

عنوان آزمایش : تراز یابی جزء به جزء (تدریجی) Different levelling

اهداف آزمایش :

(۱) اندازه گیری ارتفاع ایستگاه

(۲) اندازه گیری اختلاف ارتفاع دو ایستگاه با تغییر محل دوربین و مقایسه نتایج

(۳) اندازه گیری اختلاف ارتفاع دو ایستگاه به روش تراز یابی جزء جزء (به صورت رفت و برگشت)

روش کار :

قبل از شرح چگونگی انجام آزمایش بایستی توضیحات مختصری در مورد چگونگی بدست آوردن ارتفاع یک ایستگاه نوشته شود . برای اندازه گیری ارتفاع ایستگاه به کمک دوربین نیوو شاخص در نقطه ای دلخواه که ارتفاع آن مد نظر است قرار داده می شود و پس از تراز کردن دوربین، فردی از چشمی دوربین به ایستگاه نگاه کرده و عددی که تار وسط بروی آن قرار دارد قرائت می شود تار وسط در دوربین نیوو وظیفه تراز یابی را بر عهده دارد . حال عدد بدست آمده ارتفاع نقطه مورد نظر نسبت به نقطه قرار گرفتن دوربین است . واحد عدد خوانده شده نیز متر می باشد .

برای اندازه گیری اختلاف دو ایستگاه با تغییر محل دوربین و مقایسه نتایج بدین صورت عمل شد : ابتدا نقطه ای به عنوان نقطه (A) یا ایستگاه (A) در نظر گرفته شد و میخی در آن نقطه کوبیده شد . سپس نقطه دیگری در فاصله نسبتاً دور و با اختلاف ارتفاع نسبت به ایستگاه (A) در نظر گرفته شد . این ایستگاه (B) خوانده و میخی در آن نقطه کوبیده شد . حال دوربین در محلی بین دو مسیر (A) تا (B) قرار داده شد . قابل توجه است که بدانیم ضرورتی ندارد که دوربین وسط میر (A) تا (B) باشد . دوربین می تواند نزدیک ایستگاه (A) یا (B) باشد . همچنین قرار گرفتن دوربین در راستای (AB) نیز ضرورتی ندارد و دوربین می تواند در سمت چپ و راست راستای مسیر (AB) باشد .

هنگامی که نقطه ای برای مستقر شدن دوربین در نظر گرفته شد ، دوربین در آن نقطه بر روی سه پایه قرار گرفت و سپس بوسیله سه عدد پیچ اطراف دوربین ، تراز شد . سپس شاخص بر روی ایستگاه (A) قرار گرفت . کف شاخص بر پشت میخ و روی زمین قرار داده شد . در این هنگام فردی در پشت دوربین قرار گرفت و ابتدا با مگسک دوربین را نشانه رفت و سپس با استفاده از 2 عدد پیچ حرکت که به چپ و راست و پیچ زوم دوربین و پیچ چشمی دوربین ، شاخص در دوربین ظاهر گردید و تار ها نیز واضح گشت . حال عددی که تار وسط یا تار تراز یابی بر روی آن قرار داشت قرائت گردید . این عدد دید به عقب (Back sight) نام دارد . این اطلاعات در جدول اطلاعات ثبت گردید .

حال شاخص بر روی ایستگاه (B) قرار داده شد و دوربین به سمت شاخص چرخانده شد و طبق مرحله قبل عددی که تار وسط بر روی آن قرار داشت قرائت گردید . این عدد دید به جلو (Fore sight) نام دارد . این عدد نیز در جدول ثبت شد . باید توجه داشت که به علت اختلاف ارتفاع دو ایستگاه ، شاخص در صورت لزوم بایستی 2، 3 یا 4 متر نیز باز شود . نکته دیگری که بسیار قابل توجه است این است که ارتفاع هر نقطه بایستی نسبت سطح مبنای سنجیده شود . در آزمایش انجام شده نیز

نقطه ابتدا یعنی ایستگاه (A) بایستی دارای سطح مبنا باشد. سطح مبنا آبهای آزاد است (در پروژه های بزرگ) و در پروژه های کوچک فرضی در نظر گرفته می شود. که در این آزمایش سطح مبنای نقطه (A)، 100 در نظر گرفته شد. حال به کمک رابطه زیر اختلاف ارتفاع دو نقطه بدست می آید:

$$\Delta H_{AB} = |B.S - F.S| \quad \text{فرمول شماره (1)}$$

$$\Delta H_{AB} = h_B - h_A$$

و همچنین ارتفاع نقطه (B) نیز از لین رابطه بدست می آید:

$$h_B = 100 + \Delta H \quad \text{فرمول شماره (2)}$$

پس از انجام این مراحل جای دوربین عوض شد. بدین ترتیب که دوربین به سمت ایستگاه (B) برده شد. حال دوباره دوربین تراز شده و فردی پشت دوربین مستقر گردید فرد با نگاه کردن از طریق دوربین به شاخص که بر نقطه (B) قرار گرفته شده بود عدد تار وسط قرائت کرد. حال نکته اینجاست که عدد در این مرحله دید به عقب Back sight نام دارد. حال شاخص بر نقطه (A) قرار داده شد و دوربین را چرخانده و بار دیگر عدد تار وسط قرائت شد. و این نقطه نیز برعکس مرحله قبل دید به جلو (Fore sight) نام دارد. تمام این اطلاعات در جدولی ثبت شد. در این مرحله نیز (ΔH) یعنی اختلاف ارتفاع بین دو ایستگاه بدست آمد. لازم به ذکر است که در جدول ثبت اطلاعات ستونی با نام (H.I) وجود دارد که بیانگر رابطه زیر است:

$$H.I = h_A + B.S \quad \text{فرمول شماره (3)}$$

$$H_A = \text{Ele A} = 100_m$$

همچنین برای بدست آوردن ارتفاع نقطه (B) نیز رابطه دیگری به شرح زیر موجود است:

$$h_B = \text{Ele B} = H.I - F.S \quad \text{فرمول شماره (4)}$$

اندازه گیری اختلاف ارتفاع دو ایستگاه به روش تراز یابی جزء به جزء هنگامی استفاده می شود که فاصله دو ایستگاه زیاد باشد یا اختلاف ارتفاع زیادی نسبت به هم داشته باشند. این روش مانند روش تراز یابی ساده است با این تفاوت که از چند نقطه کمکی در مسیر استفاده می کنیم یعنی تراز یابی ساده را چند باز تکرار می کنیم.

در این روش ابتدا بین (A) تا (B) به 4 قسمت تقسیم شد یعنی بین مسیر (A) تا (B) سه ایستگاه در نظر گرفته شد. در محل هر یک از این سه ایستگاه میخی کوبیده شد این نقاط به ترتیب از (A) تا (B): T.P.1، T.P.2، T.P.3 نامیده شد. بدیهی است که هر چه تعداد این نقاط بیشتر باشد خطای آزمایش کمتر است. T.P مخفف کلمات Turning point می باشد که به نقاط چرخشی معروف اند. فلسفه این نامگذاری نیز به دلیل آن است که هنگامی که شاخص بر نقطه قرار دارد یک بار با F.S از روی شاخص خوانده می شود و سپس شاخص چرخیده (جابجا) و دوربین جابجا شده و بار دیگر B.S از روی شاخص خوانده می شود.

برای انجام این آزمایش ابتدا دوربین بین نقاط (A) و (TP₁) قرار گرفت و تراز شد و شاخص نیز در نقطه (A) قرار گرفت. سپس با دوربین به شاخص نگرسته شد و عدد تار وسط قرائت گردید و (B.S) نام گرفت. سپس شاخص بر روی نقطه

(T.P.1) قرار گرفته شد و دوربین چرخانده شد و تار وسط قرائت گردید و (F.S) نام گرفت حال دوربین را جابجا کرده و به بین نقاط (T.P.1) و (T.P.2) انتقال می دهیم حال دو باره با دوربین به نقطه (T.P.1) که شاخص بر آن قرار دارد نگاه کرده و عدد تار ترازبایی قرائت شد. این نقطه این بار (B.S) نام گرفت سپس دوربین را به سمت ایستگاه (T.P.2) چرخانده و شاخص را نیز به آن ایستگاه انتقال داده و عدد قرائت شد و (F.S) نام گرفت. به همین ترتیب به بین ایستگاه های (T.P.2) و (T.P.3) برده شد و دو باره (B.S) و (F.S) قرائت گردید. در انتها دوربین به بین ایستگاه های (T.P.3) و (B) برده و دو باره (B.S) و (F.S) قرائت گردید. در حین انجام آزمایش تمام اطلاعات در جدولی ثبت گردید. حال یک بار دیگر از (A) به (B) باید این آزمایش تکرار شود و دلیل آن پی بردن به خطاست. اما باید در نظر داشت که محل استقرار دوربین بین هر دو ایستگاه در رفت باید در سمت چپ یا راست دو ایستگاه باشد و در برگشت نیز بر عکس باشد. مثلاً اگر در رفت محل های استقرار دوربین سمت چپ ایستگاه ها بود در دور برگشت باید سمت راست ایستگاه ها باشد.

برای دور برگشت نیز مثل دور رفت این اعمال انجام میگیرد، با این تفاوت که (B.S) های خوانده شده در دور رفت، در دور برگشت (F.S) خوانده می شوند و به عکس. دو باره دوربین بین ایستگاه (B) و (TP₃) قرار داده شد و شاخص بر ایستگاه (B) قرار گرفت. با دوربین به شاخص نگریسته شد و عدد قرائت گردید و (B.S) نام گرفت. سپس شاخص بر نقطه (T.P.3) قرار داده شد و دوربین چرخانده شد و عدد قرائت گردید و (F.S) نام گرفت. حال دو باره دوربین به بین ایستگاه های (T.P.3) و (T.P.2) برده شد و شاخص همچنان بر (T.P.3) قرار داشت. دو باره با دوربین به شاخص نگریسته شد و عدد قرائت گردید و (B.S) نامیده شد. دو باره دوربین به سمت (T.P.2) چرخانده شد و شاخص بر ایستگاه (T.P.2) قرار داده شد و عدد قرائت گردید و (F.S) نام گرفت. این عمل برای ایستگاه های T.P.1، T.P.2، A نیز انجام شد و تمامی مقادیر در جدولی ثبت گردید.

حال با استفاده از فرمول زیر اختلاف ارتفاع دو ایستگاه بدست می آید که این عدد مثبت بود یعنی حرکت به سمت بالا بوده و اگر منفی بود حرکت به سمت پایین بوده است.

$$\Delta H_{AB} = \Sigma B.S - \Sigma F.S \quad \text{فرمول شماره (5)}$$

$$\Delta H = + \quad \text{حرکت به سمت سر بالایی}$$

$$\Delta H = - \quad \text{حرکت به سمت سر ازیری}$$

برای بدست آوردن خطای تراز بایی نیز رابطه به قرار زیر موجود است:

$$f = h_A \text{ raft} - h_A \text{ bargasht} \quad \text{فرمول شماره (6)}$$

با این فرمول خطای اختلاف ارتفاعهای اندازه گیری شده بدست می آید. مثلاً h_A که در دور رفت 100m در نظر گرفته شد در دور برگشت عدد دیگری بدست می آید که تفاضل آنها خطای بست ترازبایی می باشد.

اما این خطا نباید بیش از یک اندازه معین باشد و گر نه آزمایش انجام شده فاقد اعتبار می باشد. این اندازه معین که به خطای بست مجاز ترازبایی معروف است از رابطه زیر بدست می آید:

فرمول شماره (7)

$$C = \pm K \sqrt{M}$$

$K = 12 \text{ mm/km}$ درجه تراز یابی

$M = \text{km}$ فاصله تراز یابی (رفت + برگشت)

حال اگر خطای مجاز تراز یابی (f) کم تر یا مساوی با خطای بست مجاز بود آزمایش قابل قبول است ولی اگر بیشتر بود آزمایش غیر قابل قبول است و آزمایش مجدداً باید تکرار شود.

حال اگر مقدار (f) کمتر از (C) بود این تفاضل را باید به اصطلاح عامیانه بر روی ارتفاع ایستگاههای دیگر یعنی T.P.3، T.P.2، T.P.1، و B سرشکن شود یعنی بطور مساوی بر روی این ایستگاه ها تقسیم شود . یعنی یا به آنها اضافه شود یا کم شود .

هنگام تقسیم این تفاضل بر ارتفاع ایستگاهها که در جدول در ستون آخر و با نام Ele مشخص شده ، باید توجه داشت که این ستون ارتفاع تجمعی را نشان می دهد و در هنگام سر شکن کردن این تفاضل باید تجمعی عمل کرد بدین شکل که اگر به 4 ایستگاه T.P.1، T.P.2، T.P.3 و B بهخواهیم به هر یک 3mm اضافه کنیم و یا به عبارتی اختلاف ارتفاع ما 12mm+ بوده ، باید به ایستگاه T.P.1 3mm و به T.P.2 6mm و T.P.3 9mm و B 3mm اضافه کرد .

در انتهای آزمایش بایستی مسیر برای بدست آوردن فاصله بین دو تا ایستگاه A تا B قدم شماری می شد . برای انجام این مرحله فردی که طول گام او مشخص بود (در آزمایش 1) با حرکت از نقطه A و عبور از روی سه ایستگاه (T.P.1)، (T.P.2)، (T.P.3) و رسیدن B این کار انجام شد . این مرحله در دو دور رفت و برگشت ، یعنی 4 بار انجام گردید و نتایج ثبت شد و میانگین آن بدست آمده و در طول گام فرد ضرب گردید و فاصله ایستگاه A تا B بدست آمد.

مشاهدات و اطلاعات

جدول شماره (1) اطلاعات مربوط به تعیین ارتفاع در دو نقطه

اطلاعات (Data)					مشاهدات																									
					1- تاریخ انجام آزمایش : 1387/08/05																									
					2- وضعیت هوا : آفتابی و همراه با وزش ملایم باد																									
					3- کروکی محل آزمایش:																									
<table><tr><th>St</th><th>B.S (m)</th><th>H.I (m)</th><th>F.S (m)</th><th>Ele (m)</th></tr><tr><td>A</td><td>2.705</td><td>102.705</td><td>_____</td><td>100.000</td></tr><tr><td>B</td><td>_____</td><td>_____</td><td>1.252</td><td>101.453</td></tr><tr><td>B</td><td>1.661</td><td>103.114</td><td>_____</td><td>101.453</td></tr><tr><td>A</td><td>_____</td><td>_____</td><td>3.111</td><td>100.003</td></tr></table>					St	B.S (m)	H.I (m)	F.S (m)	Ele (m)	A	2.705	102.705	_____	100.000	B	_____	_____	1.252	101.453	B	1.661	103.114	_____	101.453	A	_____	_____	3.111	100.003	
St	B.S (m)	H.I (m)	F.S (m)	Ele (m)																										
A	2.705	102.705	_____	100.000																										
B	_____	_____	1.252	101.453																										
B	1.661	103.114	_____	101.453																										
A	_____	_____	3.111	100.003																										
					4- وسایل مورد نیاز : (1) میخ فلزی 6 عدد ، (2) سه پایه ، (3) دوربین نیوو، (4) تراز شاخص . (5) شاخص ، (6) شاغول																									
					5- نام اعضای گروه : بهروز زنگنه نژاد - محمدعلی قربانی - علی بحرینی - احسان تسلیمی - جابر حیدری																									

جدول شماره (2) اطلاعات مربوط به تعیین ارتفاع به روش جزء به جزء (در جهت رفت)

اطلاعات (Data)					مشاهدات																														
					1- تاریخ انجام آزمایش : 1387/08/05																														
					2- وضعیت هوا : آفتابی و همراه با وزش ملایم باد																														
					3- کروکی محل آزمایش :																														
<table><tr><th>St</th><th>B.S (m)</th><th>H.I (m)</th><th>F.S (m)</th><th>Ele (m)</th></tr><tr><td>A</td><td>2.162</td><td>102.162</td><td>_____</td><td>100.000</td></tr><tr><td>T.P.1</td><td>1.615</td><td>102.618</td><td>1.159</td><td>101.003</td></tr><tr><td>T.P.2</td><td>1.404</td><td>102.809</td><td>1.213</td><td>101.405</td></tr><tr><td>T.P.3</td><td>0.943</td><td>102.826</td><td>0.926</td><td>101.883</td></tr><tr><td>B</td><td>_____</td><td>_____</td><td>1.369</td><td>101.457</td></tr></table>					St	B.S (m)	H.I (m)	F.S (m)	Ele (m)	A	2.162	102.162	_____	100.000	T.P.1	1.615	102.618	1.159	101.003	T.P.2	1.404	102.809	1.213	101.405	T.P.3	0.943	102.826	0.926	101.883	B	_____	_____	1.369	101.457	
St	B.S (m)	H.I (m)	F.S (m)	Ele (m)																															
A	2.162	102.162	_____	100.000																															
T.P.1	1.615	102.618	1.159	101.003																															
T.P.2	1.404	102.809	1.213	101.405																															
T.P.3	0.943	102.826	0.926	101.883																															
B	_____	_____	1.369	101.457																															
					4 - وسایل مورد نیاز : (1) میخ فلزی 6 عدد ، (2) سه پایه ، (3) دوربین نیوو ، (4) تراز شاخص . (5) شاخص ، (6) شاغول																														
					5- نام اعضای گروه : بهروز زنگنه نژاد - محمدعلی قربانی - علی بحرینی - احسان تسلیمی - جابر حیدری																														

جدول شماره (3) اطلاعات مربوط به تعیین ارتفاع به روش جزء به جزء (در جهت برگشت)

اطلاعات (Data)					مشاهدات																																		
<table><tr><th>St</th><th>B.S (m)</th><th>H.I (m)</th><th>F.S (m)</th><th>Ele (m)</th></tr><tr><td>B</td><td>2.180</td><td>103.637</td><td>_____</td><td>101.457</td></tr><tr><td>T.P.3</td><td>1.004</td><td>102.893</td><td>1.748</td><td>101.889</td></tr><tr><td>T.P.2</td><td>1.349</td><td>102.760</td><td>1.482</td><td>101.411</td></tr><tr><td>T.P.1</td><td>0.651</td><td>101.681</td><td>1.730</td><td>101.030</td></tr><tr><td>A</td><td>_____</td><td>_____</td><td>1.679</td><td>100.002</td></tr></table>					St	B.S (m)	H.I (m)	F.S (m)	Ele (m)	B	2.180	103.637	_____	101.457	T.P.3	1.004	102.893	1.748	101.889	T.P.2	1.349	102.760	1.482	101.411	T.P.1	0.651	101.681	1.730	101.030	A	_____	_____	1.679	100.002	1- تاریخ انجام آزمایش : 1387/08/05 2- وضعیت هوا : آفتابی و همراه با وزش ملایم باد 3- کروکی محل آزمایش : 4- وسایل مورد نیاز : 1) میخ فلزی 6 عدد ، 2) سه پایه ، 3) دوربین نیوو، 4) تراز شاخص . 5) شاخص ، 6) شاغول 5- نام اعضای گروه : بهروز زنگنه نژاد - محمدعلی قربانی - علی بحرینی - احسان تسلیمی - جابر حیدری				
					St	B.S (m)	H.I (m)	F.S (m)	Ele (m)																														
					B	2.180	103.637	_____	101.457																														
					T.P.3	1.004	102.893	1.748	101.889																														
					T.P.2	1.349	102.760	1.482	101.411																														
					T.P.1	0.651	101.681	1.730	101.030																														
A	_____	_____	1.679	100.002																																			

جدول شماره (4) اطلاعات قدم شماری از A تا B و از B تا A در دو نوبت

اطلاعات (Data)						مشاهدات																			
<table><tr><th>فاصله (km)</th><th>فاصله (cm)</th><th>میانگین</th><th>بار دوم</th><th>بار اول</th><th></th></tr><tr><td>4.7449941</td><td>4744.9941</td><td>54.1666</td><td>54 + 1/3</td><td>54</td><td>رفت</td></tr><tr><td>4.730400</td><td>4730.400</td><td>54</td><td>53</td><td>55</td><td>برگشت</td></tr></table>						فاصله (km)	فاصله (cm)	میانگین	بار دوم	بار اول		4.7449941	4744.9941	54.1666	54 + 1/3	54	رفت	4.730400	4730.400	54	53	55	برگشت	1- تاریخ انجام آزمایش : 1387/08/05	
						فاصله (km)	فاصله (cm)	میانگین	بار دوم	بار اول															
						4.7449941	4744.9941	54.1666	54 + 1/3	54	رفت														
4.730400	4730.400	54	53	55	برگشت																				
2- وضعیت هوا : آفتابی و همراه با وزش ملایم باد																									
						3- کروکی محل آزمایش :																			
						4- وسایل مورد نیاز : 1) میخ فلزی 6 عدد ، 2) سه پایه ، 3) دوربین نیوو ، 4) تراز شاخص . 5) شاخص ، 6) شاغول																			
						5- نام اعضای گروه : بهروز زنگنه نژاد - محمدعلی قربانی - علی بحرینی - احسان تسلیمی - جابر حیدری																			

محاسبات :

1) محاسبات مربوط به تعیین ارتفاع در دو نقطه :

محاسبات مربوط به زمانی که مقدار (Back sight) در ایستگاه (A) و مقدار (Force sight) را در ایستگاه (B) خوانده شده است.

$$H.I = Ele_A + B.S \rightarrow \text{یا} \rightarrow H.I = h_A + B.S$$

$$Ele_A = 100.000 \quad B.S = 2.705 \quad F.S = 1.252$$

$$H.I = ? \quad Ele_B = ?$$

$$H.I = 100.000 + 2.705 = 102.705 \quad H.I = 102.705$$

$$Ele_B = 102.705 - 1.252 = 101.453 \quad Ele_B = 101.453$$

اختلاف ارتفاع:

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

$$\Delta H = | 2.705 - 1.252 | = 1.453$$

محاسبات مربوط به زمانی که مقدار (Back sight) در ایستگاه (B) و مقدار (Force sight) را در ایستگاه (A) خوانده شده است.

$$Ele_B = 101.453 \quad B.S = 1.661 \quad F.S = 3.111$$

$$H.I = ? \quad Ele_A = ?$$

$$H.I = 101.453 + 1.661 = 103.114 \quad H.I = 103.114$$

$$Ele_A = 103.114 - 3.111 = 100.003 \quad Ele_A = 100.003$$

اختلاف ارتفاع:

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

$$\Delta H = | 1.661 - 3.111 | = 1.450$$

2) محاسبات مربوط به تعیین ارتفاع به روش جزء به جزء (در جهت رفت):

محاسبه ی $H.I$ و $Ele_{(T.P.1)}$ زمانی که دوربین میان دو ایستگاه (A) و (T.P.1) است.

$$Ele_A = 100.000 \quad B.S = 2.162 \quad F.S = 1.159$$

$$H.I = 100.000 + 2.162 = 102.162 \quad H.I = 102.162$$

$$\text{Ele}_{T.P.1} = H.I - F.S$$

$$\text{Ele}_{T.P.1} = 102.162 - 1.159 = 101.003$$

$$\text{Ele}_{T.P.1} = 101.003$$

اختلاف ارتفاع:

$$\Delta H = |2.162 - 1.159| = 1.003$$

اختلاف ارتفاع بین T.P.1 و A

محاسبه ی H.I و $\text{Ele}_{T.P.2}$ زمانی که دوربین میان دو ایستگاه T.P.1 و T.P.2 است.

$$\text{Ele}_{T.P.1} = 101.003$$

$$B.S = 1.615$$

$$F.S = 1.213$$

$$H.I = 101.003 + 1.615 = 102.618$$

$$H.I = 102.618$$

$$\text{Ele}_{T.P.2} = 102.618 - 1.213 = 101.405$$

$$\text{Ele}_{T.P.2} = 101.405$$

اختلاف ارتفاع:

$$\Delta H = |1.615 - 1.213| = 0.402$$

اختلاف ارتفاع بین T.P.1 و T.P.2

محاسبه ی H.I و $\text{Ele}_{T.P.3}$ زمانی که دوربین میان دو ایستگاه T.P.2 و T.P.3 است.

$$\text{Ele}_{T.P.2} = 101.405$$

$$B.S = 1.404$$

$$F.S = 0.926$$

$$H.I = 101.405 + 1.404 = 102.809$$

$$H.I = 102.809$$

$$\text{Ele}_{T.P.3} = 102.809 - 0.926 = 101.883$$

$$\text{Ele}_{T.P.3} = 101.883$$

اختلاف ارتفاع:

$$\Delta H = |1.404 - 0.926| = 0.478$$

اختلاف ارتفاع بین T.P.2 و T.P.3

محاسبه ی H.I و Ele_B زمانی که دوربین میان دو ایستگاه T.P.3 و B است.

$$\text{Ele}_{T.P.3} = 101.883$$

$$B.S = 0.943$$

$$F.S = 1.369$$

$$H.I = 101.883 + 0.943 = 102.826$$

$$H.I = 102.826$$

$$\text{Ele}_B = 102.826 - 1.369 = 101.457 \quad \text{Ele}_B = 101.457$$

اختلاف ارتفاع:

$$\Delta H = |0.943 - 1.369| = 0.426$$

اختلاف ارتفاع بین B و T.P.3

(3) محاسبات مربوط به تعیین ارتفاع به روش جزء به جزء (در جهت برگشت):

محاسبه ی H.I و $\text{Ele}_{T.P.3}$ زمانی که دوربین میان دو ایستگاه B و T.P.3 است.

$$\text{Ele}_B = 101.457$$

$$B.S = 2.180$$

$$F.S = 1.748$$

$$H.I = 101.457 + 2.180 = 103.637$$

$$H.I = 103.637$$

$$\text{Ele}_{T.P.3} = 103.637 - 1.748 = 101.889$$

$$\text{Ele}_{T.P.3} = 101.889$$

اختلاف ارتفاع:

$$\Delta H = |2.180 - 1.748| = 1.032$$

اختلاف ارتفاع بین B و T.P.3

محاسبه ی H.I و $\text{Ele}_{T.P.2}$ زمانی که دوربین میان دو ایستگاه T.P.3 و T.P.2 است.

$$\text{Ele}_{T.P.3} = 101.889$$

$$B.S = 1.004$$

$$F.S = 1.482$$

$$H.I = 101.889 + 1.004 = 102.893$$

$$H.I = 102.893$$

$$\text{Ele}_{T.P.2} = 102.893 - 1.482 = 101.411$$

$$\text{Ele}_{T.P.2} = 101.411$$

اختلاف ارتفاع:

$$\Delta H = |1.004 - 1.482| = 0.478$$

اختلاف ارتفاع بین T.P.2 و T.P.3

محاسبه ی H.I و $\text{Ele}_{T.P.1}$ زمانی که دوربین میان دو ایستگاه T.P.2 و T.P.1 است.

$$\text{Ele}_{T.P.2} = 101.411$$

$$B.S = 1.349$$

$$F.S = 1.730$$

$$H.I=101.411+1.349=102.760$$

$$H.I=102.760$$

$$Ele_{T.P.1}=102.760-1.730=101.030$$

$$Ele_{T.P.1}=101.030$$

اختلاف ارتفاع:

$$\Delta H = |1.349 - 1.730| = 0.381$$

اختلاف ارتفاع بین T.P.1 و T.P.2

محاسبه ی H.I و Ele_A زمانی که دوربین میان دو ایستگاه T.P.1 و A است.

$$Ele_{T.P.1}=101.030$$

$$B.S=0.651$$

$$F.S=1.679$$

$$H.I=101.030+0.651=101.681$$

$$H.I=101.681$$

$$Ele_A=101.681-1.679=100.002$$

$$Ele_A=100.002$$

اختلاف ارتفاع:

$$\Delta H = |0.651 - 1.679| = 1.028$$

اختلاف ارتفاع بین A و T.P.1

4) محاسبات مربوط به قدم شماری از A تا B و از B تا A در دو نوبت :

محاسبه ی میانگین:

$$\Rightarrow \text{برای رفت}$$

$$\frac{54 + 1/3 + 54}{2} = 54.1666$$

$$\Rightarrow \text{برای برگشت}$$

$$\frac{53 + 55}{2} = 54$$

محاسبه ی فاصله به (cm)

$$\Rightarrow \text{برای رفت} \quad 54.1666 \times 87.6 = 4744.9941$$

$$\Rightarrow \text{برای برگشت} \quad 54 \times 87.6 = 4730.400$$

محاسبه ی فاصله به (km)

$$\Rightarrow \text{برای رفت} \quad \frac{4744.9941}{1000} = 4.7449941$$

$$\Rightarrow \text{برای برگشت} \quad \frac{4730.400}{1000} = 4.730400$$

5) محاسبه خطا :

محاسبه خطا در ترازایی مستقیم :

$$f = h_{A \text{ رفت}} - h_{A \text{ برگشت}}$$

$$f = 100 - 100.003 = 0.003$$

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

$$\sum \Delta H = 2.705 - 1.252 = 1.252 \Rightarrow \text{مسیر سربالایی}$$

$$\Delta H > 0$$

چون $\Delta H > 0$ پس C مثبت است

$$C = + K\sqrt{m}$$

$$K = 12$$

$$m = 9.4753941$$

$$C = +12 \times \sqrt{m}$$

$$C = 36.9385$$

$$0.002 < 36.9385 \Rightarrow f < C \Rightarrow \text{قابل قبول}$$

محاسبه خطا در ترازایی جزء به جزء :

$$f = h_{A \text{ رفت}} - h_{A \text{ برگشت}}$$

$$f = 100 - 100.002 = 0.002$$

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

$$\sum \Delta H = 6.124 - 4.6670 = 1.457 \quad \text{مسیر سربالایی است}$$

$$\Delta H > 0$$

چون $\Delta H > 0$ پس علامت C مثبت است و مسیر سر بالای است

$$C = + K\sqrt{m}$$

$$K= 12$$

$$m = 9.4753941$$

$$C = +12 \times \sqrt{9.4753941} = 36.9385$$

$$0.002 < 36.9385 \rightarrow f < C \rightarrow \text{قابل قبول}$$

بحث و نتیجه گیری :

هدف از انجام آزمایش جزء به جزء ، یکی اندازه گیری ارتفاع ایستگاه ها ، اندازه گیری اختلاف ارتفاع دو ایستگاه با تغییر محل دوربین و مقایسه نتایج و اندازه گیری اختلاف ارتفاع دو ایستگاه به روش تراز یابی جزء به جزء به صورت رفت و برگشت می باشد . این آزمایشات بوسیله دوربین و شاخص انجام می شود ولی برعکس آزمایش مسیریابی که ما با تار بالا (upper hair) ، تار پایین (lower hair) و تار عمودی در صفحه دوربین کار می شد . برای این آزمایشات از تار وسط (تراز یاب، تار افقی) در صفحه دوربین استفاده می شود . می خواهیم با انجام آزمایش تراز یابی ارتفاع ایستگاه ها را از مبنا بدست آوریم . حال این مبنا می تواند مطلق باشد که مبنای مطلق در ایران سطح آبهای آبادان می باشد که ارتفاع دیگر نقاط را از این نقطه حساب می کنند. مبنای دیگر ، مبنای فرضی است. این مبنا بیشتر در پروژه های عمرانی کوچک (مانند پروژه های ساختمانی) به کار می رود که یک نقطه را به عنوان مبنا در نظر می گیرند و ارتفاع دیگر نقاط را از آن حساب می کنند. این آزمایش چون در زمین هایی که دارای پستی و بلندی هستند انجام می گیرد باید توجه داشت که زیر سه پایه دوربین چون صاف نیست تراز کردن دوربین بدرستی انجام گیرد .

در این آزمایش لازم نیست که حتماً مانند آزمایش مسیر یابی بر روی یک خط راست انجام گیرد . اگر که در سمت چپ و راست مسیر هم دوربین را قرار دهیم مشکلی بوجود نمی آید و همان اختلاف ارتفاع دو ایستگاه بدست می آید. در این آزمایش بعلا پستی و بلندی سطح زمین ممکن است از چندین ایستگاه استفاده شود . که این ایستگاه ها را (T.P.1) ، (T.P.2) و ... (نقاط چرخشی) می نامند و هر چند ایستگاه که مورد نیاز می باشد ایجاد می گردد. اختلاف ارتفاعی که در آزمایش تراز یابی بدست می آید ممکن است مثبت یا منفی باشد که نشان دهنده سر بالایی یا سرازیری سطح مورد آزمایش می باشد . اختلاف ارتفاع اگر مثبت باشد سطح سربالایی است و اگر اختلاف ارتفاع منفی باشد سطح مورد آزمایش سرازیری است .