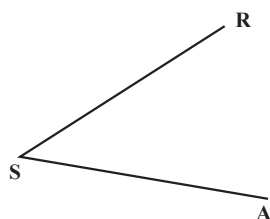
شکل ۸-۴



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.

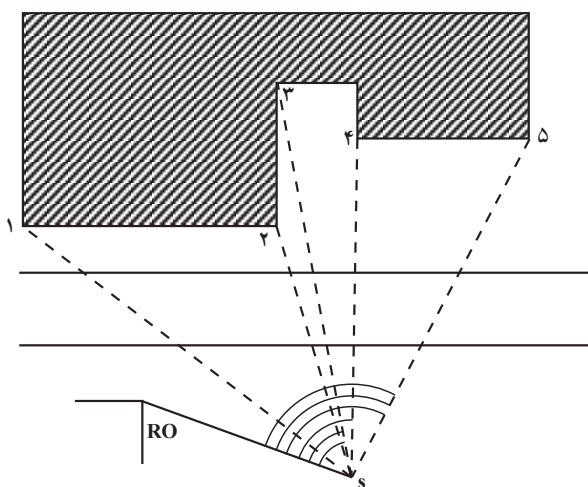
د: نقاطی را که انتخاب می کنیم و بر روی آن ها شاخص می گذاریم اسم گذاری کرده ضمن مشخص کردن آن ها روی کروکی در فرم های تاکتومتری همراه اعداد برداشت شده، نوشته می شوند.

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، آزیموت امتداد مبنا را با قطب نما به دست می آوریم. مثال: برای تهیه نقشه در منطقه ای که در شکل ۷-۸ آن را می بینید، نقطه ی S را به عنوان ایستگاه انتخاب کرده پس از ایستگاه گذاری، بر روی نقطه ی RO صفر - صفر کرده ایم، سپس برای نقاط نشان داده شده در شکل، تارهای استادیتری (تار وسط به خاطر کنترل تارها خوانده می شود) و زاویه های افقی و قائم را خوانده ایم که جدول زیر به دست آمده و در آن فواصل افقی و اختلاف ارتفاع ها محاسبه شده است.



شکل ۷-۸

ایستگاه:		برگ برداشت عوارض و محاسبات				نوع زاویه یاب:	
ارتفاع دستگاه: ۱۵۰۰		تاریخ:				عامل:	
اختلاف ارتفاع		فاصله ی افقی	زاویه ی قائم	زاویه ی افقی	تارهای استادیتری		
					بالا	وسط	پایین
	۲۵/۹۰	۸۶° و ۴۰	۲۷° و ۴۴	۱۶۳۰	۱۵۰۰	۱۳۷۰	۱
	۱۲/۷۱	۹۸° و ۳۱	۶۷° و ۱۳	۱۵۶۵	۱۵۰۰	۱۴۳۵	۲
	۳۰/۸۸	۹۳° و ۱۸	۷۰° و ۴۸	۱۶۵۵	۱۵۰۰	۱۳۴۵	۳
	۲۳/۰۰	۹۰° و ۰۰	۷۹° و ۲۸	۱۷۱۵	۱۶۰۰	۱۴۸۵	۴
	۲۸/۰۰	۹۰° و ۰۰	۱۲۷° و ۰۶	۱۷۴۰	۱۶۰۰	۱۴۶۰	۵

تبصره ی ۱: برای تعیین جهت شمال در پلان به طریقی که قبلاً گفته شده عمل می کنیم.

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.

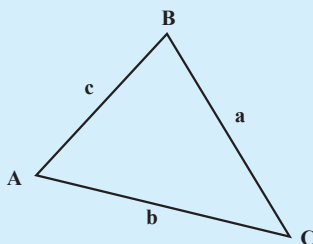
تبصره ۴: برای تهیه‌ی پلان‌های کم دقت مسطحاتی در زمین‌های با شیب کم، از ترازب‌هایی که قادر به اندازه‌گیری زاویه‌ی افقی هستند نیز می‌توان استفاده کرد.

مطالعه آزاد

محاسبه مساحت مثلث (روش بوزجانی)

به دلیل نیاز بشر برای حل اختلاف مالکیت‌ها و تعیین حد و مرز زمین‌های حاصل‌خیز 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.



$$S = \sqrt{\frac{1}{4} \left[\left(\frac{c+b}{2} \right)^2 - \left(\frac{a}{2} \right)^2 \right] \left[\left(\frac{c+b}{2} \right)^2 - \left(\frac{a}{2} \right)^2 \right]}$$

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؟

$$\text{متر } AC = ۵۶ \text{ و } \text{متر } BC = ۶۰ \text{ و } \text{متر } AB = ۵۰$$

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

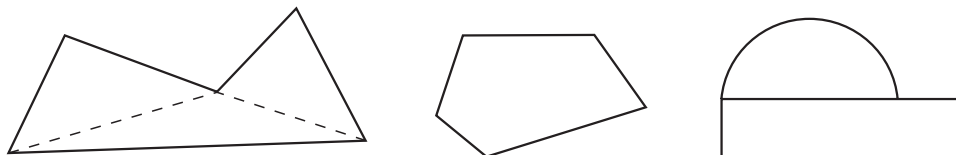
$$\text{آن } P = \frac{a+b+c}{۲} \text{ است، پس مساحت را به‌دست می‌آوریم:}$$

$$P = \frac{۵۰+۵۶+۶۰}{۲} = \frac{۱۶۶}{۲} = ۸۳ \text{ متر}$$

$$* S = \sqrt{۸۳(۸۳-۶۰)(۸۳-۵۶)(۸۳-۵۰)} \neq ۱۳۰۴ \text{ متر مربع}$$

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:



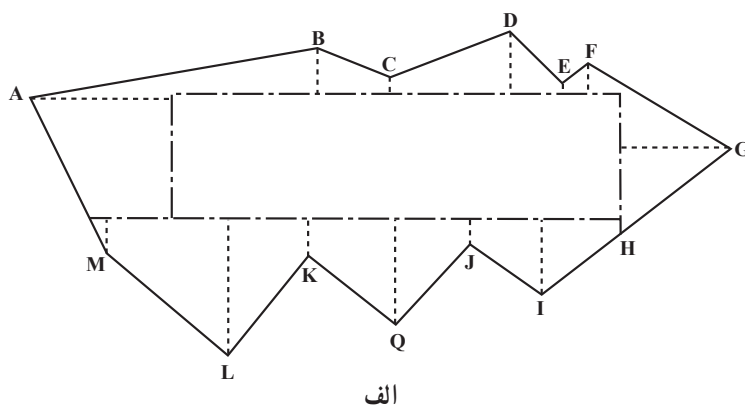
شکل ۸-۸

$$a = ۵۶, b = ۵۰, c = ۶۰$$

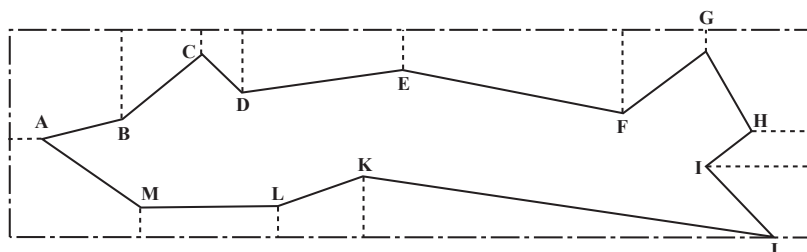
* محاسبه مساحت مثلث (به روش بوزجانی)

$$S = \sqrt{\frac{1}{4} \left[\left(\frac{۶۰+۵۰}{۲} \right)^2 - \left(\frac{۵۶}{۲} \right)^2 \right] \left[\left(\frac{۵۶}{۲} \right)^2 - \left(\frac{۶۰-۵۰}{۲} \right)^2 \right]} \approx ۱۳۰۴$$

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.



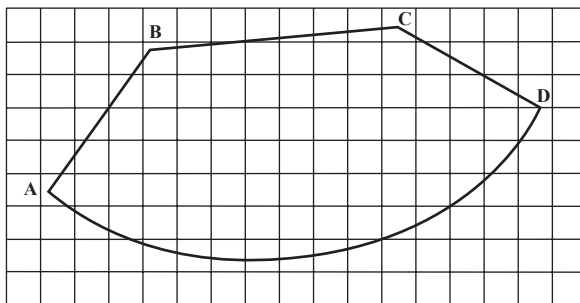
الف



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.



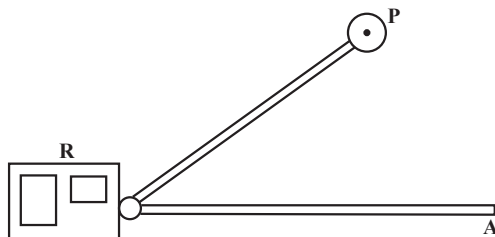
شکل ۸-۱۰

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 $2 \times 2 = 4$ 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 نماییم. 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 متر مربع 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)



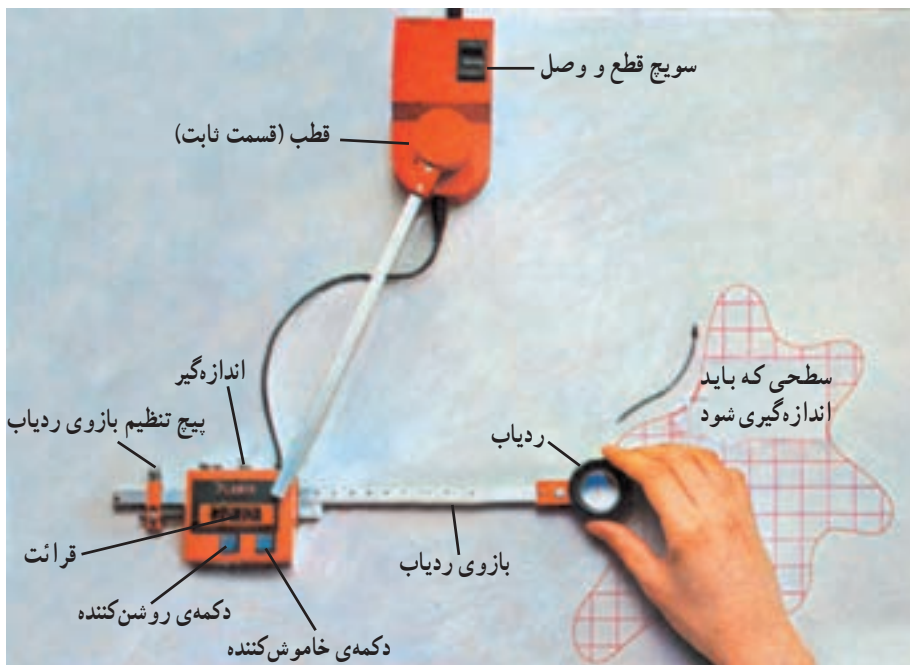
شکل ۸-۱۱

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.

$$S = (b - a) \times \text{ضریب ثابت} \rightarrow$$

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



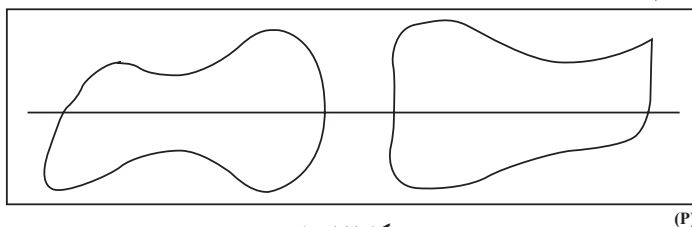
شکل ۱۲-۸

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.

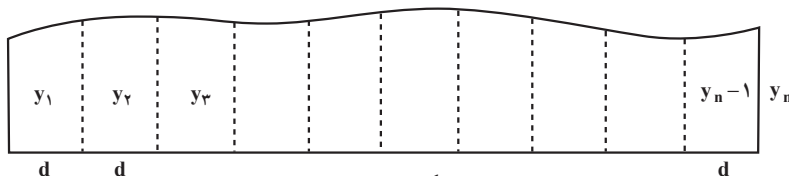
قبلاً توجه داشته باشید که برای استفاده از این فرمول‌ها لازم است خط مبنایی در یک سمت

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

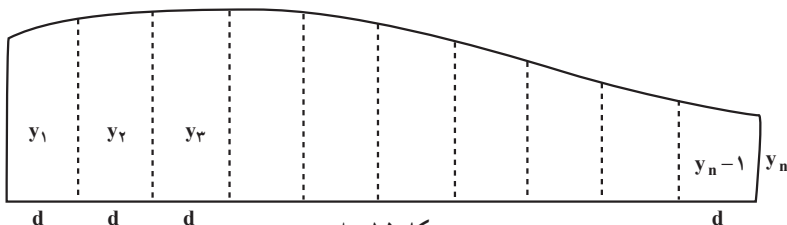
این فرمول به شکل کلی زیر است:

$$S = \frac{d}{3} (y_1 + 2 \sum y_i + 4 \sum y_p + y_n)$$

که در آن $\sum y_i$ مجموع طول عمودهای فرد غیر از y_1 و y_n و $\sum y_p$ مجموع طول عمودهای زوج و d فاصله‌ی عمودها می‌باشد.

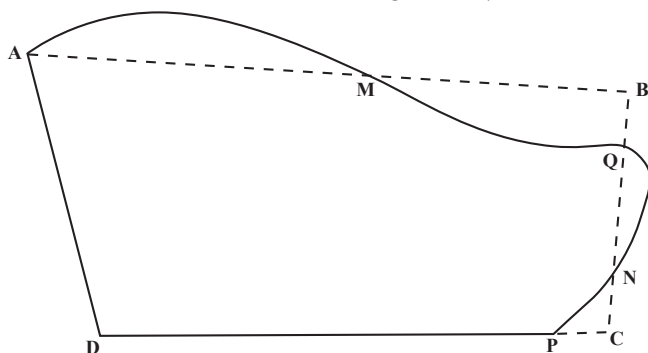
فرمول ذوزنقه: وقتی دقت زیادی مورد نظر نباشد چون با جدا کردن قسمت‌های مساوی روی خط مبنا شکل تبدیل به یک عده شکل‌های تقریباً ذوزنقه می‌شود که می‌توان مساحت هر یک را از روی دستور مربوط به مساحت ذوزنقه حساب کرد. فرمول زیر نتیجه گرفته می‌شود.

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



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 رئوس 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.

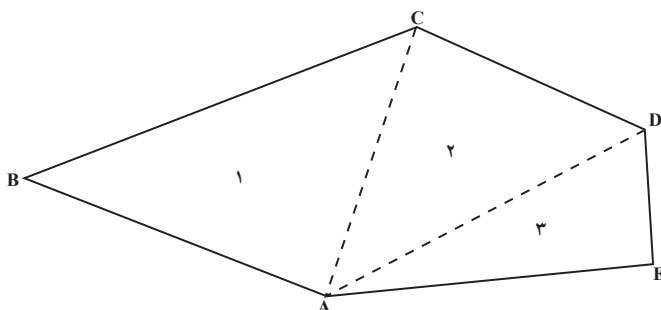
خود آزمایی

- 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 مدرج 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؟

$$AC = ۵۶ \text{ متر و } BC = ۶۰ \text{ متر و } AB = ۵۰ \text{ متر}$$

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؟



$$AB = 9/83 \text{ متر}$$

$$BC = 12/94 \text{ متر}$$

$$CD = 7/85 \text{ متر}$$

$$DE = 4/05 \text{ متر}$$

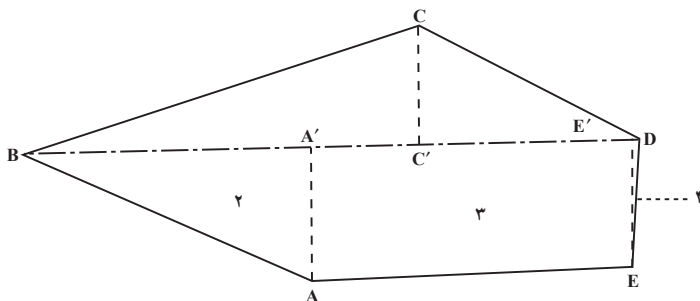
$$AE = 10/15 \text{ متر}$$

$$AC = 8/65 \text{ متر}$$

$$AD = 11/55 \text{ متر}$$

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.



$$AA' = 4/35$$

$$A'B = 8/90$$

$$CC' = 3/46$$

$$EE' = 4/03$$

$$E'B = 19/01$$

$$A'E' = 10/11$$

$$BD = 19/5$$

$$E'D = 0/49$$

شکل ۱۸-۸

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

۱۴- به‌طورکلی 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.

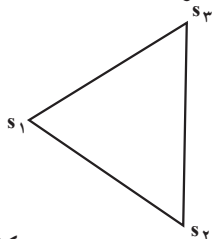
۱۸- برای تعیین مساحت قطعه زمینی به شکل مثلث $S_1S_2S_3$ زوایای S_1 و S_2 و طول S_1S_2

اندازه‌گیری شده و اعداد زیر به دست آمده است. مساحت این قطعه زمین چه قدر است؟

$$\hat{S}_1 = 57^\circ$$

$$\hat{S}_2 = 65^\circ$$

$$LS_1S_2 = 150 \text{ m}$$



شکل ۱۹-۸

۱۹- برای تعیین مساحت قطعه زمینی به شکل چند ضلعی، مطابق کروکی شکل ۲۰-۸، AB

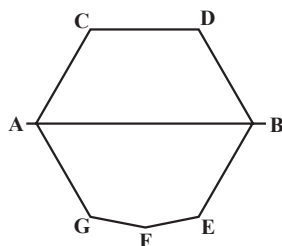
به عنوان خط مبنا و نقطه‌ای A به عنوان مبدأ انتخاب و مقادیر x و y، نقاط رأس چند ضلعی،

اندازه‌گیری 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



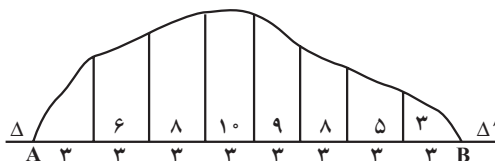
شکل ۲۰-۸

۲۰- برای تعیین مساحت قطعه زمینی مطابق شکل ۲۱-۸ $\Delta\Delta'$ را به عنوان امتداد مبنا در نظر

گرفته و AB را به هشت قسمت مساوی تقسیم کرده‌ایم که هر قسمت ۳ متر شده است و طول‌های

اندازه‌گیری 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 مسطحانی و ارتفاعی عوارض یک منطقه از زمین، هر دو، مشخص شده‌اند و برحسب آن‌که دستگاه مورد استفاده ترازیب 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 :

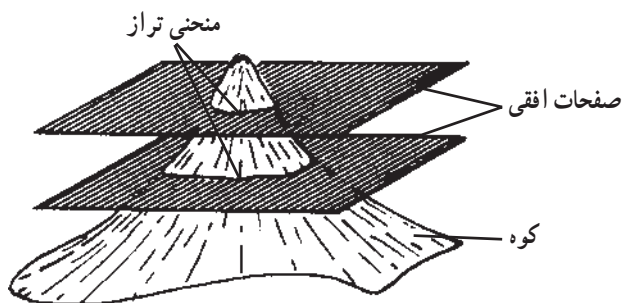
۹-۱- تعریف منحنی‌های تراز

– منحنی‌های تراز به صورت زیر تعریف می‌شوند :

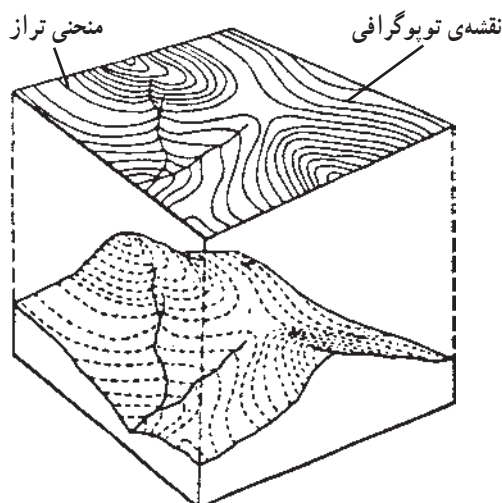
اگر یک سطح تراز، زمینی را قطع کند به مقطع این سطح تراز با سطح خارجی زمین منحنی تراز می‌گوییم.

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)

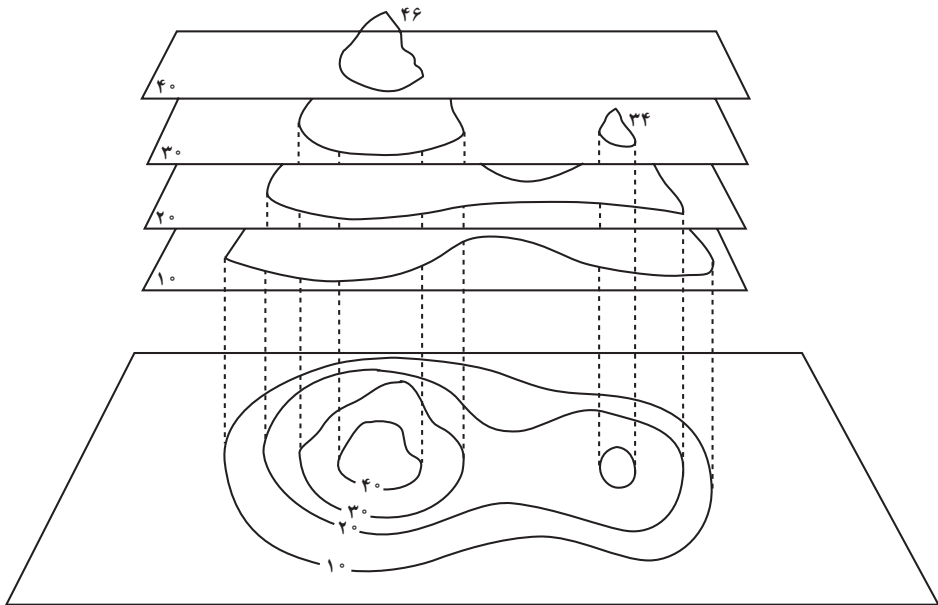
متساوی البعد به صورت زیر تعریف می شود :

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.

۹-۳- 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.



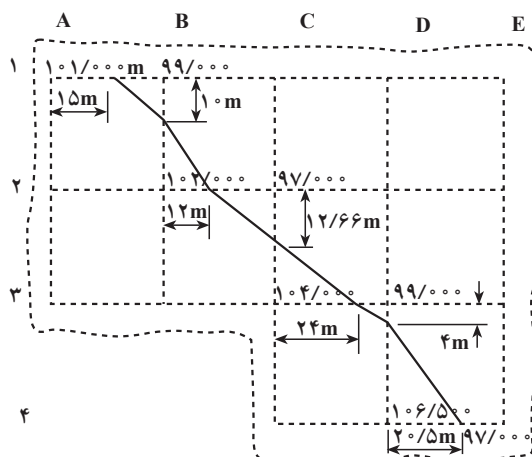
شکل ۹-۲

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.

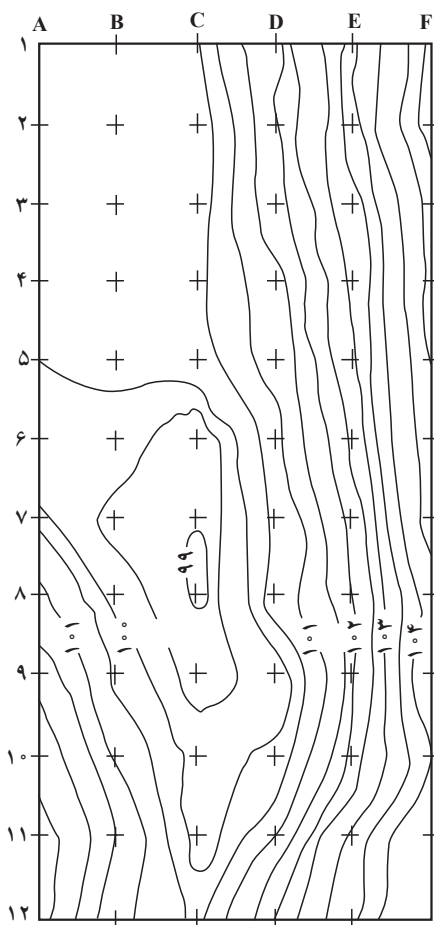
۹-۴ - روش‌های مختلف واسطه‌یابی برای رسم منحنی‌های تراز

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 $AB = 30$ 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. $AM = \frac{30 \times 1}{2} = 15$ متر. 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.

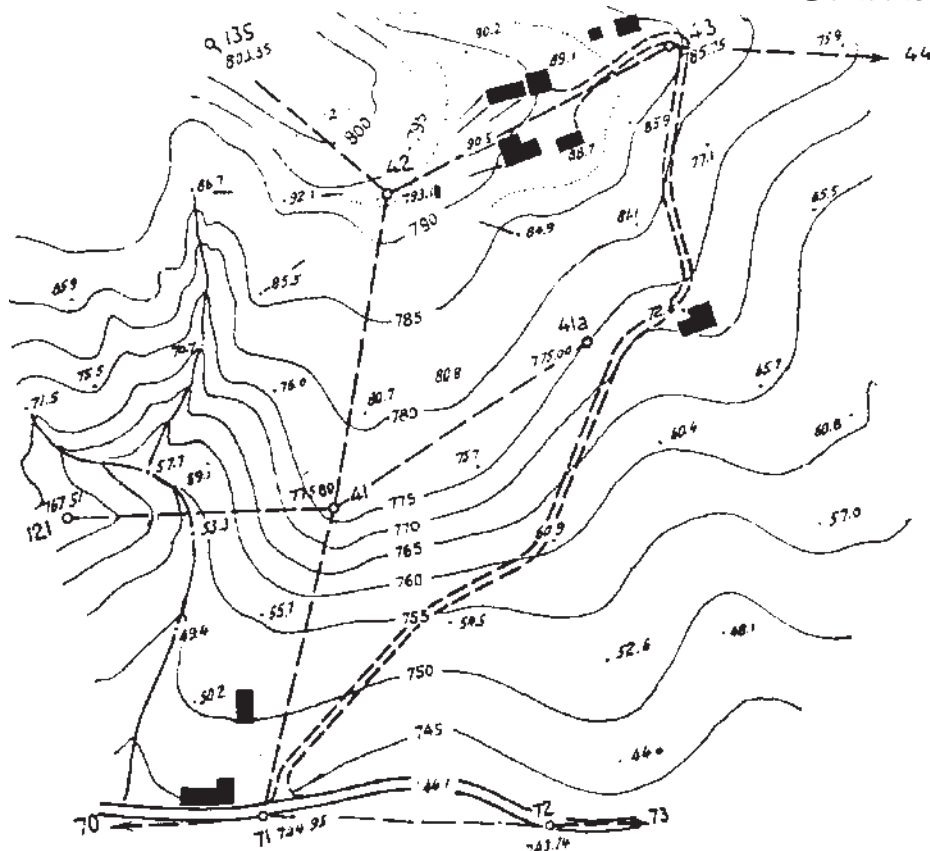
پلان با خطوط منحنی تراز روبه‌رو پس از انجام عملیات ذکر شده‌ی فوق تهیه گردیده است.

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 میخ‌کوبی یا گچ‌ریزی مشخص می‌گردند. سپس هنرجویان به کمک ترازیاب ارتفاع نقاط رأس شبکه را از روی ارتفاع یک بنچ 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.

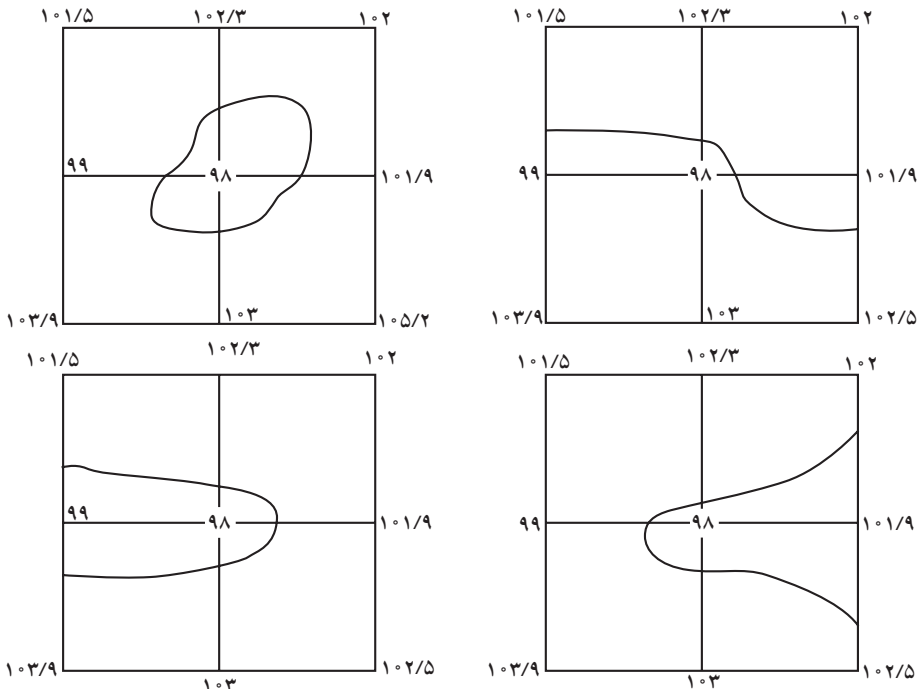
الف: ارتفاع گرد شده‌ی یک یک نقاط شبکه محاسبه و در ستون آخر جدول ترازیابی درج می‌گردد.

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 تراز یابی 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 :

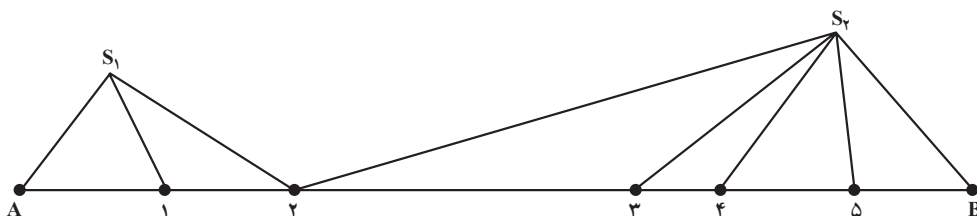
۱- در اینجا تنها یک نوع برش موردنظر است که در هر امتدادی روی زمین آن را می‌توان تهیه کرد و این امتداد روی زمین می‌تواند در طول باشد یا در عرض. در صورتی که در راه‌سازی برای مشخص ساختن وضعیت ارتفاعی زمین دو امتداد عمود برهم را در نظر می‌گیرند و در هر امتداد یک نوع برش تهیه می‌کنند که یکی را می‌توان برش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

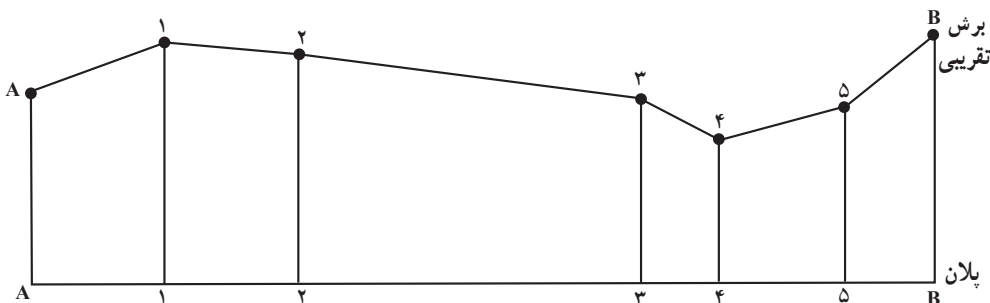
فرض کنید نقاط تغییر شیب بر روی امتداد AB به شکل زیر مشخص و از ایستگاه‌های S_1 و S_2 ترازیبی شده باشند.



شکل ۱-۱۰

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

حدس بزنیم.



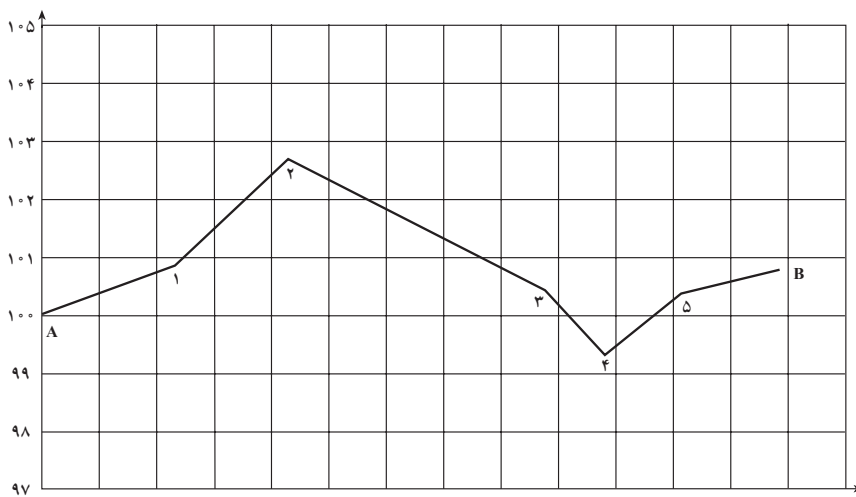
شکل ۲-۱۰

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	۰/۸۷۶				۲۷۵۱		۱
۱۰۲/۷	۱۰۲/۷۱۲	۲۰/۰۰		۱۸۳۶	۰/۹۱۵		۰/۴۸۰	۲
۱۰۰/۶	۱۰۰/۵۹۰	۴۴/۵۲	۲۱۲۲			۲۶۰۲		۳
۰/۹۹/۳	۹۹۳۲۱	۹/۹۸	۱۲۶۹			۳۸۷۱		۴
۱۰۰/۵	۱۰۰/۵۰۰	۱۳/۲۵		۱۱۷۹		۲۶۹۲		۵
۱۰۰/۹	۱۰۰/۹۱۳	۱۸/۰۵	۰/۴۱۳		۲۲۷۹			B

مقیاس $\frac{1}{100}$



شکل ۳-۱۰

مقیاس $\frac{1}{1000}$
۱۴۲

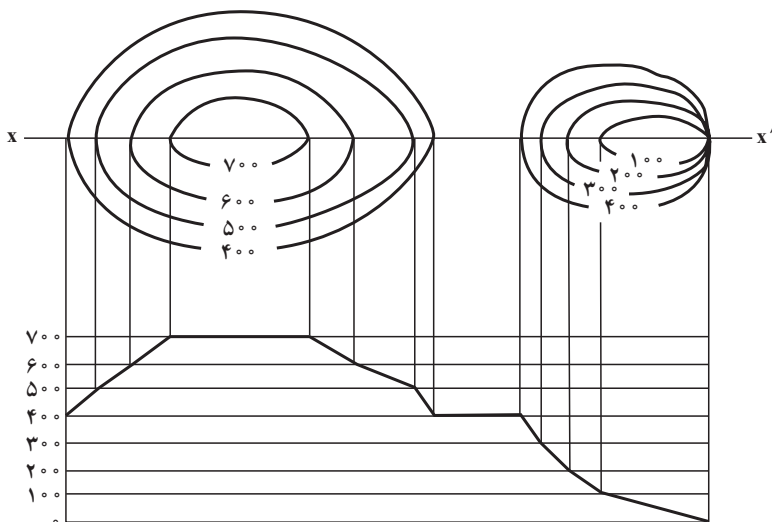
تبصره ی ۱: برای دقیق تر رسم شدن برش می توان بین نقاطی که شیب یک نواخت ولی فاصله زیاد است، نقاط اضافی در نظر گرفت (مثلاً در این جا بین نقاط ۲ و ۳).

تبصره ی ۲: چنانچه تغییرات ارتفاع نسبت به فاصله کوچک باشد، معمولاً مقیاس محور ارتفاعات ده برابر مقیاس محور فواصل اختیار می شود (همان گونه که در نقشه برداری مسیر معمول است چون فواصل بلند و تغییرات ارتفاع نسبت به فاصله عدد کوچکی است).

ب — روش غیرمستقیم تهیه ی برش از زمین: با انجام عملیاتی به شرح زیر می توان از روی پلان با منحنی های تراز یک منطقه از زمین در امتدادی معین برش رسم کرد.

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

— پس از مشخص کردن ارتفاع پایین ترین و بالاترین منحنی تراز ی که امتداد موردنظر را قطع می کند بر روی کاغذ دو محور افقی و قائم رسم می کنیم، 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 ی را قطع کرده است خطی عمود بر خط افقی هم ارتفاع آن نقطه رسم می کنیم.

— از تقاطع هر دو، نقطه ای به دست می آید که پس از وصل کردن این نقاط به هم برش موردنظر ترسیم می گردد.

فعالیت‌های عملی

فعالیت عملی ۱

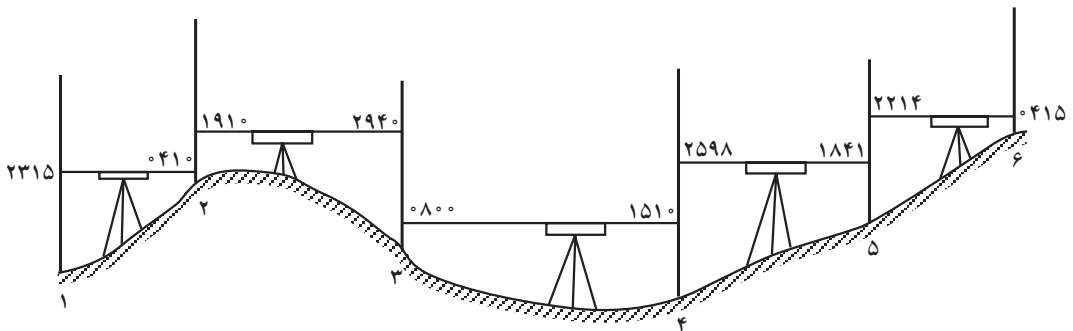
تهیه‌ی برش به طریقه‌ی مستقیم: پس از انتخاب امتدادی بر روی زمین، نقاط تغییر شیب زمین ترازبایی شده و فاصله‌ی آن‌ها را با مترکشی به دست آورید. سپس با در نظر گرفتن مقیاس مناسب برای فواصل و ارتفاعات، بر روی کاغذ میلی متری برش رسم گردد.

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.

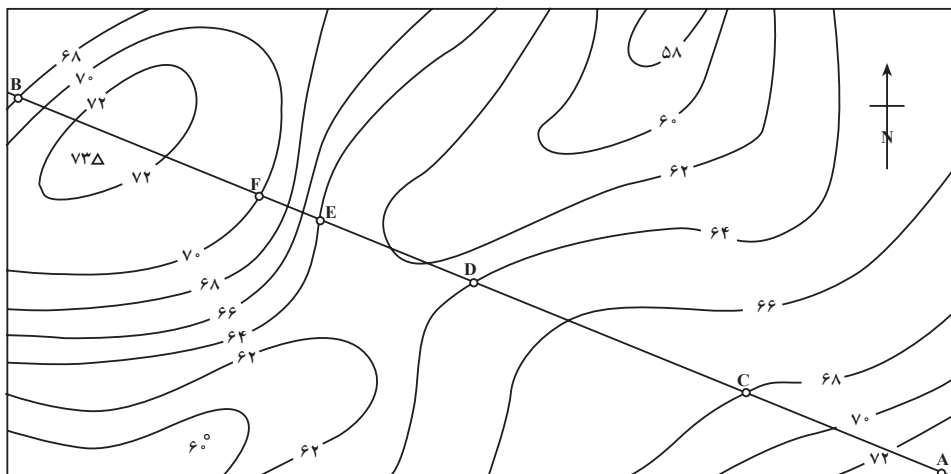
خودآزمایی

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 $۱-۲=۲۷/۵m$ ، $۲-۳=۳۵m$ ، $۳-۴=۶۲m$ ، $۴-۵=۳۱/۵m$ و $۵-۶=۲۸m$ 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