

◀ بخش دوم:
خطاها

عوامل خطا:

۱. خطای انسانی
۲. خطای دستگاهی
۳. خطای محیطی

انواع خطا

الف) اشتباه (Gross error/Blunder)

انحرافی که در نتیجه عدم دقت عامل یا نقص مشخص دستگاه ایجاد میشود.

کار بدون کنترل = کار اشتباه

روشهای کنترل:

۱. روش مستقیم: تکرار دوباره عمل (تغییر در روش اندازه گیری)

۲. روش غیر مستقیم: استفاده از روش دیگر

انواع خطا

(ب) خطای سیستماتیک یا تدریجی

خطاهایی که در شرایط مشابه اندازه گیری ، مقدار و جهت آنها ثابت می ماند. این خطا ماهیت جمع شونده دارد.

ویژگی: تخیرات، تابع فرمول و قانونی است که آن را تعریف می کند و بدین صورت قادر به تصحیح آن هستیم.

- با افزایش مشاهدات نمی توان خطای سیستماتیک را کاهش داد. مقدار و علامت خطای سیستماتیک ثابت است و به تدریج (روی هم جمع می شوند).
- برای اینکه مقدار نوع دستگاهی این خطا را کاهش بدهیم، باید هر چند وقت یکبار دستگاهها کالیبره شوند.

انواع خطا

(ب) خطای تصادفی (random error)

اگر خطاهای موجود حذف شوند، با این وجود در اندازه گیری ها خطایی باقی می ماند که علت آن مشخص نبوده و علامت و اندازه آن قابل تعیین نیست.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$e_i = x_i + x \quad \text{خطای حقیقی:}$$

$$v_i = x_i - \bar{x} \quad \text{خطای ظاهری:}$$

$$e_a = \pm \frac{\sum |v_i|}{n} \quad \text{خطای متوسط حسابی:}$$

$$e_q = \pm \sqrt{\frac{\sum v_i^2}{n-1}} \quad \text{خطای متوسط هندسی:}$$

خطای ماکزیمم

(مرز خطا و اشتباه)

$$e_{\max} = 2.5e_q$$

مثال: طول AB در دفعات متعدد و طبق جدول زیر اندازه گیری شده است، مطلوبست:

(الف) بهترین مقدار برای طول AB

(ب) محاسبه خطای ظاهری هریک از داده ها

(ج) محاسبه خطای متوسط مسابی ، هندسی و ماکسیمم

(د) کشف مشاهده اشتباه

طول (m)	کمیت
۱۳۴۷/۴۷	۱
۱۳۴۷/۵۲	۲
۱۳۴۷/۴۸	۳
۱۳۴۷/۴۹	۴
۱۳۴۷/۵۳	۵
۱۳۴۷/۹۸	۶
۱۳۴۷/۴۹	۷
۱۳۴۷/۵۲	۸

کمیت	طول (m)	خطای ظاهری
۱	۱۳۴۷/۴۷	-۳
۲	۱۳۴۷/۵۲	۲
۳	۱۳۴۷/۴۸	-۲
۴	۱۳۴۷/۴۹	-۱
۵	۱۳۴۷/۵۳	۳
۶	۱۳۴۷/۹۸	حذف
۷	۱۳۴۷/۴۹	۱
۸	۱۳۴۷/۵۲	۲

اشتباه ←

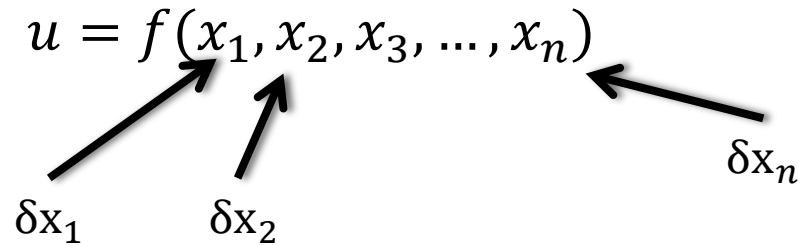
داده اشتباه: ۱۳۴۷/۹۳
میانگین: ۱۳۴۷/۵۰

$$e_q = \pm 2.3 \text{ cm}$$

$$e_a = \pm 2 \text{ cm}$$

$$e_{\max} = \pm 5.8 \text{ cm}$$

خطای مرکب

$$u = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$


نمایش کمیتهها $x_1 \pm \delta x_1$

$$\delta_u = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1} \cdot \delta x_1\right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n} \cdot \delta x_n\right)^2}$$

خطای مرکب

مثال: طول و عرض زمین مستطیلی شکلی به ترتیب $۲۰۰/۰۰$ و $۸۰/۰۰$ متر است. اگر طول با خطای ± ۲ سانتیمتر و عرض با خطای ± ۳ سانتیمتر اندازه گیری شده باشد. مساحت و محیط با چه خطایی بدست می آیند؟

$$P = 2(a + b)$$

$$\delta P = \sqrt{(2 \cdot \delta_a)^2 + (2 \cdot \delta_b)^2} = 0.07 \text{ m}$$

$$S = ab$$

$$\delta S = \sqrt{(b \cdot \delta_a)^2 + (a \cdot \delta_b)^2} = \pm 6.2 \text{ m}^2$$

خطای مطلق

خطای یک اندازه گیری را بطور ساده، خطای مطلق آن گویند.

خطای نسبی

اگر برای کمیتی مانند m ، خطای e منظور شود، نسبت e/m را خطای نسبی می نامند. خطای نسبی را به صورت کسری که در صورت کسر $\frac{e}{m}$ است نشان می دهیم.

مثال: اگر دقت مورد نیاز در اندازه گیری یک مسافت ۵۰۰ متری با یک نوار فلزی ۵۰ متری برابر $1/100000$ و خطای هر دهنه ۵ میلیمتر باشد، اندازه گیری چند مرتبه باید تکرار شود؟

$$\text{خطای مجاز} \quad e = 500 \times \frac{1}{100000} = 0.005 \text{ m}$$

$$\text{تعداد دهنه ها} \quad N = 500/50 = 10$$

$$\text{خطای کل برای یکبار اندازه گیری} \quad \delta = \pm 0.005\sqrt{10}$$

$$\text{خطا میانگین} = \frac{0.005\sqrt{10}}{\sqrt{n}} < e_{\max} \longrightarrow N \geq 10$$