

## کاربردهای ترازیبی در معماری

هدف‌های رفتاری: از دانش آموز انتظار می‌رود در پایان این فصل:

- ۱- استادیومتری را تعریف کرده، وسایل لازم برای استادیومتری را نام ببرد.
- ۲- اصول استادیومتری را با رسم شکل توضیح دهد.
- ۳- روش استادیومتری را مرحله به مرحله شرح دهد.
- ۴- توپوگرافی را تعریف کرده، کاربردهای آن را بیان کند.
- ۵- روش شبکه‌بندی برای تهیه نقشه‌های توپوگرافی را مرحله به مرحله شرح دهد.
- ۶- عملیات خاکی را تعریف کرده، حجم عملیات خاکی را توضیح دهد.
- ۷- روش شبکه‌بندی برای محاسبه‌ی حجم عملیات خاکی را شرح دهد.
- ۸- کاربرد ترازیبی در عملیات گودبرداری و تسطیح را شرح دهد.
- ۹- کاربرد ترازیبی در کنترل سطح بتن مگر را شرح دهد.
- ۱۰- کاربرد ترازیبی در کنترل سطح صفحات بیس‌پلیت را شرح دهد.
- ۱۱- روش ایجاد و انتقال خط تراز در ساختمان را شرح دهد.

### ۱-۹- استادیومتری

هر نسبتی که بین اضلاع و ارتفاع مثلث OPQ وجود داشته باشد همان نسبت‌ها بین اضلاع و ارتفاع مثلث OMN وجود دارد. یعنی:

$$\frac{\text{ارتفاع مثلث OMN}}{\text{ارتفاع مثلث OPQ}} = \frac{\text{ارتفاع مثلث OMN}}{\text{ارتفاع مثلث OPQ}}$$

از آنجا که دورین ترازیبی طوری ساخته شده که نسبت ارتفاع مثلث OPQ به PQ همواره ثابت بوده و برابر  $100^\circ$  است، بنابراین، داریم:

$$PQ = 100^\circ \times \text{ارتفاع مثلث OPQ}$$

به همان دلیل ارتفاع مثلث OMN برابر است با:

$$MN = 100^\circ \times \text{ارتفاع مثلث OMN}$$

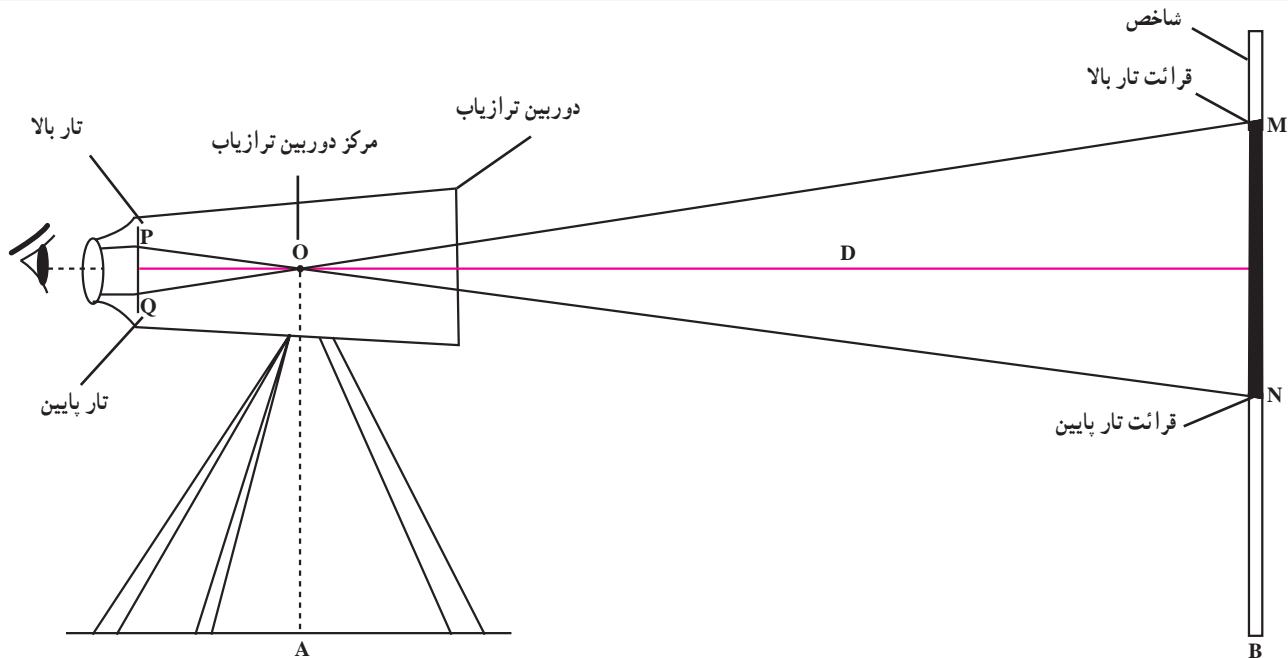
همانطور که در شکل ۹-۱ می‌بینید ارتفاع مثلث OMN

الف - تعریف استادیومتری: اندازه‌گیری فاصله افقی با استفاده از استادیا (شاخص یا میر) را استادیومتری می‌گویند.

ب - وسایل استادیومتری: استادیومتری به وسیله‌ی یک دستگاه ترازیب (نیو)، یک عدد شاخص (استادیا) به همراه ترازنبشی انجام می‌گیرد. (البته به کمک دستگاه زاویه‌یاب نیز می‌توان استادیومتری را انجام داد ولی در این‌جا استفاده از ترازیب ذکر می‌شود).

ج - اصول استادیومتری: در شکل ۹-۱ دستگاه ترازیب و امتداد نورهای گذرنده از عدسی‌های آن را به صورت ساده مشاهده می‌نمایید.

در شکل ۹-۱ دو مثلث OPQ و OMN متشابه‌اند، بنابراین



شکل ۱-۹- استادیمتری

پایه‌ها را چنان جابه‌جا کنید که نوک شاقول در روی نقطه‌ی A قرار بگیرد. سپس با کمک پیچ‌هایی، ترازیاب را در حالت افقی قرار دهید. در این حالت دوربین بر روی نقطه‌ی A مستقر شده است.

۲- استقرار شاخص بر روی نقطه‌ی B: شاخص را در روی نقطه‌ی B قرار داده، با کمک یک تراز نشی، که در کنار آن قرار می‌دهید، شاخص را در حالت قائم نگاه دارید.

۳- قراولروی به شاخص و قرائت تار بالا و پایین دوربین: در پشت دوربین مستقر در نقطه‌ی A قرار گرفته به شاخص مستقر در نقطه‌ی B قراولروی کنید. سعی کنید با کمک پیچ تنظیم تصویر، شاخص را به‌صورت واضح ببینید و با چرخاندن عدسی چشمی تصویر تارهای رتیکول را نیز کاملاً واضح کنید تا تارها را به‌صورت یک خط باریک و معین ببینید. توجه داشته باشید که اگر تصویر میر و تارهای رتیکول واضح نباشد قرائت شما خطا خواهد داشت و چون در عمل استادیمتری عدد قرائت شده در عدد ۱۰۰ ضرب می‌شود در واقع خطای شما ۱۰۰ برابر خواهد شد.

۴- قرائت تار بالا و پایین: اعداد مربوط به تار بالا و تار پایین را در روی میر قرائت کنید. این قرائت‌ها را به‌صورت چهار

همان فاصله افقی بین محل استقرار دوربین و محل استقرار شاخص است. بنابراین، فاصله افقی D بین دو نقطه‌ی A و B برابر است با:

$$D = 100 \cdot MN$$

نقطه‌ی M محل انطباق تار بالای دوربین روی شاخص و نقطه‌ی N محل انطباق تار پایین روی شاخص است، بنابراین، MN عبارت است از اختلاف تار بالا و پایین، پس داریم:

$$MN = \text{قرائت تار پایین} - \text{قرائت تار بالا}$$

بطور خلاصه می‌توان گفت که فاصله‌ی افقی به روش استادیمتری برابر است با:

$$\text{قرائت تار پایین} - \text{قرائت تار بالا} \times 100 = \text{فاصله‌ی افقی}$$

د- روش استادیمتری: برای اندازه‌گیری فاصله افقی بین دو نقطه A و B به روش استادیمتری باید مراحل زیر را به‌ترتیب انجام داد:

۱- استقرار دوربین ترازیاب بر روی یکی از نقاط (مثلاً نقطه‌ی A): همانطور که می‌دانید منظور از استقرار دوربین ترازیاب بر روی یک نقطه عبارت است از سانتراژ کردن و تراز کردن دوربین بر روی آن برای سانتراژ کردن دوربین ترازیاب شاقول مخصوص ترازیاب را در وسط سه پایه (زیر دوربین) آویزان و

$$D_{AB} = 239 \text{ m}$$

مثال ۲: در شکل ۹-۲ قرائت روی میر را مشاهده می‌نمایید مطلوب است فاصله‌ی افقی دو نقطه‌ی مورد نظر به روش استادیومتری.

حل: همان‌طور که در شکل ۹-۲ ملاحظه می‌نمایید قرائت‌ها ۱۰۷۳ و قرائت‌ها ۰۸۹۵ می‌باشد، بنابراین، ابتدا اختلاف‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$L = \text{قرائت‌ها پایین} - \text{قرائت‌ها بالا}$$

$$L = 178$$

سپس از رابطه‌ی استادیومتری فاصله را محاسبه می‌کنیم:

$$D = 100 \cdot L$$

$$D = 100 \times 178 = 17800 \text{ mm} = 17.8 \text{ m}$$

یعنی فاصله‌ی افقی دو نقطه‌ی مورد نظر ۱۷/۸ متر می‌باشد.

رقمی بنویسید (برحسب میلی‌متر).

۵- محاسبه‌ی اختلاف‌ها بالا و پایین (این اختلاف را معمولاً با  $L$  نمایش می‌دهند):

$$L = \text{قرائت‌ها پایین} - \text{قرائت‌ها بالا}$$

۶- محاسبه‌ی فاصله‌ی افقی (فاصله‌ی افقی را با حرف  $D$  نمایش می‌دهند):

$$D = 100 \cdot L$$

مثال ۱: در یک عمل استادیومتری بین دو نقطه‌ی  $A$  و  $B$  قرائت‌ها ۳۸۲۵ و قرائت‌ها ۱۴۳۵ شده است فاصله‌ی افقی  $AB$  را محاسبه می‌نمایید.

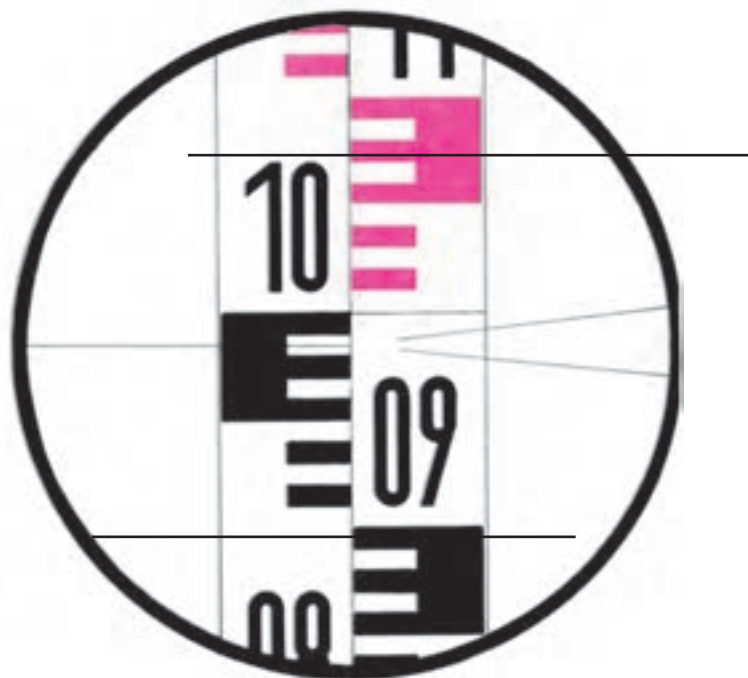
حل: رابطه‌ی استادیومتری عبارت است از:

$$D_{AB} = 100 \cdot L$$

$$L = \text{قرائت‌ها پایین} - \text{قرائت‌ها بالا}$$

$$L = 3825 - 1435 = 2390 \text{ mm}$$

$$D_{AB} = 100 \cdot L = 100 \times 2390 = 239000 \text{ mm}$$



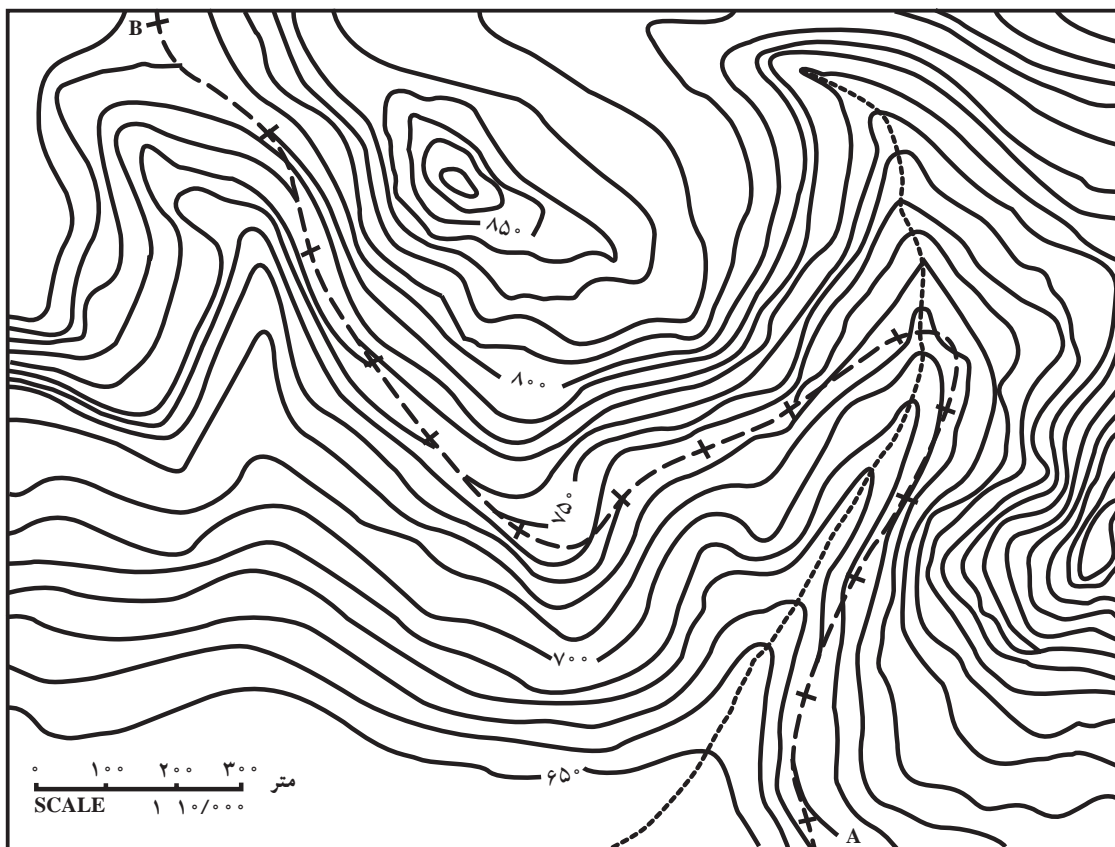
شکل ۹-۲

پستی‌ها و بلندی‌های یک قطعه زمین با استفاده از خطوط منحنی میزان در روی صفحه‌ی نقشه.

۹-۲- تهیه نقشه‌ی توپوگرافی به روش شبکه‌بندی  
تعریف توپوگرافی: توپوگرافی عبارت است از نمایش

کردن طرح‌ها، تهیه برش از مناطق مورد نظر، محاسبه حجم عملیات خاکی، تسطیح و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد.

کاربرد نقشه‌های توپوگرافی: نقشه‌های توپوگرافی برای مطالعات اولیه پروژه‌های عمرانی، انتخاب بهترین محل برای پیاده



شکل ۳-۹- طرح یک مسیر بر روی نقشه توپوگرافی

را با خطوط راست به هم متصل می‌کنیم. در نقاط شکستگی منحنی‌های مناسبی که به خوبی دو خط شکسته را تقریب کند ترسیم می‌کنیم. در روی منحنی‌ها در یک مسیر معینی در جهت افزایش ارتفاع هر منحنی را در روی آن می‌نویسیم. خطوط منحنی میزان را مرکبی کرده در محل نوشتن اعداد، جای خالی می‌گذاریم تا اعداد مربوط به ارتفاعات منحنی‌ها را بنویسیم. بنابراین مراحل تهیه نقشه‌ی توپوگرافی به روش شیت‌بندی عبارت‌اند از:

۱- شناسایی منطقه: اولین مرحله‌ی کار تهیه نقشه شناسایی منطقه‌ی مورد نظر است. که حدود منطقه و عوارض طبیعی و مصنوعی موجود در آن و حدود منطقه تعیین شده در روی برگه‌ی شناسایی، کروکی منطقه ترسیم می‌شود و عوارض طبیعی و مصنوعی نیز به روی کروکی منتقل می‌شود و در مورد شناسایی

روش شبکه‌بندی برای تهیه نقشه‌ی توپوگرافی روش‌های متفاوتی برای تهیه نقشه‌های توپوگرافی وجود دارد که روش شبکه‌بندی یکی از ساده‌ترین این روش‌ها است، در این روش ابتدا منطقه را شناسایی کرده، کروکی آن را ترسیم می‌کنیم و نقاط مبنا را انتخاب کرده بر روی زمین منتقل می‌کنیم و با استفاده از امتدادهای عمود بر هم منطقه را شبکه‌بندی می‌کنیم، سپس در روی تمام نقاط این شبکه ترازیابی انجام می‌دهیم. اعداد حاصل از ترازیابی را در جداول مربوطه نوشته ارتفاع تمام نقاط شبکه را محاسبه کرده این اندازه‌ها را بر روی شیت شبکه‌بندی شده منتقل می‌کنیم. سپس بین نقاط مجاور از طریق درون‌یابی (اینتریولاسیون) ارتفاعات معین را در روی اضلاع شبکه پیدا می‌کنیم و با توجه به شکل منطقه (در کروکی شناسایی ترسیم شده است) نقاط هم‌ارتفاع

خط مبنا را در روی زمین تثبیت کرده بر روی کروکی نیز موقعیت آنرا مشخص و نام‌گذاری می‌نماییم.

**۳- پیاده کردن امتداد مبنا در روی زمین:** امتداد مبنا در روی زمین باید دیده شود تا بتوانیم سایر امتدادها را از روی آن اخراج کرده، منطقه را شبکه‌بندی کنیم. بنابراین، با مستقر کردن دوربین ترازیاب در ابتدای خط مبنا و استقرار یک شاخص یا ژالون در انتهای آن در روی این امتداد میخ‌کوبی کرده با بستن نخ بر روی میخ‌ها امتداد مبنا را در روی زمین مشخص می‌کنیم. معمولاً برای آن‌که این خط به‌راحتی دیده شود با پودر گچ یا رنگ (بسته به جنس زمین) این خط را در روی زمین تثبیت می‌کنند.

**۴- مترکشی و تقسیم خط مبنا:** خط مبنا را به دقت به‌صورت رفت و برگشت مترکشی کرده طول آن را محاسبه می‌کنیم. سپس با توجه به نوع منطقه (از نظر پستی بلندی) و دقتی که در ترسیم منحنی میزان‌ها خواسته شده فواصل تعیین شده برای نقاط شبکه را در روی خط مبنا جدا می‌کنیم. مثلاً، اگر قرار است که شبکه با فواصل ده متری ایجاد شود. در روی خط مبنا مترکشی نموده در هر ۱۰ متر یک میخ می‌کوبیم و با گچ یا رنگ نام هر نقطه را در کنار آن می‌نویسیم (شکل ۴-۹).



شکل ۴-۹- تقسیم خط مبنا

اعداد شماره‌گذاری می‌کنیم. به این ترتیب، کلیه نقاط شبکه در روی زمین تعیین شده نام‌گذاری نیز می‌شوند.

**۶- ترازیابی بر روی خط مبنا:** از نقطه‌ی BM1 تا نقطه‌ی BM2 بر روی تمام نقاط خط مبنا به‌صورت رفت و برگشت ترازیابی انجام می‌دهیم. سپس با دادن یک کد ارتفاعی اختیاری به نقطه‌ی BM1 ارتفاع کلیه‌ی نقاط خط مبنا را محاسبه می‌کنیم.

**۷- ترازیابی سایر نقاط شبکه:** پس از ترازیابی خط مبنا و تعیین ارتفاع هر یک از نقاط A و B و ... اکنون بر روی نقاط شبکه که بر امتدادهای عمود بر خط مبنا قرار دارند به هر روش مناسب ترازیابی کرده و با استفاده از ارتفاع نقاط خط مبنا

برای تهیه نقشه‌ی توپوگرافی شکل منطقه نیز بسیار مهم است و باید خط‌العمل‌ها و خط‌الرأس‌ها نیز در آن ترسیم شوند، زیرا این کروکی بهترین راهنما برای ترسیم منحنی‌های میزان خواهد بود و برای کنترل محاسبات و انجام ترسیمات که در دفترکار انجام می‌شود و شاید افرادی که نقشه را ترسیم می‌کنند به منطقه‌ی موردنظر نرفته و کار عملیات زمینی نکرده باشند و در نتیجه کروکی ترسیم شده در مرحله‌ی شناسایی بهترین راهنما برای آنان خواهد بود.

**۲- انتخاب خط مبنا:** برای شبکه‌بندی منطقه‌ی موردنظر ابتدا باید یک خط مبنا در روی زمین تعیین شود. این خط باید دارای خصوصیات زیر باشد:

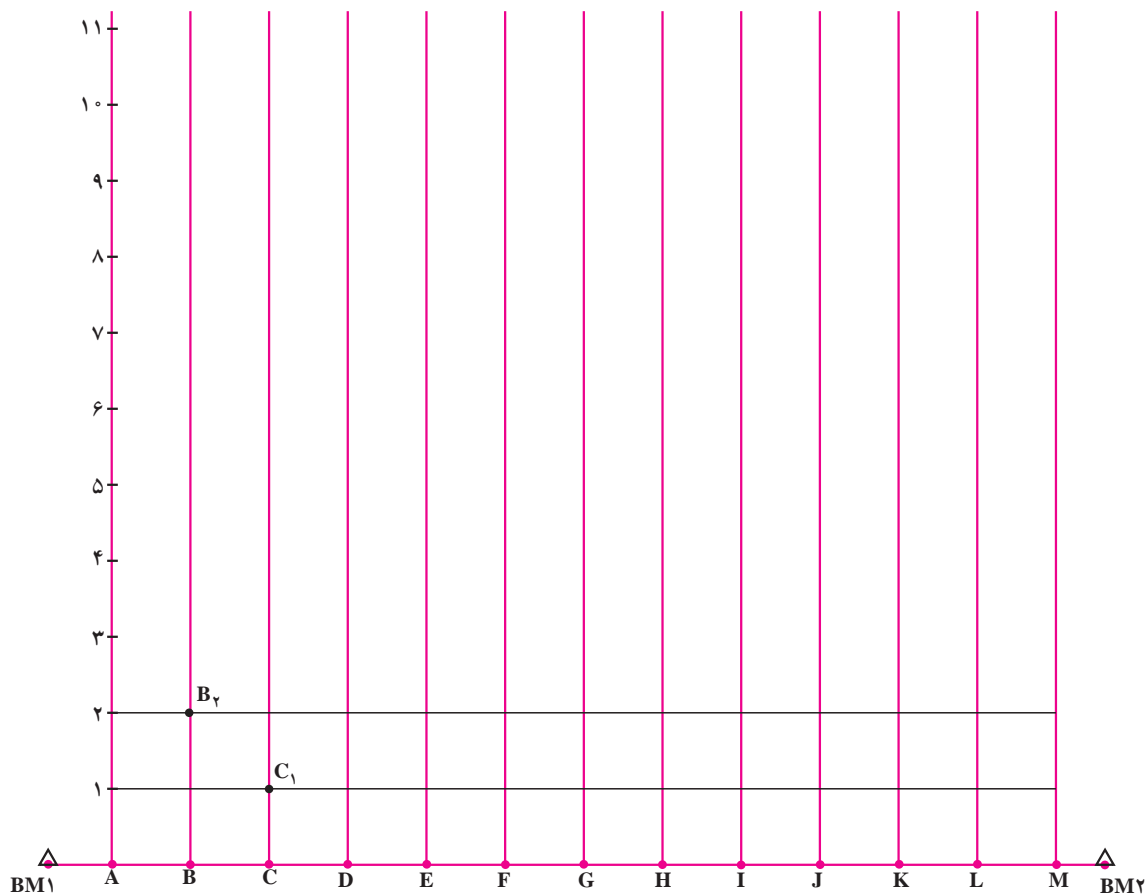
- در امتداد بلندترین طول منطقه باشد.
- بین ابتدا و انتهای آن دید وجود داشته باشد.
- این امتداد به کل منطقه مشرف باشد.
- در صورت امکان شیب آن یا پستی بلندی‌های روی آن حداقل باشد.

- در صورتی که منطقه خیلی وسیع باشد می‌توانیم این امتداد را به‌جای آن‌که در یکی از کنارهای منطقه انتخاب کنیم در میان منطقه طوری انتخاب نماییم که به دو طرف خود مشرف باشد.

نقطه‌ی ابتدای خط مبنا را BM1 و نقطه‌ی انتهای آن را BM2 می‌نامیم.

**۵- اخراج امتدادهای قائم از روی نقاط خط مبنا:** دوربین ترازیاب را در روی هر کدام از نقاط خط مبنا مستقر کرده صفر نقاله‌ی افقی را در امتداد یکی از نقاط مبنا (هر کدام که نزدیکتر باشد) قرار داده دوربین ترازیاب را ۹۰ درجه چرخانده و امتداد قائمی را اخراج و در روی زمین آنرا نیز همانند خط مبنا به فواصل تعیین شده تقسیم کرده نقاط حاصل را میخ‌کوبی و تثبیت می‌کنیم. به این ترتیب کلیه نقاط شبکه را در روی زمین پیاده می‌کنیم (شکل ۵-۹).

نقاط به‌دست آمده روی خطوط عمود بر خط مبنا را با



شکل ۹-۵- شبکه بندی

یافتن نقاط روی منحنی های میزان : در شکل ۹-۵، دو نقطه‌ی  $A_1$  و  $B_1$  را در نظر بگیرید و فرض کنید ارتفاع  $A_1$  برابر  $۵۸/۰۲$  و ارتفاع  $B_1$  برابر  $۶۱/۲۶$  باشد مطابق شکل ۶-۹ داریم : اگر این دو نقطه را در روی زمین و به صورت واقعی نمایش دهیم به صورت شکل ۹-۷ دیده خواهد شد :

در صورتی که قرار باشد منحنی میزان های ۲ متری برای منطقه‌ی مورد نظر ترسیم کنیم با توجه به شکل ۹-۷ می بینید که بین  $۵۸/۰۲$  و  $۶۱/۲۶$  باید نقطه‌ای را بیابیم که ارتفاع آن  $۶۰$  متر باشد، یعنی می خواهیم بین دو نقطه  $A_1$  و  $B_1$  نقطه‌ی  $M$  را چنان بیابیم که ارتفاع نقطه‌ی  $M$  برابر  $۶۰$  متر باشد. اکنون اگر اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی  $A_1$  و  $B_1$  و اختلاف ارتفاع دو نقطه  $A_1$  و  $M$  را بیابیم شکل فرضی زیر حاصل خواهد شد.

سؤال این است که اگر از نقطه‌ی  $A_1$  ده متر جلوتر برویم

ارتفاع کلیه نقاط شبکه را محاسبه می نمایم .

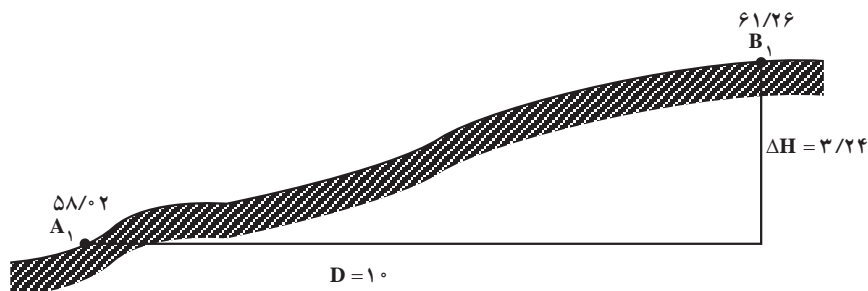
۸- ترسیم شبکه بر روی شیت نقشه : با توجه به مقیاس خواسته شده ابتدا خط مبنا را در روی شیت نقشه پیاده کرده نقاط روی آن را نیز جدا کرده، نامگذاری می کنیم. سپس خطوط عمود بر خط مبنا را ترسیم، آن‌ها را نیز به قطعات مساوی همانند خط مبنا تقسیم می کنیم. از اتصال نقاط  $A_1$  و  $B_1$  و  $C_1$  و ... به همدیگر خط موازی خط مبنا را ترسیم می کنیم و همین عمل را برای نقاط  $A_2$  و  $B_2$  و  $C_2$  و ... و سایر نقاط تکرار می کنیم تا شبکه تراز یابی ترسیم گردد.

۹- ثبت ارتفاع نقاط شبکه : از روی فرم‌ها و جداول محاسباتی ارتفاع نقاط شبکه را استخراج کرده و در کنار هر نقطه می نویسیم.

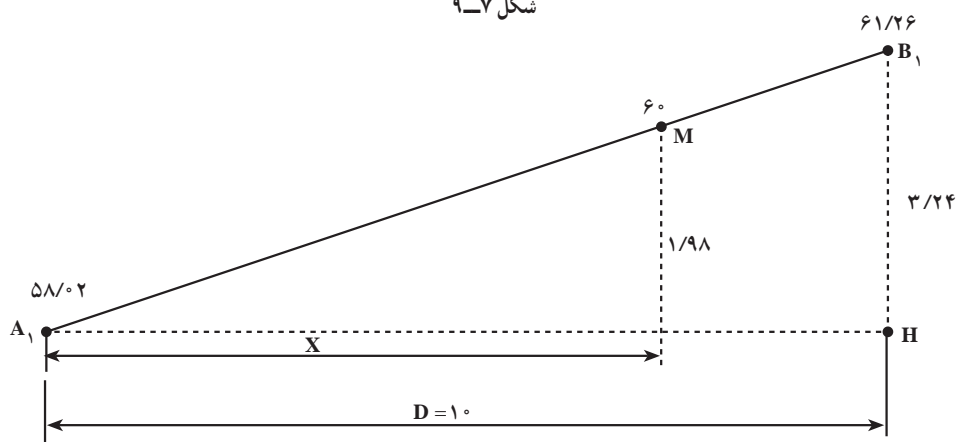
۱۰- واسطه یابی (درون یابی یا اینتریولاسیون) برای



شکل ۹-۶



شکل ۹-۷



شکل ۹-۸

اگر همین عمل را بر روی کلیه اضلاع شبکه انجام دهیم نقاط با ارتفاع ... ۶۲، ۶۰، ۵۸، ۵۶، ۵۴، ۵۲ و ... در روی اضلاع شبکه پیدا می‌شوند.

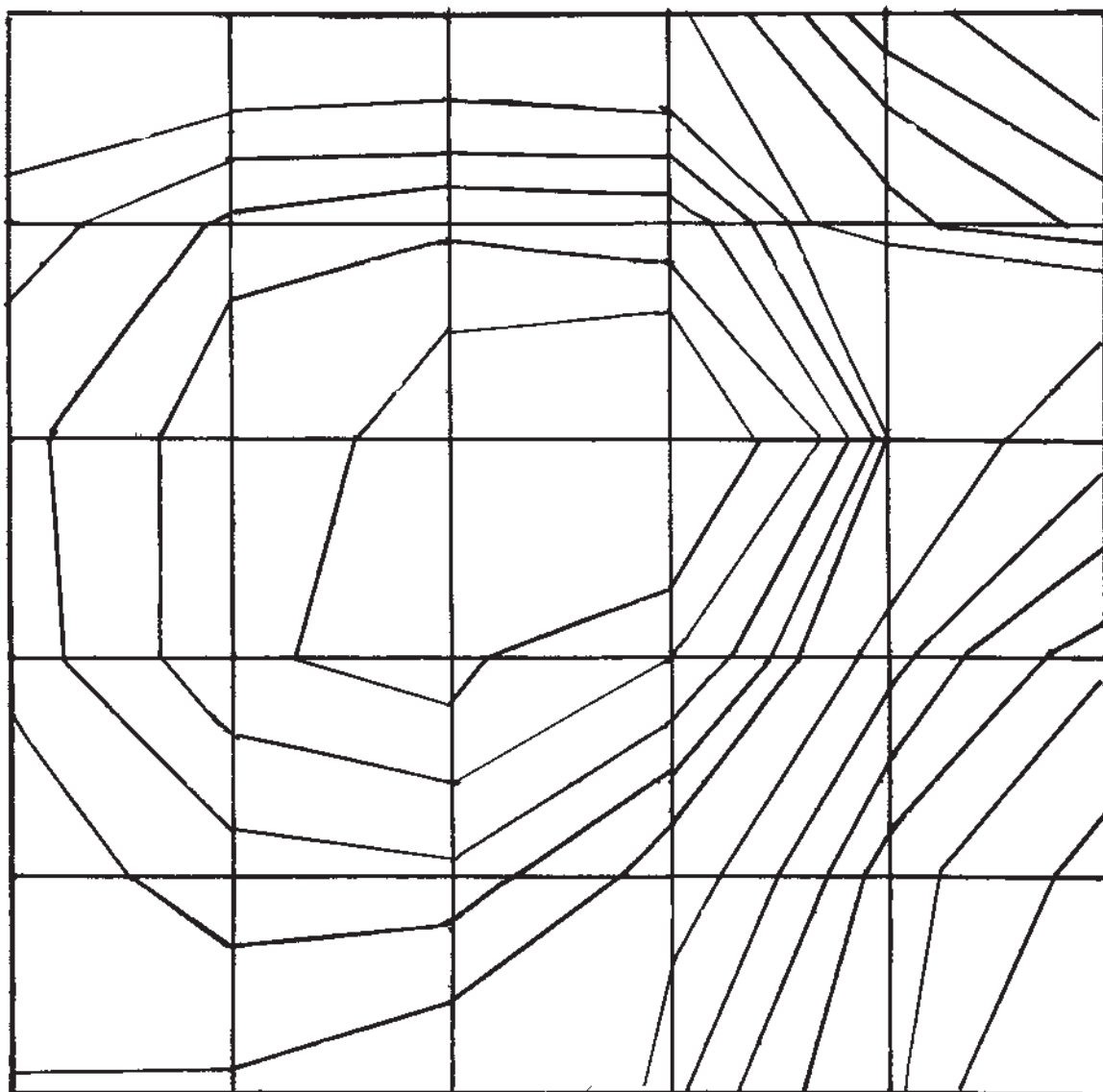
۱۱- اتصال نقاط هم ارتفاع به یکدیگر: اکنون باید

نقاط هم ارتفاع به دست آمده را با توجه به کروکی منطقه با خطوط راست به یکدیگر متصل نماییم در شکل ۹-۹ بخشی از یک شبکه را ملاحظه می‌نمایید که در آن نقاط هم ارتفاع با خطوط راست به یکدیگر متصل شده‌اند:

تا به نقطه‌ی B1 برسیم اختلاف ارتفاع ۳/۲۴ متر، ایجاد می‌شود، حالا از نقطه‌ی A1 چقدر باید جلو تر برویم تا اختلاف ارتفاع ۱/۹۸ متر، ایجاد شود؟ جواب سؤال فوق با توجه به شکل ۹-۸ از روی نسبت تشابه مثلث‌ها به دست خواهد آمد؛

$$\frac{3/24}{100} = \frac{1/98}{x} \Rightarrow x = \frac{100 \times 1/98}{3/24} = 6/11$$

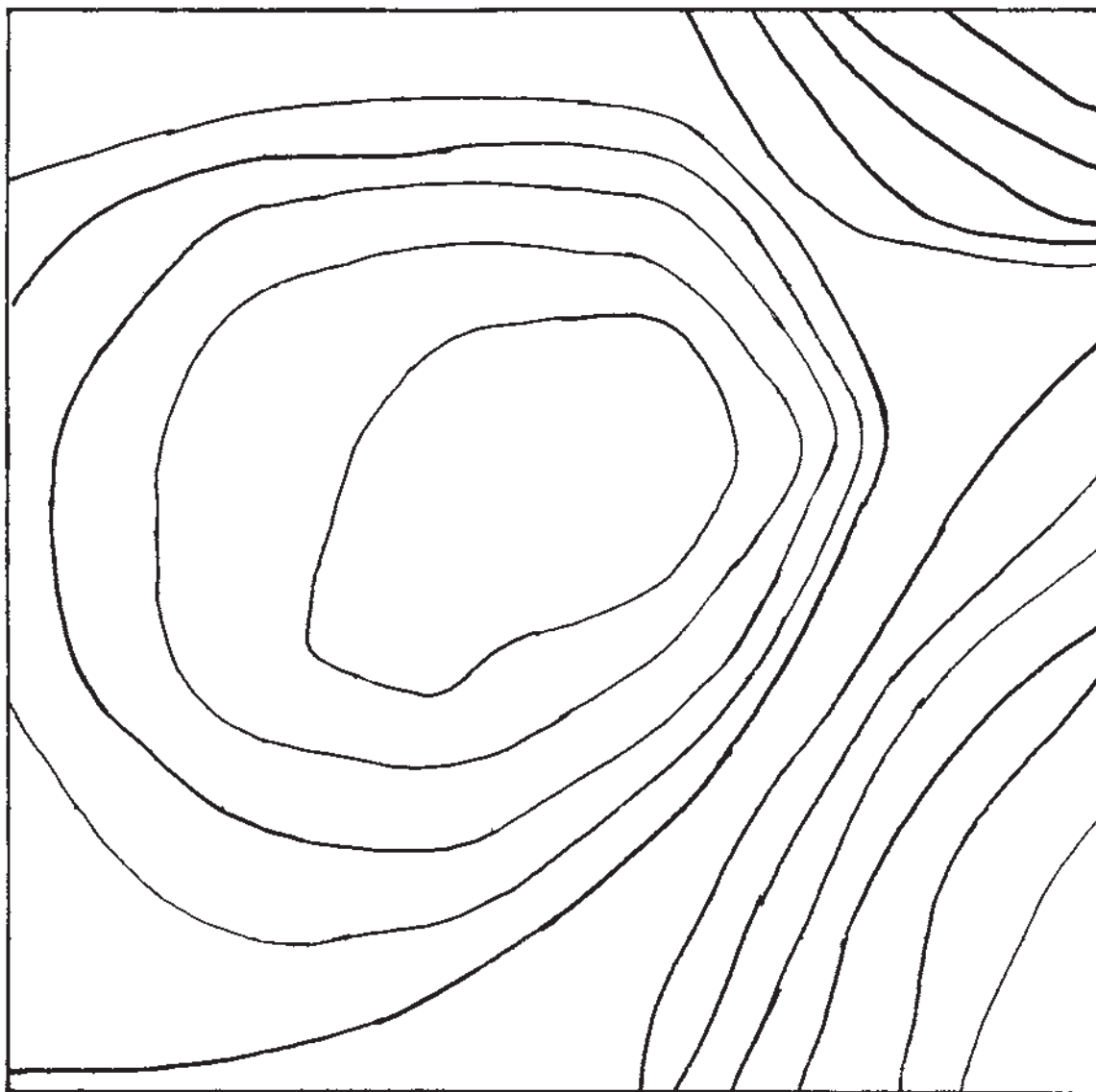
بنابراین، کافی است بر روی ضلع A1B1 از شبکه به اندازه‌ی ۶/۱۱ با توجه به مقیاس از طرف نقطه‌ی A1 جدا کنیم تا به نقطه‌ی M برسیم که ارتفاع آن برابر ۶۰ متر می‌باشد.



شکل ۹-۹- خطوط شکسته‌ی میزان



۱۲- ترسیم خطوط منحنی میزان: اگر در نقاط مماس کنیم خطوط شکسته‌ی میزان تبدیل به منحنی‌های میزان شکستگی خطوط شکسته‌ی هم ارتفاع منحنی‌های مناسبی را خواهند شد (شکل ۱۰-۹).



شکل ۱۰-۹- خطوط منحنی میزان

می‌گردد و البته نقشه‌ی توپوگرافی وقتی تکمیل می‌شود که ارتفاع خطوط منحنی میزان را نیز در روی آن‌ها در مسیرهای معینی در جهت افزایش ارتفاع بنویسیم. هم‌چنین عوارض مهم و نقاط ارتفاعی مانند قله‌ی تپه‌ها و قعرده‌ها را با علامت  $\times$  در روی نقشه مشخص کرده جدول راهنمای حاشیه‌ی نقشه و شناسنامه نقشه و سایر اطلاعات قراردادی را نیز به آن اضافه نماییم.

۱۳- ترسیم نقشه‌ی توپوگرافی: با مرکبی کردن خطوط منحنی میزان به کمک قلم رایید و پاک کردن خطوط شبکه و خطوط شکسته یا با قرار دادن یک شیت شفاف در روی نقشه‌ی مدادی و کپی کردن خطوط منحنی میزان با قلم رایید بر روی آن، می‌توانیم نقشه‌ی توپوگرافی منطقه‌ی موردنظر را ترسیم کنیم. امروزه اکثراً منحنی میزان‌ها توسط نرم‌افزارهای خاص ترسیم

بنابراین، باید از روش‌های تقریبی برای این محاسبه استفاده کنیم. روش ساده‌ای که در اینجا پیشنهاد می‌شود، روش میانگین‌گیری است.

همان‌طور که می‌دانید حجم منشور عبارت است از مساحت قاعده ضربدر ارتفاع در شکل ۹-۱۱ می‌بینید که منشور ناقص ما دارای چهار ارتفاع متفاوت می‌باشد که بهترین تقریب گرفتن ارتفاع میانگین است بنابراین میانگین چهار ارتفاع را محاسبه کرده حجم منشور شکل ۹-۱۱ را از طریق زیر محاسبه می‌کنیم:

ارتفاع میانگین  $\times$  مساحت قاعده = حجم تقریبی منشور ناقص

برای محاسبه حجم خاکبرداری یک بخش از شبکه با توجه به شکل ۹-۱۱ داریم:

$$v = \text{ارتفاع میانگین} \times \text{مساحت قاعده}$$

$$v = (10 \times 10) \times \frac{7/282 + 5/324 + 5/848 + 6/526}{4}$$

$$v = (100) \times 62/45 = 6245 \text{ m}^3$$

بنابراین، حجم عملیات خاکبرداری در یک سلول از مجموعه‌ی شبکه‌بندی شده به این ترتیب به دست می‌آید و با محاسبه‌ی همه‌ی سلول‌های شبکه و جمع جبری آن‌ها می‌توانیم حجم عملیات خاکی را برای تسطیح یک منطقه و رسیدن به سطح پروژه محاسبه نماییم.

### ۹-۳- محاسبه‌ی حجم عملیات خاکی به روش شبکه‌بندی

الف- تعریف عملیات خاکی: منظور از عملیات خاکی

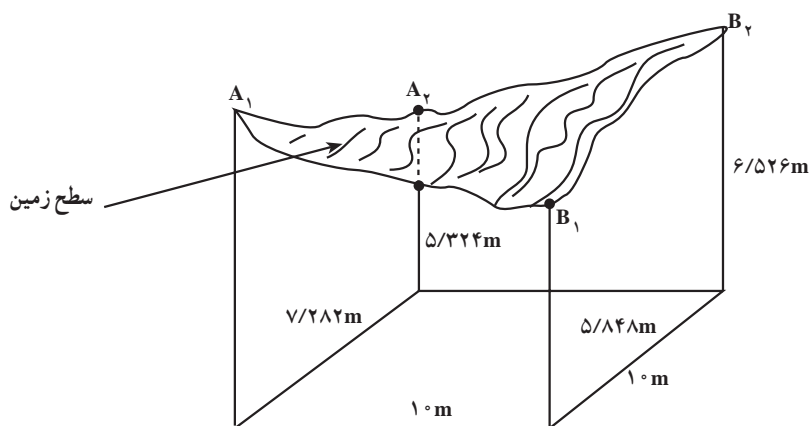
دو عمل خاکبرداری و خاکریزی است که نسبت به سطح پروژه انجام می‌گیرد.

پس از تعیین ارتفاع صفر پروژه ممکن است در محل اجرای پروژه بخش‌هایی از زمین بالاتر از سطح صفر پروژه و در بخش‌های دیگر سطح زمین پایین‌تر از سطح صفر پروژه باشد، بنابراین از محل‌های بلندتر از سطح پروژه باید خاکبرداری و در محل‌های پایین‌تر از سطح پروژه باید خاکریزی شود تا سطح زمین در زیر پروژه آماده‌سازی گردد. به مجموع عملیات خاکبرداری و خاکریزی عملیات خاکی می‌گویند و حجم خاکی را که در این عملیات جابجا می‌شود، حجم عملیات خاکی پروژه می‌گویند.

ب- روش شبکه‌بندی برای محاسبه‌ی حجم عملیات

خاکی: در روش شبکه‌بندی کل منطقه‌ی موردنظر به قطعات مساوی تقسیم شده و هر گوشه‌ی این قطعات دارای ارتفاع می‌باشد. در شکل ۹-۱۱ یکی از قطعات یک شبکه را مشاهده می‌نمایید:

همان‌طور که ملاحظه می‌نمایید حجم خاکی که در بالای سطح پروژه قرار دارد باید برداشته شود تا به سطح پروژه برسیم. برای محاسبه‌ی حجم عملیات خاکی باید حجم منشوری از خاک را محاسبه کنیم که سطح بالایی آن حالت مشخصی ندارد



شکل ۹-۱۱

## ۹-۴- کاربرد ترازیابی در عملیات گودبرداری و تسطیح

برای کنترل و هدایت عملیات گودبرداری و تسطیح یک قطعه زمین و رسیدن به سطح صفر یک پروژه می‌توانیم از یک دستگاه تراز یاب (نیو) و یک عدد شاخص (میر) استفاده نماییم مراحل کار به شرح زیر است:

۱- ایجاد یک نقطه‌ی مبنای ارتفاعی (بنچمارک):  
در کنار منطقه‌ی عملیاتی در محلی که در اثر عملیات خاکبرداری یا خاکریزی تخریب نشود نقطه‌ای را انتخاب می‌کنیم که به راحتی قابل دسترسی و به منطقه‌ی عملیاتی دید داشته باشد. سپس محل مورد نظر را اندکی گود کرده مقداری بتن در آن می‌ریزیم و یک میلگرد را که به شکل L درآورده‌ایم در درون آن قرار می‌دهیم به نحوی که حدود ۲ سانتی‌متر نوک میلگرد بیرون از سطح بتن قرار گیرد البته می‌توانیم این علامت بتنی را قبلاً در کارگاه با استفاده از یک قالب ساخته و به محل مورد نظر آورده در نقطه‌ای که گود کرده‌ایم، جای گذاری نماییم.

۲- تعیین اختلاف ارتفاع نقطه‌ی مبنای موقت با سطح مبنای معین: اگر قرار باشد پروژه‌ی مورد نظر در سطح معینی از نظر ارتفاع نسبت به یک سطح قراردادی مثل سطح خیابان یا سطح یک نقطه‌ی مبنای دیگر در اطراف منطقه‌ی عملیاتی قرار بگیرد، ابتدا باید اختلاف ارتفاع نقطه‌ی مبنای موقتی که ساخته‌ایم را با آن سطح معین ارتفاع به دست آوریم. مثلاً اگر سطح خیابانی که از نزدیکی منطقه مورد نظر می‌گذرد، به عنوان سطح مبنا تعیین شده باشد، ابتدا باید با انجام یک عمل تراز یابی تدریجی از نقطه‌ی مبنای موقت که ساخته‌ایم تا سطح آن خیابان انجام دهیم و اختلاف ارتفاع نقطه‌ی مبنای موقتی را که ساخته‌ایم با آن سطح مبنا محاسبه می‌کنیم. البته اگر سطح مبنای مورد نظر مثلاً سطح خیابان کاملاً مجاور منطقه‌ی عملیاتی باشد و به راحتی بتوانیم از آن استفاده کنیم دیگر نیازی به ساختن یک نقطه‌ی مبنا و اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع آن نیست.

۳- تعیین اختلاف ارتفاع سطح پروژه با نقطه‌ی مبنای موقت: فرض کنید سطح صفر پروژه مورد نظر ۳ متر پایین‌تر از سطح مبنا (مثلاً سطح خیابان) باشد. در صورتی که اختلاف

ارتفاع نقطه‌ی مبنای که برای کنترل پروژه ساخته‌ایم با این سطح مبنا ۲- باشد، سطح پروژه باید یک متر پایین‌تر از نقطه‌ی مبنای موقت قرار بگیرد.

۴- استقرار دستگاه تراز یاب و کنترل ارتفاع سطح پروژه: در این مرحله دوربین تراز یاب را در محلی مناسب، چنان مستقر می‌کنیم که هم به نقطه‌ی مبنای موقت و هم به منطقه‌ی عملیاتی دید داشته باشد سپس با قرار دادن یک شاخص در روی نقطه‌ی مبنا تار بلند افقی را در روی آن قرائت می‌کنیم و فرض کنید عدد ۲۴۵۸ را به دست می‌آوریم. از آنجا که در مثال ما سطح پروژه باید یک متر پایین‌تر از سطح مبنای موقت باشد، بنابراین، در منطقه‌ی عملیاتی آن قدر خاکبرداری یا خاکریزی می‌نماییم که در هر نقطه از منطقه زمانی که به شاخص قراول می‌رویم عدد ۳۴۵۸ را قرائت کنیم.

## ۹-۵- کنترل سطح بتن مگر

همانطور که می‌دانید سطح بتن مگر باید دارای دو ویژگی باشد:

۱- کاملاً افقی باشد.

۲- ارتفاع معینی داشته باشد.

برای کنترل دو ویژگی فوق کافی است ابتدا اختلاف ارتفاع سطح بتن مگر تا یک سطح مبنای معین یا موقت را در نظر بگیریم که از روی پلان‌های ترسیم شده برای پروژه، این اختلاف ارتفاع قابل محاسبه است. فرض کنید که اختلاف (ارتفاع) ارتفاع سطح بتن مگر با سطح یک نقطه‌ی مبنای موقت ۲/۵۱۴- متر باشد، دوربین تراز یاب را در محل مناسبی مستقر کرده به شاخصی که در روی آن نقطه‌ی مبنای موقت قرار داده‌ایم قراول می‌رویم فرض کنید عدد ۱۲۱۷ را قرائت می‌کنیم. بنابراین در روی میز مستقر بر روی بتن مگر باید عدد  $۳۷۳۱ = ۱۲۱۷ + ۲۵۱۴$  را قرائت نماییم.

## ۹-۶- کنترل سطح صفحات بیس پلیت

برای کنترل افقی بودن سطح صفحات بیس پلیت و کنترل هم سطح بودن بیس پلیت‌ها می‌توانیم از دستگاه تراز یاب و یک عدد شاخص استفاده کنیم.

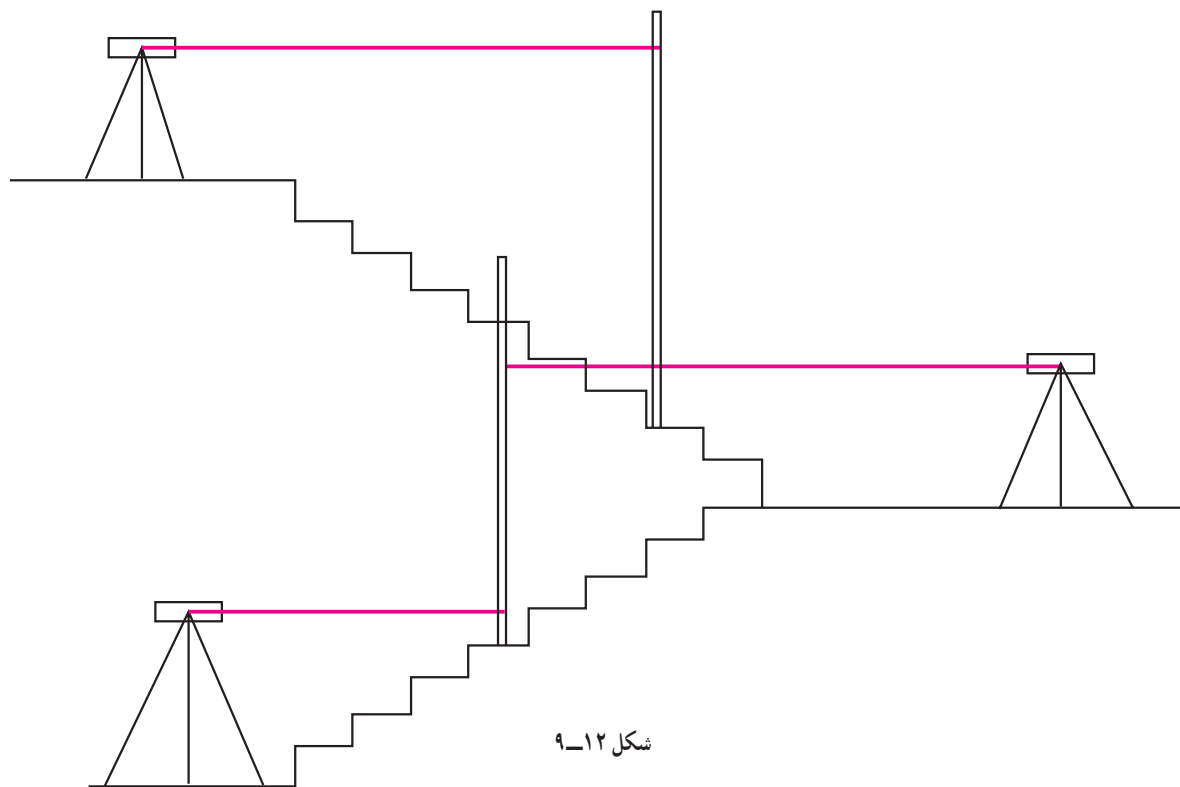
اضافه کردن اختلاف ارتفاع سطح بیس پلیت با نقطه‌ی مبنا به روی قرائت شاخصی در نقطه‌ی مبنا، ارتفاع سطح بیس پلیت‌ها را با قرار دادن شاخصی بر روی آن‌ها کنترل می‌کنیم. مثلاً اگر اختلاف سطح بیس پلیت‌ها با نقطه یا سطح مبنا باید ۲- متر باشد، یعنی سطح بیس پلیت‌ها باید ۲ متر پایین‌تر از سطح مبنا باشد، با قرار دادن شاخصی بر روی نقطه‌ی مبنا و قرائت تار وسط مثلاً عدد ۱۱۲۵ را به دست می‌آوریم. با جمع کردن این عدد با عدد ۲ متر اختلاف ارتفاع عدد ۳۱۲۵ را به دست می‌آوریم. پس باید در روی همه‌ی بیس پلیت‌ها عدد ۳۱۲۵ را در روی شاخص بخوانیم.

### ۷-۹- خط تراز در ساختمان

هنگام ساخت نعل درگاه‌ها، نصب کف پنجره‌ها، قرنیزها و رسم خطوط پل‌ها در یک طبقه یا انتقال کد ارتفاعی به طبقات بالاتر ساختمان و کارهای نظیر این‌ها به خط تراز و یا کد ارتفاعی نیاز داریم، که با استفاده از یک دستگاه تراز یاب و یک عدد شاخصی می‌توانیم این کار را انجام دهیم. در شکل ۹-۱۲ یک نمونه از انتقال که ارتفاعی را بین طبقات از طریق تراز یابی تدریجی مشاهده می‌کنیم.

برای کنترل افقی بودن سطح یک بیس پلیت کافی است دوربین تراز یاب را در محل مناسبی مستقر کنیم و سپس به شاخصی که در روی بیس پلیت قرار داده‌ایم قراول برویم. سطح بیس پلیت در صورتی افقی خواهد بود که وقتی شاخصی را در هر کدام از چهار گوشه‌ی بیس پلیت قرار می‌دهیم عدد معینی را قرائت کنیم. مثلاً اگر در یک گوشه‌ی بیس پلیت عدد ۳۲۱۸ را قرائت می‌کنیم در سه گوشه‌ی دیگر بیس پلیت نیز همین عدد را قرائت کنیم. البته، برای افقی کردن سطح بیس پلیت می‌توانیم از تراز بنایی نیز به راحتی استفاده نماییم. اما برای کنترل هم سطح بودن بیس پلیت‌ها استفاده از دوربین تراز یاب الزامی است. برای این کار با قرار دادن شاخص بر روی هر کدام از بیس پلیت‌ها باید عدد یکسانی را روی شاخص قرائت نماییم، مثلاً اگر روی یک بیس پلیت عدد ۱۸۴۹ را قرائت می‌کنیم باید روی همه‌ی بیس پلیت‌های دیگر نیز همین عدد را قرائت کنیم.

در صورتی که بخواهیم ارتفاع بیس پلیت‌ها را نیز کنترل کنیم ابتدا باید از روی پلانهای پروژه مورد نظر ارتفاع بیس پلیت‌ها را پیدا کنیم سپس با قراردادن شاخصی در روی نقطه‌ی مبنا و



## به این پرسش‌ها پاسخ دهید

- ۱- استادیتری را تعریف کرده وسایل لازم برای آن را نام ببرید.
- ۲- اصول استادیتری را با رسم شکل توضیح دهید.
- ۳- روش استادیتری را مرحله به مرحله شرح دهید.
- ۴- توپوگرافی را تعریف کرده، کاربردهای آن را بیان کنید.
- ۵- روش شبکه‌بندی برای تهیه نقشه‌های توپوگرافی را مرحله به مرحله شرح دهید.
- ۶- عملیات خاکی را تعریف کرده، حجم عملیات خاکی را توضیح دهید.
- ۷- روش شبکه‌بندی برای محاسبه‌ی حجم عملیات خاکی را توضیح دهید.
- ۸- کاربرد ترازبایی در عملیات گودبرداری و تسطیح را شرح دهید.
- ۹- کاربرد ترازبایی در کنترل سطح بتن مگر را شرح دهید.
- ۱۰- کاربرد ترازبایی در کنترل سطح صفحات بیس‌پلیت را شرح دهید.
- ۱۱- روش ایجاد و انتقال خط تراز در ساختمان را شرح دهید.

## کار عملی

- ۱- استادیتری کنید.
- اضلاع شبکه نقشه‌برداری هنرستان خود را به روش استادیتری اندازه‌گیری نمایید. این عمل را به صورت رفت و برگشت انجام داده و میانگین آن‌ها را با طول اضلاع شبکه که از طریق مترکشی به دست آورده‌اید، مقایسه و گزارش نمایید.
- ۲- از یک منطقه‌ی محدود به روش شبکه‌بندی نقشه توپوگرافی تهیه کنید. در زمینی که دارای پستی و بلندی‌های قابل توجهی باشد (تپه ماهور بهتر است) در زمینی به وسعت تقریبی یک هکتار شبکه‌های  $10^\circ$  متر یا  $5^\circ$  متری ایجاد کرده سپس از ترازبایی نقاط شبکه و دادن یک ارتفاع دلخواه به خط مبنا ارتفاع نقاط شبکه را محاسبه نموده و با ترسیم خطوط منحنی میزان نقشه‌ی توپوگرافی منطقه موردنظر را تهیه نمایید.

## فهرست منابع

- ۱- نشریه‌ی علمی و فنی سازمان نقشه‌برداری کشور شماره‌ی ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۷.
- ۲- نشریه‌ی پیام یونسکو تیرماه ۱۳۷۰.
- ۳- نوبخت، شمس (۱۳۶۶) نقشه‌برداری (چاپ دوم) تهران چاپخانه‌ی ساحل.
- ۴- دانشور، هوشنگ کارتوگرافی، سازمان جغرافیایی کشور.
- ۵- اکبرلو، احمد و آبادی، میرکاظم - طرح‌های متنوع ساختمانی چاپخانه‌ی چهر تبریز.
- ۶- ذوالفقاری، محمود، نقشه‌برداری تهران، چاپ چاپخانه‌ی آراین.
- ۷- نوری، علی، ژئودزی (جلد اول)، چاپ و صحافی چاپ سایه.
- ۸- هندسه‌ی سال اول آموزش متوسطه عمومی - علوم تجربی و ریاضی.
- ۹- مثلثات سال سوم ریاضی فیزیک.
- ۱۰- نقشه‌برداری، سال چهارم هنرستان رشته‌ی ساختمان.
- ۱۱- مساحی، سال دوم رشته‌ی نقشه‌برداری.

