

# تصویر پردازی رقمنی



احسان مجیدی

استاد: دکتر فرزین یغمائی







# Digital Image Processing

جلسه ۱

۴

استاد : دکتر فرزین یغمائی

تصویر پردازی رقمی

جلسه ۱





# Digital Image Processing



جلسه ۲

# فصل سوم



استاد : دکتر فرزین یغمائی

تصویر پردازی رقمی

جلد اول مجموعه

## تصاویر خاکستری :

شامل طیف خاکستری که شامل رنگ های سفید و سیاه و رنگ های فی مابین اینها باشد.

وقتی که تصویر خاکستری داریم اصطلاحا هر پیکسل Pixel که 1 بایت یا 8 بیت اختصاص می دهد. مثل (11111111)

عدد خاکستری بین 0 تا 255 است. در رنگ خاکستری 0 یعنی سیاه مطلق و 255 یعنی سفید مطلق است.

مثلا اگر عددی که gray level عدد 250 است از نظر چشم ما که عددی بین 255 و 250 که رنگ سفید مطلق است احساس نمی شود هر چه به سمت عدد کمتر بیاییم از سفیدی کتر شده و به رنگ تیره و به رنگ سیاه حرکت می کند. مثلا عدد 10 یعنی سیاه مطلق ولی از نظر ماشین رنگ سفید هم ممکن است داشته باشد.

### شدت روشنایی (intensity)

به این مقادیری که در مورد رنگ خاکستری گفتیم یا همین gray level همان مقدار عدد بین 0 تا 255 شدت روشنایی گویند. معنی دیگر این است که روشنایی یک پیکسل pixel از نظر عددی است.

### روشنایی (brightness)

در کی که چشم از روشنایی یک مقدار دارد .

## تفاوت شدت روشنایی intensity و روشنایی (brightness)

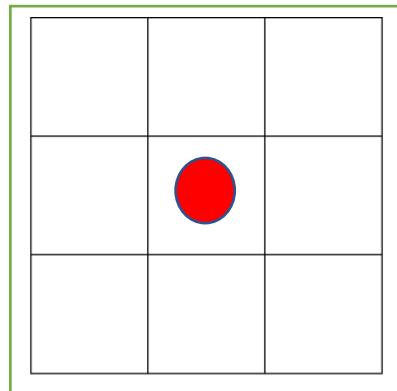
تفاوت این دو تا یعنی **intensity** یک مفهوم فیزیکی است یعنی قابل اندازه گیری است مثلا پیکسل مقدار 150 دارد. اما **brightness** که درکی که چشم دارد مثلا شما وارد یک اتاق تاریک به مبل نگاه می کنید که ان مبل تیره دیده می شود و برعکس از یک اتاق روشن وارد اتاق و این دفعه این مبل روشن تر دیده می شود.

روزولیشن یا یک تصویر که ماتریسی از اعداد که  $m \times n$  است.

چرا می گویند تصویر یک سیگنال دو بعدی؟

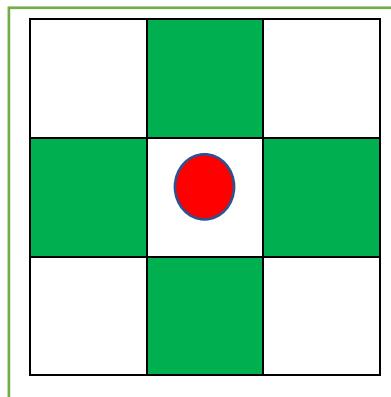
سیگنا دو بعدی یعنی برای تصویر که یک  $X$  کدام سطر و یک  $Y$  کدام ستون که موقعیت ها که  $f(x,y)$  که این  $f$  بستگی به  $x$ ،  $y$  دارد که همان مقدار 0 تا 255 است. یعنی مقدار پیکسل مربوطه چند است.

هر پیکسلی 8 تا همسایه دارد. که با دایره قرمز مشخص شده است.



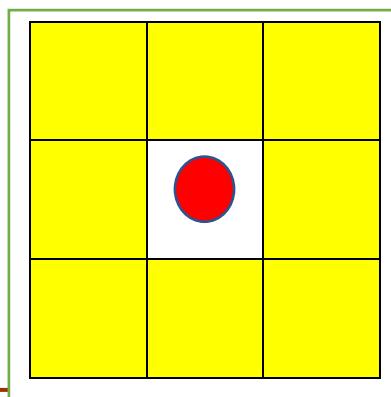
### همسایه 4 گانه :

پیکسل هایی که در راستای عمودی و افقی قرار می گیرد به اینها می گویند همسایه های 4 گانه پیکسل وسط گویند. با رنگ سبز مشخص شده است. یعنی ما 4 همسایه داریم بالا و پایین و چپ و راست

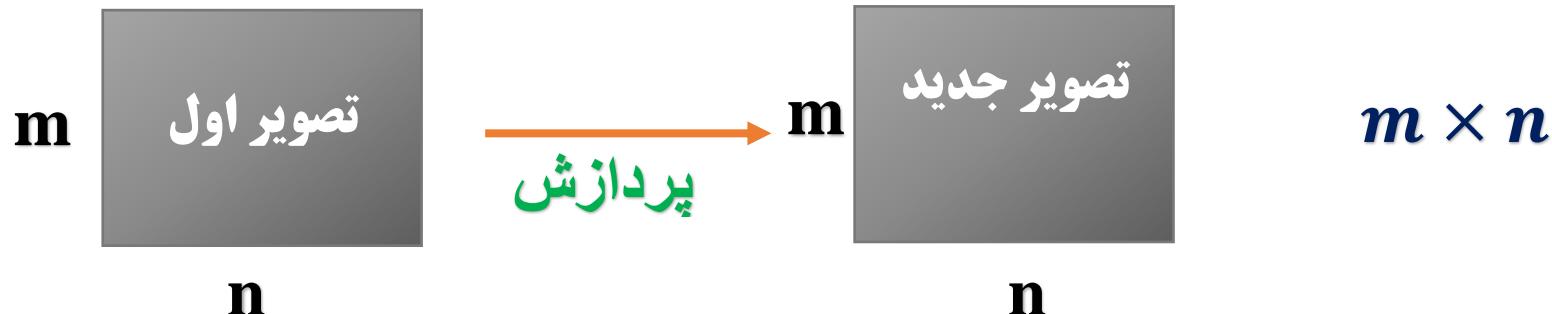


### همسایه 8 گانه :

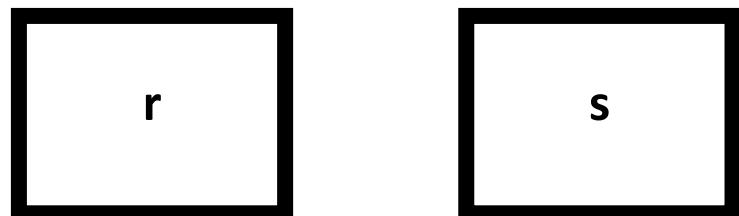
پیکسل هایی که 8 تا می باشد. با رنگ زرد مشخص شده است. که هم به صورت افقی و عمودی و بالا و پایین و قطری است.



در کارهای پردازش تصویر که یک تصویر اولیه می‌دهند و از ما می‌خواهند روی تصویر یک پردازش صورت گرفته است. و این تصویر که سایزش عوض نشده و تصویر اول اگر خاکستری تصویر دوم هم خاکستری و اگر یک تصویر  $m \times n$  باشد تصویر پردازش شده هم  $m \times n$  است. ولی مقدار پیکسل تصویر جدید عوض شده است.



**مثال:** تصویر زیر یک تصویر سیاه یا سفید می‌شود. هرچه عدد از 127 به بالا برود تصویر روشن به سفید نزدیک مقدار  $s=255$  و اگر گمتر شود مقدار 0 به سیاه نزدیک می‌شود. حالا اگر جای 127 عدد 64 بزاریم تصویر روشنایی بیشتر می‌شود چون gray level اگر عدد 200 بزاریم تصویر تیره می‌شود.



$$\text{If } (r > 127) \quad s = 255$$

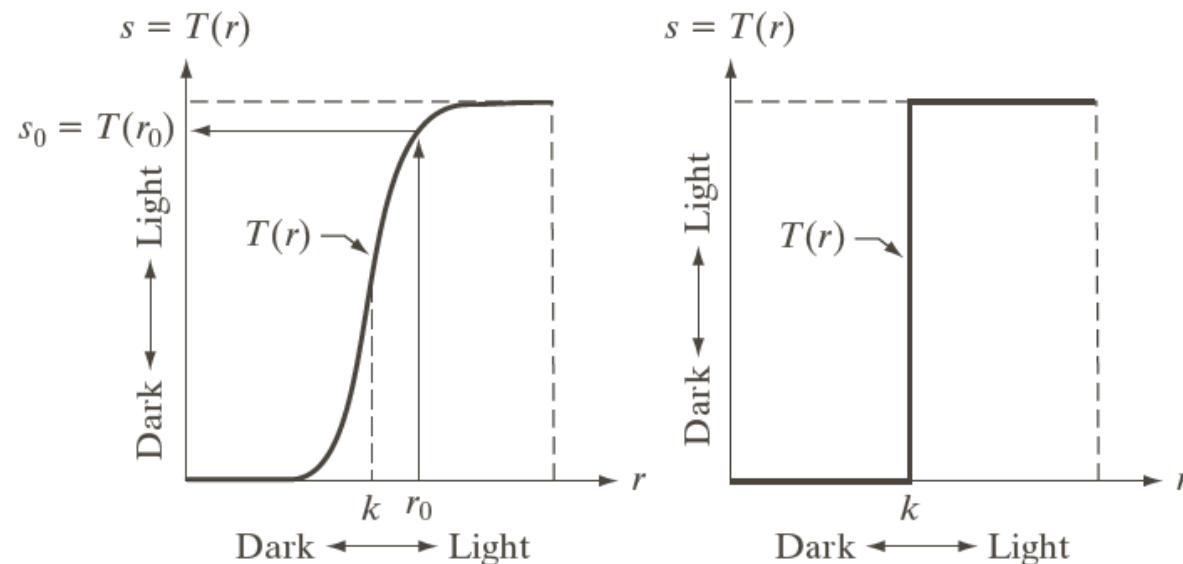
else  $s = 0$

حد استانه : Thersholding

حدا استانه یعنی ما می توانیم تصاویر خاکستری را با یک حد آستانه که می تواند مقدار دلخواه باشد مثلاً وسط 127 یا کوچک تر 64 یا 180 بیشتر باشد اصطلاحاً تصویر را باینزی کنیم. و این تبدیل یعنی اگر سیاه و سفید بدھیم می توانیم برگردانیم به خاکستری مثلاً تصویر شده 255 قبل 155 یا حتی قبلاً 255 بوده این کار در **Thershold** برگشت پذیر نیست. تبدیلات پیکسلی هستند.

تابع سمت راست که مقدار قدیم  $r$  و مقدار جدید  $s$  که  $s=T(r)$  است که **Thershold** از یک جایی به قبل پیکسل ها سیاه و از یک جایی به بعد پیکسل ها همه سفید می شوند.

شکل دوم که تصویر حاصل سیاه سفید نیست چون مقدار نتیجه حدودی بین سیاه و سفید است.

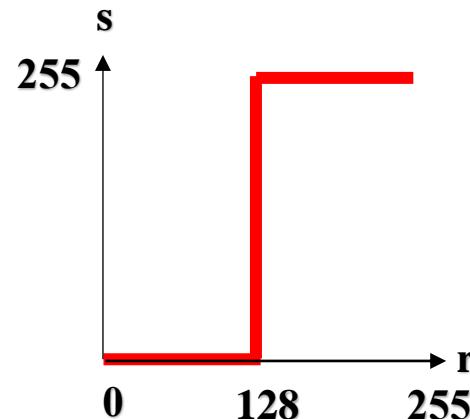


شکل 2

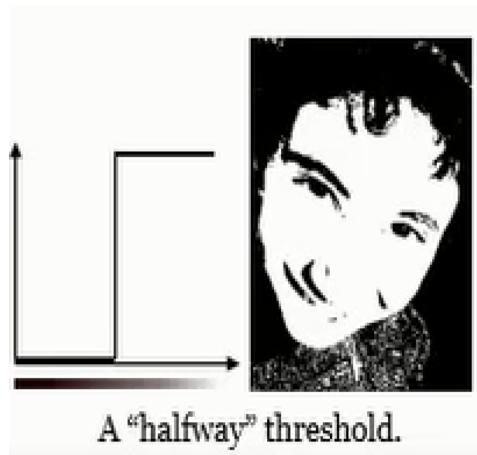
شکل 1

$$r(x, y) \rightarrow s$$

## تصویر معمولی

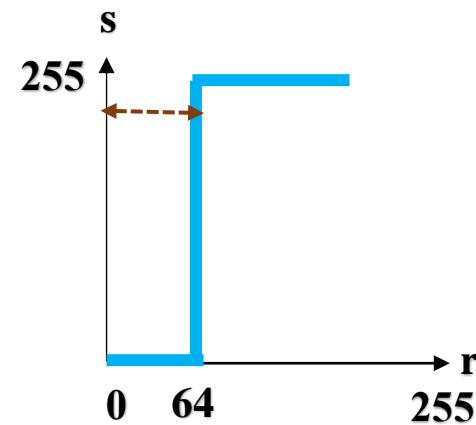


```
if r = 0 ... 128    s=0
if r > 128          s=255
```



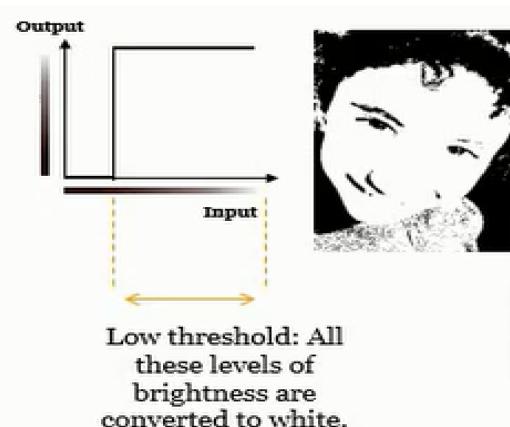
A "halfway" threshold.

## حد آستانه کمتر شده

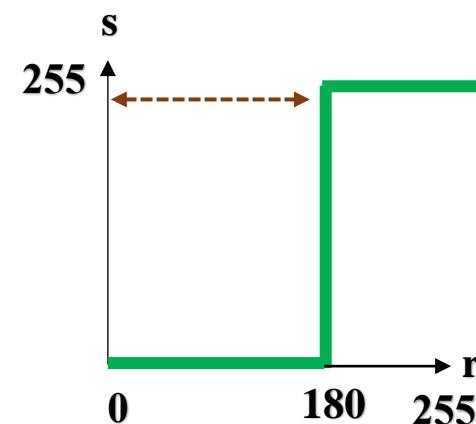


پیکسل های بیشتری را روشن یا سفید می کند

```
if r = 0 ... 64    s=0
if r > 64          s=255
```

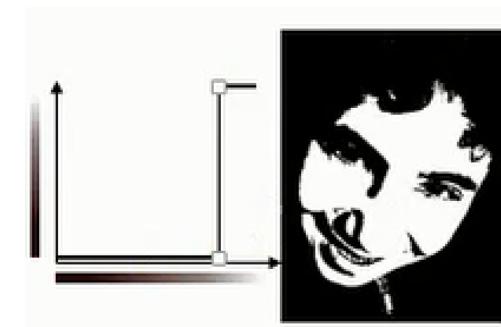


## حد آستانه بیشتر شده



چون پیکسل های بیشتری را تیره یا سیاه می کند

```
if r = 0 ... 180   s=0
if r > 180         s=255
```



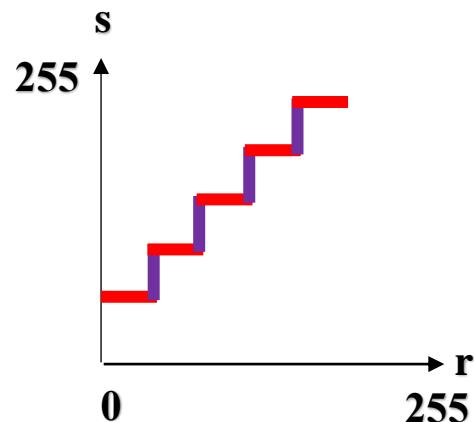
High threshold: all  
but the brightest areas  
are rendered as black

## حد استانه چندگانه :Multiple Thersholding تصویر اصلی



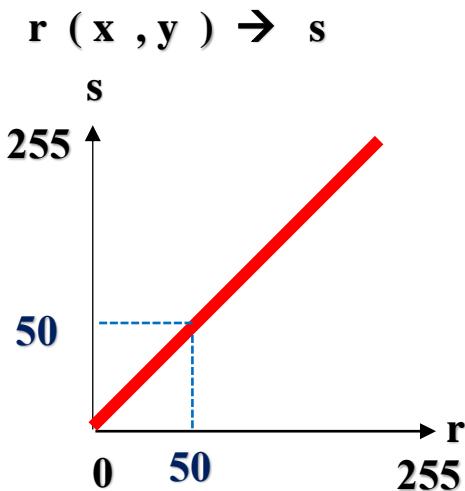
این تصویر خوبی نیست چون تعداد سطوح خاکستری کمتری دارد. دلیل اینکه حد استانه چند گانه این است که در شکل ملاحظه می کنیم که رنگ سیاه مطلق از نظر ماشین ندارد شاید موی سر سیاه به نظر برسد و 5 سطح خاکستری دارد که رنگ **قرمز** مشخص شده است. و این 5 سطر خاکستری باعث ایجاد تصویر شده است که تصویری که تصویری که 255 طیف خاکستری داشته تبدیل به 5 تا شده کیفیت افت پیدا کرده است. وان کیفیت تصویر اصلی را هم ندارد و تصویر سیاه و سفید نیست خاکستری است. این تصویر هم برگشت پذیر نیست تبدیلات پیکسلی هستند.

$$r(x, y) \rightarrow s$$



## مثال) تابع تبدیل شکل زیر نتیجه خروجی عکس چیست؟

اگر به این حالت باشد هیچ تغییری در ورودی نمی دهد و از نظر ریاضی نیم ساز اول و سوم است و معادله خط  $y=x$  که در اینجا  $r=s$  است. این تابع تبدیل همان پیکسل بدی همان هم بر می گرداند هیچ تغییری نمی کند. تبدیلات پیکسلی هستند.

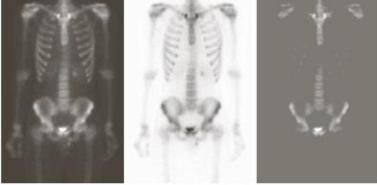


تصویر ورودی  $r =$

$$s = r$$



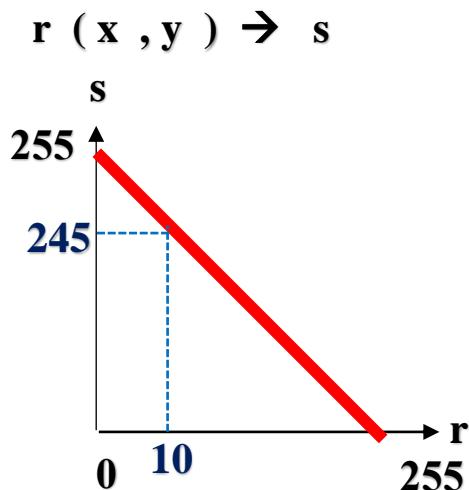
تصویر خروجی  $s =$



## مثال) تابع تبدیل شکل زیر نتیجه خروجی عکس چیست؟

اگر به این حالت باشد معادله خط به صورت  $s = 255 - r$  است . یعنی اگر  $r=0$  بزاریم  $s=255$  و اگر در  $r=255$  بزاریم  $s=0$  می شود یعنی تصویر خروجی برعکس یا نگاتیو می شود. و این تصویر به راحتی برگشت پذیر است. چون با یک رنگ ساده قابل برگشت پذیر به رنگ اصلی است مثل فیلم های قدیمی عکاسی که نگاتیو بود و تبدیلات پیکسلی هستند.

Example :  $r = 10 \rightarrow s = 255 - r \rightarrow s = 255 - 10 = 245$



$$s = 255 - r$$



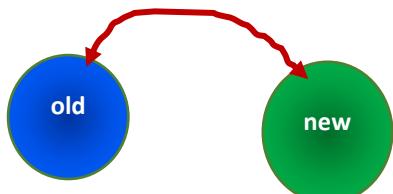
تصویر ورودی



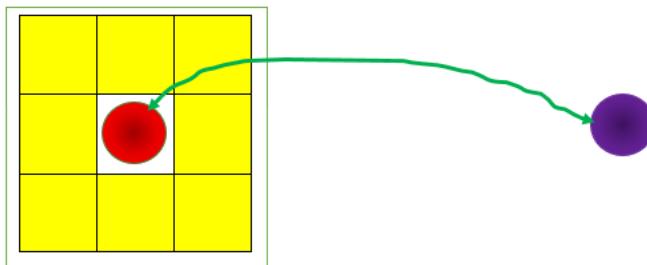
تصویر خروجی

## انواع تبدیلات:

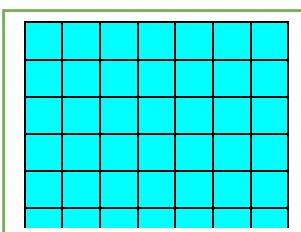
**1-تبدیلات پیکسلی pixel :** این نوع تبدیلات برای مقدار جدید یک پیکسل فقط کافی مقدار متناظر ان را بدانیم یعنی در همان مختصات مقدار پیکسل بدھیم مثلاً پیکسل قبلی چند بوده حالا حساب و کتاب می کنیم و پیکسل جدید به دست می اوریم یعنی فقط برای دانستن پیکسل جدید باید فقط مقدار پیکسل قبلی خودش را بدانیم. مثل تبدیل های لایتینگ یا Thersholding ، تبدیل گاما ، تبدیل صفحات بیت یا bit plan



**2-تبدیلات همسایگی :** برای اینکه مقدار یک پیکسل جدید را بفهمیم باید تو همسایگی باید نه تنها پیکسل معادل داشته باشیم مثل تبدیل پیکسلی بلکه همسایه های آن را بدانیم که این دو عامل تاثیر گذار است.

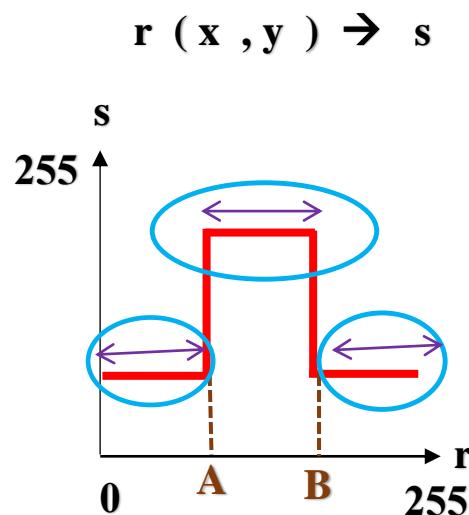


**3-تبدیلات عمومی :** کل پیکسل های تصویر تاثیر تو ساخت مقدار جدید نه فقط یکی شون مثل پیکسلی یا همسایه شون مثل همسایگی بلکه کل پیکسل ها است که تمام پیکسل یک جوری نقش دارند. مثل تبدیل هیستگرام است.



## مثال) تابع تبدیل شکل زیر نتیجه خروجی عکس چیست؟

اگر به این حالت باشد ما نمی توانیم بگوییم کجا تصویر تیره یا روشن باشد چون نمی دانیم پیکسل هایی که بین A و B باشد ظاهرا به یک مقدار دیگر می رود و پیکسل هایی که بین 0 تا A باشد یک مقداری و پیکسل های B تا 255 هم مقدار دیگری می گیرد. تصویر نتیجه یک تصویر باینری است منتها سفید و سیاه نیست یعنی دو مقدار دارد. یعنی سفید مطلق و سیاه مطلق ندارد نمی دانیم چه مقداری دارد یعنی از طیف خاکستری خبری نیست ان دایره هایی ابی رنگ مقادیر ما است. ما نمی توانیم تشخیص دهیم که تصویر کجاش روشن است یا تیره نمی توانیم یعنی بین 0 تا A تصویر روشن تر و های B تا 255 تیره تر و بین A و B که رنگ سیاه و سفید دیگر نیست که اینجا راجع به موقعیت پیکسل صحبت نمی کنیم.

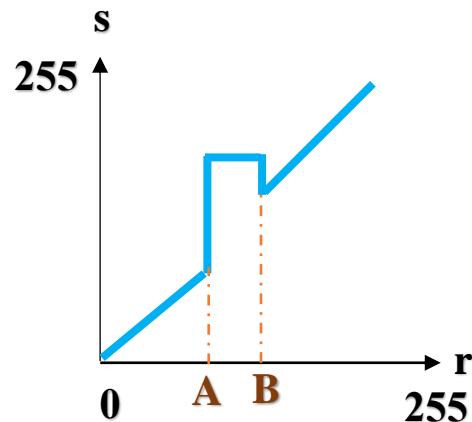


# تابع تبدیل های لایتینگ

مثال:

اگر به این حالت باشد تصویر بین 0 تا A و بین B به 255 هیچ تغییری نمی کند مثل همان معادله  $s=r$  اما همچون یک اندازه می شوند این تبدیل **تبدیل های لایتینگ** می گویند یعنی بخشی از gray level ها یعنی بین A و B را روشن تر می کند. یعنی پیکسل های خاصی مد نظر ما است که در تصویر روشن تر یا تو چشم بیاد منتها موقعیت خاصی نمی توانیم بگوییم روشنتر شده یا ان گوشه روشن تر شده است یا پایین تصویر یا وسط تصویر روشن تر شده نمی توانیم بگوویم بلکه فقط تمام پیکسل هایی که بین A و B است. این تبدیل برگشت پذیر نیست.

$$r(x, y) \rightarrow s$$

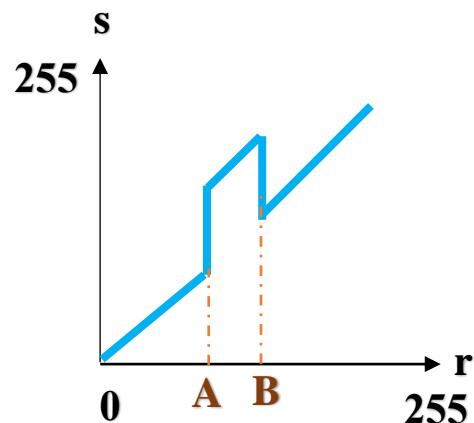


# تابع تبدیل های لایتینگ

مثال:

اگر به این حالت باشد اگر به این حالت باشد یعنی بین A و B به یک میزان نمی شود این تبدیل برگشت پذیر نیست این **تبدیل های لایتینگ** می گویند . این هم مثل تابع تبدیل شکل قبل ولی به یک میزان نیست مثل اینکه اگر مثلا تو رنج A و B حفظ می کند مثلا 10 تا زیاد می کند یعنی ان که 50 بوده 60 و ان که 60 بوده 70 میکند خروجی منطقی تر می کند.

$$r(x, y) \rightarrow s$$

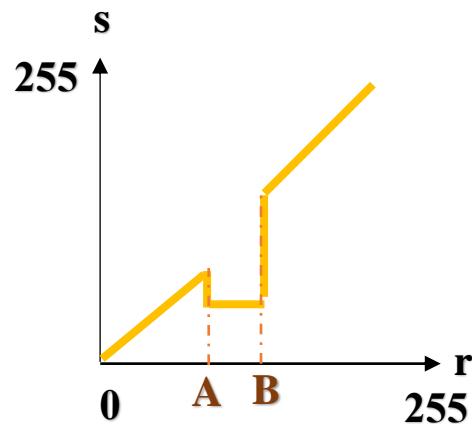


# تابع تبدیل های لایتینگ

مثال:

اگر به این حالت باشد تصویر بین 0 تا A و بین B به 255 هیچ تغییری نمی کند مثل همان معادله  $s=r$  اما همچون یک اندازه تیره می شوند این تبدیل **تبدیل های لایتینگ** می گویند یعنی بخشی از gray level ها یعنی بین A و B را روشن تر می کند. یعنی پیکسل های خاصی مد نظر ما است که در تصویر روشن تر یا تو چشم بیاد منتها موقعیت خاصی نمی توانیم بگوییم روشنتر شده یا ان گوشه روشن تر شده است یا پایین تصویر یا وسط تصویر روشن تر شده نمی توانیم بگوییم بلکه فقط تمام پیکسل هایی که بین A و B است این تبدیل برگشت پذیر نیست.

$$r(x, y) \rightarrow s$$



## مثال) ایا اگر در تصویر زیر 45 درجه بچرخانیم و دوباره 45 درجه برگردانیم ایا تصویر اصلی می شود یا نه؟؟

منظور از چرخش undo نیست تصویر وقتی چرخش پیدا می کند هر گز یا دوباره 45 درجه تصویر بر نمی گردد دلیل این است.

به این تصویر تصویر Transforming image می گویند تصویر پیکسل ها که نمی چرخد یعنی نمی توانیم با چرخش عکس به حالت قبل برویم چون تصویر پیکسل ها جایه جا می شود و غیر قابل بازگشت ولی ممکن با بعضی از روش های میانگین گیری بعضی از پیکسل ها را بر گردانیم یعنی وقتی برگردد مقدار پیکسل تغییر می کند مکر دورا یا چرخش ما 90 درجه یا 180 درجه یا 270 درجه یا 360 درجه باشد ولی دوران غیر از آن 90 یا 180 دیگر حالت برگشت پذیر ندارد.

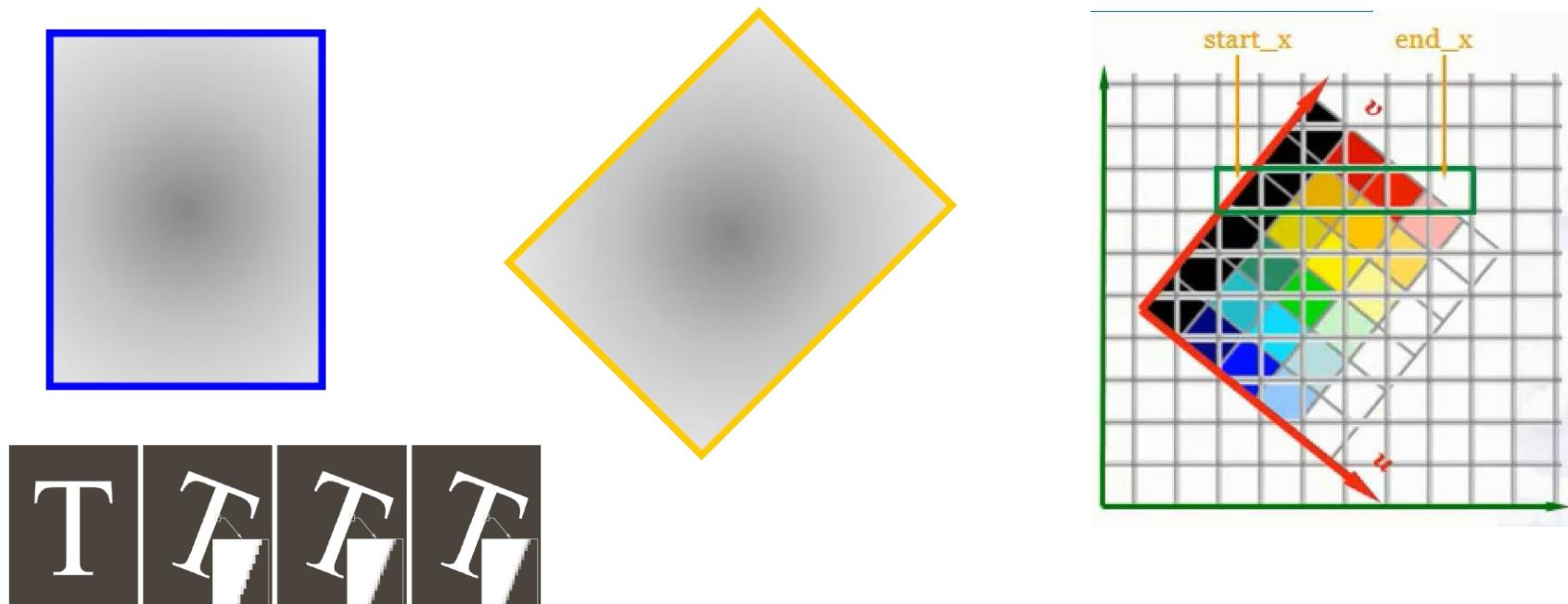


FIGURE 2.36 (a) A 300 dpi image of the letter T. (b) Image rotated 21° clockwise using nearest neighbor interpolation to assign intensity values to the spatially transformed pixels. (c) Image rotated 21° using bilinear interpolation. (d) Image rotated 21° using bicubic interpolation. The enlarged sections show edge detail for the three interpolation approaches.

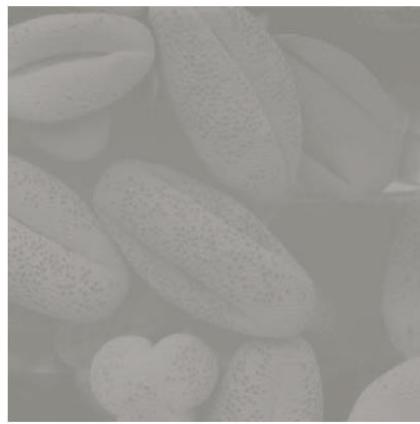
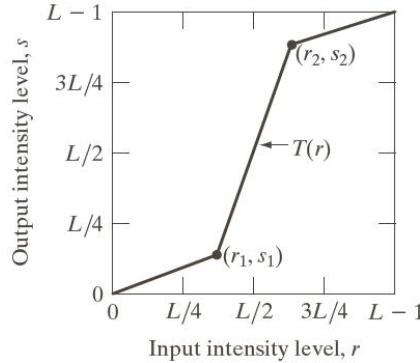
## : Contrast

معنی تباین یا کنتراست یعنی شما یک عکس در افتاده می‌گیرید تصویر یعنی زیادی روشن می‌افتد یعنی چهره شخص هم روشن بیفته روشن تر و موی سر شخص تیره بیفته روشن افتاده یعنی کلا تم ان روشن است. کیفیت تصویر خوب نیست اصطلاحاً می‌گوییم از تمام طیف رنگی تو تصویر استفاده نشده است. حالا بر عکس نزدیک غروب و دوباره تصویر را می‌گیریم ولی تصویر ایندفعه همه جا تیره می‌افته یعنی موها تیره افتاده صورتی هم که باید روشن می‌افتد تیره افتاده است باز مشکل قبلی است یعنی از طیف رنگی گسترده فقط از طیف محدودی استفاده کردم. در هر دو تصویر چه تصویری که زیادی روشن افتاده و چه تو تصویری که زیادی تیره افتاده تو هر دو تصویر می‌گوییم که **Contrast** پایین است. کنتراست تصویر همیشه تیره و روشن نیست.

در این تصویر کنتراست پایین است

که بیشتر در وسط افتاده و کیفیت آن پایین است.

باید ما تصویر را بهبود بدھیم.



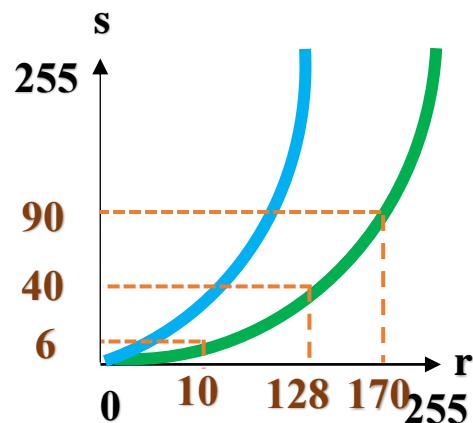
# تابع تبدیل گاما

## مثال)

اگر به این حالت باشد تصویر خروجی خاکستری است . داره به صورت یکنواخت روشن و تیره نمی کند اما رنج تغییرات خطی نیست یعنی پیکسل به صورت ثابت نیست و به این تابع نمودار گاما می گویند. این به نظر می رسد تصویر را تیره می کند. به نظر می رسد که پیکسل های زیاد را تیره می کند. این تصویر قسمت های خیلی روشن را خیلی تغییر نمی دهد و فقط یک قسمتی را تیره می کند بدرد تصاویری که زیاد روشن است همان عملی را انجام می دهد که کنتراست تصویر را بهتر کند در تصاویری که زیادی روشن است.. را تیره می کند.

رنگ ابی بدر تصاویر روشن می خورد ولی ملايم انجام می دهد.

$$r(x, y) \rightarrow s$$

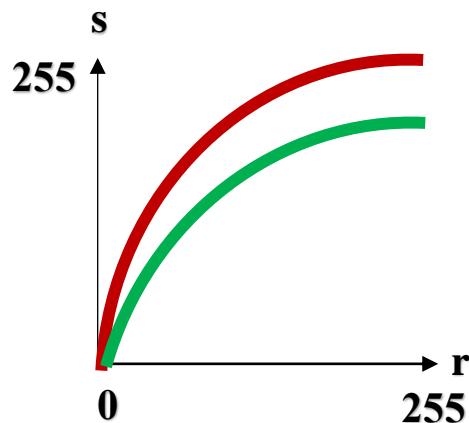


# تابع تبدیل گاما

## مثال

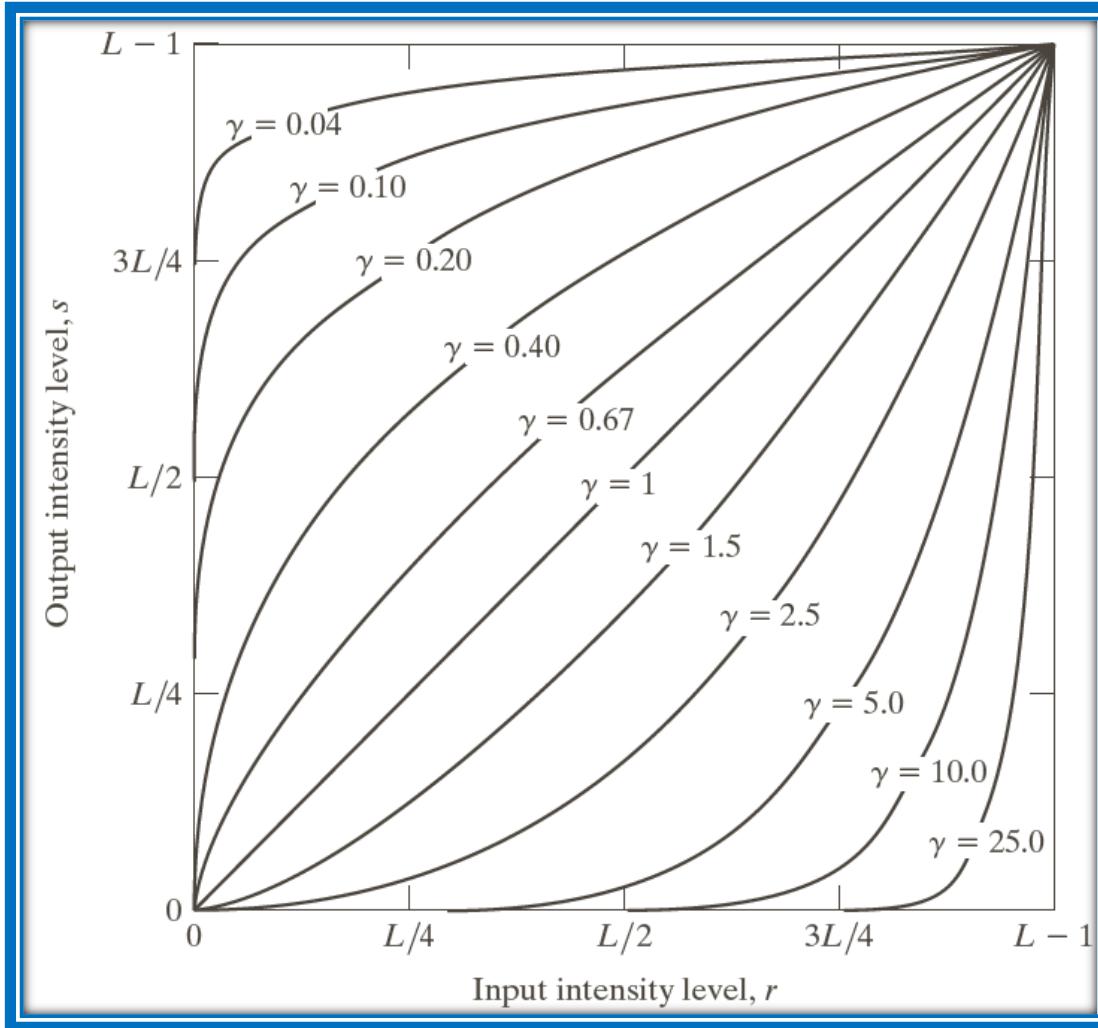
اگر به این حالت باشد تصویر خروجی خاکستری است . این تصویر که تیره است را به روشن تبدیل می کند و آنها یی که روشن است را تغییر نمی دهد این حالت عکس مثال قبل عمل می کند. این تصویر بدرد تصاویری می خورد که زیادی تیره هستند و سعی می کند کنتراست را بهتر کند رنگ سبز بدرد تصاویر تیره می خورد اما ملايم تر اين کار انجام می دهد.

$$r(x, y) \rightarrow s$$



این تبدیلات هم تصاویر در فتوشاپ هم می بینید. با تنظیم گاما می توانیم کنتراست تصویر را بهتر کنیم.

$$s = c r^\gamma$$



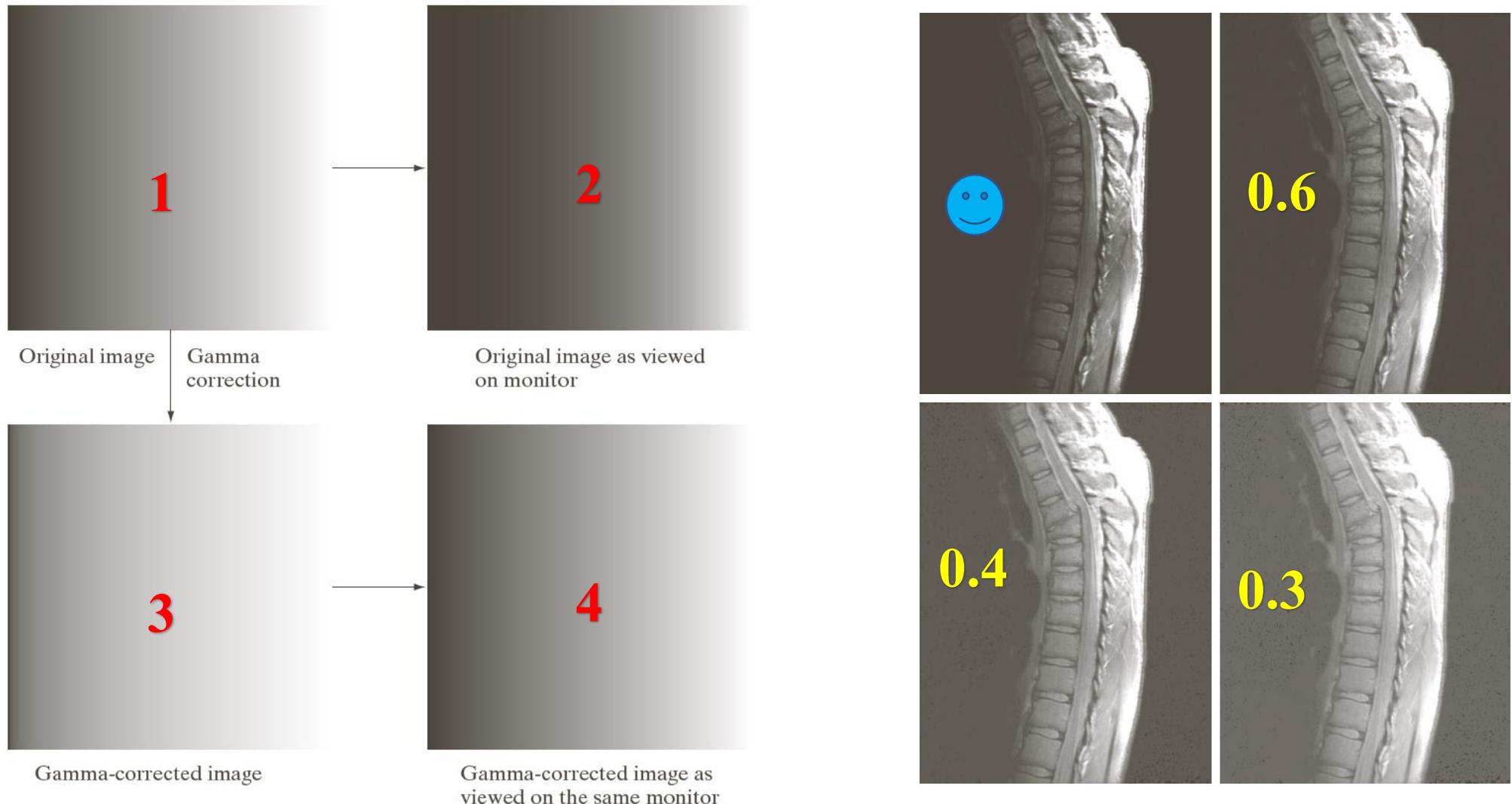
$s$  مقدار جدید

$r$  مقدار قدیم

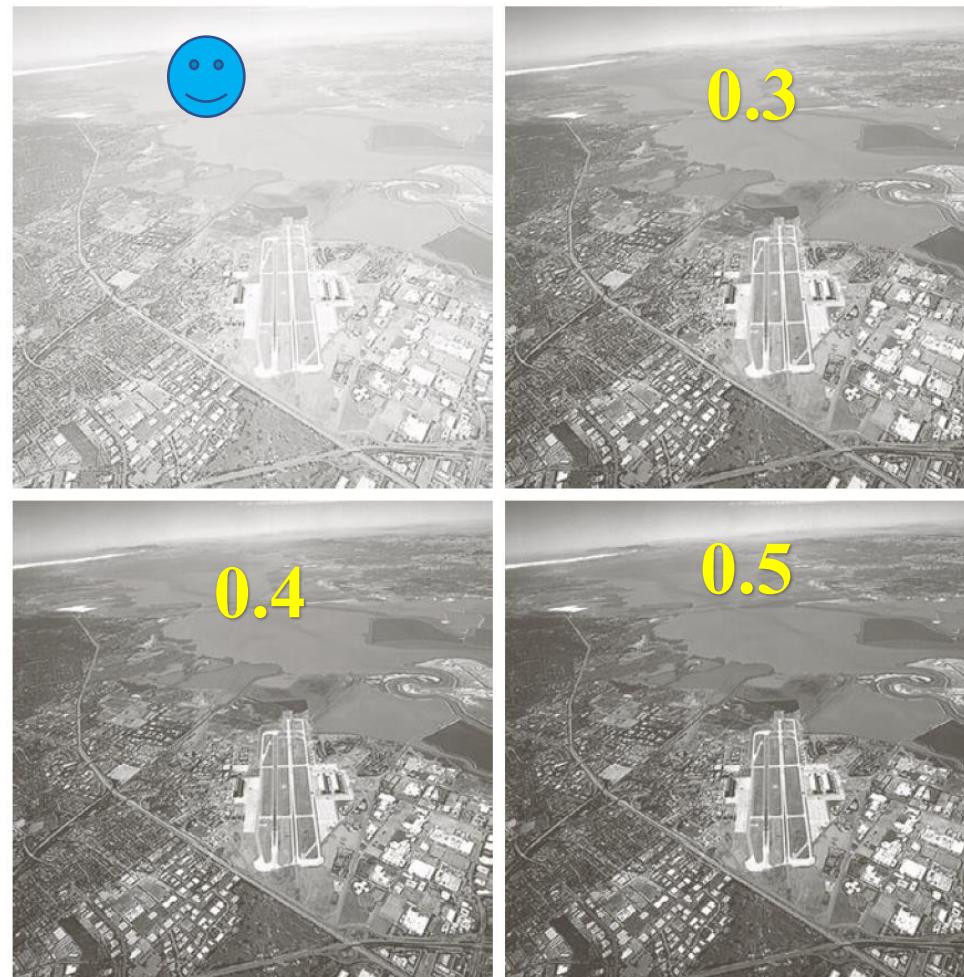
$c$  عدد ثابت مقدار 1

$\gamma$  گاما یک عدد

نمایشگر های لامپی یا CRT ها که در اثر انحراف اشعه گاما که انحراف معیارش بر روی صفحه نمایش تصویر تولید می کرد تصویر که شکلک ابی روی ارنج دست دارد شکل اصلی روشن است که با سه حرکت گاما بهترین کیفیت یعنی گاما ۰.۶ خوب است. به وسیله گاما تصویر تیره را به روشن و کیفیت بهتر تبدیل کرده است.



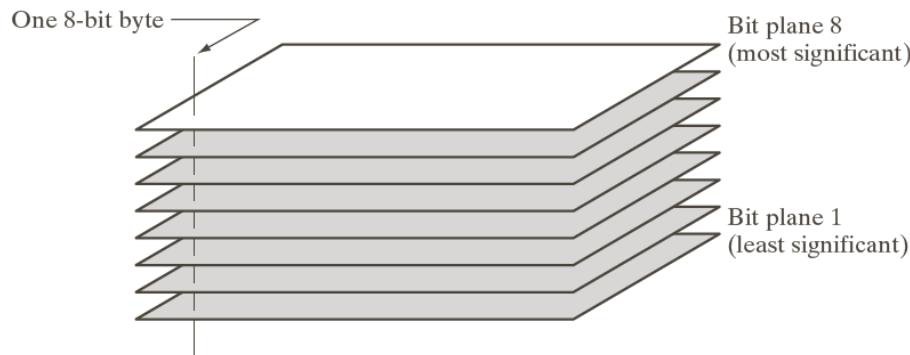
تصویر که شکلک ابی دارد شکل نمای منطقه اصلی روشن است که با سه حرکت گاما بهترین کیفیت یعنی گاما ۰.۵ خوب است. به وسیله تبدیل گاما تصویر روشن را به تیره و کیفیت بهتر تبدیل کرده است.



# تابع تبدیل صفحات بیت bit plan

(مثال)

تصویر خاکستری است از مقدار 0 تا 255 هر عددی که کاربرد که خیلی جذاب است steganography که پنهان نگاری است نوع دیگر هم وجود دارد که Water mark می‌گویند.. که یک طرح کم رنگ در پس زمینه است مثلاً روی پول اگر دقت کنید یک عکس ظاهر می‌شود مثل عکس امام یا شهید فهمیده یا .. با این کار بفهمیم که تصویر جعلی یا اصلی است. مثلاً یک مفهوم یا پیغامی یا لگوی به وسیله روش دیجیتال نه تو یک پیکسل بلکه تو کل پیکسل تصویر پخش شود که اطلاعات تو کل تصویر است که با نگاه قابل دیدن نیست و نمی‌تواند دیگران ان را بردارند اما اگر خودمان الگوریتم اشکار سازی را بدیم می‌توانیم تصویر مخفی شده را ظاهر کنیم.



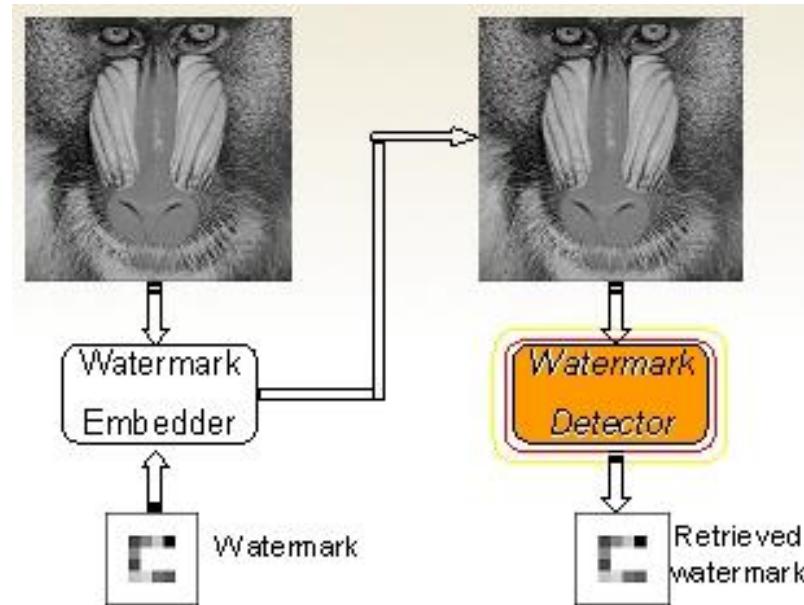
# stegano graphy



a b c  
d e f  
g h i

**FIGURE 3.14** (a) An 8-bit gray-scale image of size  $500 \times 1192$  pixels. (b) through (i) Bit planes 1 through 8, with bit plane 1 corresponding to the least significant bit. Each bit plane is a binary image.

water mark





# Digital Image Processing

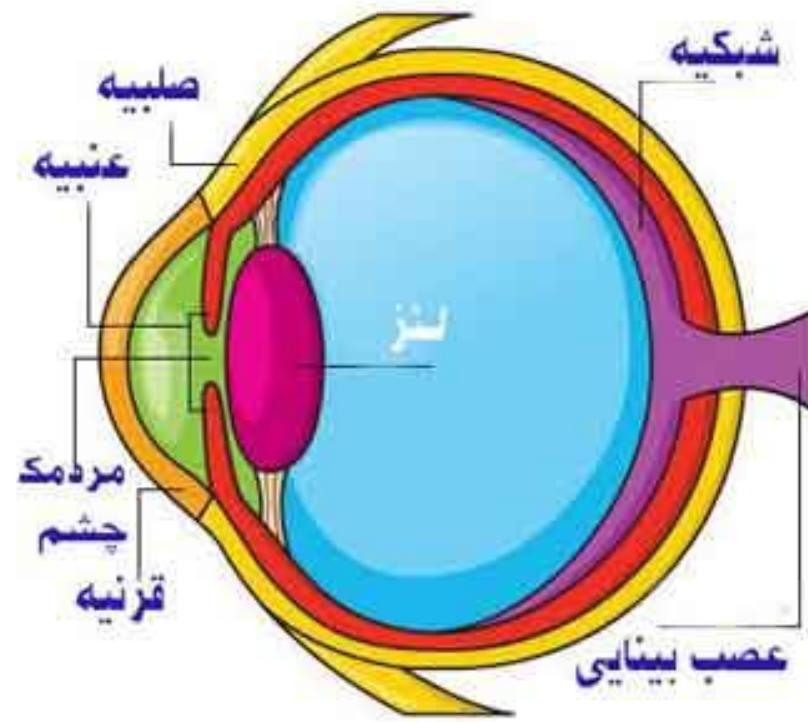
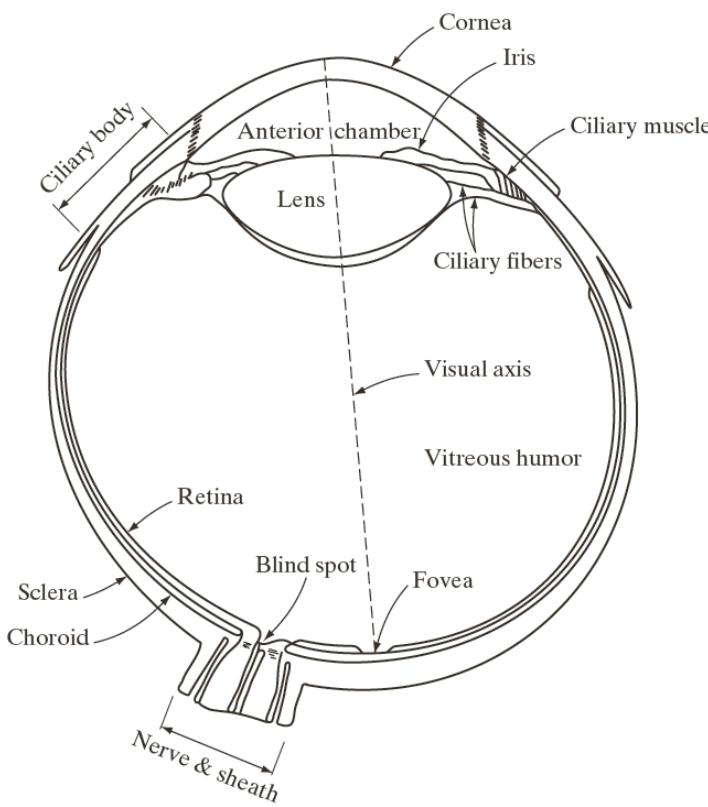
جلد ۳

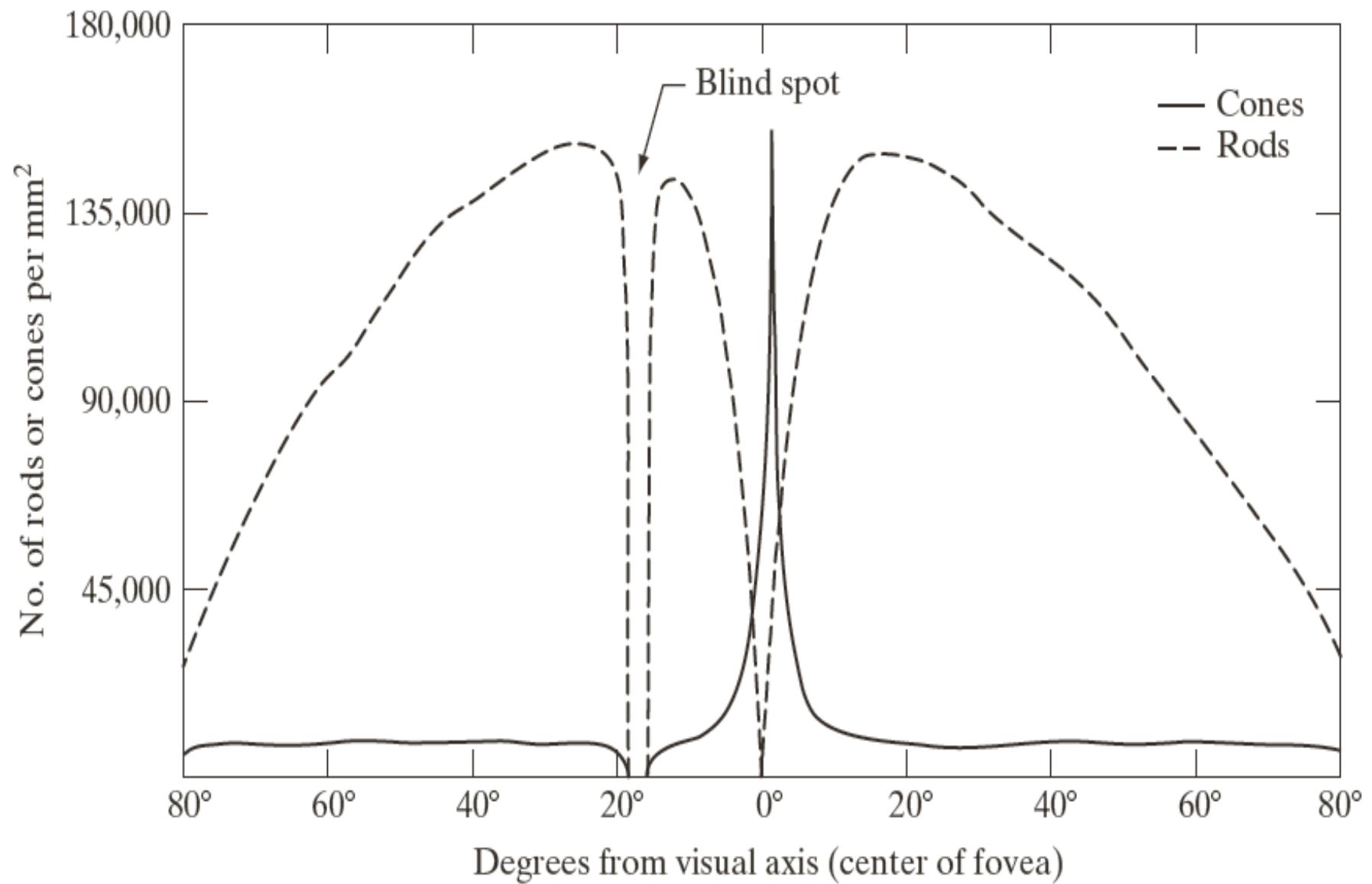
# فصل دوم

# ساختار چشم انسان :

تصویر که روی شبگیه شکل می گیرد .

در چشم انسان دو سلول داریم comes که این سلول به رنگ حساس است و اگر این سلول ها دچار اسیب شود به این حالت حالت کو رنگی می گویند که اجسام را می بینند ولی رنگ ها را تشخیص نمی دهد و Roeds به سلول های نور حساس است ولی اگر این سلول ها دچار مشکل شود شخص نور وشدت نور را نمی تواند تشخیص دهد دچار این است که بینایی دچار مشکل می شود و نمی بینند.

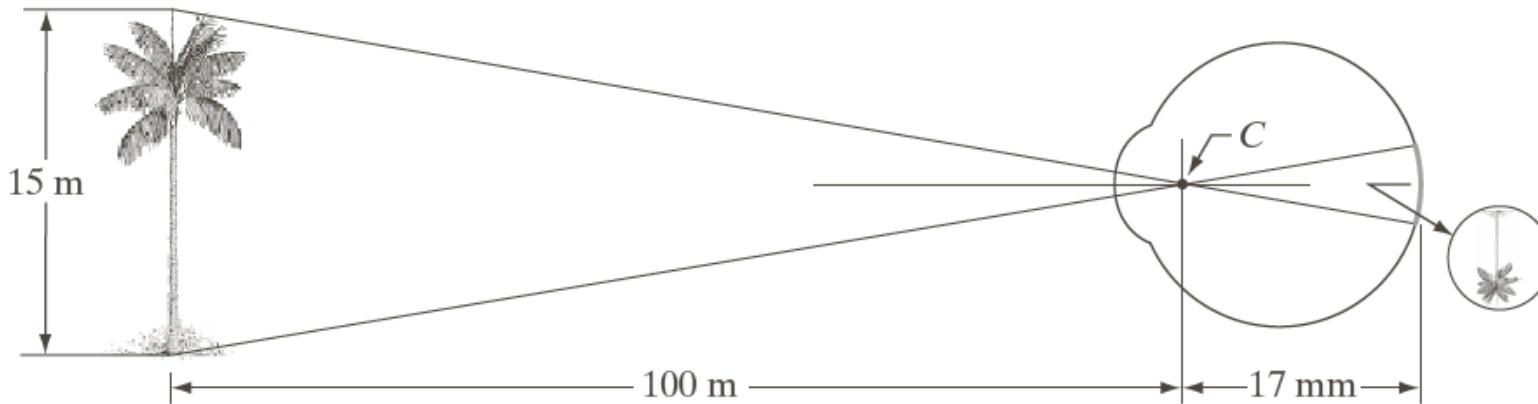




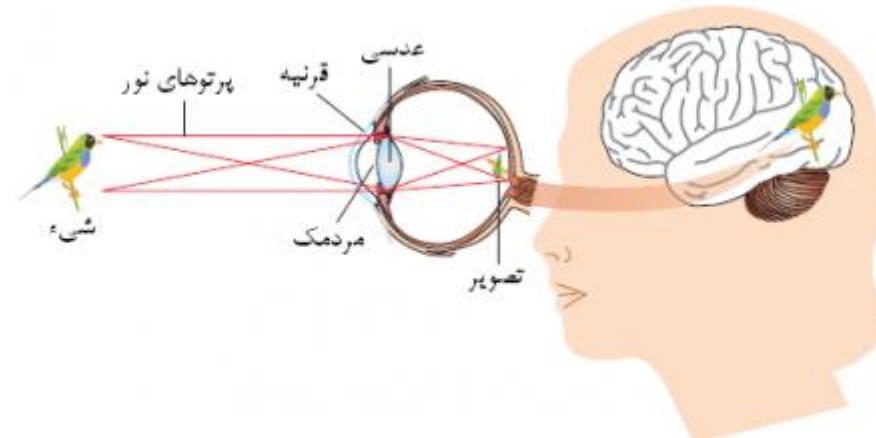
# اتاق تاریک :



که چشم انسان مثل یک اتاق تاریک که مثل یک دیافراگم که نور از بالاترین نقطه حرکت می کند یعنی تصویر روی شبکیه به صورت وارونه تشکیل می شود ولی ما به صورت مستقیم تصویر را می بینیم.



**FIGURE 2.3**  
Graphical representation of the eye looking at a palm tree. Point C is the optical center of the lens.



# نسبت وبر:

ما یک تصویر خاکستری داریم که پیکسل ما بین ۰ تا ۲۵۵ که ۰ سیاه مطلق و ۲۵۵ سفید مطلق است فرض بر این است که یک پس زمینه یا بک گراندی داریم با  $\Delta i$  با مقدار  $\Delta i$  که مقدار  $\Delta i$  هم مقدار ۱۰۰ و  $\Delta i$  واحد است و دایره در مرکز چون از آن بیشتر است تصویر روشن تر است.

فرض می کنیم که ما بک گراند با مقدار  $\Delta i$  که ۵۰ و اصطلاحا دایره ما  $i + \Delta i = 50 + 10 = 60$  یعنی  $\Delta i = 10$  شده است.

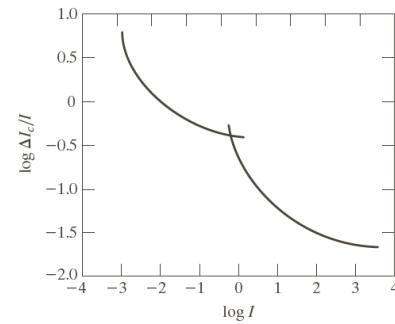
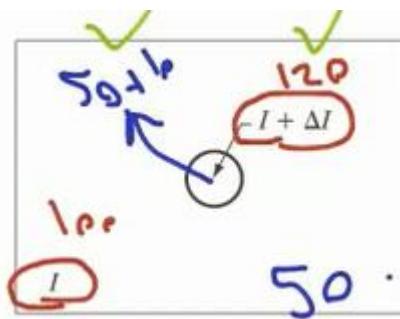
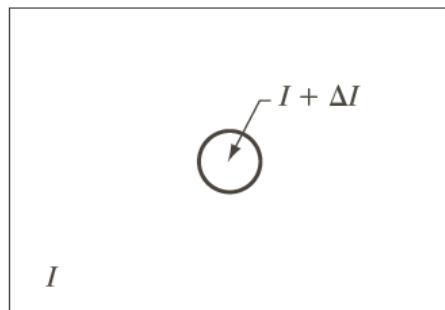
اختلاف بین ۱۰۰ و ۵۰ کدام رون تر است . پس چون در اولی ما دایره ۲۰ واحد اختلاف دارد نسبت به ۱۰ واحد تصویر را واضح تر می بینیم

وبر یعنی نسبت  $\frac{\Delta i}{i}$  یک عدد ثابتی است مثلا  $\frac{20}{100}$  یا  $\frac{10}{50}$  نسبت عددی مهم نیست که این دو دایره در چشم انسان هر دو تا را به یک میزان متفاوت می بینند.

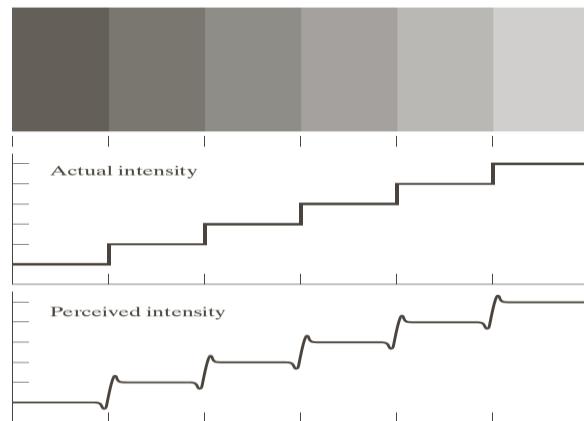
**سؤال) در زمینه روشن تصویر نامحسوس است یا زمینه تاریک؟**

یا زمینه روشن و هر چه تصویر روشن تر باشد تصویر نامحسوس تر است اضافه کردن تصویر تو بینایی ما کمتر است.

در نسبت وبر تغیرات نسبت به چشم انسان بیشتر میاد چون ان نسبت اهمیت دارد



چشم انسان به طور ناخداگاه که اگر رنگ روشن داشته باشیم و کنار روشن باشد ان نقطه را روشن تر و اگر یک رنگ روشن داشته باشیم و کنار رنگ تیره باشد رنگ را تیره تر می بیند.



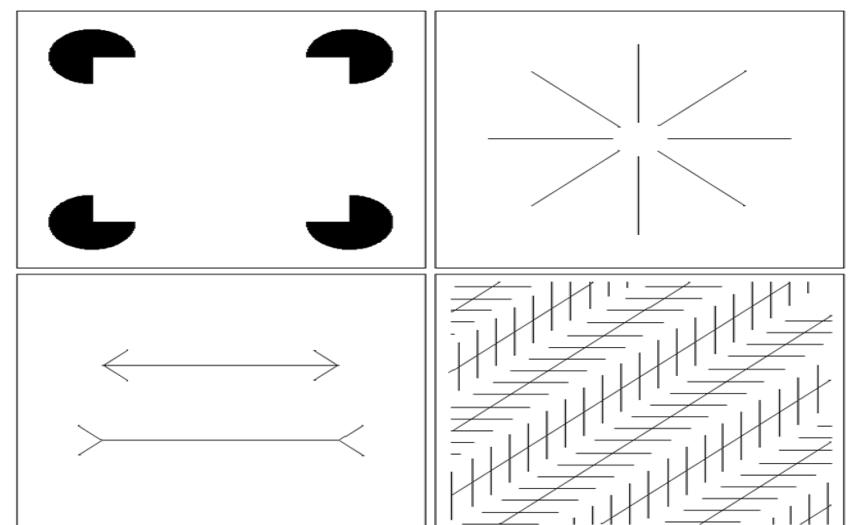
هر سه مربع های وسط با هم از نظر شدت روشنایی یا **intensity** یکسان هستند منتها از نظر حاشیه تیره یا روشن است.



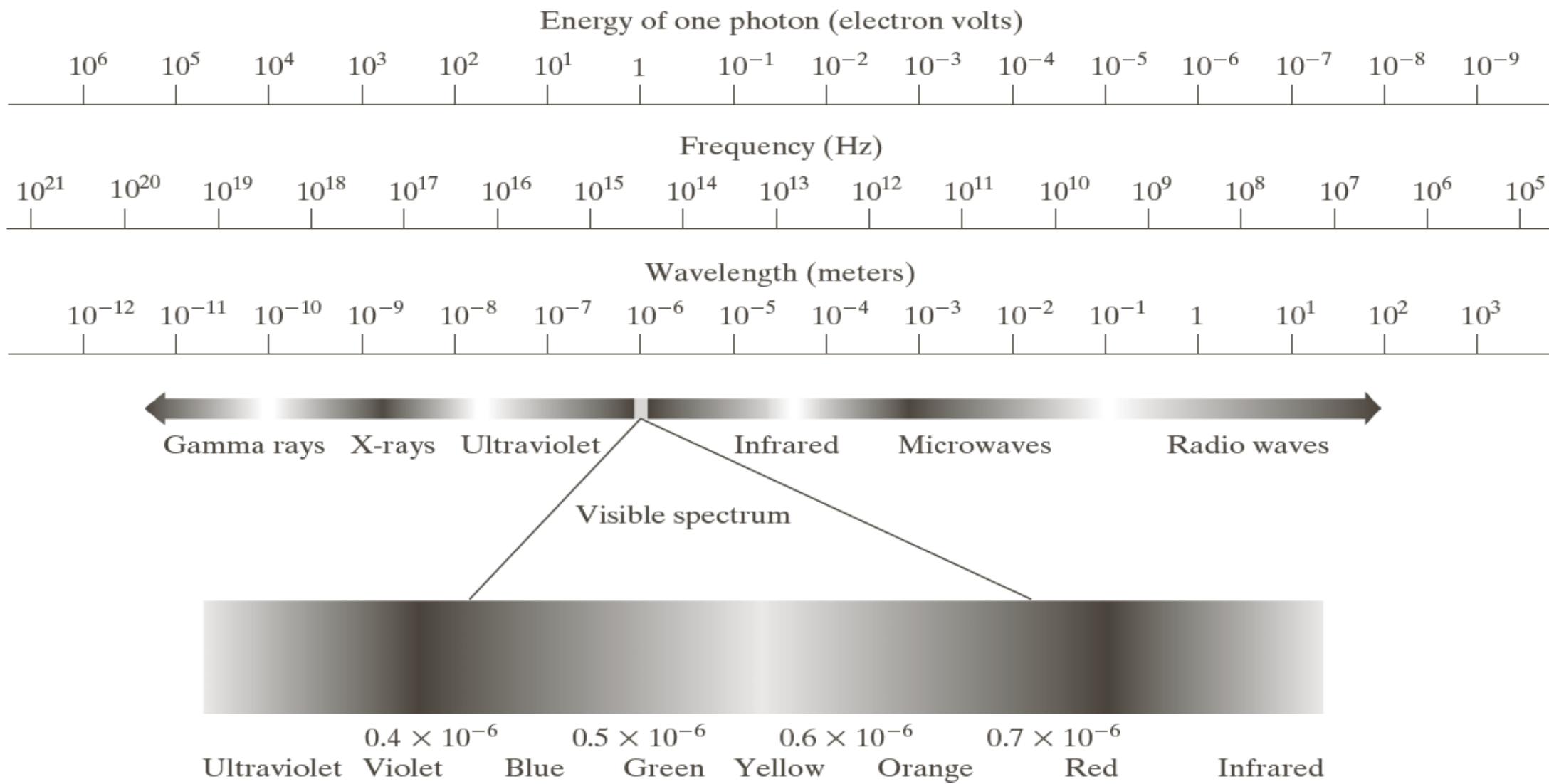
a b c

**FIGURE 2.8** Examples of simultaneous contrast. All the inner squares have the same intensity, but they appear progressively darker as the background becomes lighter.

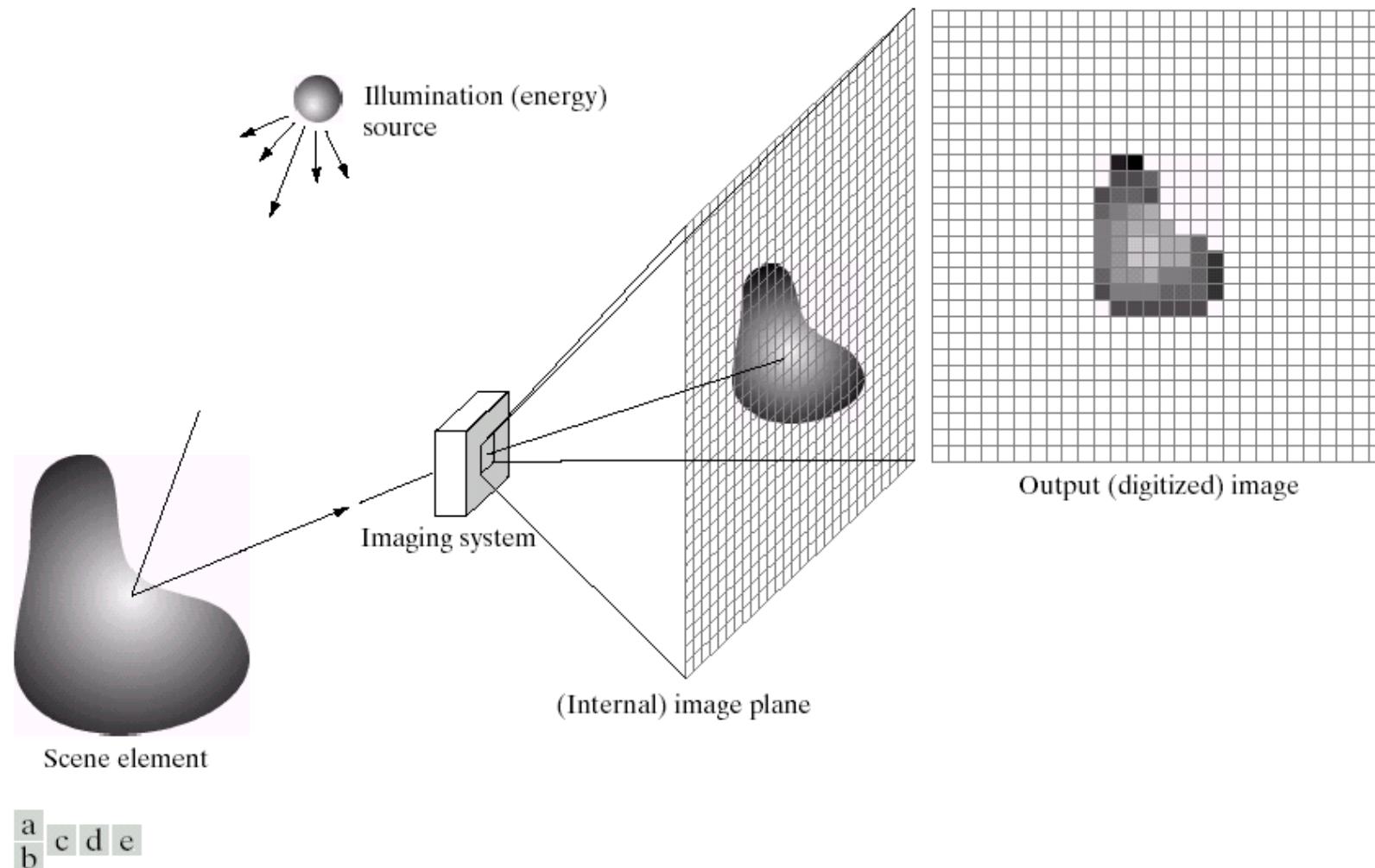
a b  
c d  
**FIGURE 2.9** Some well-known optical illusions.



ما یک طیف کوچک داریم که بعضی ها مرئی و بعضی نامرئی است.

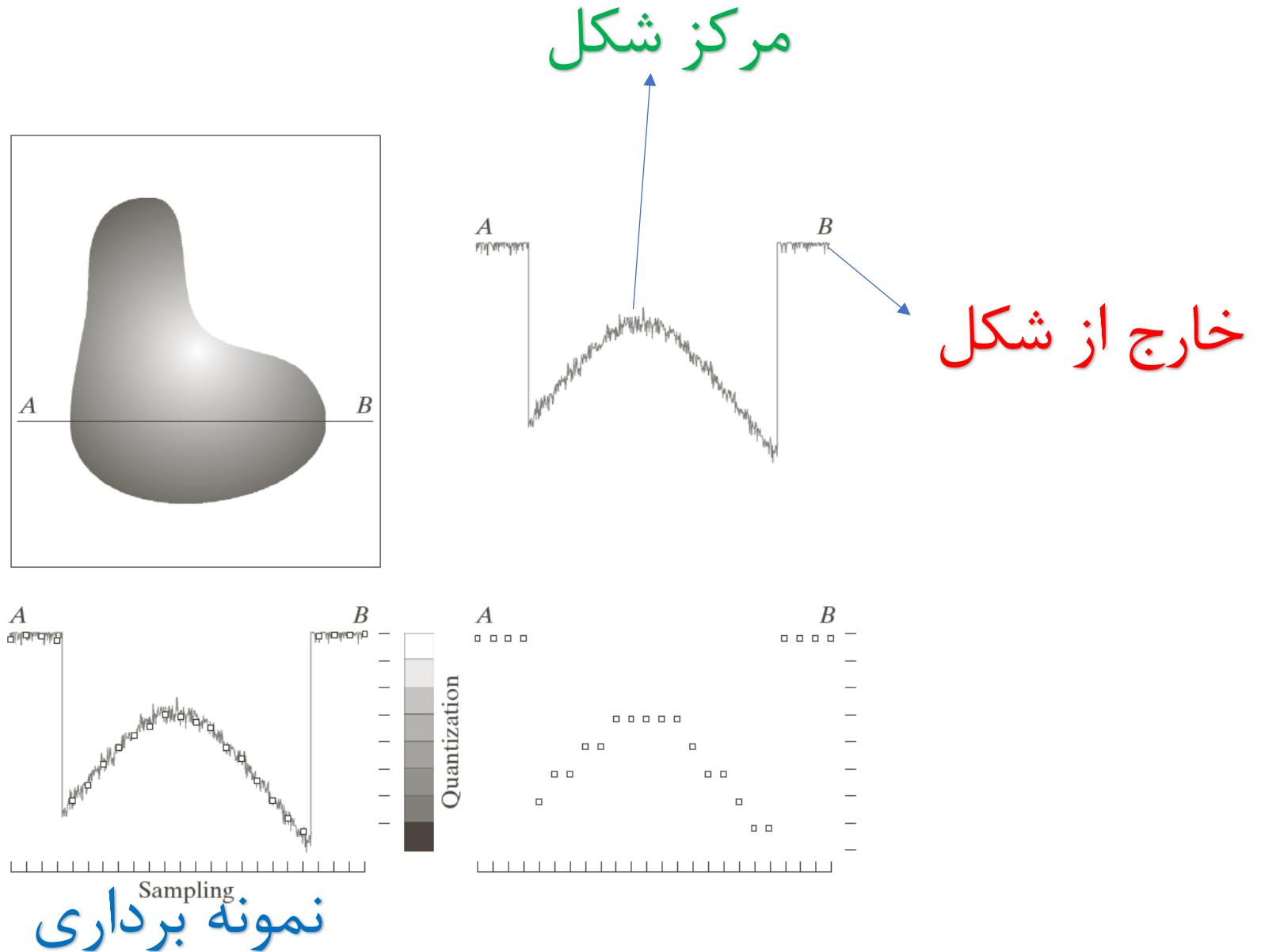


تصویر انalog بوده و دارد به تصویر دیجیتال تبدیل می شود. دیجیتالیز پیکسل ها است.

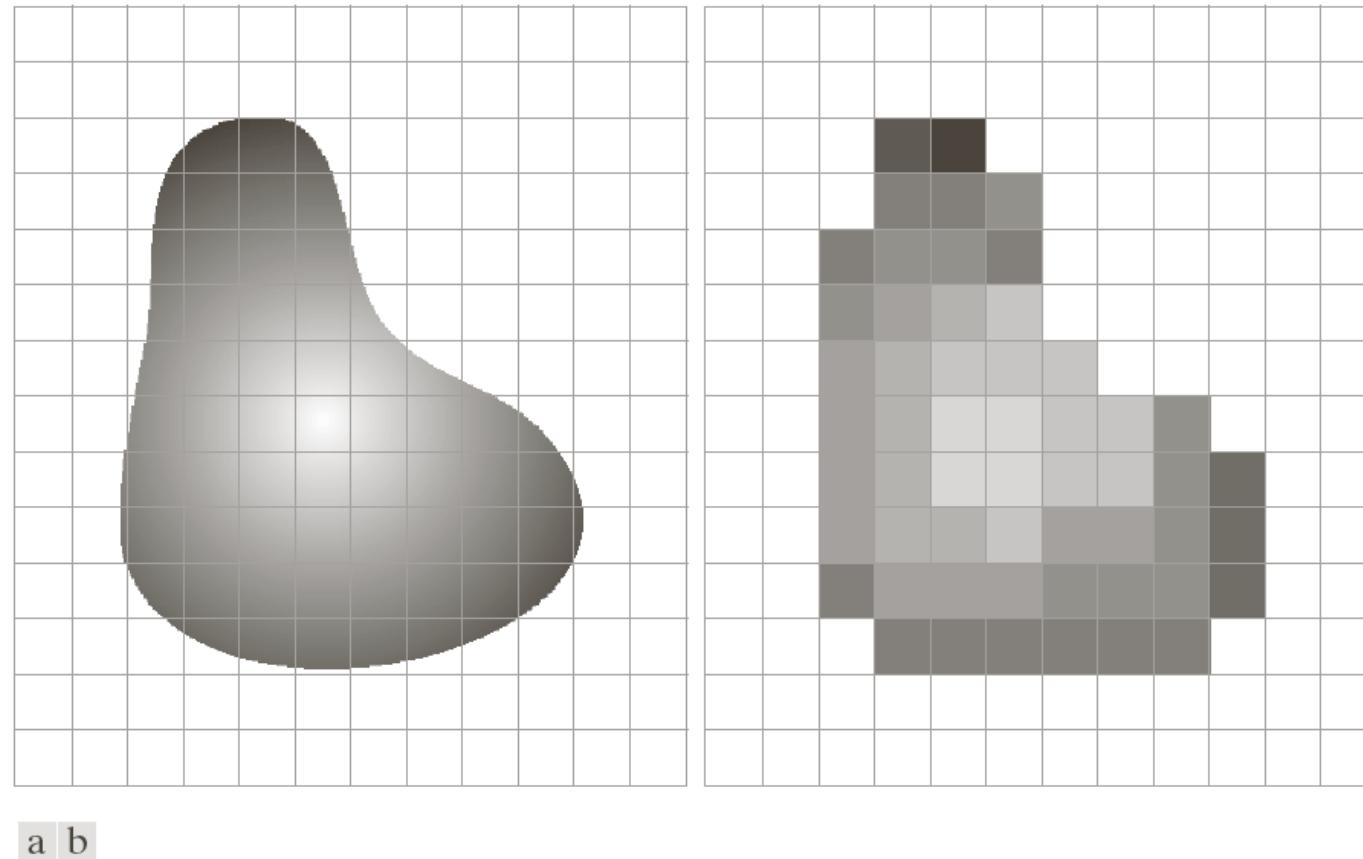


**FIGURE 2.15** An example of the digital image acquisition process. (a) Energy (“illumination”) source. (b) An element of a scene. (c) Imaging system. (d) Projection of the scene onto the image plane. (e) Digitized image.

به این مفهوم scan line می‌گویند. که تو حوزه خاکستری دیجیتایز و نمونه برداری شده است. و مکانی را نشان می‌دهد.



هم پیکسلی و هم مکانی را نشان می دهد که سمت راست هم پیکسلی در صفحه شطرنجی این شکل منحنی است به صورت انالوگ و بعد طیف رنگ سمت راست مشکل سوح خاکستری مشهود است.



**FIGURE 2.17** (a) Continuous image projected onto a sensor array. (b) Result of image sampling and quantization.

هر پیکسل چند بیت است.

تصویر سیاه و سفید 1 بیت که 0 و 1 پرسکند یا یا 1bpp است.

تصویر خاکستری 8 بیت یا 0 تا 255 یا 1 بایت یا یا 8bpp است.

تصویر رنگی 24 بیت که مدل RGB که 3 تا 8 بیت که یا 0 تا 16777216 یا 1 بایت یا یا 24bpp است.

هر چه رزولیشن بیشتر باشد حافظه بیشتر می شود اگر تنوع رنگ هم بیشتر باشد حجم فایل هم بیشتر می شود.

$$32*32=1024 \text{ pixel} , \quad 32*256=8192 \text{ pixel} , \quad 64*8=3072 \text{ pixel}$$

**TABLE 2.1**

Number of storage bits for various values of  $N$  and  $k$ .

$N/k$	1 ( $L = 2$ )	2 ( $L = 4$ )	3 ( $L = 8$ )	4 ( $L = 16$ )	5 ( $L = 32$ )	6 ( $L = 64$ )	7 ( $L = 128$ )	8 ( $L = 256$ )
32	1,024	2,048	3,072	4,096	5,120	6,144	7,168	8,192
64	4,096	8,192	12,288	16,384	20,480	24,576	28,672	32,768
128	16,384	32,768	49,152	65,536	81,920	98,304	114,688	131,072
256	65,536	131,072	196,608	262,144	327,680	393,216	458,752	524,288
512	262,144	524,288	786,432	1,048,576	1,310,720	1,572,864	1,835,008	2,097,152
1024	1,048,576	2,097,152	3,145,728	4,194,304	5,242,880	6,291,456	7,340,032	8,388,608
2048	4,194,304	8,388,608	12,582,912	16,777,216	20,971,520	25,165,824	29,369,128	33,554,432
4096	16,777,216	33,554,432	50,331,648	67,108,864	83,886,080	100,663,296	117,440,512	134,217,728
8192	67,108,864	134,217,728	201,326,592	268,435,456	335,544,320	402,653,184	469,762,048	536,870,912

تصویر 1 بیتی خیلی بهتر است چون می توانیم پردازش راحت تر شده باشد و حافظه کمتر هم داشته باشد.

**4 bit**



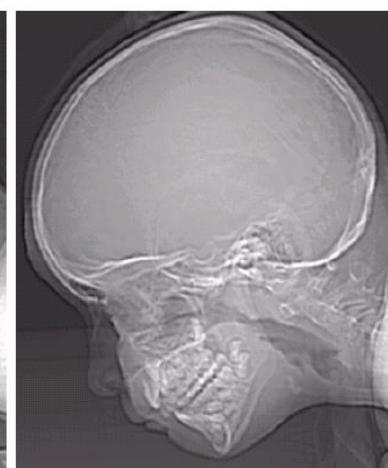
**3 bit**



**5 bit**



**6 bit**



e f  
g h

**FIGURE 2.21**  
*(Continued)*  
(e)-(h) Image displayed in 16, 8, 4, and 2 gray levels. (Original courtesy of Dr. David R. Pickens, Department of Radiology & Radiological Sciences, Vanderbilt University Medical Center.)

**2 bit**



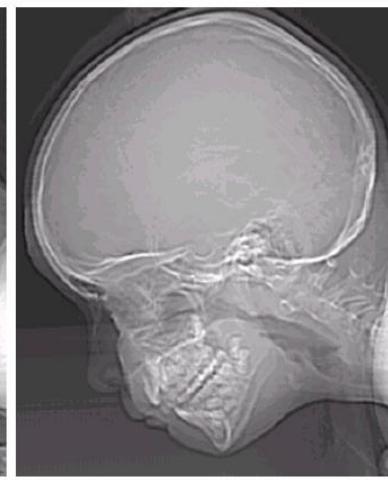
**1 bit**



**7 bit**



**8 bit**



a b  
c d

**FIGURE 2.21**  
(a)  $452 \times 374$ , 256-level image.  
(b)-(d) Image displayed in 128, 64, and 32 gray levels, while keeping the spatial resolution constant.

44

# تصاویر bench marck

در سمت چپ تصویر یک چهره را می بینیم. اگر روی چشم کار کنیم به چشم می اید یعنی جزئیات مهم است.

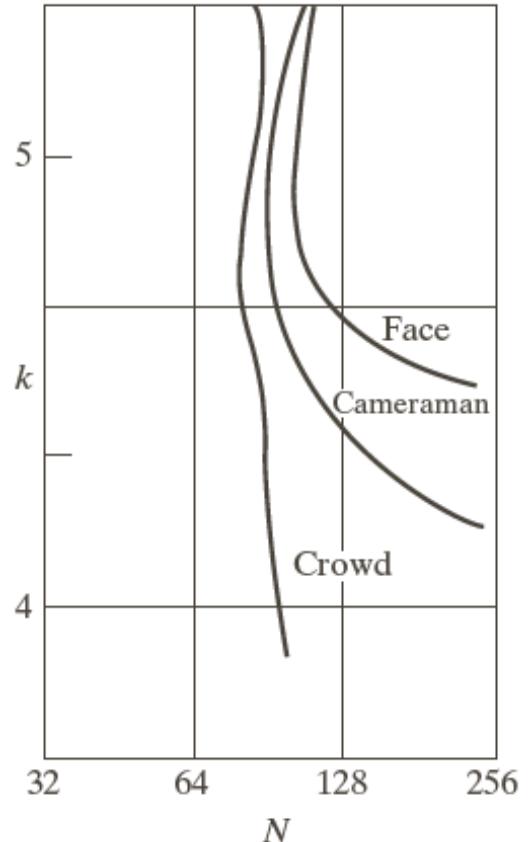
تصویر وسط که ادم دوربین را می بینیم. می تواند جز تصویر باشد یا نباشد.

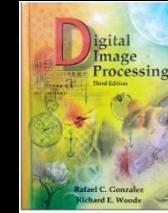
تصویر سمت راست یک تصویر ازدحام می بینیم . اینجا اگر سر یک نفر را حذف کنیم شاید به چشم نمی یاد.



a b c

**FIGURE 2.22** (a) Image with a low level of detail. (b) Image with a medium level of detail. (c) Image with a relatively large amount of detail. (Image (b) courtesy of the Massachusetts Institute of Technology.)





# Digital Image Processing



# جلسه ۴

# فصل سوم

## تبدیل : Histogram

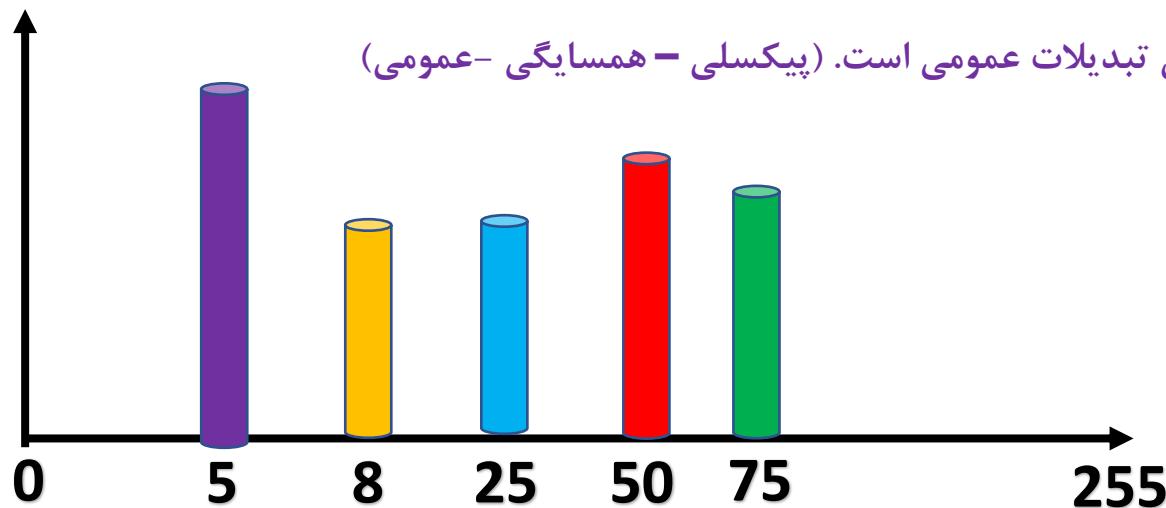
مثل یک نمودار است که به صورت میله ای است. که تعداد پیکسل هایی که مقادیر مختلف دارند را نشان می دهد.  
کاربرد تصویر هیستگرام بهبود کنتراست تصویر است. یعنی اگر تصویر خیلی روشن تیره کند و اگر تصویر خیلی تارک روشن کند.

**سوال :** ایا اگر هیستگرام تصویر را به شما بدهند ایا به تصویر اصلی می رسید؟

نه چون ما مکان را نمی دانیم از روی هیستگرام نمی توانیم بفهمیم تصویر اصلی چی بوده ولی می توانیم تعداد پیکسل های از هر سطح خاکستری را خواهیم دید.

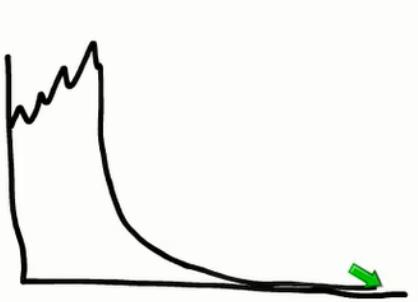
**سوال :** ایا من اگر همه عدد ها را با هم جمع بزنم به چی می رسیم؟

به تعداد پیکسل ها یا رزولوشن  $m \times n$  پیکسل به خاطر اینکه تعداد پیکسل یا 0 یا 1 یا 2 یا 3 تا 255 است که جمع همه اینها می شود کل پیکسل های تصویر  $5+8+25+50+75$



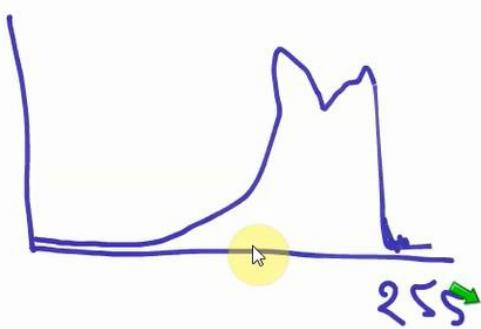
## مثال) هیستگرام خوبی نیستند

از روی تصویر که تیره است ولی نمی دانیم کجای تصویر تیره است به نظر می رسد که پیکسل های زیادی روی رنج پایین افتاده است کلا تیره است ممکن است یک تعداد پیکسل سفید باشد کنتراست تصویر بد است.



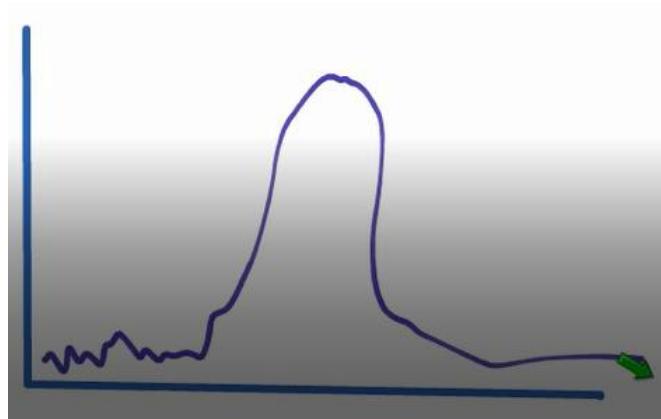
## مثال) هیستگرام خوبی نیستند

از روی تصویر که زیادی روشن است ولی نمی دانیم کجای تصویر روشن است به نظر می رسد که پیکسل های زیادی روی رنج بالا افتاده است که تصویر کلا روشن است ممکن است یک تعداد پیکسل سیاه باشد کنتراست تصویر بد است.



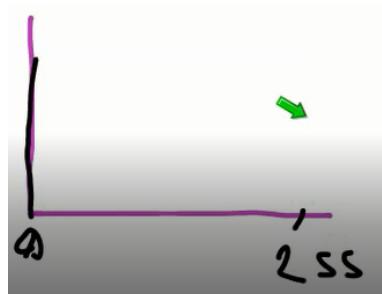
## مثال) هیستگرام خوبی نیستند

تصویر بیشتر سطوح حد وسط افتادن مقادیر پیکسل ها بین رنج 100 تا 200 نه خیلی روشن نه خیلی تیره یا کم پیدا میشه بیشتر وسط است و کنتراست خوبی نیستند .



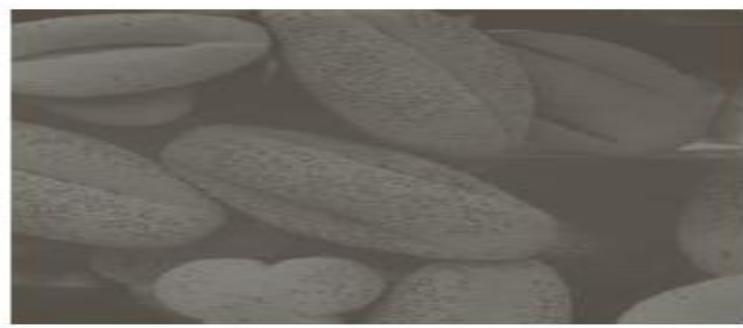
## هیستگرام تصویر سیاه و سفید:

دوتا مقدار دارد یا پیکسل ها 0 یا 1 اگر سیاه سفید یا اگر خاکستری 0 یا 255 است ولی سیاه سفید که کلا یا 0 یا 255 است



تصویر خیلی تیره

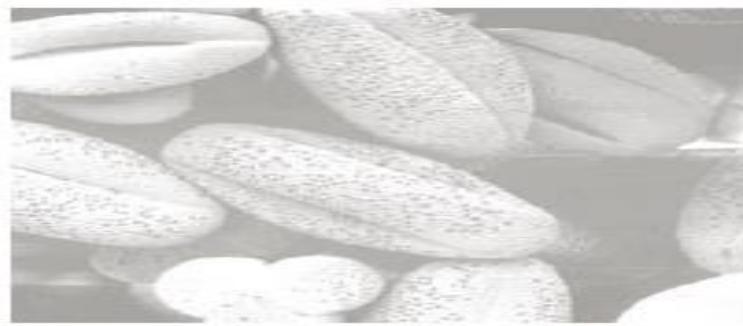
خوب نیست



Histogram of dark image

تصویر خیلی روشن

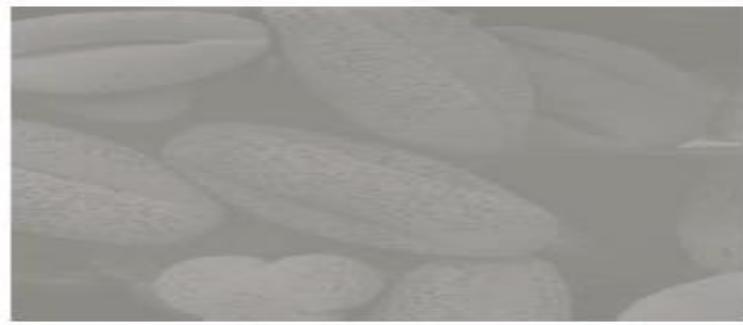
خوب نیست



Histogram of light image

تصویر وسط

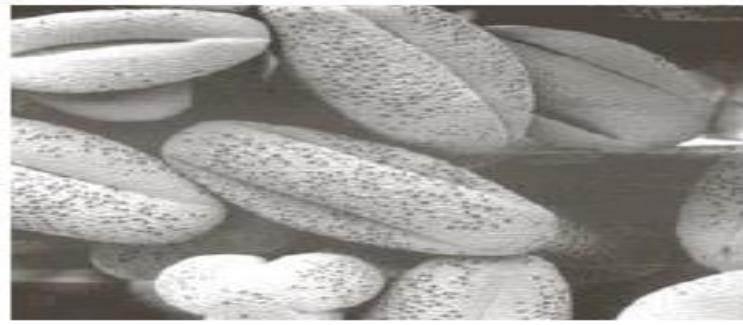
خوب نیست



Histogram of low-contrast image

هیستوگرام توزیع شده

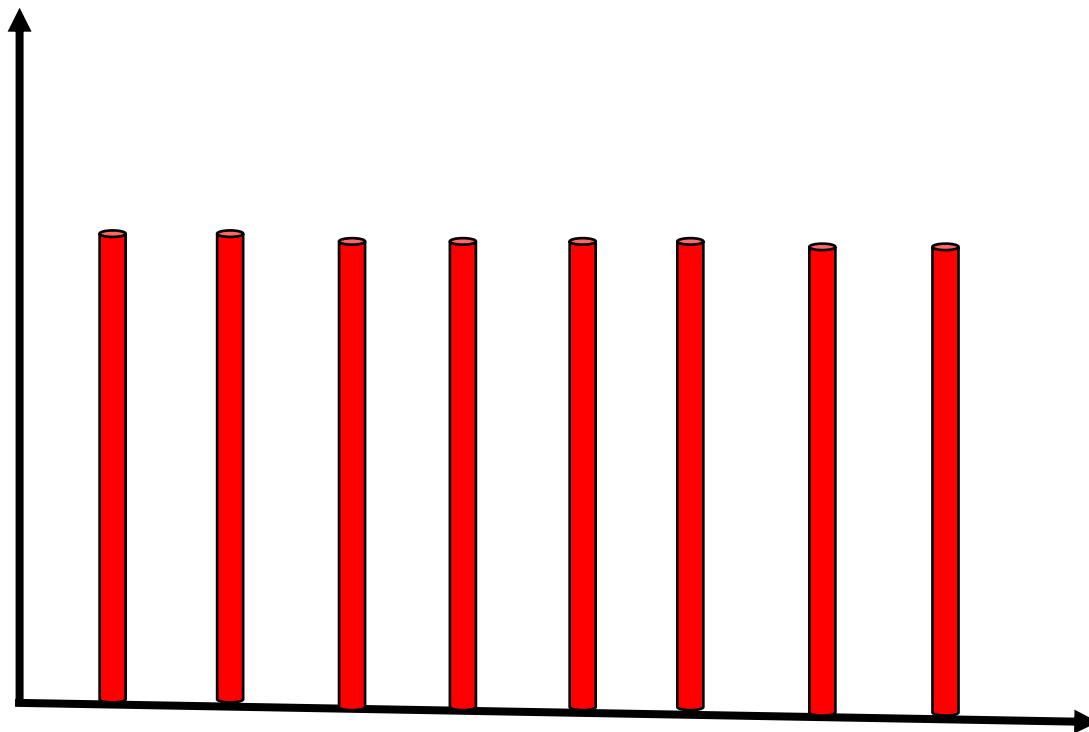
خوب است



Histogram of high-contrast image

## تکنیک هموار سازی هستگرام : histogram equalisation

کاربرد تصویر هیستگرام بهبود کنتراست تصویر است. یعنی هیستگرام به صورت متوازن یا تقسیم یا پراکنده می شود که کنتراست بهتری دارد. منظور از هموار سازی یعنی مثل شکل زیر نیست که برابر است باید طیفی را پوشش دهد.



# فرمول CDF

$$new = \left( \frac{CDF_{old} - CDF_{min}}{CDF_{max} - CDF_{min}} \right) * 255$$

هیستگرام مربوط به این فرمول که کمترین مقدار را به 0 و بیشترین مقدار را به 255 می برد و باقیه مقادیر را پخش می کند

مثال)

70	65	80	70	60
65	75	90	60	65
85	80	70	66	70
55	65	73	90	82

$m \times m$

$$5 \times 4 = 20$$

مقدار	تعداد	CDF
55	1	1
60	2	1+2=3
65	4	3+4=7
66	1	7+1=8
70	4	8+4=12
73	1	12+1=13
75	1	13+1=14
80	2	14+2=16
82	1	16+1=17
85	1	17+1=18
90	2	18+2=20

مثال) مقدار 70 را به دست اورید.

مقدار	تعداد	CDF
55	1	1
60	2	1+2=3
65	4	3+4=7
66	1	7+1=8
70	4	8+4=12
73	1	12+1=13
75	1	13+1=14
80	2	14+2=16
82	1	16+1=17
85	1	17+1=18
90	2	18+2=20

$$new = \left( \frac{CDF_{old} - CDF_{min}}{CDF_{max} - CDF_{min}} \right) * 255$$

$$new = \left( \frac{12 - 1}{20 - 1} \right) * 255$$

$$new = \left( \frac{11}{19} \right) * 255 = 147.63 \approx 148$$

$$148 - 70 = 78$$

78 واحد روشن شده

مثال) مقدار 80 را به دست اورید.

مقدار	تعداد	CDF
55	1	1
60	2	1+2=3
65	4	3+4=7
66	1	7+1=8
70	4	8+4=12
73	1	12+1=13
75	1	13+1=14
80	2	14+2=16
82	1	16+1=17
85	1	17+1=18
90	2	18+2=20

$$new = \left( \frac{CDF_{old} - CDF_{min}}{CDF_{max} - CDF_{min}} \right) * 255$$

$$new = \left( \frac{16 - 1}{20 - 1} \right) * 255$$

$$new = \left( \frac{15}{19} \right) * 255 = 201.31 \approx 201$$

$$201 - 80 = 121$$

121 واحد روشن شده

مثال) مقدار 60 را به دست اورید.

مقدار	تعداد	CDF
55	1	1
60	2	1+2=3
65	4	3+4=7
66	1	7+1=8
70	4	8+4=12
73	1	12+1=13
75	1	13+1=14
80	2	14+2=16
82	1	16+1=17
85	1	17+1=18
90	2	18+2=20

$$new = \left( \frac{CDF_{old} - CDF_{min}}{CDF_{max} - CDF_{min}} \right) * 255$$

$$new = \left( \frac{3 - 1}{20 - 1} \right) * 255$$

$$new = \left( \frac{2}{19} \right) * 255 = 26.84 \approx 27$$

$$27 - 60 = -33$$

-33 واحد تیره شده

مثال) مقدار 55 را به دست اورید.

مقدار	تعداد	CDF
55	1	1
60	2	1+2=3
65	4	3+4=7
66	1	7+1=8
70	4	8+4=12
73	1	12+1=13
75	1	13+1=14
80	2	14+2=16
82	1	16+1=17
85	1	17+1=18
90	2	18+2=20

$$new = \left( \frac{CDF_{old} - CDF_{min}}{CDF_{max} - CDF_{min}} \right) * 255$$

$$new = \left( \frac{1 - 1}{20 - 1} \right) * 255$$

$$new = \left( \frac{0}{19} \right) * 255 = 0$$

$$0 - 55 = -55$$

-55 واحد تیره شده

مثال) مقدار 90 را به دست اورید.

مقدار	تعداد	CDF
55	1	1
60	2	1+2=3
65	4	3+4=7
66	1	7+1=8
70	4	8+4=12
73	1	12+1=13
75	1	13+1=14
80	2	14+2=16
82	1	16+1=17
85	1	17+1=18
90	2	18+2=20

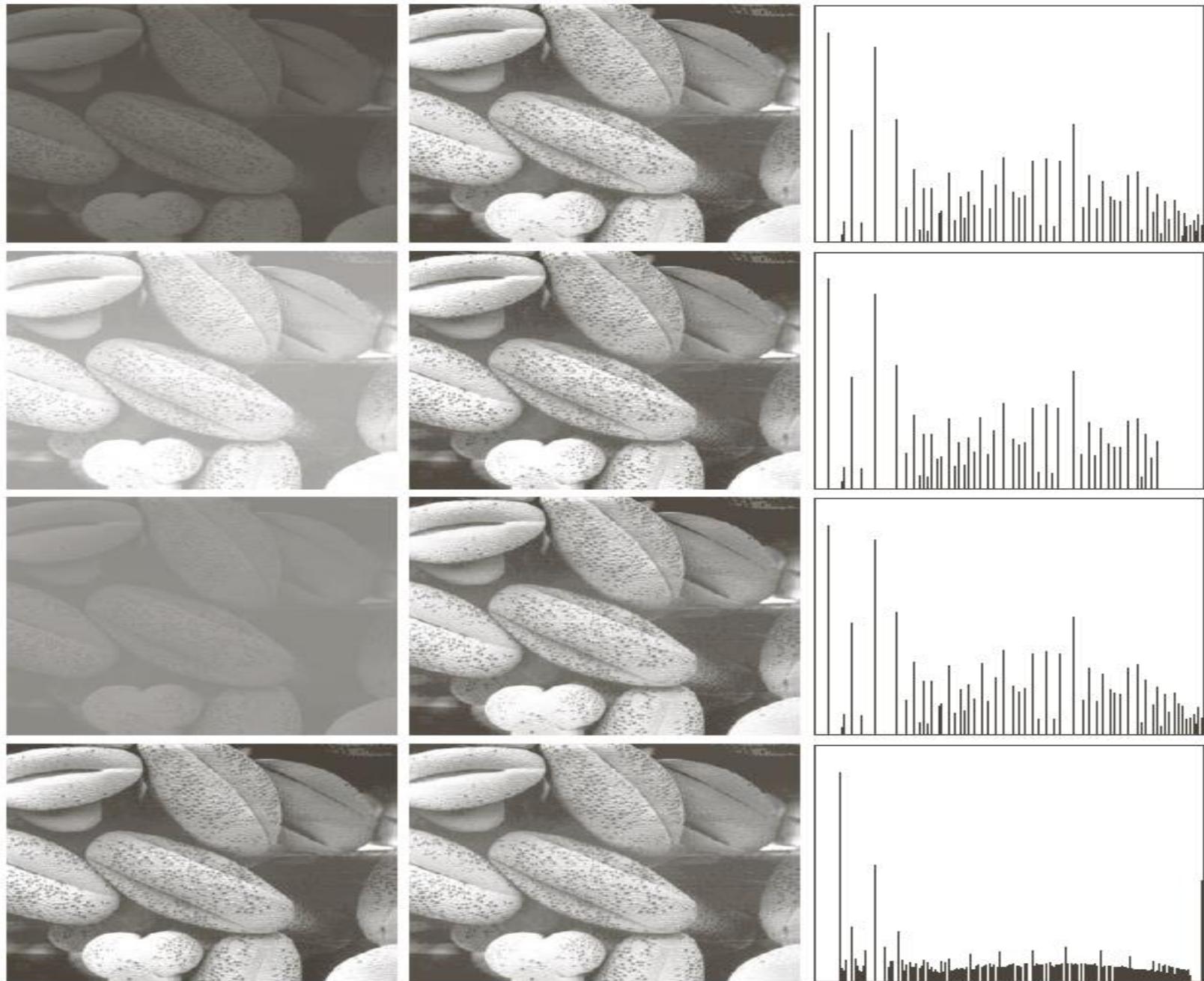
$$new = \left( \frac{CDF_{old} - CDF_{min}}{CDF_{max} - CDF_{min}} \right) * 255$$

$$new = \left( \frac{20 - 1}{20 - 1} \right) * 255$$

$$new = \left( \frac{19}{19} \right) * 255 = 255$$

$$255 - 90 = 165$$

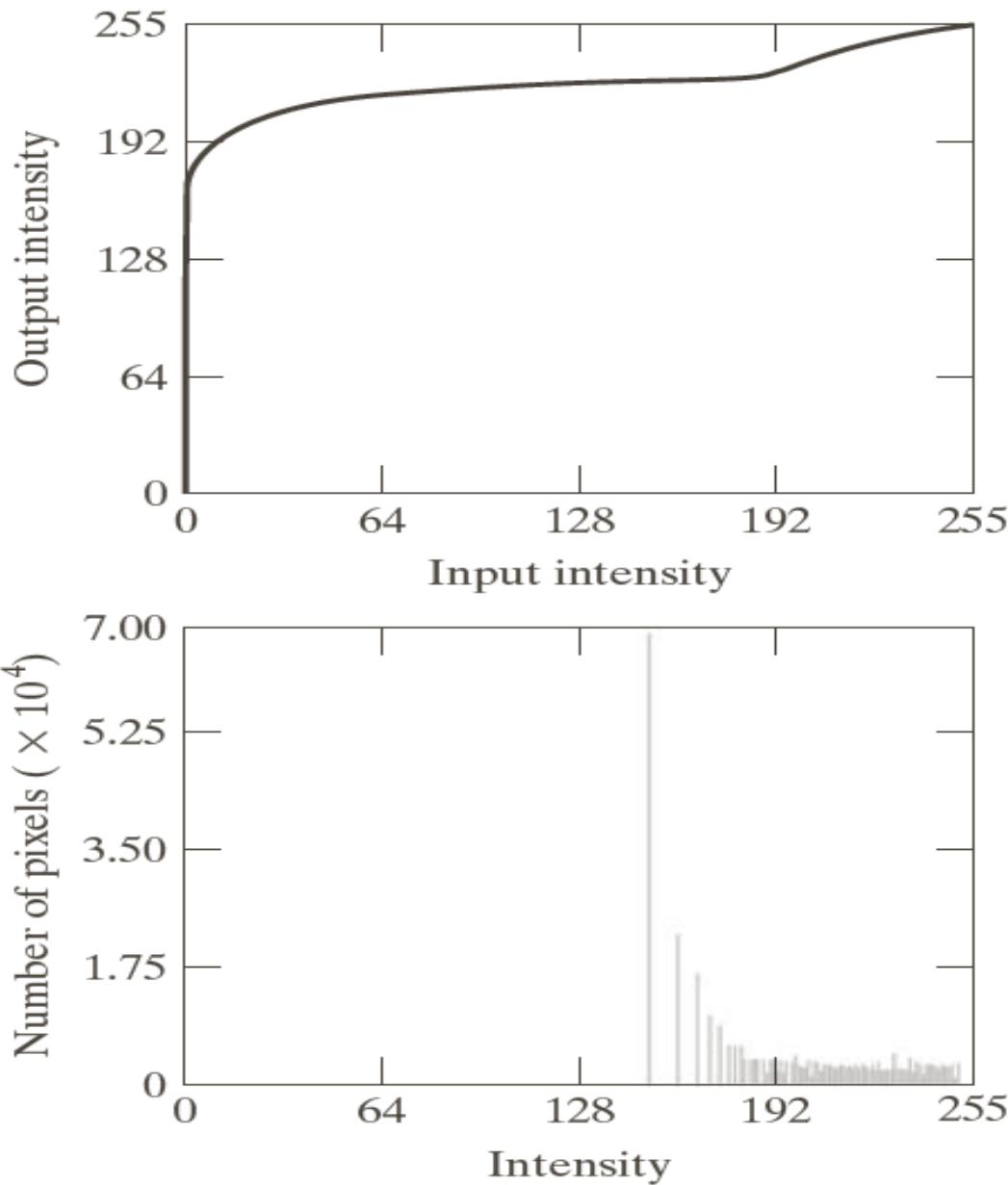
واحد روشن شده

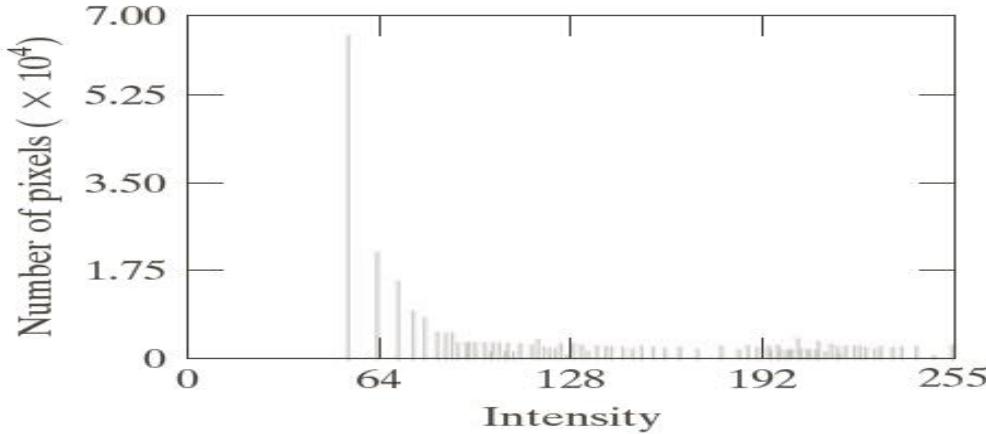
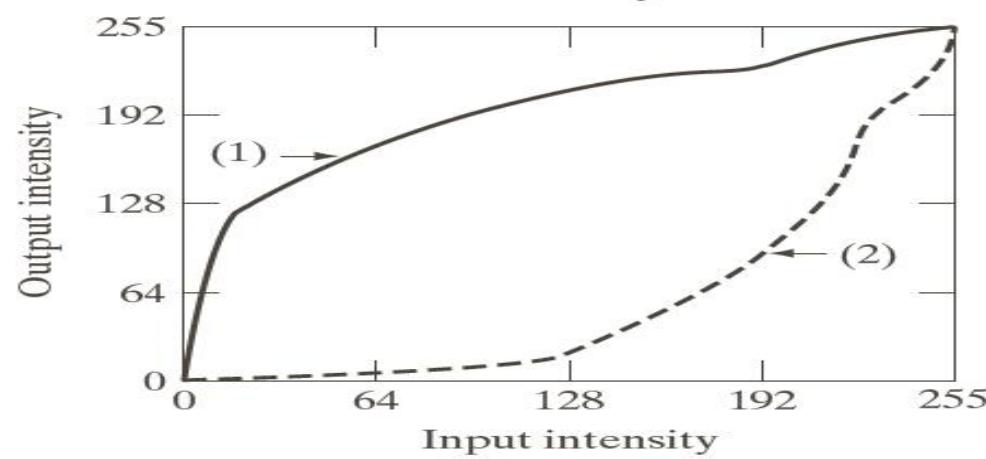
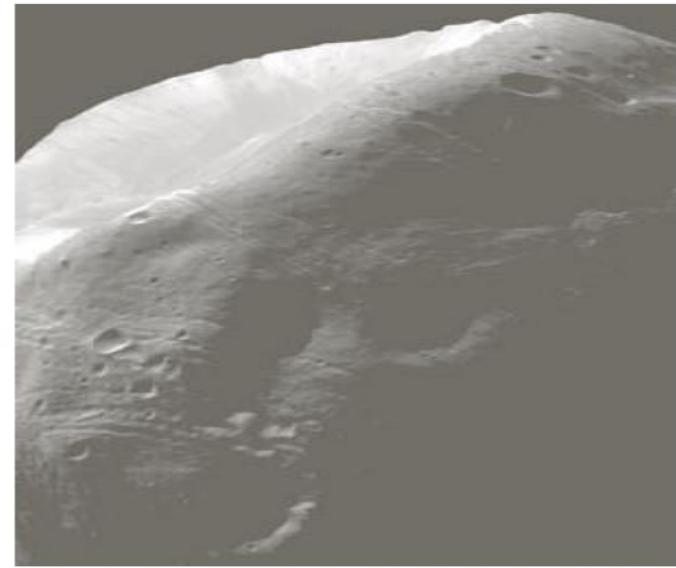
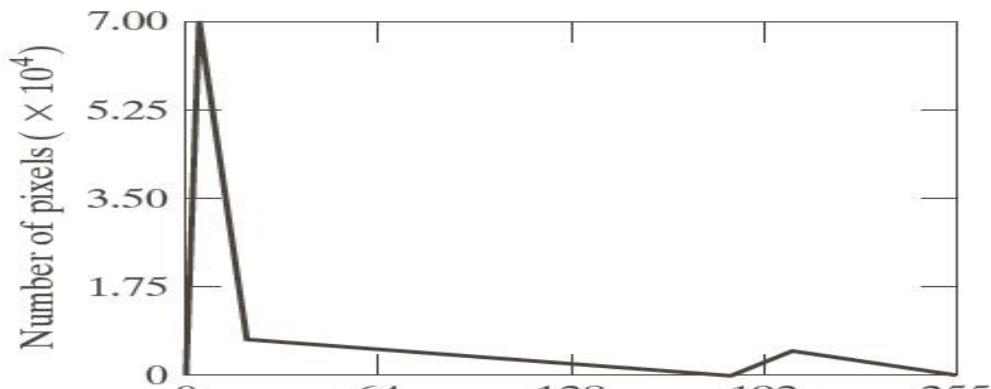


a  
b  
c

**FIGURE 3.24**

- (a) Transformation function for histogram equalization.  
(b) Histogram-equalized image (note the washed-out appearance).  
(c) Histogram of (b).



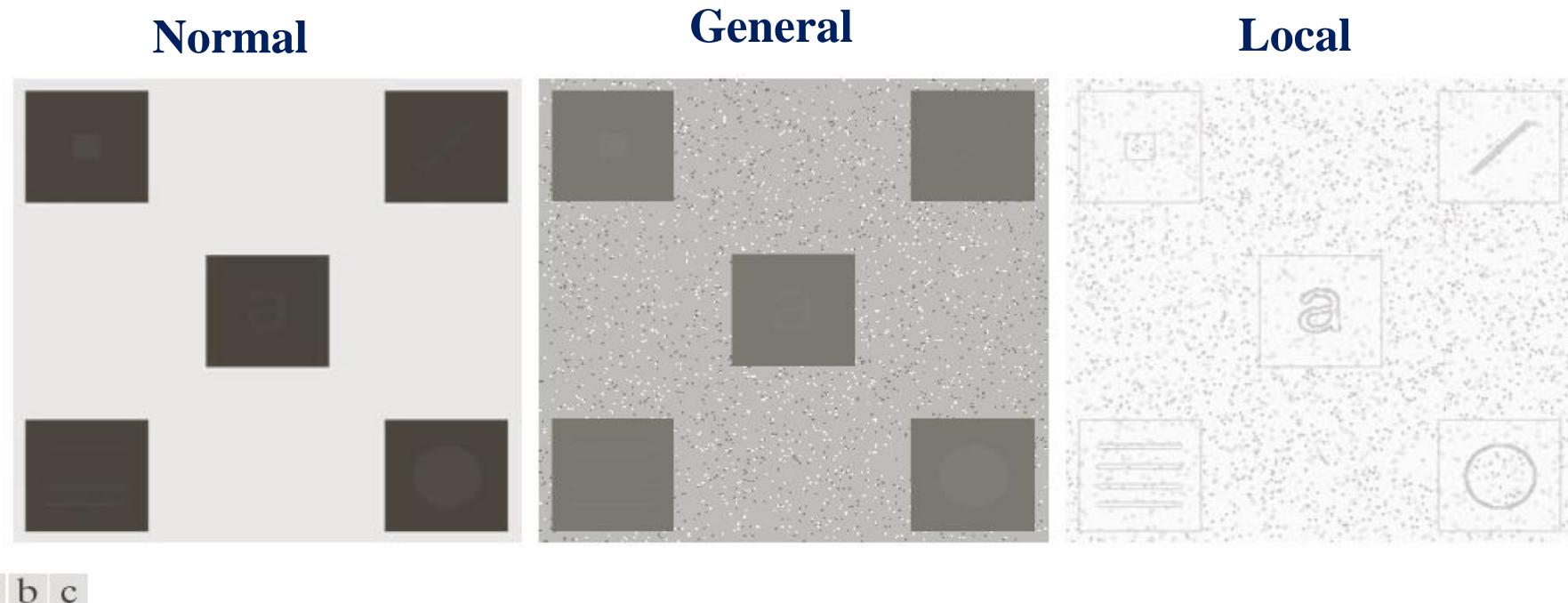


## :general Histogram equalsaiton

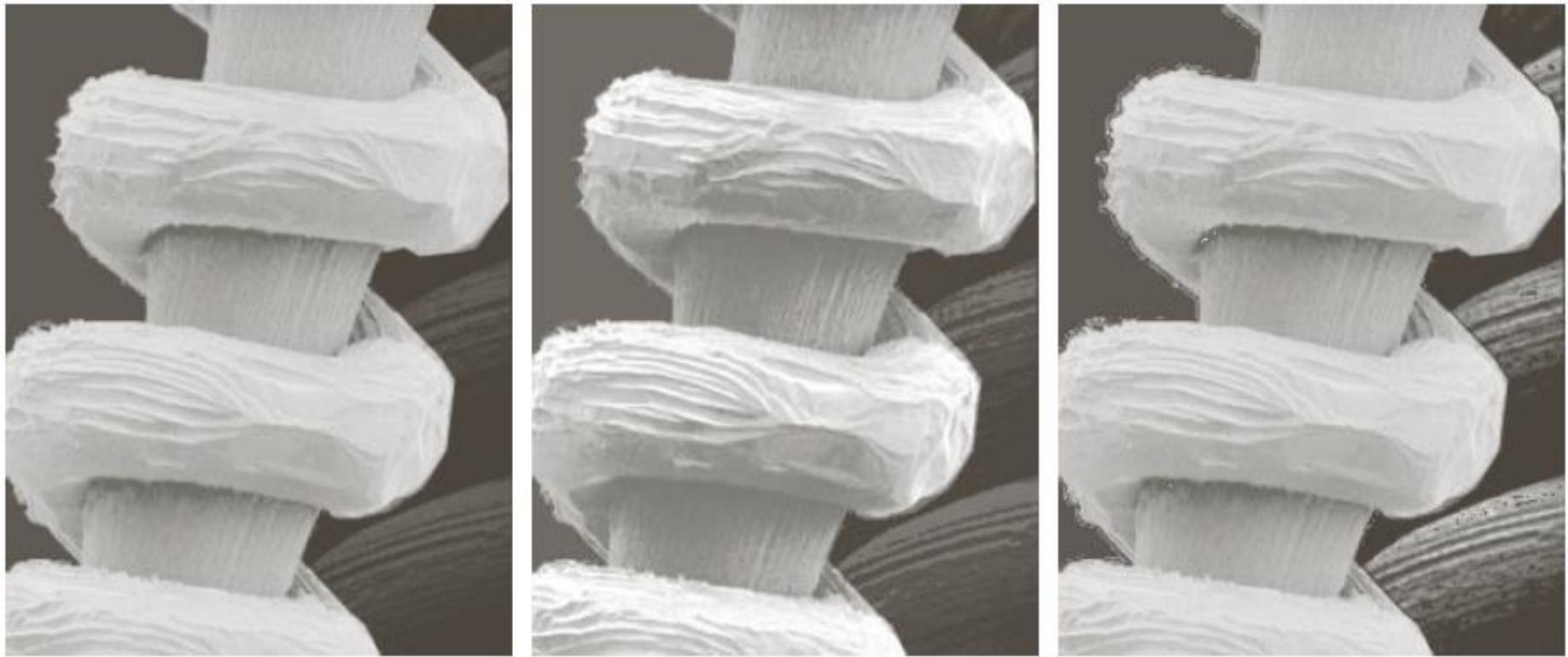
این هیستگرام را global Histogram یا general Histogram می‌شود. تمام موارد قبل صحبت کردیم.

## :Local equalsaiton general

هیستگرام تو یک بخش خاص هیستگرام زده شود. یا هیستگرام محلی تو ناحیه خاصی انجام می‌شود لزومی ندارد که در واقع تمام تصویر تو محاسبه خودتون دخالت بدهید. مثل شکل که به نظر می‌رسد روشن‌ها کمی تیره و انهایی که تیره کمی روشن شده است. تفاوتی که دارد اشکالی نسبت به نمونه اصلی پیدا شده است.



**FIGURE 3.26** (a) Original image. (b) Result of global histogram equalization. (c) Result of local histogram equalization applied to (a), using a neighborhood of size  $3 \times 3$ .



a b c

**FIGURE 3.27** (a) SEM image of a tungsten filament magnified approximately  $130\times$ . (b) Result of global histogram equalization. (c) Image enhanced using local histogram statistics. (Original image courtesy of Mr. Michael Shaffer, Department of Geological Sciences, University of Oregon, Eugene.)



# جلسه 5

# فصل سوم

## ◇ تبدیل همسایگی : filter

به این نوع تبدیل همسایگی که تبدیل فیلتر هم می گویند در این حالت که دامنه محاسبات را از صرف پیکسل افزایش می دهد و همسایه ها را دخالت می دهد.

دو مدل همسایگی داشتیم همسایگی 4 گانه و همسایگی 8 گانه وقتی در مورد همسایگی صحبت می شسود در تبدیلات منظور همسایگی 8 گانه است. یعنی یک پنجره  $3 \times 3$  تعریف می ششود که یک پیکسل وسط داریم و کنرشن همسایه های دیگر است.

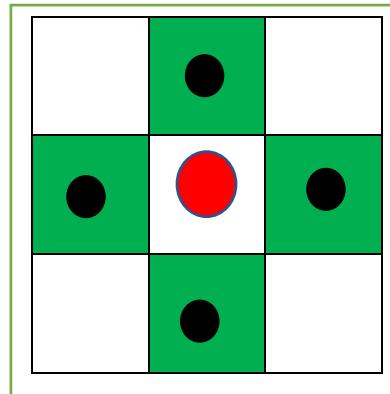
اما پنجره های همسایگی لزوما  $3 \times 3$  نیستند و پنجره همسایگی می تواند بزرگتر باشد مثلا  $5 \times 5$  باشد.

پنجره همسایگی معمولا عدد فرد است جزء 2 تا استثنایا باقیه فرد است. دلیل فرد بودن این است که به خاطر اینکه بتوانیم پیکسل مرکزی تعریف کنیم. مثلا همسایه 2 یا  $4 \times 4$  نمیشه وسط را مشخص کنیم. پس بهتر است  $3 \times 3$  و  $5 \times 5$  یا  $7 \times 7$  تعریف شود عدد های پنجره ها معمولا خیلی بزرگ نمی شود خیلی از موقع  $3 \times 3$  است دلیل اینکه پنجره همسایه زیاد بزرگ نیست به این علت است مفهوم همسایگی زیاد معنا دار نمی شود یعنی شما بخواهید یک پیکسلی که خیلی دور تر است بنحوی که تو پیکسل دیگر تاثیر بدی به نظر می رسد که مقدار این پیکسل زیاد با ان پیکسل مرتبط نیست.

مقادیر در پنجره ها برای جای جایی نسبت فرمول پیکسل وسط یعنی با مقادیر قبلی جایه جا می شود نه مقادیر جدید مثال ها بعد گفته شده است.

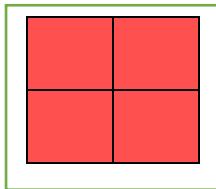
## همسایه 4 گانه :

پیکسل هایی که در راستای عمودی و افقی قرار می گیرد به اینها می گویند همسایه های 4 گانه پیکسل وسط گویند. با رنگ سبز مشخص شده است. یعنی ما 4 همسایه داریم بالا و پایین و چپ و راست

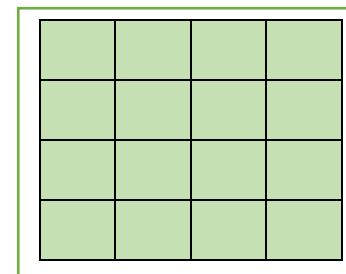
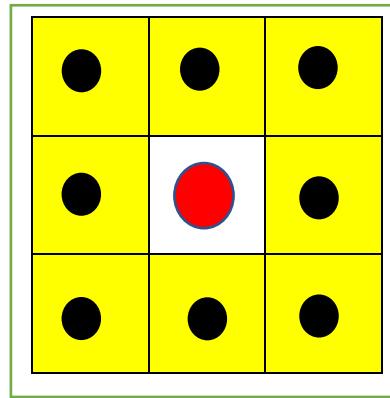


## همسایه 8 گانه :

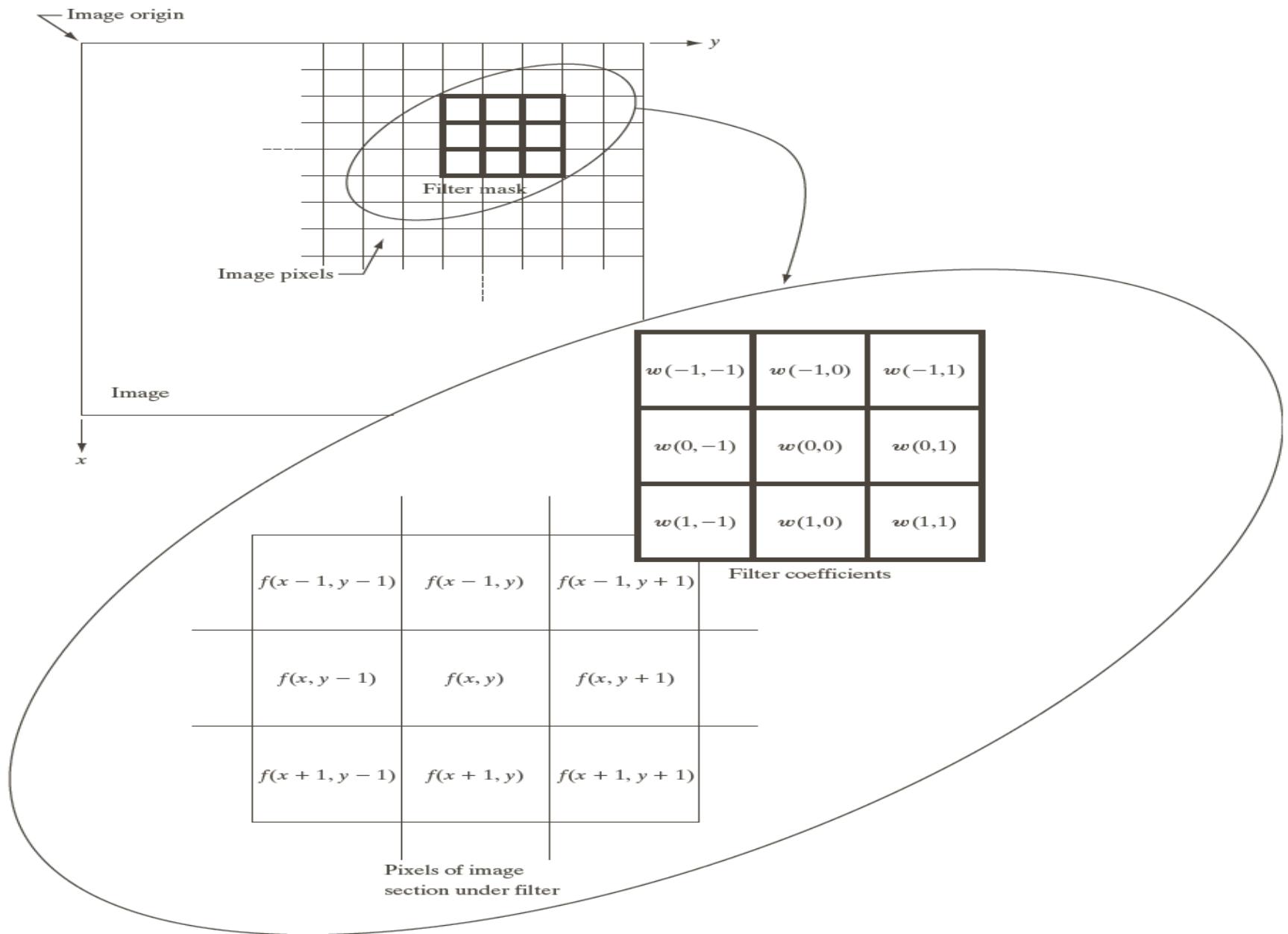
پیکسل هایی که 8 تا می باشد. با رنگ زرد مشخص شده است. که هم به صورت افقی و عمودی و بالا و پایین و قطری است.



$2 \times 2$



$4 \times 4$



ضرایب مربوطه در پیکسل ها ضرب می شوند همه باهم جمع می شوند و سپس تقسیم بر مقدار مجموع ضرایب یعنی میانگین گرفتیم. که همه مقادیر جای پیکسل وسط می شیند. سرعت میانگین گیری تو پیکسلی بیشتر است نسبت به همسایگی است چون یک پیکسل در نظر گرفته میشود. یعنی تو همسایگی مثل اینجا که میانگی نبگیریم باید ۹ تا مقدار را محاسبه کنیم.

$w_1$	$w_2$	$w_3$
$w_4$	$w_5$	$w_6$
$w_7$	$w_8$	$w_9$

$$\frac{1}{9} \times \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline \end{array} \quad \frac{1}{16} \times \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 1 \\ \hline 2 & 4 & 2 \\ \hline 1 & 2 & 1 \\ \hline \end{array}$$

# وزن

# مقادیر

مثال) یک نوع فیلتر ساده است

1	1	1
1	1	1
1	1	1

120	80	70
55	40	100
120	50	90

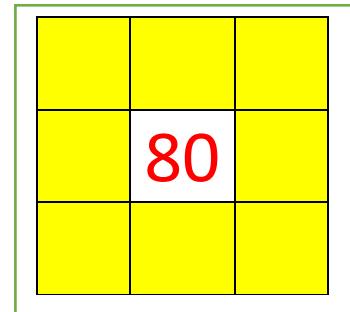
1 * 120	1 * 80	1 * 70
1 * 55	1 * 40	1 * 100
1 * 120	1 * 50	1 * 90

120	80	70
55	40	100
120	50	90

وزن جمع =  $1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 9$

$$\text{فرمول} = \frac{\text{مقادیر جدید}}{\text{جمع وزن}}$$

$$\text{فرمول} = \frac{120 + 80 + 70 + 55 + 40 + 100 + 120 + 50 + 90}{9} = \frac{725}{9} = 80.5 \approx 80$$



# وزن

# مقادیر

مثال)

1	2	1
2	4	2
1	2	1

120	80	70
55	40	100
120	50	90

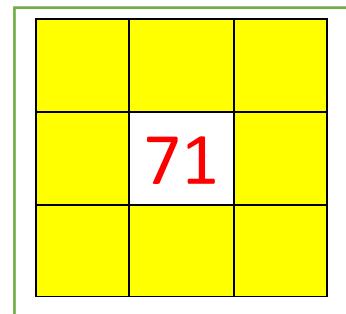
1 * 120	2 * 80	1 * 70
2 * 55	4 * 40	2 * 100
1 * 120	2 * 50	1 * 90

120	160	70
110	160	200
120	100	90

$$\text{وزن جمع} = 1 + 2 + 1 + 2 + 4 + 2 + 1 + 2 + 1 = 16$$

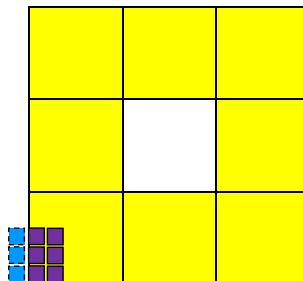
$$\text{فرمول} = \frac{\text{مقادیر جدید}}{\text{جمع وزن}} =$$

$$\text{فرمول} = \frac{120 + 160 + 70 + 110 + 160 + 200 + 120 + 100 + 90}{16} = \frac{1130}{16} = 70.62 \approx 71$$

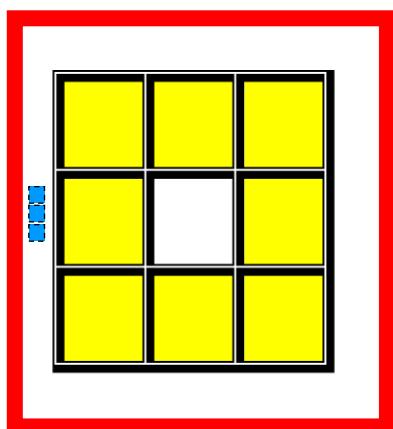


# تکنیک pading

اگر بخواهیم برای جابه جایی پیکسل ها حرکت کنیم ممکن است گوشه ها نتوانند همسایه های گوشه ها را در نظر بگیریم که مثل حالت زیر است. که  $3 \times 3$  که 6 داخل پیکسل به رنگ بنفش و 3 تا خارج که به رنگ ابی می افتد ولی میتوانیم محاسبات را مثل فرمول همسایگی پیکسل انجام دهیم. و پدینگ حتما یک پیکسلی نیست بستگی به همسایه دارد.



روش دیگر این است که از تکنیک pading استفاده کنیم. یعنی از گوشه هر تصویر به اندازه پیکسل بیرون می رویم. از هر طرف تصویر که زردرنگ است و حاشیه ها به اندازه پیکسل از لبه تصویر به رنگ قرمز است. واین 3 پیکسل حرکت می کند دور عکس و مقدار صفر است که می گویند. که به این پنجره  $3 \times 3$  ابی رنگ هم mask می گویند. که این ماسک براساس 3 تا 0 گرفته می شود.



پنجره  $3 \times 3$  حرکت می کند و مقدار صفر و مثلا اگر یک پیکسل مقدار 70 ان هم مقدار 70 می گیرد خیلی تو روند پیکسل تاثیر ندارد برای اینکه این پیکسل حرکت کند از این تکنیک استفاده می شود

# اثر blur

تصویر کلیات دیده می شود اما یک مقدار محو است مثل کسی که چهره رامی خواند تشخیص ندهد و چهره محو شده است. و یک فیلتر میانگین است. اما اگر خود پیکسل نقاطش با کناری فرقی نکند میشود همان تصویر قبلی است. وقتی می گوییم محو شدن یعنی قدرت لبه از بین می رود



## مثال) خروجی تصویر چیست؟

خروجی تصویر تغییر نمی کند چون همسایه ها مقدار صفر است و جمع همسایه ها 0 با هر عدد خود عدد است.

این تبدیل چه جای 2 هر عدد دیگری باشد خروجی ما 1 می شود فرقی نمی کند چون همه همسایه ها 0 است.

باقیه پیکسل ها هیچ تاثیری ندارد فقط پیکسل وسط تاثیر دارد

0	0	0
0	2	0
0	0	0

$$\text{وزن جمع} = 0 + 0 + 0 + 0 + 2 + 0 + 0 + 0 + 0 = 2$$

$$\text{فرمول} = \frac{\text{مقادیر جدید}}{\text{جمع وزن}} = \frac{2}{2} = 1$$

## مثال) خروجی تصویر چیست؟

خروجی تصویر وسط چون صفر است مقادیر شیفت پیدا می کند پایین هر چی بالای وسط است به پایین یعنی به وسط ریخته می شود.

چشم ما چیزی تشخیص نمی دهد از نظر تصویر همان تصویر قبلی را می بیند جز اینکه اگر padding شده باشد یک پیکسل که با صفر ها عدد 1 شیفت به پایین می کند.

0	1	0
0	0	0
0	0	0

$$\text{وزن جمع} = 0 + 1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 1$$

$$\frac{\text{مقادیر جدید}}{\text{جمع وزن}} = \text{فرمول} \quad \frac{1}{1} = 1$$

0	1	0
0	1	0
0	0	0

## مثال) خروجی تصویر چیست؟

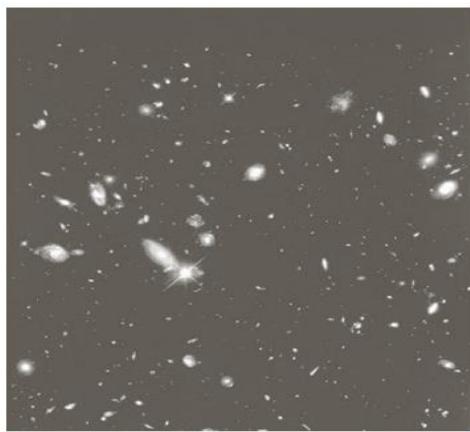
خروجی تصویر مثل مثال قبل ولی تاثیر بیشتری دارد پیکسل بالای وسط یعنی 100 برابر باقیه است. یعنی این عدد 100 مقدار میانگیم می سازد چون مقدار بالایی دارد چون 100 برابر بقیه تاثیر می گذارد اینجا باید یک ضرایب داشته باشیم یعنی وزن داشته باشیم نمی توانیم همن جوری میانگین بگیریم ولی اینجا همینجا حل می کنیم. مخرج نداریم

$$\text{وزن جمع} = 2 + 100 + 3 + 1 + 5 + 3 + 1 + 2 + 1 = 118$$

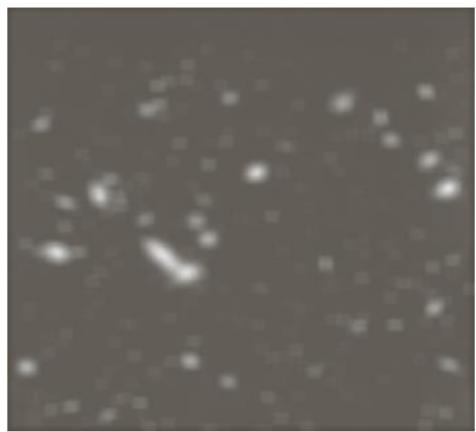
2	100	3
1	5	3
1	2	1

## فیلتر میانگیری استفاده از فیلتر حذف نویز :

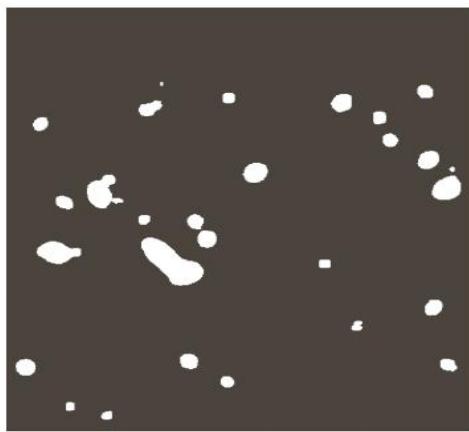
تصویری از تلسکوپ هابل که تو تصویر وسط فیلتر میانگین زده شده و تصویر بلر شده یا filter blur که محو شده است و تصویر سوم threshold زده شده است یعنی انها یی که زیر 128 هستند تیره به روشن و یا اگر روشن به تیره تبدیل می کند. تصویر سمت راست یعنی که تعدادی ستاره ها کوچک حذف شده است ، نویز یک داده تصادفی است که خیلی قابل پیش بینی نیست این نویز که که تصویر اول در نظر سفیدی که با میان گیری به سمت سیاه و در اثر threshold یعنی تصویر سوم که حذف شده است. ان هایی که در تصویر سوم باقی ماندند که تصویرشان درشت یا به نظر می رسد سفید بوده که میانگین هم بین خودشان گرفته شده باز روشن مانده است. برای حذف نویز روش میان گیری است.



تصویر 1



تصویر 2



تصویر 3

**سوال)** اگر تصویر 1 ابتدا threshold می شد چه اتفاقی می افتاد؟ میان گیری دیگر نداشت به نظر می رسد که سفید ها را به خاکستری تبدیل کرده و بعد با یک threshold ان ها را محو کرده است.

## مشتق تصویر:

اختلاف بین دو مقدار مشتق می گویند یا دیفرانسل هم می گویند به تفاضل پیکسل ها تو راستای خاص صحبت می کنند.

اگر مثلا بگویند مشتق تصویر تو این منطقه 0 است یعنی تو ان منطقه تغییر چندانی تو پیکسل ها نیست.

اگر بگویند مشتق تو بخشی منفی است یعنی به نظر می رسد تو ان منطقه تصویر مقدار پیکسل کم شود یا تیره شود.

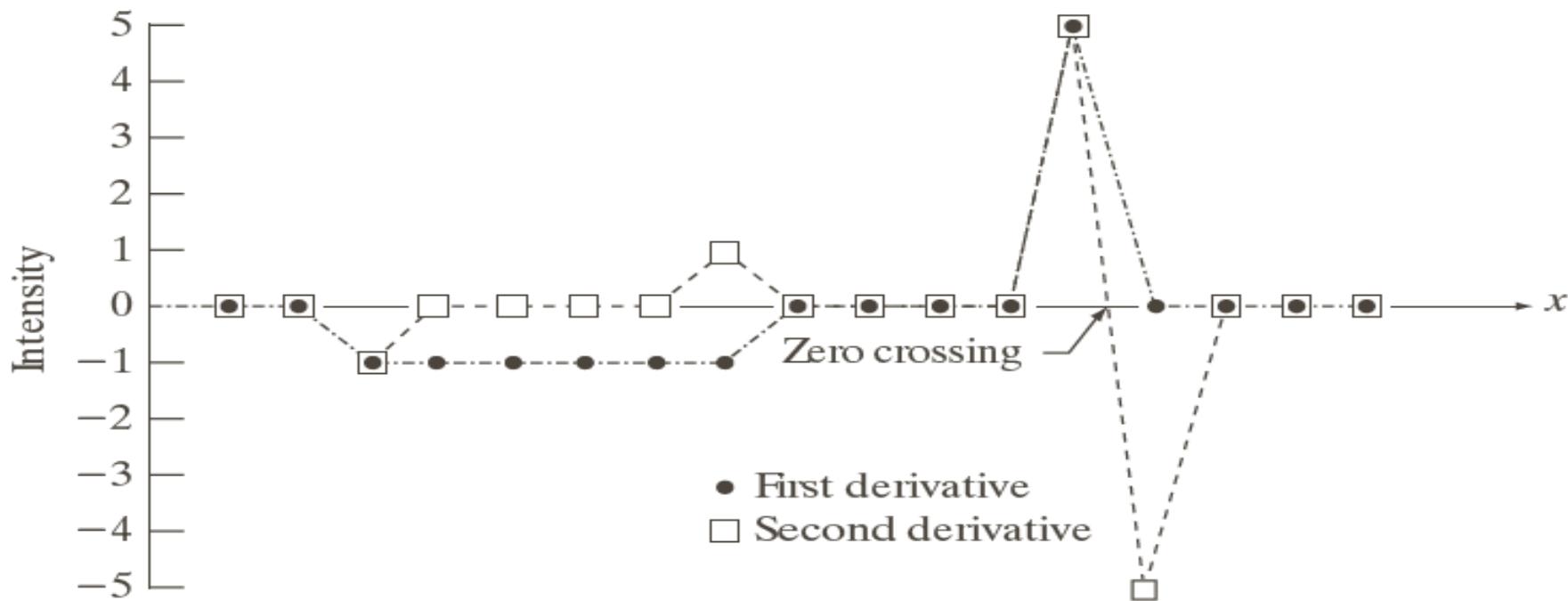
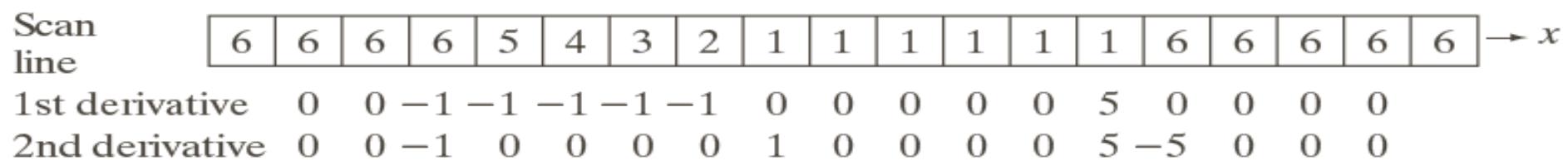
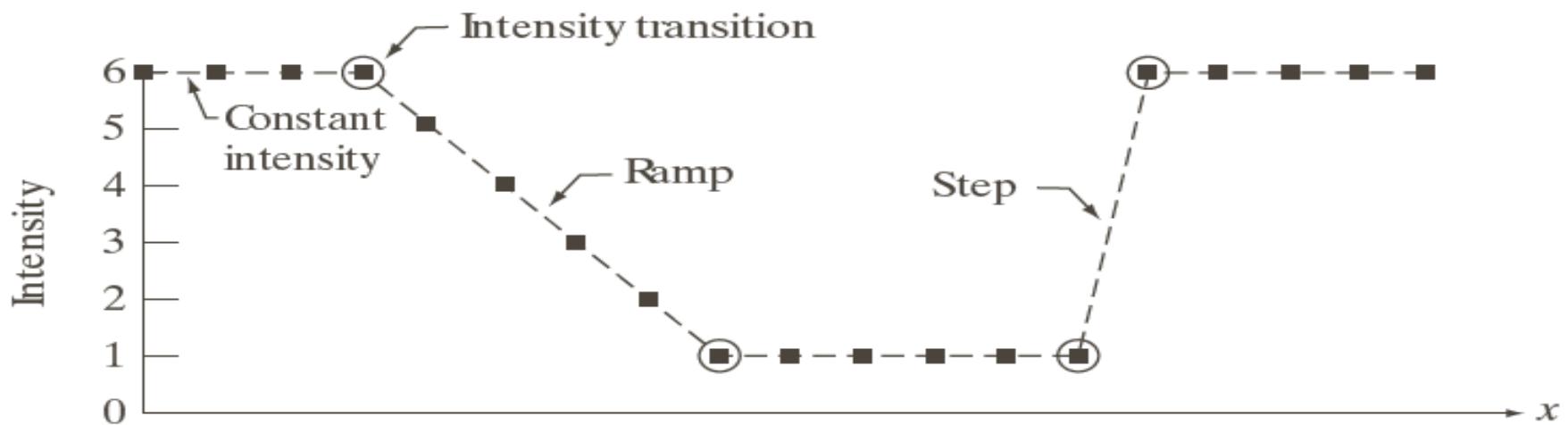
اگر بگوییم که مشتق تو بخشی عدد بزرگ است یعنی پیکسل ها تغییر می کند یعنی با یک مقدار روشن می شود

**سوال**) ایا به وسیله مشتق می توان روی لبه های تصویر چیزی فهمید؟ جاهایی که هر دو مثبت و یا منفی باشد لزومی ندارد حتما اکسترمم یعنی ماکریموم باشد یا مینیموم هر جایی که شما تغییرات شدیدی تو مشتق داریم یعنی انجا مقدار خاکستری یا grey level ها تغییر پیدا می کنند و این معنی یک جور لبه است

6	6	6	6	5	4	3	2	1	6
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

$$\frac{dy}{dx} = \Delta y - \Delta x$$

6	6-6	6-6	5-6	4-5	3-4	2-3	1-2	6-1	6
6	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-5	6



# تبدیلات لاپلاسین

## مثال) خروجی تصویر چیست؟

خروجی تصویر با مجموع ضریب‌ها که مقدار ۰ و جمع ۱ ها و در وسط هم -۴ وجود دارد میانگین ۰ می‌شود. دیگر تقسیم بر مقدار صفر نمی‌کنیم یعنی جاهایی که ۰ و ۱ می‌شود همینجا جمع و تفربیق کن می‌شود عدد مورد نظر است.

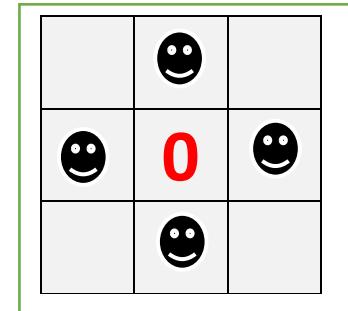
در صورتی که پیکسل ما ۰ است که چهار تا همسایه کناری که مجموع مقدار ضرایب ۱ است با وسطی که مقدار منفی همان مجموع ضرایب است برابر باشد. ممکن همیشه مساوی نباشد چون ممکن عده‌های مختلف باشد با هم برابر نشود.

این تبدیل دارد سعی می‌کند که میزان تمایز فیلتر وسط را از ۴ تا همسایه کناری به دست می‌آید.

میزان تغییرات را تو راستای افقی و عمودی را با هم بسنجد.

$$\text{وزن جمع} = 0 + 1 + 0 + 1 - 4 + 1 + 0 + 1 + 0 = 4 - 4 = 0$$

0	1	0
1	-4	1
0	1	0



0	1	0	1	1	1
1	-4	1	1	-8	1
0	1	0	1	1	1
0	-1	0	-1	-1	-1
-1	4	-1	-1	8	-1
0	-1	0	-1	-1	-1

# تبدیلات لاپلاسین

مثال) خروجی تصویر چیست؟

خروجی مثل قبل است فقط تفاوت این است که کناره های افقی و عمودی در یک منفی ضرب شده اند تفاوت بین وسطی با کناره ها که مقدار پیکسل وسط باز ۰ می شود. میزان تغییرات را تو راستای افقی و عمودی را با هم بسنجد.

$$\text{وزن جمع} = \mathbf{0} - \mathbf{1} + \mathbf{0} - \mathbf{1} + \mathbf{4} - \mathbf{1} + \mathbf{0} - \mathbf{1} + \mathbf{0} = -\mathbf{4} + \mathbf{4} = \mathbf{0}$$

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

	😊	
😊	0	😊
	😊	

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

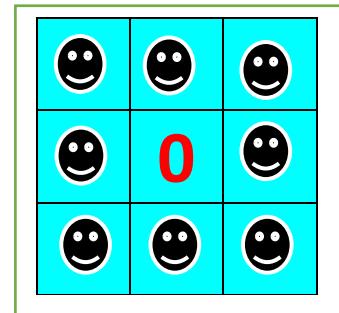
# تبدیلات لاپلاسین

مثال) خروجی تصویر چیست؟

خروجی که 8 تا همسایه مقدار 1 با پیکسل وسط جمع و مقدار 0 شده است که به نظر می رسد که تفاوت ها را با تمام پیکسل های همسایه می سنجد.

$$\text{وزن جمع} = 1 + 1 + 1 + 1 - 8 + 1 + 1 + 1 + 1 = 8 - 8 = 0$$

1	1	1
1	-8	1
1	1	1



0	1	0	1	1	1
1	-4	1	1	-8	1
0	1	0	1	1	1
0	-1	0	-1	-1	-1
-1	4	-1	-1	8	-1
0	-1	0	-1	-1	-1

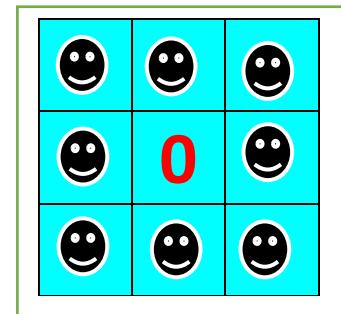
# تبدیلات لاپلاسین

مثال) خروجی تصویر چیست؟

خروجی که 8 تا همسایه مقدار 1 با پیکسل وسط جمع و مقدار 0 شده است که به نظر می رسد که تفاوت ها را با تمام پیکسل های همسایه می سنجد.

$$\text{وزن جمع} = -1 - 1 - 1 - 1 + 8 - 1 - 1 - 1 - 1 = -8 + 8 = 0$$

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1



0	1	0	1	1	1	1
1	-4	1	-8	1	-1	1
0	1	0	1	1	1	1
1	1	0	-1	-1	-1	-1
0	-1	0	4	-1	8	-1
-1	-1	0	-1	-1	-1	-1
0	-1	0	-1	-1	-1	-1

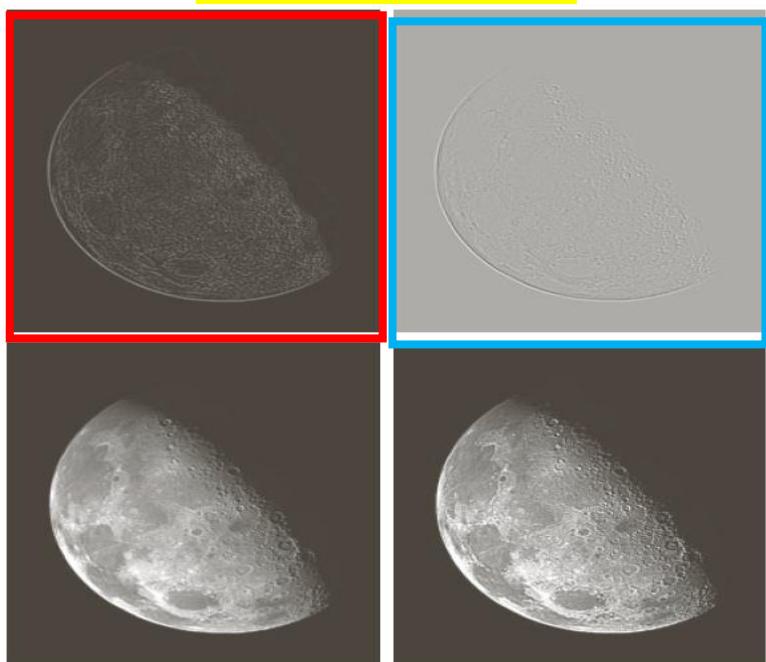
# تبديلات لپلاسين

کادر زرد رنگ:

تصویر اوله است

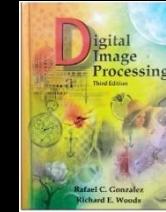
کادر قرمز رنگ:

تفاوت پیکسل وسط را با همسایه هاش نشان می دهد همه جای تصویر را تیره کرده جز لبه های جاهایی که یک سره یکسان هستند چه روشن باشد و چه تاریک مشتق 0 است.



کادر آبی رنگ:

جمع تصویر اوله که کادر زرد رنگ است با تصویر قرمز که مشتق است یعنی به اکثر جاها 0 اضافه می کنیم و جمع با مقدار صفر هیچ تاثیریدر تصویر اصلی ندارد و تفاوت روی لبه ها هایلایت شده که به اصطلاح تصویر **sharp** شده است یعنی مرزها را در نظر می گیرد که این تصویر در مقابل blur شدن یا محو شدن قرار می گیرد



# Digital Image Processing



جلسه 6

# فصل ششم

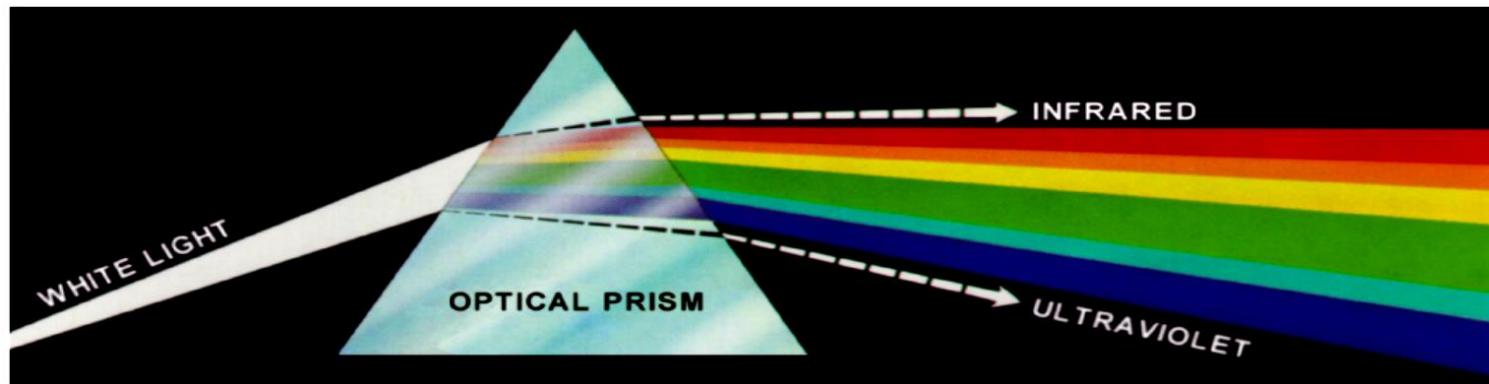
## تصاویر رنگی :

ما بخش زیادی از اطلاعات که در تصویر می گیریم خیلی راحت با تصاویر رنگی می گیریم. همانطور که در شکل می بینیم در تصویر خاکستری خیلی تصویر واضح نیست ولی در رنگی می بینیم که یک خرگوش در یک مزرعه سرسیز وجود دارد.

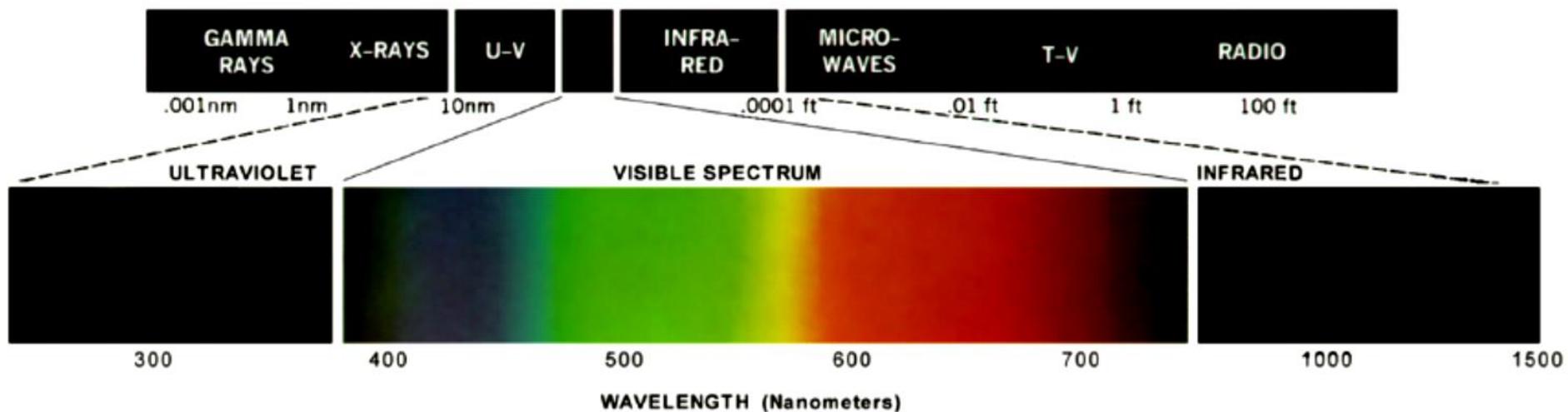


## منشور رنگی :

رنگ ناشی از شکست نور سفید بر روی یک منشور می‌ماند که نور را به یک طیفی از رنگ‌ها می‌شناسد.  
که طول موج‌های متفاوتی را نشان داده است.



## طیف رنگی :



## سیستم بینایی انسان : HVS

سیستم بینایی انسان که HVS که مخفف Human Visual System است معنی این است که ما با یک مفهوم کیفی که تصاویر رنگ است. مثلاً ما رنگ‌ها را با چشم حس می‌کنیم مثلاً رنگ قرمز، زرد، نخودی، مسی، آبی، سبز، ... را که با چشم حس می‌کنیم بعضی موقع که در افراد اختلاف نظر کمی برای رنگ‌ها وجود دارد یعنی تشخیص رنگ فرق داشته باشد مثلاً قرمز یک نفر دیگه مثبل می‌گوید قرمز کم رنگ است یا نارنجی یا زرد کم رنگ یا .. است.

## مدل:

موقعی که ما می‌خواهیم رنگ را نمایش دهیم نیاز به یک مدل داریم که به وسیله این مدل می‌توانیم رنگ‌ها که کامپیوتر مثل ما نمی‌تواند حس کند بلکه به یکی مدلی در نظر گرفته می‌شود. این مدل‌های رنگ انواع مختلفی دارد.

ما رنگ را با یک مدل تو کامپیوتر می‌سازیم مثلاً بحثی راجع به شبکه‌های عصبی مصنوعی مدلی هست مثل شبکه عصبی انسان هیچ کس نمی‌تواند ادعا کند که شبکه عصبی مصنوعی مثل شبکه عصبی انسان بلکه شبکه عصبی مصنوعی سعی می‌کند آن مفهوم را مدل کند. مدل یعنی توصیفی از انچه که در حقیقت وجود دارد که ما آن را می‌بینیم.

# مدل رنگ RGB

مدلی که در رنگ شناخته می شود مدل RGB است این مدل که دقیقا برای رنگ که شناخته شده ترین که باز انواع مدل دیگر هم وجود دارد.

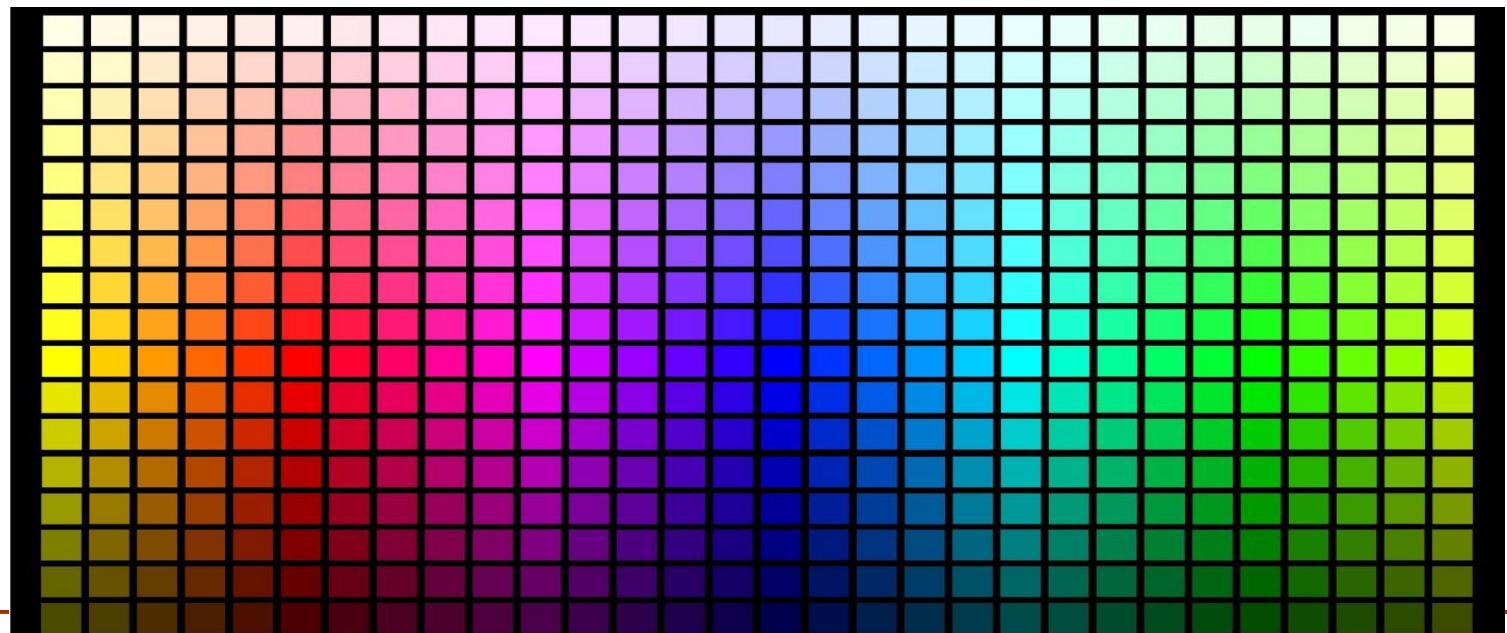
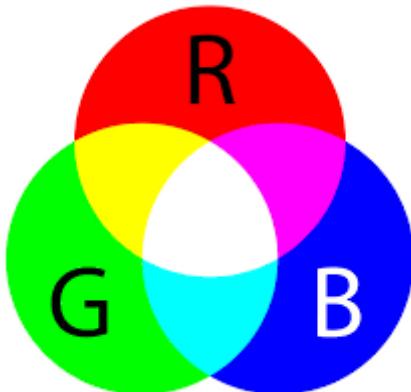
مدل RGB که هر رنگی می تواند از 3 رنگ R و G و B تشکیل شود. ما می توانیم با ترکیب کردن اینها هر رنگی را درست کنیم

R رنگ قرمز و Rنگ سبز G و B رنگ آبی است. به این مدل نیز مدل additive یعنی جمع کردن رنگ ها می گویند

مثلا رنگ بنفش از ترکیب رنگ آبی و قرمز است.

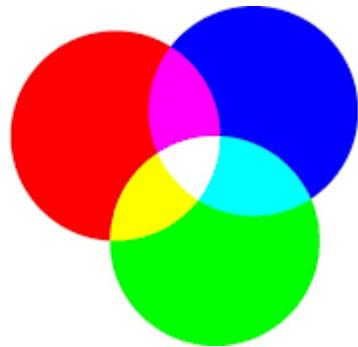
مثلا رنگ زرد از ترکیب رنگ قرمز و سبز است.

مثلا رنگ فیروزه ای از ترکیب رنگ آبی و سبز است.



تصویر پردازی رقمی

R  
G  
B



## ترکیب رنگ ها:

ترکیب رنگ R یعنی قرمز و B یعنی آبی رنگ بنفش می دهد.



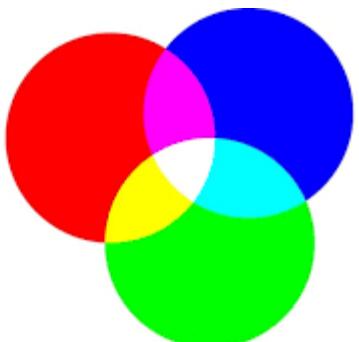
ترکیب رنگ R یعنی قرمز و G یعنی سبز رنگ زرد می دهد.



ترکیب رنگ B یعنی آبی و G یعنی سبز رنگ فیروزه می دهد.

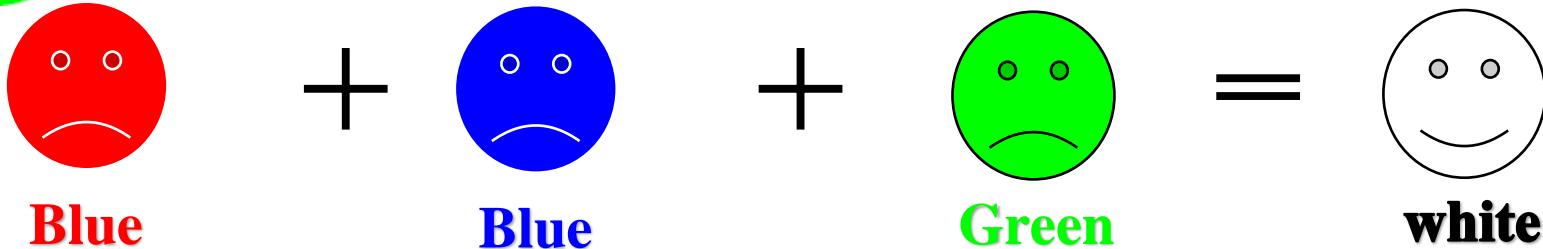


R  
G  
B



## ترکیب رنگ ها :

ترکیب سه رنگ R يعني قرمز و B يعني آبی و G يعني سبز رنگ سفید می دهد.

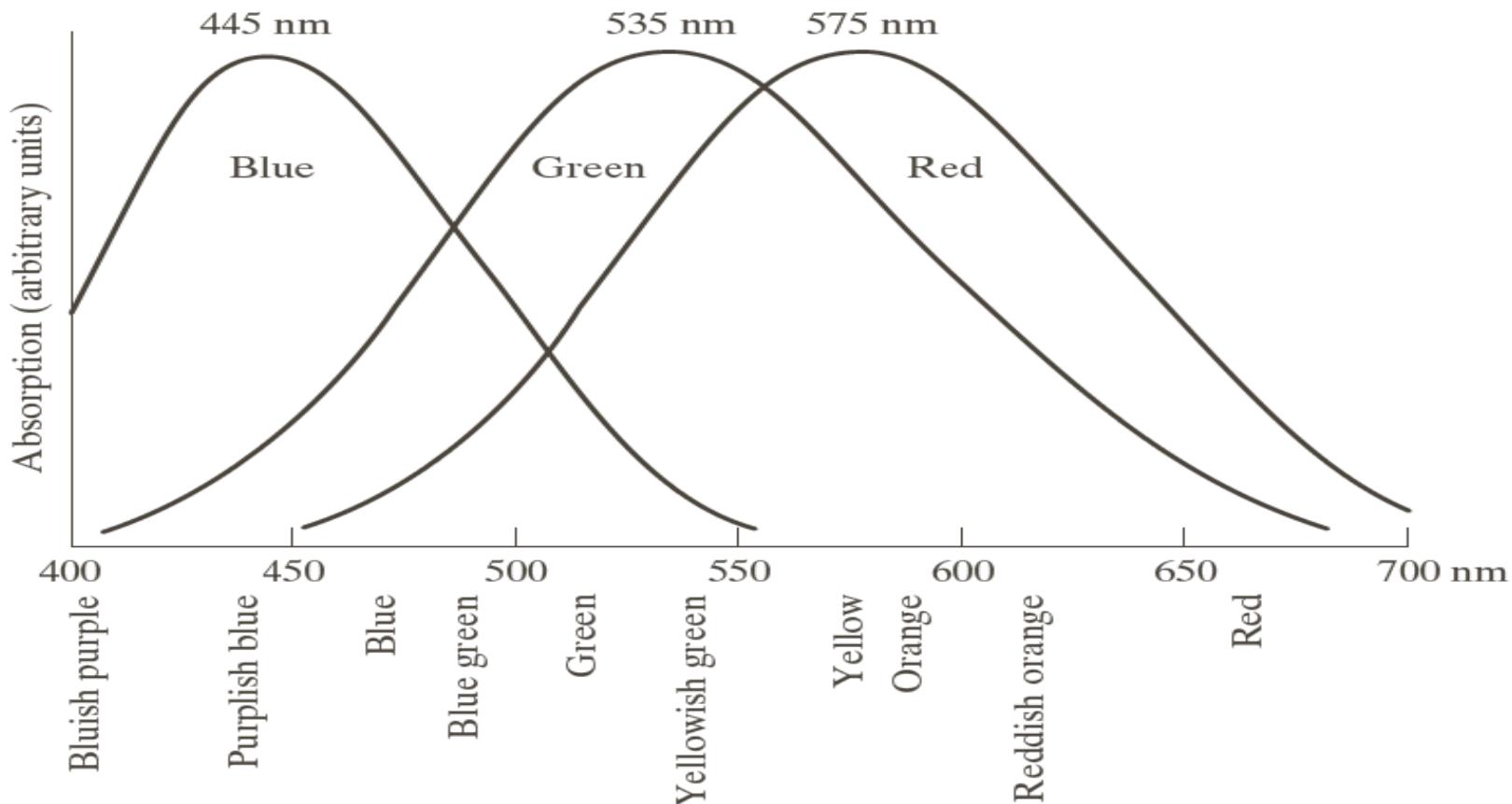


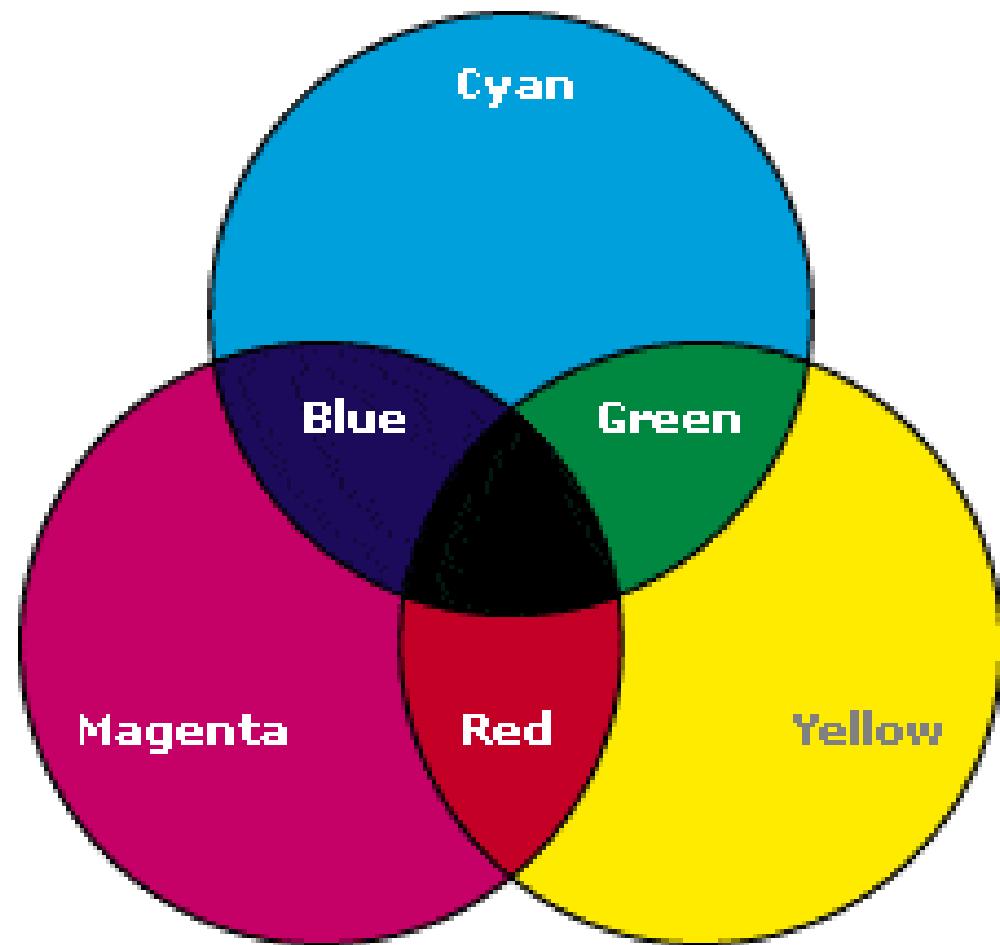
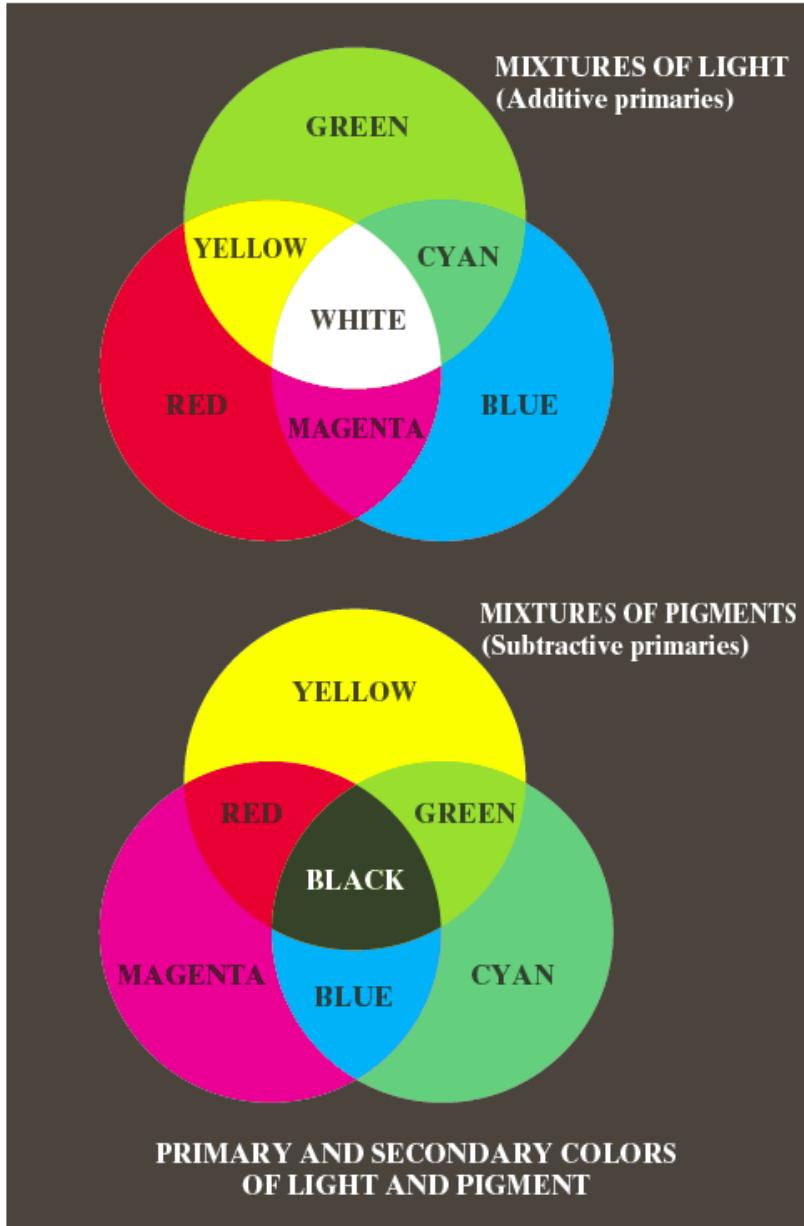
ترکیب رنگ سیاه یعنی هیچ مولف رنگ وجو نداشته باشد. یعنی نه R نه G نه B وجو داشته باشد. یعنی هیچ رنگی از روی مانیتور ساطع نشود.



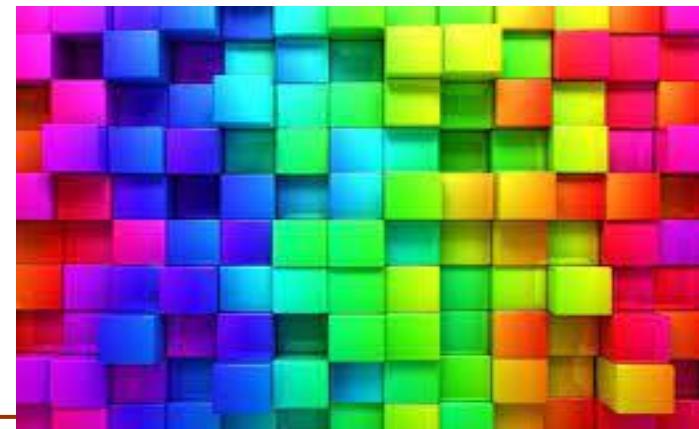
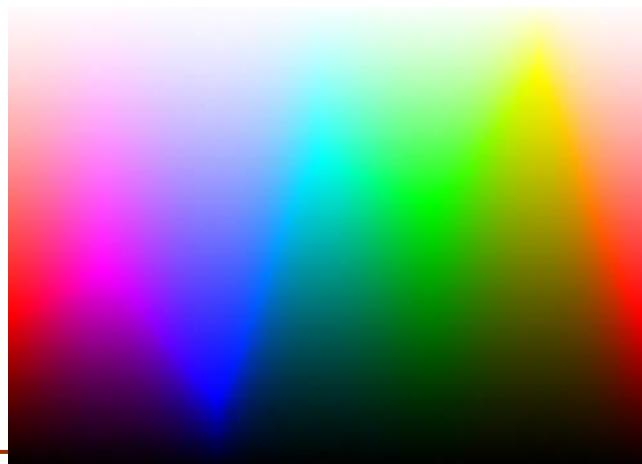
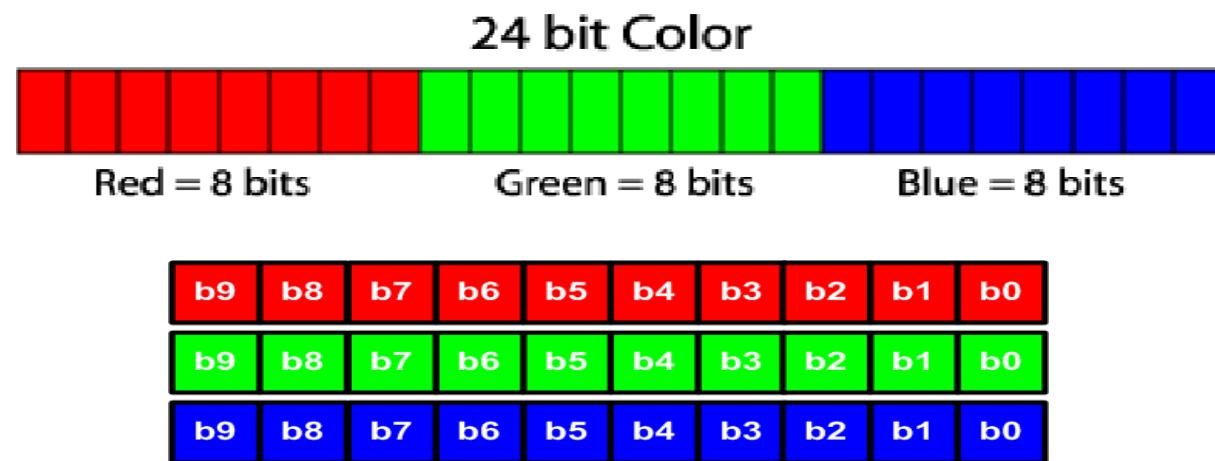
**محدوده طول موج ابی و سبز و قرمز:** که رنگ‌ها را از کم رنگ به پر رنگ نمایش می‌دهد

این مفاهیم که مثل نوع فازی هست که حتماً قرمز و سبز و ابی نیست بلکه رنگ‌های مثلاً ای کم رنگ یا کم رنگ تر یا پر رنگ یا خیلی خیلی پر رنگ است.

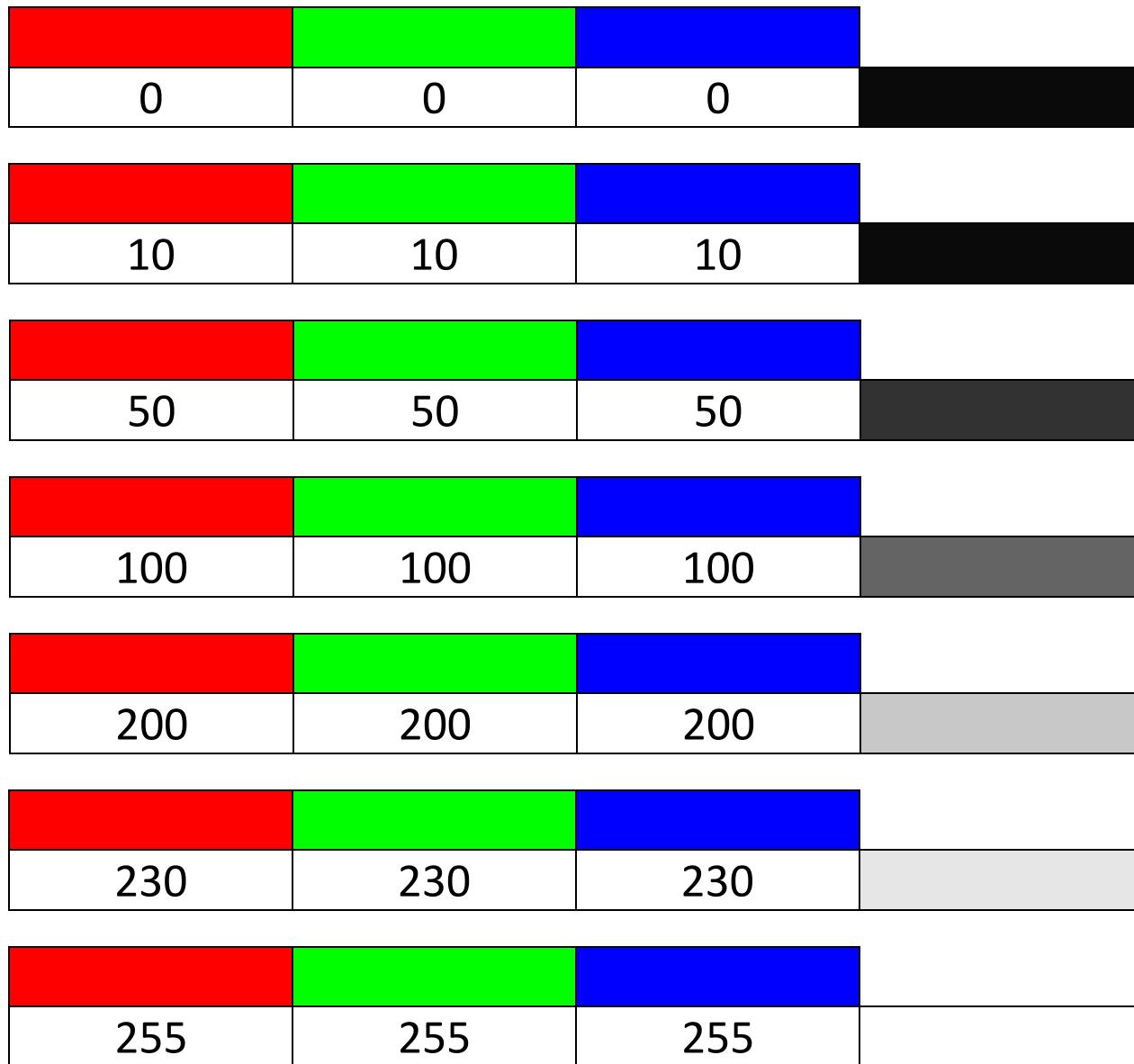




اصطلاحاتی کامپیوتر که رنگ ها که 3 تا 8 بیت یعنی 24 بیت که یک عدد بین 0 تا 255 برای رنگ قرمز و 0 تا 255 برای رنگ سبز و 0 تا 255 برای رنگ آبی است بنابراین 24 بیت و از نظر ریاضی  $2^{24} = 16777216$  است یعنی این مقدار عدد می سازد که هر رنگی شدت که همه رنگ ها به راحتی برای چشم انسان قابل دیدن نیست ولی از نظر عددی فرق دارد ولی از نظر ماشین همه 16 میلیون رنگ را تشخیص می دهد. هر چه مقدار عدد ها بیشتر باشد یعنی بین هر رنگ که 0 تا 255 است یعنی 0 سیاه مطلق و 255 سفید مطلق است هر چه عدد به صفر نزدیک شود تیره و هر چه به 255 روشن تر می شود. مثلاً مقدار 200 رنگ قرمز روشن تر از رنگ مقدار 100 رنگ قرمز مثلاً قرمز تیره تر است.

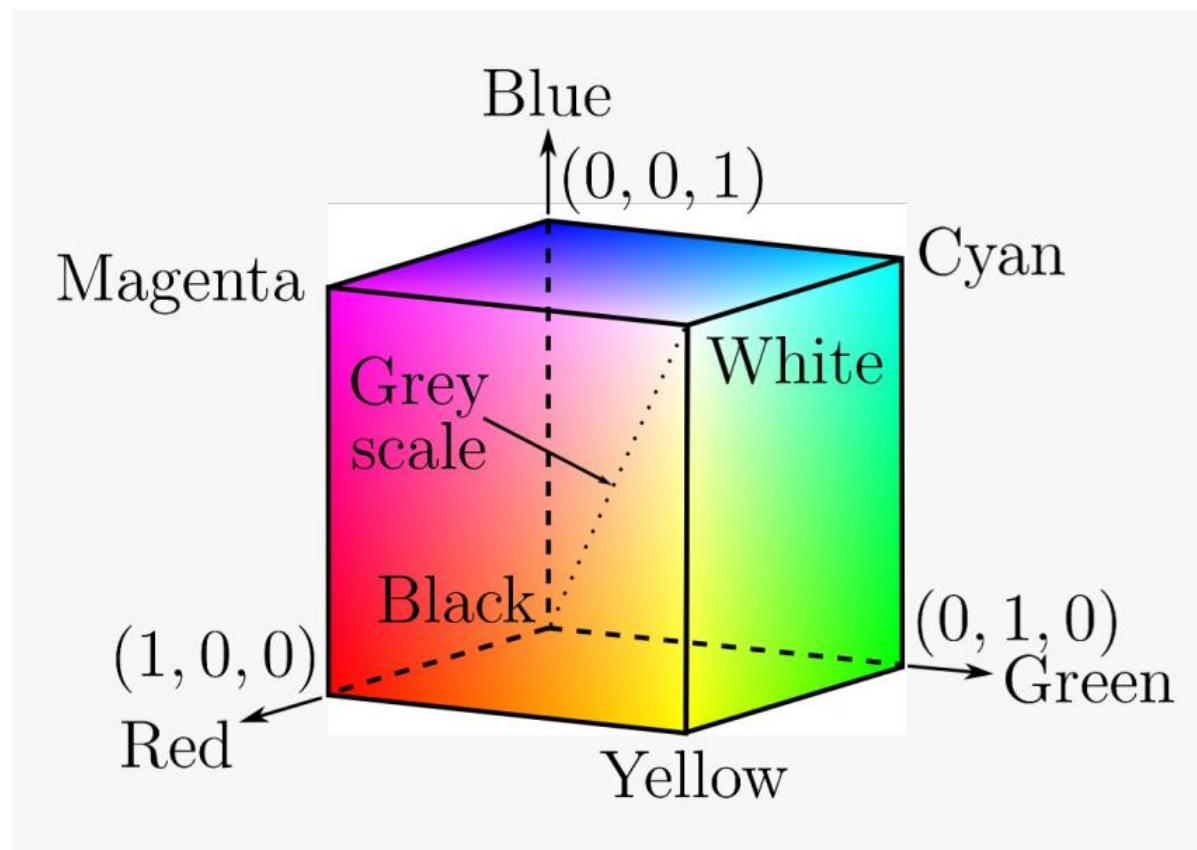


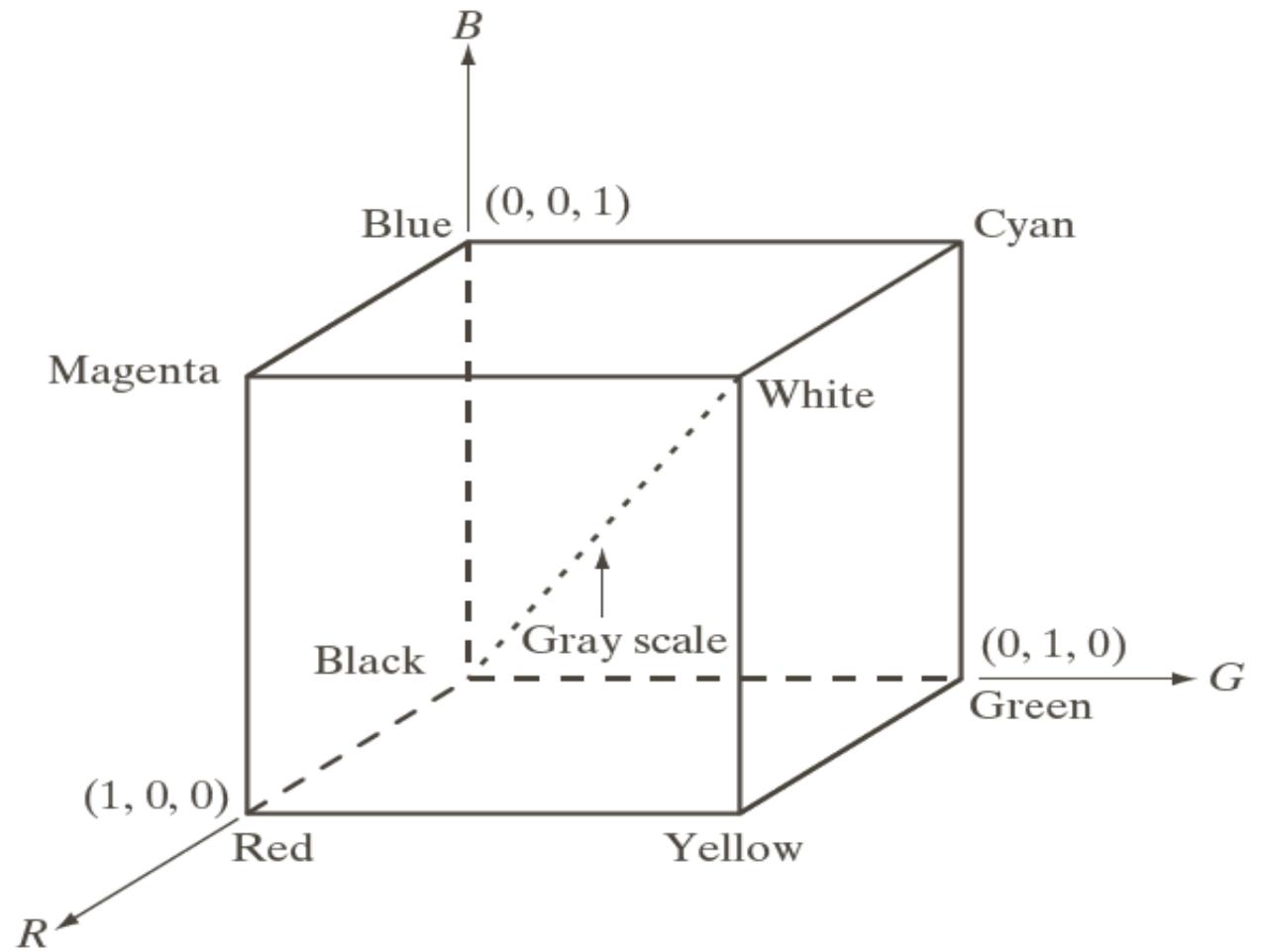
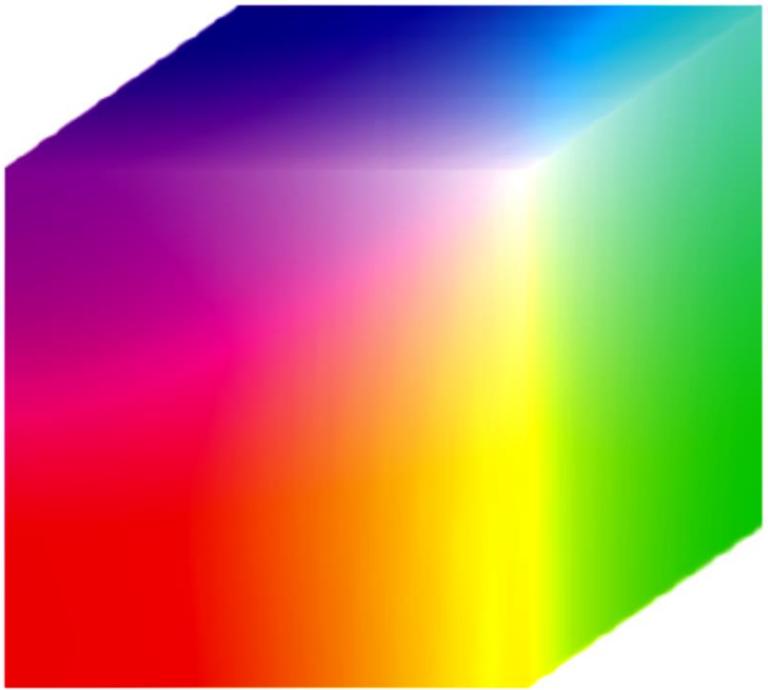
مثال) ترکیب عد های رنگ چه رنگی به دست می اید؟



## RGB مکعب

سه رنگ R و G و B با هم معمولاً به صورت یک مکعب ساخته می‌شود. که در این مکعب مقادیر را با 0 و 1 نرمال کرده است به جای عدد 1 یعنی همان 255 است روی قطر مکعب که خاکستری است. و نقطه مبدا که 0,0,0 رنگ مشکی داخل مکعب یا پشت مکعب است. است.





# مدل Safe RGB Color

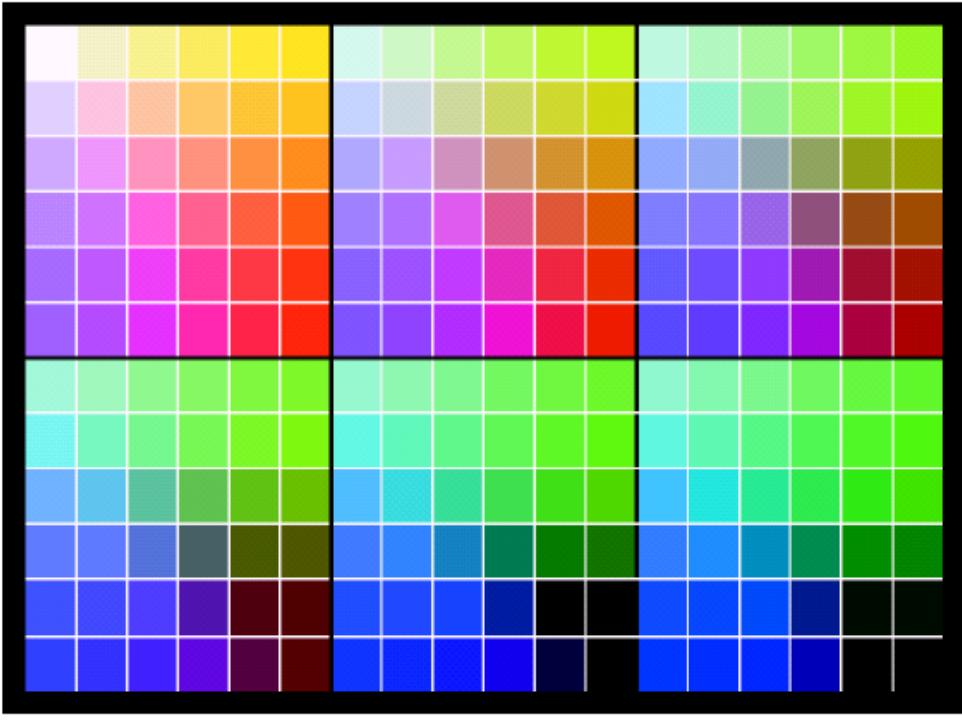
در حالت استاندارد چند تا حالت R و G و B دارد که 0 تا 255 هر سه دارد مدل **Safe** فقط می‌تواند این مقادیر که در جدول هم هست که شامل 0 یا 51 یا 102 یا 153 یا 204 یا 255 باشد یعنی هر 51 واحد بالا رفته است در واقع بازه 0 تا 255 را به 6 عدد شکسته است هر ایتم هر سه رنگ R و G و B که شامل 6 مقدار که مقدار 0 یا 51 یا 102 یا 153 یا 204 است یعنی بازه رنگ را محدود و کوچک‌تر کرده است که به این عمل کوانتیزه کردن یا quantisation می‌گویند مدل **Safe** می‌گوید که من از 0 تا 51 همه را 0 فرض می‌کند یا بین 51 تا 102 همه 51 می‌شود این مدل که می‌تواند  $6^3 = 216$  رنگ مختلف دارد.

این مدل رنگ بدرد مثلاً مانیتور می‌خورد یعنی مدل رنگ فشرده‌تر شده است.

مدل **Safe** برای هر پیکسل که 6 حالت قابل نمایش است چون 6 تا مقدار داشتیم که هر رنگ سه بیت لازم دارد پس  $3^3 = 27$  که مقدار 9 بیت لازم دارد. در صورتی که رنگ عادی 24 بیت لازم داشت

Number System	Color Equivalents					
Hex	00	33	66	99	CC	FF
Decimal	0	51	102	153	204	255

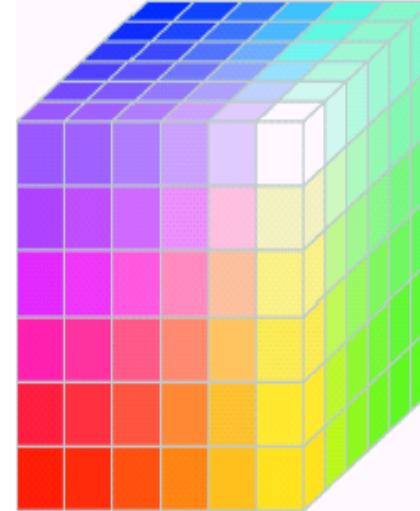
**TABLE 6.1**  
Valid values of each RGB component in a safe color.



<u>000000</u>	111111	222222	333333	444444	555555	<u>666666</u>	777777	888888	999999	AAAAAA	BBBBBB	<u>CCCCCC</u>	DDDDDD	EEEEEE	<u>FFFFFF</u>
[Color Swatch]															

a  
b

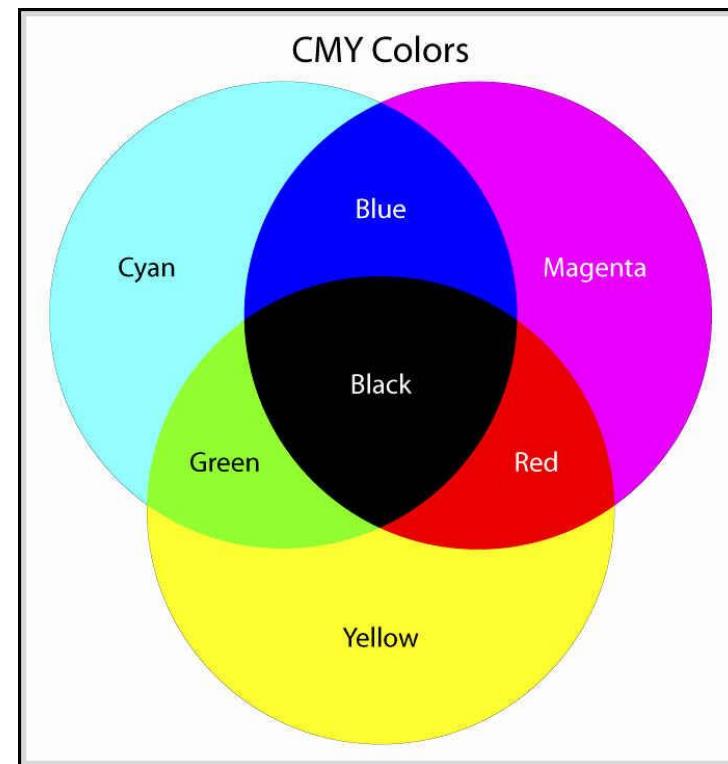
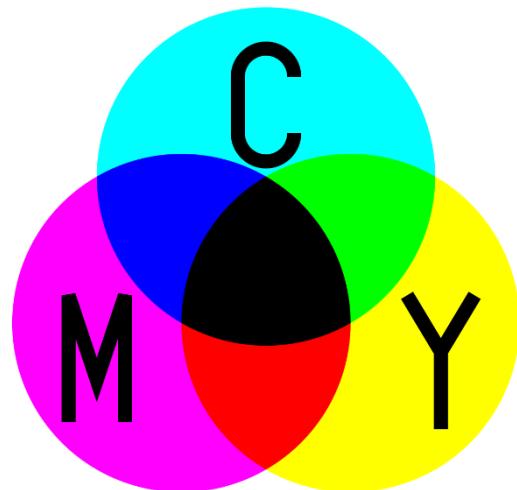
**FIGURE 6.10**  
 (a) The 216 safe RGB colors.  
 (b) All the grays in the 256-color RGB system (grays that are part of the safe color group are shown underlined).



**FIGURE 6.11** The RGB safe-color cube.

# مدل تفاضلی یا CMY یا Subtractive

این مدل در مقابل مدل RGB یا همان additive است. که این مدل که سه رنگ اصلی داریم یعنی برعکس با رنگ قرمز و سبز وابی که این رنگ‌ها در این مدل عبارت است از رنگ فیروزه‌ای cyan یا بنفش yellow یا زرد magenta یا بنفش است و از ترکیب این سه رنگ گفته شده یعنی رنگ فیروزه‌ای و رنگ بنفش و رنگ زرد رنگ‌های دیگر تولید می‌شود به این مدل مدل CMY می‌گویند. که در پرینترهای رنگی استفاده می‌شود





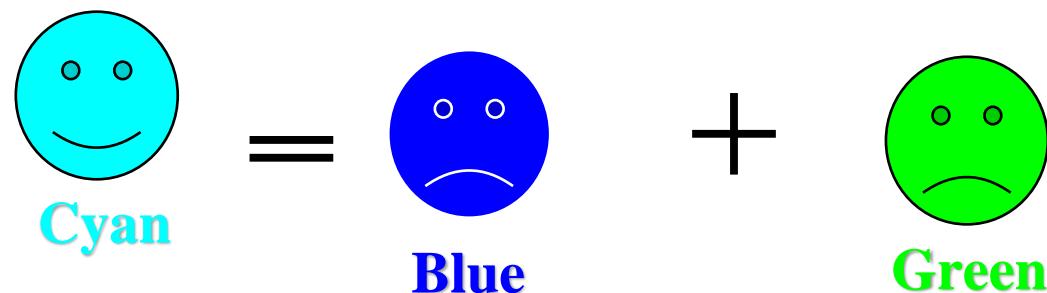
رنگ بنفش از ترکیب رنگ R یعنی قرمز و B یعنی آبی می دهد.



رنگ زرد از ترکیب رنگ R یعنی قرمز و G یعنی سبز می دهد.



رنگ فیروزه از ترکیب رنگ B یعنی آبی و G یعنی سبز می دهد.

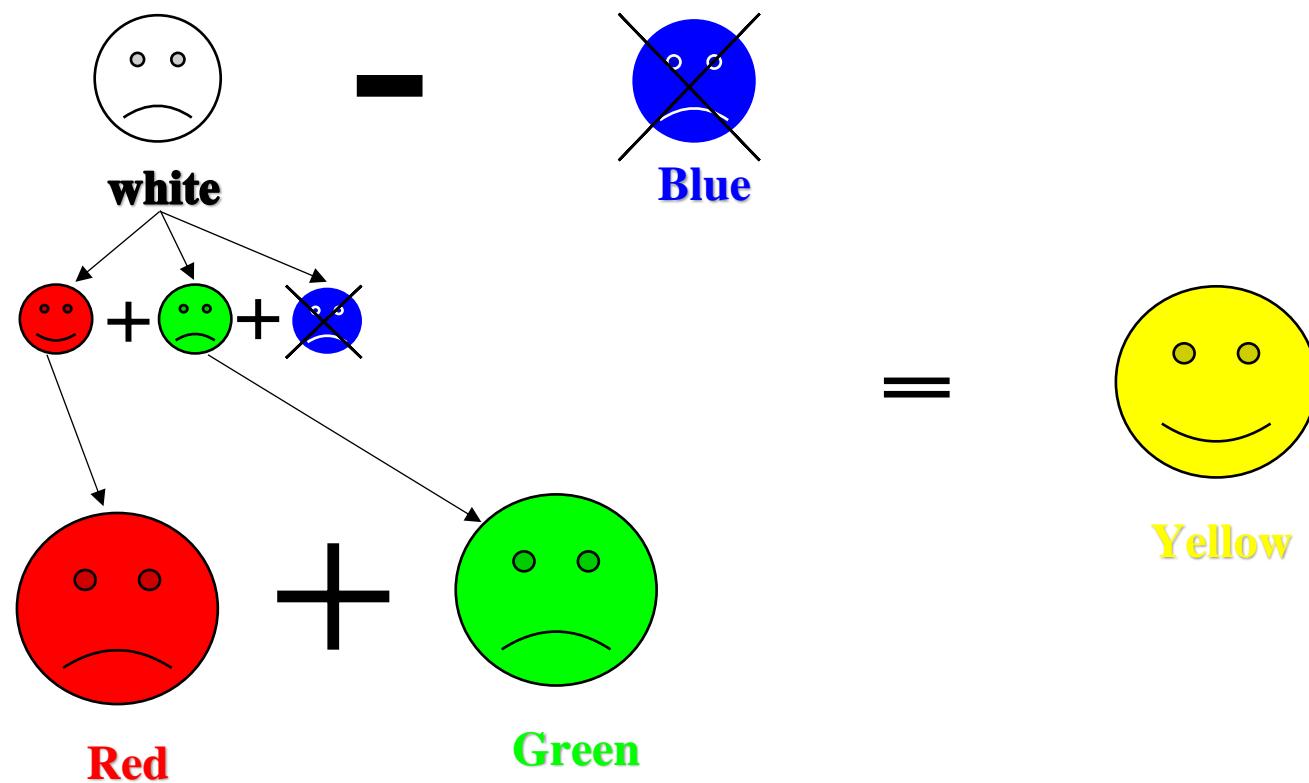


## تفاصل رنگ ها:



W-B=?

$$(R+G+B) - B = R+G$$

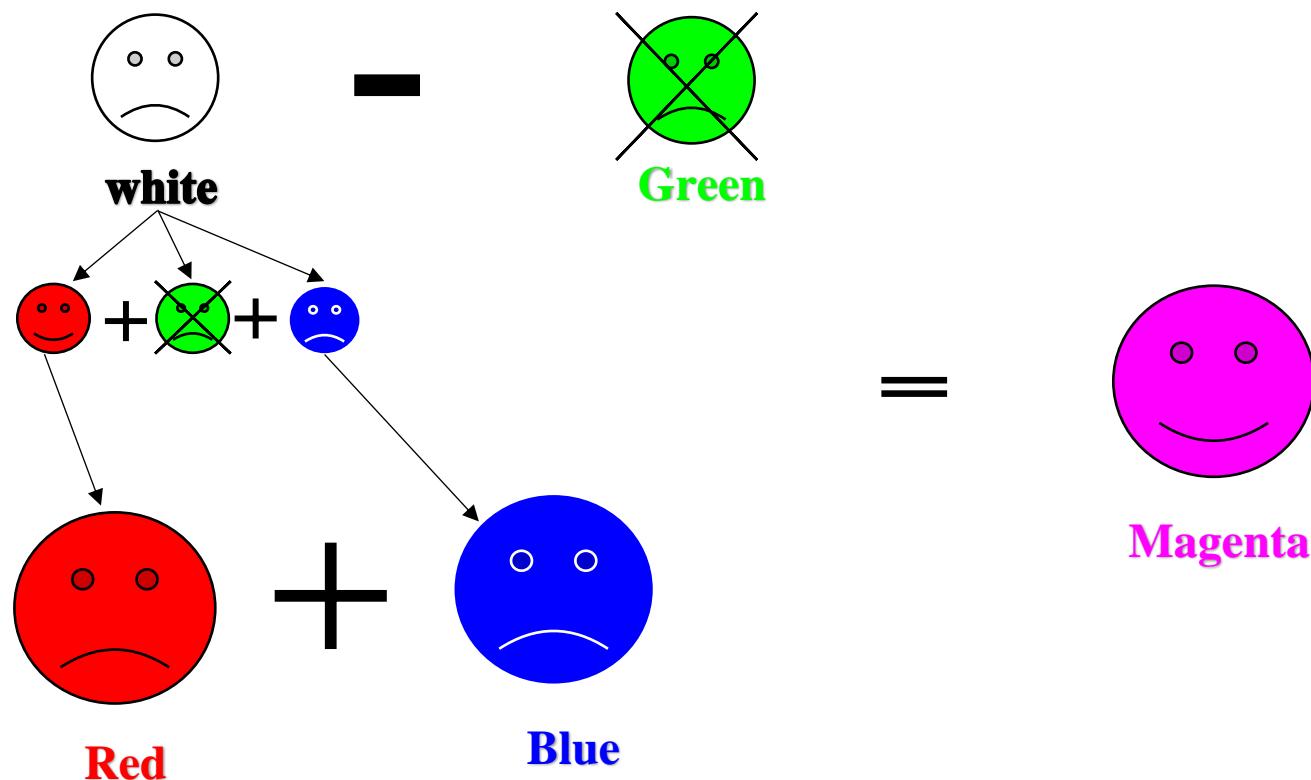


## تفاصل رنگ ها:



$$W-G=?$$

$$(R+G+B) - G = R+B$$

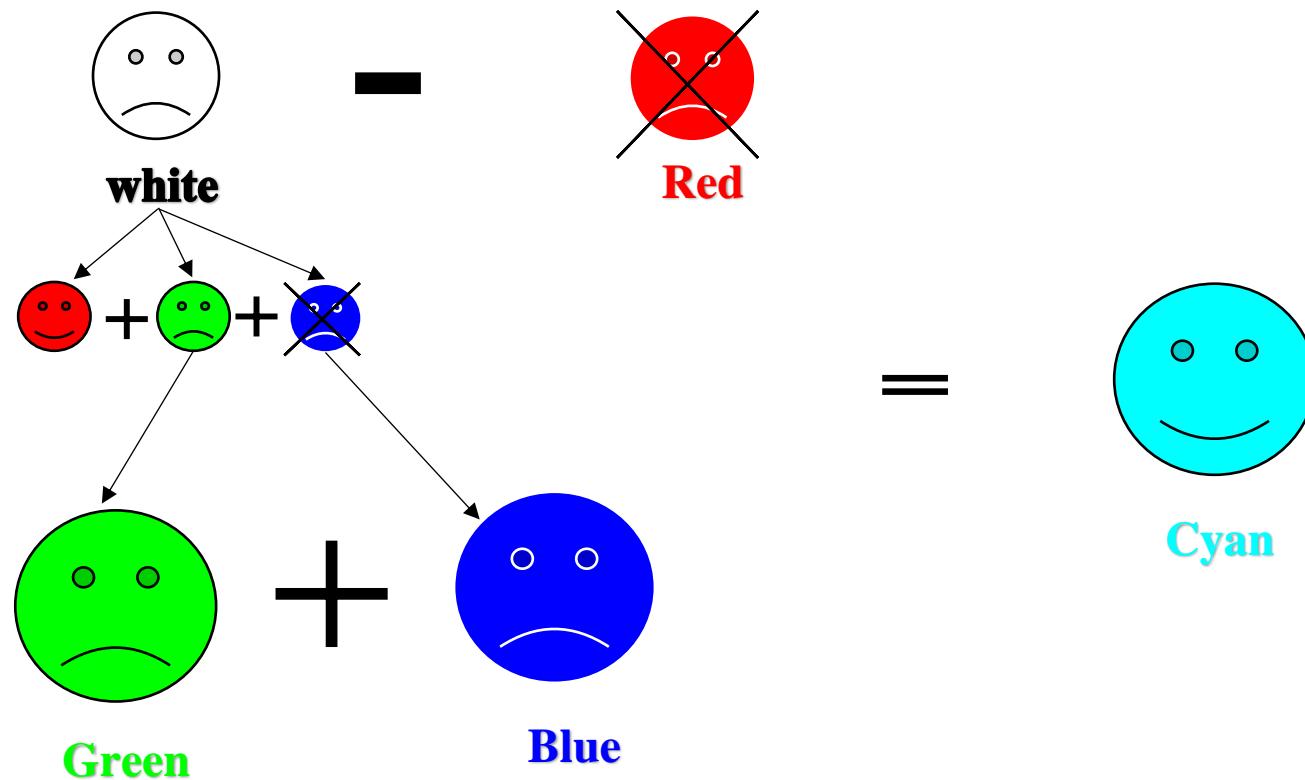


# تفاصل رنگ ها:



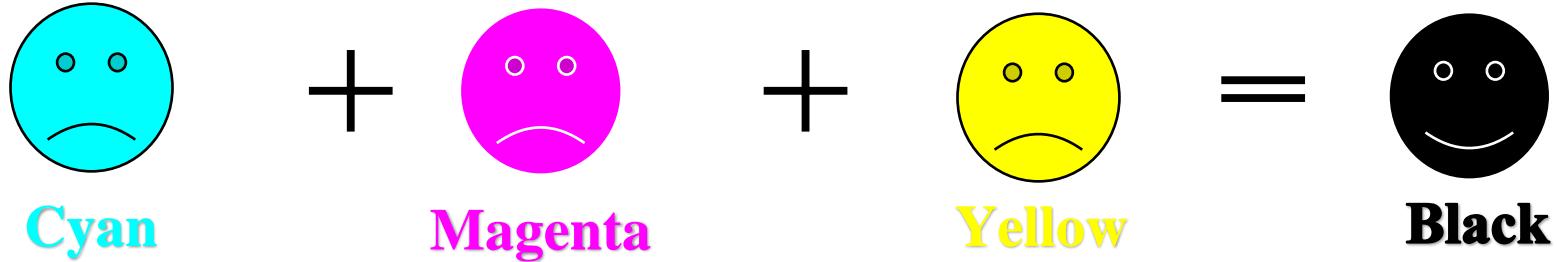
$$W - R = ?$$

$$(R + G + B) - R = G + B$$

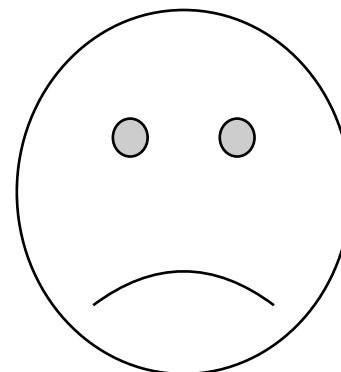


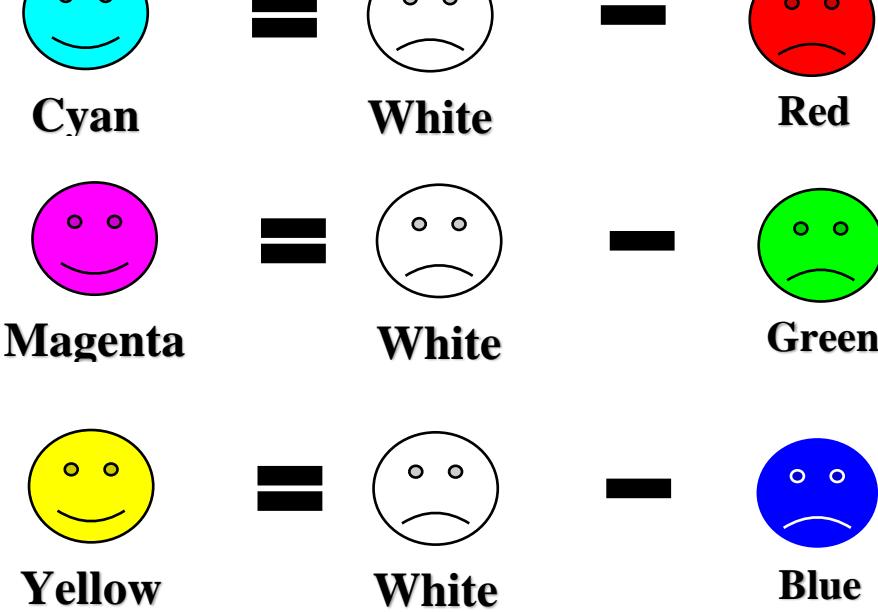
## ترکیب رنگ ها :

ترکیب سه رنگ R يعني قرمز و B يعني آبی و G يعني سبز رنگ سفید می دهد.



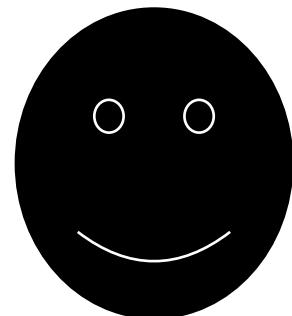
از نظر عملی ایجاد استفاده از رنگ سفید در این نوع مدل يعني CMY وجود ندارد همان کاغذ سفید است.

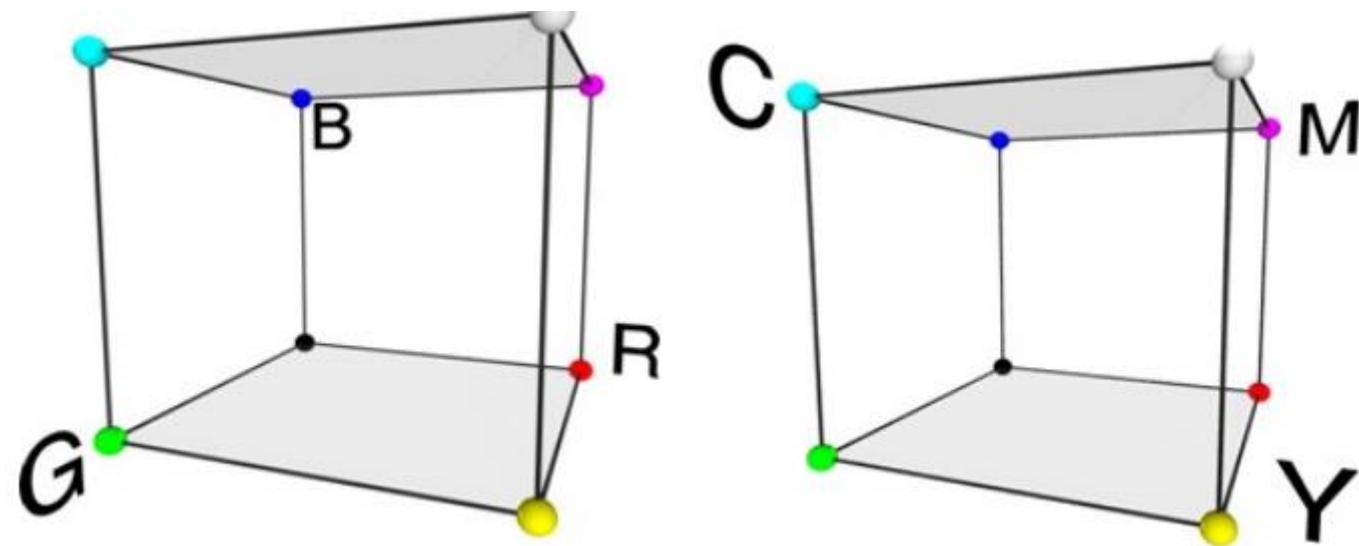
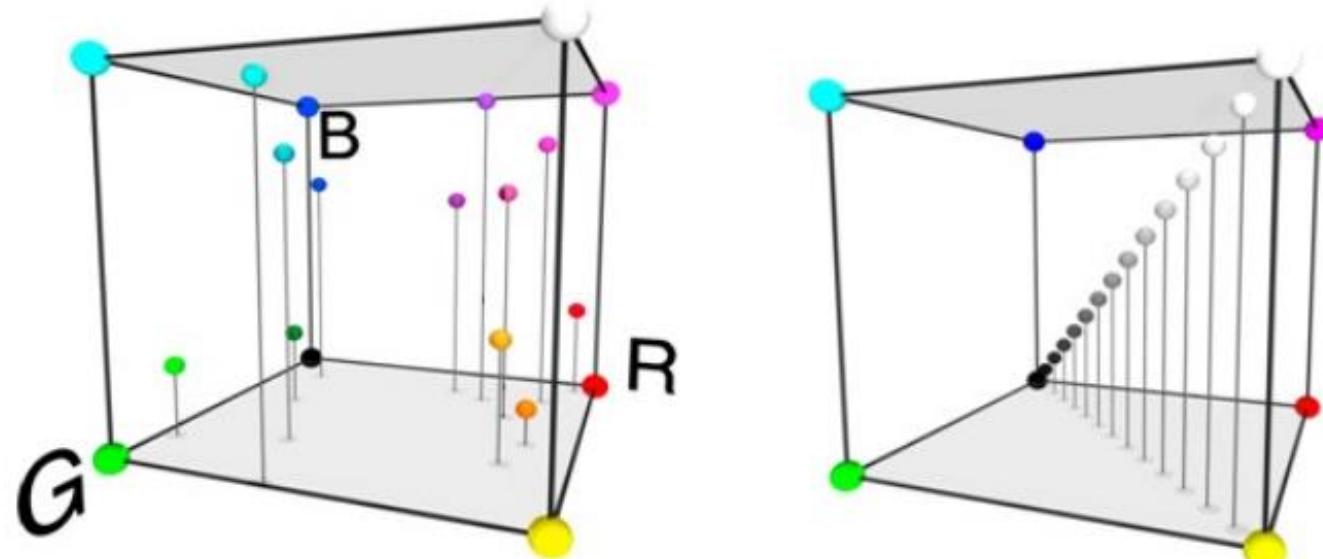




$$\text{Cyan} + \text{Magenta} + \text{Yellow} = \text{Black}$$

$$3W - (R+G+B) \\ \text{White} - (\text{White}) = 0$$

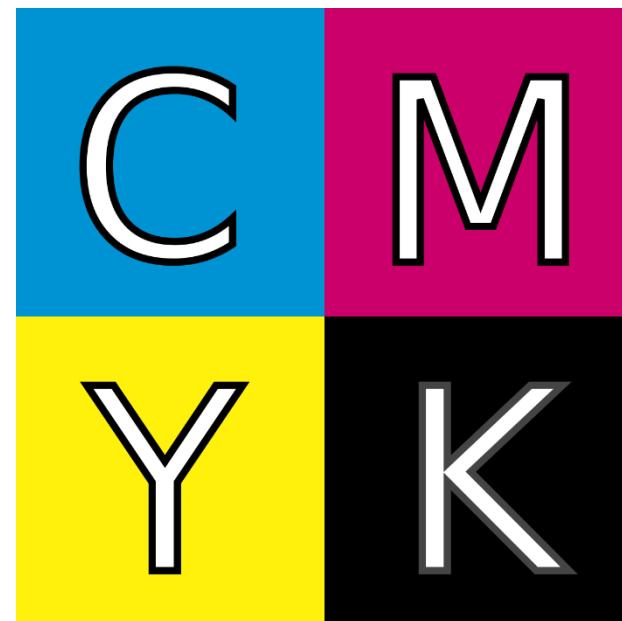


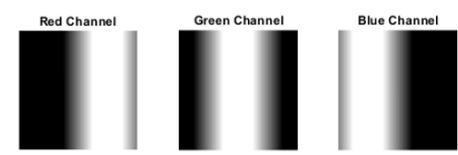




## مدل CMYK

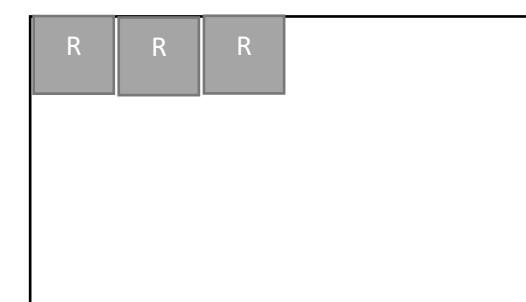
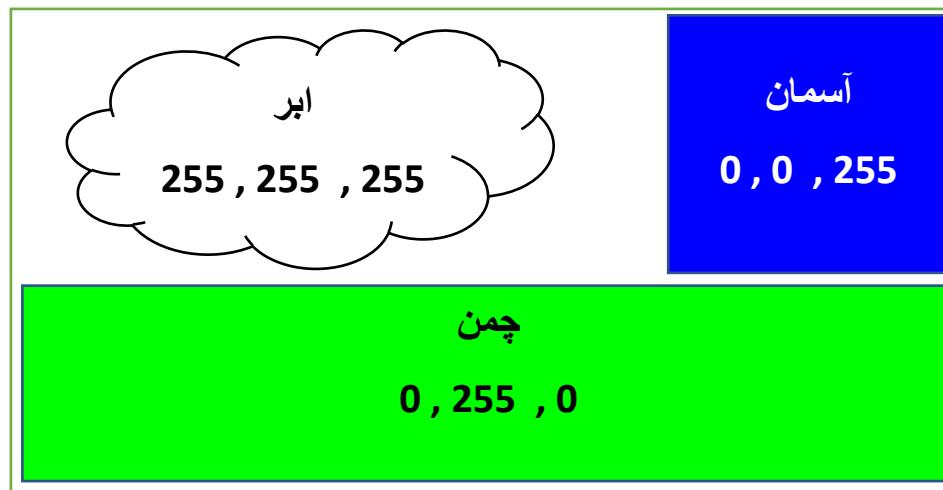
پرینترهای رنگی برای اینکه با سیستم رنگ CMY کار می کند یعنی تونر رنگ پرینتر اگر بخواهد از رنگ مشکی استفاده کند باید هر سه رنگ بنفش و فیروزه ای و زرد را با هم ترکیب کند یعنی C+M+Y رنگ مشکی می شود برای همین باید همه رنگ ها استفاده شود تا رنگ سیاه تولید شود برای همین سه تا جوهر رنگی هدر می رود به همین دلیل تو پرینتر رنگی مدل CMY نداریم مدل CMYK داریم. این K آخر به خاطر رنگ مشکی یا black نشته است. همان پرینتر رنگی که رنگ فیروزه ای و رنگ زرد و رنگ زرد یک کارتريج قوی تر که رنگ مشکی هم دارد یعنی شامل 4 رنگ است.

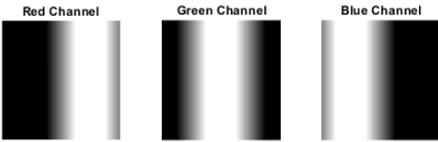




## کanal قرمز (Red Canal)

فرض می کنیم که سه تصویر داریم سبز خالص و آبی خالص و سفید خالص است. اگر بخواهیم در تصویر جدید هر پیکسلی که در تصویر جدید 3 تا مولفه RGB است و از هر پیکسلی فقط مولفه R بگیرد سایز عکس با سایز تصویر اصلی یکسان است این تصویر جدید رنگی است و رنگ ان خاکستری است دلیل این است که هر پیکسل تصویر جدید 1 مولفه R دارد هر پیکسل عددی بین 0 تا 255 است و دقیقاً این تعریف یک تصویر خاکستری است درست که اسم مولفه R اوردهیم منظور رنگ قرمز نیست که به این تصویر کanal قرمز تصویر گفته می شود دلیل این است که مولفه قرمز را نشان دادیم بلکه نه اینکه تصویر قرمز باشد تصویر خاکستری است. چون مولفه R در سه رنگ آسمان و چمن ابر است که فقط در آسمان و چمن مقدار  $R=0$  دارد ولی ابر سفید مولفه  $R=255$  است که انهایی که آسمان و چمن مقدار R که برابر 0 است را سیاه و ان ابر که مقدار 255 دارد را خود رنگ سفید را نشان میدهد





## کanal قرمز (Red Canal)

منظور از این کanal یعنی تصویر اولیه که رنگی است دارای سه مولفه RGB است فقط R است فقط R را بیرون می اوریم و کاری به دو مولف دیگر نداریم همان طور که می دانیم هر مولفه رنگ بین 0 تا 255 است که نشان دهنده رنگ خاکستری است پس رنگ قرمز ما هم به خاکستری تبدیل می شود پس تصویر جدید همان پیکسل که در تصویر اولیه در تصویر جدید نمایان می شود رنگ خاکستری می گیرد که خاکستری روشن و تیره بستگی به رنگ دارد.

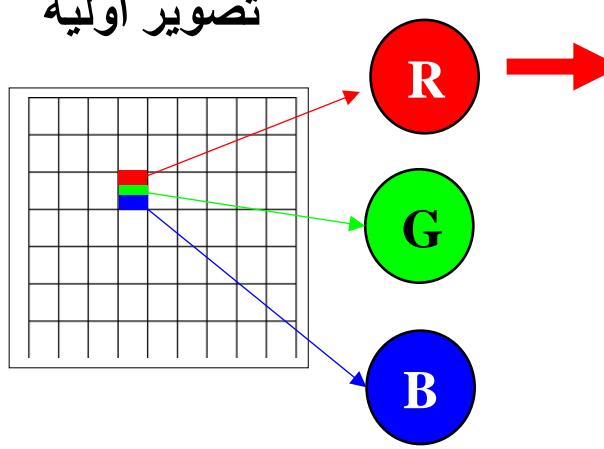
مثلا اگر یک رنگ صورتی (RGB=(255,253,255) کanal قرمز می شود R=255 است سفید می شود

مثلا اگر یک رنگ آبی (RGB=(0,0,255) کanal قرمز می شود R=0 است سیاه می شود

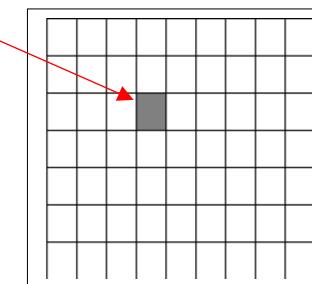
مثلا اگر یک رنگ سبز (RGB=(0,255,0) کanal قرمز می شود R=0 است سیاه می شود

مثلا اگر یک رنگ زرد (RGB=(255,255,0) کanal قرمز می شود R=255 است سفید می شود

تصویر اولیه



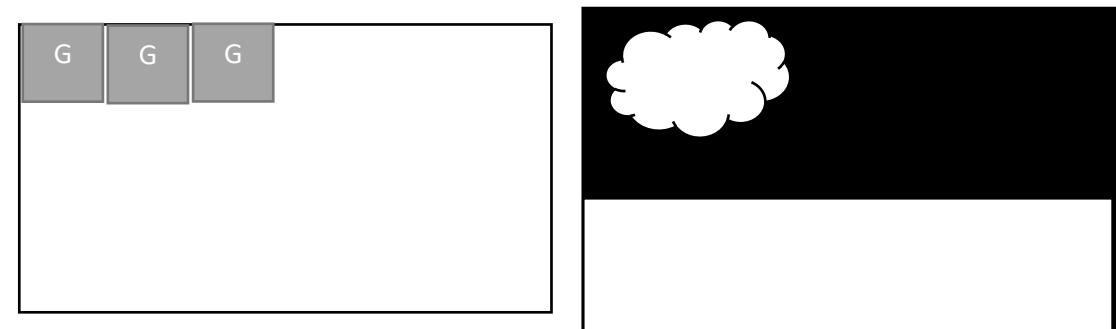
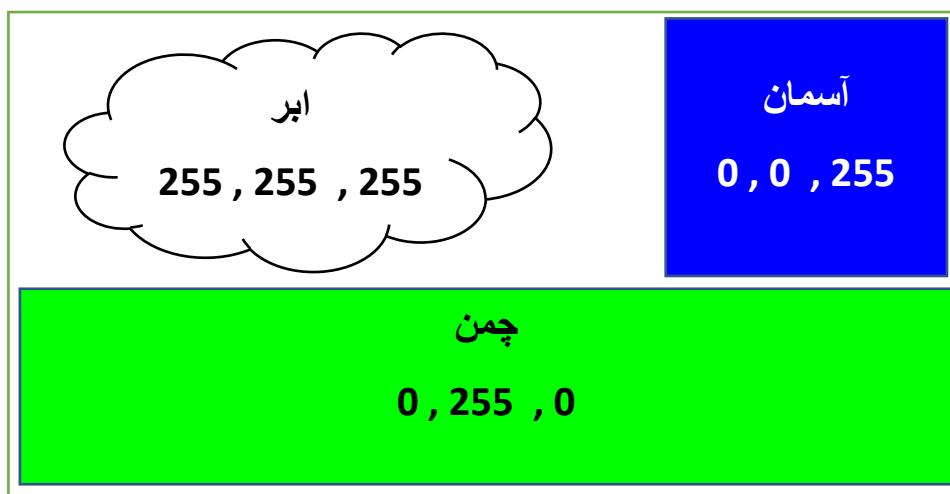
تصویر جدید

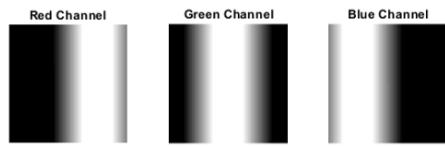




## کanal سبز تصویر (Green Canal)

فرض می کنیم که سه تصویر داریم سبز خالص و آبی خالص و سفید خالص است. اگر بخواهیم در تصویر جدید 3 تا مولفه RGB است و از هر پیکسلی فقط مولفه G بگیرد سایز عکس با سایز تصویر اصلی یکسان است این تصویر جدید رنگی است و رنگ ان خاکستری است دلیل این است که هر پیکسل تصویر جدید 1 مولفه G دارد هر پیکسل عددی بین 0 تا 255 است و دقیقاً این تعریف یک تصویر خاکستری است درست که اسم مولفه G اوردهیم منظور رنگ سبز نیست که به این تصویر کanal سبز تصویر گفته می شود دلیل این است که مولفه سبز را نشان دادیم بلکه نه اینکه تصویر سبز باشد تصویر خاکستری است. چون مولفه G در سه رنگ آسمان و چمن ابر است که فقط آسمان رنگ مقدار  $G=0$  دارد ولی رنگ چمن و ابر سفید مولفه  $G=255$  است که انهایی که آسمان مقدار  $G=0$  است را سیاه و ان ابر و رنگ چمن که مقدار 255 دارد را خود رنگ سفید را نشان میدهد





## کanal سبز (Green Canal)

منظور از این کanal یعنی تصویر اولیه که رنگی است دارای سه مولفه RGB است فقط G است مولفه R بیرون می اوریم و کاری به دو مولف دیگر نداریم همان طور که می دانیم هر مولفه رنگ بین 0 تا 255 است که نشان دهنده رنگ خاکستری است پس رنگ سبز ما هم به خاکستری تبدیل می شود پس تصویر جدید همان پیکسل که در تصویر اولیه در تصویر جدید نمایان می شود رنگ خاکستری می گیرد که خاکستری روشن و تیره بستگی به رنگ دارد.

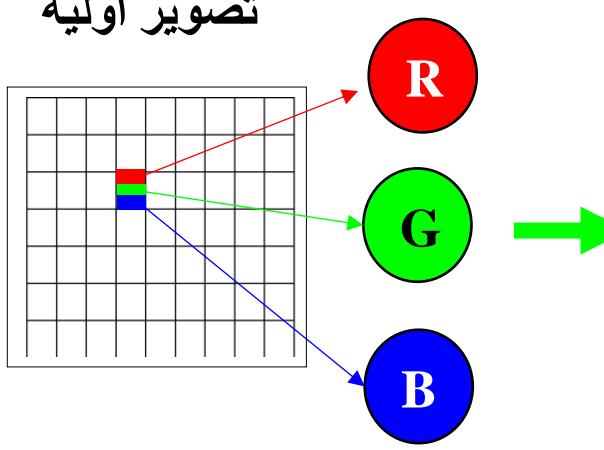
مثلا اگر یک رنگ صورتی (RGB=(255,253,255) کanal سبز می شود  $G=253$  است سفید می شود

مثلا اگر یک رنگ آبی (RGB=(0,0,255) کanal سبز می شود  $G=0$  است سیاه می شود

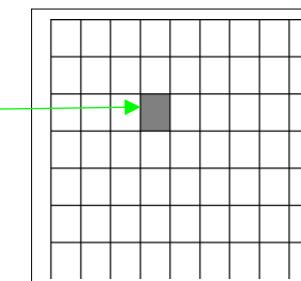
مثلا اگر یک رنگ سبز (RGB=(0,255,0) کanal سبز می شود  $G=255$  است سفید می شود

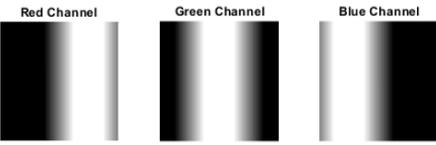
مثلا اگر یک رنگ زرد (RGB=(255,255,0) کanal سبز می شود  $G=255$  است سفید می شود

تصویر اولیه



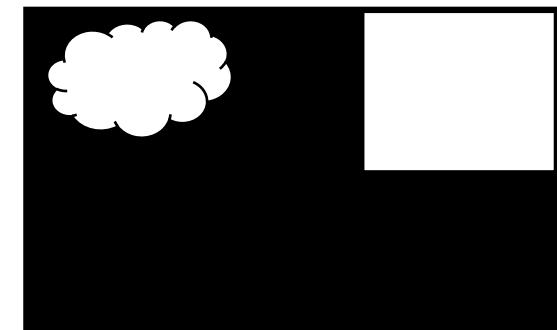
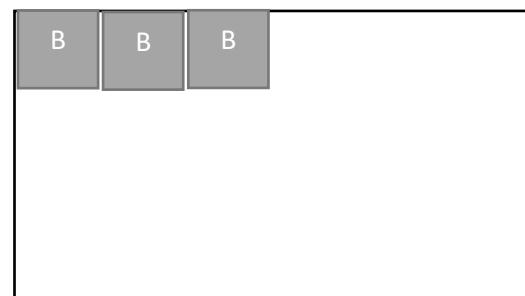
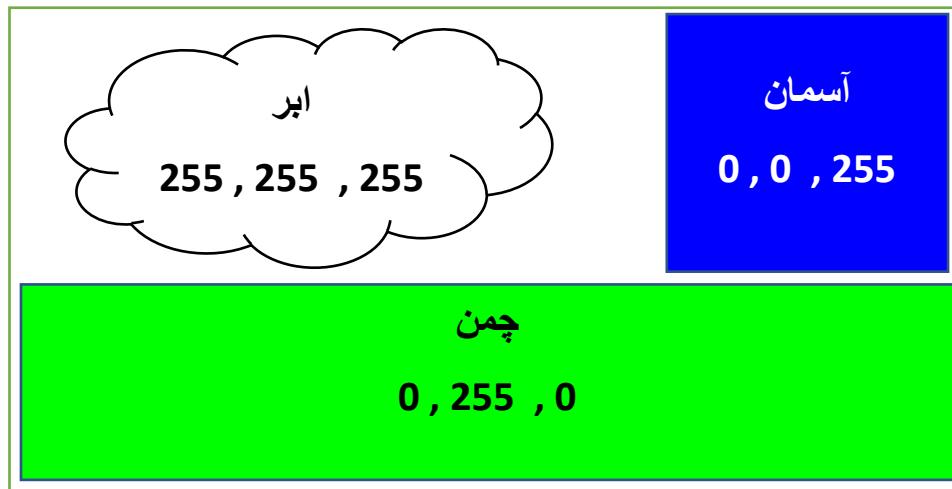
تصویر جدید

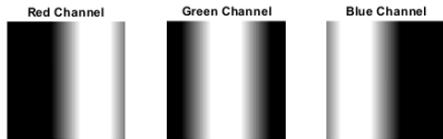




## کanal آبی تصویر (Blue Canal)

فرض می کنیم که سه تصویر داریم سبز خالص و آبی خالص و سفید خالص است. اگر بخواهیم در تصویر جدید هر پیکسلی که در تصویر جدید 3 تا مولفه RGB است و از هر پیکسلی فقط مولفه B بگیرد سایز عکس با سایز تصویر اصلی یکسان است این تصویر جدید رنگی است و رنگ ان خاکستری است دلیل این است که هر پیکسل تصویر جدید 1 مولفه B دارد هر پیکسل عددی بین 0 تا 255 است و دقیقاً این تعریف یک تصویر خاکستری است درست که اسم مولفه B اوردیم منظور رنگ آبی نیست که به این تصویر کanal آبی تصویر گفته می شود دلیل این است که مولفه آبی را نشان دادیم بلکه نه اینکه تصویر آبی باشد تصویر خاکستری است. چون مولفه B در سه رنگ آسمان و چمن ابر است که فقط در یک رنگ یعنی چمن مقدار  $B = 0$  دارد ولی ابر سفید و آسمان مولفه  $B = 255$  است که انهایی که چمن مقدار  $B = 255$  است را سیاه و ان ابر و آسمان که مقدار 255 دارد را خود رنگ سفید را نشان میدهد





## کanal آبی (Blue Canal)

منظور از این کanal یعنی تصویر اولیه که رنگی است دارای سه مولفه RGB است فقط B است دارای سه مولفه RGB است فقط B را بیرون می اوریم و کاری به دو مولف دیگر نداریم همان طور که می دانیم هر مولفه رنگ بین 0 تا 255 است که نشان دهنده رنگ خاکستری است پس رنگ آبی ما هم به خاکستری تبدیل می شود پس تصویر جدید همان پیکسل که در تصویر اولیه در تصویر جدید نمایان می شود رنگ خاکستری می گیرد که خاکستری روشن و تیره بستگی به رنگ دارد.

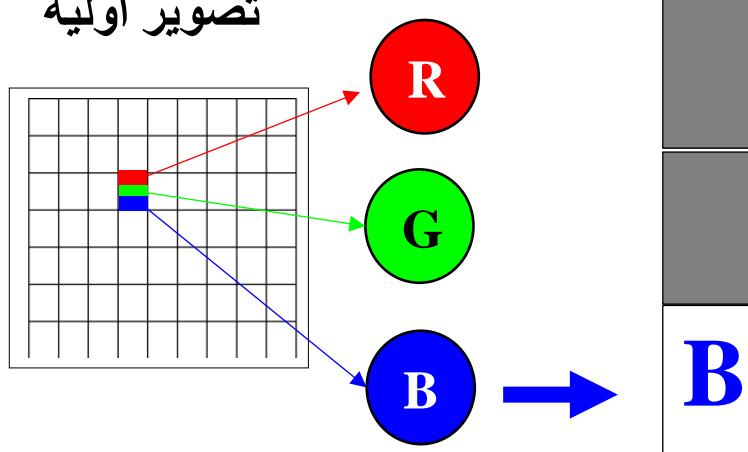
مثلا اگر یک رنگ صورتی (RGB=(255,253,255) کanal آبی می شود  $B=255$  است سفید می شود

مثلا اگر یک رنگ آبی (RGB=(0,0,255) کanal آبی می شود  $B=255$  است سفید می شود

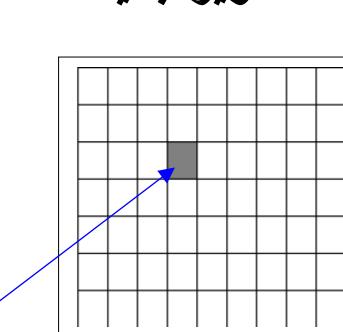
مثلا اگر یک رنگ سبز (RGB=(0,255,0) کanal آبی می شود  $B=0$  است سیاه می شود

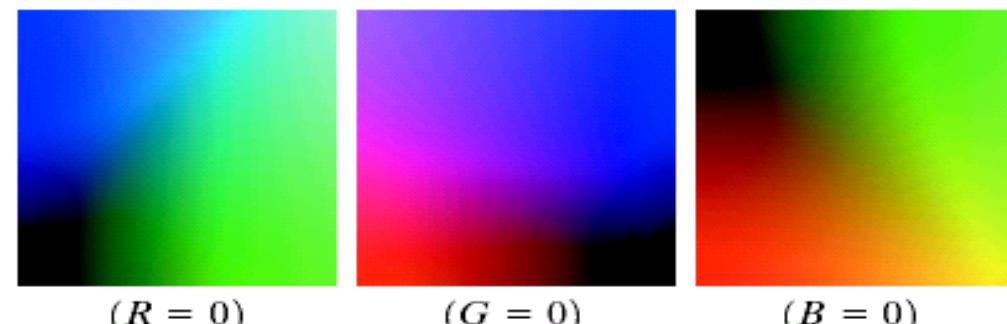
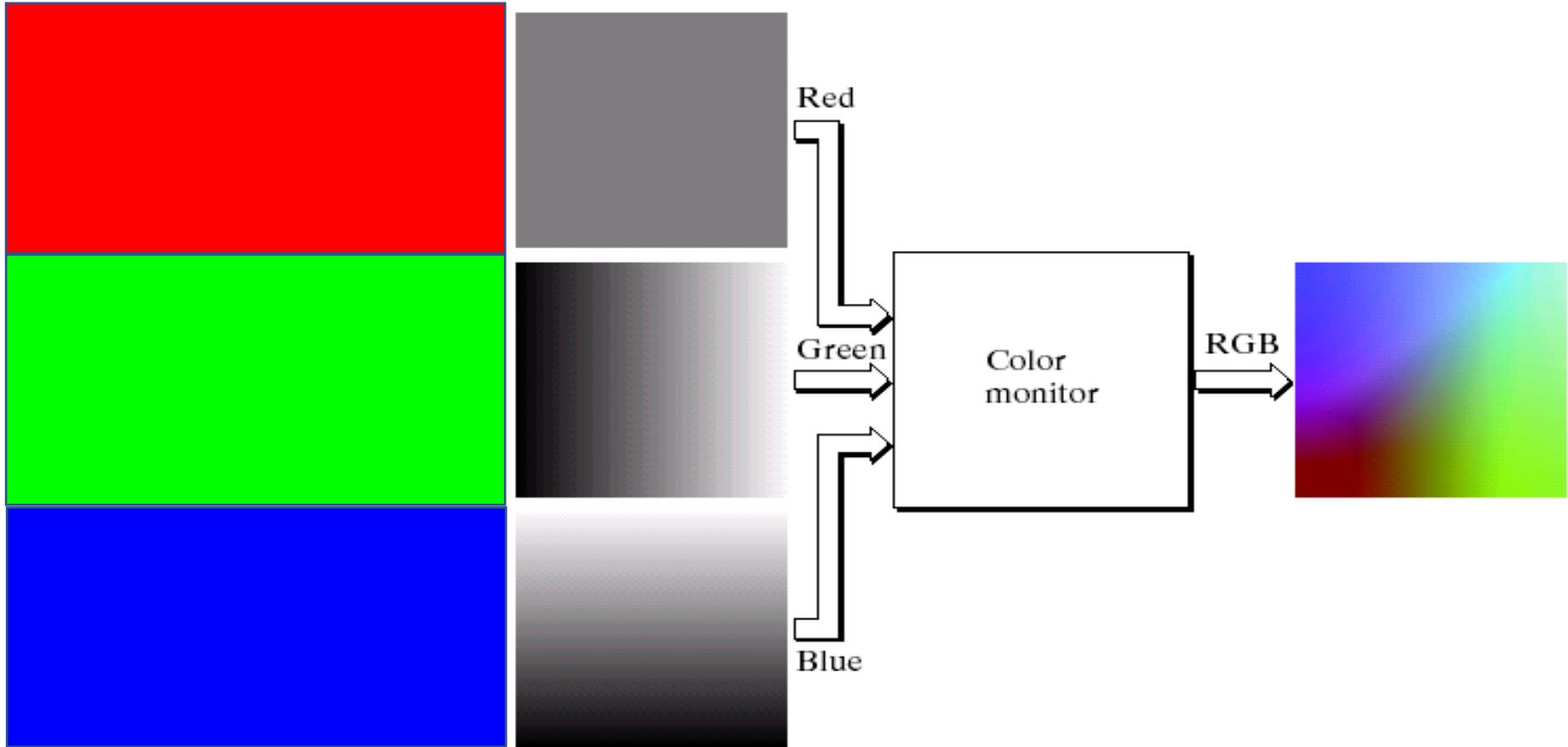
مثلا اگر یک رنگ زرد (RGB=(255,255,0) کanal آبی می شود  $B=0$  است سیاه می شود

تصویر اولیه



تصویر جدید







Red



Green



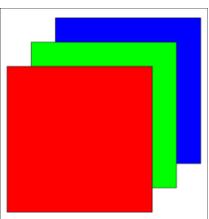
Blue



# جلسه 7

# فصل ششم

## باند قرمز رنگی : Red Band



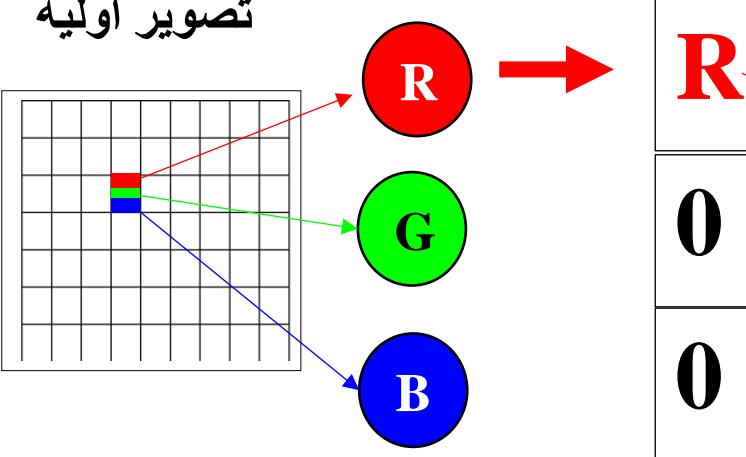
در این نوع باند که که از تصویر اولیه یک پیکسل رنگی بیرون اورده یعنی RGB که مقدار R یعنی قرمز را بیرون اورده و درون همان موقعیت پیکسل اولیه که جایگزین تصویر جدید می شود و دو رنگ سبز G و آبی B را مقدار صفر می دهیم .

مثلا اگر تو تصویر اولیه یک پیکسل سفید وجود داشته باشد یعنی  $RGB=(255,255,255)$  وقتی بخواهیم  $R=255$  را از تصویر اولیه بیرون کشیدیم مقدار 255 دارد یعنی قرمز مطلق است و دو رنگ دیگر یعنی آبی و سبز را 0 می دهیم پس در تصویر جدید رنگ قرمز می شود.

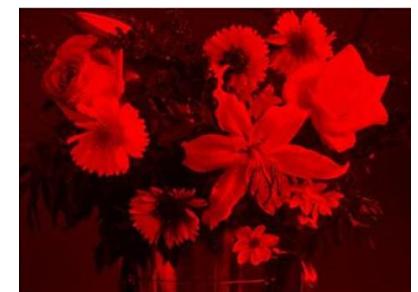
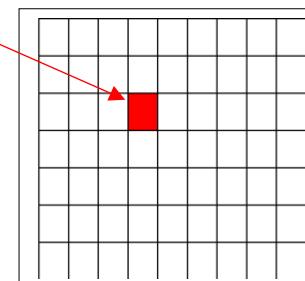
مثلا اگر تو تصویر اولیه اگر یک پیکسل زرد وجود داشت  $RGB=(255,255,0)$  دوباره رنگ قرمز  $R=255$  را نگه دارد و دو رنگ سبز و آبی مقدار 0 می گیرد پس دوباره پیکسل تصویر جدید قرمز می شود.

مثلا اگر تو تصویر اولیه اگر یک پیکسل آبی وجود داشت  $RGB=(0,0,255)$  دوباره رنگ قرمز  $R=0$  را نگه دارد و دو رنگ سبز و آبی مقدار 0 می گیرد پس پیکسل تصویر جدید مشکی می شود.

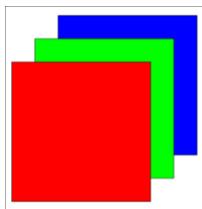
تصویر اولیه



تصویر جدید



## باند سبز رنگی : Green Band



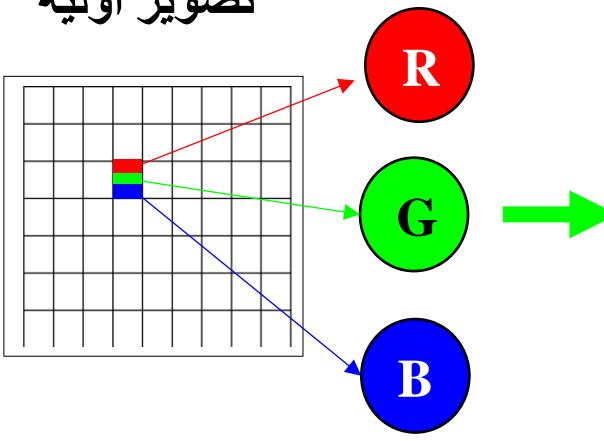
در این نوع باند که که از تصویر اولیه یک پیکسل رنگی بیرون اورده یعنی RGB که مقدار G یعنی سبز را بیرون اورده و درون همان موقعیت پیکسل اولیه که جایگزین تصویر جدید می شود و دو رنگ قرمز R و آبی B را مقدار صفر می دهیم.

مثلا اگر تو تصویر اولیه یک پیکسل سفید وجود داشته باشد یعنی  $RGB=(255,255,255)$  وقتی بخواهیم  $G=255$  را از تصویر اولیه بیرون کشیدیم مقدار 255 دارد یعنی سبز مطلق است و دو رنگ دیگر یعنی قرمز و آبی را 0 می دهیم پس در تصویر جدید رنگ سبز می شود.

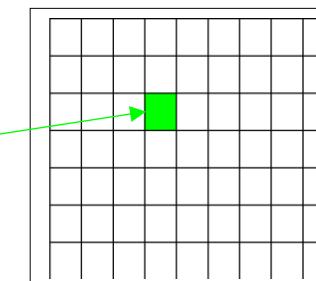
مثلا اگر تو تصویر اولیه اگر یک پیکسل زرد وجود داشت  $RGB=(255,255,0)$  دوباره رنگ سبز  $G=255$  را نگه دارد و دو رنگ قرمز و آبی مقدار 0 می گیرد پس دوباره پیکسل تصویر جدید سبز می شود.

مثلا اگر تو تصویر اولیه اگر یک پیکسل آبی وجود داشت  $RGB=(0,0,255)$  دوباره رنگ سبز  $G=0$  را نگه دارد و دو رنگ قرمز و آبی مقدار 0 می گیرد پس پیکسل تصویر جدید مشکی می شود.

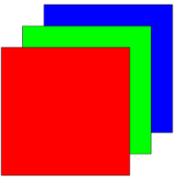
تصویر اولیه



تصویر جدید



## باند آبی رنگی : Blue Band



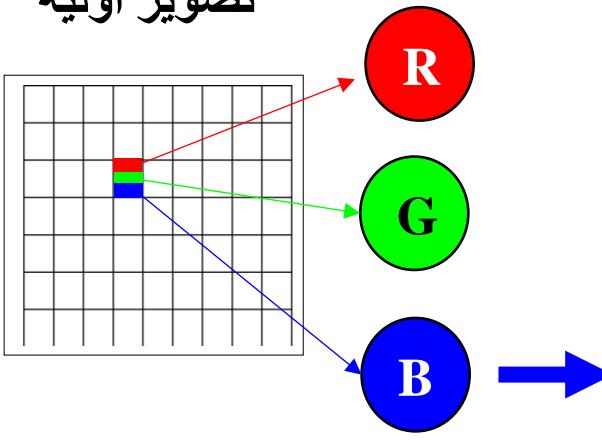
در این نوع باند که که از تصویر اولیه یک پیکسل رنگی بیرون اورده یعنی  $B$  که مقدار  $B$  را بیرون اورده و درون همان موقعیت پیکسل اولیه که جایگزین تصویر جدید می شود و دو رنگ قرمز  $R$  و سبز  $G$  را مقدار صفر می دهیم.

مثلا اگر تو تصویر اولیه یک پیکسل سفید وجود داشته باشد یعنی  $RGB=(255,255,255)$  وقتی بخواهیم  $B=255$  را از تصویر اولیه بیرون کشیدیم مقدار 255 دارد یعنی آبی مطلق است و دو رنگ دیگر یعنی قرمز و سبز را 0 می دهیم پس در تصویر جدید رنگ آبی می شود.

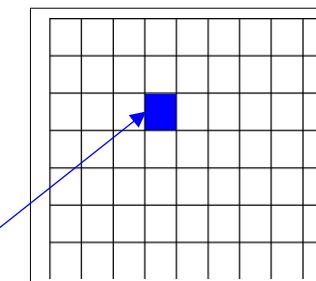
مثلا اگر تو تصویر اولیه اگر یک پیکسل زرد وجود داشت  $RGB=(255,255,0)$  رنگ آبی  $=0$  را نگه دارد و دو رنگ قرمز و سبز مقدار 0 می گیرد پس پیکسل تصویر جدید مشکی می شود.

مثلا اگر تو تصویر اولیه اگر یک پیکسل آبی وجود داشت  $RGB=(0,0,255)$  دوباره رنگ آبی  $=0$  را نگه دارد و دو رنگ قرمز و آبی مقدار 0 می گیرد پس پیکسل تصویر جدید مشکی می شود.

تصویر اولیه



تصویر جدید





Original



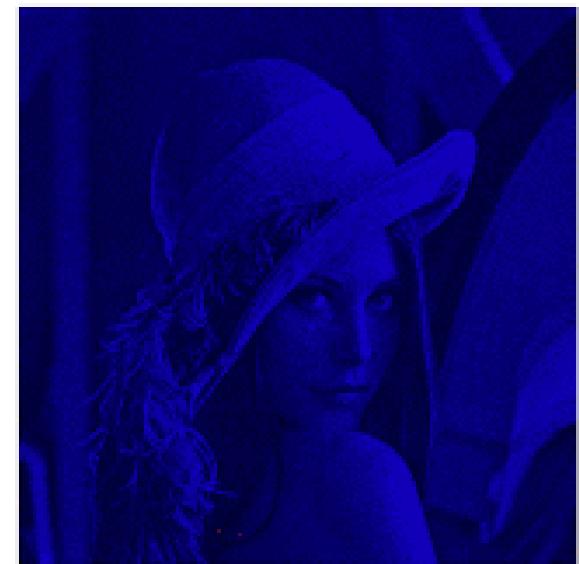
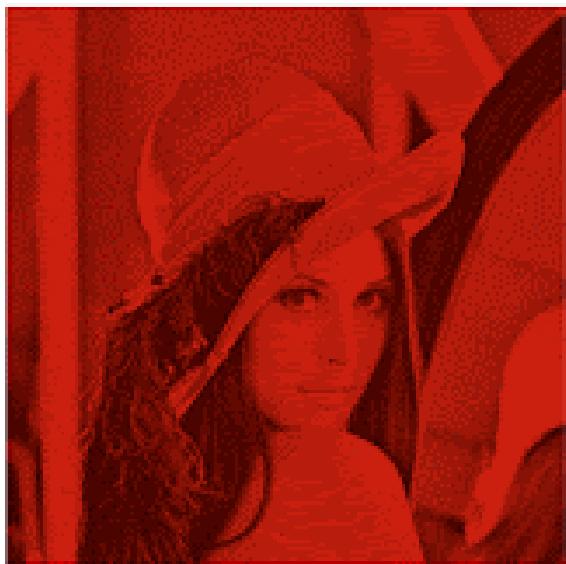
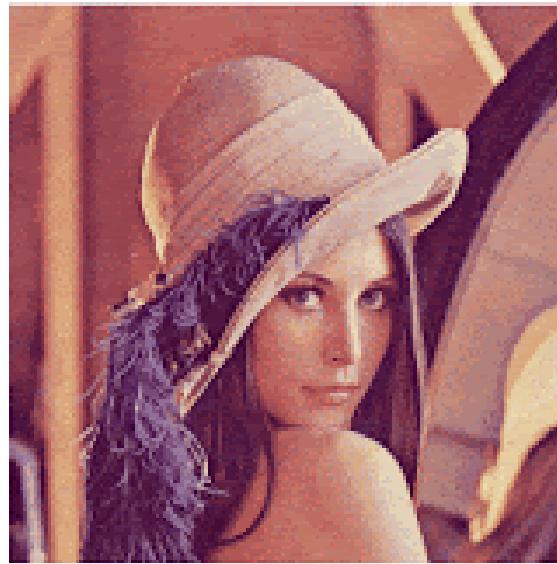
Red Band



Green Band



Blue Band





f



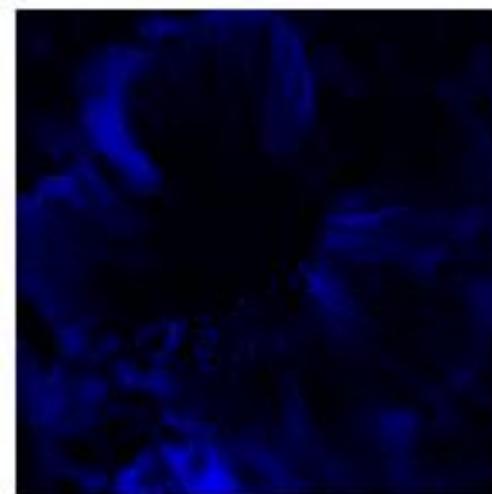
R (Red)



G (green)

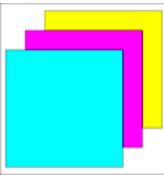


B (blue)





## تصویر : No Red



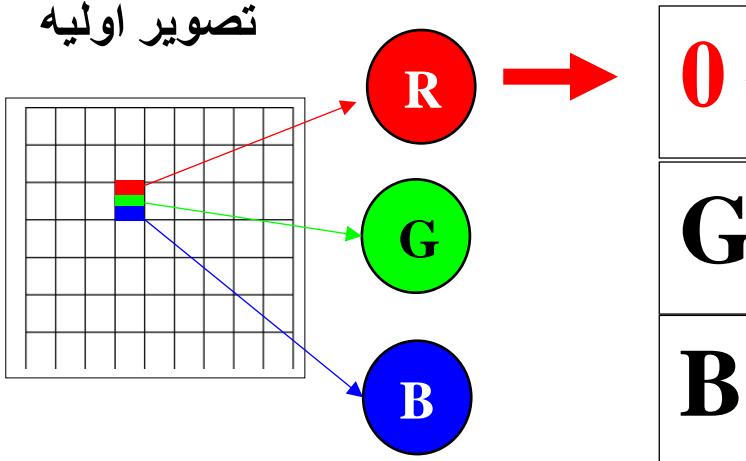
در این نوع باند که که از تصویر اولیه یک پیکسل رنگی بیرون اورده یعنی RGB که مقدار R یعنی قرمز را بیرون اورده و برابر مقدار 0 در نظر می گیریم و درون همان موقعیت پیکسل اولیه که جایگزین تصویر جدید می شود و دو رنگ سبز G و آبی B را مقدار خودش می دهیم .

مثلا اگر تو تصویر اولیه یک پیکسل سفید وجود داشته باشد یعنی  $RGB=(255,255,255)$  است وقتی بخواهیم  $R=0$  را از تصویر اولیه بیرون کشیدیم و دو مقدار رنگ GB مقدار قبلی خودش را دارد که می شود  $RGB=(0,255,255)$  یعنی می شود که در پیکسل تصویر جدید رنگ فیروزه ای یا cyan می شود.

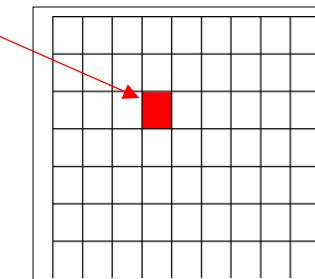
مثلا اگر تو تصویر اولیه یک پیکسل زرد وجود داشته باشد یعنی  $RGB=(255,255,0)$  است وقتی بخواهیم  $R=0$  را از تصویر اولیه بیرون کشیدیم و دو مقدار رنگ GB مقدار قبلی خودش را دارد که می شود  $RGB=(0,255,0)$  یعنی می شود که در پیکسل تصویر جدید رنگ سبز می شود.

مثلا اگر تو تصویر اولیه یک پیکسل آبی وجود داشته باشد یعنی  $RGB=(0,0,255)$  است وقتی بخواهیم  $R=0$  را از تصویر اولیه بیرون کشیدیم و دو مقدار رنگ GB مقدار قبلی خودش را دارد که می شود  $RGB=(0,0,255)$  یعنی می شود که در پیکسل تصویر جدید رنگ آبی می شود.

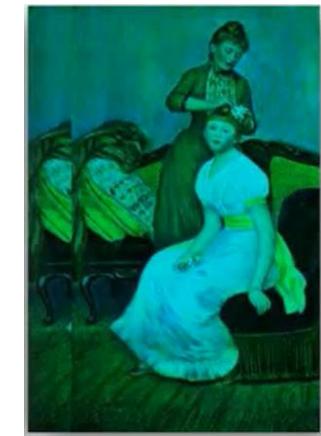
تصویر اولیه



تصویر جدید



Original



No Red

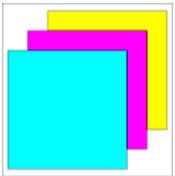


## تبدیل باند رنگی به تصویر رنگی :

با ترکیب کردن هر سه رنگ باند قرمز و باند سبز و باند آبی می‌توانیم تصویر رنگی به دست بیاوریم.



## تصویر : No Gren



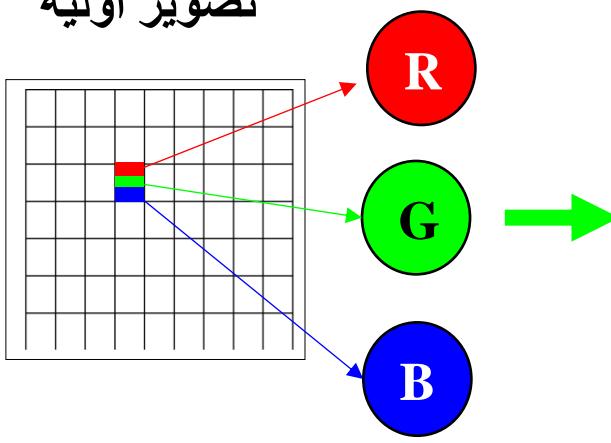
در این نوع باند که که از تصویر اولیه یک پیکسل رنگی بیرون اورده یعنی RGB که مقدار G یعنی سبز را بیرون اورده و برابر مقدار 0 در نظر می گیریم و درون همان موقعیت پیکسل اولیه که جایگزین تصویر جدید می شود و دو رنگ قرمز R و آبی B را مقدار خودش می دهیم .

مثلا اگر تو تصویر اولیه یک پیکسل سفید وجود داشته باشد یعنی  $RGB=(255,255,255)$  است وقتی بخواهیم  $G=0$  را از تصویر اولیه بیرون کشیدیم و دو مقدار رنگ RB مقدار قبلی خودش را دارد که می شود  $RGB=(255,0,255)$  یعنی می شود که درپیکسل تصویر جدید رنگ بنفش یا Megnta می شود.

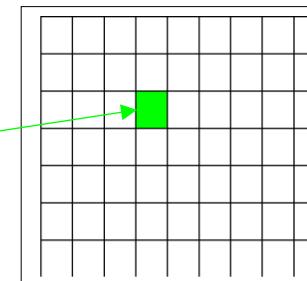
مثلا اگر تو تصویر اولیه یک پیکسل زرد وجود داشته باشد یعنی  $RGB=(255,255,0)$  است وقتی بخواهیم  $G=0$  را از تصویر اولیه بیرون کشیدیم و دو مقدار رنگ RB مقدار قبلی خودش را دارد که می شود  $RGB=(255,0,0)$  یعنی می شود که درپیکسل تصویر جدید رنگ قرمز می شود.

مثلا اگر تو تصویر اولیه یک پیکسل آبی وجود داشته باشد یعنی  $RGB=(0,0,255)$  است وقتی بخواهیم  $G=0$  را از تصویر اولیه بیرون کشیدیم و دو مقدار رنگ RB مقدار قبلی خودش را دارد که می شود  $RGB=(0,0,255)$  یعنی می شود که درپیکسل تصویر جدید رنگ آبی می شود.

تصویر اولیه



تصویر جدید



Original



No Green

## تصویر : No Blue

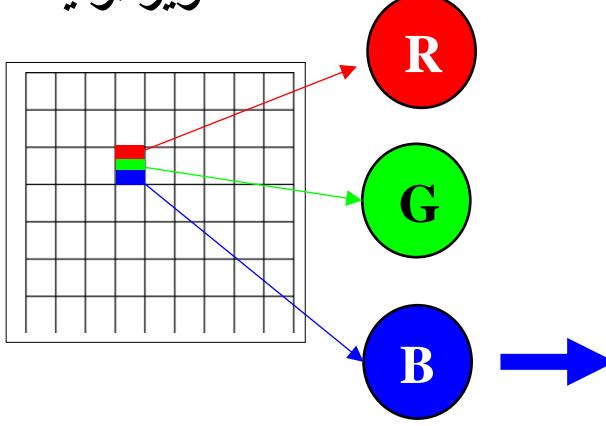
در این نوع باند که که از تصویر اولیه یک پیکسل رنگی بیرون اورده یعنی RGB که مقدار B یعنی قرمز را بیرون اورده و برابر مقدار 0 در نظر می گیریم و درون همان موقعیت پیکسل اولیه که جایگزین تصویر جدید می شود و دو رنگ قرمز R و سبز G را مقدار خودش می دهیم .

مثلا اگر تو تصویر اولیه یک پیکسل سفید وجود داشته باشد یعنی  $RGB=(255,255,255)$  است وقتی بخواهیم  $B=0$  را از تصویر اولیه بیرون کشیدیم و دو مقدار رنگ RG مقدار قبلی خودش را دارد که می شود  $RGB=(255,255,0)$  یعنی می شود که درپیکسل تصویر جدید رنگ زرد یا Yellow می شود.

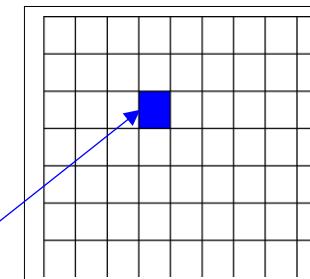
مثلا اگر تو تصویر اولیه یک پیکسل زرد وجود داشته باشد یعنی  $RGB=(255,255,0)$  است وقتی بخواهیم  $B=0$  را از تصویر اولیه بیرون کشیدیم و دو مقدار رنگ RG مقدار قبلی خودش را دارد که می شود  $RGB=(255,255,0)$  یعنی می شود که درپیکسل تصویر جدید رنگ زرد می شود.

مثلا اگر تو تصویر اولیه یک پیکسل آبی وجود داشته باشد یعنی  $RGB=(0,0,255)$  است وقتی بخواهیم  $B=0$  را از تصویر اولیه بیرون کشیدیم و دو مقدار رنگ RG مقدار قبلی خودش را دارد که می شود  $RGB=(0,0,0)$  یعنی می شود که درپیکسل تصویر جدید رنگ مشکی می شود..

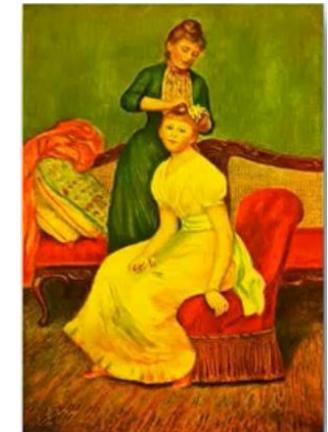
تصویر اولیه



تصویر جدید



Original



No Blue



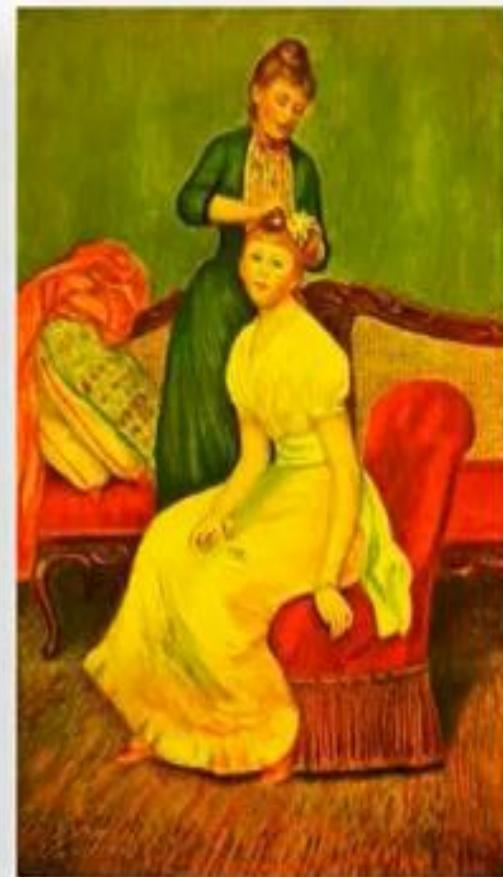
Original



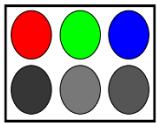
No Red



No Green



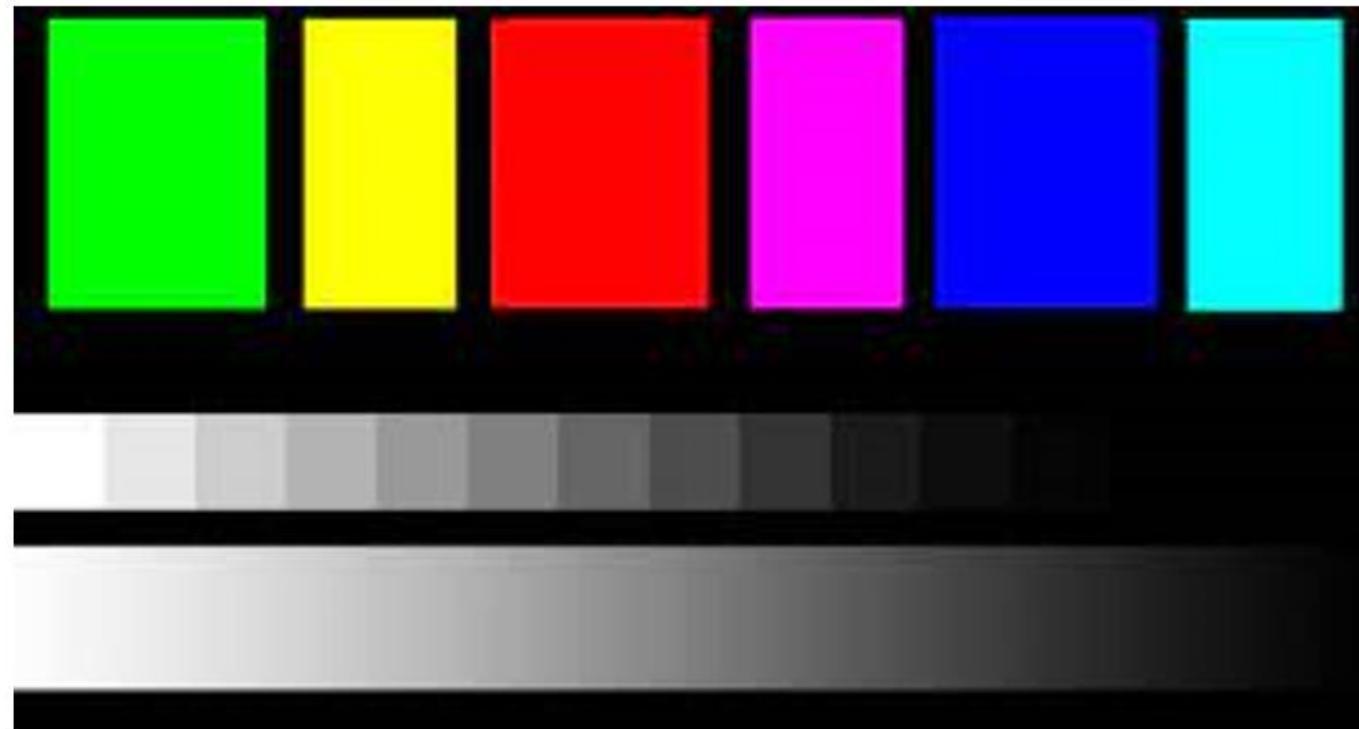
No Blue

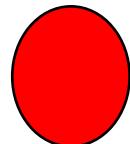
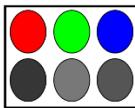


## تبدیل تصویر رنگی به خاکستری

ساده‌ترین روش برای تصویر رنگی به خاکستری که حاصل مجموع سه رنگ RGB که عدد 3 است وطبق فرمول هر مقدار رنگ که با مجموع رنگ تقسیم بر 3 می‌شود که رنگ خاکستری به دست می‌اید. معمولاً 99 درصد تصاویر رنگی را به خاکستری با این روش تبدیل می‌کنند.

$$gray = \frac{RGB}{3}$$

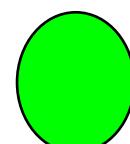




$RGB = (255, 0, 0)$

$$gray = \frac{(255 + 0 + 0)}{3} = \frac{255}{3} = 85$$

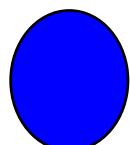
$RGB = (85, 85, 85)$



$RGB = (0, 255, 0)$

$$gray = \frac{(0 + 255 + 0)}{3} = \frac{255}{3} = 85$$

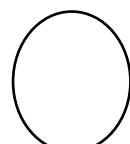
$RGB = (85, 85, 85)$



$RGB = (0, 0, 255)$

$$gray = \frac{(0 + 255 + 255)}{3} = \frac{255}{3} = 85$$

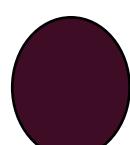
$RGB = (85, 85, 85)$



$RGB = (255, 255, 255)$

$$gray = \frac{(255 + 255 + 255)}{3} = \frac{765}{3} = 255$$

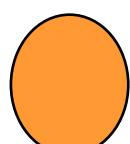
$RGB = (255, 255, 255)$



$RGB = (63, 12, 37)$

$$gray = \frac{(63 + 12 + 37)}{3} = \frac{112}{3} = 37$$

$RGB = (37, 37, 37)$

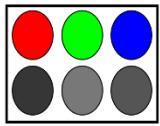


$RGB = (255, 153, 51)$

$$gray = \frac{(255 + 153 + 51)}{3} = \frac{459}{3} = 153$$

$RGB = (153, 153, 153)$





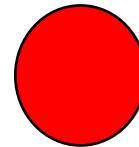
## تبدیل تصویر رنگی به خاکستری از طریق شدت روشنایی (Light Intensity)

یک روش دیگر برای تبدیل تصاویر رنگی به خاکستری روش شدت نور بر اساس gray level که طبق فرمول زیر می‌توانیم به خاکستری تبدیل کنیم. این نوع تصویر براساس حساسیت چشم انسان است. که تمام 3 مولفه رنگ را تبدیل به نوع رنگ که خاکستری است تبدیل می‌کند. یک میانگین وزن دارد در 3 پارامتر رنگ ضرب می‌شود.

$$intensity = (0.299 * R) + (0.587 * G) + (0.144 * B)$$

$$RGB = (76, 76, 76)$$

$$RGB = (255, 0, 0)$$



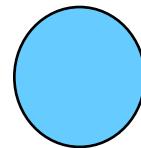
$$intensity = (0.299 * R) + (0.587 * G) + (0.144 * B)$$

$$intensity = (0.299 * 255) + (0.587 * 0) + (0.144 * 0)$$

$$intensity = (0.299 * 255) + (0) + (0) = 76$$



$$RGB = (102, 204, 255)$$



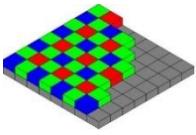
$$intensity = (0.299 * R) + (0.587 * G) + (0.144 * B)$$

$$intensity = (0.299 * 102) + (0.587 * 204) + (0.144 * 255)$$

$$intensity = (76) + (120) + (37) = 233$$

$$RGB = (233, 233, 233)$$





## مدل HSI

مدل RGB برای ساخت رنگ یا سنتز مدل خوبی است ولی برای ژردازش رنگ مدل خوبی نیست چون اصطلاحاً وقتی روی آنها کار می‌کنید ماهیت رنگ به هم می‌ریزد که یک مدلی زیشنهد شده که سعی می‌کند که رنگ را پردازش کند که از مدلی به نام مدل HSV و گاهی اوقات به مدل هم نیز می‌گویند و مخفف سه کلمه Hue و Saturation و Intensity است.

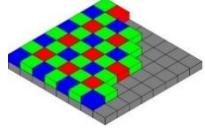
در مدل RGB که مولفه رنگ هر سه یعنی قرمز و سبز و آبی که هر سه رنگ را می‌سازد یعنی رنگ را تو هر 3 تا پخش شده داریم.

مدل HSV که رنگ تو هر 3 مولفه خودش را نشان ندهد که رنگ تو 2 مولفه خودش را نشان دهد و 1 مولفه دیگر شدت روشنایی یا intensity را نشان دهد یعنی تفکیک کردن بین رنگ و شدت روشنایی که تو تصاویر ما یا اصطلاحاً مدل RGB رنگ تو هر سه تا است و intensity تو هر سه رنگ به دست می‌اید که تو یک پیکسل به دست می‌آمد یعنی همان gray level که تبدیل تصویر رنگی به خاکستری که  $\frac{R+G+B}{3}$  آن تصویر به دست می‌آمد.

مدل HSV که این مولفه که 1 یعنی که انگار خاکستری تصویر H و S که هر دو رنگ را نشان می‌دهند.

Hue یعنی اشباع S که مثلاً نقاشان ساختمان برای ساخت رنگ مثلاً نخودی می‌آید یک قوطی رنگ که به اصطلاح رنگ مادر که با سفید قاطی می‌کنند مثلاً وقتی می‌گیم رنگ نخودی می‌آید تو رنگ سفیدش یک قاشق رنگ قهوه‌ای مثلاً که رگ ماد راست قاطی می‌کند تا مثلاً رنگ به نخودی تبدیل شود اگر مثلاً بخواهیم رنگ را تیره تر کنیم آن رنگ قهوه‌ای بیشتر و اگر رنگ ملایم تر رنگ قهوه‌ای کمتر یا برعکس سفید بیشتر یا کمتر بریزیم.

مدل HSV که می‌گوید چه رنگی دارد و چه سفیدی قاطی شده است.



## :Hue

نشان دهنده تنوع رنگ های مختلف است یعنی مثلا سبز خودش یک رنگ یا ابی یا زرد یا فیروزه ای خودش یک رنگ است دیگر نگاه نمی کند که رنگ ها مثلا قرمز با سبز ترکیب شود زرد به وجود باید ای جوری نیست یعنی هر کدام از رنگ ها یک رنگ مادر یا رنگ خاصی است . یعنی یک طیف رنگ است

## :Saturation

هر چه Saturation بیشتر باشد یعنی رنگ سفید کمتری قاطی شده است .

هر چه Saturation کمتر باشد یعنی رنگ سفید بیشتری قاطی شده است .

مثلا رنگ صورتی که شما یک Hue دارید که رنگ قرمز است یعنی رنگ مادر است که توی این سفید قاطی کنیم باعث می شود که رنگ ما به صورتی تبدیل شود هر چقدر Saturation کمتر شود رنگ صورتی ما به سفید نزدیک تر یا ملایم تر یا صورتی روشن می شود و هر چقدر که Saturation بیشتر شود رنگ صورتی ما به سفید کمتر یا صورتی تیره تر می شود.

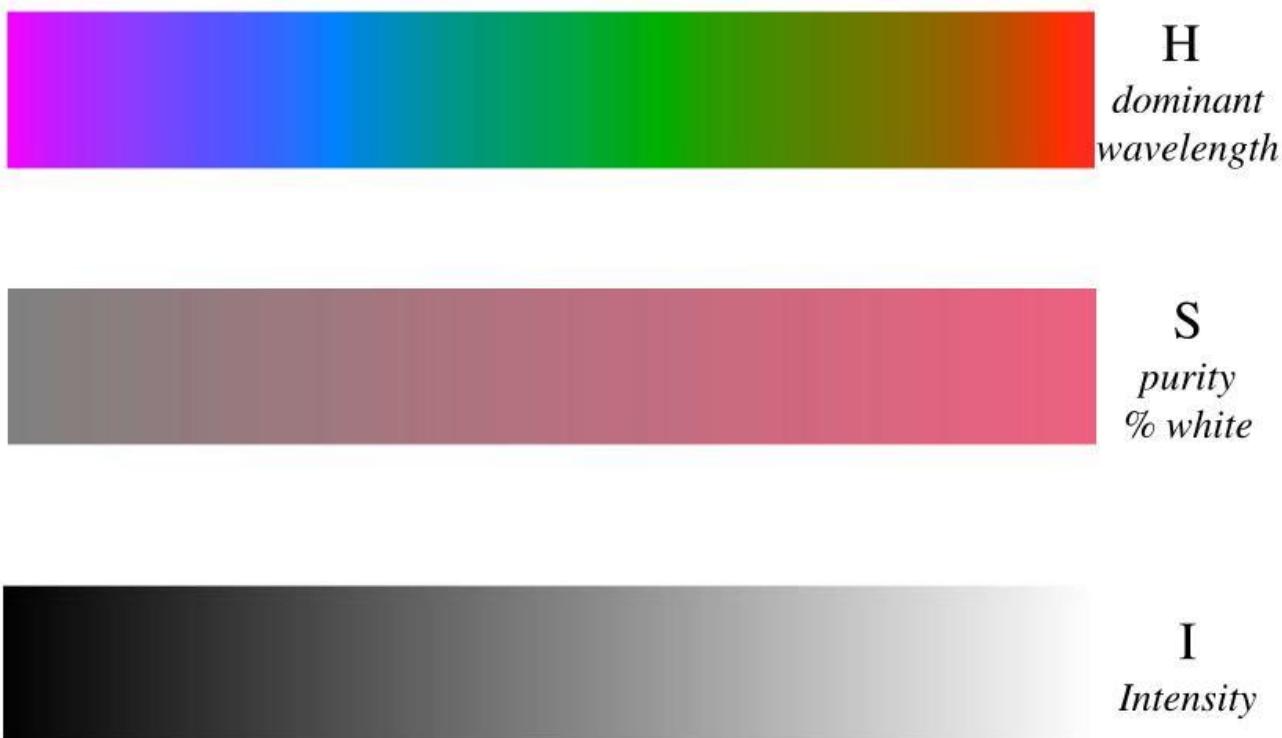
Saturation=1 یعنی هیچ سفید قاطی نشده است .

Saturation=0 یعنی هیچ سفید قاطی است . که از رنگ اصلی چیزی باقی نمانده یعنی رنگ سفید است

## : intensity

یعنی شدت روشنایی یا شدت خاکستری را نشان می دهد. و مقدار بین 0 تا 255 است.

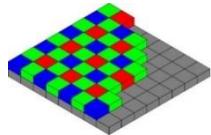
# HSI Color Model



Source: <http://www.cs.cornell.edu/courses/cs631/1999sp/>

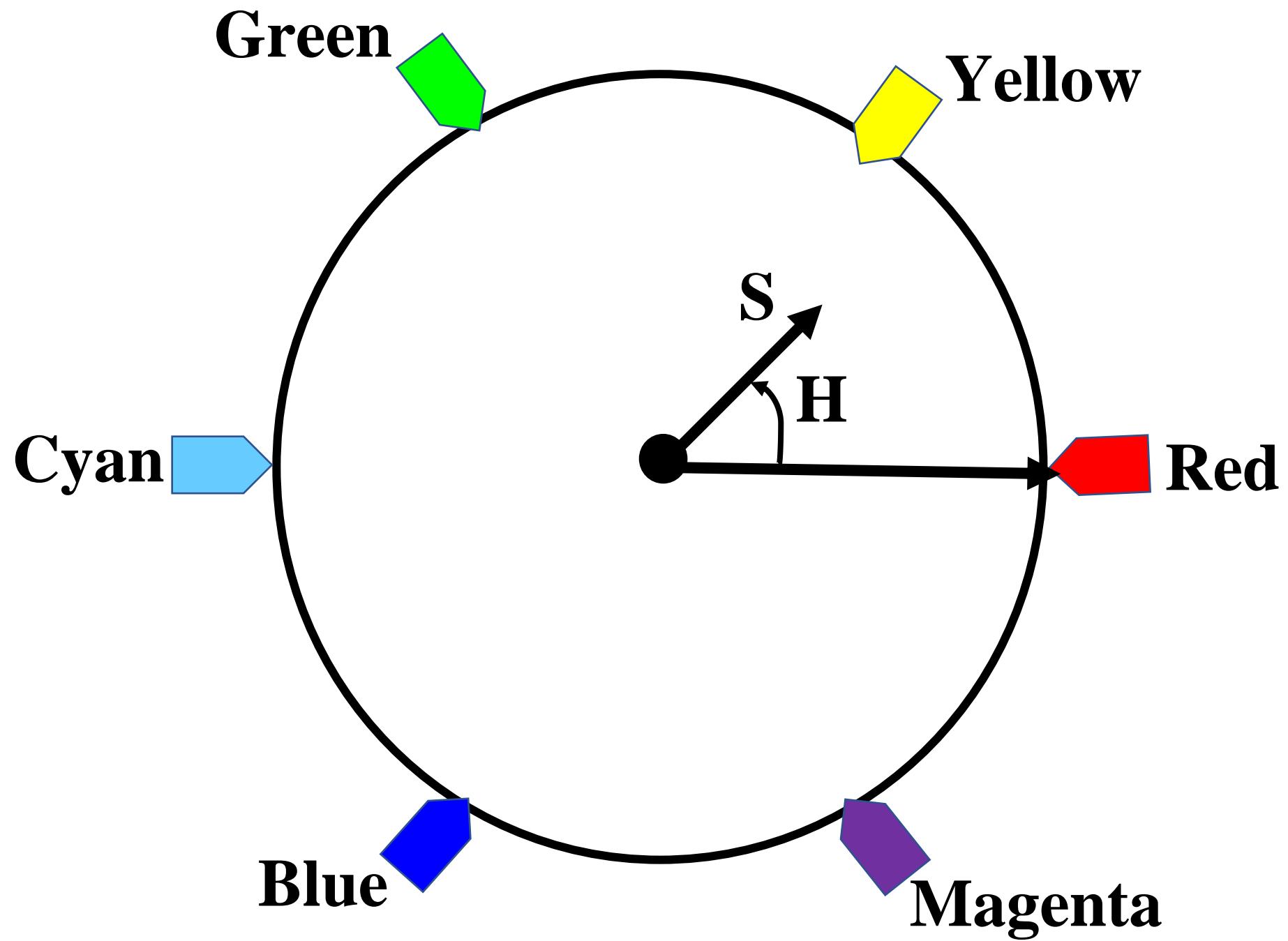
25

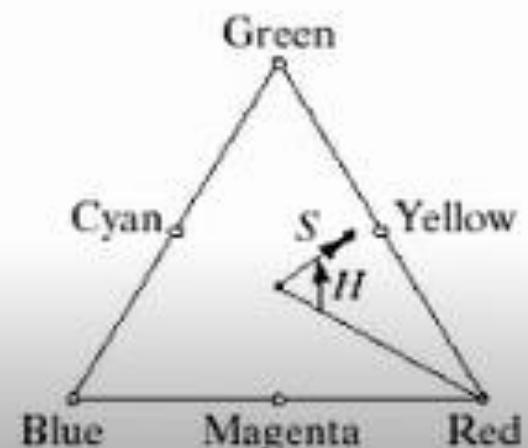
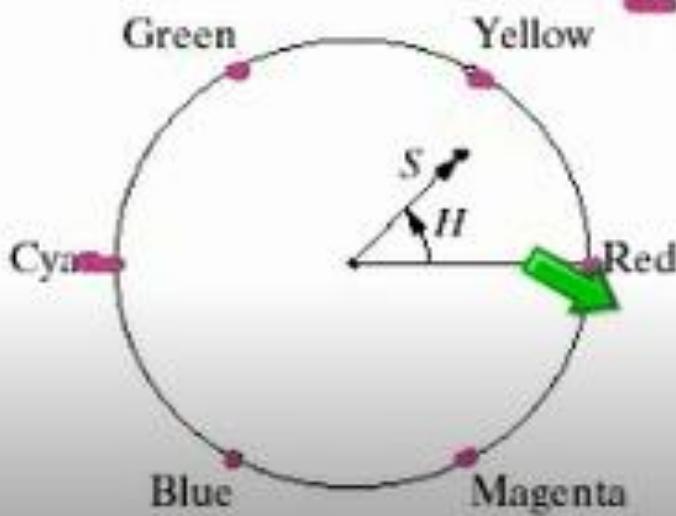
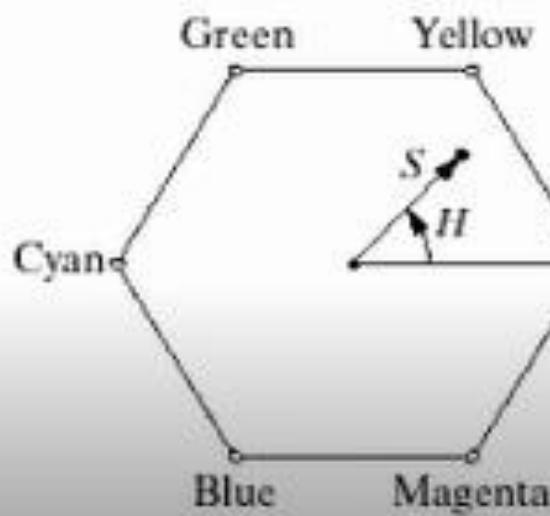
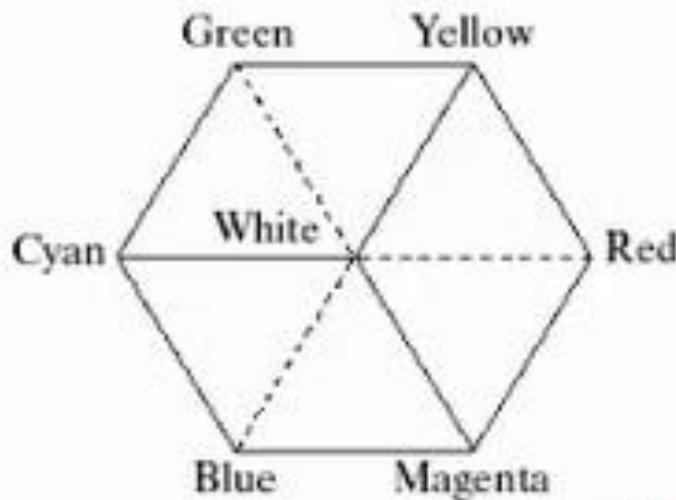
## شکل مدل HSI

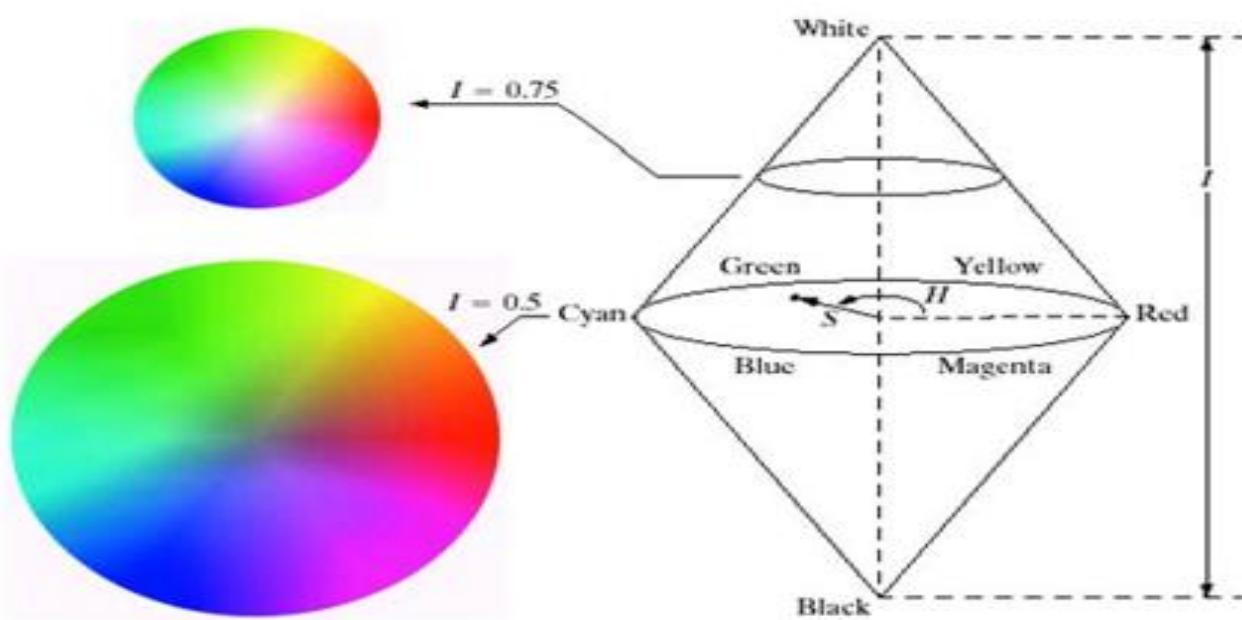
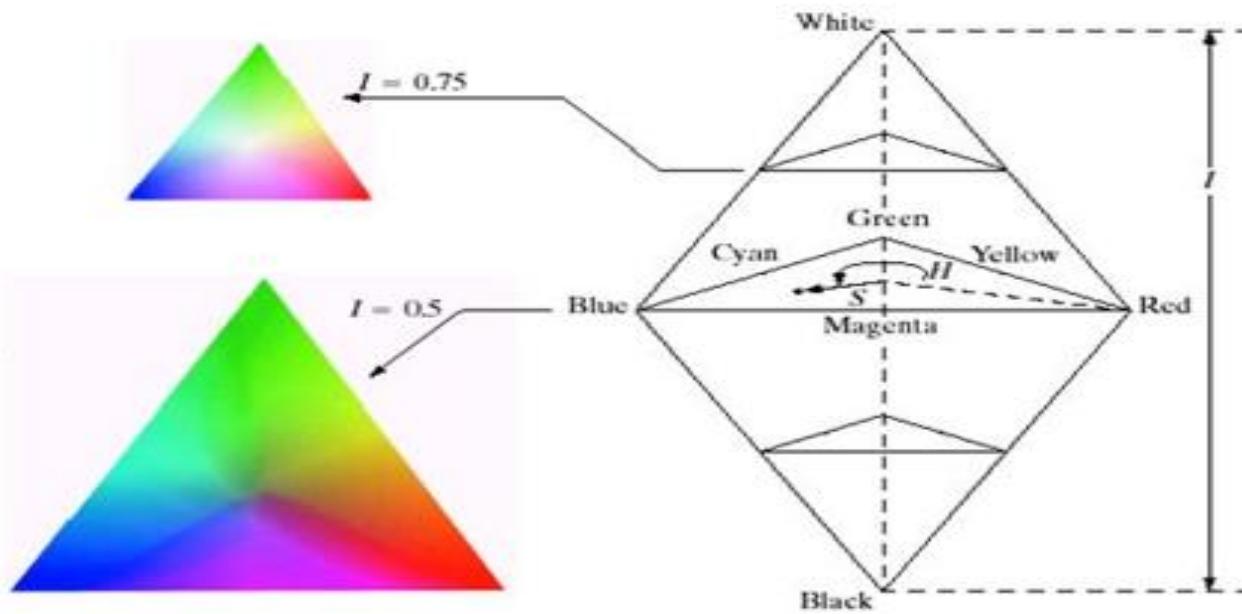


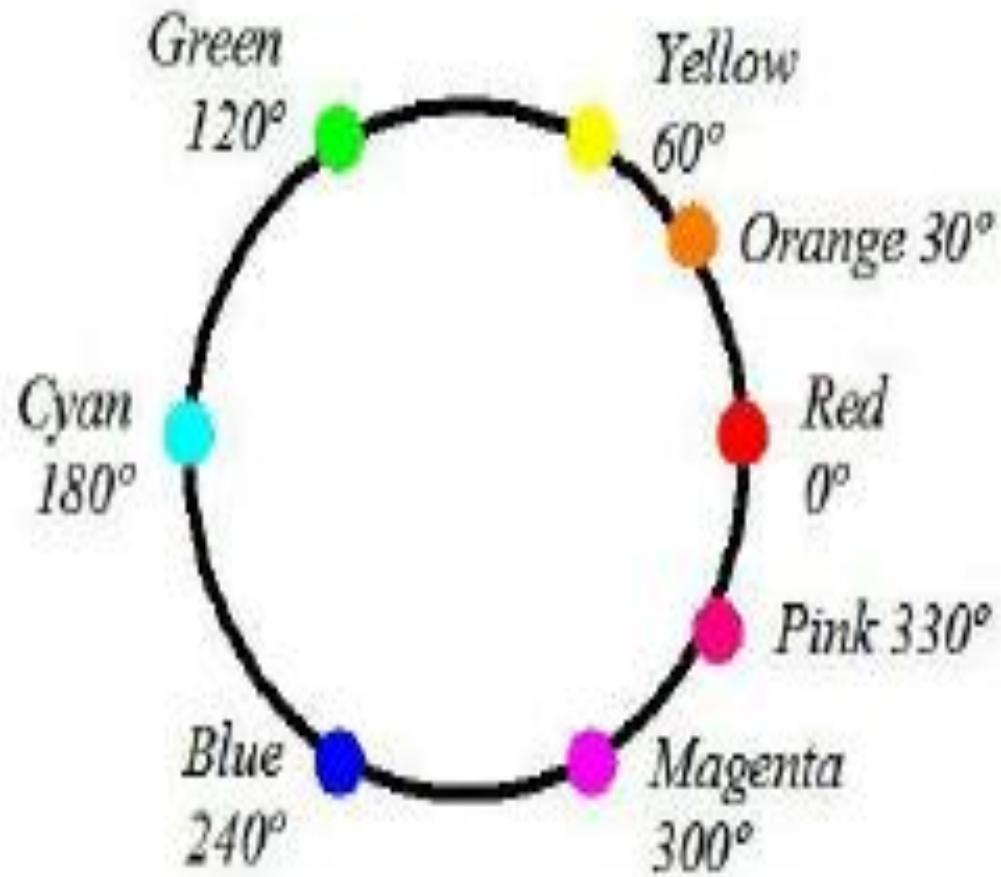
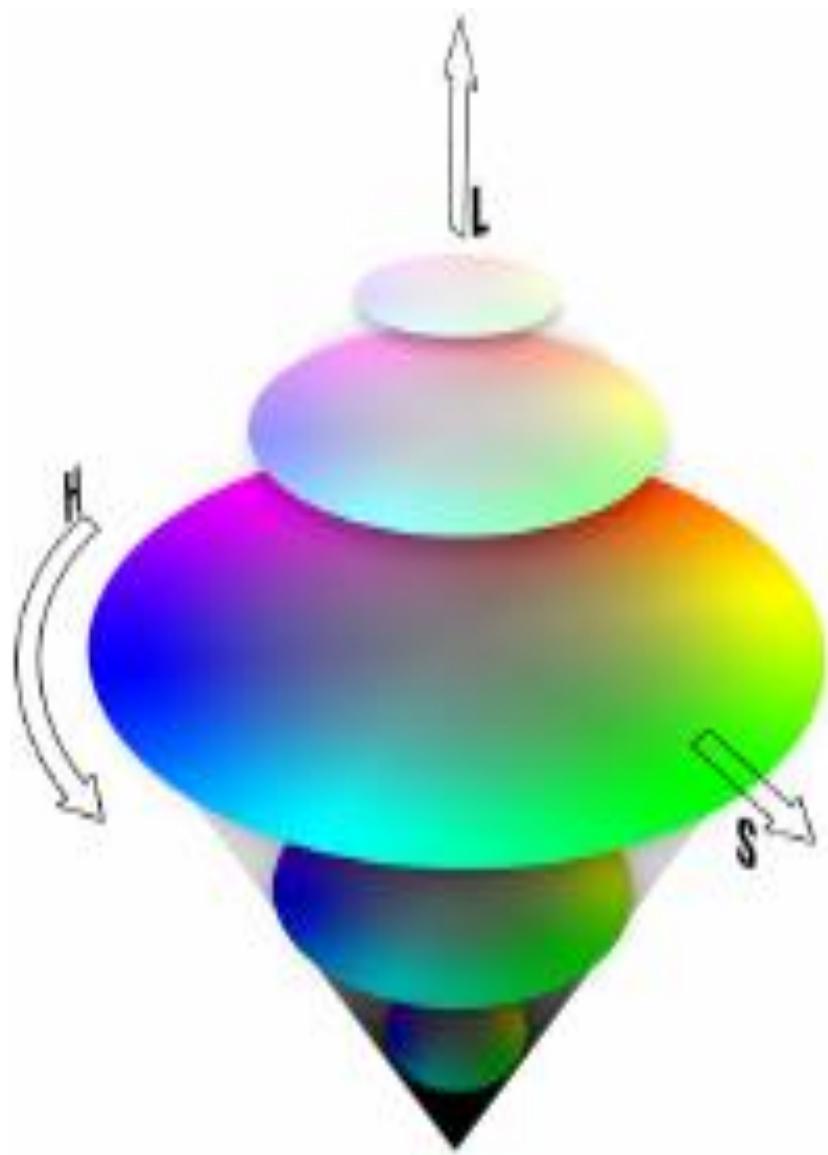
در مدل HSI مدل هایی طراحی شده است که به شکل زیر می باشد. که از همه راحت تر مدل دایره ای است. که هر زاویه ای که در شکل ها وجود دارد نشان دهنده یک Hue یا یک تم رنگ است. که زاویه ۰ آن قرمز است زاویه ۱۸۰ رنگ فیروزه ای و زاویه ۱۲۰ درجه سبز است مثلا که ۶۰ باشد یعنی نارنجی که به زرد نزدیک تر است . Saturation هر چه به محیط دایره نزدیک باشد یعنی به ۱ نزدیک تر است یعنی سفید قاطی نکردیم و هر چقدر Saturation از محیط دایره دور شود و به مرکز نزدیک تر شود یعنی به ۰ نزدیک می شود یا بیشتر یا سفید تر می شود. یعنی در محیط دایره رنگ های مختلف چیده شده هر چه به سمت مرکز دایره می ای ب همان رنگ انگار سفید بیشتری قاطی شده است.

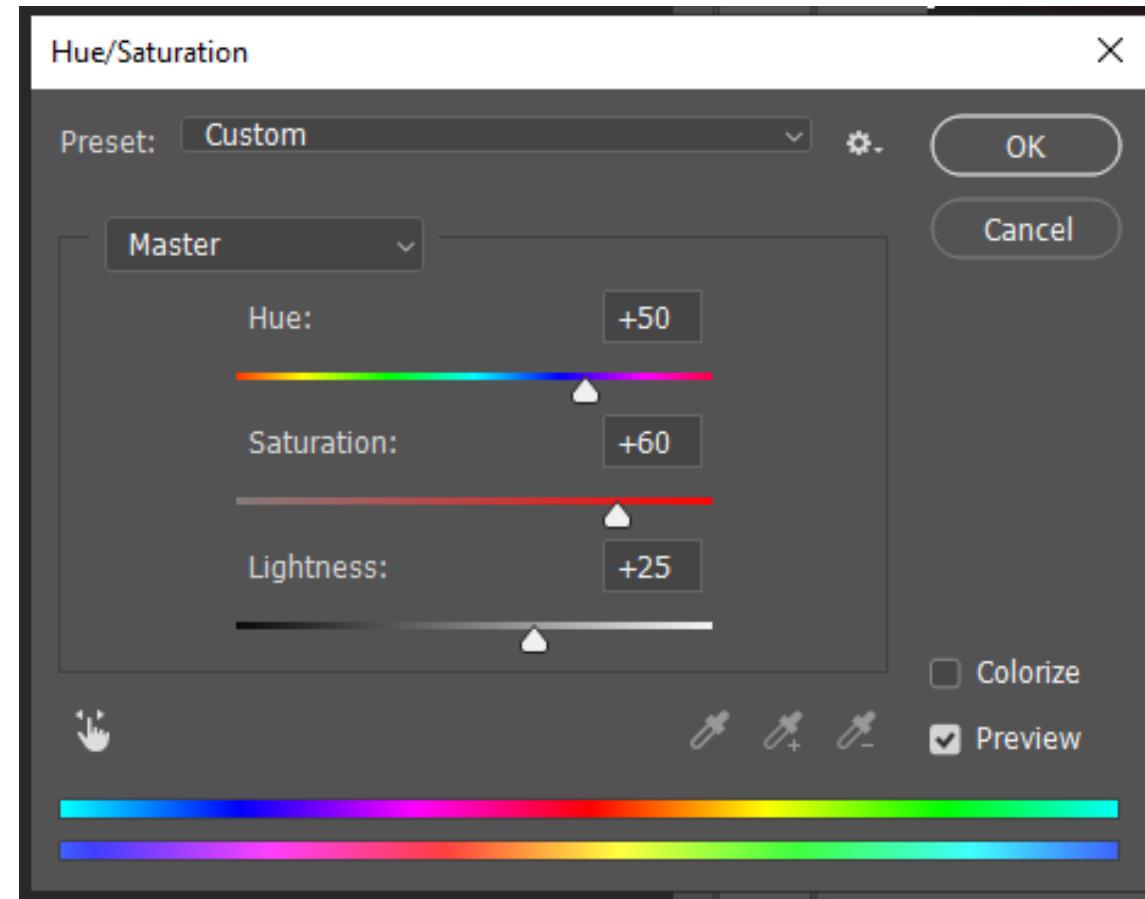
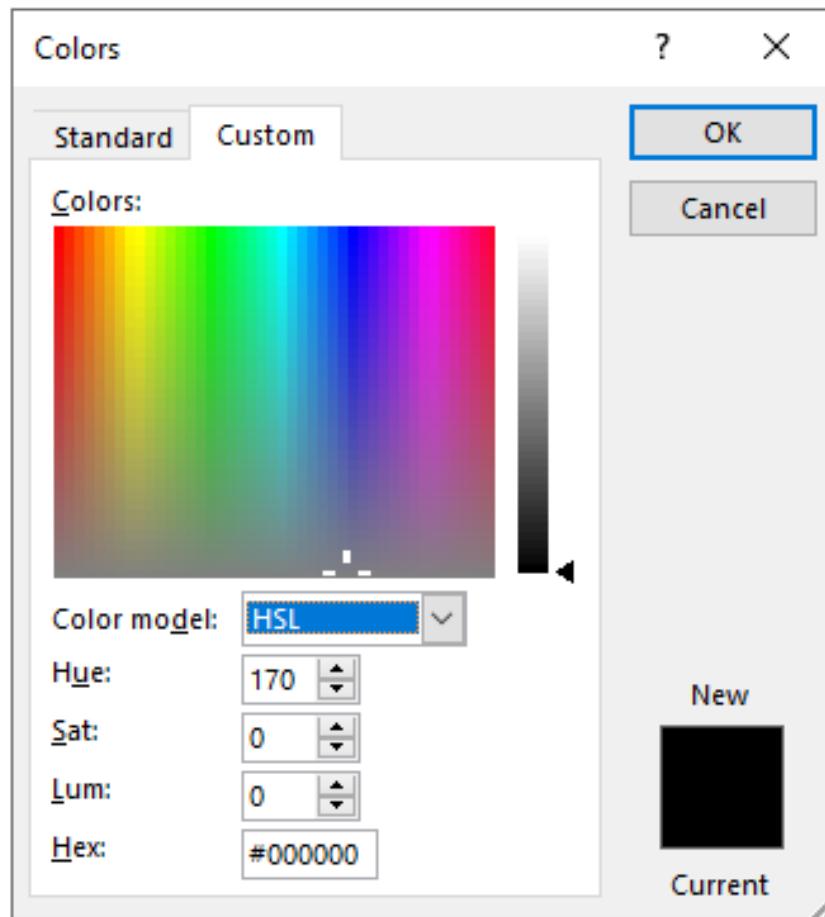
که شکل دایره ای دارد یک شکل مخروط می سازد این نقطه وسط یا مرکز دایره که intensity را مشخص می کند یعنی از ۰ تا ۲۵۵ حرکت می کند توی مخروط هیچ دو نقطه ای رنگ یکسان ندارند شاید رنگ یکسان داشته باشند ولی intensity یکسان ندارند پس مرکز دایره همه  $Saturation=0$  است که intensity متفاوت است. تو محیط دایره که پایین می بینید که هر چقدر به مرکز نزدیک تر می شویم انگار که به Hue مشکی قاطی شده است مثلا رنگ سورمه ای که آبی و سیاه یا رنگ زرشکی که رنگ قرمزی که مشکی قاطی کردیم. نوک قله مخروط از پایین مطلق مشکی است.

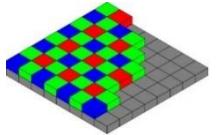












## تبدیل مدل RGB به HSI

### Converting colors from RGB to HSI

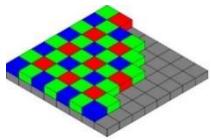
$$H = \begin{cases} \theta & \text{if } B \leq G \\ 360 - \theta & \text{if } B > G \end{cases}$$

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(R-G) + (R-B)]}{\left[ (R-G)^2 + (R-B)(G-B) \right]^{\frac{1}{2}}} \right\}$$

$$S = 1 - \frac{3}{R+G+B} [\min(R, G, B)]$$

$$I = \frac{1}{3} [R + G + B]$$

Color Image Processing : 20



# تبدیل مدل HSI به RGB

## Converting Colors from HSI to RGB

RG sector:  $0 \leq H < 120$

$$R = I \left[ 1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

$$B = I(1 - S)$$

$$G = 1 - (R + B)$$

GB sector:  $120 \leq H < 240$

$$H = H - 120$$

$$R = I(1 - S)$$

$$G = I \left[ 1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

$$B = 1 - (R + G)$$

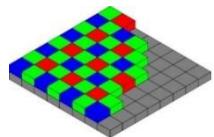
BR sector:  $240 \leq H \leq 360$

$$H = H - 240$$

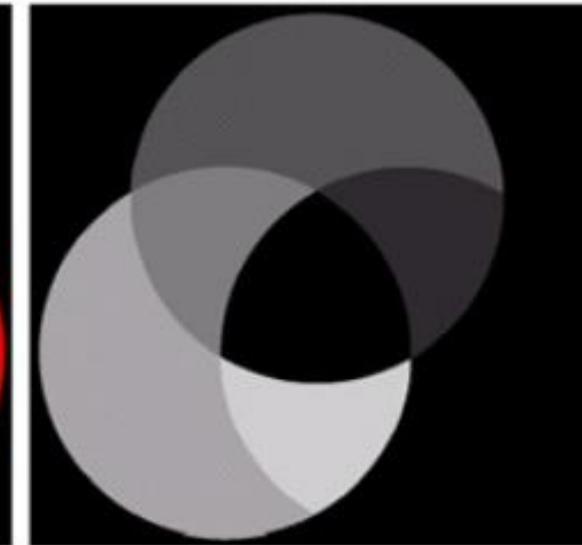
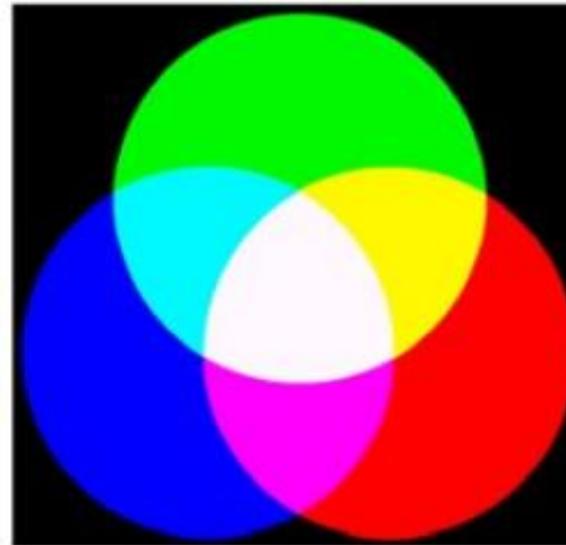
$$B = I \left[ 1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

$$G = I(1 - S)$$

$$R = 1 - (G + B)$$



RGB



Hue

عدد یا زاویه که رنگ  
را نشان می دهد

Saturation

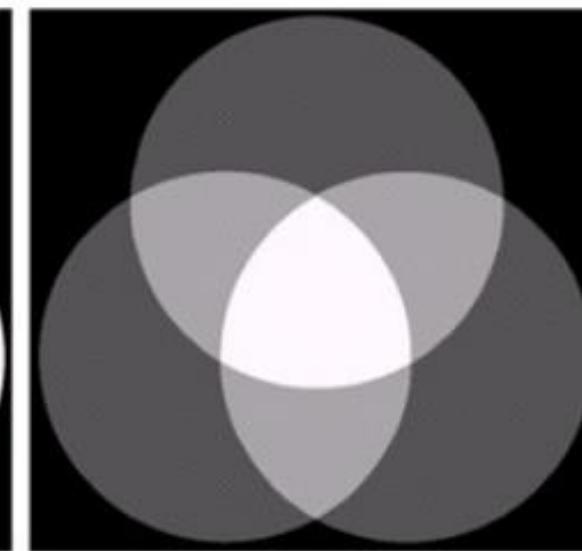
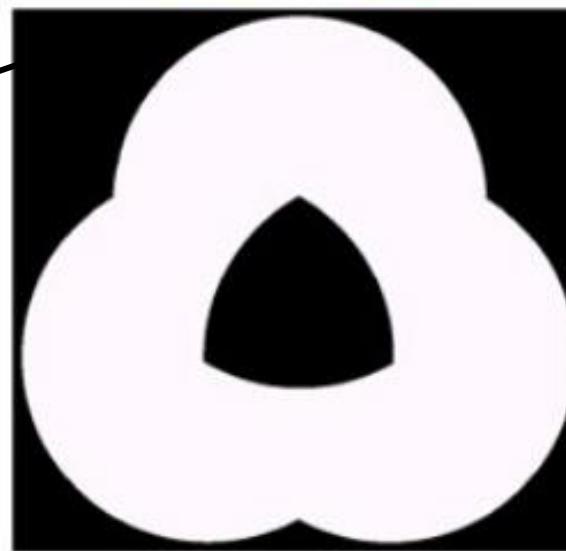
بین ۰ تا ۱

رنگ اشباع مشکی  $\rightarrow S=0$

رنگ سفید زیاد

رنگ اشباع سفید  $\rightarrow S=1$

رنگ سفید ندارد



Intensity

$$\frac{R + G + B}{3}$$



# Digital Image Processing



# جلسه ۸



