

بسم الله الرحمن الرحيم

بخش دوم

**ابزار اندازه گیری و کنترل
ترم اول سال تحصیلی ۹۸-۹۷**

محمد مزیدی

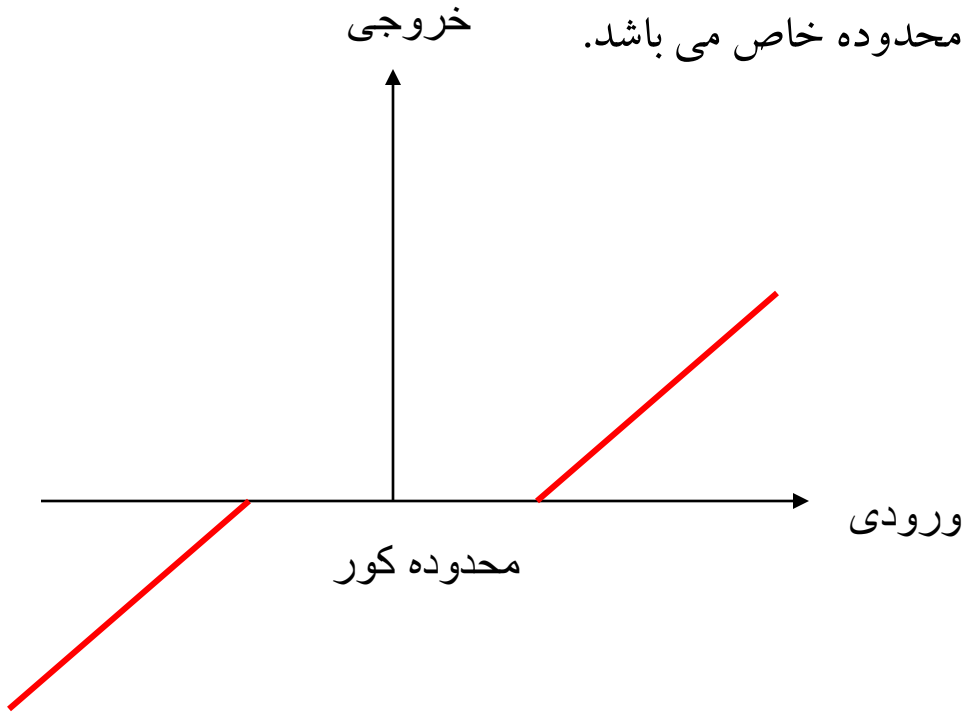
Mazidi.blog.ir

Mohammad.mazidi@iran.ir

مقدمه

□ **لقی (Back lash) :** چنانچه برای محدوده ای از کمیت ورودی، هیچگونه خروجی از وسیله مشاهده نگردد لقی نامیده می شود.

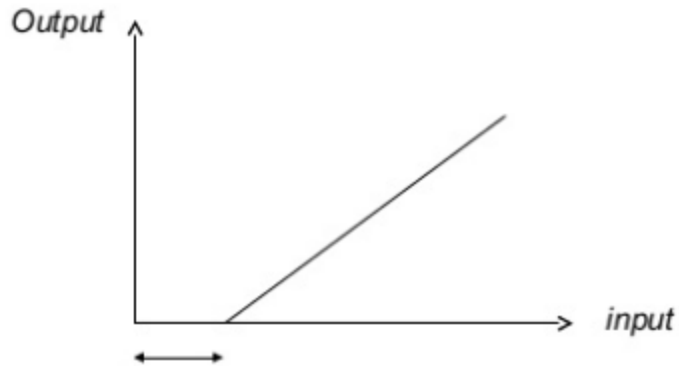
- لقی به مفهوم نداشتن حساسیت دستگاه در یک محدوده خاص می باشد.



- مانند: لقی فرمان وسایل نقلیه

مقدمه

□ آستانه (Threshold): کمترین مقدار ورودی که با ازای آن هیچ مقدار خروجی وجود ندارد.



□ حد تفکیک (Resolution): عبارتست از کوچکترین اندازه تغییرات کمیت مورد نظر که می تواند عنصر اندازه گیر، اندازه گیری کند.

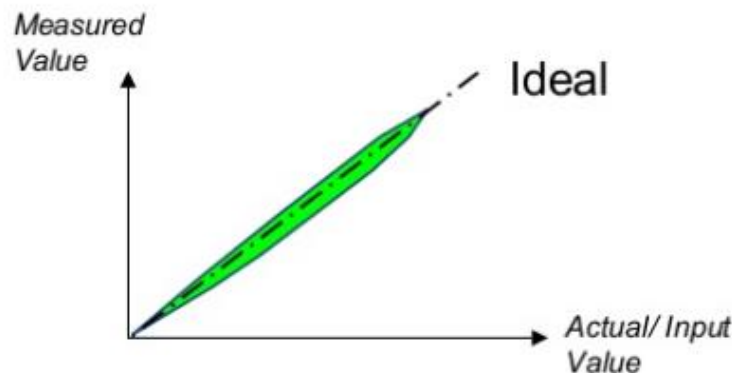
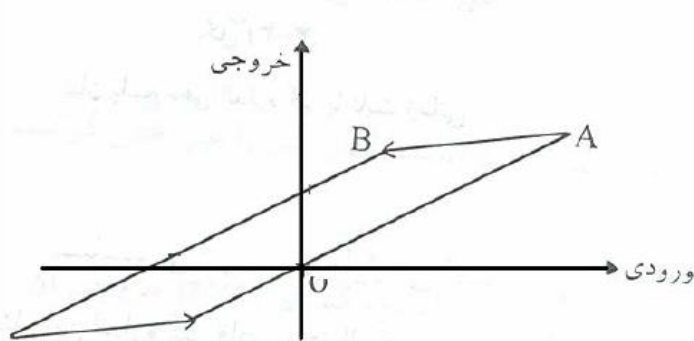
مقدمه

□ **قابلیت تکرار (repeatability):** نزدیکی همان مقادیر خروجی برای همان مقادیر ورودی تحت شرایط اجرایی یکسان

□ **قابلیت تکثیر (reproducibility):** نزدیکی همان مقادیر خروجی برای همان مقادیر ورودی تحت شرایط اجرایی یکسان در طول دوره زمانی

□ **پسماند (hysteresis):** مسیری که خروجی با افزایش ورودی طی می کند متفاوت است با مسیری که با کاهش ورودی طی می کند.

- علت وقوع پسماند، ذخیره یا از بین رفتن انرژی در دستگاه اندازه گیری است.



مقدمه

- خطا: انطباق یا نزدیکی کمیت اندازه گیری شده به مقدار واقعی

$$E = A - B$$

E : خطای اندازه گیری

A : مقدار اندازه گیری شده

B : مقدار اندازه گیری شده استاندارد

- خطا می تواند مثبت یا منفی باشد

- درصد خطا

$$\%E = \frac{A - B}{B} \times 100$$

خطا

□ انواع خطا

- ✓ خطای تجهیزات
- ✓ خطای مشاهده
- ✓ براساس طبیعت خطاها

خطا

❖ خطای ابزار اندازه گیری

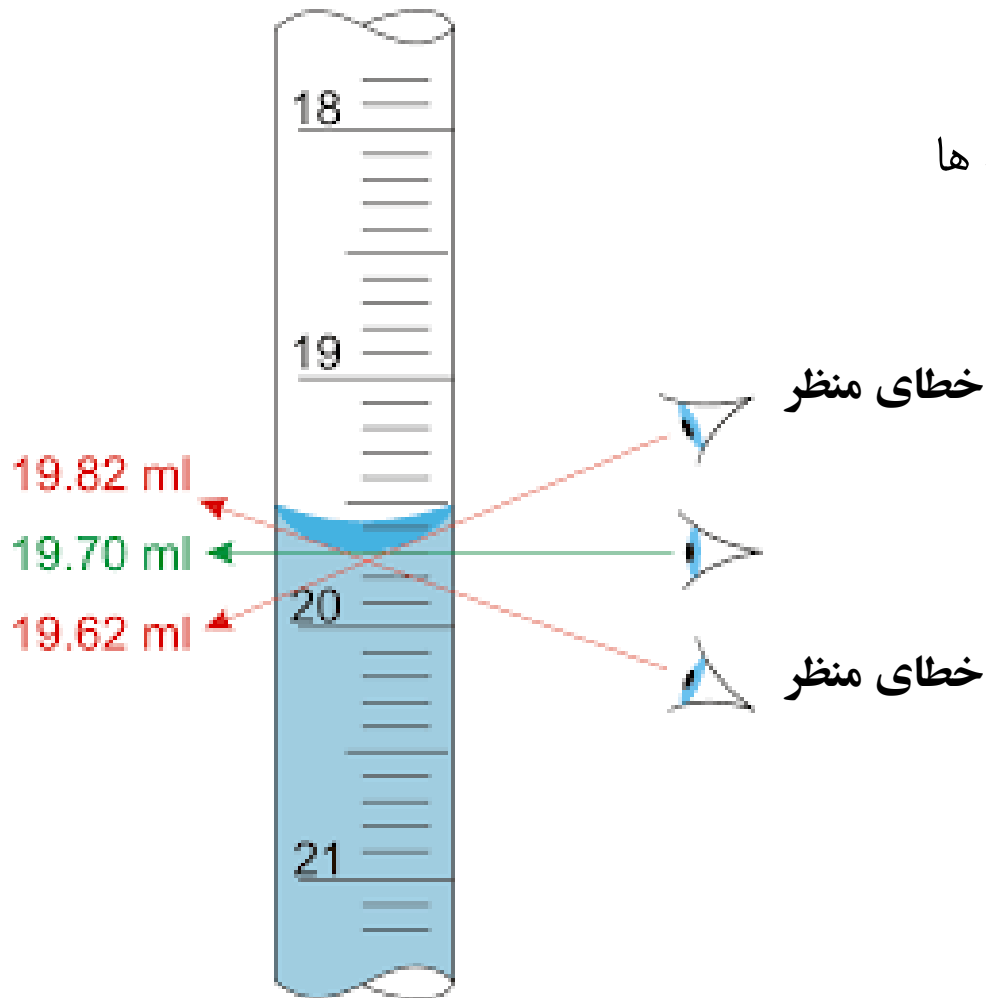
- خطای اندازه گیری فیزیکی
 - گرم شدن ترمومتر در اثر تماس با مواد
 - فشار کولیس بر روی جسم
- خطای مکانیزم اندازه گیری
- خطای شاخص یا نشانه دستگاه اندازه گیری
 - کج شدن شاخص ترازو به یک سمت
- خطا به علت دما
- خطا به علت اصطعکاک
- خطا به علت اینرسی

خطا

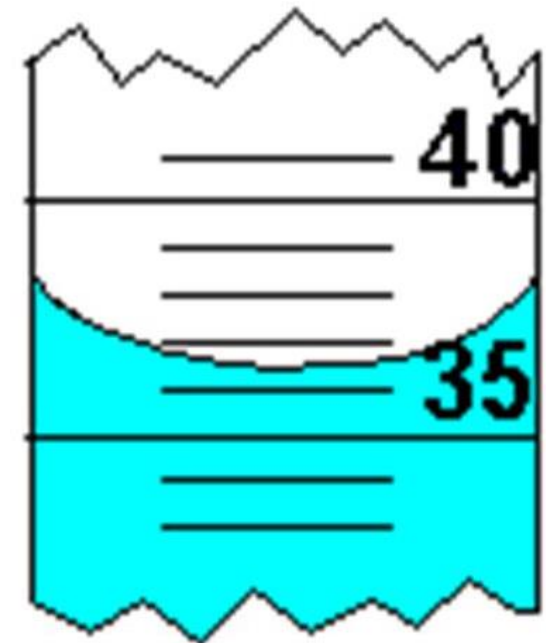
❖ خطای مشاهده

✓ خطای منظر: زاویه دید اشتباه برای مشاهده

✓ خطای قرائت: اشتباه در خواندن ارقام و نشانه ها



خطای قرائت



خطا

❖ طبیعت خطاها

✓ خطای سیستماتیک

✓ خطای تصادفی

✓ پارازیت یا نویز

خطا

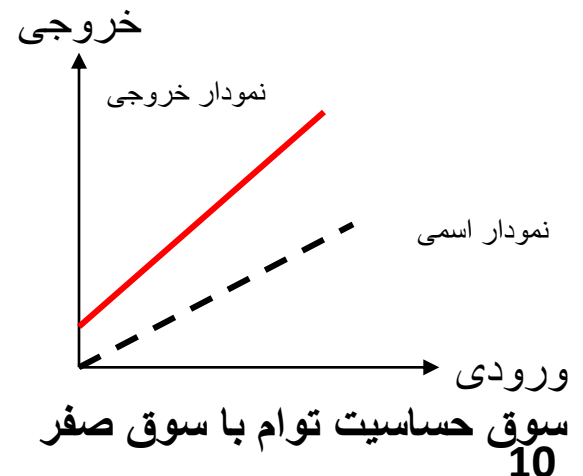
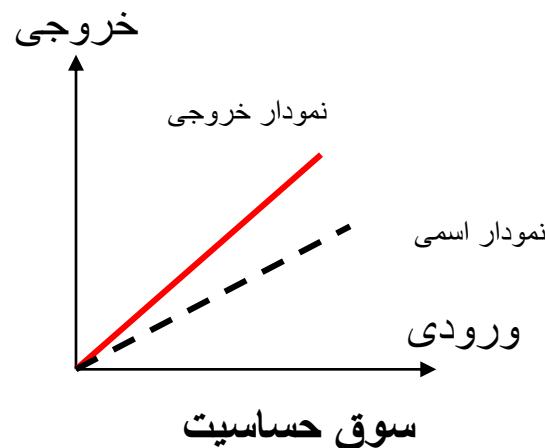
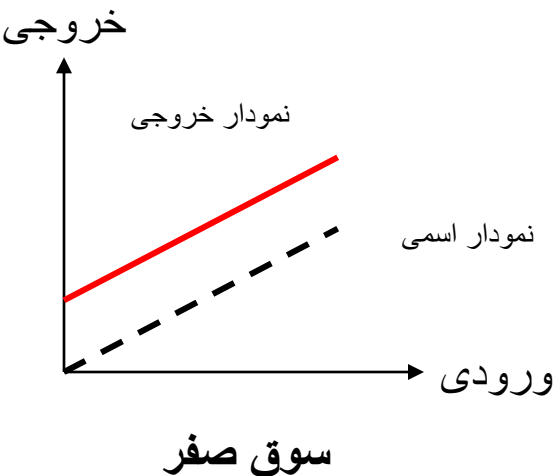
❖ **خطای سیستماتیک:** خطایی ثابت و قابل تکرار می باشد که بدلیل تجهیزات خراب یا طراحی نادرست آزمایش ایجاد می شود.

• کشف خطای سیستماتیک سخت بوده و می بایست شرایط دستگاه اندازه گیری را بررسی کرده و با دستگاه های استاندارد مقایسه کرد.

□ انواع خطاهای سیستماتیک:

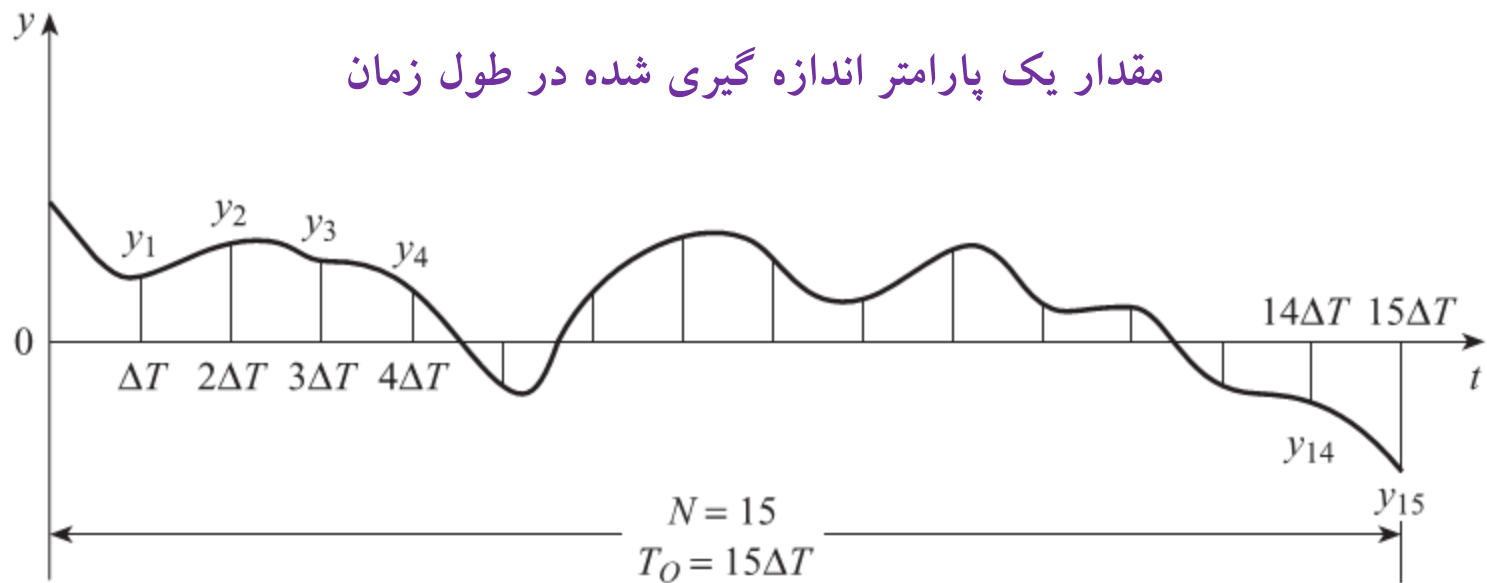
✓ **سوق صفر یا آفست یا بایاس:** برای هر مقدار ورودی یک مقدار ثابتی به خروجی اضافه می شود.

✓ **سوق حساسیت یا خطای مقیاس:** خطا نسبتی از مقدار اندازه گیری می باشد بعنوان مثال خطا ۱۱۰٪ مقدار اندازه گیری است که با زیاد شدن مقدار ورودی مقدار خروجی نیز در آن درصد ضرب می شود.



خطا

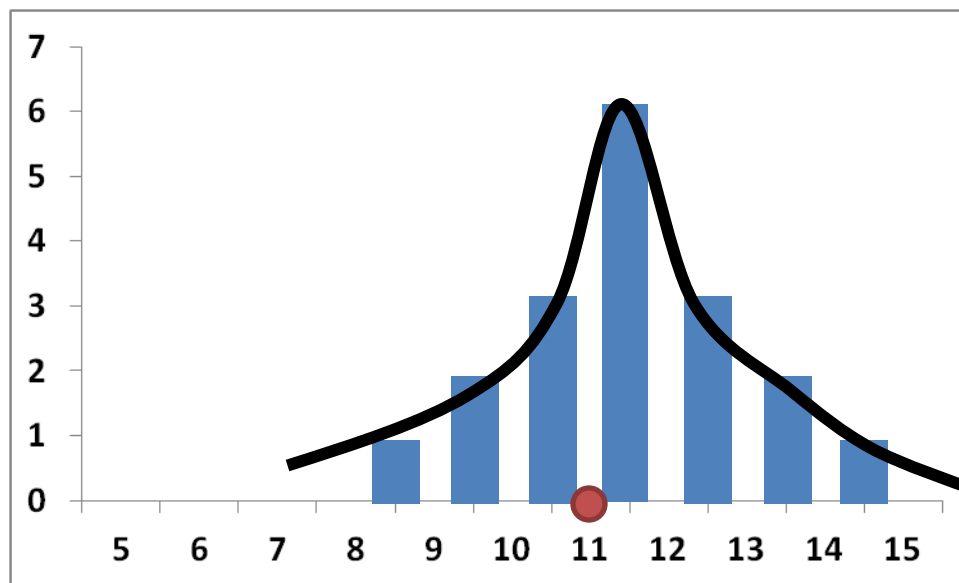
❖ **خطای تصادفی:** خطایی است که از هیچ الگویی طبیعت نمی کند و قابل پیش بینی نبوده و معمولا قابل جلوگیری نیز نمی باشد.



خطا

- رسم نمودار پراکندگی برای داده ها
- این نمودار در محور X خودش به بازه های مشخصی تقسیم شده و محور Y آن نشاندهنده تعداد مقادیری است که در آن بازه وجود دارند.
- مثال: برای جدول روبرو (مقدار واقعی ۱۱ است)

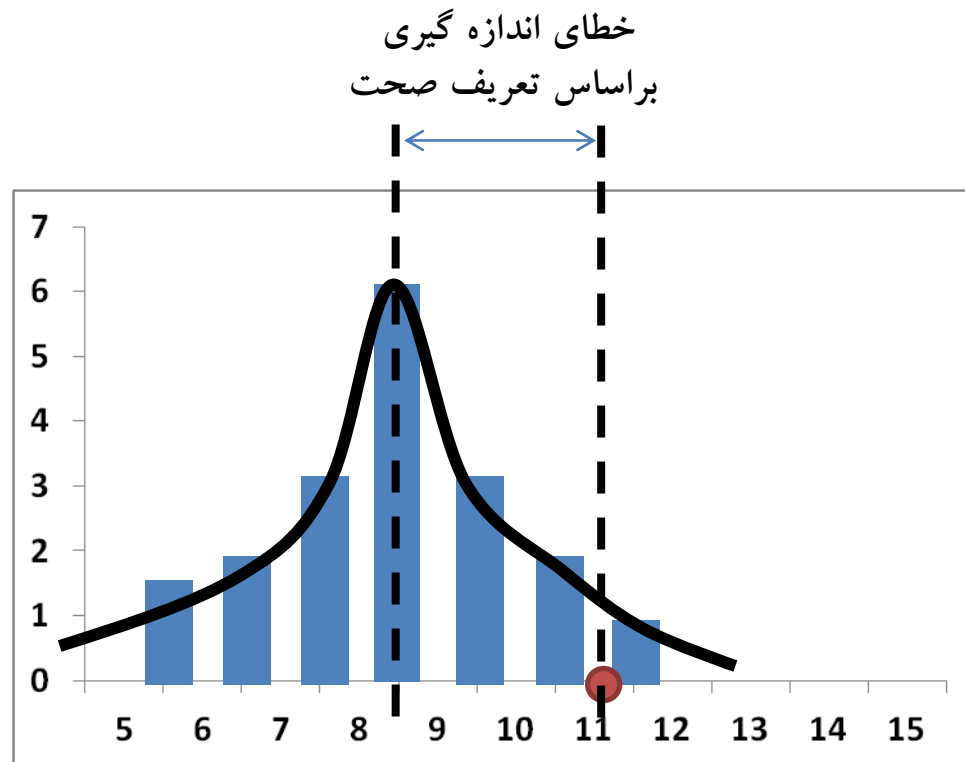
مقدار اندازه گیری شده	زمان
8	t1
8.5	t2
11	t3
9.5	t4
9.6	t5
10	t6
10.2	t7
10.8	t8
13	t9
11.5	t10
11.7	t11
11.9	t12
12	t13
12.4	t14
12.6	t15
8.5	t16
13.1	t17
11.4	t18
11	t19
14	t20



خطای تصادفی دارای توزیع نرمال می باشد.

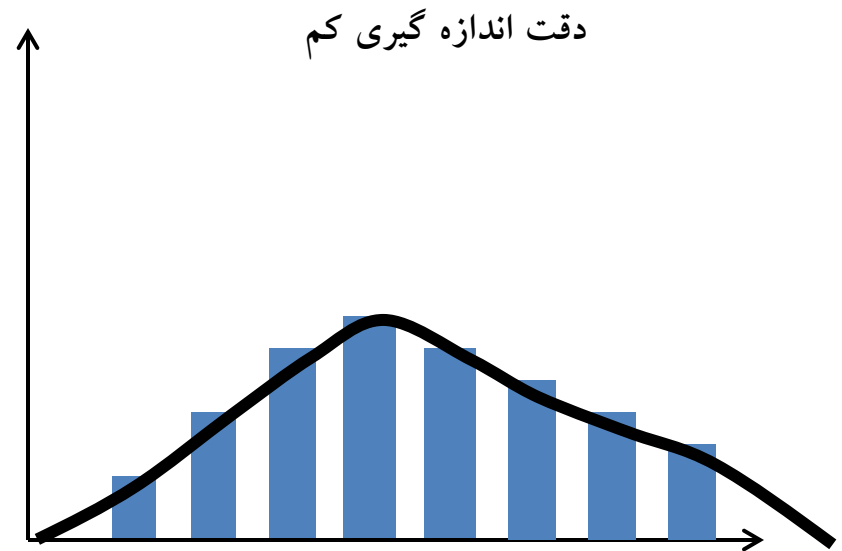
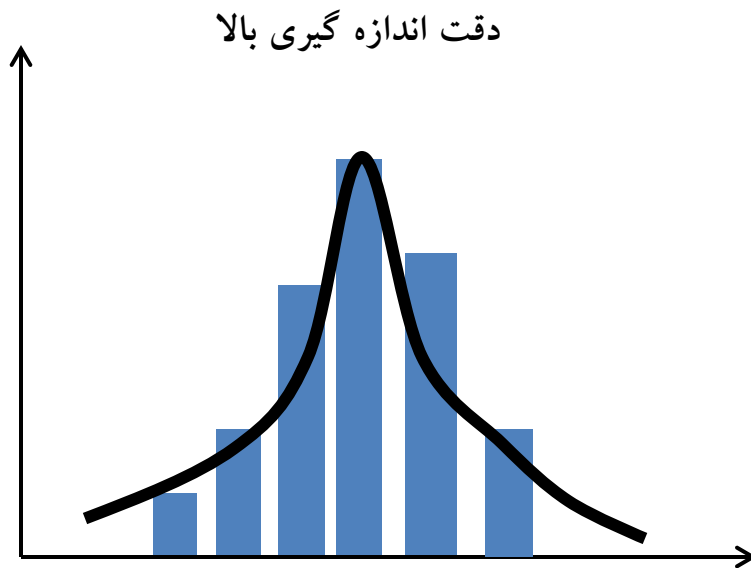
خطا

- دقت (Precision) یا صحت (Accuracy) ؟
- **صحت:** میزان نزدیکی میانگین تکرارهای اندازه گیری به مقدار واقعی



خطا

- **دقت** : میزان نزدیکی تکرارهای اندازه گیری به یکدیگر



معیارهای آماری صحت و دقت

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

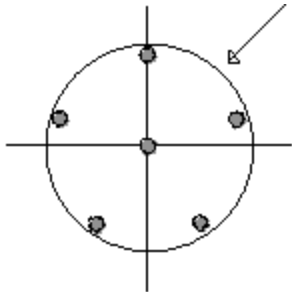
• میانگین حسابی (صحت)

$$\sigma = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

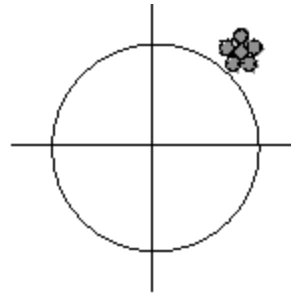
• انحراف معیار (دقت)

خطا

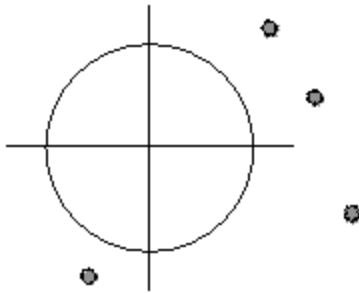
- نمایش صحت و دقت یک متغیر دوبعدی



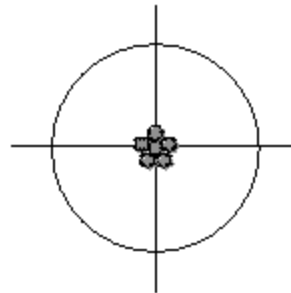
صحيح و غير دقيق



غير صحيح و دقيق



غير صحيح و غير دقيق



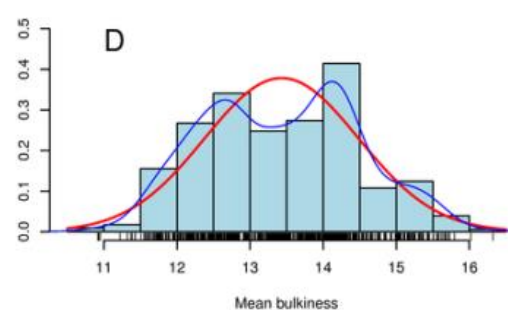
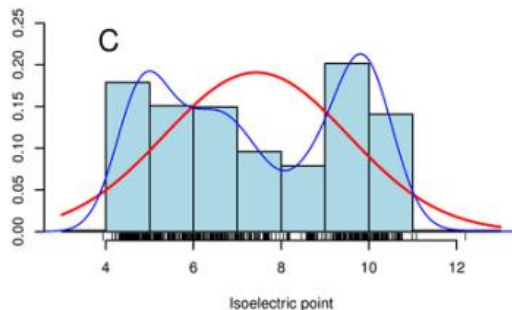
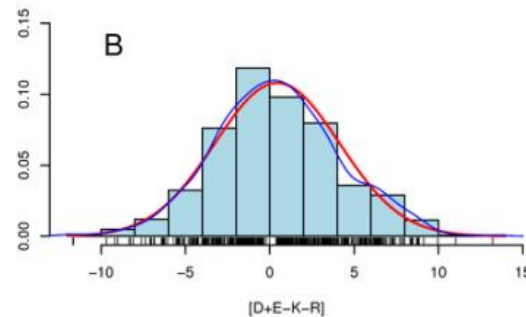
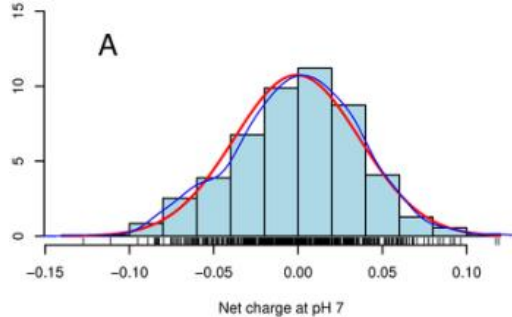
صحيح و دقيق

- نکته: از دقت با این تعریفی که ارائه شد بعنوان **تکرارپذیری** نیز نام برده می شود.
- نکته: در متون فارسی کلمه دقت کاربرد بیشتری دارد و به جای صحت استفاده می شود.

خطا

❖ **پارازیت :** پارازیت مانند خطای تصادفی منبع مشخصی نداشته و شناسایی منبع آن به سختی انجام می شود.

- پارازیت همانند خطای تصادفی مقداری متغیر و غیرقابل پیش بینی می باشد.
- پارازیت برخلاف خطای تصادفی دارای توزیع نرمال نمی باشد.
- A,B توزیع نرمال و C,D توزیع غیرنرمال می باشند.



عدم قطعیت

- اگر خطا از دید آزمایش کننده مشخص باشد آن را اصلاح می کند و دیگر عنوان خطا به آن نمی توان اطلاق کرد.
- خطاهای حقیقی آنهایی هستند که تا حدودی مبهم هستند.
- هدف از تحلیل داده ها تعیین میزان عدم قطعیت است (تا چه اندازه عاری از قطعیت هستند)
- **عدم قطعیت یعنی تعیین مقدار احتمالی خطا**
- لذا انواع خطا ها منشاء عدم قطعیت هستند.

عدم قطعیت دقیق (روش کلاین و مک کلین)

- اگر تعدادی اندازه گیری با احتمال مساوی بیان شود. می خواهیم عدم قطعیت نتیجه محاسبه شده را بر مبنای عدم قطعیت اندازه گیری های اولیه برآورد نمائیم. نتیجه محاسبه شده R تابع معلومی از متغیرهای مستقل $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ است:

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

با فرض اینکه W_R عدم قطعیت نهایی و $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ عدم قطعیت های متغیرهای مستقل بر اساس کلاین و کلین به صورت زیر ارائه شده است.

$$W_R = \left[\left(\frac{\partial R}{\partial x_1} w_1 \right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial x_2} w_2 \right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial R}{\partial x_n} w_n \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

حساسیت

عدم قطعیت

عدم قطعیت

مثال: عدم قطعیت توان الکتریکی با فرمول روبرو را بدست آورید:

$$P = V \cdot I$$

مقادیر اندازه گیری شده:

$$E = 100 \text{ V} \pm 2 \text{ V}$$

$$I = 10 \text{ A} \pm 0.2 \text{ A}$$

$$P = E \cdot I$$

$$\frac{\partial P}{\partial E} = I = 10 \text{ A}$$

$$\frac{\partial P}{\partial I} = E = 100 \text{ volt}$$

$$W_p = \left[(I \cdot w_E)^2 + (E \cdot w_I)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$W_p = \left[(10 \times 2)^2 + (100 \times 0.2)^2 \right]^{\frac{1}{2}} = 28.3 \text{ watt}$$

$$\%W = \frac{W_p}{P} \times 100 = \frac{28.3}{1000} \times 100 = 2.83\%$$

مثال: مقاومت یک سیم مسی به صورت:

$$R = R_0[1 + \alpha(T - 20)]$$

که در آن $R_0 = 6 \pm 0.3\% \Omega$ مقاومت در 20 درجه سانتی گراد و $\alpha = 0.004 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \pm 1\%$ ضریب دمایی مقاومت و $T = 30 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$ دمایی سیم است
حل:

مقاومت اسمی $R = (6)[1 + (0.004)(30 - 20)] = 6.24\Omega$

$$\frac{\partial R}{\partial R_0} = 1 + \alpha(T - 20) = 1 + (0.004)(30 - 20) = 1.04$$

$$\frac{\partial R}{\partial \alpha} = R_0(T - 20) = (6)(30 - 20) = 60$$

$$\frac{\partial R}{\partial T} = R_0\alpha = (6)(0.004) = 0.024$$

$$w_{R_0} = (6)(0.003) = 0.018\Omega$$

$$w_\alpha = (0.004)(0.01) = 4 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$w_T = 1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$w_R = \left[(1.04)^2 (0.018)^2 + (60)^2 (4 \times 10^{-5})^2 + (0.024)^2 (1)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$w_R = 0.0305\Omega \quad \text{or} \quad \%w_R = \frac{w_R}{R} \times 100 = 0.49\% \quad \text{عدم قطعیت مقاومت}$$