

# خطاها در ترازیابی هندسی

فصل  
دوازدهم



## 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.

بیش تر 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.

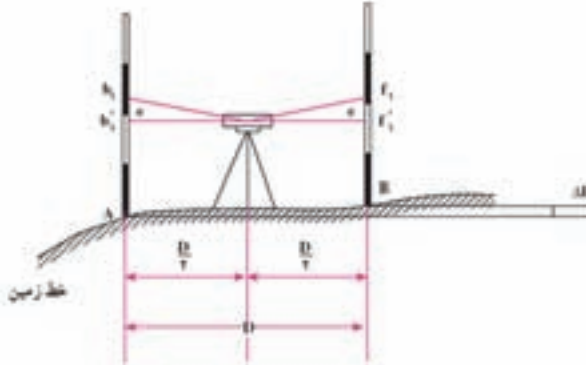
**خطای کلیماسیون (Collimation error):** هرگاه محور نشانه روی (که به آن محور کلیماسیون نیز می‌گویند) افقی نباشد در این صورت می‌گویند دستگاه دارای خطای کلیماسیون است. در این وضعیت محور نشانه روی نسبت به امتداد افق دوربین، انحرافی به اندازه‌ی زاویه‌ی  $\alpha$  دارد. بنابراین باید مقدار خطا را به دست آوریم 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 ۱-۱۲).



$$\begin{aligned} \text{واقعی} \quad \Delta H_{(A,B)} &= b'_1 - f'_1 \\ \text{قرائت شده} \quad \Delta H_{(A,B)} &= b_1 - f_1 \\ &= (b'_1 + e) - (f'_1 + e) = (b'_1 - f'_1) + e - e \\ &= b'_1 - f'_1 = \Delta H_{(A,B)} \quad \text{واقعی} \end{aligned}$$

شکل ۱-۱۲. 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.

بیش تر بدانیم . . .



سایت رسمی سازمان فضایی  
ایران  
<http://isa.ir>



بنابراین توصیه می‌گردد که: همواره (حتی اگر دستگاه تراز یاب خطای کلیماسیون نداشته باشد)، دستگاه در فاصله‌ی مساوی نسبت به شاخص‌ها قرار داده شود زیرا علاوه بر این که این عمل باعث حذف خطای کلیماسیون می‌گردد خطاهایی چون کرویت و انکسار را نیز حذف می‌کند.

## ۲- خطای طبیعی:

انواع خطاهایی را که در تراز یابی از طبیعت ناشی می‌شود، خطاهای طبیعی می‌گوییم که اهم آن‌ها در تراز یابی عبارت‌اند 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 شاخص‌ها عملاً خطاهای کرویت و انکسار در محاسبات حذف می‌شود و اختلاف ارتفاع واقعی به دست می‌آید.

## ۳- خطاهای انسانی:

منبع اصلی این خطاها انسان است که معمولاً هنگام عملیات تراز یابی در اثر بی‌توجهی به اصول صحیح کار به وجود می‌آید، که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند 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 پایه‌های دوربین در زمین‌های نرم؛

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

( ز ) انتخاب فاصله‌ی زیاد برای قرائت‌ها 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 حرفه‌ای .

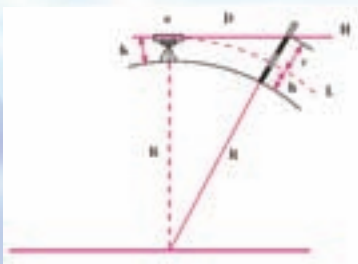
هنگام انجام عملیات ترازایی ممکن است اشتباهاتی به وجود آید، از جمله:

- 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 ترازایی؛
- و) اشتباه در انتخاب نقطه هنگام تغییر ایستگاه.

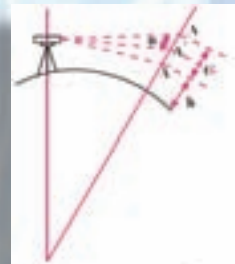
یکی از عواملی که از اشتباهات می‌کاهد کنترل ثبت قرائت‌ها در جدول ترازایی است. مثلاً در یک جدول ترازایی همواره تعداد قرائت‌های عقب با جلو برابر است و نیز اولین نقطه در جدول دارای قرائت عقب (B.S) است و قرائت جلو ندارد. همچنین، آخرین نقطه در جدول دارای قرائت جلو (F.S) است و قرائت عقب ندارد. از طرف دیگر در 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

- اندازه‌گیری‌ها در ترازیبی هندسی مانند هر اندازه‌گیری دیگری از خطا و اشتباه به دور نیست. اشتباهات را باید حذف کنیم و خطاها را به حداقل برسانیم.
- سه منبع خطا در ترازیبی هندسی وجود دارد: ۱- دستگاه ۲- طبیعت ۳- انسان
- سه نوع خطا در ترازیبی هندسی وجود دارد: ۱- تدریجی (سیستماتیک)
- ۲- اتفاقی (تصادفی) ۳- خطاهای بزرگ
- خطای کلیماسیون در ترازیب‌های هندسی در صورتی به وجود می‌آید که محور نشانه روی دوربین ترازیب افقی نباشد.
- اگر فاصله دستگاه ترازیب از شاخص‌ها مساوی باشد، عملاً خطای کلیماسیون حذف می‌گردد.

| برخی از خطاها در ترازیبی هندسی                             |                |         |
|--|----------------|---------|
| خطا  | منبع ایجاد خطا | نوع خطا |
| تنظیم نبودن ترازهای کروی و استوانه‌ای                      | دستگاه         | تدریجی  |
| خطای پارالاکس دستگاه                                       | دستگاه         | تدریجی  |
| انحنای پیدانمودن شاخص (تاب برداشتن)                        | دستگاه         | تدریجی  |
| خطای ناشی از تقسیمات یادرجه‌بندی شاخص                      | دستگاه         | تدریجی  |
| خطای کلیماسیون   | دستگاه         | تدریجی  |
| خطای صفر یا مبنای شاخص                                     | دستگاه         | تدریجی  |
| خطاهای ایجادشده توسط عوامل جوّی                            | طبیعت          | اتفاقی  |
| خطای کرویت زمین  | طبیعت          | تدریجی  |
| خطای انکسار  | طبیعت          | تدریجی  |
| خطای ناشی از قراردادن شاخص در محل‌های نشست‌پذیر            | انسان          | اتفاقی  |
| خطای ناشی از ناپایدار بودن پایه‌های دوربین در زمین‌های نرم | انسان          | اتفاقی  |
| انجام ترازیبی 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>ب</u> | <u>الف</u>  |
|----------|---|
| انسان    | خطای کرویت  |
| دستگاه   | خطای انکسار   |
| طبیعت    | تعیین فواصل زیاد برای قرائت‌ها                        |
|          | انحراف شاخص به جلو                                    |
|          | خطای پارالاکس   |
|          | خطای صفر شاخص   |
|          | ۱۰- خطای ستون الف را با نوع خطا در ستون ب تکمیل کنید. |

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



سؤالات چند گزینه‌ای

- ۱۱- چگونه می‌توان خطای کلیماسیون را در عملیات ترازیبی 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 ترازیب در فاصله‌ی مساوی با دو شاخص
  - ۴) با کوتاه انتخاب کردن دهنه‌های ترازیبی
- 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 ترازیب 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 ترازیبی 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