

# آزمایش تاریکی لبه خورشید:

بردیا عالیان، بردیا حسنپور  
گروه سوم

## ۱. پردازش داده ها:

### ۱.۱. sun\_with\_dark\_correction.py

در این برنامه تاثیر دارک را از عکس خورشید کم می‌کنیم. ابتدا تصاویر را با برنامه از پیش نوشته شده‌مان Project\_Mods.py که از این به بعد ماژولمان است آرایه می‌کنیم.

```
1 import astropy.io as ap
2 from astropy.io import fits
3 import numpy as np
4 from astropy.utils.data import get_pkg_data_filename as gpdf
5 import sys
6 sys.path.append('/Users/bardiya/Desktop/Astronomy_lab/Modules')
7 import Project_Mods as mod
8 import matplotlib.pyplot as plt
9
10 sun_img = ["/Users/bardiya/Desktop/Astronomy_lab/Sun_Experiment/Data/Sun/fits/sun_sun_canon1200d_iso100_130sec_bardia_alian_bardia_hassanpour_00001.fits"]
11 numbers = ["01", "02", "03", "04", "05", "06", "07", "08", "09", "10", "11", "12", "13", "14", "15", "16", "17", "18", "19", "20"]
12 dark_img = [f"/Users/bardiya/Desktop/Astronomy_lab/Sun_Experiment/Data/Dark/fits/sun_dark_canon1200d_iso100_130sec_bardia_alian_bardia_hassanpour_000{i}.fits" for i in numbers]
13
14 sun_array = mod.fits_to_arr_rgb(sun_img)
15 dark_array = mod.fits_to_arr_rgb(dark_img)
```

سپس دوباره با ماژولمان تصاویر دارک را پردازش می‌کنیم.

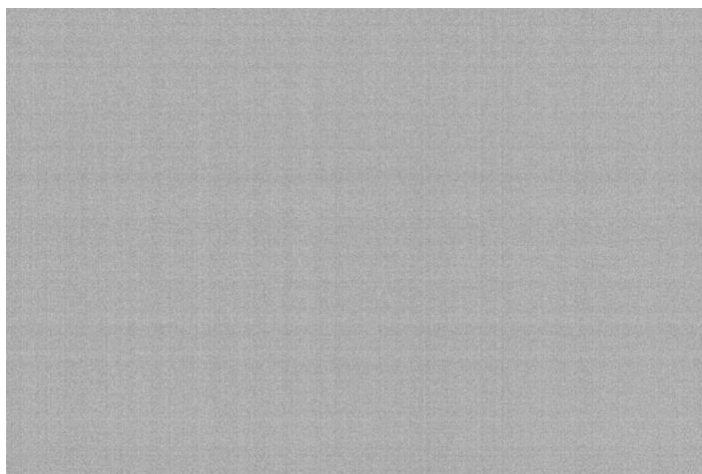
```
17 master_dark_arr = mod.master_dark_array(dark_array)
18 master_dark_arr_rounded = np.round(master_dark_arr)
```

در مرحله بعد تصویر مستر دارک را از تصویر خورشید کم می‌کنیم و هر جایی که مقدار شمارش آن منفی شده بود را ۰ می‌کنیم.

```
20 sun_final_arr_with_negative = np.subtract(sun_array[0], master_dark_arr)
21 sun_final_arr = np.where(sun_final_arr_with_negative < 0, 0, sun_final_arr_with_negative)
22 sun_final_arr_rounded = np.round(sun_final_arr)
```

در نهایت آرایه تصویر را با ماژولمان به فیتز تبدیل می‌کنیم.

```
26 mod.image_output(master_dark_arr_rounded, "Master_Dark_Image.fits", "/Users/bardiya/Desktop/Astronomy_lab/Sun_Experiment/Final_Data/")
27 mod.image_output(sun_final_arr_rounded, "Sun_Image_with_dark_correction.fits", "/Users/bardiya/Desktop/Astronomy_lab/Sun_Experiment/Final_Data/")
```



تصویر ۱. مستر دارک



تصویر ۲. تصویر تصحیح شده خورشید

## ۱.۲. Sun\_properties.py:

ابتدا در برنامه یک تابع درست میکنیم که هر جا مقدار پیکسل بالاتر از هزار بود در یک آرایه همقدر عکسمان یک بذارد و هر جا مقدار پیکسل زیر هزار بود آن را ۰ بذارد که شکل کلی خورشید را داشته باشیم. همچنین به دلیل اینکه این برنامه به صورت سطر به سطر آرایه اجرا می شود می توان اندازه هر وتر افقی دایره خورشید را بدست آورد. در نهایت یک لیست از بیشینه اندازه وتر ها می گیریم و میانه آن را شعاع خورشید می گیریم. همینطور سطر شعاع را به عنوان مختصه عرضی مرکز می گیریم. همچنین برای دقت بالاتر این کار را برای ستون ها نیز انجام می دهیم و شعاع خورشید را میانگین شعاع افقی و شعاع عمودی آن می گیریم. همچنین مختصه طولی مرکز خورشید را هم مانند مختصه عرضی آن پیدا می کنیم و اینگونه مختصات مرکز خورشید هم روی عکس پیدا می کنیم. در نهایت آن داده ها را خروجی می گیریم.

در مرحله دوم یک آرایه عکس را در یک آرایه جدید کپی می‌کنیم که می‌خواهیم در آن مرکز را علامت بزنیم. بروی مرکز می‌رویم و یک به علاوه با ضخامت ۱۷ و طول ۱۰۳ پیکسل حول مرکز درست می‌کنیم (هر پیکسل داخل به علاوه را برابر صفر قرار می‌دهیم) سپس عکس خورشید با مرکز علامت زده شده را به فایل fits. تبدیل می‌کنیم.

در مرحله سوم توابع intensity, normalize, miu را تعریف می‌کنیم:

تابع intensity مقدار هر پیکسل را به شدت واحد فرکانس با معادله زیر بدست می‌آورد:

$$\frac{I}{f} = \frac{1}{\text{Quantum efficiency}} \times \frac{h \times c}{t \times A}$$

که  $h$  ثابت پلاک،  $c$  مقدار پیکسل،  $t$  مدت زمان نوردهی و  $A$  مساحت هر پیکسل می‌باشد. این تابع قابلیت دیگری نیز دارد و آن convolution است. یعنی می‌توان شدت هر پیکسل را برابر میانه مقدار شدت های یک مربع  $(2i+1) \times (2i+1)$  حول پیکسل گرفت و اگر پیکسل‌مان در گوشه تصویر بود به طوری که این مربع در تصویر جا نمی‌شد، گوشه جا نشده مربع را با انعکاس پیکسل ها حول اضلاع تصویر می‌سازد.

تابع normalize یک سطر از آرایه عکس را ورودی می‌گیرد و آن را نسبت به بیشینه شدت آن سطر مقیاس می‌کند.

تابع miu ابتدا بررسی می‌کند که فاصله پیکسل تا مرکز کمتر از شعاع است یا خیر و سپس مقادیر پیکسل هایی که در خورشید هستند را به  $\cos\theta$  تبدیل می‌کند.

در مرحله تابع رسم را تعریف می‌کنیم. تابع رسم را برای حالت هایی با convolution 1x1, 3x3, 5x5, 7x7 می‌سازیم که می‌توانیم انتخاب کنیم که به ما نمودار ها را با کدام convolution بدهد و در آخر نمودارهای خواسته ها را رسم می‌کنیم. نکته ای که در این تابع وجود دارد اینست که برای رسم مدل ادینگتون به دلیل اینکه از لبه چپ خورشید تا مرکز آن  $\mu$  از صفر تا یک زیاد می‌شود و دوباره از مرکز تا لبه راست خورشید از یک به صفر می‌رود و به دلیل محدودیت کتابخانه matplotlib در ساخت محوری با چنین عدد گذاری ای، در رسم مدل ادینگتون از مرکز تا لبه راستی خورشید بجای از یک تا صفر رفتن محور افقی از یک تا دو می‌رود اما شکل تابع درست است و تنها باید در محور افقی نمودار از یک تا دو را یک تا صفر بخوانیم.

## ۲. خواسته ها:

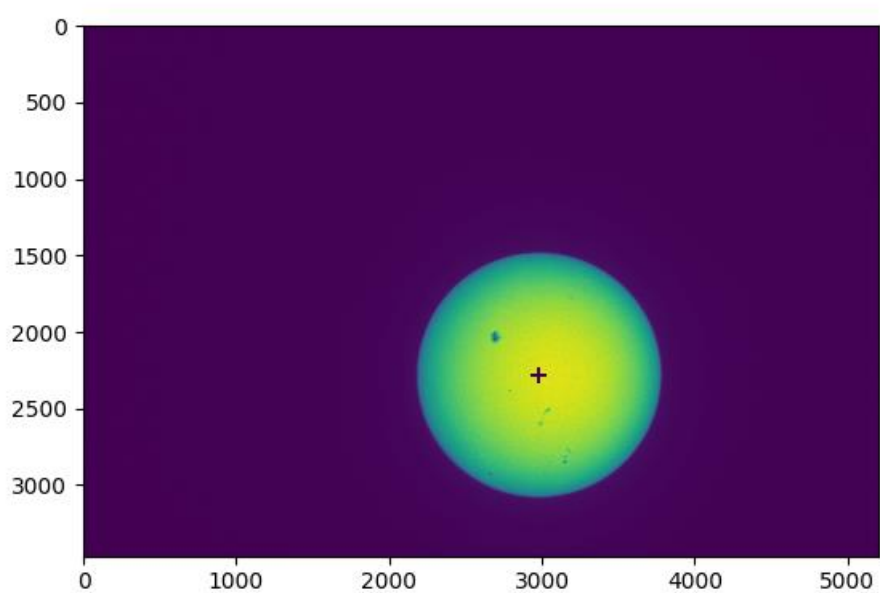
۱.

با توجه به برنامه شعاع و مختصات مرکز به صورت زیر است:

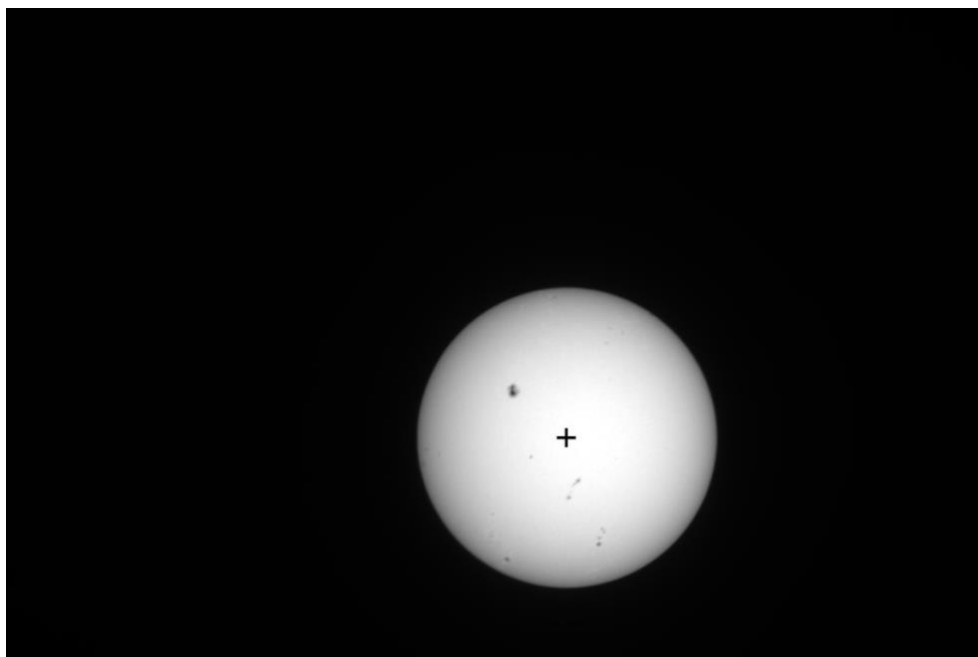
```
Center's height is: 1184
Center's width is: 2978
The raduis is: 801.25 pixels
```

تصویر ۳. داده های شعاع و مرکز خورشید

همینطور عکس خورشید با مرکز مشخص شده به صورت زیر است:



شکل ۴. نمودار تصویر خورشید با مرکز مشخص شده

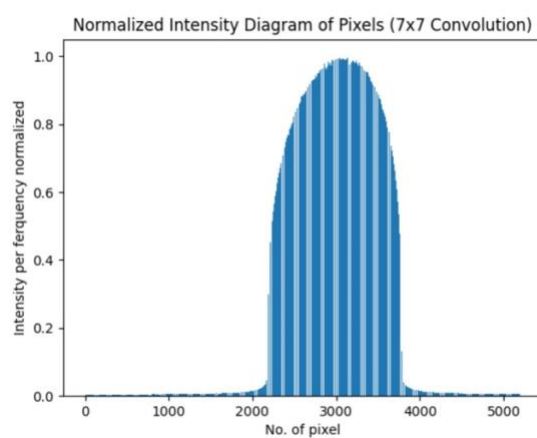
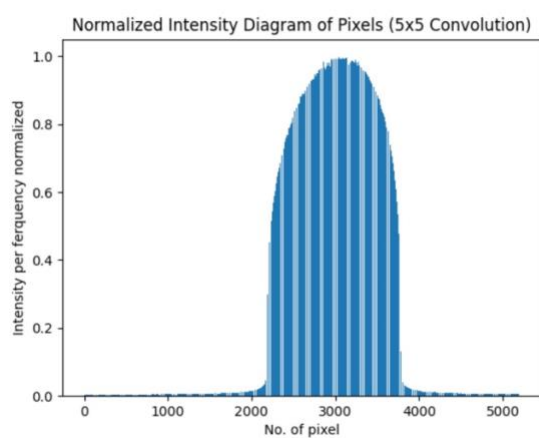
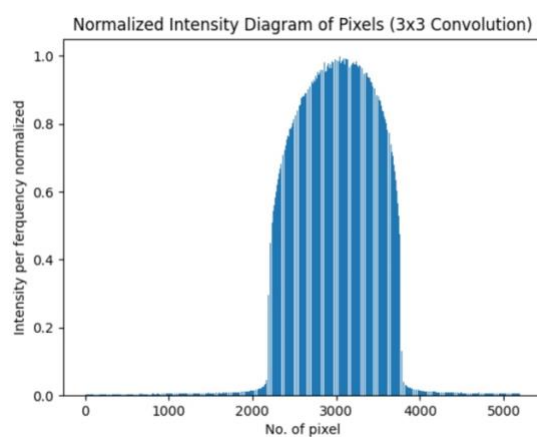
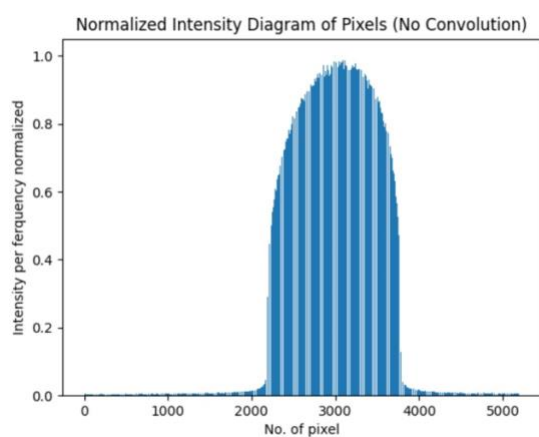


شکل ۵. تصویر خورشید با مرکز مشخص شده

۲.

از این بخش به بعد تمامی داده های ما در سطر مرکز خورشید می باشند.  
نمودار شدت های مقیاس شده در پیکسل هایمان به صورت زیر می باشد:

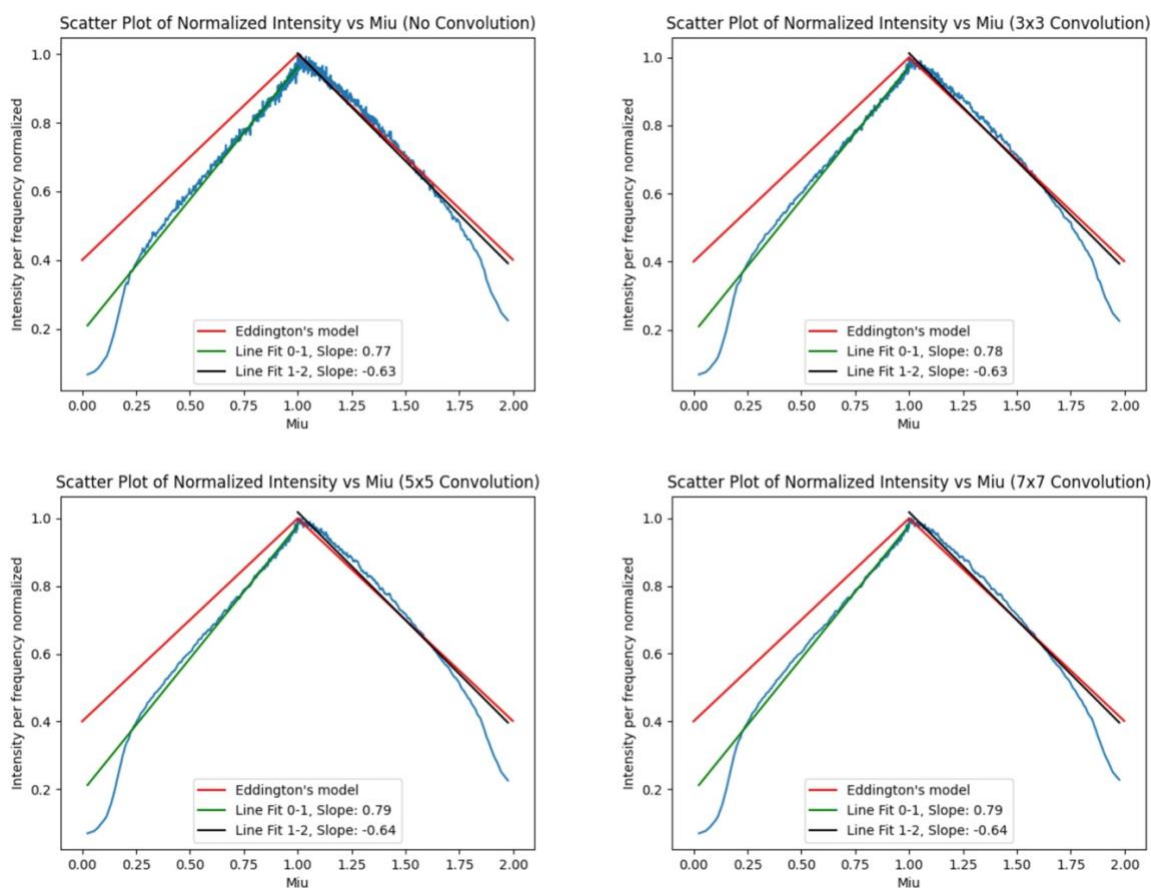
نمودار ۱. نمودار شدت های مقیاس شده در هر پیکسل



۳.

نمودار های مدل ادینگتون به صورت زیر است:

نمودار ۲. نمودار مدل ادینگتون. از  $1 \mu$  تا ۲ در اصل سمت راست خورشید می‌باشد و مقدار آن از ۱ به ۰ است که به دلیل محدودیت های کتابخانه matplotlib از ۱ تا ۲ در محور افقی نامگذاری شده

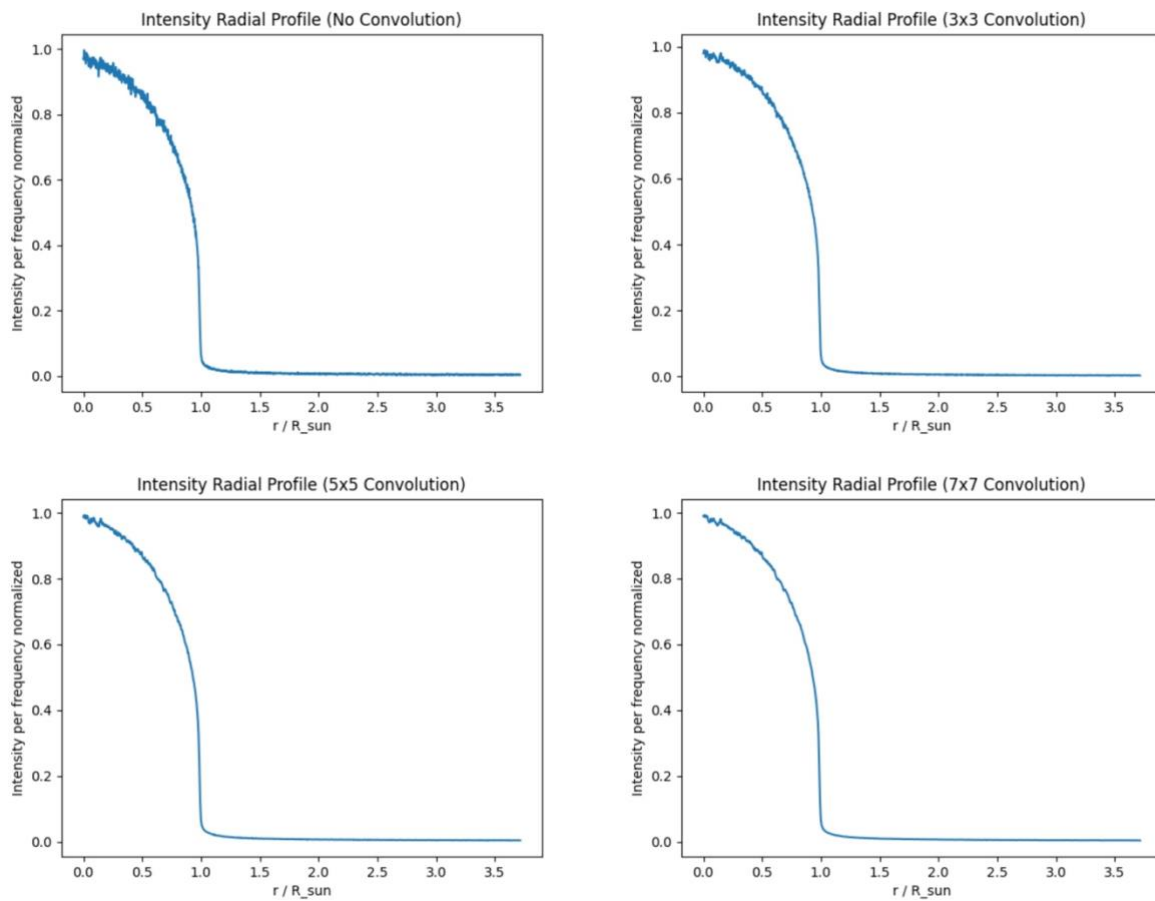


همانطور که در نمودار ها مشاهده می‌شود سمت راست تصور خورشید به مدل ادینگتون نزدیک تر است و سمت چپ زیاد نزدیک به مدل ادینگتون نیست. این مساله مربوط به ابیراهی های تلسکوپ در تصویر مربوط میشود که به دلیل نبود تصویر فلت برای تصحیح آن این شکلی شده. همینطور با توجه به نمودار ها مدل ادینگتون در لبه خورشید به خوبی کار نمی‌کند.

۴.

پرو فایل شعاعی به صورت زیر می‌باشد:

نمودار ۳. پروفایل شعاعی شدت خورشید



همانطور که مشاهده می‌کنیم خارج از خورشید که می‌توان از تغییر شیب در نمودار ها نیز آن را پیدا کرد شدت صفر نمی‌شود و با یک شیب رو به صفر شدن می‌رود. این مساله به دلیل جو خورشید است که هنوز تابندگی دارد و می‌توان این جو را در نمودار مان مشاهده کرد.