

فصل
سیزدهم


کنترل عملیات در ترازیابی هندسی



هدف های رفتاری :

- ۱- راهکار کلی برای تعیین اختلاف ارتفاع بین دو نقطه با کنترل را شرح دهد.
- ۲- محاسبات مربوط به تعیین اختلاف ارتفاع بین دو نقطه با کنترل را انجام دهد.
- ۳- محاسبات مربوط به تعیین اختلاف ارتفاع بین دو نقطه با کنترل را با ماشین حساب کاسیو ۴۵۰۰ انجام دهد.
- ۴- بحث و بررسی مربوط به تعیین اختلاف ارتفاع بین دو نقطه با کنترل را شرح دهد.

نکته ها:



برای یک دوست از همه چیز می توان گذشت
غیر از وجدان و وظیفه.
«حضرت محمد رسول ا...»

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

- ۱- آشنایی با فصل سیزدهم کتاب «مسّاحی»

: مطالب پیش نیاز

- در عملیات ترازیابی نیز مانند کلیه‌ی عملیات نقشه برداری برای حذف اشتباه و تصحیح خطا باید همواره کنترل وجود داشته باشد.
- روش‌های کنترل در ترازیابی هندسی به دو دسته تقسیم می‌شوند:
 - ۱- کنترل در هر دهنه ۲- کنترل در پایان کار
- متداول‌ترین روش‌های کنترل ترازیابی در هر دهنه عبارت‌اند از:
 - ۱- طریقه‌ی تغییر مکان ترازیاب؛
 - ۲- طریقه‌ی شاخص‌های دورو؛
 - ۳- طریقه‌ی قرائت سه تار رتیکول.
- عملیات ترازیابی در صورتی قابل کنترل است که ارتفاع نقطه‌ی آخر در اختیار باشد، تا با مقایسه‌ی آن با ارتفاع به دست آمده برای همان نقطه، خطای عملیات مشخص شود.
- خطای مجاز در عملیات ترازیابی درجه‌ی سه از رابطه‌ی \sqrt{K} 12_{mm} به دست می‌آید.
- خطای موجود در عملیات ترازیابی را باید سرشکن کرد.
- با یک عملیات رفت می‌توان نقاط ابتدا و انتها را کنترل و تصحیح نمود. اما برای کنترل نقاط میانی لازم است ترازیابی به صورت رفت و برگشت انجام گیرد.



ایستگاه	B.S	F.S
BM _۱	۳۰۶۹	
TP _۱	۱۷۲۵	۰۹۹۴
TP _۲	۲۵۲۲	۱۸۸۷
A	۱۷۸۴	۳۹۸۸
TP _۳	۱۵۸۵	۳۸۲۵
TP _۴	۲۶۱۶	۱۲۴۸
BM _۲		۱۳۷۱

یک ترازیبی تدریجی درجه‌ی سه مطابق جدول زیر انجام گرفته است. در صورتی که ارتفاع نقطه‌ی BM_۱ برابر ۷۶۲/۱۲۰ متر باشد و مسافت طی شده ۱۲۰۰، مطلوب است:
الف) محاسبه‌ی خطای مجاز ترازیبی؛
ب) در صورت مجاز بودن خطا محاسبه‌ی مقدار تصحیح؛
ج) محاسبه‌ی ارتفاع تصحیح شده‌ی نقاط.

راه کارکلی: زمانی که ترازیبی از یک نقطه شروع و به نقطه‌ی دیگری ختم می‌شود رابطه‌ی $\sum B.S - \sum F.S$ اختلاف ارتفاع دو نقطه را مشخص می‌کند. ولی در حالی که نقطه‌ی اول و آخر ترازیبی یکی باشد (مثل این مثال) از رابطه‌ی $\sum B.S - \sum F.S$ مقدار خطای ترازیبی به دست می‌آید، که با e_L نمایش داده می‌شود؛ یعنی

$$e_L = \sum B.S - \sum F.S \quad (\text{خطای ترازیبی})$$

حال باید دانست آیا این خطا، که در عملیات ترازیبی رخ داده (e_L)، مجاز است و یا این که مقدار آن از حد مجاز بیش‌تر است و به عبارت دیگر کار ترازیبی اشتباه بوده است؟ مقدار خطای مجاز ترازیبی درجه‌ی سه از رابطه‌ی $\pm 12_{mm} \sqrt{k}$ محاسبه می‌شود که در آن K فاصله‌ی ترازیبی بر حسب Km است؛ یعنی

$$e_{max} = \pm 12_{mm} \sqrt{k} \quad (\text{خطای مجاز ترازیبی})$$

با مقایسه‌ی این مقدار (e_m) با خطای ترازیبی، یعنی e_L در صورتی که $|e_L| \leq e_{max}$ باشد، می‌توان این خطا را پذیرفت و روی ارتفاع نقاط، تصحیح نمود. مقدار تصحیح برای هر دهنه از رابطه‌ی $C = \frac{-e_L}{n}$ به دست می‌آید که در آن e_L همان خطای ترازیبی و n تعداد دهنه‌های ترازیبی است. بعد از محاسبه‌ی ارتفاع نقاط، مطابق جدول، دو ستون به انتهای جدول به نام تصحیح (C) و ارتفاع تصحیح شده (H_c) اضافه می‌کنیم. مقدار تصحیح برای نقاط، به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$C_1 = 0 \quad (\text{مقدار تصحیح برای نقطه‌ی اول})$$

$$C_2 = -\frac{e}{n} \times 1 \quad (\text{مقدار تصحیح برای نقطه‌ی دوم})$$

$$C_3 = -\frac{e}{n} \times 2 \quad (\text{مقدار تصحیح برای نقطه‌ی سوم})$$

سپس از رابطه‌ی $H_C = H + C$ برای هر نقطه‌ی ارتفاع تصحیح شده، نقاط را به دست می‌آوریم و در جدول وارد می‌کنیم.

روش حل:

نقاط	B.S	I.S	F.S	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع تصحیح شده
BM ₁	۳۰۶۹				۷۶۲/۱۲۰	۰	۷۶۲/۱۲۰
TP ₁	۱۷۲۵		۰۹۹۴	۲۰۷۵	۷۶۴/۱۹۵	+۲	۷۶۴/۱۹۷
TP _۲	۲۵۲۲		۱۸۸۷	-۱۶۲	۷۶۴/۰۳۳	+۴	۷۶۴/۰۳۷
A	۱۷۸۴		۳۹۸۸	-۱۴۶۶	۷۶۲/۵۶۷	+۶	۷۶۲/۵۷۳
TP _۳	۱۵۸۵		۳۸۲۵	-۲۰۴۱	۷۶۰/۵۲۶	+۸	۷۶۰/۵۳۴
TP _۴	۲۶۱۶		۱۲۴۸	۳۳۷	۷۶۰/۸۶۳	+۱۰	۷۶۰/۸۹۳
BM _۲			۱۳۷۱	۱۲۴۵	۷۶۲/۱۰۸	+۱۲	۷۶۲/۱۲۰

$$\sum = 13301 \quad \sum = 13313$$

$$e_L = \sum B.S - \sum F.S = 13301 - 13313 = -12 \text{ mm} \quad (\text{مرحله‌ی (۱)})$$

$$e_m = \pm 12_{\text{mm}} \sqrt{k} = \pm 12 \sqrt{1/2} = \pm 12/14 \text{ mm} \quad (\text{مرحله‌ی (۲)})$$

$|e_L| \leq e_{\text{max}} \Rightarrow$ عملیات ترازبایی قابل قبول است

$$C_1 = 0 \quad (\text{مرحله‌ی (۳)})$$

$$C_2 = -\frac{e}{n} \times 1 = \frac{-(-12)}{6} = +2 \text{ mm}$$

$$C_3 = -\frac{e}{n} \times 2 = 2 \text{ mm} \times 2 = +4 \text{ mm}$$

.

.

$$H_C = H + C \Rightarrow \quad (\text{مرحله‌ی (۴)})$$

$$H_{C.BM1} = 762/120 + 0 = 762/120$$

$$H_{C.TP1} = 764/195 + 0 + 0.2 = 764/197$$

.

.



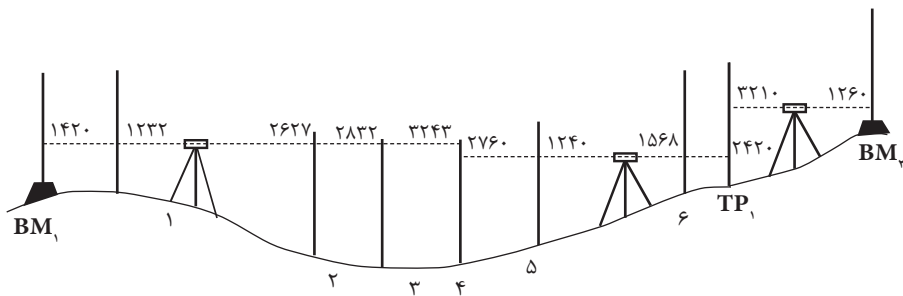
بحث و بررسی: خطای تراز یابی را به روش دیگری می توان محاسبه نمود. به طوری که چون نقطه BM_1 از قبل دارای ارتفاع است و از طرفی برای این نقطه به کمک تراز یابی ارتفاع دیگری محاسبه شده لذا از تفاضل این دو مقدار خطای تراز یابی محاسبه می گردد؛ یعنی

$$e_L = H - \text{واقعی} H \text{ محاسبه شده}$$

نکته: قابل توجه است که در روش تراز یابی شعاعی مطلوب ترین روش برای تصحیح خطا توزیع خطای تراز یابی بر روی قرائت های عقب است، زیرا در این روش دیگر به تشکیل ستون ارتفاع تصحیح نشده نیازی نیست و برخی کارهای اضافی در جدول عملاً حذف می شود.

تمرین های کلاسی مثال ۱۳ - ۱:

۱- برای تعیین ارتفاع شش نقطه از یک مسیر انتقال نیرو، عملیات تراز یابی مطابق کروکی زیر انجام گرفته است و برای کنترل عملیات، ابتدا و انتهای آن را به نقاط ثابت ارتفاع دار BM_1 و BM_2 بسته ایم. همان طور که در کروکی مشاهده می شود در انتها به دلیل زیاد بودن فاصله ی نقطه ی ۶ تا نقطه ی BM_2 نقطه ی کمکی TP_1 اختیار شده است. در صورتی که ارتفاع نقاط BM_1 و BM_2 به ترتیب $۲۳/۴۰$ و $۲۳/۸۷$ متر و خطای مجاز تراز یابی $\pm 12\sqrt{k}$ و طول کل تراز یابی ۵۷۰ متر باشد در صورت قابل قبول بودن عملیات، ارتفاع تصحیح شده ی نقاط ۱ تا ۶ را به دست آورید.



نقاط	B.S	I.S	F.S	اختلاف ارتفاع	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع تصحیح شده

۲- مطابق جدول زیر یک عملیات ترازیبی رفت و برگشت انجام گرفته است. در صورتی که ارتفاع نقطه‌ی A برابر با ۱۰۰۲/۲۸۰ متر باشد، مطلوب است:

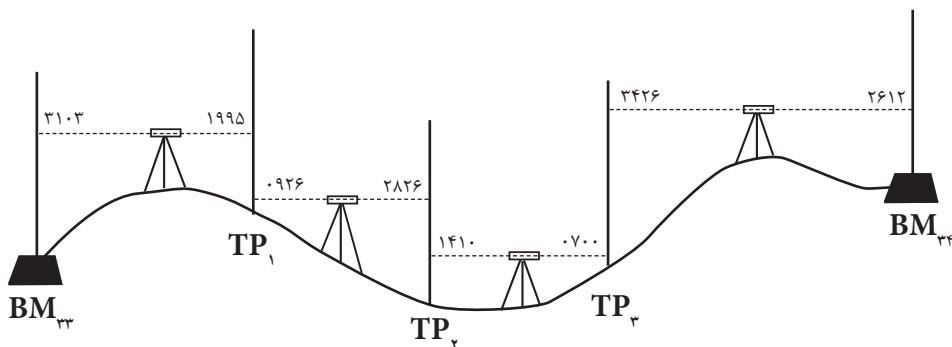
الف) تنظیم جدول ترازیبی و محاسبه‌ی ارتفاع نقاط
ب) کنترل صحت محاسبات

ج) در صورتی که خطای مجاز ترازیبی $\pm 2.0\sqrt{k}$ باشد، تحقیق کنید که آیا عملیات ترازیبی انجام شده قابل قبول است یا نه

د) در صورت قابل قبول بودن عملیات ترازیبی، ارتفاع تصحیح شده‌ی نقاط را به دست آورید.

نقطه	طول (m)	B.S	F.S
A		۲۲۱۰	
۱	۲۴۰	۱۰۱۰	۱۴۵۶
۲	۳۵۶	۳۱۴۵	۱۸۹۶
۳	۱۸۱	۰۹۵۰	۲۷۴۲
۴	۲۴۵	۱۷۵۰	۱۸۱۱
۵	۲۴۳	۲۸۸۲	۲۰۰۵
A	۱۸۵		۲۰۲۰

۳- مطابق شکل عملیات ترازبایی تدریجی از بنچ مارک شماره ی ۳۳ تا بنچ مارک شماره ی ۳۴ انجام گرفته است. در صورتی که ارتفاع BM_{33} برابر ۷۵ متر و ارتفاع BM_{34} برابر $75/685$ متر و طول مسیر ترازبایی شده و خطای مجاز ترازبایی به ترتیب ۲۰۰ متر و $\pm 5.0\sqrt{k}$ باشد: الف) جدول ترازبایی را تنظیم کنید. ب) ارتفاع کلیه ی نقاط را به دست آورده و خطاها را سرشکن نمائید.



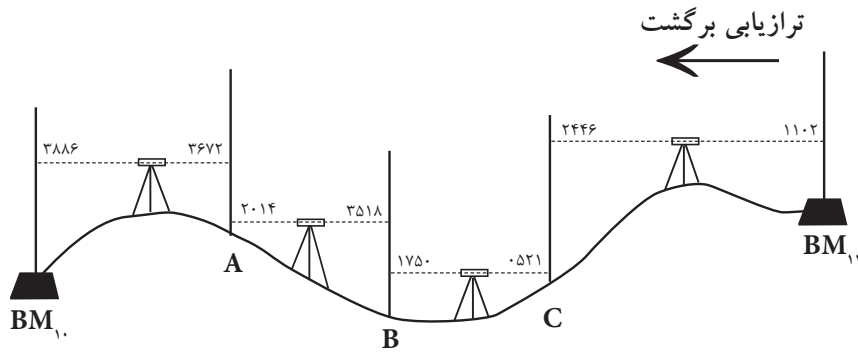
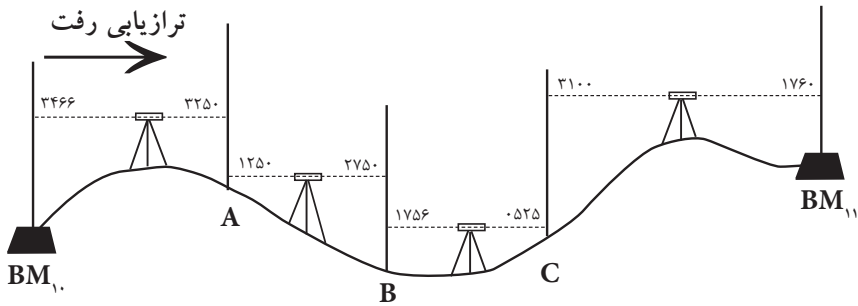
۴- مطابق کروکی زیر عملیات ترازیبی تدریجی درجه‌ی سه به صورت رفت و برگشت بین BM_{11} و BM_{11} انجام شده است. اگر ارتفاع BM_{11} برابر $۱۴۵/۲۵۰$ متر، ارتفاع BM_{11} برابر

$۱۴۶/۵۴۱$ متر و طول مسیر ترازیبی شده ۳۴۰ متر باشد:

الف) خطای بست ترازیبی را محاسبه کنید.

ب) در صورت قابل قبول بودن ترازیبی، خطای بست را سرشکن نمایید.

ج) ارتفاع تصحیح‌شده‌ی کلیه‌ی نقاط را به دست آورده و در یک جدول جداگانه بنویسید.

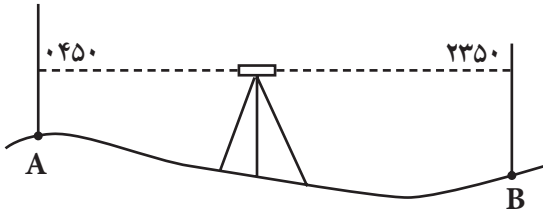


تمرین های دوره ای بخش دوم (ترازیابی):

۱- مطابق شکل زیر بین دو نقطه ی A و B ترازیابی انجام شده است. در صورتی که ارتفاع نقطه ی A نسبت به سطح مبنا ۵۵۰ متر باشد، مطلوب است:

الف) محاسبه ی اختلاف ارتفاع A و B

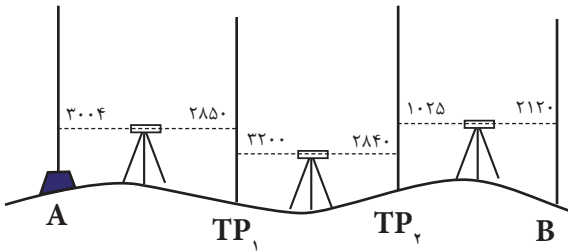
ب) محاسبه ی ارتفاع نقطه ی B



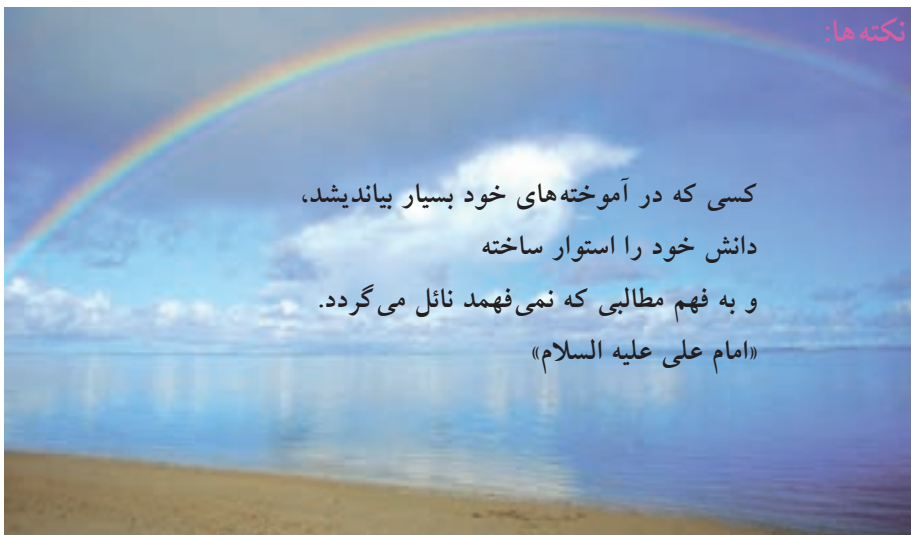
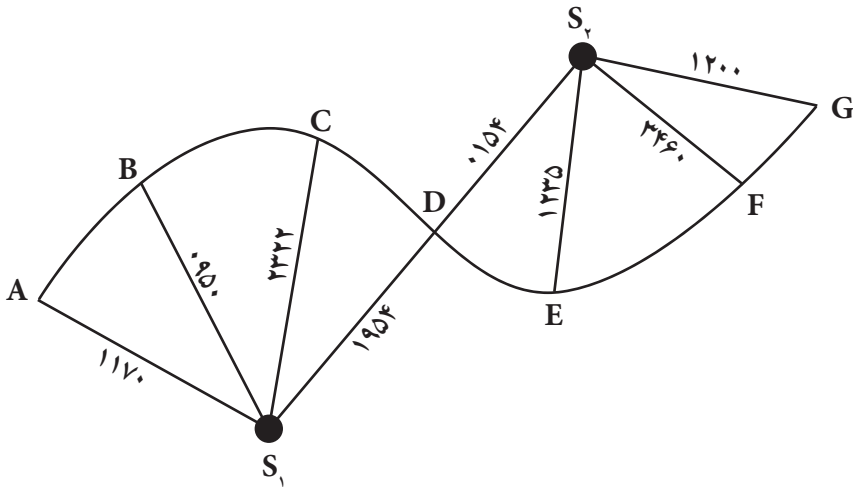
۲- یک عملیات ترازیابی تدریجی بین دو نقطه ی A و B به صورت زیر انجام شده است. اگر ارتفاع نقطه ی معلوم A برابر ۱۲۰ متر و اعداد روی شکل مربوط به قرائت شاخص ها باشد، مطلوب است:

الف) تنظیم جدول ترازیابی و محاسبه ی ارتفاع نقاط

ب) کنترل محاسبات (این ترازیابی قابل کنترل است یا نه؟)



۳- شکل زیر عملیات ترازیبی شعاعی مربوط به یک پروژه‌ی راهسازی را نشان می‌دهد. در صورتی که ارتفاع نقطه‌ی شروع ترازیبی (A) ۱۰۰ متر باشد، جدول ترازیبی را تنظیم کرده و ارتفاع بقیه‌ی نقاط را محاسبه کنید. سپس محاسبات انجام گرفته را در صورت امکان کنترل نمایید.



نکته‌ها:

کسی که در آموخته‌های خود بسیار بیاندیشد،
دانش خود را استوار ساخته
و به فهم مطالبی که نمی‌فهمد نائل می‌گردد.
«امام علی علیه السلام»