

عنوان آزمایش:

مسیر یابی و اندازه گیری فاصله و زاویه با دوربین به روش stadia

اهداف آزمایش:

(1) تعیین فاصله بین دو نقطه به روش stadia

(1-1) مسیر یابی و تعیین فاصله توسط نیوو

(2-1) محاسبه A.R روش مذکور

(2) اندازه گیری زاویه بین دو مسیر با دوربین

(3) پیاده کردن مسیر عمود بر مسیر اصلی با دوربین

(4) تعیین زاویه بین دو مسیر توسط نیوو

روش کار:

برای تعیین فاصله بین دو نقطه به روش stadia از دوربین نیوو استفاده می شود. قبل از تعیین فاصله ابتدا می بایست مسیری مستقیم مابین دو نقطه مبدأ و مقصد که همان ایستگاه های A و B باشند ایجاد شود که این کار به مسیر یابی معروف است. در بدو کار نیز باید اطلاعاتی در مورد دوربین و نحوه استفاده از آن داشت. دوربین نیوو دوربینی کوچک است که بر روی سه پایه قرار می گیرد. این سه پایه دارای پایه های قابل تنظیم (از لحاظ ارتفاع) و متحرک می باشد و انتهای پایه های آن به صورت نیزه می باشد تا در زمین فرو رود. همچنین در زیر سطح دایره ای بالای سه پایه که دوربین روی آن قرار می گیرد، پیچی قرار دارد تا دوربین به سه پایه متصل و محکم شود. دوربین نیوو نیز دارای یک تراز است که به وسیله سه عدد پیچ اطراف دوربین، دوربین را تراز می کند. تراز متشکل از حبابی درون مایع می باشد که با وسط قرار گرفتن حباب در مرکز دایره دوربین تراز می شود. دوربین دارای یک چشمی است که بطور مدور می چرخد و تارهای درون چشمی را نمایان و واضح تر می کند. هنگام نگاه کردن درون چشمی دو تار به صورت علامت جمع دیده می شود که یکی تار عمودی و دیگری تار افقی است. بر روی تار عمودی دو خط کوچک در بالا و پایین تار قرار دارد که به تار بالا و تار پایین معروف است. تار عمودی وظیفه مسیر یابی و تار افقی وظیفه تراز یابی را بر عهده دارد. در سمت راست دوربین پیچی برای زوم کردن فاصله وجود دارد که بر روی آن علامت بی نهایت حک گردیده است. یک پیچ کوچک نیز در دوربین تعبیه شده است که وظیفه آن جابجایی دوربین به سمت چپ و راست می باشد، در هنگامی که خواسته شود دوربین با سرعت بسیار کم به سمت چپ و راست بچرخد.

طرز مسیر یابی با دوربین بدین گونه می باشد که ابتدا پیچ های تنظیم پایه های سه پایه باز شده و ارتفاع سه پایه را کمی بالاتر چانه ی خود رسانده و سپس پیچ های تنظیم سه پایه محکم گردیدند. حال سه پایه به صورت مثلث متساوی الاضلاع باز شده و انتهای پایه های آن توسط جابجایی که اطراف سه پایه ها تعبیه شده است، در زمین فرو برده شدند. در این هنگام مراقب بوده که یکی از پایه ها بر مسیر A به B نباشد و همچنین در حالی که پایه ها برای فردی که دوربین را کنترل می کند مزاحمت ایجاد ننماید. سطح دایره وار بالایی سه پایه هم بوسیله تراز ی که بر روی سه پایه تعبیه شده تراز گردید. در این هنگام دوربین بر روی سه پایه قرار داده شد و توسط پیچ، دوربین به سه پایه متصل گردید. برای مشخص نمودن نقطه ی ابتدا یعنی ایستگاه A که وسط مثلی که متشکل از سه پایه است، قرار گرفت، ریسمانی که به انتهای سرب می متصل است (شاقول) را از چنگکی که از زیر سطح دایره وار سه پایه قرار دارد آویزان کرده و هنگامی که سرب ثابت شد در همان نقطه ی مشخص شده یک میخ فلزی در زمین کوبیده شد. حال نوبت به تراز نمودن دوربین می رسد، نحوه تراز نمودن دوربین بدین گونه بود که ابتدا دو پیچ از سه پیچ تراز حرکت داده شد تا حباب تراز به سمت پیچ سوم حرکت کرد و سپس با حرکت پیچ سوم حباب در مرکز دایره قرار گرفت و به عبارتی دیگر دوربین تراز شد.

همچنین قابل ذکر است که بر روی تراز ، یک آینه ی مورب قرار گرفته و وظیفه این آینه شبیه به پریسکوپ است . بدین صورت که افرادی که کوتاه قد هستند تراز ی که بطور افقی بر روی دوربین تعبیه شده ، برایشان قابل رؤیت نیست ، با استفاده از این آینه قابل رؤیت می باشد .

حال ژالن اول توسط فردی از گروه در نقطه مقصد یا ایستگاه B قرار داده شده و به وسیله تراز ، ژالن ، عمود و تراز گردید و میخی در جلوی ژالن بر زمین کوبیده شد . در این هنگام ابتدا بوسیله مگسکی که بالای دوربین تعبیه شده است ، مکان تقریبی ژالن توسط شخصی که در پشت دوربین قرار داشت مشخص شد و دوربین روبروی آن تنظیم گردید. حال فرد با نگاه کردن درون دوربین ابتدا مدور چشمی دوربین چرخاند تا تارهای دوربین روشن و واضح گردد و سپس با چرخاندن شدن پیچ زوم ، تصویر ژالن واضح شد حال بوسیله پیچ حرکت کم به سمت چپ و راست ، تار عمودی درست در وسط درازای ژالن قرار گرفته شد . در این صورت مسیری مستقیم بین A و B خواهیم داشت . لازم به ذکر است که در موقعی که دوربین تنظیم شد نباید به سمت چپ و راست چرخاند و تکان داده شود و همچنین سه پایه نیز بایستی به طور مطلق ثابت باشد . از این هنگام به بعد فقط پیچ زوم دوربین برای انجام عملیات مورد نیاز استفاده می باشد .

حال مسیر بین دو ایستگاه A و B به چهار قسمت فرضی تقسیم شده یعنی 3 (سه) ایستگاه دیگر مابین A و B ایجاد گردید ، سپس ژالن دوم در موقعیت ایستگاه (1) بوسیله مگسک دوربین به طور موقت قرار گرفته شد و با چرخاندن پیچ زوم دوربین توسط فرد کنترل کننده دوربین تصویری واضح از ژالن ایجاد شد . تارها نیز باید به طور کامل قابل رؤیت باشند . سپس فرد کنترل کننده ژالن توسط فرد کنترل کننده دوربین هدایت می شود تا تار عمودی دوربین درست وسط درازای ژالن قرار گیرد در این هنگام پس از دادن علامت ایست توسط فرد کنترل کننده دوربین میخی جلوی ژالن کوبیده شد . این میخ ایستگاه (1) می باشد . بدیهی است که ژالن بایستی توسط تراز ژالن تراز و عمود باشد .

ایستگاه های (2) و (3) نیز به همین ترتیب ، و تغییرات زوم دوربین ایجاد شد . حال مسیر مستقیم دارای 3 (سه) ایستگاه مابین A و B ایجاد شده است . پس از طی تمام این مراحل نوبت به تعیین فاصله بین A و B می رسد . این کار ابتدا یک بار بوسیله متر کشی معمولی با متر فلزی در دو نوبت رفت و برگشت مابین دو ایستگاه A و B و هر بار بین دو ایستگاه صورت گرفت . شرح اندازه گیری به این روش در گزارش (1) بطور مفصل شرح داده شده است . اندازه گیری فاصله در این روش بین دو ایستگاه متوالی صورت می پذیرد و ارقام در جدول اطلاعات ثبت گردید . اما برای تعیین فاصله با دوربین نیو نیاز به وسیله ای است که به شاخص معروف است . شاخص در کل دارای طولی معادل 4 (چهار) متر است که هر (1) متر در میان به رنگ سیاه و قرمز می باشد . شاخص ناودانی مانند می باشد که قابلیت باز و بسته شدن را به صورت کشویی دارد . برای باز و بسته شدن شاخص دکمه ای در پشت آن تعبیه شده است . شاخص دارای درجه بندی است که بصورت خانه هایی 5 میلیمتر ، 5 میلیمتر مشخص گردیده است .

حال شاخص (2) متر باز شده و کف شاخص بر سطح بالای میخ ایستگاه (1) توسط یکی از اعضای گروه قرار گرفته شد و توسط تراز ژالن عمود گردید . در این هنگام با چرخاندن پیچ زوم دوربین توسط فرد کنترل کننده دوربین ، تصویری واضح از شاخص ایجاد شد و همچنین تار را با چرخاندن مدور چشمی دوربین ، کاملاً واضح و قابل رؤیت شد . در این هنگام می بینیم که تار عمودی درست در وسط شاخص قرار گرفته شده است . حال باید ببینیم که تار بالا و پایین بر روی چه عددی قرار گرفته شده است . این اعداد خوانده شد و مقادیر آن در جدول اطلاعات ثبت گردید . این عملیات در ایستگاه (2) و (3) و (B) نیز به همین ترتیب صورت پذیرفت و اعداد خوانده شده ی تار بالا و پایین برای ایستگاه های (2) و (3) نیز در جدول اطلاعات ثبت گردید . بدیهی است که شاخص باید عمود باشد و دوربین نیز به پیچ سه پایه متصل باشد و تکان نخورد و فقط پیچ زوم آن حرکت داده شود . برای بدست آوردن فاصله به این روش ، رابطه ای به شرح زیر موجود می باشد :

$$D = 100(U.H - L.H) \quad \text{فرمول شماره (1)}$$

U.H تار بالا

L.H تار پایین

این رابطه فاصله ی ایستگاه (A) تا هر ایستگاه دلخواه (1)، (2)، (3) و (B) را بدست می آورد. لذا این فرمول فاصله ی تجمعی را نشان می دهد نه فاصله ی مابین دو ایستگاه متوالی همانند متر کشی.

برای محاسبه A.R روش مذکور نیز رابطه به قرار زیر موجود است:

$$\text{فرمول شماره (2)} \quad A.R = \left| \frac{\text{فاصله اندازه گیری شده با دوربین} - \text{فاصله اندازه گیری شده با متر}}{\text{فاصله اندازه گیری شده با متر}} \right| = \frac{1}{?}$$

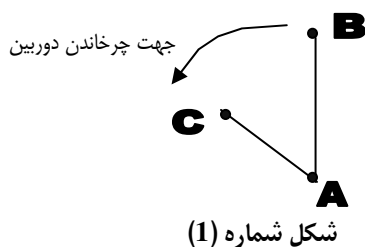
A.R در حقیقت صحت نسبی است و دقت دوربین را نشان می دهد. دقت دوربین نیوو در حدود 1/500 تا 1/300 می باشد. A.R همیشه کسری با صورت (1) می باشد و باید توجه شود که منظور از فاصله اندازه گیری شده با متر فاصله تجمعی آن مابین ایستگاه A و B است. قدر مطلق فرمول نیز به این خاطر لحاظ شده است که جواب مقدار منفی نشود.

برای اندازه گیری Error نیز فرمولی موجود است که جواب این فرمول در جهت نشان دهنده ی میزان تفاضل اندازه گیری فاصله بوسیله ی متر و دوربین است و خطای موجود بین این دو روش را آشکار می سازد.

$$\text{فرمول شماره (3)} \quad \text{Error} = \left| \text{فاصله اندازه گیری شده با دوربین} - \text{فاصله اندازه گیری شده با متر} \right|$$

محاسبات مربوط به سه فرمول بالا در صفحه محاسبات موجود می باشد.

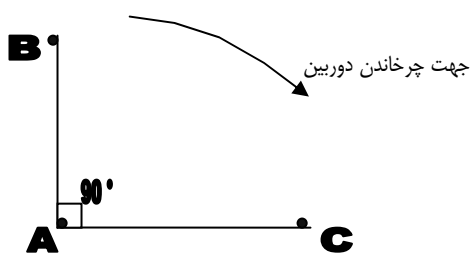
برای اندازه گیری زاویه بین دو مسیر با دوربین بایستی ذکر شود که در پایین چشمی دوربین زاویه نمایی قرار دارد که زاویه راستای دوربین را نمایش می دهد. این زاویه نما و هر (5) درجه مدرج شده است و با چرخاندن دوربین زاویه تغییر می کند. برای این کار ابتدا زاویه دوربین در راستای مسیر A تا B خوانده شد و در جدول اطلاعات ثبت گردید. سپس نقطه ای دلخواه خارج از مسیر A تا B انتخاب شد و ژالن در آن نقطه قرار گرفت و توسط تراز ژالن عمود گردید. سپس میخی در جلوی این ژالن در زمین کوبیده شد. این نقطه نقطه ی (C) نامیده شد. این نقطه به طور دلخواه در سمت چپ یا راست یا همان غرب یا شرق مسیر A تا B می باشد. حال دوربین چرخانده شد و با مگسک دوربین مکان تقریبی ژالن در نقطه (C) در نظر گرفته شد. سپس با نگاه کردن در چشمی دوربین و چرخاندن پیچ زوم دوربین تصویری واضح از ژالن ایجاد شد و تراز نیز با پیچاندن پیچ چشمی کاملاً واضح شد. حال با پیچاندن پیچ های حرکت به چپ و راست تار عمودی دوربین دقیقاً در وسط درازای ژالن نقطه (C) قرار گرفت. حال به زاویه نمای دوربین نگاه کرده و عدد جدید ثبت گردید. اگر دوربین به سمت راست بچرخد عدد زاویه بیشتر شده و اگر به سمت چپ بچرخد عدد زاویه کمتر خواهد شد. در هر صورت تفاضل این دو عدد زاویه بین دو مسیر AB و AC می باشد. این ارقام در جدول اطلاعات ثبت گردیده است.



برای پیاده کردن مسیر عمود بر مسیر اصلی با دوربین عدد زاویه نما هنگامی که دوربین در راستای مسیر AB و تار عمودی درست در وسط درازای ژالن نقطه B بود، خوانده شد و در جدول ثبت گردید. حال بنا به دلخواه که این عمود به سمت چپ یا راست باشد، 90° درجه را از عدد مذکور کم یا اضافه می کنیم. اگر مسیر عمود ما در طرف راست مسیر AB باشد، 90° درجه به عدد زاویه راستای AB اضافه می کنیم و اگر مسیر عمود ما در چپ مسیر AB باشد 90° درجه از عدد زاویه راستای AB کم می کنیم. در این آزمایش مسیر عمود در طرف راست مسیر AB بود. هنگامی که دوربین 90° درجه چرخید، ژالن توسط شخصی از اعضای گروه که آن را در دست داشت در فاصله ای دلخواه از ایستگاه A و در راستای مگسک دوربین مستقر شد. در این حال ژالن باید با تار عمودی دوربین تراز گردد و دوربین نباید تکان بخورد. سپس با چرخاندن پیچ زوم دوربین، تصویری واضح از ژالن توسط فرد کنترل کننده دوربین ایجاد شد. تارهای عمودی و افقی بالا و پایین نیز کاملاً

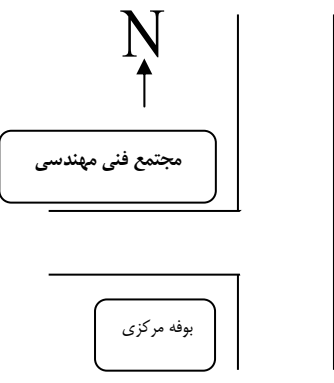
توسط چشمی واضح گردید . حال فرد حامل ژالن توسط فرد کنترل کننده دوربین هدایت می شد تا این که تار عمودی درست در وسط درازای ژالن قرار گرفت . در این هنگام علامت ایست توسط فرد کنترل کننده دوربین صادر گردید و ژالن بر روی زمین مستقر شد . همچنین ژالن بایستی در تمام طول این عملیات توسط تراز ژالن عمود باشد . حال یک میخ فلزی در جلوی ژالن در زمین مستقر گردید و نقطه (D) نامیده شد. حال مسیر AD و مسیر AB زاویه قائمه را تشکیل می دهند (90° درجه) .

تمام اعداد و ارقام مربوط به زاویه اولیه دوربین (در راستای AB) و زاویه ی ثانویه (هنگامی که دوربین 90° درجه چرخید) در جدول اطلاعات ثبت گردید .

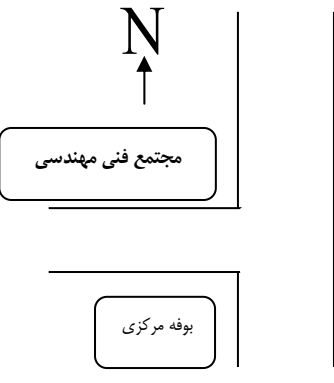


شکل شماره (2)

جدول شماره (1) اطلاعات فاصله نقطه A تا B بوسیله متر کشی و با دوربین

اطلاعات (Data)								مشاهدات	
St	Distance Interval (m)	Distance (m)	U.H	L.H	Distance (m) دوربین	Error		1- تاریخ انجام آزمایش : 1387/07/28 2- وضعیت هوا : آفتابی و همراه با وزش باد 3- کروکی محل آزمایش :  4- وسایل مورد نیاز : (1) ژالن 3 عدد . 2) میخ 6 عدد . 3) تراز بنایی . 4) متر فلزی . 5) چکش . (6) تراز شاخص . 7) شاخص . 8) شاقول 5- نام اعضای گروه : بهروز زنگنه نژاد - محمدعلی قربانی - علی بحرینی - احسان تسلیمی - جابر حیدری	
A	8.404 (m)	0	—	—	0	0		آزمایشگاه محل انجام آزمایش آزمایشگاه آزمایشگاه	
1	11.385 (m)	8.405 m	1.89	1.807	8.3 m	0.104	1/80.8		
2	7.754 (m)	19.79 m	1.780	1.583	19.700 m	0.0625	1/3.6		
3	6.910 (m)	27.544 m	1.837	1.563	27.4 m	0.155	1/238.23		
B		34.454 m	1.690	1.345	34.5 m	0.0735	1/468.38		

جدول شماره (2) اطلاعات فاصله نقطه B تا A بوسیله متر کشی

اطلاعات (Data)			مشاهدات	
Station	St.Interval (m)	Distance (m)	1- تاریخ انجام آزمایش : 1387/07/28 2- وضعیت هوا : آفتابی و همراه با وزش باد 3- کروکی محل آزمایش :  4- وسایل مورد نیاز : (1) ژالن 3 عدد . 2) میخ 6 عدد . 3) تراز بنایی . 4) متر فلزی . 5) چکش . (6) تراز شاخص . 7) شاخص . 8) شاقول 5- نام اعضای گروه : بهروز زنگنه نژاد - محمدعلی قربانی - علی بحرینی - احسان تسلیمی - جابر حیدری	
A		0	آزمایشگاه محل انجام آزمایش آزمایشگاه آزمایشگاه	
3	6.912	6.912		
	7.752			
2	11.332	14.664		
1	8.403	25.996		
A		34.399		

جدول شماره (3) اطلاعات مربوط به آزمایش تعیین زاویه مسیر

اطلاعات (Data)	مشاهدات
275° = زاویه اولیه دوربین 230° = زاویه ثانویه دوربین	1- تاریخ انجام آزمایش : 1387/07/28 2- وضعیت هوا : آفتابی و همراه با وزش باد 3- کروکی محل آزمایش : آزمایشگاه محل انجام آزمایش آزمایشگاه 4- وسایل مورد نیاز : 1) ژالن 3 عدد . 2) میخ 6 عدد . 3) تراز بنایی . 4) متر فلزی . 5) چکش . 6) تراز شاخص . 7) شاخص . 8) شاقول 5- نام اعضای گروه : بهروز زنگنه نژاد - محمدعلی قربانی - علی بحرینی - احسان تسلیمی - جابر حیدری

جدول شماره (4) اطلاعات مربوط به آزمایش پیاده کردن مسیر عمود بر مسیر اصلی با دوربین نیوو

اطلاعات (Data)	مشاهدات
275° = زاویه اولیه دوربین	1- تاریخ انجام آزمایش : 1387/07/28 2- وضعیت هوا : آفتابی و همراه با وزش باد 3- کروکی محل آزمایش : آزمایشگاه محل انجام آزمایش آزمایشگاه 4- وسایل مورد نیاز : 1) ژالن 3 عدد . 2) میخ 6 عدد . 3) تراز بنایی . 4) متر فلزی . 5) چکش . 6) تراز شاخص . 7) شاخص . 8) شاقول 5- نام اعضای گروه : بهروز زنگنه نژاد - محمدعلی قربانی - علی بحرینی - احسان تسلیمی - جابر حیدری

محاسبات :

محاسبات DISTANCE رفت : (بر حسب متر)

$$(1 \text{ تا } A) \rightarrow 0 + 8.405 = 8.405 \text{ (m)}$$

$$(2 \text{ تا } A) \rightarrow 8.405 + 11.385 = 19.79$$

$$(3 \text{ تا } A) \rightarrow 19.79 + 7.754 = 27.544$$

$$(B \text{ تا } A) \rightarrow 27.544 + 6.91 = 34.454$$

محاسبات DISTANCE برگشت : (بر حسب متر)

$$(3 \text{ تا } B) \rightarrow 0 + 6.912 = 6.912$$

$$(2 \text{ تا } B) \rightarrow 6.912 + 7.752 = 14.664$$

$$(1 \text{ تا } B) \rightarrow 14.664 + 11.332 = 25.996$$

$$(A \text{ تا } B) \rightarrow 25.996 + 8.403 = 34.399$$

محاسبات مربوط به میانگین DISTANCE رفت و برگشت : (بر حسب متر)

$$(1 \text{ تا } A) \rightarrow \frac{8.405 + 8.403}{2} = 8.404$$

$$(2 \text{ تا } A) \rightarrow \frac{19.79 + 19.735}{2} = 19.7625$$

$$(3 \text{ تا } A) \rightarrow \frac{27.544 + 27.487}{2} = 27.5155$$

$$(B \text{ تا } A) \rightarrow \frac{34.399 + 34.454}{2} = 34.4265$$

محاسبه DISTANCE دوربین : (بر حسب متر)

$$(A \text{ تا } 1) \rightarrow (1.89 - 1.807) \times 100 = 8.3$$

$$(A \text{ تا } 2) \rightarrow (1.78 - 1.583) \times 100 = 19.7$$

$$(A \text{ تا } 3) \rightarrow (1.837 - 1.563) \times 100 = 27.4$$

$$(A \text{ تا } B) \rightarrow (1.69 - 1.345) \times 100 = 34.5$$

محاسبات مربوط به ERROR :

DISTANCE دوربین - DISTANCE میانگین = ?

$$(1 \text{ تا } A) \rightarrow 8.404 - 8.3 = 0.104$$

$$(2 \text{ تا } A) \rightarrow 19.7625 - 19.7 = 0.0625$$

$$(3 \text{ تا } A) \rightarrow 27.5155 - 27.4 = 0.1155$$

$$(B \text{ تا } A) \rightarrow 34.4285 - 34.5 = 0.0735$$

محاسبات مربوط به A.R :

$$(1 \text{ ت A}) \Rightarrow \left| \frac{8.404 - 8.3}{8.404} \right| = \frac{1}{80.8}$$

$$(2 \text{ ت A}) \Rightarrow \left| \frac{19.7625 - 19.7}{19.7625} \right| = \frac{1}{316}$$

$$(3 \text{ ت A}) \Rightarrow \left| \frac{27.5155 - 27.4}{27.5155} \right| = \frac{1}{238.23}$$

$$(B \text{ ت A}) \Rightarrow \left| \frac{34.4285 - 34.5}{34.4285} \right| = \frac{1}{468.38}$$

محاسبه مربوط به تعیین زاویه مسیر :

$$\text{زاویه اولیه دوربین} = 275^\circ$$

$$\text{زاویه ثانویه دوربین} = 230^\circ$$

$$\text{زاویه مسیر انتخابی} = 45^\circ$$

محاسبه مربوط به پیاده کردن مسیر عمود بر مسیر اصلی با دوربین نیوو :

$$\text{زاویه اولیه دوربین} = 275^\circ$$

$$\text{زاویه ای که بر مسیر اصلی عمود است} \Rightarrow 230^\circ + 90^\circ = 365^\circ$$

$$= 5^\circ$$

بحث و نتیجه گیری :

با توجه به هدف انجام این آزمایش که تعیین فاصله ی میان دو ایستگاه به دو روش اندازه گیری با متر و دوربین نیوو و همچنین تعیین زاویه بین دو مسیر با دوربین ، پیاده کردن مسیر عمود بر مسیر اصلی با دوربین است . با رفتن به محل آزمایش و انجام آزمایشات فوق و مشاهدات پی برده شد که هر دو روش دارای معایب و محاسنی هستند و در هر دو روش خطاهایی ناخواسته به وجود می آید . این خطاها که اغلب ناشی از افقی نبودن و هموار نبودن زمین ، خطای اشتباه در طول متر ، خطای انحراف از مسیر مستقیم (اصلی) و یا خطای ناشی از دید و خواندن غلط اعداد و ارقام می باشد .

با توجه به اینکه خطای متر های فلزی بین $1/3000$ تا $1/5000$ و خطای دوربین $1/300$ تا $1/500$ است یعنی خطای اندازه گیری دوربین بیشتر از متر است اما متر هم معایب دیگری دارد . مثلاً خطاهای متر به دلیل شکم کردن ، شکستن ، ویا تغییر طول ناشی از کشیدن طولانی ، اندازه واقعی را نشان نمی دهد . در هنگام استفاده از متر برای مسیر های طولانی زمان بیشتری لازم است همچنین اگر مسیر طولانی را بخواهیم به یکباره با متر اندازه گیری کنیم (حدود 50 متر) خطاهای اندازه گیری بالاتر می رود ، اما برای مسافت های کوتاه متر خطای کم تری نسبت به دوربین دارد و بهتر است برای مسافت های کوتاه از متر استفاده کنیم . در اندازه گیری با دوربین هر چند که خطای بیشتری هم دارد اما سرعت عمل را بالا می برد و زمان کمتری حدر می رود . خطا در دید ، تکان خوردن و عمود نبودن شاخص می تواند از خطاهای دیگر دوربین باشد . اما باید توجه داشت دوربین تا جایی را به یکباره می تواند اندازه بگیرد که انحنای زمین تأثیر زیادی بر فاصله نداشته باشد . همچنین تعیین زاویه بین دو مسیر یا عمود کردن یک مسیر بر مسیر اصلی با توجه به اینکه خود دوربین دارای درجه بندی زاویه است به راحتی می توان مقدار زاویه و یا مسیر اصلی را پیدا کرد اما اگر بخواهیم با متر این کار را انجام دهیم اولاًکه مدت زمان بیشتری لازم است ثانیاًبه نیروی انسانی بیشتری نیازمندیم.