

## اشتباه و خطا در نقشه برداری

هدف های رفتاری : از دانش آموز انتظار می رود در پایان این فصل :

- ۱- خطا را تعریف کند.
- ۲- انواع خطا را توضیح دهد.
- ۳- عوامل ایجادکننده خطاها را بیان کند.

### تعریف اندازه گیری

پایه و اساس همه ی کارهای نقشه برداری، اندازه گیری است؛ به ویژه اندازه گیری طول و زاویه که بیشتر آن در روی زمین و با وسایل نقشه برداری انجام می گیرد. بنابراین مجموعه ی عوامل انسان، محیط و دستگاه در نتایج اندازه گیری ها سهیم می باشند و هر کدام از این سه عامل، در به دست آمدن اندازه های دقیق و خوب یا برعکس، نتایج غیر دقیق و اشتباه، مؤثر هستند.

### ۱-۲- تعریف خطا در نقشه برداری

اگر اندازه ی واقعی یک کمیت، مانند طول یا زاویه را  $x$  و مقداری را که از اندازه گیری به دست آورده ایم  $x_1$  بنامیم، اختلاف مقدار اندازه گیری شده و مقدار واقعی را «خطا»<sup>۱</sup> می نامیم و آن را با حرف «e» نمایش می دهیم و داریم :

$$e = x - x_1$$

### ۲-۲- انواع خطا

۱-۲-۲- اشتباه : هرگاه خطا از حد معین تعیین شده بیشتر باشد به آن «اشتباه» می گویند.

مقدار اشتباه معمولاً بزرگ می باشد؛ به گونه ای که با کنترل مشاهدات به راحتی می توانیم آن را پیدا نموده حذف کنیم. در حالی که خطاهای دیگر را نمی توان به راحتی حذف کرد و در بسیاری

موارد فقط می توانیم آن ها را کاهش دهیم.

مثال : برای پیدا کردن طول یک قطعه زمین آن را پنج بار

اندازه گیری کرده ایم و اعداد زیر به دست آمده است.

۴۵/۳۸ و ۴۵/۳۷ و ۵۴/۳۶ و ۴۵/۳۹ و ۴۵/۳۸

آشکار است که عدد ۵۴/۳۶ اشتباه می باشد، چون چهار

عدد دیگر همگی ۴۵ می باشند و اختلاف ۵۴ و ۴۵ فاحش می باشد

و به خوبی اشتباه بودن آن را نشان می دهد. حتی به احتمال بسیار

زیاد می توانیم بگوییم که نویسنده به جای نوشتن ۴۵؛ اشتباهاً دو

رقم ۴ و ۵ را جا به جا کرده و ۵۴ نوشته است.

پس از حذف اشتباه برای پیدا کردن مناسب ترین اندازه برای

طول قطعه زمین میانگین آن ها را حساب می کنیم.

*منشأ اشتباهات* : بروز اشتباه در نقشه برداری عموماً به دو

عامل بستگی دارد :

بدکار کردن و معیوب بودن وسایل اندازه گیری به وجود می آید و راه پیشگیری از آن ها کنترل مستمر وسایل می باشد. به این ترتیب که قبل از آن که وسایل را به منطقه ی مورد نظر حمل کنیم باید در محل انبار سالم بودن و صحیح کار کردن آن ها را کنترل نماییم (در مورد هر وسیله در درس مربوطه این کار توضیح داده خواهد شد).  
 هنگام حمل و هنگام کار با وسایل نقشه برداری نیز باید نهایت سعی خود را انجام دهیم تا از ضربه و صدمه خوردن به آن ها جلوگیری شود.

الف) بدفهمی یا حواس پرتی انسان (منشأ انسانی).  
 ب) معیوب بودن وسایل اندازه گیری (منشأ دستگاهی).  
 از آن جا که عمده ی اشتباهات، ناشی از حواس پرتی و بدفهمی حواس انسانی است ابتدا به توضیح آن می پردازیم.  
**اشتباه با منشأ انسانی:** انسان در صورت عدم سلامت حواس پنج گانه ی خویش در انجام فعالیت های دقیق نقشه برداری همانند خواندن، نوشتن، محاسبه و ترسیم دچار اشتباه می گردد.  
**اشتباه با منشأ دستگاهی:** این اشتباهات اغلب به دلیل

نمونه هایی از اشتباهات رایج در نقشه برداری و روش های پیشگیری از اشتباه

اشتباه	روش پیشگیری
<p>— اشتباهی گرفتن نقاط: هنگامی که عامل با چشم غیر مسلح یا با دوربین نقشه برداری به نشانه ها و علامات نگاه می کند یا نقاطی را مورد اندازه گیری قرار می دهد، ممکن است نقطه ای را به جای نقطه ی دیگر اشتباه بگیرد (همین اشتباه را ممکن است سایر افراد نیز انجام دهند)</p> <p>— اشتباه در قرائت اندازه ها: ممکن است عامل هنگام قرائت اندازه ها، به طور مثال عدد ۱۳۲ را ۱۲۳ بخواند، زاویه ی ۳۵ درجه را ۳۵ گراد قرائت نماید و یا دسی متر و سانتی متر را به جای هم دیگر، اشتباه قرائت نماید</p> <p>— اشتباه در اعلام اندازه ها: ممکن است عامل هنگام اندازه گرفتن درست عمل کرده باشد و درست دیده و فهمیده باشد اما هنگام جاری کردن آن بر زبان دچار اشتباه شود</p> <p>— اشتباه در شنیدن: این اشتباه ممکن است به علت وجود صداهای مزاحم در محیط، باد شدید، پوشیده بودن گوش با کلاه ضخیم به علت سرما، ضعیف بودن صدای عامل، سنگین بودن گوش شنونده، لکنت زبان عامل یا به هر دلیل دیگری به وجود بیاید و برای مثال، نویسنده عدد ۲ را با ۹ یا عدد ۳ را با ۳ اشتباه کند</p> <p>— اشتباه در نوشتن: نویسنده هنگام ثبت اندازه ها ممکن است جای رقم ها را عوضی بنویسد؛ مثلاً به جای ۷۸ بنویسد ۸۷ همین طور ممکن است اندازه ی یک کمیت را در ستون کمیتی دیگر بنویسد</p> <p>ممکن است نویسنده هنگام نوشتن نام نقطه یا شرح نقطه اشتباه کند</p> <p>ممکن است نویسنده جای ممیز را در اعداد اعشاری جا به جا بنویسد؛ مثلاً ۳ متر و ۵ سانتی متر را به جای ۵ / ۳، به صورت ۳ / ۵ بنویسد و دچار یک اشتباه ۴۵ سانتی متری شود</p>	<p>باید کروکی دقیقی از محل و عوارض آن و نیز نقاطی که به طور مصنوعی با میخ، چوب یا رنگ معین شده، در دست عامل یا نویسنده باشد و مرتب با توجه به آن موقعیت افراد را کنترل کند</p> <p>اولاً، بالای هر برگه ی اندازه گیری نوع وسیله و واحد اندازه گیری باید ذکر گردد ثانیاً، عامل حداقل هر قرائت را باید دوبار انجام دهد (البته هر بار باید از نو ارقام و اندازه ها را به دقت نگاه کرده و بخواند)</p> <p>دوبار قرائت کردن برای رفع این اشکال مؤثر است و احتمال این که عامل بار دوم را نیز اشتباه اعلام کند، کاهش می دهد</p> <p>این که عامل دوبار قرائت می کند می تواند چاره ای برای این مشکل باشد و نویسنده باید پس از شنیدن بار دوم، قرائت مورد نظر را یادداشت کند نویسنده هرگز نباید آنچه را که مشکوک شنیده بنویسد، بلکه باید از عامل بخواهد بار دیگر با صدای بلند قرائت مورد نظر را تکرار نماید خود نویسنده نیز هنگام نوشتن، باید آنچه را می نویسد بخواند تا گوینده درستی آن را تصدیق نماید</p> <p>همان طور که گفته شد اگر نویسنده آنچه را نوشته یک بار دیگر به دقت نگاه کرده بخواند، جا به جایی رقم ها معلوم می شود و برای درست نوشتن اعداد در ستون ها بهتر است کار قرائت هماهنگ با ستون های جدول انجام شود توجه به کروکی و مشورت با عامل در مورد نام و شرح نقطه می تواند مفید باشد</p> <p>برای جلوگیری از این اشتباه بهتر است دقت کار از همان ابتدا معین شود و اگر اندازه گیری بر حسب سانتی متر انجام می شود همه ی اندازه ها را با دو رقم اعشار بنویسند حتی اگر سانتی متر یک اندازه صفر باشد، مثلاً ۳ متر را به صورت ۳ / بنویسند</p>

**۲- کنترل از طریق مقایسه با یک مدل ریاضی:** در این روش اندازه‌های به دست آمده را با یک مدل ریاضی مقایسه می‌کنیم؛ مثلاً اگر در مثلث ABC اندازه‌ی سه زاویه‌ی A و B و C را به دست آورده‌ایم می‌توانیم آن‌ها را با یک مدل ریاضی - که براساس آن: مجموع سه زاویه‌ی داخلی هر مثلث  $180^\circ$  است - محک بزنیم. اگر مجموع سه زاویه  $180^\circ$  درجه یا حتی خیلی نزدیک به آن بود احتمالاً اندازه‌های به دست آمده ممکن است بدون اشتباه باشند.

حقیقت این است که هم روش تکرار و هم روش مقایسه با مدل ریاضی به تنهایی کامل نیستند و معمولاً برای کارهای دقیق هر دو روش را با هم به کار می‌برند؛ یعنی مشاهده را چندبار اندازه‌گیری می‌کنند و اندازه‌ای را که با بقیه اختلاف زیادی دارد اشتباه تلقی کرده، حذف می‌کنند و هم این که اندازه‌های به دست آمده را با یک مدل ریاضی مقایسه می‌کنند تا اشتباهات پنهان را آشکار کنند.

توجه به این نکته ضروری است که هر چند اشتباه ممکن است آن قدر بزرگ باشد که حتی با یک بار اندازه‌گیری نیز قابل تشخیص باشد (مانند وقتی که اندازه عرض یک اتاق را که ظاهراً ۴ متر است  $4^\circ$  متر به دست آورده باشند) اما غالباً پیدا کردن اشتباه به این سادگی امکان‌پذیر نیست و باید نقشه برداران با روش‌های کنترلی مناسب آن‌ها را یافته و حذف نمایند.

**۲-۲-۲ خطاهای سیستماتیک (دستگاهی):** خطاهایی هستند که همیشه در یک جهت ظاهر می‌شوند یعنی کمیتی مانند زاویه یا طول را به طور منظم کاهش و یا افزایش می‌دهند. و چون این خطاها اکثراً منشأ دستگاهی دارند به آن‌ها خطاهای دستگاهی نیز می‌گویند. مثلاً مترهای فلزی در درجه حرارت بالای حد استاندارد افزایش طول خواهند داشت در نتیجه فواصل را کمتر از اندازه واقعی اندازه‌گیری خواهد شد.

**۲-۲-۳ خطای اتفاقی:** خطایی است که دیگر اشتباه و خطاهای سیستماتیک در آن موجود نیست و ما اطلاعی از مبنا و منشأ آن نداریم. به چنین خطاهایی که مبنا و منشأ شناخته شده‌ای نداشته و در جهتی خاص ظاهر نمی‌شوند، خطای اتفاقی می‌گویند رفتار این خطاها مشخص نبوده، به صورت اتفاقی ظاهر می‌شوند

در حین انجام کار با هر وسیله نیز باید، پی‌درپی مواظب صحیح کار کردن آن باشیم و هرگز از کنترل صحت کار کردن دستگاه‌های اندازه‌گیری غافل نشویم. پس از پایان کار نیز باید وسایل را با دقت جمع و به محل انبار حمل نماییم.

### روش شناسایی و حذف اشتباهات باقی مانده در اندازه‌گیری‌ها

با همه‌ی تمهیدات و مواظبت‌هایی که انجام آن‌ها توصیه گردید باز هم امکان اشتباه در اندازه‌گیری‌ها وجود دارد؛ بنابراین، باید روش‌هایی به کار ببریم تا اگر در مواردی موفق نشده‌ایم از اشتباه در اندازه‌گیری‌ها جلوگیری نماییم، قبل از ترک محل عملیات صحرائی، اشتباهات موجود را پیدا کرده، در صورت نیاز، اندازه‌گیری‌های صحیح را به جای اندازه‌گیری‌های اشتباه به کار ببریم (توجه کنید که در بعضی موارد، محل اندازه‌گیری‌ها ممکن است در نقطه‌ی بسیار دوری قرار گرفته باشد و هزینه مراجعه مجدد به محل زیاد باشد یا ممکن است کار از نظر زمانی به تأخیر بیفتد.)

بهترین راه برای مبارزه با اشتباه در نقشه‌برداری «کنترل» است، به همین دلیل در نقشه برداری، کار بدون کنترل فاقد ارزش است و استفاده از اندازه‌های کنترل نشده بسیار مضر و خطرناک می‌باشد.

کنترل، در کلیه‌ی مراحل تهیه‌ی نقشه، از شناسایی و اندازه‌گیری گرفته تا محاسبه و ترسیم اعمال می‌شود تا نتیجه کار نقشه‌برداری که همان نقشه است، دقیق و مطمئن باشد. در قسمت قبل، از کنترل تکنیکی عوامل انسانی و کنترل فنی وسایل صحبت کردیم. در این قسمت از کنترل اندازه‌های به دست آمده صحبت می‌کنیم. در نقشه‌برداری معمولاً نتایج اندازه‌گیری‌ها را به دور روش کنترل می‌کنیم:

**۱- کنترل از طریق تکرار اندازه‌گیری‌ها:** در این روش برای کنترل اشتباه نبودن اندازه‌ی به دست آمده، اندازه‌گیری را دو یا چند بار انجام می‌دهند؛ مثلاً برای به دست آوردن اندازه‌ی یک زاویه دو یا چند بار آن را اندازه‌گیری می‌کنند یا برای اندازه‌گیری یک طول آن را به صورت رفت و برگشت اندازه‌گیری می‌نمایند.

- یعنی تأثیر این خطاها در یک جهت نیست، بلکه ممکن است تأثیر آن‌ها مثبت یا منفی باشد.
- عوامل ایجاد کننده‌ی خطاها :** سرمنشأ ایجاد خطاها سه عامل طبیعت، انسان و دستگاه هستند که هر یک به گونه‌ای در ایجاد خطاها مؤثرند. برای هر وسیله‌ی اندازه‌گیری و روشی که برای اندازه‌گیری به کار می‌بریم خطاها باید به طور جداگانه مورد بحث و بررسی قرار گیرند؛ مثلاً برای اندازه‌گیری طول با متر فلزی تأثیر درجه‌ی حرارت را بر روی آن بررسی می‌کنند و برای یک دوربین نقشه‌برداری که با شعاع نور سرو کار دارد باید خطای ایجاد شده توسط شکست نور در لایه‌های هوا را مورد بررسی قرار داد. در این قسمت این خطاها را به طور اجمالی نام می‌بریم.
- خطاهایی که منشأ طبیعی دارند :**
- ۱- خطای ناشی از تأثیر کروی بودن زمین بر روی طول‌ها؛
  - ۲- خطای ناشی از تأثیر درجه‌ی حرارت هوا بر روی وسایل اندازه‌گیری؛
  - ۳- خطای ناشی از تأثیر تشعشع نور خورشید روی وسایل اندازه‌گیری؛
  - ۴- خطای ناشی از انکسار نور در لایه‌های هوا؛
  - ۵- خطای ناشی از تأثیر بادهای شدید روی وسایل نقشه‌برداری.
- خطاهایی که منشأ انسانی دارند :**
- ۱- خطای انسان در تنظیم وسایل اندازه‌گیری؛
  - ۲- خطای انسان هنگام حدس زدن خورده‌های اندازه‌ها (اعشار اندازه‌ها).
- خطاهایی که منشأ دستگاهی دارند :**
- ۱- خطای تقسیمات روی قسمت‌های مدرج دستگاه؛
  - ۲- خطای تنظیم نبودن پیچ‌ها، اتصالات و محورهای دستگاه.

### به این پرسش‌ها پاسخ دهید



- ۱- خطا را تعریف کنید.
- ۲- انواع خطا را نام ببرید.
- ۳- اشتباه را در نقشه‌برداری توضیح دهید.
- ۴- خطای سیستماتیک را در نقشه‌برداری تشریح کنید.
- ۵- خطای اتفاقی را بیان کنید.
- ۶- عوامل ایجاد کننده‌ی خطاها را بیان کنید.
- ۷- خطاهایی را که منشأ طبیعی دارند، بیان کنید.
- ۸- خطاهایی را که منشأ انسانی دارند، بیان کنید.
- ۹- خطاهایی را که منشأ دستگاهی دارند، بیان کنید.



۱- فاصله‌ای را پنج بار اندازه‌گیری کرده‌ایم و اعداد زیر به دست آمده است :

۶۱۱/۹۵ ، ۶۱۲/۰۵ ، ۶۱۱/۹۵ ، ۶۱۲/۰۱ ، ۶۱۲/۰۹

اندازه‌ی میانگین را به دست آورید.

۲- فاصله‌ای را با دستگاه فاصله یاب الکترونیکی  $1^\circ$  بار اندازه‌گیری کرده و اعداد زیر را ثبت کرده‌ایم :

۸۷۱/۹۸۸ ، ۸۷۱/۹۸۰ ، ۸۷۱/۹۰۸ ، ۷۸۱/۹۸۶ ، ۸۷۱/۹۸۰ ، ۸۷۱/۹۸۸ ، ۸۷۱/۹۸۱ ، ۸۷۱/۹۸۳ ، ۸۷۱/۹۸۴ ،

۸۷۱/۹۹۰.

مطلوبست :

الف - مشخص کردن اندازه‌ی مشکوک و حذف آن

ب - محاسبه‌ی میانگین اندازه‌های صحیح

۳- طول کلاس خود را ده بار اندازه‌گیری کرده و اندازه‌ی میانگین را محاسبه کنید.