

نام و نام خانوادگی : نوید نادری علی زاده - شماره ی دانشجویی : ۸۶۱۰۸۷۴۴ - رشته : مهندسی برق  
 - گروه : ۱ - زیر گروه : ۲ - تاریخ انجام آزمایش : ۸۶/۱۲/۲۵ - ساعت : ۱۰:۱۵ -  
 دستیار آموزشی : خانم فضل علی

## آزمایش شماره ی ۲

**عنوان آزمایش:** اندازه گیری چگالی به روش ارشمیدس و اندازه گیری زمان عکس العمل  
 شخص

**هدف:** اندازه گیری نیروی ارشمیدس و آشنایی با توزیع گاوسی و مفاهیم آماری و اندازه  
 گیری های تجربی

## وسایل مورد نیاز:

آزمایش اول :

۱- دو نیروسنج با دو دامنه ی ماکسیمم ۱ و ۲.۵ نیوتونی ۲ - پایه و گیره برای نگه داشتن  
 نیروسنج ۳ - بشر ۵۰۰ میلی لیتری ۴ - جک برای بالا و پایین آوردن بشر آب

آزمایش دوم :

۱- دستگاه اندازه گیری زمان واکنش

## نظریه

- نیروی ارشمیدس، نیروی وارد از سوی مایع است بر جسمی که در آن فرو می رود و مقدار آن برابر وزن مایع جابجا شده توسط جسم است و جهت آن در خلاف جهت نیروی وزن. این نیرو به دلیل اختلاف فشار نقاط پایینی و بالایی جسم غوطه ور بوجود می آید که مقدار آن برابر  $\Delta P = \rho gh$  است. اگر طرفین معادله ی فوق را در  $A$  یعنی سطح مقطع جسم ضرب کنیم، داریم:

$$\Delta PA = \rho g h A \quad \begin{cases} \Delta PA = B \\ hA = V \end{cases} \Rightarrow B = \rho g V$$

که در این معادله ،  $V$  برابر حجم جسم غوطه ور و  $\rho$  برابر چگالی مایع است. از این معادله همچنین این نتیجه ی آشنا حاصل می شود که اگر چگالی جسم از چگالی مایع کمتر باشد، روی سطح آب شناور خواهد ماند و اگر بیشتر باشد، در آب فرو خواهد رفت.

- در طبیعت توزیع داده ها معمولا به صورت گاوسی است که نمودار گاوسی نموداری است کوهان مانند و نشان می دهد داده های آزمایش حول قله ی این نمودار که در میانگین داده هاست، پراکنده شده اند.

## روند انجام آزمایش

قسمت اول، نیروی ارشمیدس:

ابتدا نیروسنج را روی پایه آویزان می کنیم و خطای صفر آنها را محاسبه می کنیم که برای نیروسنج اول ، برابر ۰.۰۱ نیوتون و برای نیروسنج دوم ، برابر ۰.۰۵ نیوتون است. در تمام محاسبات بعدی ، این خطاها را از مقادیر اندازه گیری شده کم می کنیم. سپس برای تک تک وزنه ها این مراحل را انجام می دهیم :

نخست با آویختن وزنه از نیروسنج ، وزن وزنه (  $T_1$  ) را می خوانیم. سپس بشر را در زیر وزنه قرار داده و جک را آنقدر بالا می آوریم که وزنه به تمامی داخل آب قرار گیرد. در این حالت ، عدد نیروسنج (  $T_2$  ) را می خوانیم. همانطور که می دانیم ، جرم وزنه ، برابر  $T_1/g$  و نیروی ارشمیدسی (  $B$  ) نیز برابر  $T_1 - T_2$  است. از روی این مقادیر و روابط زیر ، می توان شیب خط نمودار جرم بر حسب نیروی ارشمیدسی و همچنین چگالی فلز را محاسبه کرد :

$$V = M / \rho_{metal} \Rightarrow \begin{cases} T_1 - T_2 = B \\ B = \rho_{water} g V \end{cases} \Rightarrow B = \rho_{water} g M / \rho_{metal}$$
$$M = \frac{\rho_{metal}}{\rho_{water} g} B$$

در این حالت شتاب گرانش زمین را ۹.۷۸ متر بر مجذور ثانیه و چگالی آب را ۱۰۰۳.۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب فرض می کنیم. قسمت دوم، اندازه گیری زمان عکس العمل شخص :

دستگاه اندازه گیری زمان واکنش ، دو کلید start و stop دارد. یک نفر دکمه ی start را می زند و پس از مدتی نامشخص و تصادفی ، چراغ های دستگاه روشن می شوند. نفر دوم ( شخص مورد آزمایش ) به محض دیدن روشن شدن چراغ ها ، دکمه ی stop را باید فشار دهد. بدین طریق زمان واکنش شخص دوم بر حسب هزارم ثانیه توسط دستگاه نمایش داده می شود.

این آزمایش در ۴ مرحله ، ابتدا برای دست راست و چپ نفر اول و به همین ترتیب برای نفر دوم انجام می شود و در هر مرحله ، آزمایش ۶۰ بار تکرار می گردد.

## جداول

جدول ۱

M	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
$T_1$ (N)	۰.۲۱	۰.۴۳	۰.۶۳	۰.۸۵	۱.۱۰	۱.۴۰	۱.۷۵	۲.۲۰	۲.۲۵	-
$T_r$ (N)	۰.۱۴	۰.۲۸	۰.۴۱	۰.۵۴	۰.۶۵	۰.۸۵	۱.۲۰	۱.۲۵	۱.۴۰	-
$B = T_1 - T_r$ (N)	۰.۰۷	۰.۱۵	۰.۲۲	۰.۳۱	۰.۴۵	۰.۵۵	۰.۵۵	۰.۹۵	۰.۸۵	-

جدول ۲ - زمان واکنش اندازه گیری شده ی نفر اول ( دست راست )

۲۹۵	۴۶۶	۲۳۰	۲۷۴	۱۹۸	۲۴۰	۲۰۴	۱۹۱	۱۹۶	۲۰۲
۱۹۲	۳۵۰	۱۶۶	۲۲۳	۲۰۹	۲۸۴	۲۶۳	۱۸۶	۱۷۵	۳۱۰
۱۸۳	۲۱۷	۱۹۹	۲۰۹	۱۷۹	۲۱۰	۱۸۳	۱۷۷	۲۲۰	۱۸۵
۲۱۷	۲۰۷	۱۸۳	۲۲۸	۲۴۶	۲۳۳	۲۳۶	۲۰۷	۱۶۴	۲۱۷
۲۶۷	۲۳۶	۲۰۴	۲۱۷	۳۰۰	۲۲۶	۲۱۶	۲۷۷	۲۳۵	۲۲۷
۲۵۴	۲۶۷	۲۴۷	۲۵۶	۲۵۳	۲۵۹	۲۲۵	۲۶۲	۲۳۶	۳۰۴

نام آزمایشگر داده های جدول : نوید نادری علی زاده

جدول ۳ - زمان واکنش اندازه گیری شده ی نفر اول با دست دیگر ( دست چپ )

۴۲۱	۲۳۲	۲۰۴	۱۷۰	۱۸۱	۲۲۶	۲۰۶	۱۸۵	۱۶۰	۲۲۶
۲۱۶	۱۹۰	۱۷۶	۳۱۴	۲۲۰	۲۰۶	۲۳۶	۲۷۷	۱۶۹	۱۶۳
۲۰۹	۲۰۳	۲۱۹	۲۶۱	۲۴۱	۱۷۰	۲۷۵	۲۸۳	۲۲۶	۱۹۶
۲۴۰	۲۳۵	۲۲۲	۲۲۸	۲۲۹	۲۳۰	۲۴۴	۲۶۳	۲۹۶	۲۴۴
۲۶۱	۲۵۰	۲۴۷	۲۶۳	۲۶۳	۲۱۸	۲۳۰	۱۸۲	۲۱۷	۲۲۶
۲۰۲	۲۴۹	۲۷۱	۲۴۰	۲۰۶	۳۰۰	۲۸۱	۲۲۶	۱۸۸	۲۰۵

نام آزمایشگر داده های جدول : نوید نادری علی زاده

جدول ۴ - زمان واکنش اندازه گیری شده ی نفر دوم ( دست راست )

۲۱۹	۲۰۱	۱۲۷	۱۹۱	۱۷۴	۱۷۲	۲۴۲	۱۴۲	۲۰۹	۲۱۲
۲۱۴	۱۸۱	۱۶۰	۱۶۰	۴۸۱	۱۷۰	۱۴۹	۱۳۲	۱۵۸	۳۲۶
۳۲۴	۱۹۱	۱۳۰	۷۳	۱۲۵	۱۶۱	۱۷۴	۱۳۳	۱۳۰	۱۵۷
۱۷۸	۲۱۰	۲۰۲	۱۸۷	۲۴۴	۲۴۱	۲۰۰	۱۸۳	۱۵۸۶	۲۲۱
۲۲۲	۱۹۵	۱۹۸	۲۰۹	۱۸۵	۲۴۹	۲۵۴	۱۶۲	۲۶۱	۱۷۹
۲۳۸	۲۶۹	۲۰۱	۱۹۴	۲۹۹	۲۲۵	۲۷۲	۲۴۹	۲۸۴	۲۰۶

نام آزمایشگر داده های جدول : سجاد هادئی

جدول ۵ - زمان واکنش اندازه گیری شده ی نفر دوم با دست دیگر ( دست چپ )

۲۰۶	۲۱۳	۱۵۲	۱۸۰	۱۷۹	۲۸۰	۳۵۸	۱۵۰	۲۰۱	۳۱۹
۲۵۳	۱۸۸	۲۰۲	۱۵۵	۴۵۶	۱۲۲	۱۵۹	۱۷۴	۲۱۳	۱۷۲
۲۷۳	۸۳	۱۶۰	۱۷۰	۲۳۰	۲۰۶	۱۶۵	۶۴۴	۲۶۵	۱۷۰
۲۱۳	۲۵۱	۱۸۸	۲۲۳	۱۶۸	۱۷۱	۱۷۰	۲۳۴	۱۹۸	۲۴۱
۲۹۸	۲۷۲	۲۰۸	۲۰۷	۲۰۲	۲۲۸	۱۷۲	۲۳۹	۱۷۳	۲۱۴
۲۲۳	۲۲۰	۲۲۶	۲۰۲	۱۶۸	۱۹۷	۱۹۵	۱۹۶	۲۱۷	۱۸۷

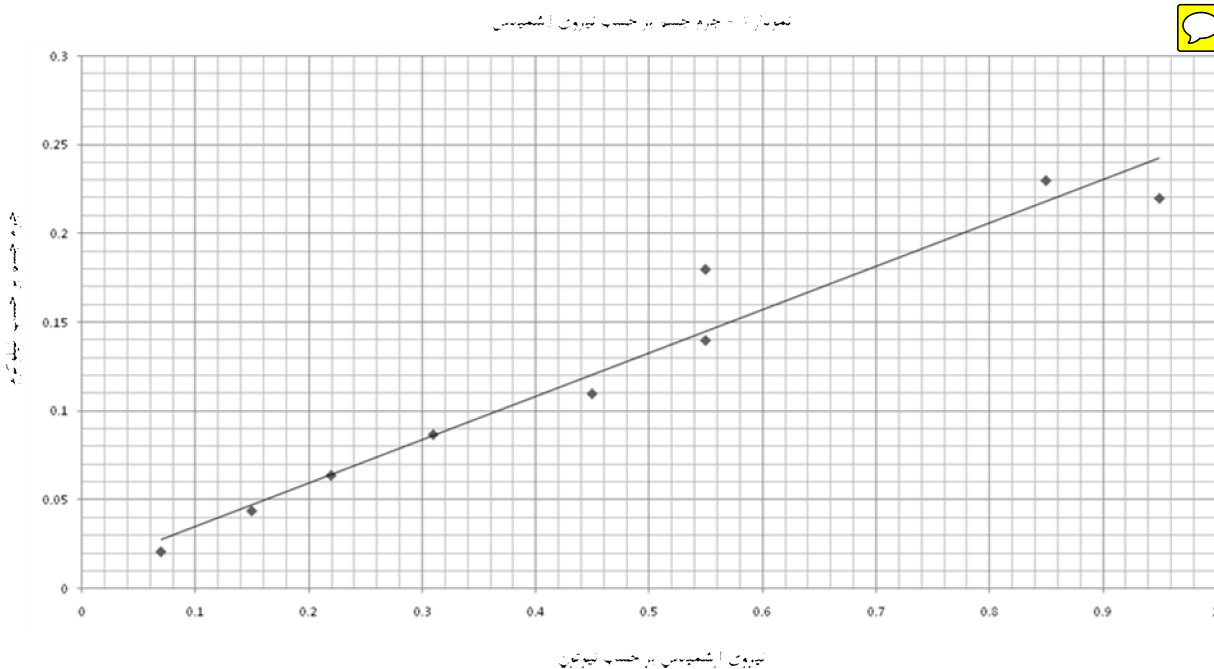
نام آزمایشگر داده های جدول : سجاد هادئی

جدول H۳ - فراوانی داده های جدول ۳ در ۱۰ بازه به طول مساوی ( ۱۶ )		جدول H۲ - فراوانی داده های جدول ۲ در ۱۰ بازه به طول مساوی ( ۲۰ )	
بازه های زمانی	فراوانی	بازه های زمانی	فراوانی
۱۵۶-۱۷۱	۵	۱۶۱-۱۸۰	۵
۱۷۲-۱۸۷	۴	۱۸۱-۲۰۰	۱۰
۱۸۸-۲۰۳	۵	۲۰۱-۲۲۰	۱۴
۲۰۴-۲۱۹	۱۰	۲۲۱-۲۴۰	۱۲
۲۲۰-۲۳۵	۱۳	۲۴۱-۲۶۰	۶
۲۳۶-۲۵۱	۹	۲۶۱-۲۸۰	۶
۲۵۲-۲۶۷	۵	۲۸۱-۳۰۰	۳
۲۶۸-۲۸۳	۵	۳۰۱-۳۲۰	۲
۲۸۴-۲۹۹	۱	۳۲۱-۳۴۰	۰
۳۰۰-۳۱۵	۲	۳۴۱-۳۶۰	۱
جدول H۵ - فراوانی داده های جدول ۵ در ۱۰ بازه به طول مساوی ( ۲۴ )		جدول H۴ - فراوانی داده های جدول ۴ در ۱۰ بازه به طول مساوی ( ۲۱ )	
بازه های زمانی	فراوانی	بازه های زمانی	فراوانی
۱۲۱-۱۴۴	۱	۱۲۱-۱۴۱	۶
۱۴۵-۱۶۸	۸	۱۴۲-۱۶۲	۸
۱۶۹-۱۹۲	۱۳	۱۶۳-۱۸۳	۸
۱۹۳-۲۱۶	۱۶	۱۸۴-۲۰۴	۱۱
۲۱۷-۲۴۰	۹	۲۰۵-۲۲۵	۱۰
۲۴۱-۲۶۴	۳	۲۲۶-۲۴۶	۴
۲۶۵-۲۸۸	۴	۲۴۷-۲۶۷	۴
۲۸۹-۳۱۲	۱	۲۶۸-۲۸۸	۳
۳۱۳-۳۳۶	۱	۲۸۹-۳۰۹	۱
۳۳۷-۳۶۰	۱	۳۱۰-۳۳۰	۲

تذکر: در جدول H۲، عدد ۴۶۶، در جدول H۳، عدد ۴۲۱، در جدول H۴، اعداد ۷۳، ۴۸۱ و ۱۵۸۶ و در جدول H۵، اعداد ۸۳، ۴۵۶ و ۶۴۴ را در نظر نگرفتیم و نخواهیم گرفت.

## خواسته های آزمایش اول

### خواسته ی ۱



شیب بهترین خط گذشته از رابطه ی  $\frac{\sum (x_i - \bar{x}) y_i}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$  بدست می آید که برای این نمودار برابر  $0.24 \frac{kg}{N}$  است. عرض از مبدا نیز از رابطه ی  $\bar{y} - a\bar{x}$  بدست می آید که در این نمودار مقدار آن  $0.01kg$  است.

### خواسته ی ۲

می دانیم  $M = \frac{\rho_{Metal}}{\rho_{Water} g} F$  بنابراین شیب خط برابر  $\frac{\rho_{Metal}}{\rho_{Water} g}$  است، و ما مقادیر چگالی آب و شتاب ثقل را می دانیم، بنابراین:

$$\frac{\rho_{Metal}}{\rho_{Water} g} = 0.24$$

$$\Rightarrow \rho_{Metal} = 1003.50 \frac{kg}{m^3} \times 9.78 \frac{m}{s^2} \times 0.24 \frac{kg}{N} \cong 2.4 \times 10^3 \frac{kg}{m^3}$$

### خواسته ی ۳

ضریب رگرسیون از رابطه ی  $r = \frac{\sum x_i y_i - \bar{x} \cdot \bar{y}}{n \sigma_x \sigma_y}$  بدست می آید که برای داده های این آزمایش برابر ۰.۸۷ است. می دانیم رگرسیون عددی بین ۱- و ۱ و معیاری است برای اینکه اعداد ما تا چه حد از خطی که از آنها می گذرانیم نزدیک هستند یا به عبارتی خط عبوری ما تا چه حد داده ها را توصیف می کند و اینکه خط عبوری معیار مناسبی برای توصیف داده های بدست آمده هست یا خیر. هرچه رگرسیون به ۱ یا ۱- نزدیک تر باشد، خط عبوری برای توصیف داده ها مناسب تر است. در این حالت که رگرسیون ۰.۸۷ بدست آمده، یعنی داده ها تا حد نسبتاً زیادی در نزدیکی خط عبوری ما قرار دارند و تا حد خوبی می توان آنها را با این خط تقریب زد.

### خواسته ی ۴

می دانیم مقدار خطای شیب خط  $\Delta a \approx \sqrt{\frac{1}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \frac{\sum (y_i - ax_i - b)^2}{N-2}}$  است که در این حالت

$$0.02 \frac{kg}{N} \text{ است. از طرفی}$$

$$\rho_{Metal} = \rho_{Water} g a \Rightarrow \Delta(\rho_{Metal}) = \rho_{Water} g \Delta a = 1003.50 \frac{kg}{m^3} \times 9.78 \frac{m}{s^2} \times 0.02 \frac{kg}{N} \cong 1.96 \times 10^2 \frac{kg}{m^3}$$

مقدار خطای نسبی چگالی فلز هم از رابطه ی زیر بدست می آید:

$$\frac{1.96 \times 10^2}{2.4 \times 10^3} \times 100\% \cong 8.17\%$$

### خواسته ی ۵

می دانیم خطای عرض از مبدا  $\sqrt{\left(\frac{1}{N} + \frac{\bar{x}^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2}\right) \frac{\sum (y_i - ax_i - b)^2}{N-2}}$  است که برای این داده ها مقدار

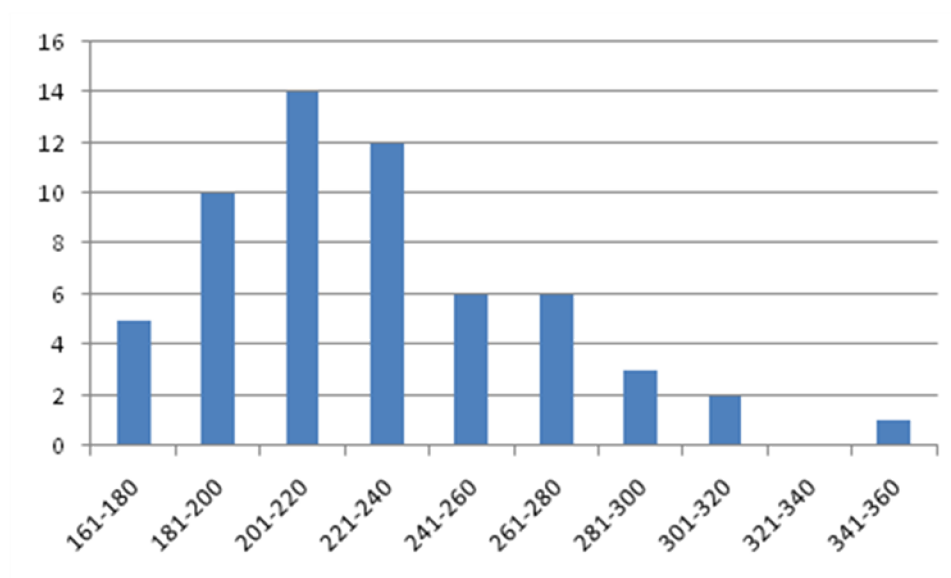
۰.۰۱kg است. از طرفی مقدار خود b از نمودار ۰.۰۱kg است. از لحاظ تئوری عرض از مبدا باید صفر باشد و از محاسبات ما این طور بدست می آید که عرض از مبدا بین ۰ تا ۰.۰۲ کیلوگرم است که با انتظارات تئوری هم خوانی دارد.

$$\frac{0.01}{0.01} = 100\% \text{ خطای نسبی عرض از مبدا هم مساوی است!}$$

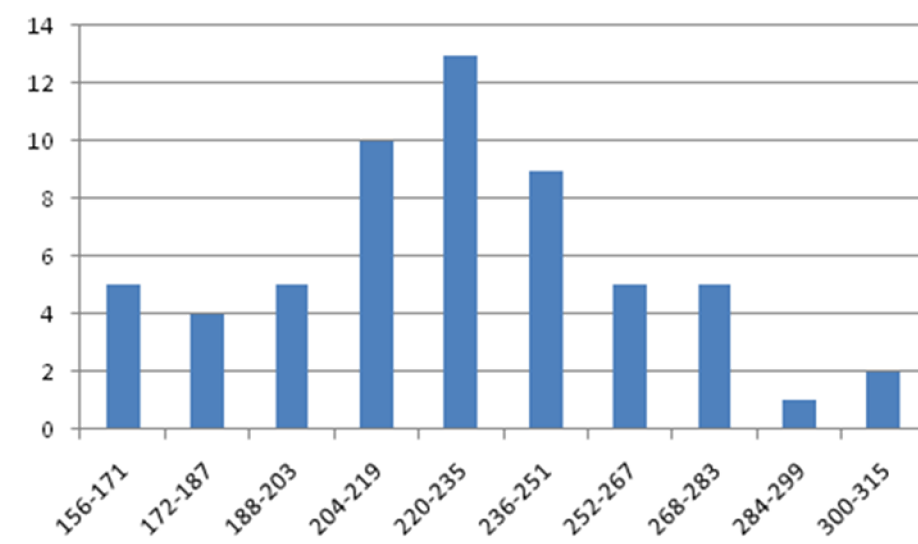
## خواسته های آزمایش دوم

### خواسته ی ۱

توزیع داده های مربوط به داده های جداول H۲ تا H۵ به ترتیب در نمودارهای زیر آورده شده است :

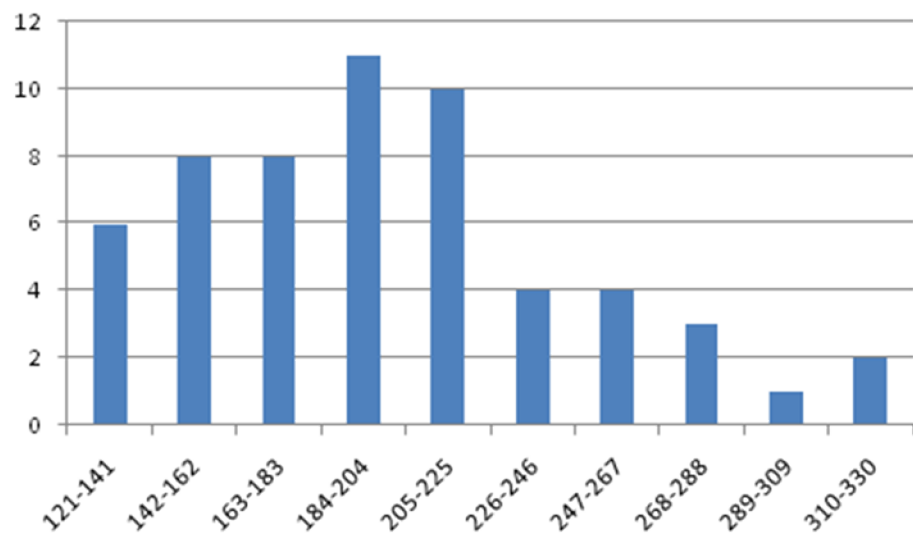


H2

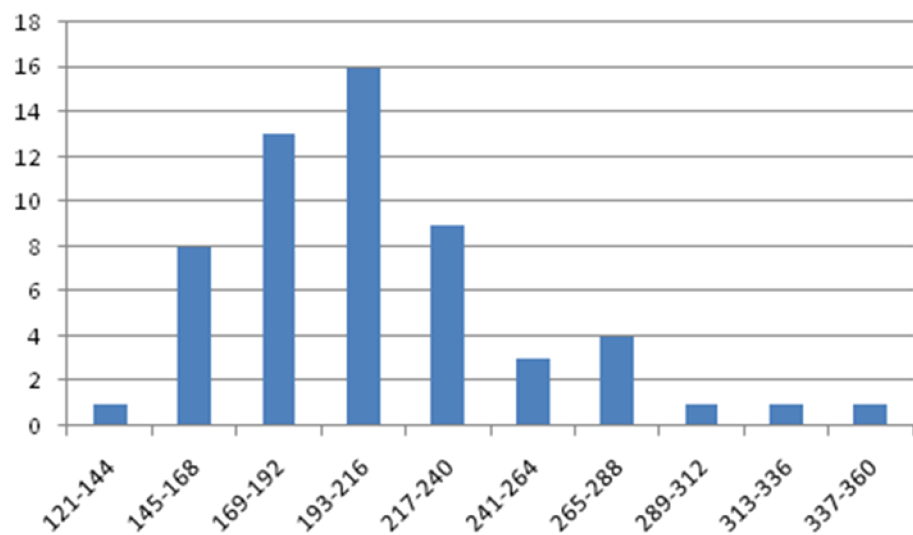


H3





H4



H5

شکل کلی این نمودارها همان طور که انتظار می رفت، به صورت گاوسی است.

## خواسته ی ۲

مقادیر خواسته شده در جدول ۶ آورده شده است:

جدول ۶ - انحراف معیار و میانگین داده های جداول ۲ تا ۵

جدول	انحراف معیار	میانگین
۲	۳۹.۳	۲۲۸
۳	۳۵.۸	۲۲۷
۴	۴۸.۱	۲۰۱
۵	۴۴.۱	۲۰۷

داده های آماری در یک پدیده ی تصادفی، به صورت یک نمودار گاوسی پراکنده می شوند که قله ی این نمودار روی میانگین اعداد است. با دقت در اعداد بالا و با توجه به نمودارهای ۲ تا ۵، مشاهده می شود که قله ی نمودارها در حوالی میانگین هستند.

انحراف معیار، معیاری است از پراکندگی داده ها. هر چه مقدارش بیشتر باشد، نشان می دهد که پراکندگی اکثر داده ها حول میانگین بیشتر است و هر چه کمتر باشد، نشان دهنده ی نزدیک بودن اکثر داده ها به میانگین است. می توان نشان داد حدود ۶۸٪ داده های در بازه ای حول میانگین و به شعاع انحراف معیار قرار داند. (حدود ۹۵٪ داده ها در بازه ای به همین مرکز و به شعاع دو برابر انحراف معیار هستند).

با توجه به انحراف معیارهای بدست آمده از جداول فوق، می توان گفت داده های جدول ۴ خیلی پراکنده است (نمودار ۴ نیز این موضوع را نشان می دهد چون خیلی باز است) و بعد از آن به ترتیب جداول ۵ و ۲ و ۳ قرار دارند به صورتی که نمودارهای ۲ و ۳ نسبت به دو تای دیگر جمع تر هستند. (چون انحراف معیار آنها بسیار به هم نزدیک است، نمی توان از روی شکل تشخیص داد که کدام یک جمع ترند).

### خواسته ی ۳

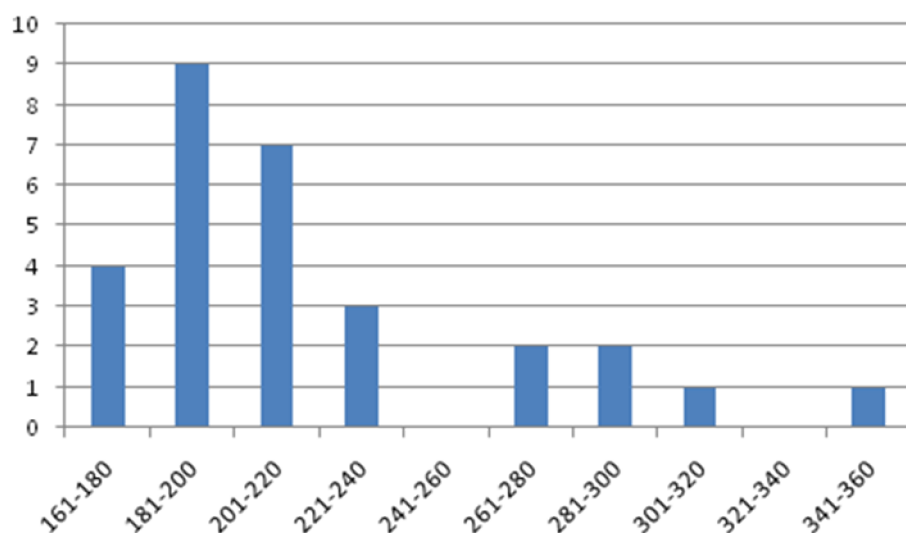
• جدول ۲

جدول ۷ - فراوانی داده های نیمه ی اول جدول ۲ در ۱۰ بازه به طول مساوی (۲۰)

بازه	فراوانی
۱۶۱ - ۱۸۰	۴
۱۸۱ - ۲۰۰	۹
۲۰۱ - ۲۲۰	۷
۲۲۱ - ۲۴۰	۳
۲۴۱ - ۲۶۰	۰
۲۶۱ - ۲۸۰	۲
۲۸۱ - ۳۰۰	۲
۳۰۱ - ۳۲۰	۱
۳۲۱ - ۳۴۰	۰
۳۴۱ - ۳۶۰	۱

انحراف معیار: ۴۵.۴

میانگین: ۲۱۹



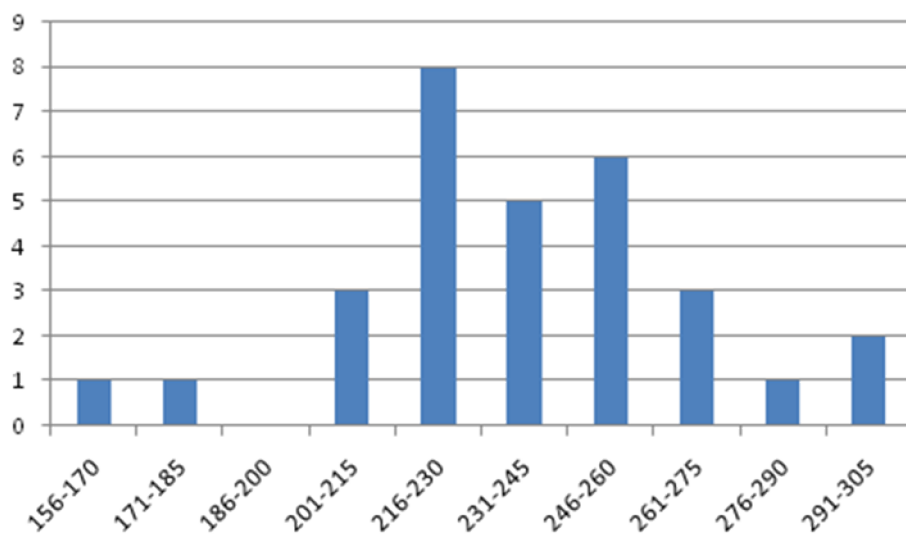
نمودار توزیع داده های نیمه ی اول جدول ۲

جدول ۸ - فراوانی داده های نیمه ی دوم جدول ۲ در ۱۰ بازه به طول مساوی ( ۱۵ )

بازه	فراوانی
۱۵۶-۱۷۰	۱
۱۷۱-۱۸۵	۱
۱۸۶-۲۰۰	۰
۲۰۱-۲۱۵	۳
۲۱۶-۲۳۰	۸
۲۳۱-۲۴۵	۵
۲۴۶-۲۶۰	۶
۲۶۱-۲۷۵	۳
۲۷۶-۲۹۰	۱
۲۹۱-۳۰۵	۲

انحراف معیار: ۳۰.۷

میانگین: ۲۳۷



توزیع داده های نیمه ی دوم جدول ۲

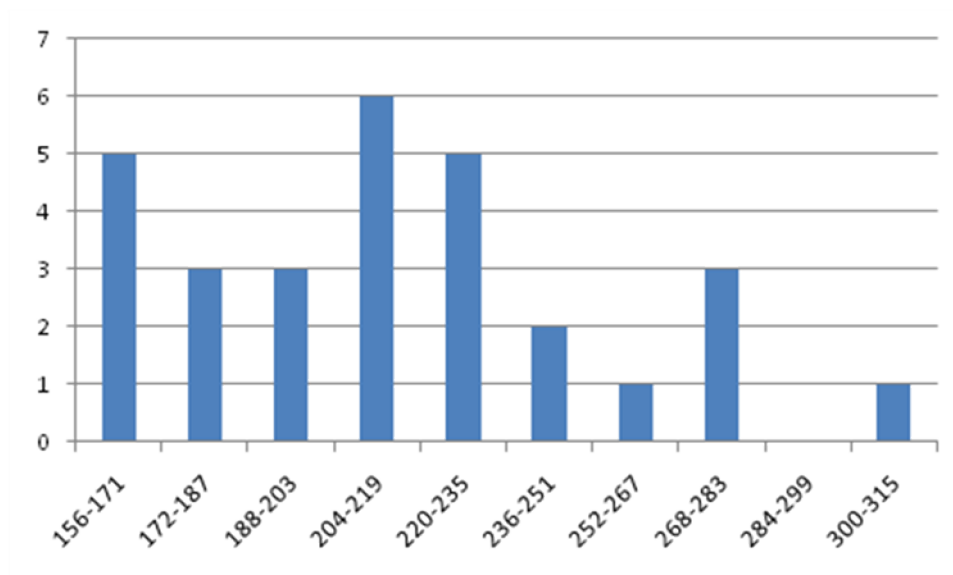
• جدول ۳

جدول ۹ - فراوانی داده های نیمه ی اول جدول ۳ در ۱۰ بازه به طول مساوی ( ۱۶ )

بازه	فراوانی
۱۵۶-۱۷۱	۵
۱۷۲-۱۸۷	۳
۱۸۸-۲۰۳	۳
۲۰۴-۲۱۹	۶
۲۲۰-۲۳۵	۵
۲۳۶-۲۵۱	۲
۲۵۲-۲۶۷	۱
۲۶۸-۲۸۳	۳
۲۸۴-۲۹۹	۰
۳۰۰-۳۱۵	۱

انحراف معیار: ۳۹.۱

میانگین: ۲۱۵



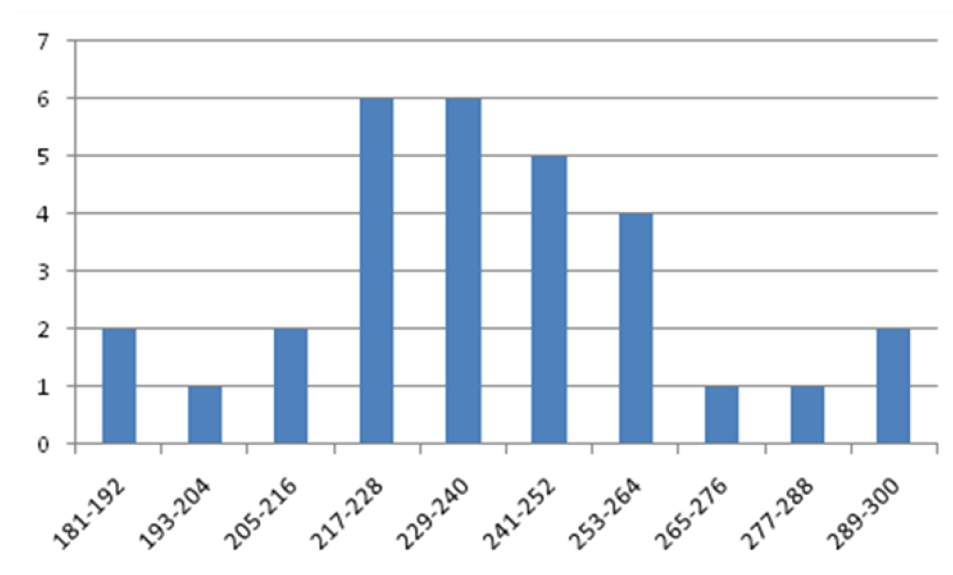
نمودار توزیع داده های نیمه ی اول جدول ۳

جدول ۱۰ - فراوانی داده های نیمه ی دوم جدول ۳ در ۱۰ بازه به طول مساوی ( ۱۲ )

بازه	فراوانی
۱۸۱-۱۹۲	۲
۱۹۳-۲۰۴	۱
۲۰۵-۲۱۶	۲
۲۱۷-۲۲۸	۶
۲۲۹-۲۴۰	۶
۲۴۱-۲۵۲	۵
۲۵۳-۲۶۴	۴
۲۶۵-۲۷۶	۱
۲۷۷-۲۸۸	۱
۲۸۹-۳۰۰	۲

انحراف معیار : ۲۸.۶

میانگین: ۲۳۹



نمودار توزیع داده های نیمه ی دوم جدول ۳

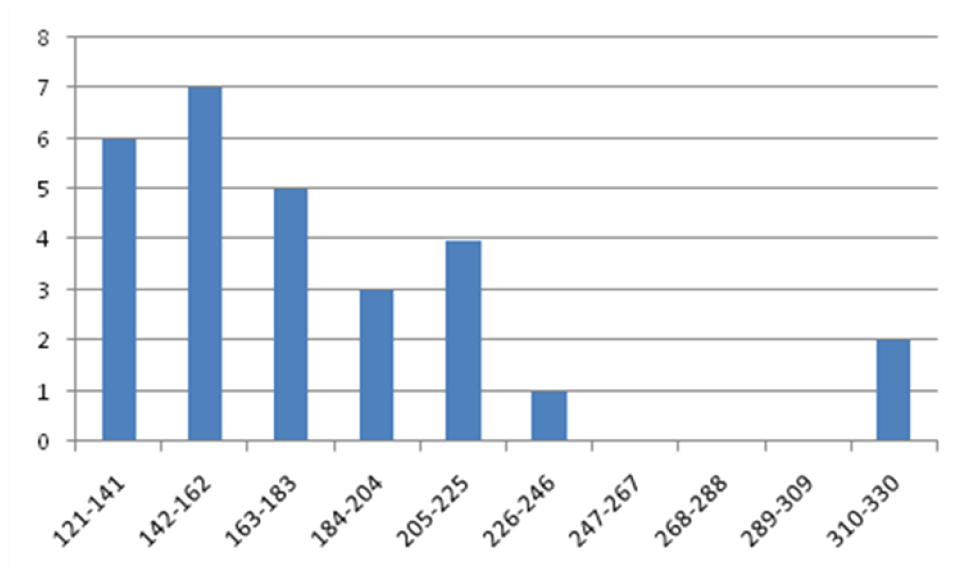
• جدول ۴

جدول ۱۱ - فراوانی داده های نیمه ی اول جدول ۴ در ۱۰ بازه به طول مساوی ( ۲۱ )

فراوانی	بازه
۶	۱۲۱-۱۴۱
۷	۱۴۲-۱۶۲
۵	۱۶۳-۱۸۳
۳	۱۸۴-۲۰۴
۴	۲۰۵-۲۲۵
۱	۲۲۶-۲۴۶
۰	۲۴۷-۲۶۷
۰	۲۶۸-۲۸۸
۰	۲۸۹-۳۰۹
۲	۳۱۰-۳۳۰

انحراف معیار: ۵۱.۴

میانگین: ۱۸۱



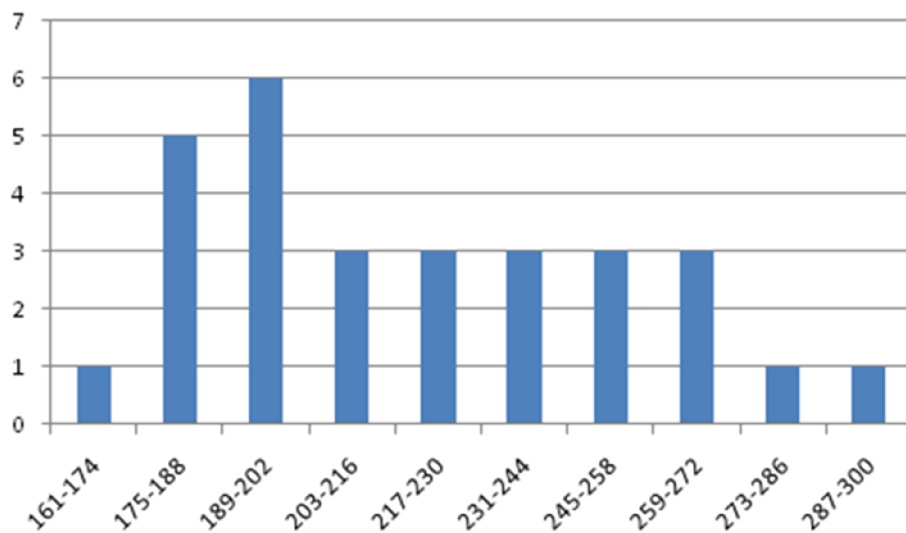
نمودار توزیع داده های نیمه ی اول جدول ۴

جدول ۱۲ - فراوانی داده های نیمه ی دوم جدول ۴ در ۱۰ بازه به طول مساوی ( ۱۴ )

بازه	فراوانی
۱۶۱-۱۷۴	۱
۱۷۵-۱۸۸	۵
۱۸۹-۲۰۲	۶
۲۰۳-۲۱۶	۳
۲۱۷-۲۳۰	۳
۲۳۱-۲۴۴	۳
۲۴۵-۲۵۸	۳
۲۵۹-۲۷۲	۳
۲۷۳-۲۸۶	۱
۲۸۷-۳۰۰	۱

انحراف معیار: ۳۵.۴

میانگین: ۲۲۱



تعدادار توزیع داده های نیمه ی دوم جدول ۴



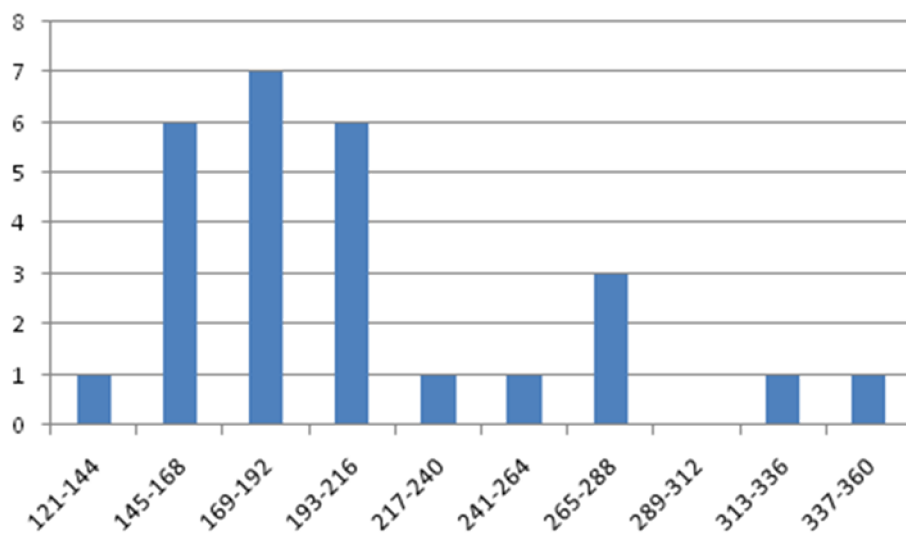
• جدول ۵

جدول ۱۳ - فراوانی داده های نیمه ی اول جدول ۵ در ۱۰ بازه به طول مساوی ( ۲۴ )

بازه	فراوانی
۱۲۱-۱۴۴	۱
۱۴۵-۱۶۸	۶
۱۶۹-۱۹۲	۷
۱۹۳-۲۱۶	۶
۲۱۷-۲۴۰	۱
۲۴۱-۲۶۴	۱
۲۶۵-۲۸۸	۳
۲۸۹-۳۱۲	۰
۳۱۳-۳۳۶	۱
۳۳۷-۳۶۰	۱

انحراف معیار: ۵۵.۶

میانگین: ۲۰۴



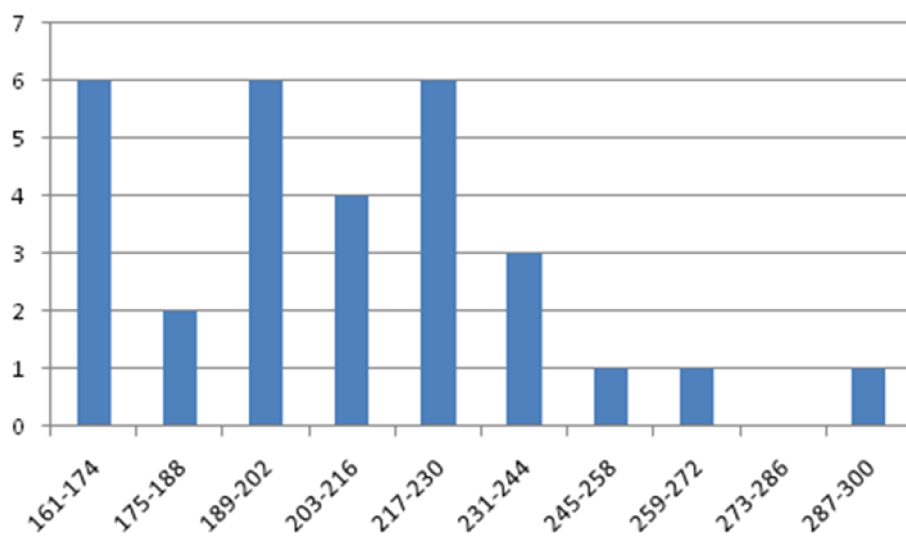
نمودار توزیع داده های نیمه ی اول جدول ۵

جدول ۱۴ - فراوانی داده های نیمه ی دوم جدول ۵ در ۱۰ بازه به طول مساوی ( ۱۴ )

بازه ها	فراوانی
۱۶۱-۱۷۴	۶
۱۷۵-۱۸۸	۲
۱۸۹-۲۰۲	۶
۲۰۳-۲۱۶	۴
۲۱۷-۲۳۰	۶
۲۳۱-۲۴۴	۳
۲۴۵-۲۵۸	۱
۲۵۹-۲۷۲	۱
۲۷۳-۲۸۶	۰
۲۸۷-۳۰۰	۱

انحراف معیار : ۳۱.۱

میانگین: ۲۱۰



سردار توزیع داده های نیمه ی دوم جدول ۵

مسلماً مقادیر میانگین و انحراف معیار پیش و پس از دو دسته کردن تفاوت می کند. در جدول ۱۵ این مقادیر یکجا آورده شده است :

جدول ۱۵ - مقادیر انحراف معیار و میانگین پیش و پس از دو دسته کردن

انحراف معیار	میانگین		
۳۹.۳	۲۲۸	پیش از دو نیمه کردن	جدول ۲
۴۵.۴	۲۱۹	نیمه ی ۱	
۳۰.۷	۲۳۷	نیمه ی ۲	
۳۵.۸	۲۲۷	پیش از دو نیمه کردن	جدول ۳
۳۹.۱	۲۱۵	نیمه ی ۱	
۲۸.۶	۲۳۹	نیمه ی ۲	
۴۸.۱	۲۰۱	پیش از دو نیمه کردن	جدول ۴
۵۱.۴	۱۸۱	نیمه ی ۱	
۳۵.۴	۲۲۱	نیمه ی ۲	
۴۴.۱	۲۰۷	پیش از دو نیمه کردن	جدول ۵
۵۵.۶	۲۰۴	نیمه ی ۱	
۳۱.۱	۲۱۰	نیمه ی ۲	

در مورد هم میانگین و هم انحراف معیار، دیده می شود که یکی از نیمه ها میانگین (و انحراف معیار) بیشتری از کل دارد و یکی کمتر. این پدیده در مورد میانگین واضح است ولی در مورد انحراف معیار می توان آن را اینطور توضیح داد که وقتی یک مجموعه را به دو قسمت تقسیم می کنیم، یک قسمت پراکندگی کمتر و دیگری پراکندگی بیشتری نسبت به کل داده ها دارند تا وقتی کنار هم می آیند، پراکندگی یکی، منظم بودن دیگری را جبران کند. دلیل تفاوت هم مشخص است، هیچ دو آزمایشی تقریباً پاسخ یکسانی به ما نمی دهند، به دلیل اینکه در دو نیمه، شرایط محیطی کمی متفاوت است، مثلاً حواس شخص در یکی جمع تر است، بنابراین میانگین عکس العمل او کمتر است.

#### خواسته ی ۴

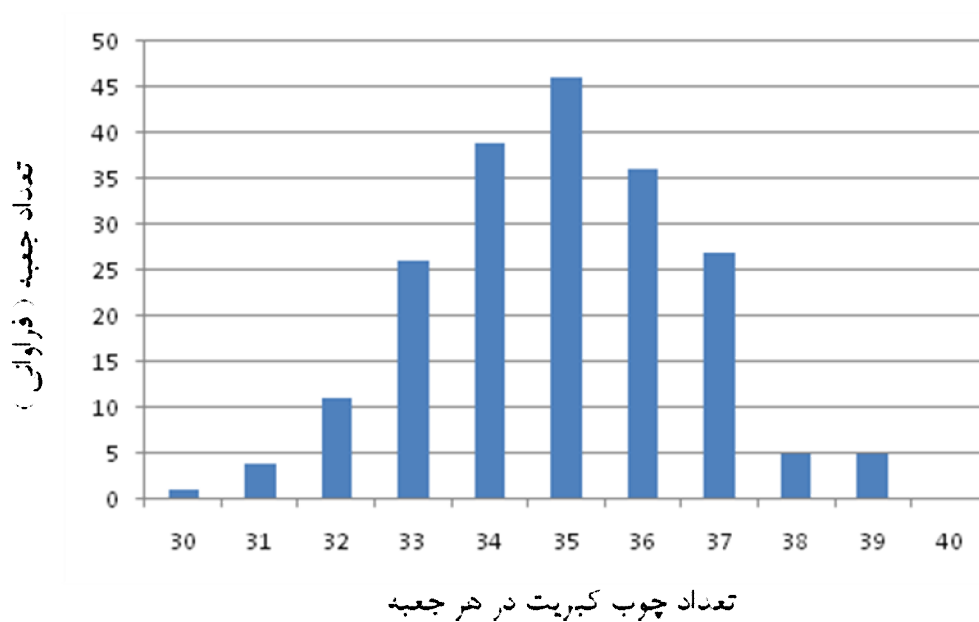
با توجه به داده ها، می بینیم که میانگین داده های دست راست برای نفر اول ، کمی بیشتر و برای نفر دوم ، کمی کم تر از دست چپ است (ولی این تفاوت چندان زیاد نیست) همچنین انحراف معیار داده های دست راست بیشتر است. بنابراین به طور کلی می توان گفت رفتار آماری دو دست با هم متفاوت هستند.

#### خواسته ی ۵

بله. میانگین آزمایشگر دوم کمتر از آزمایشگر اول است ولی انحراف معیار او بیشتر از آزمایشگر اول است. (پراکندگی داده های او بیشتر است.) به جرئت می توان گفت که هیچ دو شخصی در دنیا وجود ندارند که رفتار آماری یکسانی نشان دهند.

## تمرین

### الف -



این توزیع شبیه توزیع گاوسی است.

### ب -

$$avg = 34.9$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f_i (x_i - \bar{x})^2}{\sum f_i - 1}} = 1.73$$

### ج -

$$\sigma_m = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} = 0.12$$

### د -

باید میانگین به همراه خطای معیار میانگین را روی جعبه بنویسد. اما در اینجا خطای معیار میانگین از خطای شمارش ما که یک کبریت است (یا به عبارتی دقت اندازه گیری ما یک کبریت است) کمتر شده ؛ بنابراین باید به جای خطای معیار میانگین دقت اندازه گیری را بنویسیم؛ یعنی ، کارخانه باید بنویسد  $35 \pm 1$  .

### ه -

می دانیم حدود ۹۵ درصد داده ها در بازه ای به مرکز میانگین و شعاع انحراف معیار است، یعنی بین ۳۴ تا ۳۶ .