

## فصل دوازدهم

# خطاها در ترازیابی هندسی



## هدف های رفتاری :

- پس از آموزش و مطالعه‌ی این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود بتواند:
- ۱- منابع خطا در ترازیابی هندسی را نام ببرد.
  - ۲- مهم‌ترین خطاهای دستگاهی در ترازیابی را نام ببرد.
  - ۳- خطای کلی‌ماسیون در ترازیابی هندسی را شرح بدهد و روش عملی حذف آن را بیان کند.
  - ۴- مهم‌ترین خطاهای طبیعی در ترازیابی هندسی را نام ببرد.
  - ۵- مهم‌ترین خطاهای انسانی در ترازیابی هندسی را نام ببرد.
  - ۶- اشتباهات متداول در ترازیابی هندسی را نام ببرد و طریقه حذف هر کدام را بیان کند.
  - ۷- انواع خطاها در ترازیابی هندسی را از نظر منبع خطا و نوع آن دسته‌بندی کند.

قبل از مطالعه‌ی این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود با مطالب زیر آشنا باشد:

- ۱- آشنایی با مفاهیم اولیه‌ی ترازیابی
- ۲- آشنایی با ترازیابی هندسی و طریقه‌ی انجام آن

: مطالب پیش نیاز

## مقدمه - خطاها در ترازایی هندسی

همان گونه که می‌دانیم، هر اندازه‌گیری با یک سری خطا و اشتباه همراه است. در عملیات ترازایی نیز مانند سایر اندازه‌گیری‌ها با خطاها و اشتباهاتی رو به رو هستیم. بنابراین لازم است عملیات ترازایی را با کنترل مستمر توأم کنیم تا بتوانیم جلوی اشتباهات را بگیریم و از طرف دیگر تا حد امکان دیگر خطاها را به حداقل ممکن برسانیم.

در این فصل با منابع خطاها و متداول‌ترین اشتباهات در ترازایی آشنا خواهید شد.

بیش‌تر بدانیم . . .



سایت رسمی سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح  
این سازمان در سال ۱۳۰۰ هجری شمسی  
تشکیل شد.

<http://www.ngo.ir>

برای کاهش خطاها باید آن‌ها را از نظر منابع خطاها در ترازایی مورد بررسی قرار داد. منابع ایجاد خطا در ترازایی به سه دسته‌ی خطاهای «دستگاهی»، «طبیعی» و «انسانی» به شرح زیر تقسیم می‌شوند:

#### ۱- خطاهای دستگاهی:

این خطاها در ترازایی به خود دستگاه مربوط می‌شود که مهم‌ترین آن‌ها خطای «کلیماسیون» است و دیگر عواملی که باعث خطای دستگاهی می‌گردند عبارت‌اند از:

- تنظیم نبودن ترازهای کروی و استوانه‌ای
  - خطای پارالاکس دستگاه (خطای واضح نبودن تصویر و تارهای رتیکول)
  - انحنای پیدا نمودن شاخص (تاب برداشتن)
  - خطای ناشی از تقسیمات یا درجه بندی شاخص
  - خطای ناشی از سالم نبودن سه پایه‌ی دستگاه
  - خطای صفر یا مبنای شاخص (یعنی عدد صفر شاخص در پائین‌ترین نقطه‌ی آن قرار نگرفته باشد).
  - خطای کلیماسیون
- در این جا خطای کلیماسیون توضیح داده می‌شود.

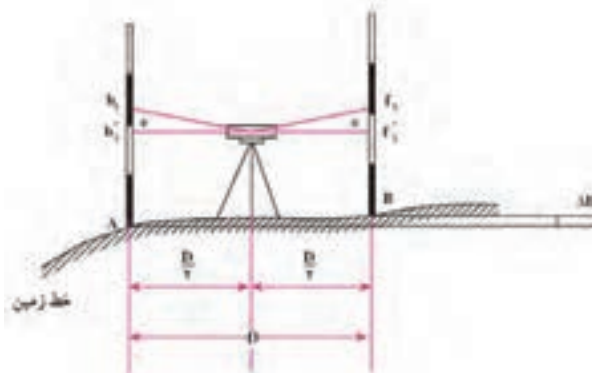
**خطای کلیماسیون (Collimation error):** هرگاه محور نشانه روی (که به آن محور کلیماسیون نیز می‌گویند) افقی نباشد در این صورت می‌گویند دستگاه دارای خطای کلیماسیون است. در این وضعیت محور نشانه روی نسبت به امتداد افق دوربین، انحرافی به اندازه‌ی زاویه‌ی  $\alpha$  دارد. بنابراین باید مقدار خطا را به دست آوریم و اختلاف ارتفاع تعیین شده را تصحیح نماییم. یا محور کلیماسیون را تنظیم نماییم تا اختلاف ارتفاعی که با دستگاه به دست می‌آید عاری از خطای کلیماسیون باشد.

معمولاً قبل از انجام کار ترازایی باید دستگاه را کنترل نمود تا در صورت داشتن خطای کلیماسیون مقدار آن محاسبه گردد و در محاسبات بعدی منظور شود تا اختلاف ارتفاع تصحیح شده به دست آید. برای کنترل این خطا دو روش به کار می‌رود:

- روش دستگاهی: در این روش از دستگاهی به نام «کلیمیشن سیستم (Collimation System)» برای اندازه‌گیری و حذف خطای کلیماسیون استفاده می‌شود.

- روش صحرائی (عملی)

روش عملی حذف خطای کلیماسیون: به طوری که در روش تعیین خطای کلیماسیون ملاحظه گردید، اگر فاصله‌ی دستگاه ترازیب از شاخص‌ها مساوی باشد عملاً خطای کلیماسیون در محاسبات حذف می‌گردد و اختلاف ارتفاع واقعی به دست می‌آید (شکل ۱۲-۱).



$$\text{واقعی} \quad \Delta H_{(A,B)} = b'_1 - f'_1$$

$$\text{قرائت شده} \quad \Delta H_{(A,B)} = b_1 - f_1$$

$$= (b'_1 + e) - (f'_1 + e) = (b'_1 - f'_1) + e - e$$

$$= b'_1 - f'_1 = \Delta H_{(A,B)} \quad \text{واقعی}$$

شکل ۱۲-۱. روش عملی حذف خطای کلیماسیون

از معادلات بالا به این نتیجه می‌رسیم که با قرار دادن دستگاه ترازیب در فاصله مساوی نسبت به شاخص‌ها با کم کردن قرائت‌های انجام شده از هم، یعنی  $b_1 - f_1$  عملاً اختلاف ارتفاع واقعی یعنی  $b'_1 - f'_1$  به دست می‌آید.

بیش‌تر بدانیم . . .



سایت رسمی سازمان فضایی  
ایران

<http://isa.ir>



بنابراین توصیه می گردد که : همواره (حتی اگر دستگاه تراز یاب خطای کلیماسیون نداشته باشد)، دستگاه در فاصله ی مساوی نسبت به شاخص ها قرار داده شود زیرا علاوه بر این که این عمل باعث حذف خطای کلیماسیون می گردد خطاهایی چون کرویت و انکسار را نیز حذف می کند.

## ۲- خطای طبیعی:

انواع خطاهایی را که در تراز یابی از طبیعت ناشی می شود، خطاهای طبیعی می گوئیم که اهم آن ها در تراز یابی عبارت اند از:

( الف ) خطای کرویت زمین ( curvature error )

( ب ) خطای انکسار ( refraction error )

( ج ) خطاهای ایجاد شده توسط عوامل جوی ( مانند بادهای شدید، گرما، سرما، ... )

روش عملی حذف خطاهای کرویت و انکسار:

مشابه روشی که برای حذف عملی خطای کلیماسیون در هنگام عملیات گفته شد، با قرار دادن دستگاه تراز یاب در فواصل مساوی نسبت به شاخص ها عملاً خطاهای کرویت و انکسار در محاسبات حذف می شود و اختلاف ارتفاع واقعی به دست می آید.

## ۳- خطاهای انسانی:

منبع اصلی این خطاها انسان است که معمولاً هنگام عملیات تراز یابی در اثر بی توجهی به اصول صحیح کار به وجود می آید، که مهم ترین آن ها عبارت اند از:

( الف ) دقیق تراز نکردن تراز کروی؛

( ب ) واضح و روشن نکردن تارهای رتیکول؛

( ج ) انحراف شاخص به جلو و یا عقب؛

( د ) انحراف شاخص به راست یا چپ؛

( ه ) خطای ناشی از ناپایدار بودن پایه های دوربین در زمین های نرم؛

( و ) خطای ناشی از قرار دادن شاخص در محل های نشست پذیر؛

( ز ) انتخاب فاصله ی زیاد برای قرائت ها که متناسب با دقت دوربین نباشد.

( ح ) تراز یابی در شرایط جوی نامناسب مانند نبودن نور کافی یا ...

( ط ) عدم قبول مسئولیت و وجدان کاری و اخلاق حرفه ای .

هنگام انجام عملیات ترازیبی ممکن است اشتباهاتی به وجود آید، از جمله:

الف) اشتباه قرائت کردن تار بالا یا پائین به جای تار وسط؛

ب) اشتباه در ثبت قرائت (یعنی عددی را صحیح بخوانیم اما اشتباه یادداشت کنیم)؛

ج) صحیح قرائت نشدن روی شاخص؛

د) انجام محاسبات غلط؛

ه) اشتباه در وارد کردن قرائت در خانه‌های جدول ترازیبی؛

و) اشتباه در انتخاب نقطه هنگام تغییر ایستگاه.

یکی از عواملی که از اشتباهات می‌کاهد کنترل ثبت قرائت‌ها در جدول ترازیبی است.

مثلاً در یک جدول ترازیبی همواره تعداد قرائت‌های عقب با جلو برابر است و نیز اولین نقطه

در جدول دارای قرائت عقب (B.S) است و قرائت جلو ندارد. همچنین، آخرین نقطه در جدول

دارای قرائت جلو (F.S) است و قرائت عقب ندارد. از طرف دیگر در تغییر مکان دوربین

(نقطه‌ی مشترک) همواره هر دو قرائت عقب و جلو را در جدول خواهیم داشت که قرائت جلو

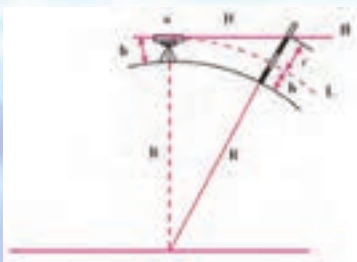
مربوط به ایستگاه قبل و قرائت عقب مربوط به ایستگاه بعد است.

توصیه می‌شود که هنگام ثبت قرائت‌ها کلیه‌ی قرائت‌ها چهار رقمی و به واحد میلی

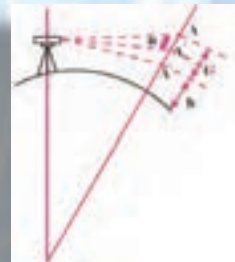


متر ثبت شوند، مثلاً ۳۲۴ میلی متر به صورت ۰۳۲۴ ثبت گردد.

بیش تر بدانیم . . .



تحقیقی در مورد  
خطاهای کرویت و  
انکسار انجام دهید.



## خلاصه ی فصل

- اندازه گیری ها در تراز یابی هندسی مانند هر اندازه گیری دیگری از خطا و اشتباه به دور نیست. اشتباهات را باید حذف کنیم و خطاها را به حداقل برسانیم.
- سه منبع خطا در تراز یابی هندسی وجود دارد: ۱- دستگاه ۲- طبیعت ۳- انسان
- سه نوع خطا در تراز یابی هندسی وجود دارد: ۱- تدریجی (سیستماتیک)
- ۲- اتفاقی (تصادفی) ۳- خطاهای بزرگ
- خطای کلیماسیون در تراز یاب های هندسی در صورتی به وجود می آید که محور نشانه روی دوربین تراز یاب افقی نباشد.
- اگر فاصله دستگاه تراز یاب از شاخص ها مساوی باشد، عملاً خطای کلیماسیون حذف می گردد.

برخی از خطاها در تراز یابی هندسی		
خطا	منبع ایجاد خطا	نوع خطا
تنظیم نبودن ترازهای کروی و استوانه ای	دستگاه	تدریجی
خطای پارالاکس دستگاه	دستگاه	تدریجی
انحنای پیدانمودن شاخص (تاب برداشتن)	دستگاه	تدریجی
خطای ناشی از تقسیمات یادرجه بندی شاخص	دستگاه	تدریجی
خطای کلیماسیون	دستگاه	تدریجی
خطای صفر یا مبنای شاخص	دستگاه	تدریجی
خطاهای ایجاد شده توسط عوامل جوّی	طبیعت	اتفاقی
خطای کرویت زمین	طبیعت	تدریجی
خطای انکسار	طبیعت	تدریجی
خطای ناشی از قراردادن شاخص در محل های نشست پذیر	انسان	اتفاقی
خطای ناشی از ناپایدار بودن پایه های دوربین در زمین های نرم	انسان	اتفاقی
انجام تراز یابی در شرایط جوّی نامناسب	انسان	اتفاقی





### سؤالات تشریحی

- ۱- منابع خطا در ترازیابی هندسی را نام ببرید.
- ۲- شش نمونه از خطاهای دستگاهی در ترازیابی را نام ببرید.
- ۳- دلیل وجود خطای کلیماسیون در ترازیابی هندسی را ذکر کنید و روش‌های حذف آن را توضیح دهید.
- ۴- سه نوع از خطاهایی را که در ترازیابی از طبیعت ناشی می‌شود نام ببرید.
- ۵- چرا خطاهای انسانی در ترازیابی هندسی به وجود می‌آید؟
- ۶- خطاهای انسانی در ترازیابی هندسی را نام ببرید. ( ۸ مورد )
- ۷- شش نمونه از اشتباهات در ترازیابی هندسی را نام ببرید و چگونگی حذف هر کدام را بیان کنید.
- ۸- بی‌توجهی به مسئولیت قبول شده یا رعایت نکردن اخلاق حرفه‌ای چه آسیب‌هایی را در اندازه‌گیری‌ها به وجود می‌آورد؟

### سؤالات جورکردنی

- ۹- خطاهای ستون الف را با منبع خطا در ستون ب تکمیل نمایید.

<u>الف</u>	<u>ب</u>
خطای کرویت	
خطای انکسار	انسان
تعیین فواصل زیاد برای قرائت‌ها	
انحراف شاخص به جلو	دستگاه
خطای پارالاکس	
خطای صفر شاخص	طبیعت
۱۰- خطای ستون الف را با نوع خطا در ستون ب تکمیل کنید.	

<u>الف</u>	<u>ب</u>
خطای انکسار	
خطا در اثر باد	تدریجی
تاب برداشتن شاخص	اتفاقی
خطای تقسیمات شاخص	



سؤالات چند گزینه‌ای

۱۱- چگونه می‌توان خطای کلیماسیون را در عملیات ترازیابی هندسی حذف نمود؟

(۱) با دقت بسیار در قرائت تارها

(۲) با قرائت تار بالا و پایین به همراه تار وسط

(۳) با قرار دادن دوربین ترازباب در فاصله‌ی مساوی با دو شاخص

(۴) با کوتاه انتخاب کردن دهنه‌های ترازبابی

۱۲- خطای پارالاکس دستگاه یعنی:

(۱) خطای انحنای پیدا کردن شاخص

(۲) خطای کلیماسیون

(۳) خطای صفر دوربین

(۴) خطای واضح نبودن تصویر

۱۳- با وسط قرار دادن ترازباب تمامی خطاهای زیر حذف می‌شوند به جز:

(۱) خطای کلیماسیون

(۲) خطای پارالاکس

(۳) خطای کرویت

(۴) خطای انکسار

۱۴- تمام خطاهای زیر جزء خطاهای ناشی از طبیعت در ترازبابی هستند به جز:

(۱) قرار گرفتن سه پایه دوربین در زمین‌های نشست پذیر

(۲) خطای کرویت

(۳) خطای انکسار

(۴) خطای ناشی از بادهای شدید