

• روش های کنترل در عملیات تراز یابی

□ تغییر ارتفاع خط نشانه روی

جابجایی محل تراز یاب بعد از مجموعه قرائت اول، و قرائت مجدد از محل جدید. (اختلاف ارتفاع حاصل باید یکی باشد)

□ استفاده از شاخص های دو رو

انجام قرائت های عقب و جلو از هر دو سمت مدرج شده شاخص

□ استفاده از شاخص های مضاعف

قرائت مجدد از روی شاخص هایی که دو ستون درجه بندی دارند.

□ قرائت هر سه تار رتیکول

اختلاف بین قرائت های تار بالا با تار وسط باید با تقریب حداکثر ۱ تا ۲ میلیمتر برابر با اختلاف بین قرائت های تار وسط و تار پایین باشد. و همچنین:

$$D = 100 \times (\text{قرائت تار پایین} - \text{قرائت تار بالا}) \text{ (فاصله افقی دوربین تا شاخص)}$$

□ روش رفت و برگشت (توضیح در ادامه)

□ تراز یابی بین ۲ نقطه معلوم (توضیح در ادامه)

□ روش تراز یابی بسته (توضیح در ادامه)

□ کنترل تراز یابی به روش رفت و برگشت و بسته

و یا تراز یابی پیمایشی ممکن است از یک نقطه معلوم شروع و به همان نقطه ختم شود در این حالت مجموع اختلاف ارتفاع های نقاط باید برابر صفر باشد. ($\sum \Delta H = 0$) اما با توجه به وجود خطاها، خطای بست تراز یابی برابر صفر نبوده و از رابطه زیر مقدار خطای بست تراز یابی محاسبه می شود:

$$e = \sum B S . - \sum F S .$$

همچنین مقدار مجاز خطای بست تراز یابی از رابطه ذیل تعیین می شود:

$$e_{\max}^{mm} = \pm K^{mm} \sqrt{L^{km}}$$

K: مقدار آن بر حسب نوع درجه تراز یابی از جدول ۳-۴ استخراج می شود. [11]

L: طول مسیر پیمایش بر حسب کیلومتر

e: مقدار خطای مجاز در تراز یابی بر حسب mm

جدول ۳-۴

درجه تراز یابی	1	2	3	4
K^{mm}	4	8	12	20

□ کنترل ترازیبی به روش ترازیبی بین دو نقطه با ارتفاع معلوم

ترازیابی پیمایشی معمولاً از یک نقطه معلوم^{۲۴} شروع و به یک نقطه معلوم دیگر ختم می شود. جهت کنترل ترازیبی ارتفاع بدست آمده برای نقطه آخر با ارتفاع واقعی مقایسه می شود که اختلاف این دو مقدار را خطای بست ترازیبی (e) گویند.

$$e = (h_B - h_A) - (\sum B.S. - \sum F.S.)$$

اختلاف ارتفاع ترازیبی شده - اختلاف ارتفاع معلوم =

□ سرشکنی خطاها در روش کنترل ترازیبی به روش رفت و برگشت، بسته و ترازیبی بین دو نقطه با ارتفاع معلوم

در صورت مجاز بودن خطای بست ترازیبی آنرا طبق رابطه زیر سرشکن می کنند:

$$s = \frac{e}{n}$$

که در آن n: تعداد ایستگاههای که باید ارتفاع آنها تصحیح شود، e: مقدار خطای ترازیبی و s: مقدار خطای سهم هر ایستگاه می باشد.

طبق جدول زیر ارتفاع تصحیح شده نقاط را بدست آورید؟ (با فرض اینکه طول مسیر

ترازیابی شده 4 کیلومتر، $K=20$ و ارتفاع نقطه A برابر 1000 متر باشد)

شماره	قرائت عقب (mm)	قرائت جلو (mm)	اختلاف ارتفاع (mm)	ارتفاع هر نقطه (m)	مقدار تصحیح (mm)	ارتفاع تصحیح شده (m)
A	1192					
1	1425	1582				
2	1449	1545				
3	1447	1670				
4	1593	1525				
5	0858	0305				
6	1668	2000				
7	1735	1379				
8	1658	1675				
A		1380				

شماره	قرائت عقب (mm)	قرائت جلو (mm)	اختلاف ارتفاع (mm)	ارتفاع هر نقطه (m)	مقدار تصحیح (mm)	ارتفاع تصحیح شده (m)
A	1192		-390	1000		
1	1425	1582	-120	999.610		
2	1449	1545	-221	999.490		
3	1447	1670	-78	999.269		
4	1593	1525	1288	999.191		
5	0858	0305	-1142	1000.479		
6	1668	2000	289	999.337		
7	1735	1379	60	999.626		
8	1658	1675	278	999.686		
A		1380		999.964		

(ارتفاع واقعی) $-h_E$ (از ترازیبی بدست آورده ایم) $e = h_E$ خطای بست ترازیبی

$$= 999.964 - 1000 = -0.036m = -36mm$$

حال مقدار مجاز خطای بست ترازیبی را محاسبه می کنیم:

$$e_{\max} = \pm K^{mm} \sqrt{L^{km}} \Rightarrow e = \pm 20^{mm} \sqrt{4^{km}} \cong \pm 40mm$$

چون مقدار خطای بست ترازیبی از خطای مجاز کمتر می باشد لذا می توان خطا را سرشکن کرد. مقدار تصحیح هر نقطه ترازیبی از رابطه زیر بدست می آید:

$$c_i = -\frac{e \times p}{n}$$

که در آن c_i : تصحیح نقطه i ام، p : شماره نقطه، e : خطای کل ترازیبی و n : تعداد کل نقاط می باشد. لذا مقدار تصحیح نقطه اول به صورت زیر محاسبه می شود:

$$c_1 = -\frac{-36^{mm} \times 1}{9} = +4mm$$

مقدار تصحیح برای ایستگاه دوم:

$$c_2 = -\frac{-36^{mm} \times 2}{9} = +8mm$$

و به همین ترتیب مقدار تصحیح برای بقیه نقاط محاسبه می شود.

شماره	قرائت عقب (mm)	قرائت جلو (mm)	اختلاف ارتفاع (mm)	ارتفاع هر نقطه (m)	مقدار تصحیح (mm)	ارتفاع تصحیح شده (m)
A	1192		-390	1000	0	1000.000
1	1425	1582	-120	999.610	+4	999.614
2	1449	1545	-221	999.490	+8	999.498
3	1447	1670	-78	999.269	+12	999.281
4	1593	1525	1288	999.191	+16	999.207
5	0858	0305	-1142	1000.479	+20	1000.499
6	1668	2000	289	999.337	+24	999.361
7	1735	1379	60	999.626	+28	999.654
8	1658	1675	278	999.686	+32	999.718
A		1380		999.964	+36	1000.000

مثال ۵: مطابق جدول زیر ترازیبی هندسی (مستقیم) در مسیر ABCDE انجام شده است. اگر ارتفاع نقطه A برابر 1215.691m متر و ارتفاع نقطه E برابر 1216.255m باشد، در صورت مجاز بودن خطای ترازیبی ارتفاعات تصحیح شده نقاط را بدست آورید. (در صورتیکه طول مسیر ترازیبی شده 500m و $K=12\text{mm}$ باشد).

شماره نقاط	B.S. (mm)	F.S. (mm)	ΔH (mm)	ارتفاع هر نقطه (m)	مقدار تصحیح (mm)	ارتفاع تصحیح شده (m)
A	1316					
B	0981	2145				
C	3200	1819				
D	3819	3057				
E		1735				

ابتدا اختلاف ارتفاع و سپس ارتفاع هر نقطه را بدست می آوریم.

$$h_B = h_A + \Delta H_{AB} = 1215.691 + (-0.829) = 1214.862m$$

$$h_C = h_B + \Delta H_{BC} = 1214.862 + (-0.838) = 1214.024m$$

$$h_D = h_C + \Delta H_{CD} = 1214.024 + 0.143 = 1214.167m$$

$$h_E = h_D + \Delta H_{DE} = 1214.167 + 2.084 = 1216.251m$$

شماره نقاط	B.S. (mm)	F.S. (mm)	ΔH (mm)	ارتفاع هر نقطه (m)	مقدار تصحیح (mm)	ارتفاع تصحیح شده (m)
A	1316			1215.691		
B	0981	2145	-0829	1214.862		
C	3200	1819	-0838	1214.024		
D	3819	3057	+0143	1214.167		
E		1735	+2084	1216.251		

چون ارتفاع واقعی نقطه E برابر 1216.255m و ارتفاع بدست آمده از ترازیبی برابر 1216.251m می باشد. در نتیجه مقدار خطای بست ترازیبی از رابطه زیر بدست می آید:

$$\begin{aligned} \text{(ارتفاع واقعی)} - h_E &= e = h_E - \text{(از ترازیبی بدست آورده ایم)} \\ &= 1216.251 - 1216.255 = -0.004m = -4mm \end{aligned}$$

حال مقدار مجاز خطای بست ترازیبی را محاسبه می کنیم:

$$e_{\max} = \pm K^{mm} \sqrt{L^{km}} \Rightarrow e = \pm 12^{mm} \sqrt{0.5^{km}} \cong \pm 8.5mm$$

چون مقدار خطای بست ترازیبی از خطای مجاز کمتر می باشد لذا می توان خطا را سرشکن کرد. مقدار تصحیح هر نقطه ترازیبی از رابطه زیر بدست می آید:

$$c_i = -\frac{e \times p}{n}$$

که در آن c_i : تصحیح نقطه i ام، p : شماره نقطه، e : خطای کل ترازیبی و n : تعداد کل نقاط می باشد. لذا مقدار تصحیح نقطه اول به صورت زیر محاسبه می شود:

$$c_1 = -\frac{-4^{mm} \times 1}{4} = +1mm$$

مقدار تصحیح برای ایستگاه دوم:

$$c_2 = -\frac{-4^{mm} \times 2}{4} = +2mm$$

مقدار تصحیح برای ایستگاه سوم:

$$c_3 = -\frac{-4^{mm} \times 3}{4} = +3mm$$

مقدار تصحیح برای ایستگاه چهارم:

$$c_4 = -\frac{-4^{mm} \times 4}{4} = +4mm$$

حال نوبت به محاسبه ارتفاعات سرشکن شده می‌رسد.

$$h'_A = h_A + 0 = 1215.691 + 0.000 = 1215.691m$$

$$h'_B = h_B + c_1 = 1214.862 + 0.001 = 1214.863m$$

$$h'_C = h_C + c_2 = 1214.024 + 0.002 = 1214.026m$$

$$h'_D = h_D + c_3 = 1214.167 + 0.003 = 1214.170m$$

$$h'_E = h_E + c_4 = 1216.251 + 0.004 = 1216.255m$$

مقدار تصحیح و ارتفاعات سرشکن شده نقاط را به جدول زیر منتقل می‌کنیم.

شماره نقاط	B.S. (mm)	F.S. (mm)	ΔH (mm)	ارتفاع هر نقطه (m)	مقدار تصحیح (mm)	ارتفاع تصحیح شده (m)
A	1316		-0829	1215.691	0	1215.691
B	0981	2145	-0838	1214.862	+1	1214.863
C	3200	1819	+0143	1214.024	+2	1214.026
D	3819	3057	+2084	1214.167	+3	1214.170
E		1735		1216.251	+4	1216.255

تمرین ۱:

۷. عملیات ترازیابی بین نقاط A ، B و C به صورت رفت و برگشت انجام و در جدول زیر ثبت شده است.

(الف) ارتفاع نقاط را حساب کنید.

(ب) ارتفاع تصحیح شده را حساب کنید و در جدول بنویسید.

(ج) خطای بر بست و خطای بر بست مجاز عملیات را در صورتی که طول مسیر در رفت و برگشت

حدود ۲۵۶۰ متر باشد، محاسبه کنید (خطای ترازیابی در هر کیلومتر را $12 \frac{\text{mm}}{\text{KM}}$ فرض می‌کنیم).

(د) ارتفاع تصحیح شده نقطه‌های B و C را به دست آورید.

نقطه	دید عقب <i>B.S</i>	<i>H_I</i>	دید جلو <i>F.S</i>	ارتفاع	تصحیح	ارتفاع <i>H_e</i> تصحیح شده
<i>A</i>	۳۱۶۱			۵۷۴,۶۲۰		
<i>CH_۱</i>	۳۰۰۵		۲۴۳۶			
<i>CH_۲</i>	۲۹۵۴		۰۷۴۸			
<i>B</i>	۳۹۲۱		۰۰۰۶			
<i>CH_۳</i>	۲۵۴۲		۰۸۶۵			
<i>C</i>	۰۸۶۶		۰۲۰۰			
<i>CH_۴</i>	۱۰۵۴		۳۹۱۱			
<i>D</i>	۰۰۶۵		۳۴۱۴			
<i>CH_۵</i>	۰۳۸۳		۲۷۶۲			
<i>CH_۶</i>	۱۹۶۵		۳۳۳۲			
<i>A</i>			۲۲۵۸			

۱. ارتفاع نقاط را در جدول ترازیبی زیر تکمیل کنید: ^۸

شماره	B.S	I.S	F.S	ΔH	H
A	۱۲۶۰				۱۰۰
۱		۲۵۱۰			
۲		۱۶۶۵			
۳		۱۸۲۰			
۴	۲۱۱۲		۱۹۶۶		
۵		۱۹۹۰			
۶		۲۱۴۰			
۷	۲۸۱۰		۲۵۶۰		
۸		۳۱۰۱			
۹	۲۵۶۶		۳۱۱۴		
BM _۲			۳۱۱۸		

جدول زیر قسمتی از یک قرائت ترازیبی را نشان می دهد در صورتی که ارتفاع نقطه ۳ ،
 ۱۰۲ متر بدست آید ارتفاع B.M چند متر بوده است؟ (کارشناسی ارشد ۸۷)
 الف) ۱۰۱ (ب) ۱۰۲ (ج) ۱۰۳ (د) ۱۰۴
 جواب: گزینه د

P	B.S	M.S	F.S	H(m)
B.M	۲۰۰۰			
۱		۱۰۰۰		
۲	۱۵۰۰		۳۰۰۰	
۳		۲۵۰۰		۱۰۲.۰۰۰

قرائت های عقب و جلو بر روی شاخص هایی مستقر بر نقاط M و N به ترتیب ۱۸۳۰ و ۳۳۳۰ میلی متر است، شیب امتداد MN چند درصد است؟ (کاردانی به کارشناسی ۸۴) (طول MN ۷۵ متر می باشد)

۴(د)

۳(ج)

۲(ب)

۱(الف)

جواب: گزینه ب

بعد از انجام یک عمل ترازیابی و تنظیم جدول مربوطه، مجموع قرائت های عقب و جلو به ترتیب ۱۱۲۶۷ میلی متر و ۱۲۵۸۳ میلی متر محاسبه شده است. اختلاف ارتفاع نقاط ابتدا و انتها چند متر است؟ (کاردانی به کارشناسی ۸۶)

+۱.۱۱۶(د)

-۱.۱۱۶(ج)

-۱.۳۱۶(ب)

+۱.۳۱۶(الف)

جواب: گزینه ب

در جدول ترازیبی زیر قرائت سه تار رتیکول و ارتفاعات محاسبه شده نقاط A و B و C با استفاده از ارتفاع BM دیده می شود. X و Y به ترتیب چند میلی متر بوده اند؟ (کاردانی به کارشناسی ۸۵)

الف) ۲۵ و ۱۲۵۵ (ب) ۲۵ و ۱۷۷۵ (ج) ۳۵ و ۱۲۲۵ (د) ۳۵ و ۱۷۷۵

جواب: گزینه ج

P	B.S	M.S	F.S	H(m)
B.M	1852			100
A		2027		99/825
B	X		Y	101/817
C			1515	101/557

۸۲- در یک ترازیبی نقاط مطابق جدول قرائت نقاط دیده می شود، جمله صحیح کدام است؟

نقاط	B.S	I.S	F.S
A	۲۱۷۰		۳۲۱۰
B		۲۸۵۰	
C		۱۵۸۰	
E	۲۰۰۱		۳۷۰۰

$$H_C \langle H_A \langle H_B \langle H_E \quad \text{ب)}$$

$$H_B \langle H_E \langle H_C \langle H_A \quad \text{د)}$$

$$H_E \langle H_B \langle H_A \langle H_C \quad \text{الف)}$$

$$H_A \langle H_B \langle H_E \langle H_C \quad \text{ج)}$$

پایان جلسه