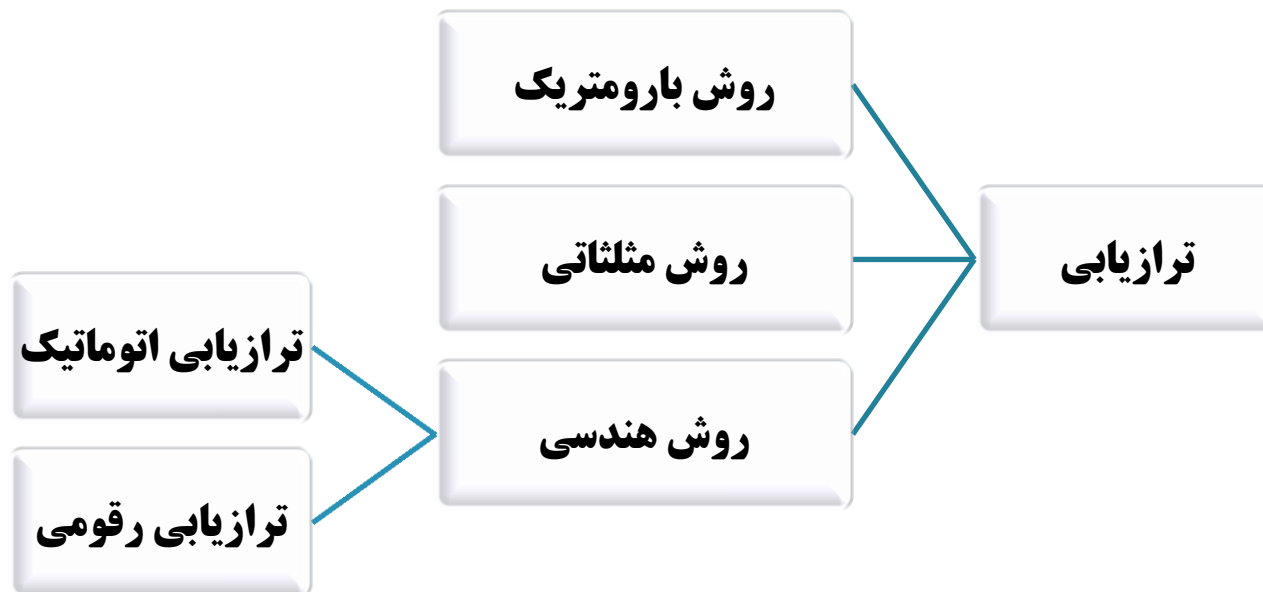


◀ بخش چهارم:
ترازیابی

ترازیابی: تعیین فاصله عمودی (اختلاف ارتفاع) دو نقطه نسبت به خط افق دید



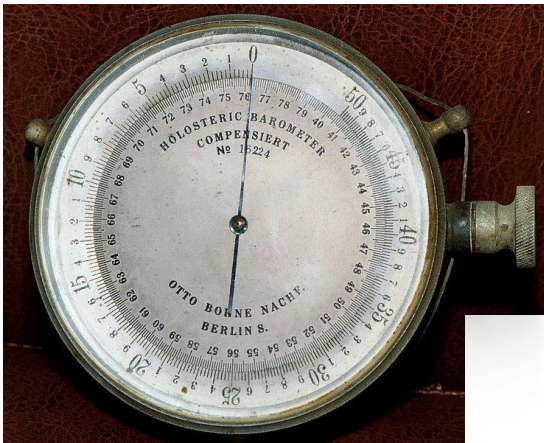
۱. روش بارومتریک :

دما (سانتیگراد)

فشار (میلیمتر جیوه)

$$\Delta H = H_B - H_A = 18400 \left(1 + \frac{t_M}{273} \right) \log \frac{P_A}{P_B}$$

$$t_M = \frac{t_A + t_B}{2}$$



۲. روش مثلثاتی :

$$\Delta H = \frac{1}{2} k \cdot MN \cdot \sin 2\alpha + h_i - h_s$$

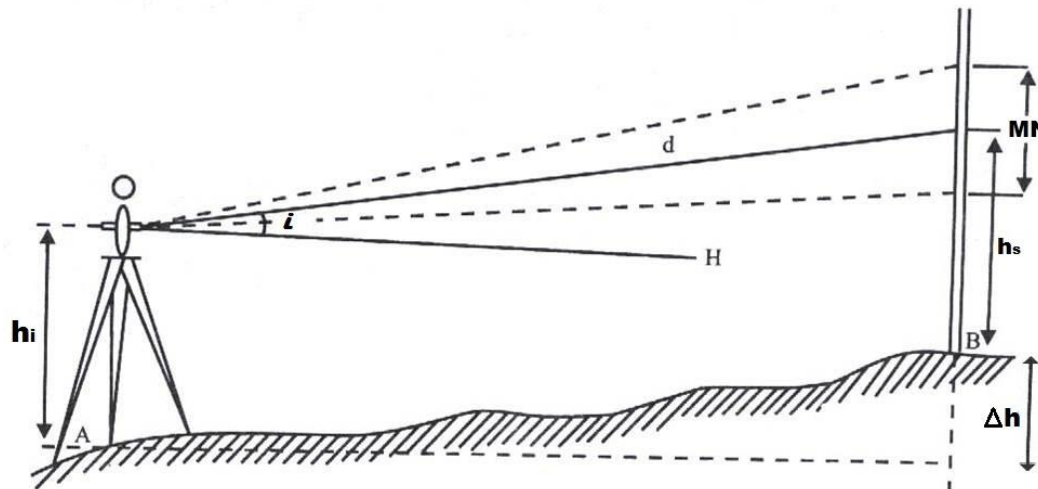
قرائت تار وسطا

ارتفاع دوربین

زاویه شیب بین
دو نقطه

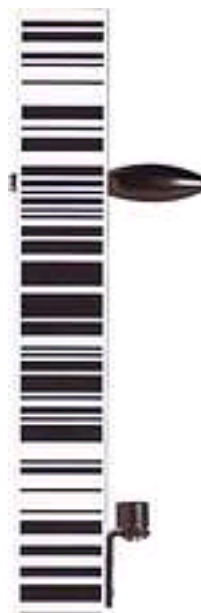
فاصله تار بالا
و پایین

ضریب
استادیمتری



۲. روش هندسی

- ☐ ترازیابهای اتوماتیک
- ☐ ترازیابهای رقومی



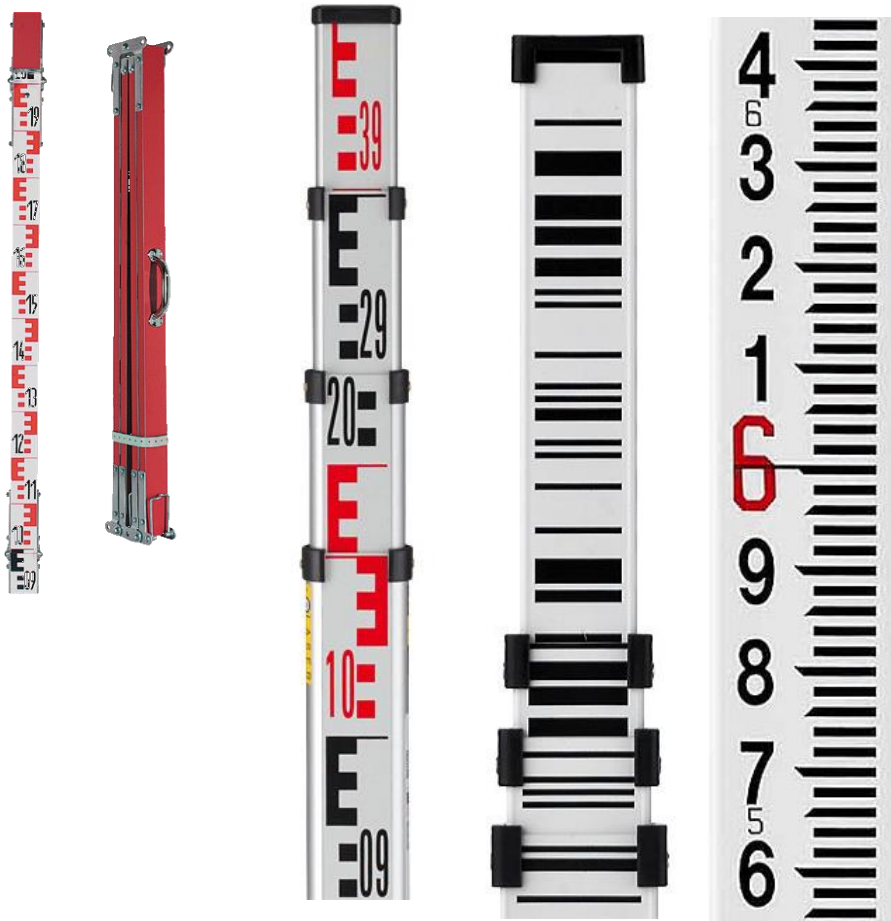
۲. تجهیزات مورد استفاده

□ سه پایه



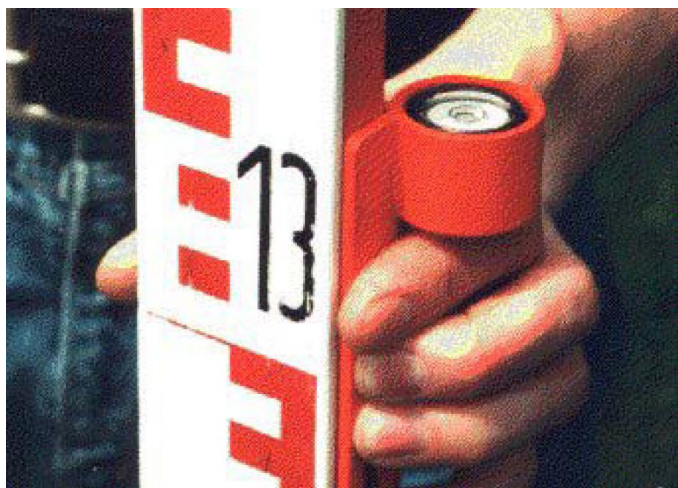
۲. تجهیزات مورد استفاده

- ☐ سه پایه
- ☐ شاخص (میر)



۲. تجهیزات مورد استفاده

- ☐ سه پایه
- ☐ شاقص (میر)
- ☐ تراز نبشی



۲. تجهیزات مورد استفاده

- ☐ سه پایه
- ☐ شاقص (میر)
- ☐ تراز نبشی
- ☐ تکیه گاه تخییر (سکل)

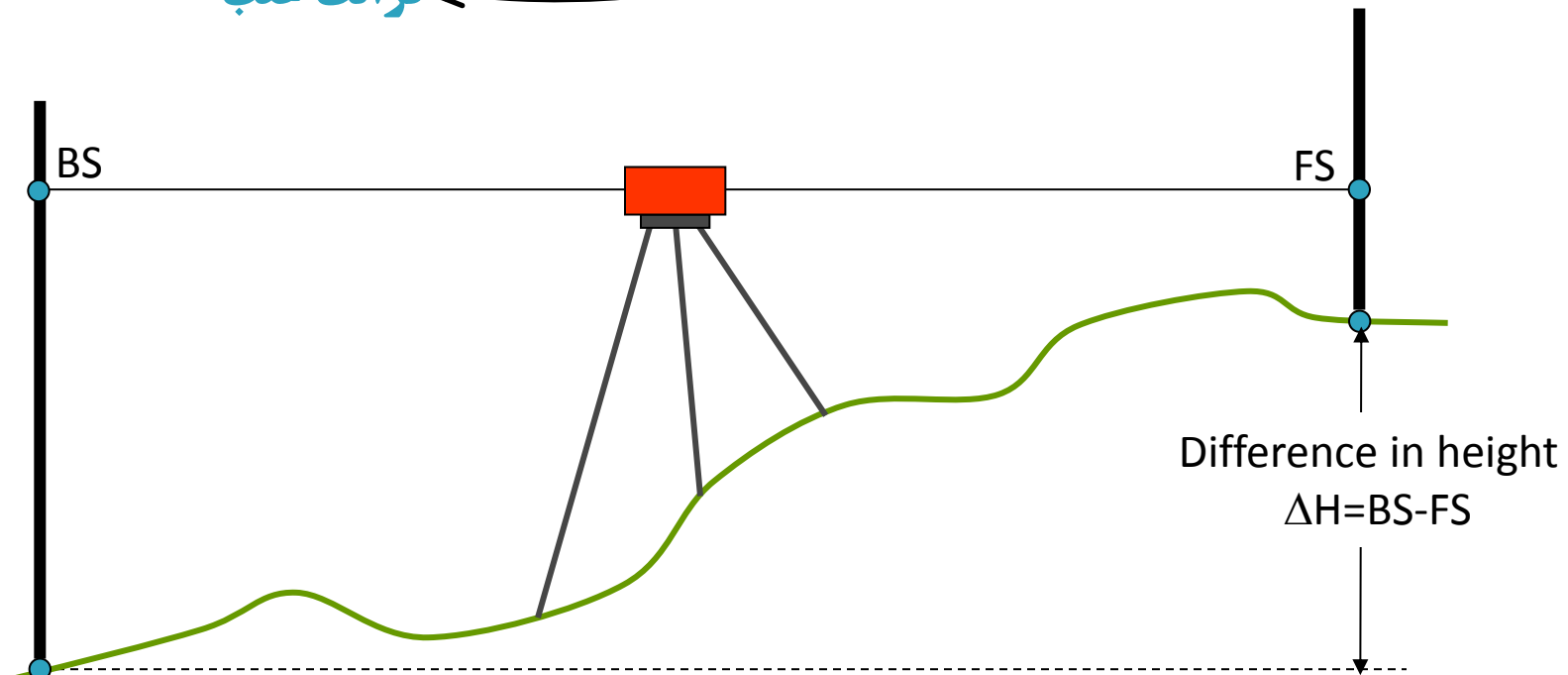


۳. روش هندسی :

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

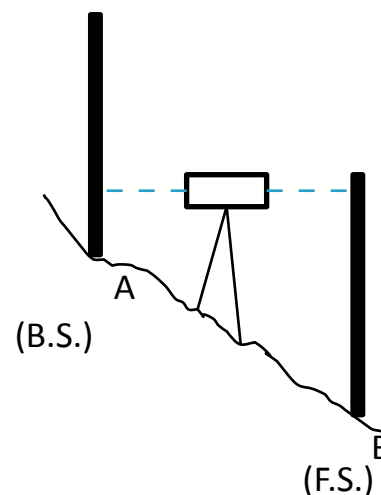
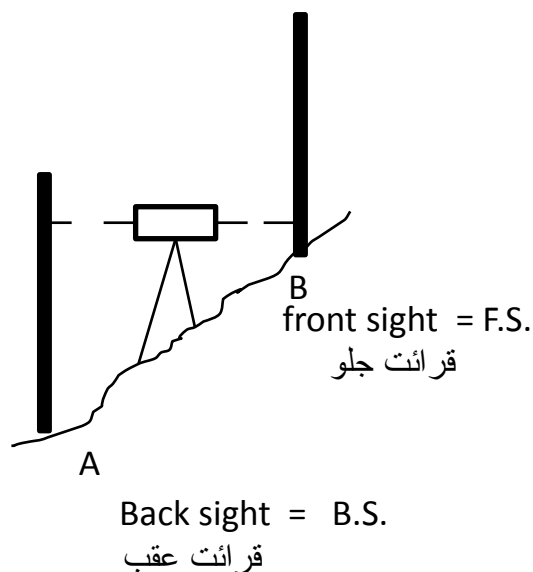
قرائت عقب

قرائت جلو

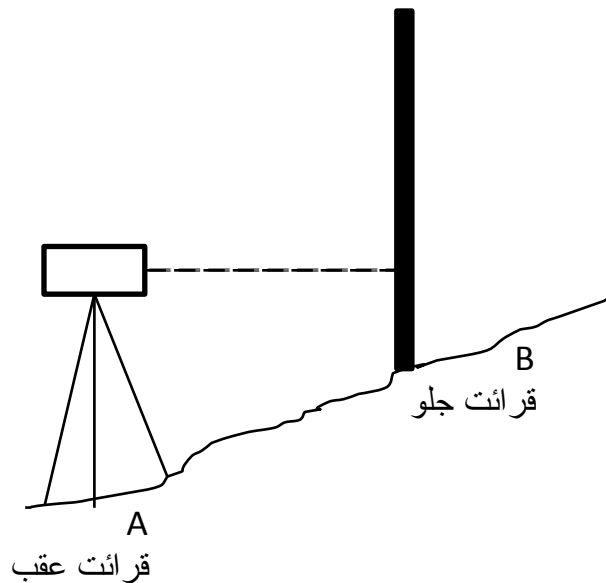


۳. روش هندسی : انواع حالتها

(الف) دوربین بین دو نقطه و تقریباً در وسط آنها مستقر می شود .
ابتدا نقطه A وسیس نقطه ی B مشاهده و قرائت می شود.



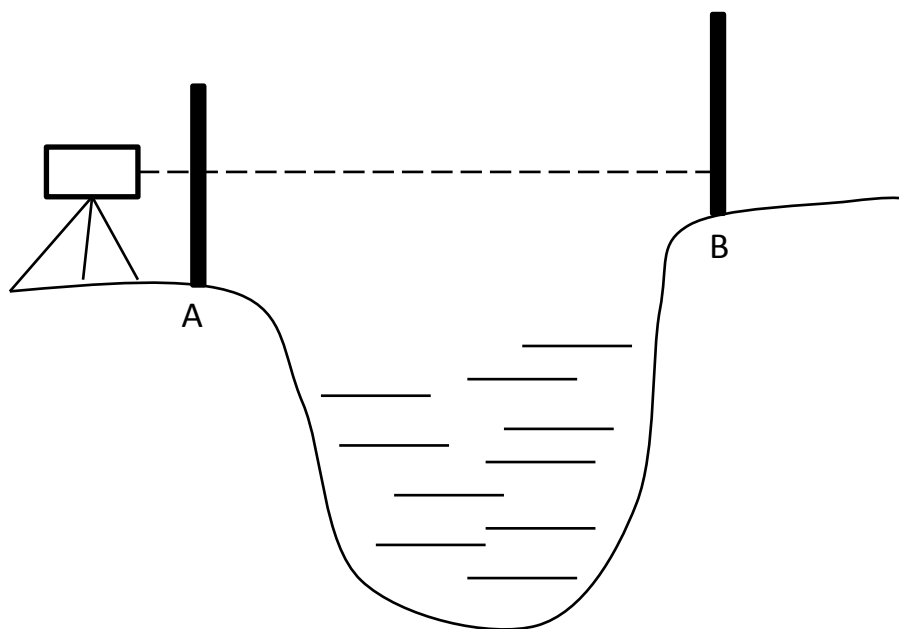
(ب) دوربین را بر روی یکی از نقاط مستقر می کنیم . (ارتفاع دوربین = a)



$$\Delta H = a - b$$

۳. روش هندسی : انواع حالتها

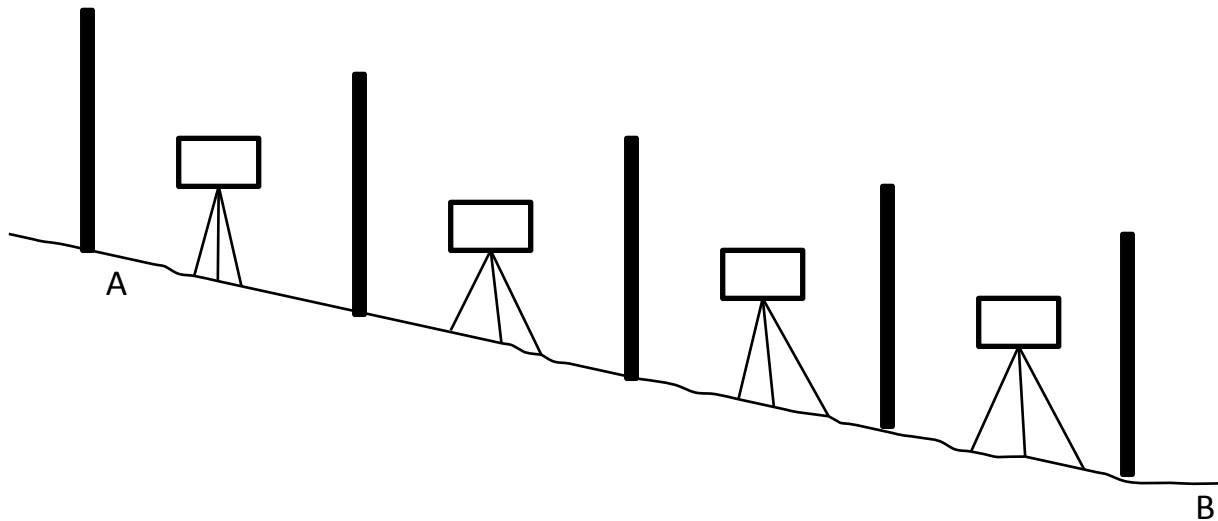
(هـ) از این حالت زمانی استفاده می شود که ترازیابی به دلایلی (مانند وجود آب، دره عمیق و باتلاق) به یکی از دو حالت قبلی امکان پذیر نباشد



$$\Delta H = a - b$$

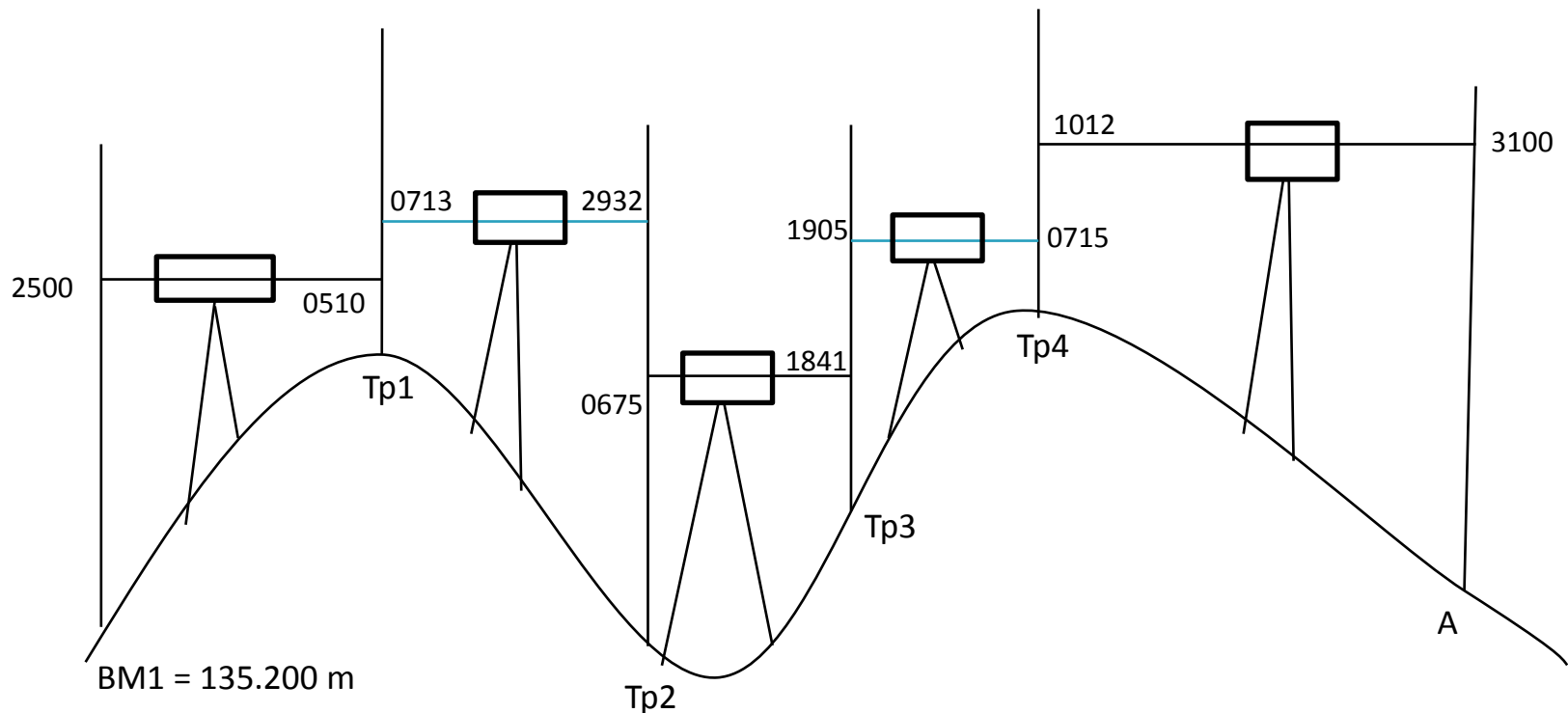
روشهای ترازیابی عملی به صورت مستقیم :

1. ترازیابی تدریجی: در شرایطی از این روش استفاده می شود که اختلاف ارتفاع بین دو نقطه را با یک مرتبه استقرار دوربین نتوان بدست آورد .
"هرچه تعداد دهنه ها کمتر باشد بهتر است ، چون خطاها حالت تجمعی پیدا می کنند"



روشهای محاسبه در ترازیابی: روش Rise and Fall

مثال: ارتفاع نقطه ی A را با معلوم بودن ارتفاع نقطه ی مبنای BM1 بدست آورید

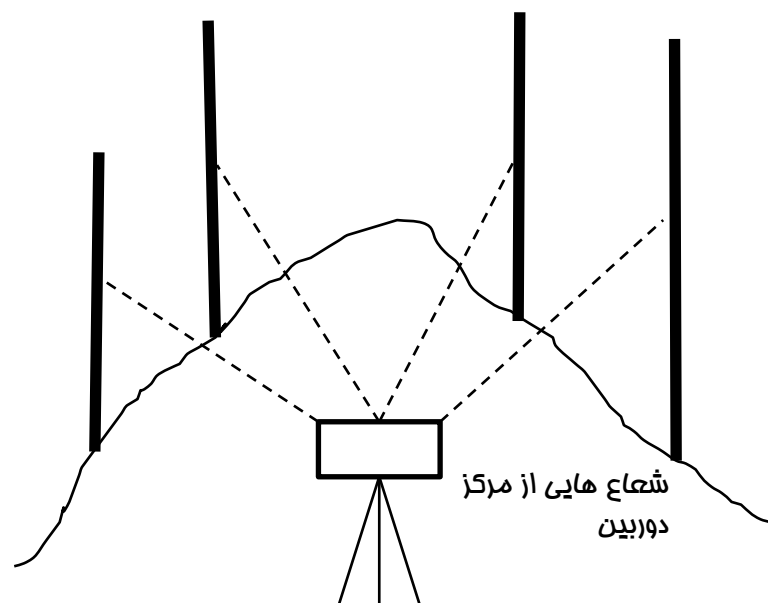


نقطه	B.S.	F.S.	Δh		H
			+	-	
BM1	2500				135.200
Tp1	0713	0510	1990		137.190
Tp2	0675	2932		2219	134.971
Tp3	1905	1841		1166	133.805
Tp4	0715	1012	0893		134.698
A		3100		2385	132.313

ارتفاع نقطه ی A

روند ترازیابی برای کشف خطا و افزایش دقت این است که از یک نقطه مبنا با ارتفاع مشخص شروع کرده و به نقطه ی معلوم دیگری برسیم .

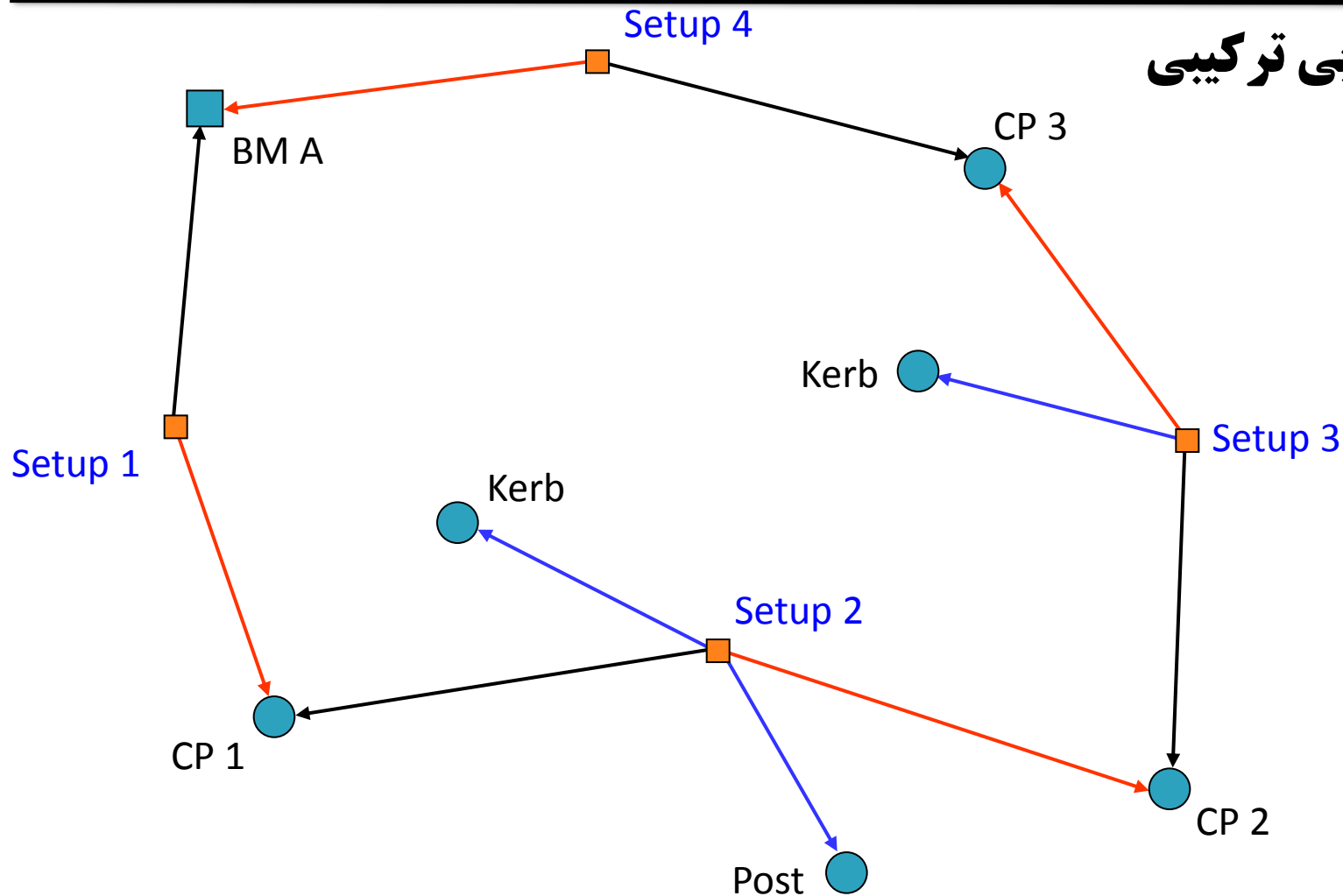
۲. روش شعاعی : اگر در سایت نقشه برداری لازم باشد تا اختلاف ارتفاع نقاط پراکنده را بدست آوریم ، در اینصورت ترازیاب را در محلی مستقر کرده و از آن به حداکثر نقاط قابل رویت نشانه روی می کنیم . (ارتفاع دوربین ثابت است)



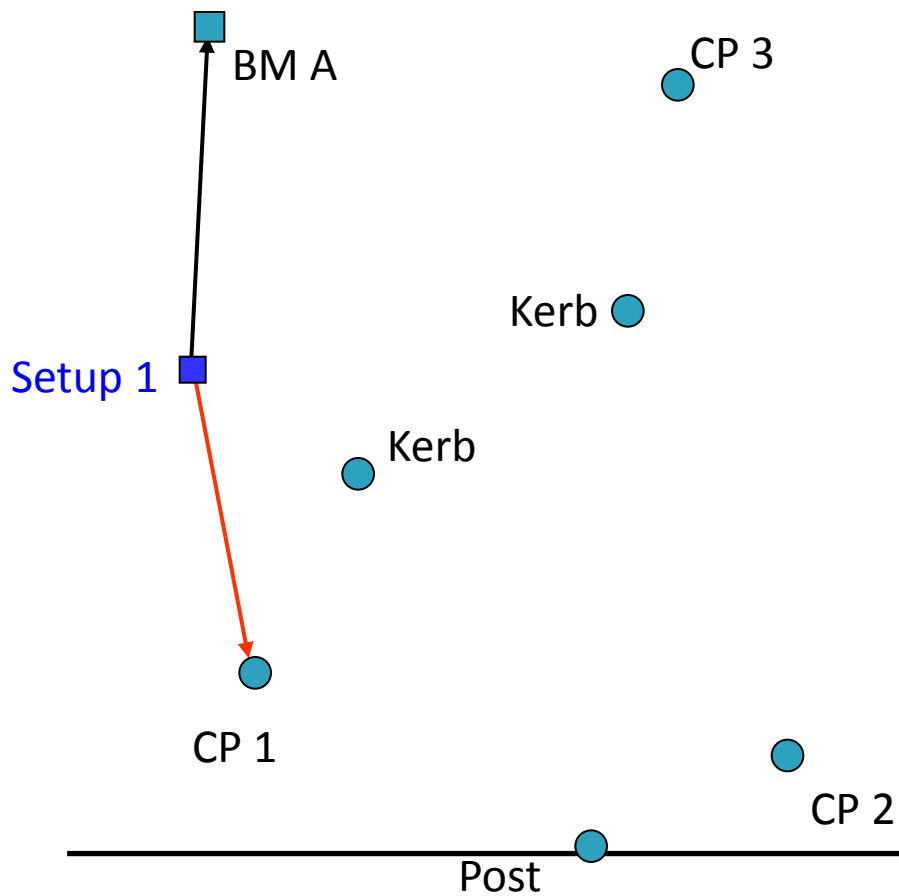
ترازیابی ترکیبی : در این روش از ترکیب دو روش قبل استفاده می شود .
همانند روش تدریجی ، در این روش نیز ترازیابی از نقطه ای با ارتفاع معلوم به
عنوان قرائت عقب شروع شده و به نقطه انتهایی (که غالبا دارای ارتفاع
معلوم است) به عنوان قرائت جلو ختم می شود .

□ قرائت های ترازیابی شعاعی در این روش به عنوان قرائت میانی (I.S.) محسوب
می شوند .

ترازیابی ترکیبی

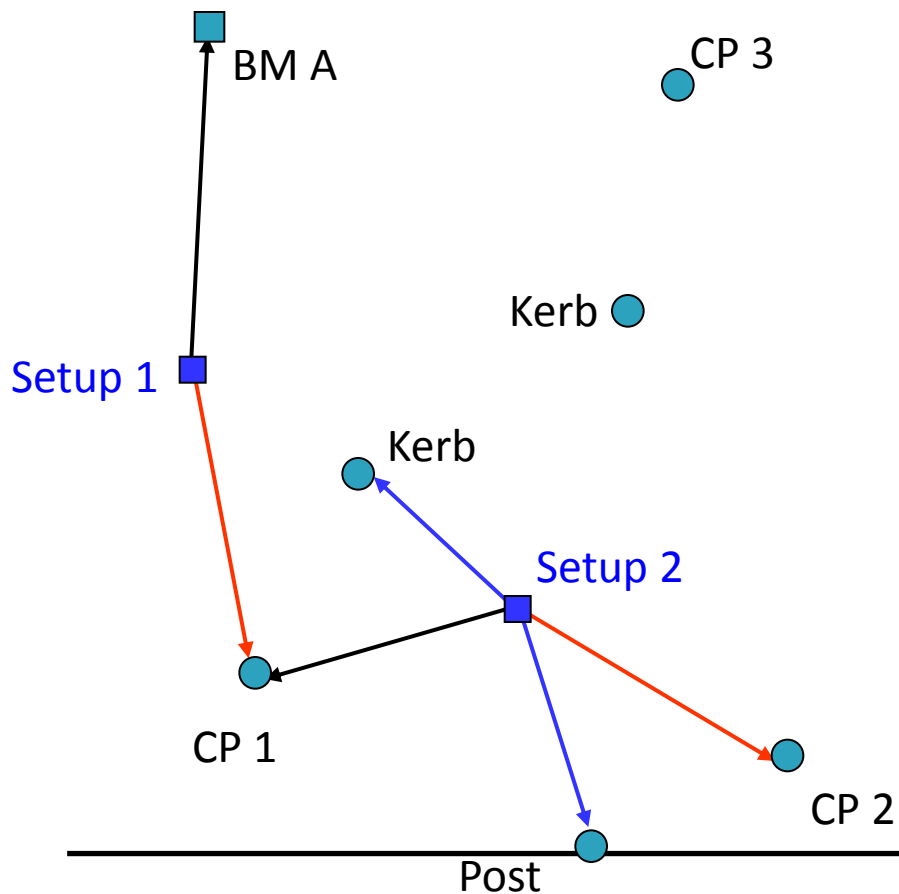


ترازیابی ترکیبی



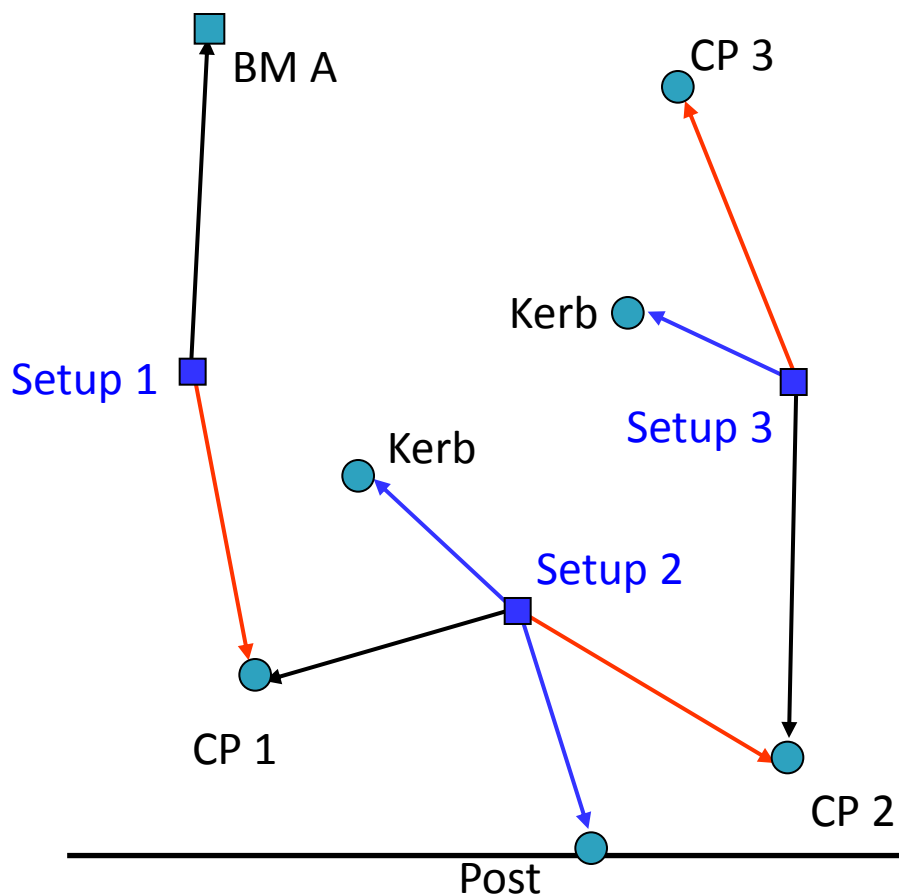
Back	Inter	Fore	Point
1.32			BM A
		3.98	CP 1

ترازیابی ترکیبی



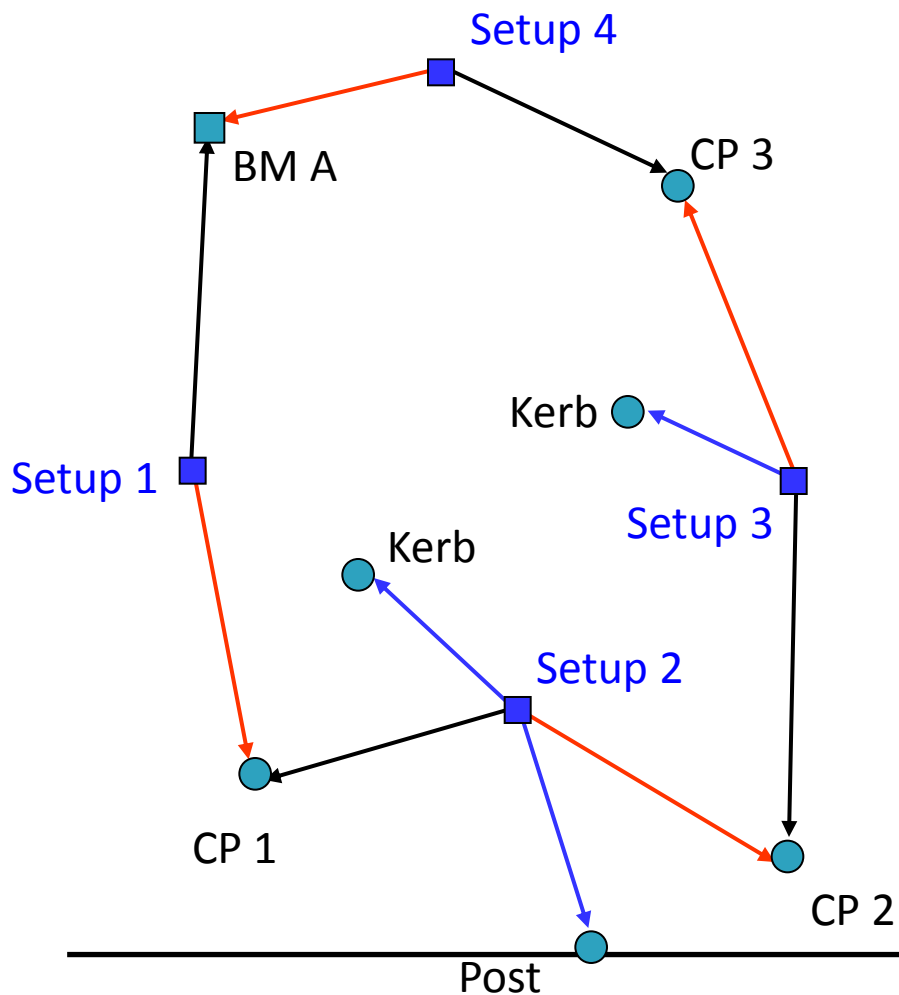
Back	Inter	Fore	Point
1.32			BM A
2.56		3.98	CP 1
	1.25		Kerb
	3.65		Post
		0.67	CP 2

ترازیابی ترکیبی



Back	Inter	Fore	Point
1.32			BM A
2.56		3.98	CP 1
	1.25		Kerb
	3.65		Post
3.49		0.67	CP 2
	2.58		Kerb
		1.54	CP 3

ترازیابی ترکیبی



Back	Inter	Fore	Point
1.32			BM A
2.56		3.98	CP 1
	1.25		Kerb
	3.65		Post
3.49		0.67	CP 2
	2.58		Kerb
2.64		1.54	CP 3
		3.79	BM A

Back	Inter	Fore	Rise	Fall	RL	Comment
1.32					50.00	BM A
2.56		3.98				CP 1
	1.25					Kerb
	3.65					Post
3.49		0.67				CP 2
	2.58					Kerb
2.64		1.54				CP 3
		3.79				BM A
						Σ
						Δ

Back	Inter	Fore	Rise	Fall	RL	Comment
1.32					50.00	BM A
2.56		3.98		2.66	47.34	CP 1
	1.25					Kerb
	3.65					Post
3.49		0.67				CP 2
	2.58					Kerb
2.64		1.54				CP 3
		3.79				BM A
						Σ
						Δ

Back	Inter	Fore	Rise	Fall	RL	Comment
1.32					50.00	BM A
2.56		3.98		2.66	47.34	CP 1
	1.25		1.31		48.65	Kerb
	3.65					Post
3.49		0.67				CP 2
	2.58					Kerb
2.64		1.54				CP 3
		3.79				BM A
						Σ
						Δ

Back	Inter	Fore	Rise	Fall	RL	Comment
1.32					50.00	BM A
2.56		3.98		2.66	47.34	CP 1
	1.25		1.31		48.65	Kerb
	3.65			2.40	46.25	Post
3.49		0.67				CP 2
	2.58					Kerb
2.64		1.54				CP 3
		3.79				BM A
						Σ
						Δ

Back	Inter	Fore	Rise	Fall	RL	Comment
1.32					50.00	BM A
2.56		3.98		2.66	47.34	CP 1
	1.25		1.31		48.65	Kerb
	3.65			2.40	46.25	Post
3.49		0.67	2.98		49.23	CP 2
	2.58					Kerb
2.64		1.54				CP 3
		3.79				BM A
						Σ
						Δ

Back	Inter	Fore	Rise	Fall	RL	Comment
1.32					50.00	BM A
2.56		3.98		2.66	47.34	CP 1
	1.25		1.31		48.65	Kerb
	3.65			2.40	46.25	Post
3.49		0.67	2.98		49.23	CP 2
	2.58		0.91		50.14	Kerb
2.64		1.54				CP 3
		3.79				BM A
						Σ
						Δ

Back	Inter	Fore	Rise	Fall	RL	Comment
1.32					50.00	BM A
2.56		3.98		2.66	47.34	CP 1
	1.25		1.31		48.65	Kerb
	3.65			2.40	46.25	Post
3.49		0.67	2.98		49.23	CP 2
	2.58		0.91		50.14	Kerb
2.64		1.54	1.04		51.18	CP 3
		3.79				BM A
						Σ
						Δ

Back	Inter	Fore	Rise	Fall	RL	Comment
1.32					50.00	BM A
2.56		3.98		2.66	47.34	CP 1
	1.25		1.31		48.65	Kerb
	3.65			2.40	46.25	Post
3.49		0.67	2.98		49.23	CP 2
	2.58		0.91		50.14	Kerb
2.64		1.54	1.04		51.18	CP 3
		3.79		1.15	50.03	BM A
						Σ
						Δ

Back	Inter	Fore	Rise	Fall	RL	Comment
1.32					50.00	BM A
2.56		3.98		2.66	47.34	CP 1
	1.25		1.31		48.65	Kerb
	3.65			2.40	46.25	Post
3.49		0.67	2.98		49.23	CP 2
	2.58		0.91		50.14	Kerb
2.64		1.54	1.04		51.18	CP 3
		3.79		1.15	50.03	BM A
10.01		9.98				Σ
						Δ

Back	Inter	Fore	Rise	Fall	RL	Comment
1.32					50.00	BM A
2.56		3.98		2.66	47.34	CP 1
	1.25		1.31		48.65	Kerb
	3.65			2.40	46.25	Post
3.49		0.67	2.98		49.23	CP 2
	2.58		0.91		50.14	Kerb
2.64		1.54	1.04		51.18	CP 3
		3.79		1.15	50.03	BM A
10.01		9.98				Σ
		(0.03)				Δ

Back	Inter	Fore	Rise	Fall	RL	Comment
1.32					50.00	BM A
2.56		3.98		2.66	47.34	CP 1
	1.25		1.31		48.65	Kerb
	3.65			2.40	46.25	Post
3.49		0.67	2.98		49.23	CP 2
	2.58		0.91		50.14	Kerb
2.64		1.54	1.04		51.18	CP 3
		3.79		1.15	50.03	BM A
10.01		9.98	6.24	6.21		Σ
		(0.03)				Δ

Back	Inter	Fore	Rise	Fall	RL	Comment
1.32					50.00	BM A
2.56		3.98		2.66	47.34	CP 1
	1.25		1.31		48.65	Kerb
	3.65			2.40	46.25	Post
3.49		0.67	2.98		49.23	CP 2
	2.58		0.91		50.14	Kerb
2.64		1.54	1.04		51.18	CP 3
		3.79		1.15	50.03	BM A
10.01		9.98	6.24	6.21		Σ
		(0.03)		(0.03)		Δ

Back	Inter	Fore	Rise	Fall	RL	Comment
1.32					50.00	BM A
2.56		3.98		2.66	47.34	CP 1
	1.25		1.31		48.65	Kerb
	3.65			2.40	46.25	Post
3.49		0.67	2.98		49.23	CP 2
	2.58		0.91		50.14	Kerb
2.64		1.54	1.04		51.18	CP 3
		3.79		1.15	50.03	BM A
10.01		9.98	6.24	6.21		Σ
		(0.03)		(0.03)	(0.03)	Δ

Back	Inter	Fore	Rise	Fall	RL	Comment
1.32					50.00	BM A
2.56		3.98		2.66	47.34	CP 1
	1.25		1.31		48.65	Kerb
	3.65			2.40	46.25	Post
3.49		0.67	2.98		49.23	CP 2
	2.58		0.91		50.14	Kerb
2.64		1.54	1.04		51.18	CP 3
		3.79		1.15	50.03	BM A
10.01		9.98	6.24	6.21		Σ
		(0.03)		(0.03)	(0.03)	Δ

$$\sum B.S. - \sum F.S. = \sum Rise - \sum Fall = last H - first H$$

ترازیابی ترکیبی (سرشکنی خطای بست ترازیابی)

$$\text{خطای بست ترازیابی} = \sum B.S. - \sum F.S. = \sum Rise - \sum Fall = last H - first H$$

$$\text{خطای بست ترازیابی} \leq K\sqrt{L} \text{ (mm)}$$

$$K \in [2, 12]$$

طول ترازیابی (کیلومتر)

$$\text{مقدار پایه بعد از هر نقطه تخمیر یک واحد افزایش می یابد.} = - \frac{\text{خطای بست}}{\text{تعداد استقرار دوربین}}$$

مقدار پایه بعد از هر نقطه تخمیر یک واحد افزایش می یابد.

ترازیابی ترکیبی (سرشکنی خطای بست ترازیابی)

جدول ۱- مشخصات کلی شبکه ترازیابی سراسری کشور

نوع ایستگاه	فاصله متوسط نقاط از یکدیگر	تعداد مسیر ترازیابی طراحی شده	تعداد مسیر ترازیابی شده	طول مسیر مشاهده شده	معیار دقت (میلیمتر)
درجه یک	۱/۵ تا ۵/۲ کیلومتر	۲۲۹	۲۳۳	۳۰۵۰۰ کیلومتر	$3\sqrt{K}$
درجه دو	۱/۵ تا ۴/۰ کیلومتر	۳۴۰	۳۲۵	۲۵۳۷۰ کیلومتر	$8\sqrt{K}$
درجه سه	۲/۵ تا ۵/۰ کیلومتر	۸۶۳	۸۲۶	۲۵۰۰۰ کیلومتر	$12\sqrt{K}$

ترازیابی ترکیبی (سرشکنی خطای بست ترازیابی)

$$\text{فطای مجاز} = 12\sqrt{(7)} = \pm 31 \text{ mm}$$

$$\text{فطای بست ترازیابی} = 30 \text{ mm}$$



ترازیابی قابل قبول است

$$\text{مقدار پایه سرشکنی هر استقرار} = 30 \div 4 = 7.5$$

ترازیابی ترکیبی (سرشکنی خطای بست ترازیابی)

Measured RL	Point	Adjustment	Adjusted RL
50.00	BM A		
47.34	CP 1		
48.65	Kerb		
46.25	Post		
49.23	CP 2		
50.14	Kerb		
51.18	CP 3		
50.03	BM A		

ترازیابی ترکیبی (سرشکنی خطای بست ترازیابی)

Measured RL	Point	Adjustment	Adjusted RL
50.00	BM A	0.000	50.000
47.34	CP 1	-0.008	47.332
48.65	Kerb		= -1*(0.03/4)
46.25	Post		
49.23	CP 2		
50.14	Kerb		
51.18	CP 3		
50.03	BM A		

ترازیابی ترکیبی (سرشکنی خطای بست ترازیابی)

Measured RL	Point	Adjustment	Adjusted RL
50.00	BM A	0.000	50.000
47.34	CP 1	- 0.008	47.332
48.65	Kerb	- 0.015	48.635
46.25	Post	- 0.015	46.235
49.23	CP 2	- 0.015	49.215
50.14	Kerb		= -2*(0.03/4)
51.18	CP 3		
50.03	BM A		

ترازیابی ترکیبی (سرشکنی خطای بست ترازیابی)

Measured RL	Point	Adjustment	Adjusted RL
50.00	BM A	0.000	50.000
47.34	CP 1	- 0.008	47.332
48.65	Kerb	- 0.015	48.635
46.25	Post	- 0.015	46.235
49.23	CP 2	- 0.015	49.215
50.14	Kerb	- 0.023	50.117
51.18	CP 3	- 0.023	51.157
50.03	BM A		$= -3 * (0.03 / 4)$

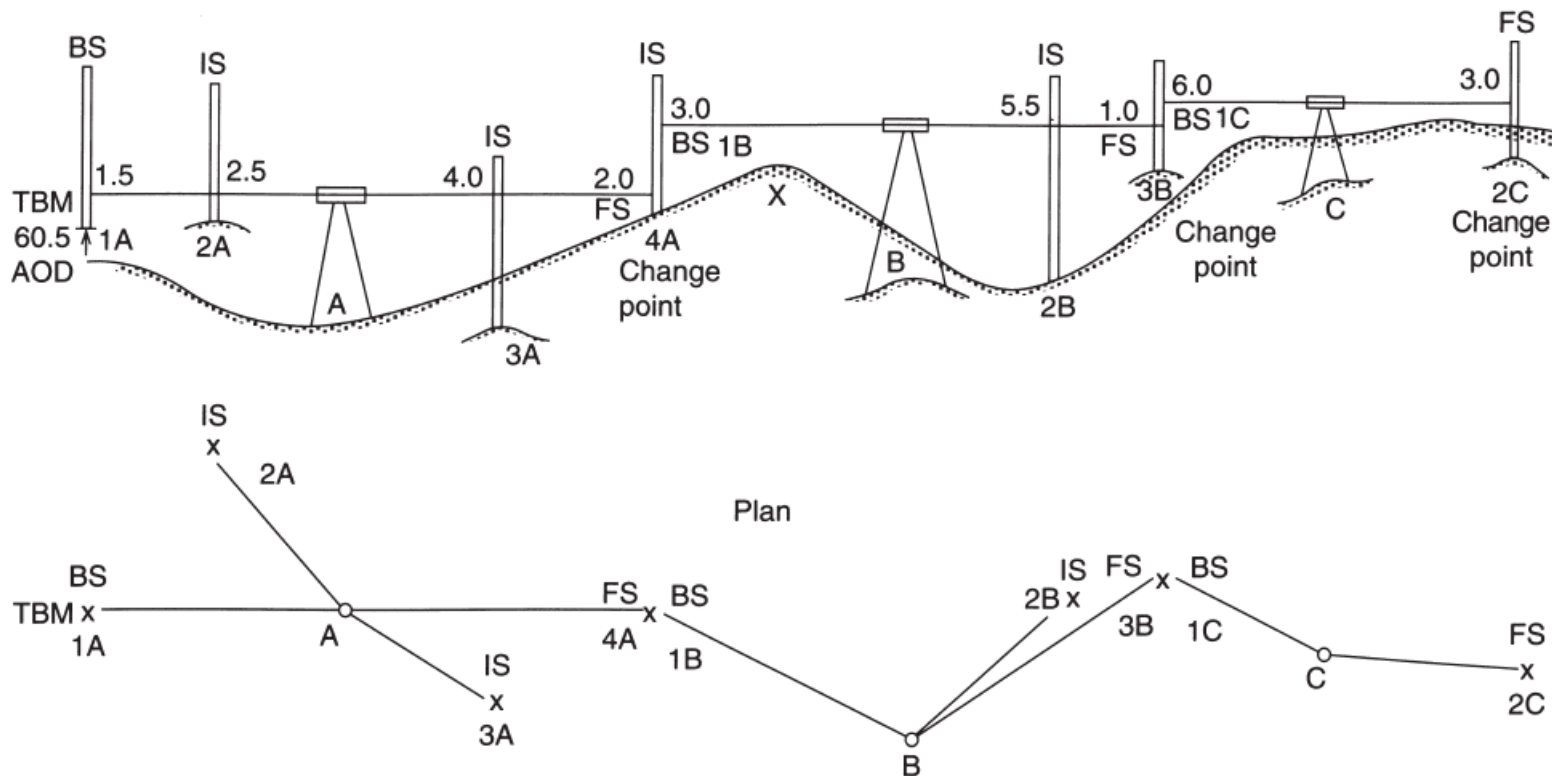
ترازیابی ترکیبی (سرشکنی خطای بست ترازیابی)

Measured RL	Point	Adjustment	Adjusted RL
50.00	BM A	0.000	50.000
47.34	CP 1	- 0.008	47.332
48.65	Kerb	- 0.015	48.635
46.25	Post	- 0.015	46.235
49.23	CP 2	- 0.015	49.215
50.14	Kerb	- 0.023	= -4*(0.03/4)
51.18	CP 3	- 0.023	
50.03	BM A	- 0.030	50.000

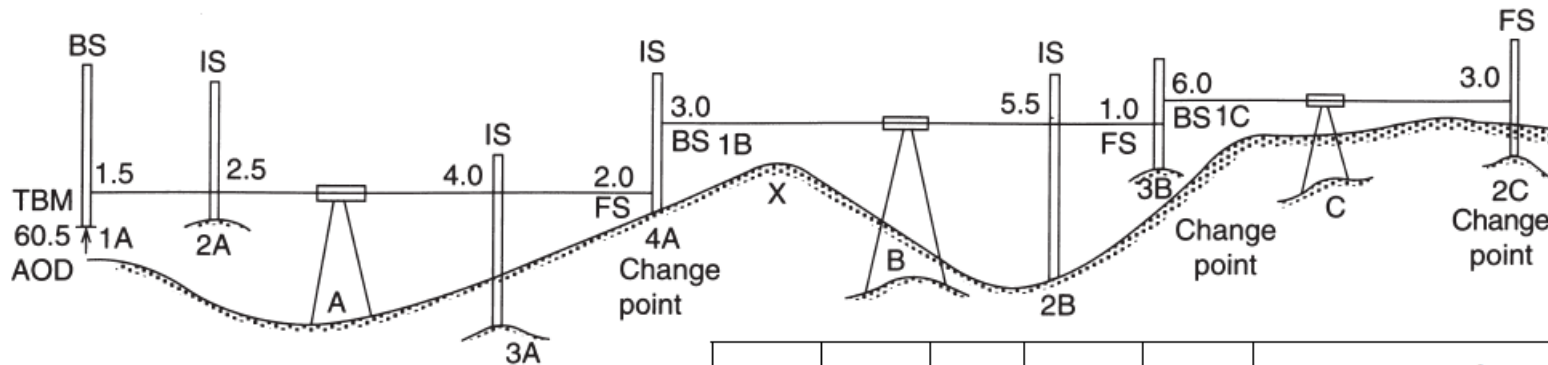
ترازیابی ترکیبی (سرشکنی خطای بست ترازیابی)

Measured RL	Point	Adjustment	Adjusted RL
50.00	BM A	0.000	50.000
47.34	CP 1	- 0.008	47.332
48.65	Kerb	- 0.015	48.635
46.25	Post	- 0.015	46.235
49.23	CP 2	- 0.015	49.215
50.14	Kerb	- 0.023	50.117
51.18	CP 3	- 0.023	51.157
50.03	BM A	- 0.030	50.000

محاسبه ترازیابی : روش خط کلیماسیون

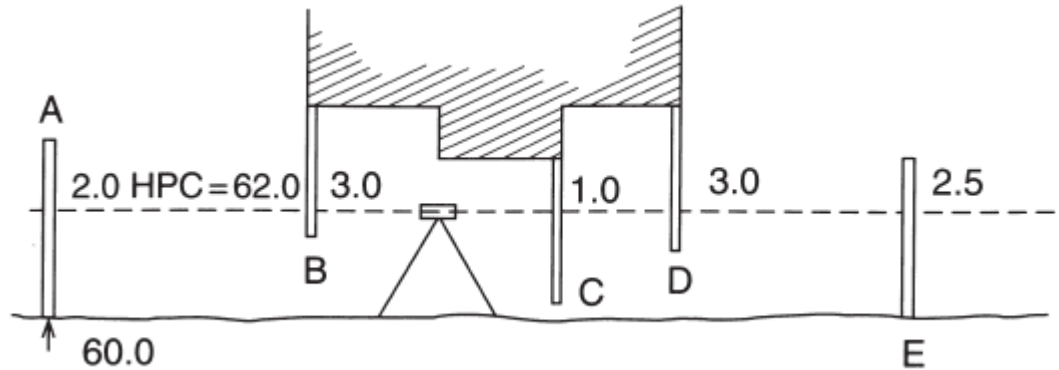


محاسبه ترازیابی : روش خط کلیماسیون



BS	IS	FS	HPC	RL	Remarks
1.5	2.5		62.0	60.5	TBM (60.5) 1A
	4.0			59.5	2A
				58.0	3A
3.0		2.0	63.0	60.0	Change pt 4A (1B)
	5.5			57.5	2B
6.0		1.0	68.0	62.0	Change pt 3B (1C)
		3.0		65.0	TBM (65.1) 2C
10.5	12.0	6.0		65.0	Checks
6.0				60.5	Misclosure 0.1
4.5				4.5	Correct

محاسبه ترازیابی : دید معکوس

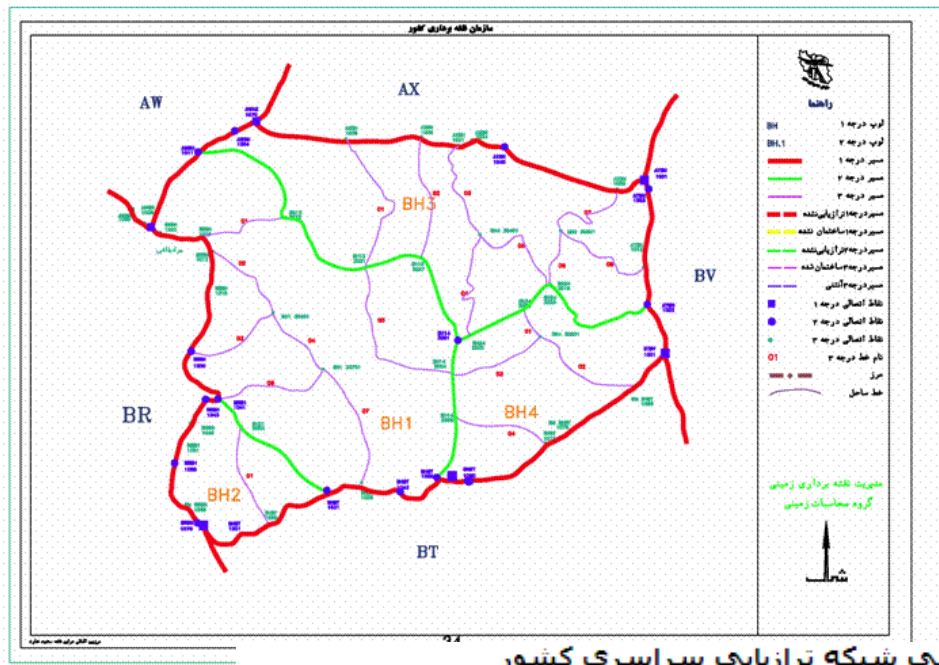


BS	IS	FS	Rise	Fall	HPC	RL	Remarks
2.0	-3.0 -1.0 -3.0	2.5	5.0 2.0	2.0 5.5	62.0	60.0 65.0 63.0 65.0 59.5	TBM A B C D Misclosure E (59.55)
2.0	-7.0	2.5 2.0	7.0	7.5 7.0		60.0 59.5	Checks Misclosure 0.05
		0.5		0.5		0.5	Correct

شبکه تراز یابی کشوری



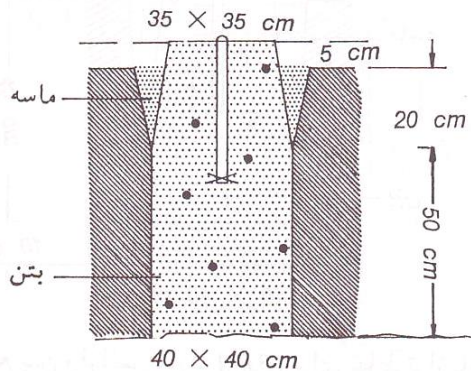
شبکه تراز یابی کشوری



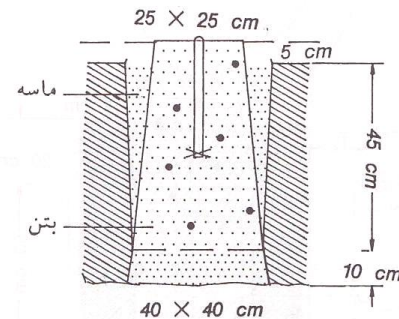
جدول ۱- مشخصات کلی شبکه ترازبای سراسری کشور

نوع ایستگاه	فاصله متوسط نقاط از یکدیگر	تعداد مسیر ترازبایی	تعداد مسیر ترازبایی شده	طول مسیر مشاهده شده	معیار دقت (میلیمتر)
درجه يك	۵/۲ تا ۱/۵ کیلومتر	۳۳۹	۳۳۳	۳۰۵۰۰ کیلومتر	$\sqrt[3]{K}$
درجه دو	۰/۴ تا ۱/۵ کیلومتر	۳۴۰	۳۲۵	۲۵۳۷۰ کیلومتر	$\sqrt[4]{K}$
درجه سه	۰/۵ تا ۲/۵ کیلومتر	۸۶۳	۸۲۶	۲۵۰۰۰ کیلومتر	$\sqrt[5]{K}$

شبکه ترازیابی کشوری



۲ - مقطع بتن ایستگاه ترازیابی دقیق درجه ۲



شکل ۳ - مقطع بتن رفانس مارك (R.M.) برای نقاط ترازیابی

قواعد ترازیابی

- ☐ همواره باید ترازیابی از نقطه مبنا شروع و به نقطه مبنا ختم شود.
- ☐ فاصله دید عقب و دید جلو نسبت به دوربین برابر باشد.
- ☐ فاصله دید عقب و دید جلو باید کوتاه (معمولاً کمتر از ۵۰ متر) انتخاب شوند.
- ☐ سعی شود که قرائت پائین تر از ۵۰۰ (۵/۰ متر) روی شاخص انجام نگیرد.
- ☐ از نقاط مناسبی به عنوان نقاط تخییر (CP) استفاده شود.