

فصل یازدهم

ترازیابی هندسی (ترازیابی مستقیم)



هدف های رفتاری :

- پس از آموزش و مطالعه این فصل از فراگیرنده انتظار می رود بتواند:
- ۱- انواع روش های ترازیابی هندسی را نام ببرد.
 - ۲- ترازیابی ساده را، که یکی از روش های ترازیابی هندسی است، با رسم شکل شرح دهد.
 - ۳- ترازیابی تدریجی را با رسم شکل توضیح دهد.
 - ۴- دلایل استفاده از ترازیابی تدریجی را بیان کند.
 - ۵- ترازیابی شعاعی را با رسم شکل توضیح دهد.
 - ۶- ترازیابی متقابل را با رسم شکل شرح دهد.
 - ۷- علل استفاده از ترازیابی متقابل را بیان کند.

نکته ها:

هر چیز هنگامی که کم است قدر و قیمت دارد جز علم
که وقتی بسیار می شود قدر و قیمت می یابد.
«امام علی علیه السلام»

- قبل از مطالعه ی این فصل از فراگیرنده انتظار می رود با مطالب زیر آشنا باشد:
- ۱- آشنایی با مفاهیم و اصطلاحات اولیه ی ترازیابی

: مطالب پیش نیاز

ترازیابی هندسی
Direct levelling

ترازیابی ساده

ترازیابی تدریجی

ترازیابی شعاعی

ترازیابی متقابل
Reciprocal levelling

نقاط موقت
Temporary Point

قرائت عقب
Back Sight (BS)

قرائت جلو
Fore Sight (FS)
Front Sight

قرائت وسط
Intermediate Sight

مقدمه: ترازیابی هندسی یا ترازیابی مستقیم

(Direct levelling)

ترازیابی هندسی از دقیق‌ترین و مهم‌ترین روش‌های اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع است. در این روش به کمک دستگاه ترازیاب و شاخص و با ایجاد یک صفحه‌ی افقی در فضا، اختلاف ارتفاع نقاط به دست می‌آید و از آن‌جا که معمولاً برای تعیین موقعیت ارتفاعی نقاط، باید تعداد زیادی عدد خوانده شود و سپس بر روی آن‌ها عملیات محاسبه صورت گیرد، برای رعایت نظم و ترتیب و جلوگیری از اشتباهات، از فرم‌های مخصوص (برای درج اعداد خوانده‌شده و انجام محاسبات) استفاده می‌نمایند.

در این فصل، انواع روش‌های متداول ترازیابی هندسی

شرح داده می‌شود.

بیش تر بدانیم . . .



کاربردهای ترازیابی: (منحنی میزان)

اگر یک سطح تراز زمین را قطع کند به فصل مشترک این سطح تراز با سطح خارجی

زمین منحنی تراز می‌گویند.

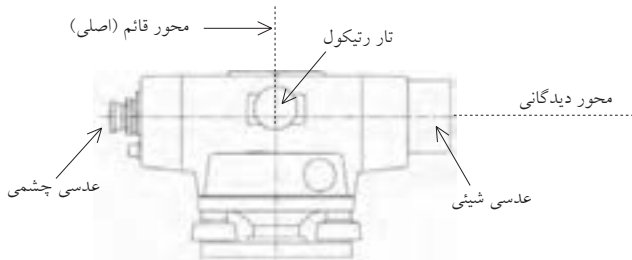
در سال آینده با منحنی میزان آشنا خواهید شد.

۱-۱۱ روش‌های کار در ترازبایی هندسی

در روش‌های ترازبایی هندسی از دستگاهی به نام ترازبای استفاده می‌شود. با این دستگاه می‌توان در فضا یک صفحه‌ی افقی ایجاد کرد و با اندازه‌گیری فاصله‌ی این سطح تا سطوح افقی گذرنده از دو نقطه‌ی مشخص روی زمین، اختلاف ارتفاع آن دو نقطه را تعیین نمود. به منظور استفاده از ترازبای، ضمن استقرار این دستگاه بر روی سه پایه‌ی مخصوص، آن را بر سطح افق، تراز می‌کنیم (با استفاده از ترازکروی). در این حالت یک سطح افقی فرضی را از مرکز دوربین در تمام جهات ایجاد کرده‌ایم. در دوربین ترازبای دو محور به شرح زیر وجود دارد:

۱- محور دیدگانی دوربین: محوری است که محل تقاطع دو تار بلند رتیکول را به مرکز عدسی‌های شیئی و چشمی وصل می‌کند (در صورتی که دستگاه خط نداشته و از تنظیم خارج نشده باشد). در غیر این صورت خطایی ایجاد می‌شود که آن را خطای کلیماسیون می‌گویند. این خطا در فصل دوازدهم مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲- محور اصلی دستگاه: محوری است که امتداد قائم را نشان می‌دهد؛ بنابراین وقتی که دستگاه تراز باشد، محور اصلی بر امتداد شاقولی منطبق است.



شکل ۱۱-۱. محورهای دوربین ترازبای

برای محاسبه‌ی اختلاف بین صفحه‌ی افقی تشکیل شده (محور دیدگانی دوربین) با

سطح تراز هر نقطه‌ی دلخواه، یک خط کش بلند مدرج بر روی آن نقطه قرار می‌دهیم و اختلاف این دو سطح را بر روی این خط کش، که به آن شاخص (میر) گویند، اندازه می‌گیریم. این خط کش بلند به تقسیمات سانتی متر مدرج شده و برای سهولت خواندن آن، سانتی مترها غالباً یک درمیان به رنگ سفید و سیاه است و هر ده سانتی متر نیز با خط بزرگ تر یا با عدد نشان داده شده است.

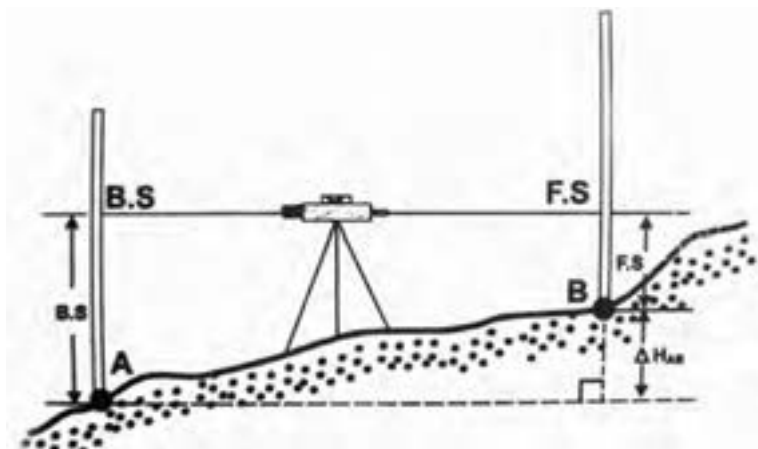


شکل ۱۱-۲. شاخص (میر)

برای پیدا کردن اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A و B در نقطه‌ای دلخواه، که از آن نشانه روی به شاخص در دو نقطه‌ی A و B امکان پذیر باشد، ترازیب را مستقر و کاملاً تراز می‌نمائیم. در این حالت صفحه‌ای که در فضا از چرخش تلسکوپ حول محور قائم (محور اصلی) به وجود می‌آید صفحه‌ای افقی خواهد بود.

پس از استقرار دستگاه، با نشانه روی به شاخص‌های مستقر در نقطه‌ی A و B اعداد B.S و F.S را می‌خوانیم. برای محاسبه‌ی اختلاف ارتفاع بین دو نقطه داریم:

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



شکل ۱۱ - ۳. ترازیبی ساده

بیش تر بدانیم . . .



کاربردهای ترازیبی: (پروفیل طولی)

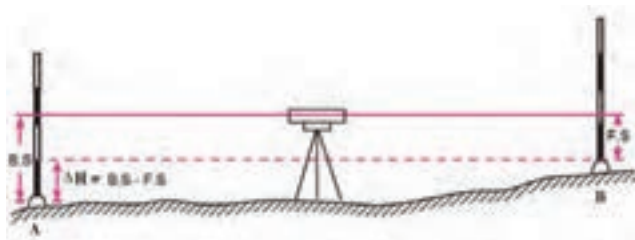
نمایش ترسیمی موقعیت نقاط روی زمین در یک امتداد مشخص را مقطع یا پروفیل گویند. اگر این امتداد در راستای مسیر حرکت باشد به آن پروفیل طولی گفته می‌شود.

در سال آینده با پروفیل طولی و کاربردهای آن آشنا خواهید شد.

نکته ۱. در مسیر حرکت ترازیبی معمولاً اولین قرائت را در هر دهنه قرائت عقب (B.S) و دومین قرائت را قرائت جلو (F.S) می گویند.

نکته ۲. از روی علامت ΔH می توان تشخیص داد که کدام یک از نقاط بالاتر است:

- $\Delta H > 0$ نقطه ی دوم بالاتر است.
- $\Delta H < 0$ نقطه ی دوم پایین تر است.



شکل ۱۱ - ۴. روش تعیین اختلاف ارتفاع

نکته ۳. چنان چه ارتفاع یکی از دو نقطه ی A و B معلوم باشد چون اختلاف ارتفاع دو نقطه به دست می آید می توان ارتفاع نقطه ی دیگر را نیز به دست آورد.

نکته ۴. در ترازیبی، همیشه قرائت نقطه ی اول منهای قرائت نقطه ی دوم می شود.

$$\Delta H = B.S_A - F.S_B$$

مثال ۱۱-۱

ترازیابی ساده

اگر ارتفاع A ۳۴۶/۲۰ متر و قرائت عقب و جلوی روی نقاط A و B به ترتیب ۱۰۴۶ و ۲۳۱۰ میلی متر باشد مطلوب است:

الف) تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطه ی A و B.

ب) تعیین ارتفاع نقطه ی B به روش ترازیبی ساده.

راهکار کلی: برای به دست آوردن ارتفاع نقطه‌ی B کافی است اختلاف ارتفاع بین نقاط A و B را محاسبه کنیم و آن را با ارتفاع موجود (نقطه‌ی A) جمع جبری نماییم.

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB}$$

گفتنی است که در تراز یابی، همیشه قرائت جلو از قرائت عقب کم می‌شود.

روش حل:

اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A و B برابر است با:

$$\Delta H_{AB} = B.S - F.S$$

$$= 1046 - 2310 = -1264 \text{ mm} = -1/264 \text{ m}$$

برای تعیین ارتفاع نقطه‌ی B داریم:

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB}$$

$$= 346/20 + (-1/264) = 344/936 \text{ m}$$

بحث و بررسی: • در این جا قرائت عقب همان قرائت عدد شاخص روی نقطه‌ی اول و قرائت جلو، مربوط به نقطه‌ی دوم است.

• علامت منفی در اختلاف ارتفاع بیانگر این است که نقطه‌ی B نسبت به نقطه‌ی A مقدار 1/264 متر پایین تر است. به عبارتی دیگر شیب زمین از A به B سرازیری یا سرپائینی است.



بیش تر بدانیم . . .



در مورد شکل روبه‌رو و کاربرد تراز یابی در آن تحقیق کنید.

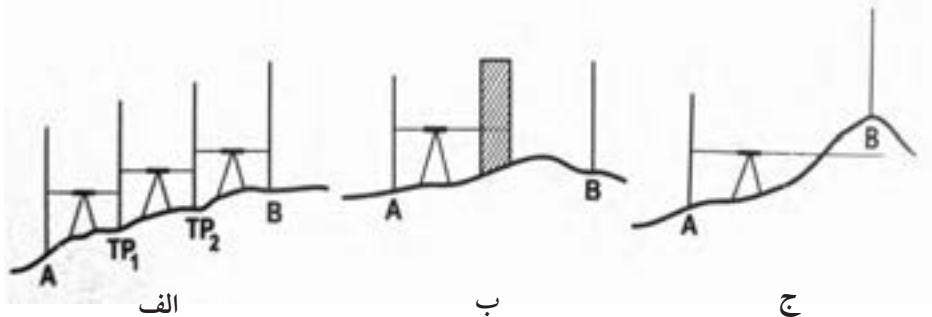
۳-۱۱ ترازیبی تدریجی

اگر دو نقطه‌ای که می‌خواهیم اختلاف ارتفاع آن‌ها را به دست آوریم، از هم دور باشند یا شیب زمین زیاد باشد، به طریقی که با یک بار ایستگاه‌گذاری پیدا کردن اختلاف ارتفاع مقدور نباشد به طریق ترازیبی تدریجی عمل می‌کنند.

بنابراین به طور خلاصه زمانی از ترازیبی تدریجی استفاده می‌گردد که
الف) فاصله‌ی دو نقطه زیاد باشد

ب) مانعی بین نقاط و ایستگاه ترازیب و وجود داشته باشد

ج) شیب زمین تند باشد یا به عبارت دیگر اختلاف ارتفاع دو نقطه زیاد باشد

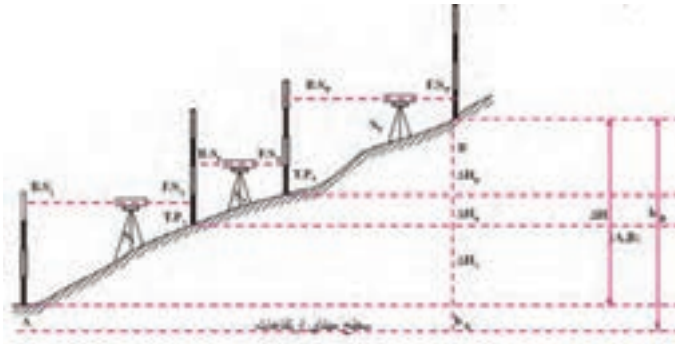


شکل ۱۱ - ۵. روش تعیین اختلاف ارتفاع

در این روش مجبور خواهیم بود در طول مسیر از یک سری نقاط کمکی یا نقاط نشانه استفاده کنیم و در حقیقت چندین بار ایستگاه‌گذاری نمائیم. این نقاط کمکی یا نقاط نشانه را با (TP) (Temporary Point) نشان می‌دهیم و در طول مسیر با شماره‌گذاری، آن‌ها را مشخص می‌کنیم.

در این روش با اتکا به ارتفاع نقطه‌ی اول و نقاط نشانه می‌توان ارتفاع نقطه‌ی آخر را مشخص نمود. در هر حال برای تعیین ارتفاع نقاط کمکی از همان ترازیبی ساده بین دو نقطه استفاده می‌کنیم.

مطابق شکل (۱۱-۶) برای تعیین اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A و B، طول مسیر حرکت ترازیبی به چند دهنه‌ی دلخواه، متناسب با وضعیت منطقه، تقسیم می‌شود و اختلاف ارتفاع هر دهنه تعیین و نهایتاً با جمع جبری اختلاف ارتفاع دهنه‌ها، اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A و B تعیین می‌گردد. برای این منظور کافی است با قراردادن دستگاه بین هر دو نقطه و انجام قرائت‌های عقب و جلو (ترازیابی ساده)، عملیات را از A به سمت B ادامه می‌دهیم.



شکل ۱۱ - ۶. ترازیبی تدریجی

به مجموعه‌ی یک یا چند دهنه، که بین دو ایستگاه ترازیبی قرار دارد، قطعه (Section) می‌گویند. پس در ابتدا و انتهای هر قطعه‌ی ترازیبی نقاط ثابت ایستگاهی وجود دارد. ولی در هر دهنه ممکن است نقاط ابتدا و انتهایی نقاط موقت (TP) باشند.



بیش تر بدانیم . . .



کاربردهای ترازیبی: (پروفیل عرضی)
چنانچه صفحه قائمی عمود بر محور مسیر از هر نقطه مسیر گذرانده و فصل مشترک آن را با زمین (در عرض راه) مشخص و رسم نماییم به آن نیم رخ عرضی گویند.

در سال آینده با پروفیل عرضی و کاربردهای آن آشنا خواهید شد.

به منظور تعیین اختلاف ارتفاع نقاط A و B روابط زیر را می توانیم بنویسیم:

$$\begin{aligned} \Delta H_1 &= \Delta h_{(A, TP_1)} = B.S_1 - F.S_1 \\ \Delta H_2 &= \Delta h_{(TP_1, TP_2)} = B.S_2 - F.S_2 \\ \Delta H_3 &= \Delta h_{(TP_2, B)} = B.S_3 - F.S_3 \\ \Delta H_{(A-B)} &= \Delta h_{(A, TP_1)} + \Delta h_{(TP_1, TP_2)} + \Delta h_{(TP_2, B)} = \sum \Delta H_i \\ &= (B.S_1 - F.S_1) + (B.S_2 - F.S_2) + (B.S_3 - F.S_3) \\ &= (B.S_1 + B.S_2 + B.S_3) - (F.S_1 + F.S_2 + F.S_3) \\ \sum B.S - \sum F.S &= h_B - h_A \end{aligned}$$

و برای تعیین ارتفاع نقطه‌ی B یعنی h_B وقتی ارتفاع نقطه‌ی A یعنی h_A معلوم است می توان نوشت:

$$h_B = h_A + \Delta H_{(A-B)} = h_A + \sum \Delta H_i = h_A + (\sum B.S - \sum F.S)$$

و برای محاسبه‌ی ارتفاع هر نقطه‌ی مشابه، رابطه‌ی فوق را می توان نوشت. مثلاً

$$\begin{aligned} h_{TP_1} &= h_A + \Delta H_{(A, TP_1)} = h_A + (B.S_1 - F.S_1) \\ h_{TP_2} &= h_{TP_1} + \Delta H_{(TP_1, TP_2)} = h_{TP_1} + (B.S_2 - F.S_2) = h_A + (B.S_1 - F.S_1) + (B.S_2 - F.S_2) \end{aligned}$$

برای مرتب‌نوشتن اعدادی که می خوانیم، جدول ساده‌ی زیر را ترسیم می کنیم و در هر ایستگاه یک قرائت عقب و یک قرائت جلو انجام می دهیم (نوشته شده در ستون‌های مربوطه) سپس حاصل جمع قرائت‌های جلو از حاصل جمع قرائت‌های عقب کم می شود تا اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A و B به دست آید. اگر حاصل منفی باشد نقطه‌ی B پائین تر از نقطه‌ی A است.

چنانچه ارتفاع نقطه‌ی A در دست باشد و آن را با اختلاف ارتفاع به دست آمده جمع جبری کنیم ارتفاع نقطه‌ی B به دست می‌آید. اگر بخواهیم ارتفاع نقاطی را روی یک مسیر پیدا کنیم با شیوه‌ای که در تراز یابی تدریجی عمل کردیم امکان پذیر است لیکن بعد از تنظیم جدول مربوطه قرائت‌های عقب و جلو دوبه‌دو از هم کم می‌شوند تا ارتفاع یک‌یک آن‌ها را بتوان پیدا کرد. فرم جدول کار به صورت زیر است:

نقاط	قرائت عقب (میلی متر)	قرائت جلو (میلی متر)
A	۳۶۱۲	
TP _۱	۳۴۸۱	۰۹۰۱
TP _۲	۳۷۰۱	۱۱۰۵
TP _۳	۳۷۴۰	۳۰۱۶
B		۰۸۰۱
مجموع	۱۴۵۳۴	۵۸۲۳

جدول ۱۱ - ۱. تراز یابی تدریجی

بیش تر بدانیم . . .



کاربردهای دیگر تراز یابی:

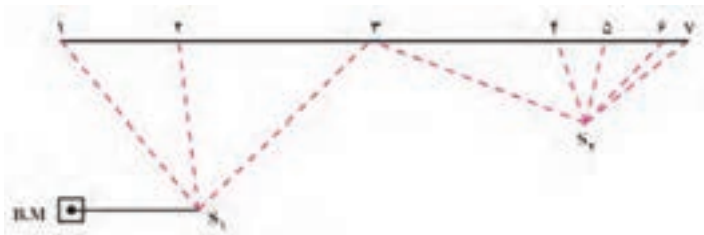
- محاسبه‌ی حجم عملیات خاکی
- تهیه‌ی پلان با منحنی میزان
- انتقال ارتفاع از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر
- و...

۴-۱۱ ترازیبی شعاعی

در بسیاری از پروژه‌های عمرانی برای پیدا کردن ارتفاع نقاط می‌توان با ایستگاه‌گذاری و قراردادن شاخص روی نقاط مورد نیاز، بدون آن‌که دستگاه ترازیباب جابه‌جا شود، ارتفاع نقاط را پیدا کنیم.

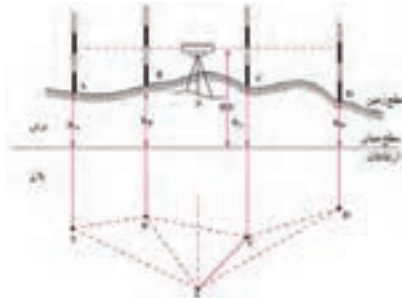
هرگاه فاصله‌ی نقاط به هم نزدیک باشد به طوری که بتوان از یک ایستگاه عدد مربوط به شاخص روی چند نقطه را خواند یا به عبارت دیگر با قراردادن ترازیباب در محل مناسب بتوان بیش از دو قرائت انجام داد. در جدول اولین قرائت را قرائت عقب و آخرین قرائت را قرائت جلو و بقیه را قرائت‌های وسط ثبت می‌کنیم. این نوع ترازیبابی را ترازیبابی شعاعی یا ترازیبابی نقاط پراکنده گویند.

در مواقعی که نقاطی به صورت پراکنده قرار گرفته باشد، به طوری که بتوان از یک ایستگاه آن‌ها را ترازیبابی کرد، از این ترازیبابی استفاده می‌شود.



شکل ۱۱ - ۷. ترازیبابی شعاعی (نمای بالا)

همان‌طور که گفته شد، در ترازیبابی شعاعی دستگاه ترازیباب را در محل مناسبی، که از آن محل بتوان بیش از دو قرائت انجام داد، قرار می‌دهیم. برای مثال در شکل (۱۱-۸) دستگاه در نقطه‌ی S مستقر شده است، به طوری که از آن‌جا شاخص در نقاط A و B و C و D دیده می‌شود.



شکل ۱۱ - ۸. ترازیبابی شعاعی

چنانچه ارتفاع نقطه‌ی اول معلوم باشد، در این نقطه قرائت عقب انجام می‌شود. در ادامه‌ی کار با گرفتن شاخص بر روی نقاط بعد به ترتیب قرائت‌های تار وسط انجام می‌شود و در انتها شاخص را بر روی نقطه‌ی آخر می‌گیریم و قرائت روی آنرا قرائت جلو ثبت می‌نمائیم.

هرگاه اختلاف ارتفاع نقاط را با ΔH و قرائت عقب را با B.S و قرائت‌های وسط را با I.S و قرائت جلو را با F.S نشان دهیم، داریم:

$$\begin{aligned} \Delta H_{(A,B)} &= B.S_A - I.S_B & \Delta H_{(A,C)} &= B.S_A - I.S_C \\ \Delta H_{(B,C)} &= B.S_B - I.S_C & \Delta H_{(A,D)} &= B.S_A - F.S_D \\ \Delta H_{(C,D)} &= I.S_C - F.S_D & \Delta H_{(B,D)} &= I.S_B - F.S_D \end{aligned}$$

روشن است با داشتن اختلاف ارتفاع هر دو نقطه نسبت به هم و معلوم بودن ارتفاع یک نقطه از قبل مانند h_A به راحتی ارتفاع کلیه‌ی نقاط محاسبه می‌شود، مثلاً:

$$\begin{aligned} h_A &= \text{معلوم} \\ h_B &= h_A + \Delta H_{(A,B)} \\ h_C &= h_B + \Delta H_{(B,C)} = h_A + \Delta H_{(A,C)} \\ h_D &= h_C + \Delta H_{(C,D)} = h_B + \Delta H_{(B,D)} \\ &= h_A + \Delta H_{(A,D)} \end{aligned}$$

بیش تر بدانیم . . .



انواع بنچ مارک:

الف) بنچ مارک ژئودزی: ارتفاع این نقاط با عملیات تراز یابی دقیق نسبت به سطح مبنای ارتفاعات تعیین می‌گردد.

ب) بنچ مارک‌های دائمی: انتخاب آن‌ها در فواصل کمتر نسبت به بنچ مارک‌های ژئودزی صورت می‌گیرد. و ارتفاع آن‌ها به کمک بنچ مارک‌های مذکور تعیین می‌گردد.

ج) بنچ مارک‌های اختیاری: نقاطی هستند که در یک منطقه کوچک و محدود انتخاب می‌کنیم و یک ارتفاع فرضی به آن‌ها نسبت می‌دهیم.

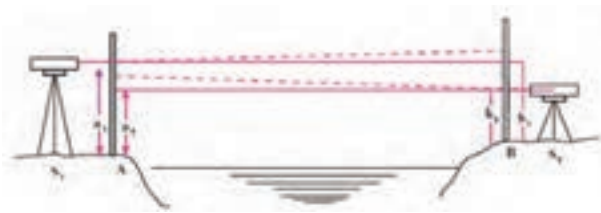
د) بنچ مارک‌های موقتی: نقاطی هستند که موقتاً به عنوان مبنا برای تراز یابی در نظر گرفته می‌شوند.

۵-۱۱ ترازیبی متقابل

برای پیدا کردن اختلاف ارتفاع دو نقطه بهتر است دستگاه ترازیب در محلی مستقر شود که فاصله‌ی نقاط تا دستگاه مساوی باشد. در این وضعیت خطاهای کلیماتیون و کرویت و انکسار عملاً در محاسبات حذف می‌گردد.

اما گاهی ممکن است شرایط فیزیکی زمین طوری باشد که نتوان فاصله‌ی دستگاه تا نقاط را مساوی در نظر گرفت. مانند شکل (۹-۱۱) اگر بین دو نقطه رودخانه‌ای وجود داشته باشد، در این وضعیت اختلاف ارتفاع دو نقطه را در دو حالت زیر به دست می‌آوریم و میانگین آن‌ها را، که اختلاف ارتفاع بدون خطاهای فوق است، مورد استفاده قرار می‌دهیم (ترازیبی متقابل).

در حالت اول دستگاه را نزدیک نقطه‌ی اول (A) مستقر و روی شاخص را در نقاط A و B قرائت می‌کنیم.



شکل ۱۱ - ۹. ترازیبی متقابل

در حالت دوم دستگاه را در فاصله‌ی نزدیک نقطه‌ی B مستقر و روی شاخص را در نقاط A و B قرائت می‌کنیم.

$$\left. \begin{array}{l} \Delta H_1 = a_1 - b_1 \\ \Delta H_2 = a_2 - b_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta H_{(A,B)} = \frac{\Delta H_1 + \Delta H_2}{2} = \frac{(a_1 - b_1) + (a_2 - b_2)}{2}$$

خلاصه ی فصل

- ترازیبی هندسی روشی است که در آن از دستگاه ترازیب و شاخص استفاده می شود.
- ترازیبی هندسی از دقیق ترین و مهم ترین روش های اندازه گیری اختلاف ارتفاع است.
- روش های ترازیبی هندسی عبارت اند از:
 - ۱- ساده
 - ۲- تدریجی
 - ۳- شعاعی
 - ۴- متقابل
- ترازیبی ساده برای به دست آوردن اختلاف ارتفاع بین دو نقطه به کار می رود.
- اولین قرائت را در هر دهنه ی ترازیبی که معمولاً روی نقطه ی معلوم انجام می شود قرائت عقب (B.S) و دومین قرائت را قرائت جلو (F.S) می گویند.
- با داشتن اختلاف ارتفاع بین دو نقطه و معلوم بودن ارتفاع یکی از نقاط، ارتفاع نقطه ی دیگر نیز محاسبه می شود.
- از ترازیبی تدریجی زمانی استفاده می گردد که:
 - الف) فاصله ی بین دو نقطه زیاد باشد؛
 - ب) مانعی بین نقاط و ایستگاه وجود داشته باشد؛
 - ج) شیب زمین زیاد باشد.
- ترازیبی شعاعی روشی است که در آن از یک ایستگاه تعداد زیادی نقطه ترازیبی می شود.
- در ترازیبی شعاعی اولین قرائت را قرائت عقب (B.S) و سایر قرائت ها را قرائت وسط (I.S) و آخرین قرائت را قرائت جلو (F.S) می نامند.
- کاربرد ترازیبی متقابل در مواردی است که نتوان دوربین ترازیب را در وسط دهنه ی ترازیبی قرار داد.



سؤالات تشریحی

- ۱- انواع روش‌های ترازیبی هندسی را نام ببرید.
- ۲- در ترازیبی هندسی روش ساده را با رسم شکل شرح دهید.
- ۳- ترازیبی تدریجی را با رسم شکل شرح دهید.
- ۴- دلایل استفاده از ترازیبی تدریجی را بیان کنید.
- ۵- ترازیبی شعاعی را با رسم شکل توضیح دهید.
- ۶- ترازیبی متقابل را با رسم شکل شرح دهید.
- ۷- علل استفاده از ترازیبی متقابل را بیان کنید.

سؤالات چندگزینه‌ای

- ۸- کدام گزینه از دلایل استفاده از ترازیبی تدریجی نیست؟
 - (۱) فاصله‌ی بین دو نقطه زیاد باشد.
 - (۲) مانعی بین ایستگاه و نقاط وجود داشته باشد.
 - (۳) نتوان ترازیب را در وسط قرارداد.
 - (۴) شیب زمین بین نقاط زیاد باشد.
- ۹- اگر اختلاف ارتفاع بین دو نقطه‌ی A و B برابر با ۱۰۰۰ میلی‌متر باشد و دوربین را بین این دو نقطه مستقر کرده باشیم و قرائت عقب روی شاخص نقطه‌ی A، ۲۵۴۰ میلی‌متر باشد، قرائت جلو روی نقطه‌ی B، چند میلی‌متر است؟

(۱) ۳۵۴۰

(۲) ۱۵۴۰

(۳) ۰۵۴۰

(۴) ۲۵۴۰