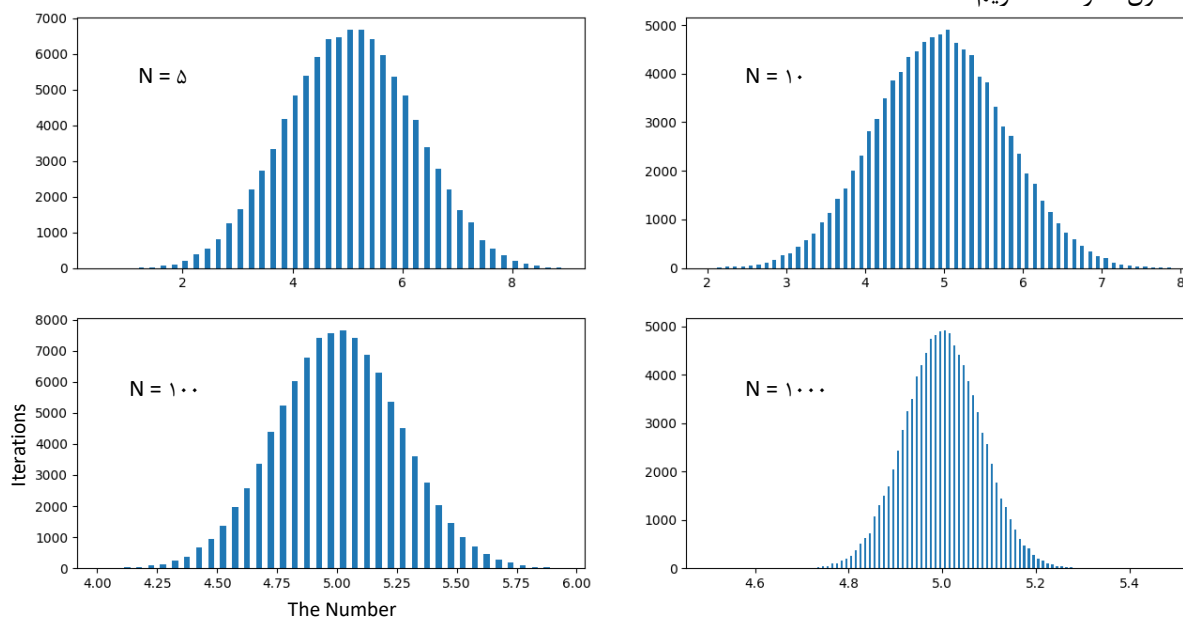


## تمرین شبیه سازی سری ششم علی قبله ۹۹۱۰۹۹۷۱

### ۱. تحقیق قضیه حد مرکزی

در این تمرین میخواهیم قضیه حد مرکزی را که ادعا میکند توزیع مجموع اعداد رندوم گاوسی است تحقیق کنیم. در این برنامه برای ۴ عدد ۵، ۱۰، ۱۰۰، ۱۰۰۰ و تعداد ۱۰۰۰۰۰ داده، نمودارها را رسم می کنیم. در این برنامه یک حلقه تو در تو داریم که در حلقه بیرونی آرایه رندوم را می سازیم (rand\_array) و میانگین می گیریم و در حلقه درونی جمع دو خانه i و j را محاسبه می کنیم (i و j شمارنده هستند). در حقیقت تمام بخش تشکیل نمودار و نشان دادن نمودار گاوسی در این یک حلقه تو در تو رخ می دهد.

برای ۴ طول ذکر شده داریم:



لازم به ذکر است که برچسب محور های هر ۴ نمودار با یکدیگر برابر هستند به همین علت برای شلوغ نشدن تنها برای یک نمودار این برچسب ها نوشته شده اند.

برای مقایسه با تمرین ولگشت و ولنشت، می دانیم که در ولنشت با میانگین گیری از ارتفاع ها و رسم آن، نتیجه گاوسی می شود. و در ولگشت هم مجموع کاهش و افزایش موقعیت X به علت تصادفی بودن این عبارت، نتیجه گاوسی می شود.

۲. ساخت مولد با توزیع گاوسی

برای این برنامه کافیت طبق کتاب عمل کنیم. از کتاب داریم:

$$g(y_1, y_2) = g(y_1)g(y_2) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{y_1^2 + y_2^2}{2\sigma^2}}$$

$$g(y_1, y_2)dy_1dy_2 = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{\rho^2}{2\sigma^2}} \rho d\rho d\theta$$

از این دو رابطه می‌توان تابع توزیع  $\rho$  و  $\theta$  را خواند.

$$g_\rho(\rho) = \frac{1}{\sigma^2} e^{-\frac{\rho^2}{2\sigma^2}} \rho \text{ و } g_\theta(\theta) = \frac{1}{2\pi}$$

حال طبق توضیحات بالا (کتاب) می‌توانیم متغیرهای "تتا" و "رو" را تعریف کنیم.

لازم به ذکر است که می‌توانیم با تعیین متغیرهای  $X$  و  $Y$ ، دو توزیع گاوسی در صفحه مختصات  $X$ - $Y$  برای تولید توزیع گاوسی ۲ بعدی مشخص کنیم.

برای دو متغیر "تتا" و "رو" داریم:

$$\rho = \sigma * (-2 * \text{np.log}(\text{np.random.random()}))$$

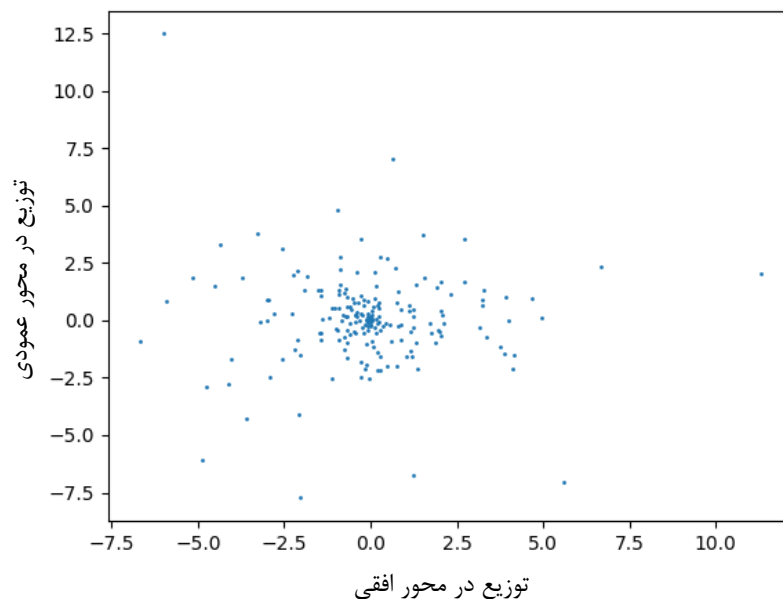
$$\theta = 2 * \pi * \text{np.random.random}()$$

و برای متغیرهای  $X$  و  $Y$  داریم:

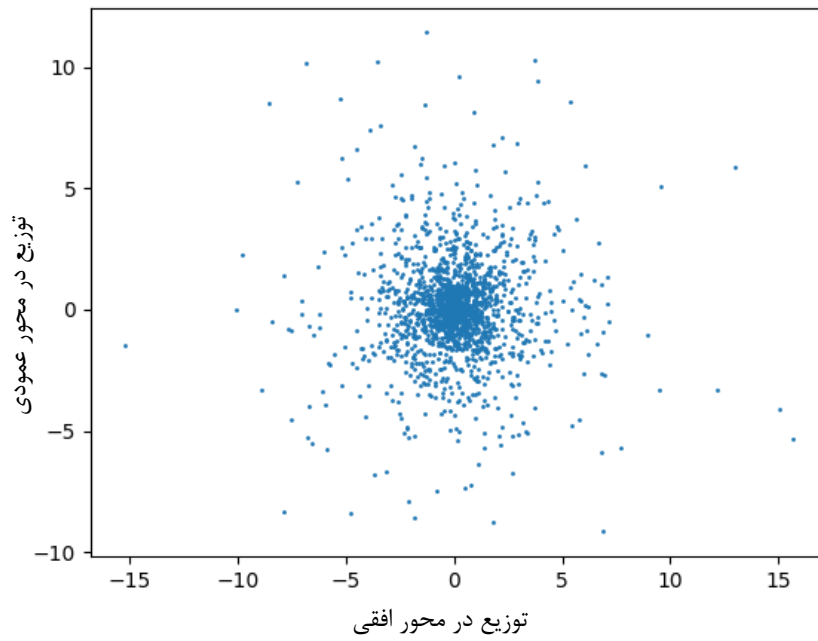
$$x = \rho * \cos(\theta) \quad y = \rho * \sin(\theta)$$

برای ۳ تعداد متفاوت  $N$  که تعداد داده‌های این برنامه را مشخص می‌کند، داریم:

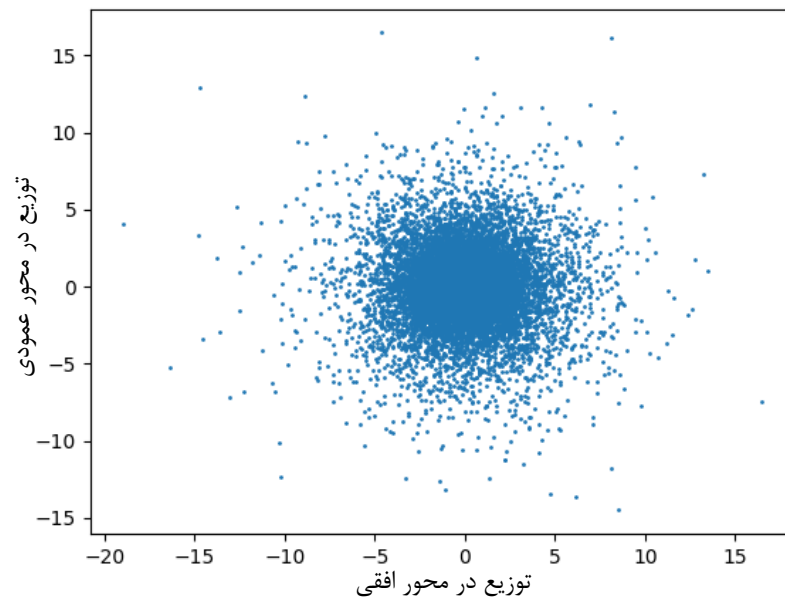
برای ۲۰۰:



برای ۲۰۰۰



برای ۲۰۰۰۰



در توضیح خوب کار کردن مدل: مشاهده می کنیم که تمرکز اکثر داده ها در خط مرکز است  $(0,0)$  است. در هر ۳ نمودار کاملاً تقارن مشخص است و می توان آن را مشاهده نمود. حتی مشاهده می کنیم که توزیع در دایره درونی نسبت به توزیع در دایره بیرونی، رشد نمایی دارد.