

# آزمایش تابع پخش نقطه ای (PSF):

## ۱. پردازش داده ها:

### ۱.۱. star\_identifyer.py:

در این برنامه ستاره های داخل ۳ عکس را پیدا می کنیم و آن را به صورت یک سری عکس با فرمت fits. که ابعاد آن ها 100x100 است ذخیره می کنیم. این برنامه اینگونه کار می کند که ابتدا عکس ها را باز می کنیم و آن ها را به fits تبدیل می کنیم. سپس با `scipy.gaussian_filter` عکس ها را به یک عکس با قله های گاوسی تبدیل می کنیم. در قدم بعدی محدوده هایی که بالای ۱۰۰۰ مقدار دارند را محدوده های پتانسیل دار برای ستاره بودن انتخاب می کنیم. در قدم بعدی با `binary_erosion` مرکز جرم پیدا می کنیم و بعد برای هر ستاره یک ناحیه 101x101 که مرکز آن مرکز ستاره مرکز آن است را جدا می کنیم و در نهایت این نواحی را به صورت یک فایل fits در می آوریم و خروجی می گیریم به طوری که هدر اول آن عکس و هدر دوم آن مختصات مرکز ستاره بروی عکس اصلی است.

### ۱.۲. PSF.py:

ابتدا دستی قبل از برنامه عکس هایی که از برنامه قبلی گرفتیم را چک می کنیم و عکس های دارای دو ستاره و عکس های خراب را حذف می کنیم. برنامه پیدا کردن ستاره به دلیل هات پیکسل های زیاد یک سری عکس (در تصویر دو هات پیکسل ها بروی سحابی برای برنامه مانند ستاره بودند) خراب به ما خروجی می دهد. شماره عکس های درست را به برنامه می دهیم. در مرحله بعد یک حد برای پیکسل های اشباع شده تعیین می کنیم. این حد را اینگونه پیدا می کنیم که یک بار برنامه را بدون لیمیت اجرا می کنیم و مشاهده می کنیم که ستاره هایی که دارای پیکسل با مقدار بالای حدود ۳۰۰۰ هستند پخ هستند که به معنای اشباع است پس حد ما برابر ۳۰۰۰ خواهد بود. در قدم بعدی یک تابع تعریف می کنیم که بفهمید یک محوطه اشباع شده یا یک تک پیکسل. این برای پیدا کردن فرق ستاره های اشباع شده با پیکسل های داغ را در تصویر پیدا می کند. سپس ستاره های اشباع شده را از لیست ستاره ها حذف می کنیم (ستاره های اشباع شده یک محوطه اشباع شده دارند نه یک تک پیکسل اشباع شده) و موقعیت ستاره های مورد تایید را روی عکس ها نمایش می دهیم. در قدم بعدی در هر عکس باقی مانده با سیگما کلیپ هر پیکسل در مربعی ۵ در ۵ حول هر پیکسل، پیکسل های منفرد که همان هات پیکسل هایمان هستند را سیگما کلیپ می کنیم. سپس با استفاده از `scipy.optimize.curve_fit` تابع گاوسی سه بعدی به عکس هایمان برازش می کنیم. تابع گاوسی سه بعدی به صورت زیر می باشد:

$$z = z_0 + Ae^{-(a(x-x_0)^2 + b(x-x_0)(y-y_0) + c(y-y_0)^2)}$$

به طوری که:

$$a = \frac{\cos^2 \theta}{2\sigma_x^2} + \frac{\sin^2 \theta}{2\sigma_y^2}$$

$$b = -\frac{\sin^2 2\theta}{2\sigma_x^2} + \frac{\sin^2 2\theta}{2\sigma_y^2}$$

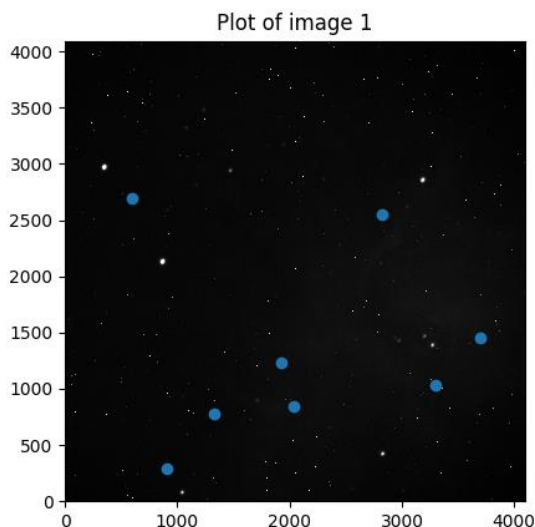
$$c = \frac{\sin^2 \theta}{2\sigma_x^2} + \frac{\cos^2 \theta}{2\sigma_y^2}$$

و در آخر نمودار های مورد نظر را رسم میکنیم و خروجی های مورد نظرمان را میگیریم. (تمامی خروجی های نهایی میانه داده ها هستند).

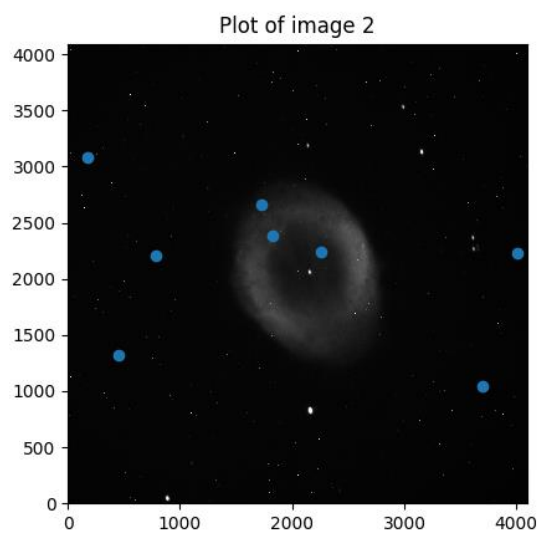
ک نکته در برنامه مان اینست که ما یک لیست کلی از عکس ها میسازیم و برای اینکه بفهمیم کدام ستاره برای کدام عکس است ابتدا حلقه ای میسازیم و برای هر ستاره یک لیست اندیس میسازیم که در آن تنها ابتدا اندیس های ستاره های هر عکسی که با آن کار داریم وجود داشته باشد که آنها را در مرحله اول روی هر عکس مشخص و پلات کنیم. سپس از آنها اندازه میگیریم و آن را در یک متغیر ذخیره می کنیم که با آن در آینده بدانیم که کدام ستاره در لیست برای کدام عکس است (ستاره های عکس یک در ابتدای لیست و بعد آن ستاره های عکس دو و بعد آن ستاره های عکس سه در لیست ستارگان ذخیره اند).

## ۲. خواسته ها:

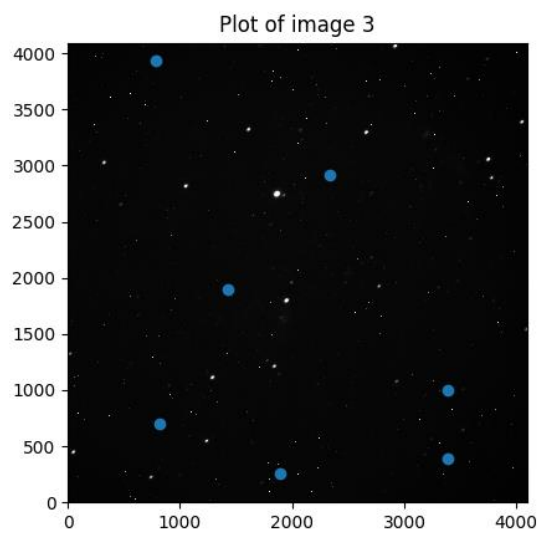
مکان ستاره های انتخاب شده در هر عکس به صورت زیر است:



شکل ۱. موقعیت ستارگان بروی عکس یک



شکل ۲. موقعیت ستارگان بروی عکس دو



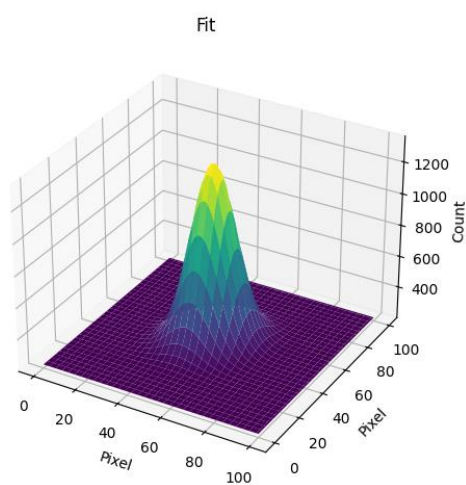
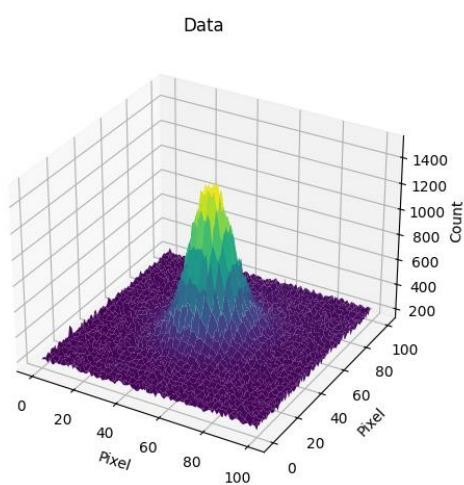
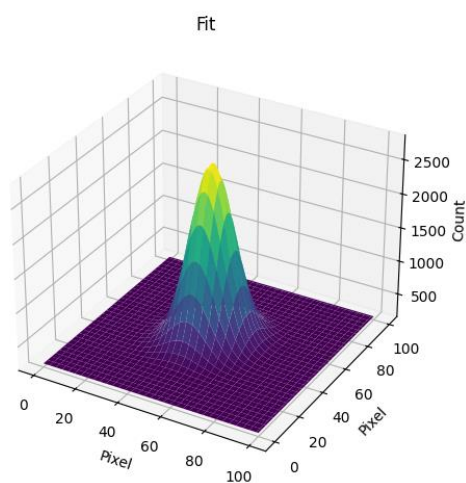
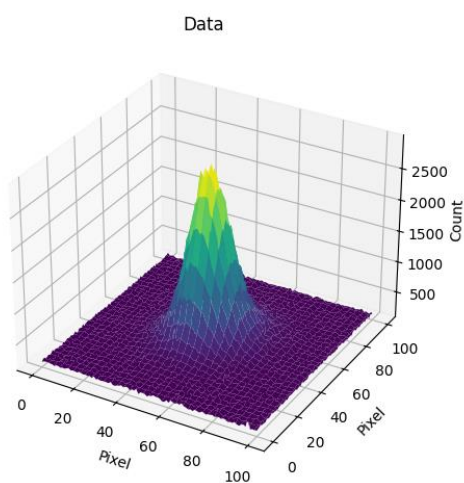
شکل ۳. موقعیت ستارگان بروی عکس سه

از طرفی داده های فیت گاوسی ستاره های سه عکس به شکل زیر است:

```
Fitted parameters for star_1_1: Amplitude=2595.117, X0=50.285, Y0=50.085, SigmaX=8.445, SigmaY=9.871, Theta=0.443, Offset=205.3427674505196
Fitted parameters for star_1_2: Amplitude=1118.154, X0=50.352, Y0=51.078, SigmaX=8.400, SigmaY=10.095, Theta=0.487, Offset=219.83971324489656
Fitted parameters for star_1_3: Amplitude=1001.622, X0=50.832, Y0=50.497, SigmaX=8.548, SigmaY=10.198, Theta=0.495, Offset=318.50056179047033
Fitted parameters for star_1_4: Amplitude=1772.723, X0=50.807, Y0=50.128, SigmaX=8.445, SigmaY=10.336, Theta=0.517, Offset=290.1008142498549
Fitted parameters for star_1_5: Amplitude=2319.934, X0=50.259, Y0=50.729, SigmaX=8.415, SigmaY=10.200, Theta=0.480, Offset=292.88067728173144
Fitted parameters for star_1_6: Amplitude=699.467, X0=50.642, Y0=51.781, SigmaX=8.489, SigmaY=10.649, Theta=0.496, Offset=329.8920539852494
Fitted parameters for star_1_7: Amplitude=793.102, X0=49.797, Y0=50.477, SigmaX=8.566, SigmaY=10.606, Theta=0.480, Offset=270.15289666543237
Fitted parameters for star_1_8: Amplitude=1833.303, X0=50.980, Y0=50.205, SigmaX=8.542, SigmaY=10.124, Theta=0.459, Offset=199.43766315489816
Fitted parameters for star_2_1: Amplitude=2393.264, X0=50.320, Y0=50.679, SigmaX=6.240, SigmaY=11.219, Theta=-0.203, Offset=123.287
Fitted parameters for star_2_2: Amplitude=1267.374, X0=50.298, Y0=50.036, SigmaX=7.024, SigmaY=11.124, Theta=-0.211, Offset=135.934
Fitted parameters for star_2_3: Amplitude=2722.736, X0=50.592, Y0=50.611, SigmaX=6.865, SigmaY=11.015, Theta=-0.210, Offset=143.382
Fitted parameters for star_2_4: Amplitude=949.983, X0=50.633, Y0=50.982, SigmaX=6.180, SigmaY=11.017, Theta=-0.193, Offset=113.146
Fitted parameters for star_2_5: Amplitude=1580.445, X0=50.455, Y0=50.747, SigmaX=6.155, SigmaY=10.948, Theta=-0.179, Offset=454.100
Fitted parameters for star_2_6: Amplitude=785.495, X0=50.565, Y0=50.496, SigmaX=7.014, SigmaY=11.765, Theta=-0.155, Offset=729.991
Fitted parameters for star_2_7: Amplitude=1124.703, X0=50.010, Y0=50.196, SigmaX=6.185, SigmaY=10.800, Theta=-0.159, Offset=425.884
Fitted parameters for star_2_8: Amplitude=1551.066, X0=50.842, Y0=50.584, SigmaX=7.110, SigmaY=11.031, Theta=-0.244, Offset=134.261
Fitted parameters for star_3_1: Amplitude=1608.515, X0=50.108, Y0=49.999, SigmaX=9.643, SigmaY=6.681, Theta=-3.840, Offset=168.396
Fitted parameters for star_3_2: Amplitude=1517.891, X0=49.919, Y0=50.110, SigmaX=6.724, SigmaY=9.630, Theta=-8.577, Offset=145.218
Fitted parameters for star_3_3: Amplitude=2237.689, X0=50.202, Y0=50.842, SigmaX=9.526, SigmaY=6.666, Theta=-3.825, Offset=175.092
Fitted parameters for star_3_4: Amplitude=1582.046, X0=50.170, Y0=50.348, SigmaX=6.745, SigmaY=9.721, Theta=-2.280, Offset=164.532
Fitted parameters for star_3_5: Amplitude=2451.480, X0=50.753, Y0=51.086, SigmaX=9.717, SigmaY=6.680, Theta=-3.839, Offset=199.425
Fitted parameters for star_3_6: Amplitude=1191.671, X0=50.512, Y0=50.107, SigmaX=9.573, SigmaY=6.681, Theta=-3.852, Offset=189.249
Fitted parameters for star_3_7: Amplitude=1159.033, X0=49.920, Y0=50.279, SigmaX=9.629, SigmaY=6.943, Theta=-3.803, Offset=151.488
```

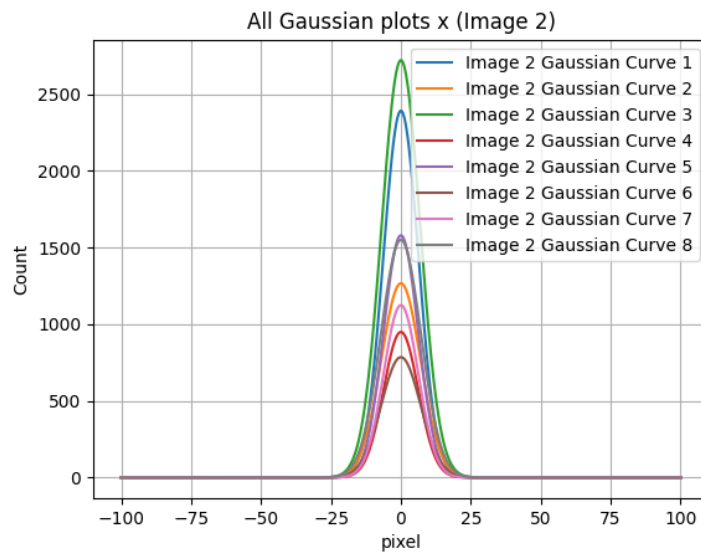
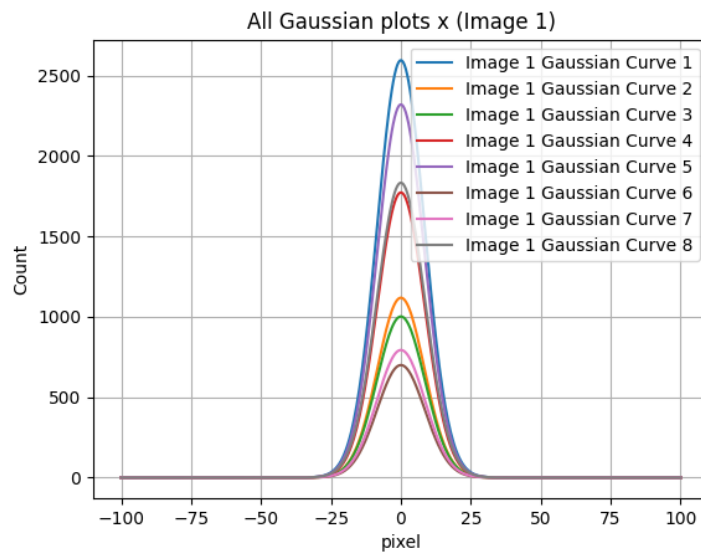
شکل ۴. داده های برازش گاوسی

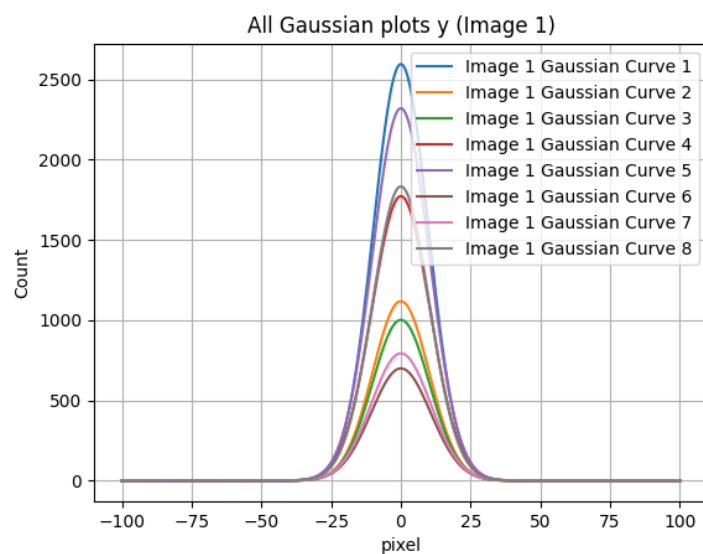
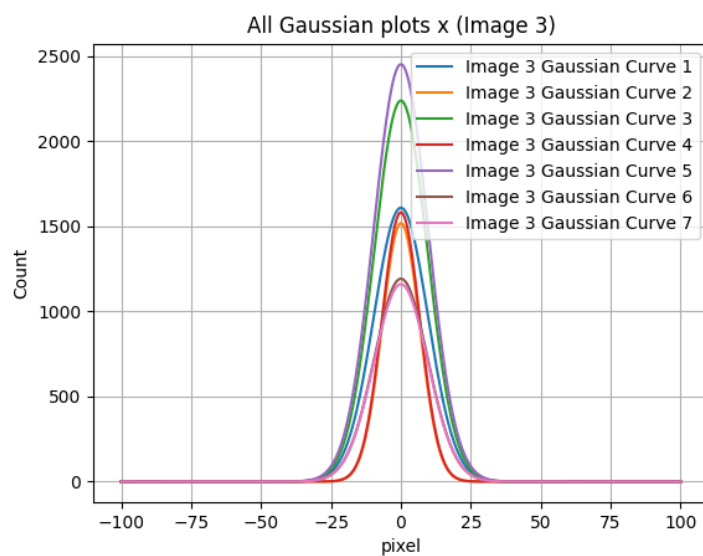
که واحد موقعیت ها و سیگما ها پیکسل و واحد زاویه ها رادیان است.

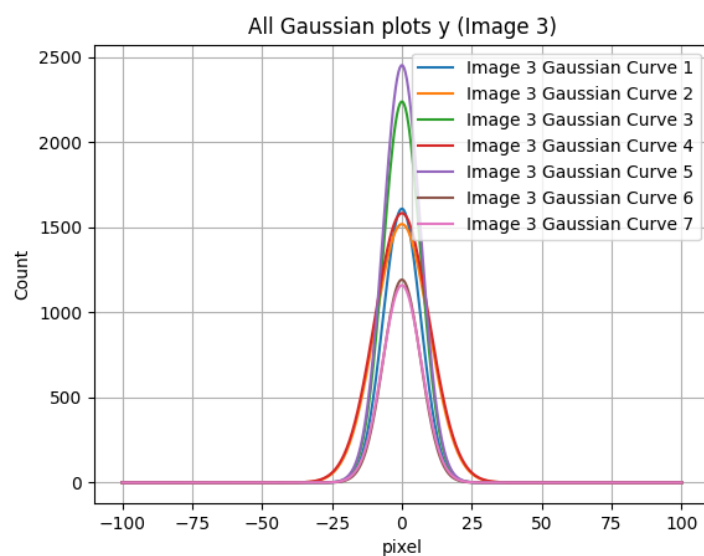
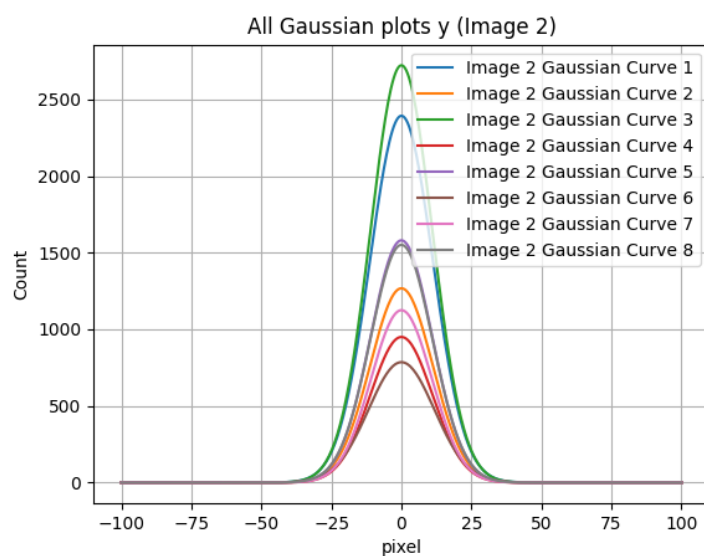


شکل ۵. نمودار تابع گاوسی دو ستاره. به دلیل زیاد بودن ستارگان تنها دو نمودار را گذاشتم.

همچنین نمودار گاوسی ستارگان هر عکس به صورت زیر است:



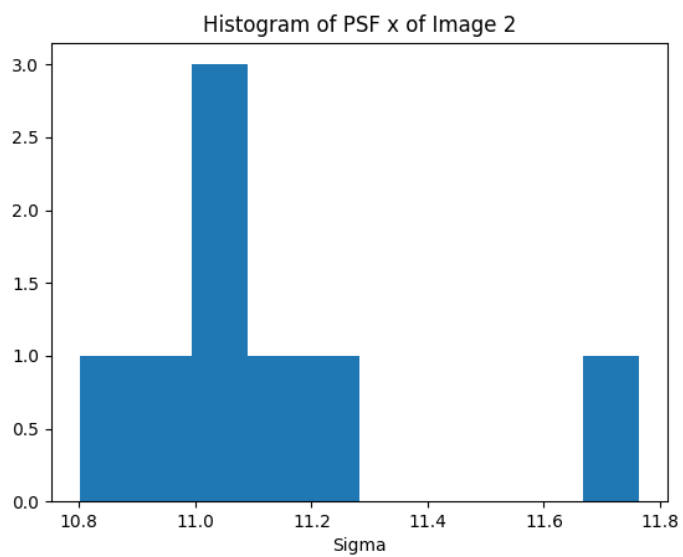
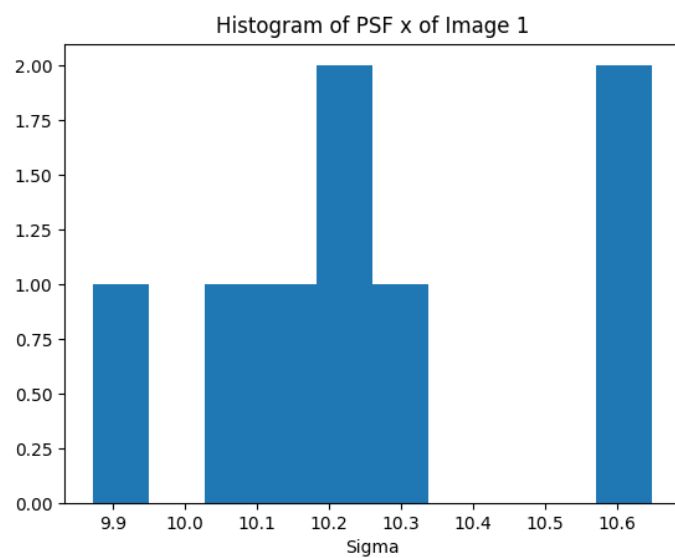


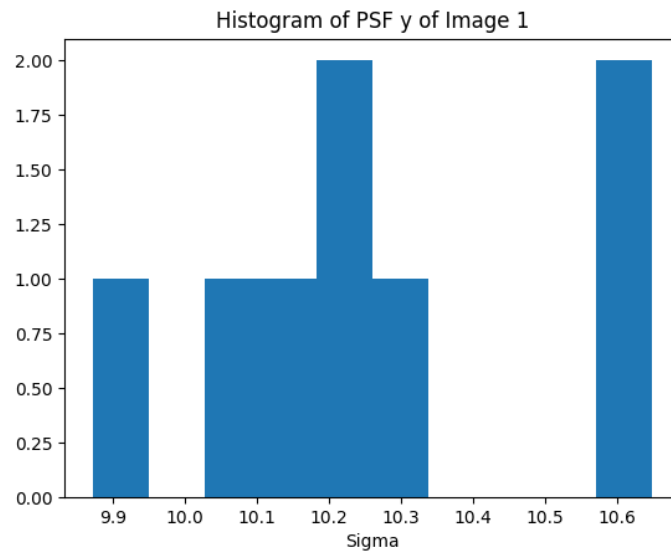
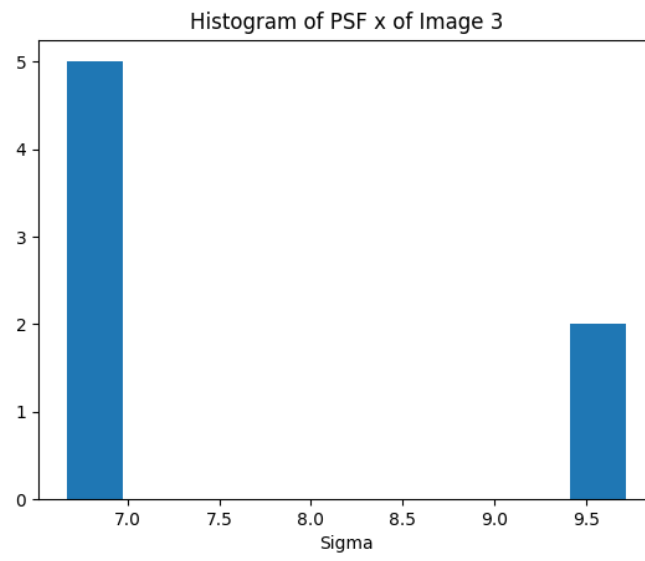


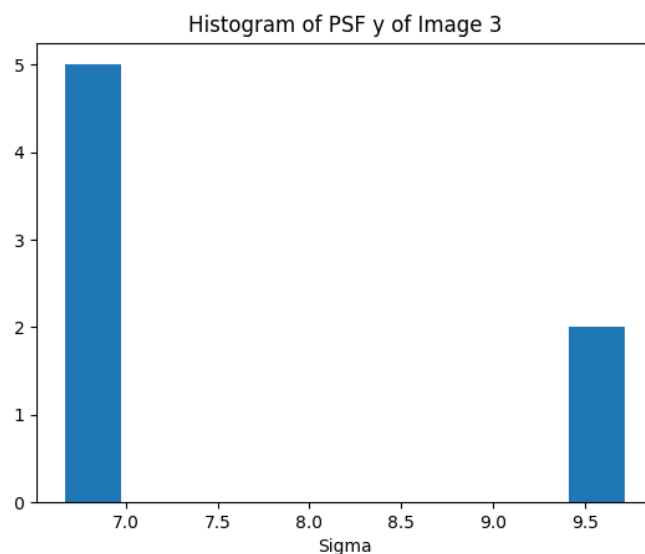
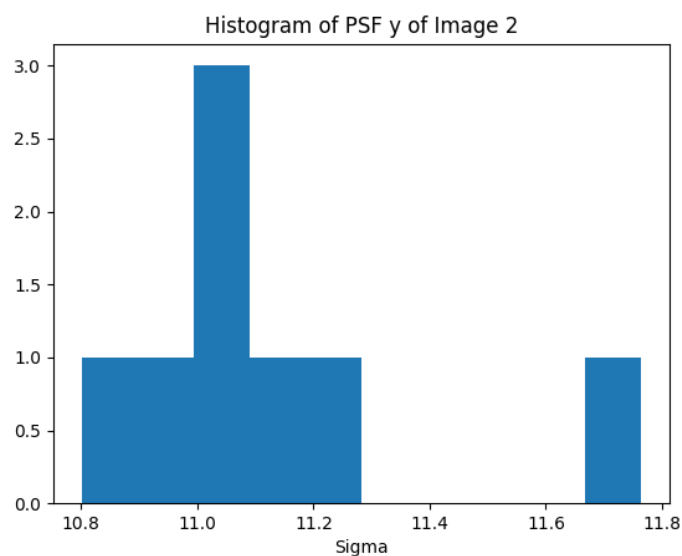
اشکال ۶ تا ۱۱. نمودار های گاوسی های ستارگان عکس ها ۱ تا ۳

هیستوگرام های سیگما ها به صورت زیر است:









شکل های ۱۲ تا ۱۷. هیستوگرام های سیگما ها

همینطور داده های میانه های سیگما و چرخش منحنی گاوسی به صورت زیر است:

```

Sigma_x of Image 1: 8.467 Pixels
Sigma_x of Image 2: 6.553 Pixels
Sigma_x of Image 3: 9.573 Pixels
Sigma_y of Image 1: 10.199 Pixels
Sigma_y of Image 2: 11.024 Pixels
Sigma_y of Image 3: 6.681 Pixels
Stars ellipse's rotation of Image 1: 0.484 radians
Stars ellipse's rotation of Image 2: -0.198 radians
Stars ellipse's rotation of Image 3: -3.839 radians

```

شکل ۱۸. داده های نهایی PSF