



**Jundi Shapur**  
**University of Technology-Dezful**

**پردازش تصاویر رقومی**  
**فصل دوم: پیکسل**

**Nurollah Tatar**  
**Digital Image Processing**  
**Semester 2021**

# فهرست مطالب



- پیکسل چیست؟
- پردازش‌های روی پیکسل
- پردازش‌های پیکسل-مبنا
- پردازش هیستوگرام

PIXEL

# پیکسل چیست؟

- از نظر تعریف تحت اللفظی، کلمه پیکسل مخفف جزئی تصویر (picture element) است.
- در تعریف معنایی، به کوچک‌ترین جزء ساختاری یک تصویر دیجیتال پیکسل می‌گویند.
- موقعیت هر پیکسل با شماره سطر و ستون ( $X, Y$ ) و مقدار آن به درجه کوانتیزاسیون وابسته است.

# پیکسل چیست؟

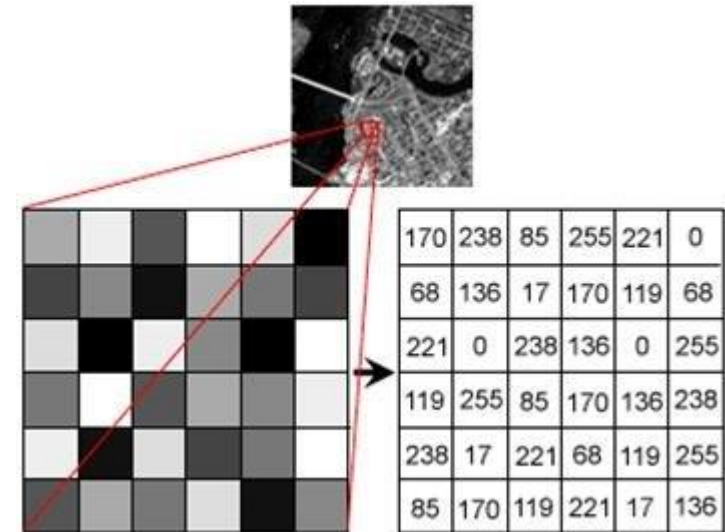
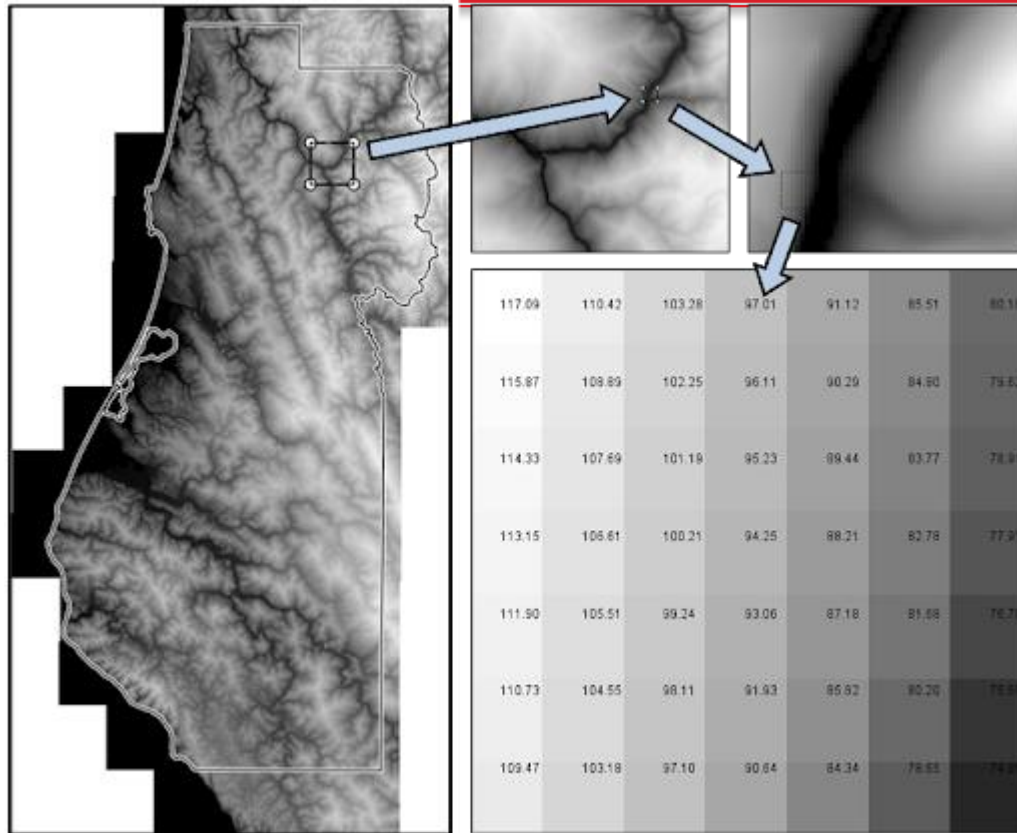
- مقادیر هر پیکسل لزوما شامل اطلاعات مرئی نیستند.
- بسته به نوع تصویر، مقادیر هر پیکسل متفاوتند.

## نوع داده

## تصویر

- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| • عدد صحیح      | • مرئی / طیفی   |
| • شناور اعشاری  | • ارتفاعی / عمق |
| • شناور / مختلط | • راداری / صوتی |
| • عدد منطقی     | • ماسک          |

# پیکسل چیست؟



- عدد صحیح مثبت
- عدد شناور اعشاری
- (قسمتی از یک تصویر)
- (قسمت از یک مدل رقومی ارتفاعی)

# پردازش‌های روی پیکسل

- بر روی هر تصویر به مانند ماتریس‌های ریاضیاتی می‌توان عملیات جبری بر روی آن انجام داد.
- در این عملیات‌ها یک رابطه مشخص بین مقادیر ورودی و خروجی پیکسل‌های متناظر تعریف می‌شود.

$$I_{output}(i, j) = I_A(i, j) + I_B(i, j)$$

$$I_{output}(i, j) = I_A(i, j) + C$$

- $I_A$  و  $I_B$  دو تصویر هستند.

- $C$  یک عدد ثابت است.

# پردازش‌های روی پیکسل

- اضافه کردن یک مقدار ثابت به درجات خاکستری برای افزایش کنتراست.
- کنتراست به معنای تفاوت در درخشندگی است.





# پردازش‌های روی پیکسل

- جمع دو تصویر با عملگرهای حسابی.



Image Blending

# پردازش‌های روی پیکسل

- تفریق دو مدل رقومی با عملگرهای حسابی.



Digital Surface Model (DSM)



Digital Terrain Model (DTM)



normalized Digital Surface Model (nDSM)

# پردازش‌های روی پیکسل

• مثال: در محیط برنامه نویسی متلب کدها زیر را اجرا کنید.

- `A = imread('cameraman.tif'); subplot(1,2,1), imshow(A);`
- `B = A + 100; subplot(1,2,2), imshow(B);`



# پردازش‌های روی پیکسل

- در پردازش تصویر می‌توان با چهار اپراتور منطقی ( NOT, OR, XOR, AND ) تصاویر رقومی (و یا تصاویر رقومی باینری شده) را پردازش کرد.
- منظور از تصاویر باینری، تصاویری هستند که مقادیر پیکسل‌های آن مقدار ۰ یا ۱ دارند.
- تصاویر باینری می‌توانند از روی تصاویر رقومی متداول ایجاد شوند.

# پردازش‌های روی پیکسل

- عملگر NOT: از این عملگر برای معکوس کردن مقادیر استفاده می شود.
- اگر تصویر ۸ بیت باشد، با اعمال این اپراتور همه مقادیر از مقدار ۲۵۵ کم می شوند.
- اگر تصویر باینری (۰ بیت) باشد، با اعمال این اپراتور همه مقادیر صفر به مقدار یک و همه مقادیر یک به مقدار صفر تبدیل می شوند.

# پردازش‌های روی پیکسل

original 8 bit image



After operating NOT on original image



• عملگر NOT:

Binary cameraman image



After operating NOT on Binary image



کد متلب برای باینری کردن  
im2bw

کد متلب برای عملگر NOT  
imcomplement



# پردازش‌های روی پیکسل

Original image



Binary image: original>80



Binary image: original>150



Binary image for XOR operators



- عملگر XOR: از این عملگرها برای پیدا کردن فصل غیرمشترک دو تصویر باینری استفاده می‌شود.

- نواحی سیاه رنگ مقدار ۰ و سفید رنگ مقدار ۱

# پردازش‌های روی پیکسل

Original image

Binary image: original>80



Binary image: original>150

Binary image for OR operators



• عملگر OR: از این

عملگرها برای پیدا کردن

فصل اجتماع دو تصویر

باینری استفاده می‌شود.

• نواحی سیاه رنگ مقدار

و سفید رنگ مقدار ۱



# پردازش‌های روی پیکسل

Original image



Binary image: original > 80



Binary image: original > 150



Binary image for AND operator



- عملگر AND: از این عملگرها برای پیدا کردن فصل مشترک دو تصویر باینری استفاده می‌شود.
- نواحی سیاه رنگ مقدار ۰ و سفید رنگ مقدار ۱

# پردازش‌های روی پیکسل

## • آستانه‌گذاری:

- در آستانه‌گذاری مقداری تعیین می‌شود که درجات خاکستری بیشتر از آن مقدار ۱ و کمتر از آن حد آستانه مقدار ۰ می‌گیرند.
- معمولاً خروجی آستانه‌گذاری یک تصویر باینری است.
- روش‌های زیادی برای آستانه‌گذاری اتوماتیک ارائه شده‌اند، اما کماکان این مسئله هنوز به طور کامل حل نشده است.

# پردازش‌های روی پیکسل

- مثال: برنامه‌ای که تمامی مقادیر درجات خاکستری را با یک حد‌آستانه مقایسه کرده و یک تصویر باینری تولید می‌کند.

Original image



The result of thresholding



# Point-Based Operations

## پردازش‌های پیکسل-مبنا

- فارغ از توان تفکیک رادیومتریکی یک سنجنده، ممکن است تصاویر اخذ شده از کنتراست پایینی برخوردار باشند.
- شرایط نوری نامناسب، کیفیت پایین لنز، کیفیت پایین آشکارساز و یا مواردی از این قبیل ممکن است منجر به کنتراست پایین تصاویر شوند.
- برای بهبود کنتراست یک تصویر معمولاً از روش‌های پردازشی پیکسل-مبنا استفاده می‌شود.

# پردازش‌های پیکسل-مبنا

- انتقال لگاریتمی:

- در این روش با استفاده از لگاریتم طبیعی مقادیر درجات خاکستری تغییر می‌کنند.

$$I_{\text{output}}(i, j) = c \ln[1 + (e^{\sigma} - 1)I_{\text{input}}(i, j)]$$

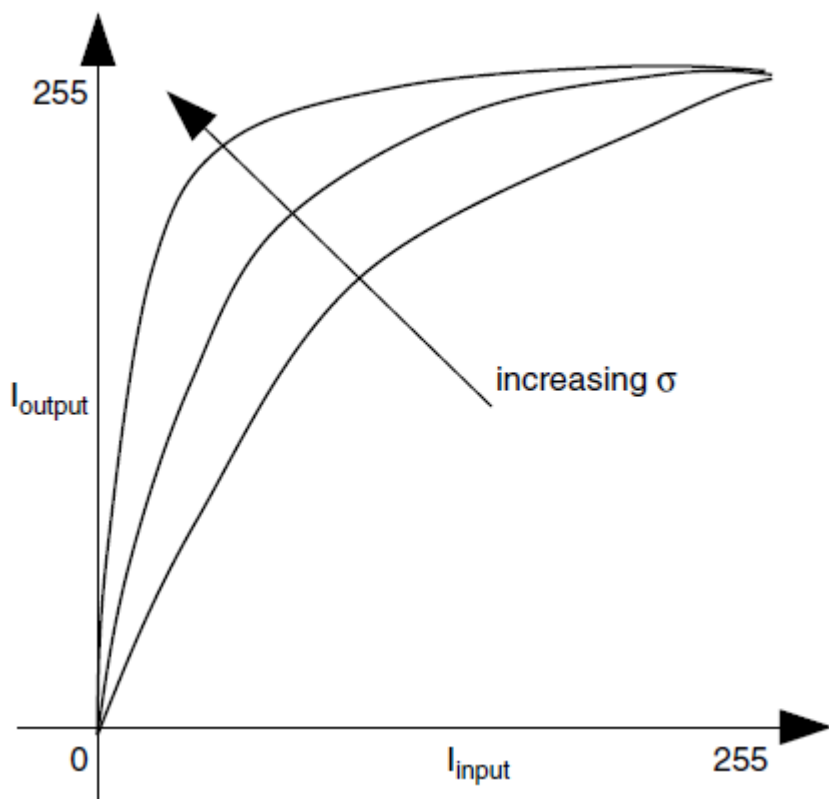
$$c = \frac{255}{\log[1 + \max(I_{\text{input}}(i, j))]}$$

- این روش مقادیر تاریک را به سمت درجات با روشنایی بالاتر انتقال می‌دهد.

# پردازش‌های پیکسل-مبنا

- انتقال لگاریتمی:

- در این روش هر چقدر ضریب مقیاس سیگما افزایش یابد، مقادیر تاریک بیشتر به سمت روشنایی گرایش پیدا می‌کنند.



# پردازش‌های پیکسل-مبنا

Original Image



After log with C=2



After log with C=3



After log with C=5



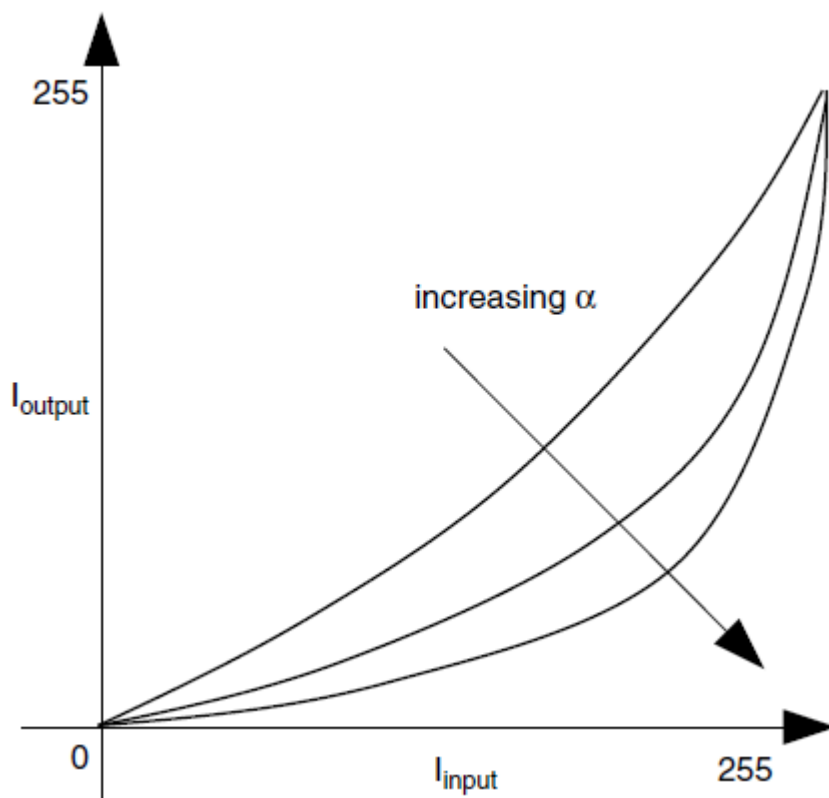
• انتقال لگاریتمی:

$\log(I)$





# پردازش‌های پیکسل-مبنا



• انتقال نمایی:

- این روش با استفاده از تابع نمایی مقادیر بسیار روشن را به سمت درجات با روشنایی کمتر انتقال می‌دهد.

$$I_{\text{output}}(i, j) = c[(1 + \alpha)^{I_{\text{input}}(i, j)} - 1]$$

# پردازش‌های پیکسل-مبنا

• انتقال نمایی:

Input



$\exp(I)$



# پردازش‌های پیکسل-مبنا

- انتقال گاما:

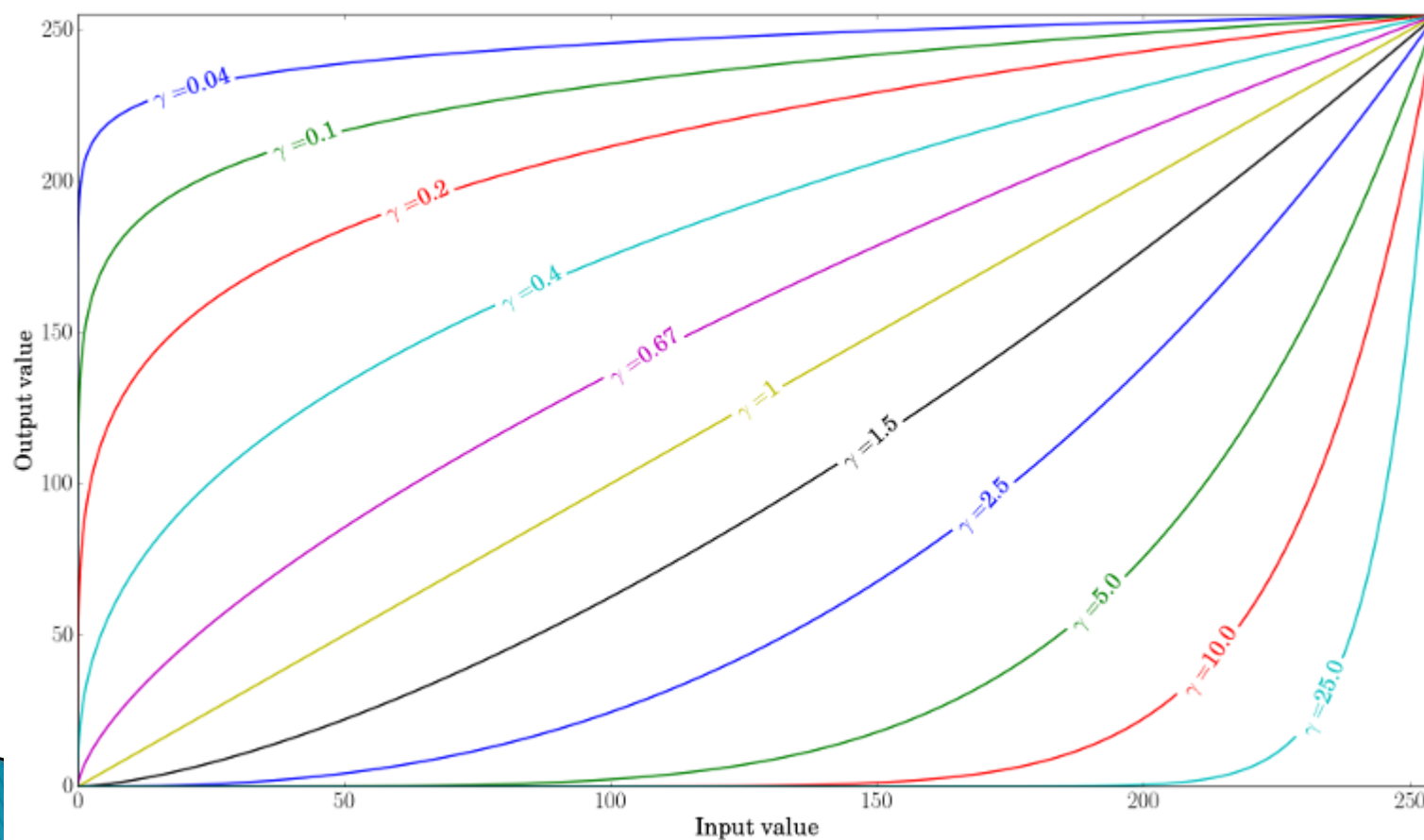
- یک روش دیگر که به جای انتقال لگاریتمی و نمایی استفاده می‌شود، روش انتقال گاما است.

$$I_{\text{output}}(i, j) = c(I_{\text{input}}(i, j))^{\gamma}$$

- در این روش اگر  $\gamma$  مقداری بزرگتر از یک داشته باشد رفتاری شبیه توابع نمایی خواهد داشت و اگر کمتر از یک باشد، شبیه توابع لگاریتمی خواهد بود.

# پردازش‌های پیکسل-مبنا

• انتقال گاما:



# پردازش‌های پیکسل-مبنا

Original Image



Gamma with  $C=10$  and  $\gamma = 0.5$



• انتقال گاما:

$\log(I)$



$\exp(I)$



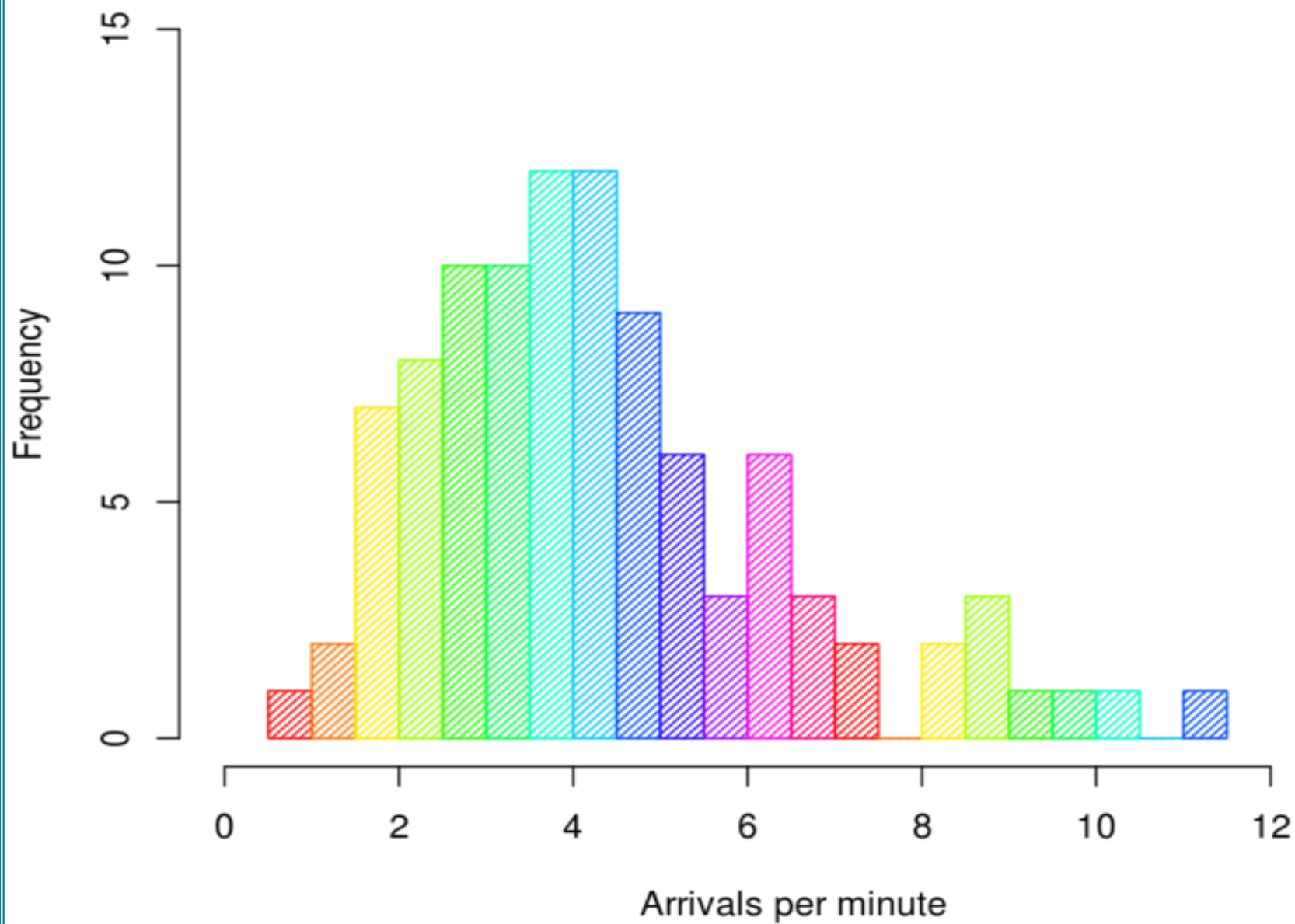
Gamma with  $C=0.05$  and  $\gamma = 1.5$



Gamma with  $C=0.00003$  and  $\gamma = 3.0$



**Histogram of arrivals**



# پردازش هیستوگرام

- نمودار هیستوگرام (یا بافت‌نگار) نمایشی از توزیع داده‌های کمی پیوسته است که می‌تواند تخمینی از توزیع احتمال باشد.
- تفاوت هیستوگرام با نمودار میله‌ای در آن است که نمودار میله‌ای مربوط به توزیع دو متغیر تصادفی است ولی بافت‌نگار مربوط به یک متغیر است.



# پردازش هیستوگرام

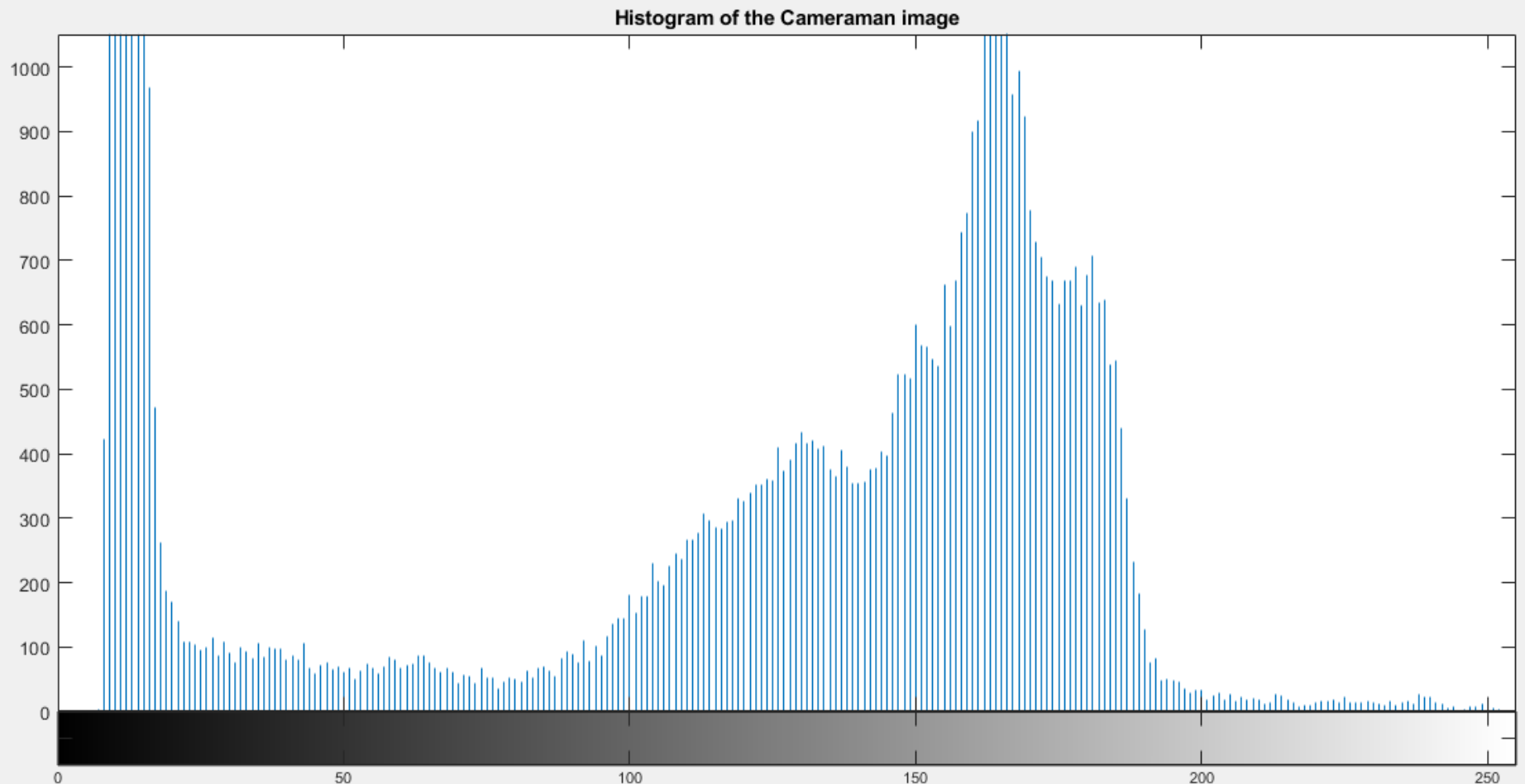
- هیستوگرام یک تصویر از روی فراوانی درجات خاکستری بدست می آید.
- به طور مثال اگر در یک تصویر ۱۰۰ پیکسل با درجه خاکستری ۱ وجود داشته باشد فراوانی درجه خاکستری ۱ مقدار ۱۰۰ خواهد بود.
- چنانچه برای همه درجات خاکستری فراوانی آنها محاسبه شود، نموداری بدست می آید که به آن هیستوگرام می گویند.



# پردازش هیستوگرام



## • هیستوگرام تصویر "cameraman.tif"



# پردازش هیستوگرام

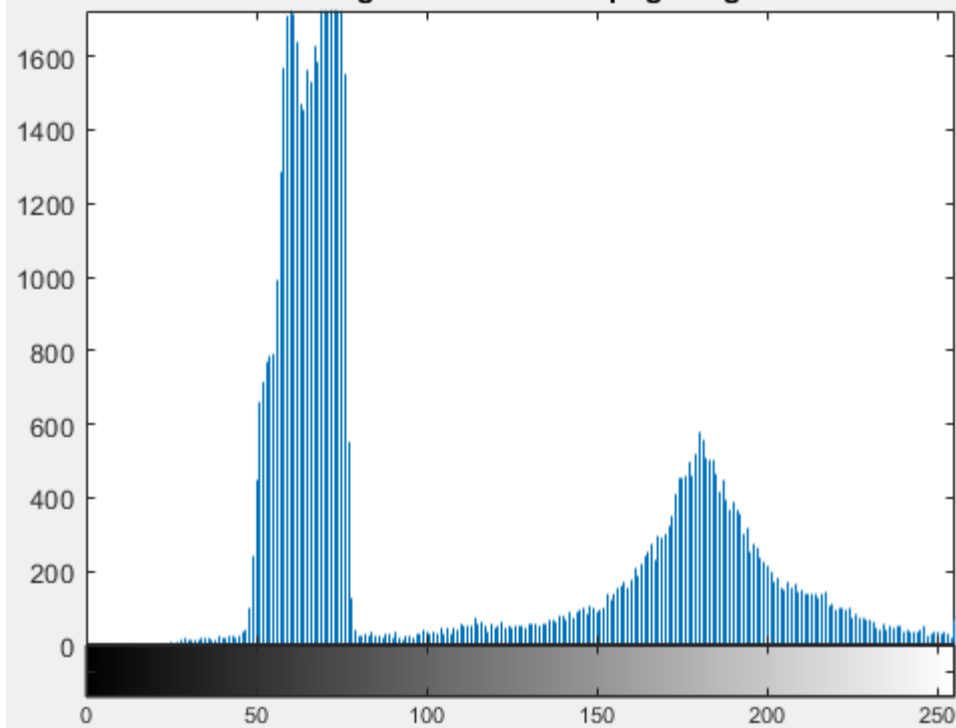


## • هیستوگرام coins.png

The coins.png image



Histogram of the coins.png image



# پردازش هیستوگرام

- انتخاب حد آستانه از روی هیستوگرام:
- یکی از کاربردهای مهم هیستوگرام، انتخاب حد آستانه بهینه برای تفکیک شی از پس زمینه است.
- برای انتخاب حد آستانه بهینه تاکنون روشهای متعددی ارائه شده؛ اما در این میان روش Otsu یکی از بهینه ترین و پرکاربردترین روشهای تعیین حد آستانه به شمار می آید.

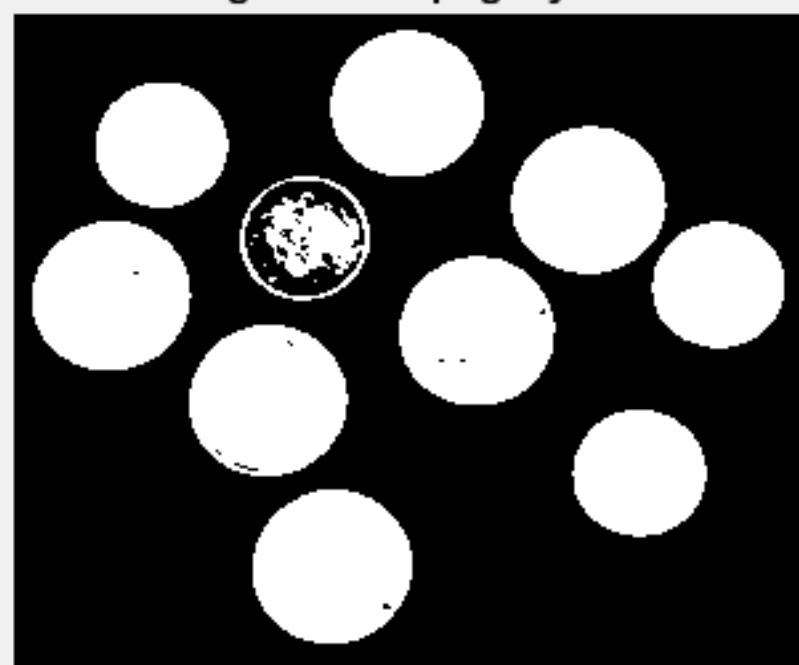
# پردازش هیستوگرام

- انتخاب حد آستانه از روی هیستوگرام:
- تولید تصویر باینری با روش آستانه گذاری اتوماتیک Otsu.

The coins.png image



Thresholding on coins.png by Otsu method



# پردازش هیستوگرام

- نرمال کردن هیستوگرام:
- تصاویر بسته به شرایط بیرونی و داخلی سنجنده ممکن است یک هیستوگرام نامتقارن داشته باشند.
- معمولاً زمانی که عمده درجات خاکستری یک تصویر در یک محدوده خاصی قرار گرفته باشند، چنین اتفاقی می افتد.
- یکی از روشهای بهبود کنتراست تصویر نرمالیزاسیون هیستوگرام آنهاست.

# پردازش هیستوگرام

- نرمال کردن هیستوگرام:

- در این روش از فرمول زیر استفاده می شود.

$$I_{\text{output}}(i, j) = (I_{\text{input}}(i, j) - c) \left( \frac{a - b}{c - d} \right) + a$$

- $a, b$  با توجه به ۸ بیتی بودن تصویر به ترتیب ۰ و ۲۵۵ هستند.

- $c, d$  برابرند با بزرگترین و کوچکترین فراوانی غیر صفر.

- کد دستوری `imadjust` به صورت اتوماتیک مقادیر فوق را

محاسبه می کند.

# پردازش هیستوگرام

## • نرمال کردن هیستوگرام:

The Original pout.tif image

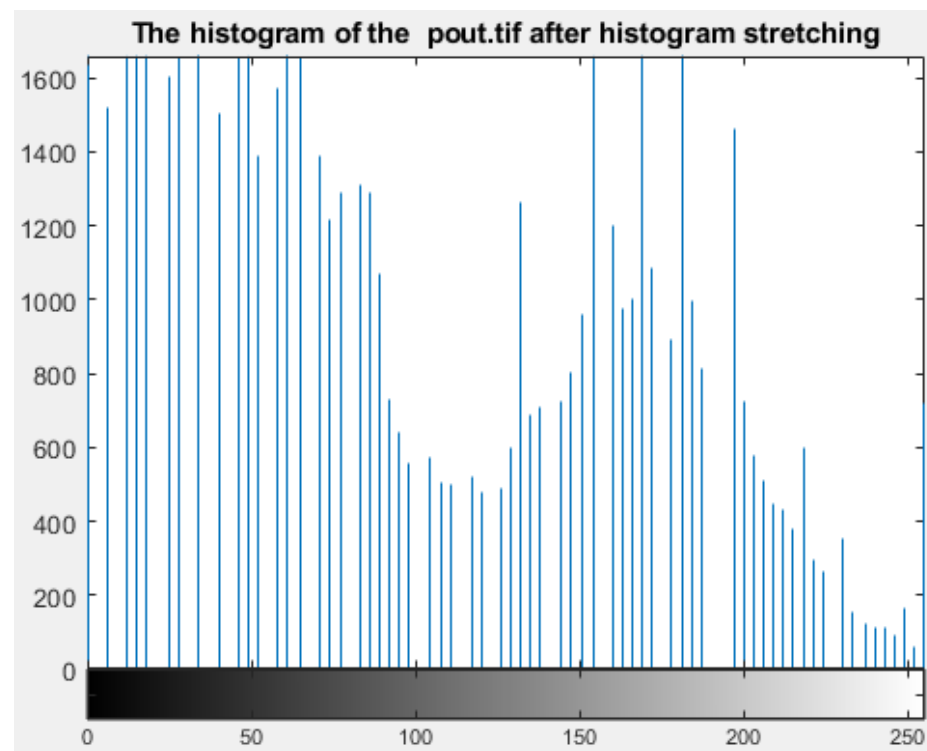
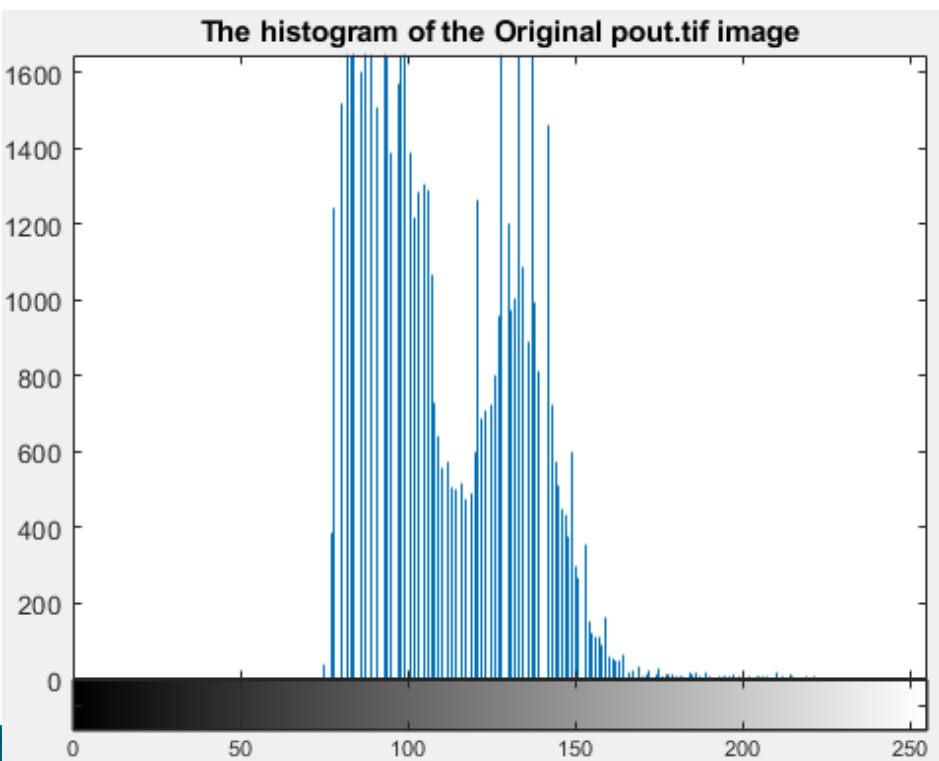


The pout.tif image after histogram stretching



# پردازش هیستوگرام

- هیستوگرام تصاویر فوق بعد از نرمالیزاسیون هیستوگرام‌ها.



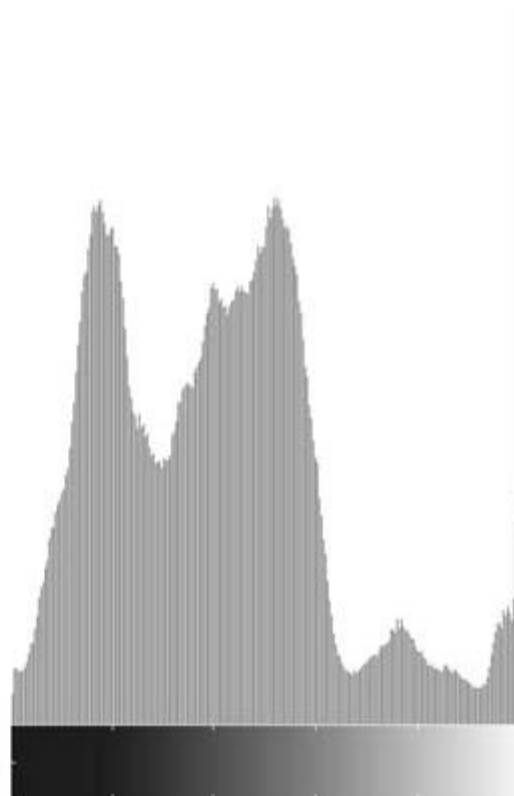


## تمرین شماره ۲

- تحقیق کنید چنانچه هیستوگرام یک تصویر چندین قله داشته باشد، چگونه می توان حدآستانه های بهینه آن را بدست آورد.
- نتیجه را تا هفته آینده به آدرس [noorollah.tatar@gmail.com](mailto:noorollah.tatar@gmail.com) با موضوع "تمرین شماره ۲ درس پردازش تصویر" ایمیل کنید.
- راهنمایی: منظور از حدآستانه بهینه مقداری است که با آن بتوان قله های هیستوگرام را از هم جدا کرد.

## تمرین شماره ۲

- نمونه ای از یک تصویر و هیستوگرام آن با قله های متعدد.



سوال؟

# پردازش هیستوگرام



- تعادل هیستوگرام.

# پردازش هیستوگرام



- تناظریابی هیستوگرام.