

فصل دهم

روش‌های مختلف ترازیابی



عکس ماهواره‌ای از بین‌الحرمین

به نظر شما چگونه می‌توان با استفاده از عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای، اختلاف ارتفاع بین نقاط را به دست آورد؟

هدف های رفتاری :

- پس از آموزش و مطالعه این فصل از فراگیرنده انتظار می رود بتواند:
- ۱- راهکار کلی اندازه گیری اختلاف ارتفاع به وسیله ی شیلنگ تراز را شرح دهد.
 - ۲- محاسبات مربوط به اندازه گیری اختلاف ارتفاع به وسیله ی شیلنگ تراز را انجام دهد.
 - ۳- محاسبات مربوط به اندازه گیری اختلاف ارتفاع به وسیله ی شیلنگ تراز را با ماشین حساب کاسیو ۴۵۰۰ انجام دهد.
 - ۴- بحث و بررسی مربوط به اندازه گیری اختلاف ارتفاع به وسیله ی شیلنگ تراز را شرح دهد.
 - ۵- راهکار کلی اندازه گیری اختلاف ارتفاع با استفاده از فاصله ی مایل و زاویه ی شیب (ترازیابی مثلثاتی) را شرح دهد.
 - ۶- محاسبات مربوط به اندازه گیری اختلاف ارتفاع با استفاده از فاصله ی مایل و زاویه ی شیب (ترازیابی مثلثاتی) را انجام دهد.
 - ۷- محاسبات مربوط به اندازه گیری اختلاف ارتفاع با استفاده از فاصله ی مایل و زاویه ی شیب (ترازیابی مثلثاتی) را با ماشین حساب کاسیو ۴۵۰۰ انجام دهد.
 - ۸- بحث و بررسی مربوط به اندازه گیری اختلاف ارتفاع با استفاده از فاصله ی مایل و زاویه ی شیب (ترازیابی مثلثاتی) را شرح دهد.

قبل از مطالعه ی این فصل از فراگیرنده انتظار می رود با مطالب زیر آشنا باشد:

- ۱- آشنایی با فصل های نهم و دهم کتاب «مساحی»

: مطالب پیش نیاز

• مهم ترین روش های تراز یابی عبارت اند از:

- ۱- تراز یابی به کمک وسایل ساده (تراز شاقولی - شمشه تراز)
- ۲- تراز یابی هیدرواستاتیکی (روش استفاده از شیلنگ تراز)
- ۳- تراز یابی هندسی (تراز یابی مستقیم)
- ۴- تراز یابی مثلثاتی (تراز یابی غیرمستقیم)
- ۵- تراز یابی به کمک تراز یاب های الکترونیکی
- ۶- تراز یابی به کمک انواع تنودولیت های اُپتیکی و الکترونیکی
- ۷- تراز یابی فشارسنجی
- ۸- تراز یابی به کمک عکس های هوایی
- ۹- تراز یابی به کمک سیستم تعیین موقعیت ماهواره ای

محاسبه ی اختلاف ارتفاع با استفاده از فاصله ی مایل و زاویه ی شیب :

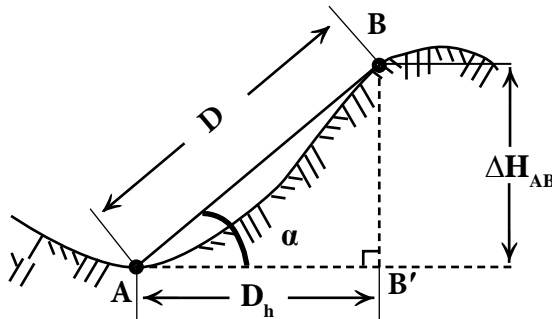
$$\Delta H_{AB} = D \times \sin \alpha$$

(رابطه ی ۱۰ - ۱)

محاسبه ی اختلاف ارتفاع با استفاده از فاصله ی افقی و زاویه ی شیب :

$$\Delta H_{AB} = D_h \times \tan \alpha$$

(رابطه ی ۱۰ - ۲)

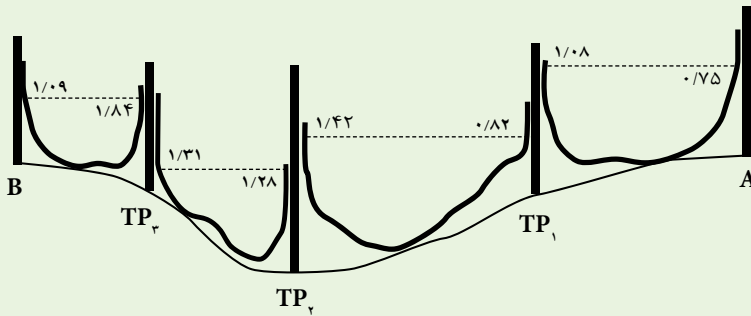


تراز یابی مثلثاتی (تراز یابی غیرمستقیم)



اندازه گیری اختلاف ارتفاع با شیلنگ تراز

مطابق شکل بین دو نقطه‌ی A و B به وسیله‌ی شیلنگ تراز اندازه‌گیری‌های زیر انجام گرفته است:
است:



اگر ارتفاع نقطه‌ی A برابر $102/18$ متر باشد، ارتفاع نقطه‌ی B چند متر است؟
راهکار کلی: برای به دست آوردن ارتفاع به وسیله‌ی شیلنگ تراز در هر دهانه دو قرائت روی ژالن‌ها انجام می‌شود به این صورت که با علامت زدن خط‌آب روی ژالن و مترکشی آن تا زمین عدد ارتفاع را یادداشت می‌کنیم. باید توجه داشت که در هر دهانه اولین قرائت - که همان قرائت روی نقطه‌ی معلوم است - را قرائت عقب و دومین قرائت را قرائت جلو می‌نامیم.

برای مرتب نوشتن اعدادی که خوانده می‌شوند، جدول ساده‌ی زیر را ترسیم کرده و در هر دهانه قرائت‌های عقب و جلوی خوانده شده را در آن یادداشت می‌کنیم:

نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو

برای محاسبه‌ی اختلاف ارتفاع در هر دهنه کافی است قرائت عقب را منهای قرائت جلو کرده و جواب را با ارتفاع نقطه‌ی معلوم قبلی جمع جبری نماییم. این اختلاف ارتفاع‌ها را در یک ستون جدید (ΔH) یادداشت می‌کنیم:

قرائت جلو - قرائت عقب = ΔH

نقاط	قرائت عقب	قرائت جلو	اختلاف ارتفاع (ΔH)

می‌توان به جای محاسبه‌ی اختلاف ارتفاع‌ها در هر دهنه، حاصل جمع قرائت‌های جلو را از حاصل جمع قرائت‌های عقب کم کرده تا اختلاف ارتفاع بین دو نقطه‌ی A و B به دست آید. سپس این مقدار را با ارتفاع معلوم نقطه‌ی A جمع جبری کرده تا ارتفاع نقطه‌ی B به دست آید:

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

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

روش حل:

نقاط	قرائت عقب (میلی متر)	قرائت جلو (میلی متر)
A	۷۵۰	
TP _۱	۸۲۰	۱۰۸۰
TP _۲	۱۲۸۰	۱۴۲۰
TP _۳	۱۸۴۰	۱۳۱۰
B		۱۰۹۰

$$\sum B.S. = ۴۶۹۰ \quad \sum F.S. = ۴۹۰۰$$

$$\Delta H_{AB} = \sum B.S. - \sum F.S. = ۴۶۹۰ - ۴۹۰۰ = -۲۱۰ \text{ mm} = -۰/۲۱ \text{ m}$$

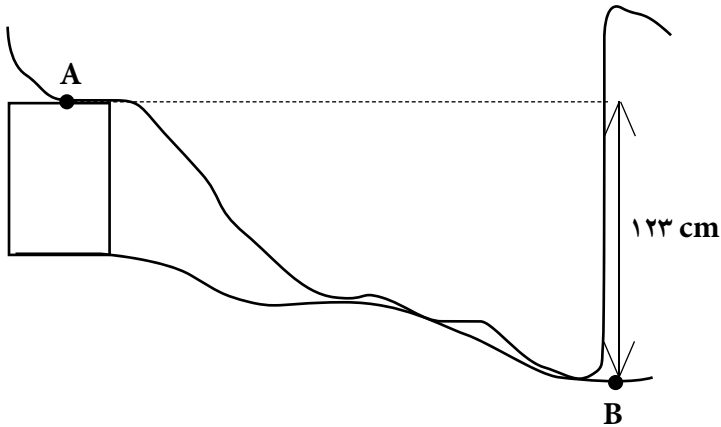
$$H_B = H_A + \Delta H_{AB} = ۱۰۲/۱۸ + (-۰/۲۱) = ۱۰۱/۹۷$$

بحث و بررسی: اعداد داخل جدول به واحد میلی متر نوشته شده است بنابراین در هنگام جمع زدن این اعداد با ارتفاع نقطه‌ی معلوم - که به واحد متر ذکر شده است - به تبدیل واحدها توجه کنید.



تمرین کلاسی مثال ۱۰-۱:

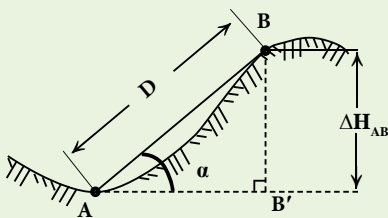
۱- به منظور پیاده کردن نقطه‌ای هم ارتفاع با نقطه‌ی A در نقطه‌ی B از شیلنگ تراز استفاده شده است. چنانچه ارتفاع نقطه‌ی A برابر با ۱۰۰ متر و ارتفاع آب داخل شیلنگ در نقطه‌ی B برابر ۱۲۳ سانتی‌متر باشد، ارتفاع زمینی نقطه‌ی B چند متر است؟



مثال ۱۰-۲



اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع با استفاده از فاصله‌ی مایل و زاویه‌ی شیب (ترازیابی مثلثاتی)



با توجه به شکل مقابل اختلاف ارتفاع A تا B

(ΔH_{AB}) چند متر است؟

اگر ارتفاع A برابر ۱۰۰ متر باشد ارتفاع B چند

متر است؟ ($D = 12 \text{ m}$ و $\alpha = 30^\circ$)

راهکار کلی: مشاهده می شود که مثلث ABB' یک مثلث قائم الزاویه است. هم چنین ارتفاع A و B' برابرند زیرا این دو نقطه بر روی یک سطح افقی قرار دارند. بنابراین، با پیدا کردن ضلع BB' در این مثلث در حقیقت اختلاف ارتفاع بین دو نقطه A و B را به دست آورده ایم.

به دلیل معلوم بودن زاویه شیب و طول مایل از رابطه‌ی «سینوس» در مثلث فوق استفاده می کنیم:

$$\sin \alpha = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{وتر}} = \frac{BB'}{AB} = \frac{\Delta H_{AB}}{D}$$

$$\sin \alpha = \frac{\Delta H_{AB}}{D} \Rightarrow \Delta H_{AB} = D \times \sin \alpha$$

پس از به دست آوردن مقدار ΔH_{AB} کافی است آن را با ارتفاع معلوم A جمع جبری

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

نمائیم:

روش حل:

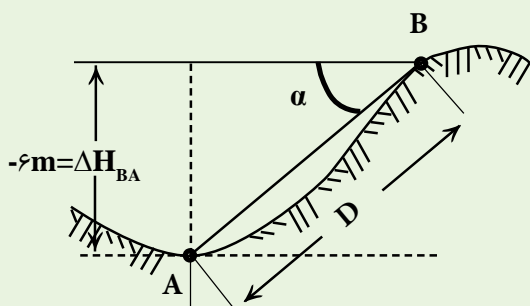
$$\left. \begin{array}{l} D = 12\text{m} \\ \alpha = 30^\circ \\ H_A = 10.0\text{m} \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} \Delta H_{AB} = D \times \sin \alpha = 12 \times \sin 30^\circ = 6\text{m} \\ H_B = H_A + \Delta H_{AB} = 10.0 + 6 = 16\text{m} \end{array}$$

بحث و بررسی: در مثال بالا مشاهده می شود که اختلاف ارتفاع بین نقاط A تا B

(ΔH_{AB}) برابر $+6\text{m}$ و معنی آن این است که نقطه‌ی B به اندازه‌ی 6 متر از نقطه‌ی A در

سطح بالاتری قرار دارد. $(\Delta H_{AB} = +6\text{m})$. حال اگر بخواهیم اختلاف ارتفاع بین A تا

B



(ΔH_{BA}) را به دست آوریم

مطابق شکل، مقدار آن -6 متر

خواهد شد. یعنی نقطه‌ی A به

اندازه‌ی 6 متر پایین تر از نقطه‌ی B

قرار می گیرد. در این حالت چون

امتداد BA پایین خط افق BB'

قرار گرفته است، پس زاویه‌ی

شیب -30° درجه خواهد شد.

$$\left. \begin{array}{l} D = 12\text{m} \\ \alpha = -30^\circ \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} \Delta H_{BA} = D \times \sin \alpha \\ \Delta H_{BA} = 12 \times \sin(-30^\circ) = -6\text{m} \end{array}$$

تمرین کلاسی مثال ۱۰-۲:

با توجه به شکل زیر اختلاف ارتفاع A تا B

(ΔH_{AB}) چند متر است؟

اگر ارتفاع A برابر ۱۲۳/۱۱۰ متر باشد ارتفاع B

چند متر است؟ ($\alpha = 40^\circ$ و $D = 22 \text{ m}$)

