



# پردازش رقومی تصاویر Image Processing

E:RASTGOU

## ارزشیابی



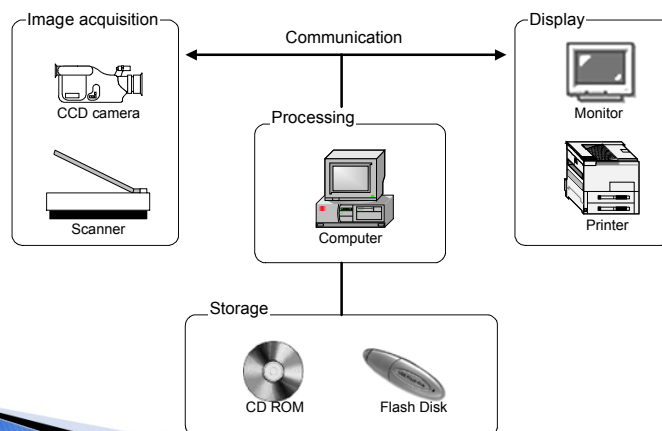
- ▶ امتحان پایان ترم ۱۰ نمره
- ▶ امتحان میان ترم ۵ نمره
- ▶ امتحان عملی ۵ نمره
- ▶ تحقیق ۲ نمره اضافه

## مقدمه

### تعریف

- به مجموعه عملیات انجام شده بر روی تصاویر رقومی که جهت شناسایی، طبقه‌بندی، اندازه‌گیری و ارزیابی پدیده‌های فیزیکی و طبیعی بر روی تصاویر انجام می‌شود، پردازش رقومی تصاویر می‌گوییم.
- پردازش تصویر نگاشتی از فضای تصویر به تصویر است
- پردازش، تفسیر یا تجزیه تحلیل اطلاعات تهیه شده در سنجش از دور، عبارت است از بررسی، شناخت و ارزیابی پدیده‌های مختلف و استخراج اطلاعات لازم برای برنامه ریزی منابع زمینی یا سایر مقاصد.
- بنابر تعریفی دیگر، پردازش، تفسیر یا تجزیه تحلیل اطلاعات سنجش از دور عبارت است از:
- بررسی و مطالعه عکسهای هوایی، فضائی و اطلاعات ماهواره ای، به منظور شناسایی پدیده‌های مختلف سطح زمین که هر یک با تن یا رنگی خاص بر روی عکسهای هوایی و فضایی و تصاویر ماهواره‌ای ظاهر می‌شوند.

## Image Processing System



## تصویر

- هر تصویر را می‌توان به صورت یک تابع در نظر گرفت.
- این تابع هر جزء تصویر را که در سطر (r) و ستون (c) است را به فضای درجه خاکستری در  $g$  می‌برد.

$r:c \rightarrow g$  ▶

- هر جزء از تصویر را که با یک سطر یا ستون می‌شناسیم **PIXEL** نامیده می‌شود. (Picture Element)
- بنابراین تصویر را می‌توان شبکه‌ای منظم از اعداد در نظر گرفت که این اعداد نشان دهنده میزان انرژی الکترو مغناطیس ثبت شده توسط سنجنده می‌باشد.

## A Gray Level Image is a Matrix

$f(0,0)$	$f(0,1)$	$f(0,2)$	....	....	$f(0,n-1)$
$f(1,0)$	$f(1,1)$	$f(1,2)$	....	....	$f(1,n-1)$
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
$f(m-1,0)$	$f(m-1,1)$	$f(m-1,2)$	...	....	$f(m-1,n-1)$

An image of  $m$  rows,  $n$  columns,  $f(i,j)$  is in  $[0,255]$

## تصویر

$j$   
 $\rightarrow$

62	79	23	119	120	105	4	0
10	10	9	62	12	78	34	0
10	58	197	46	46	0	0	48
176	135	5	188	191	68	0	49
2	1	1	29	26	37	0	77
0	89	144	147	187	102	62	208
255	252	0	166	123	62	0	31
166	63	127	17	1	0	99	30


$\downarrow$   
 $i$

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

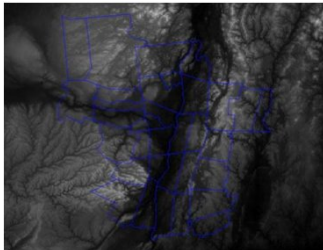
7

## تصویر

- هر پیکسل به تعداد باندها مقدار دارد.
- مقادیر درجه خاکستری می تواند منابع متعددی داشته باشد. به عنوان مثال می تواند بیانگر ارتفاع، درجه حرارت، میزان انرژی الکترومغناطیسی بازتابی و یا میزان تابش اجسام باشد.



Human body disperses heat (red pixels)



DEM

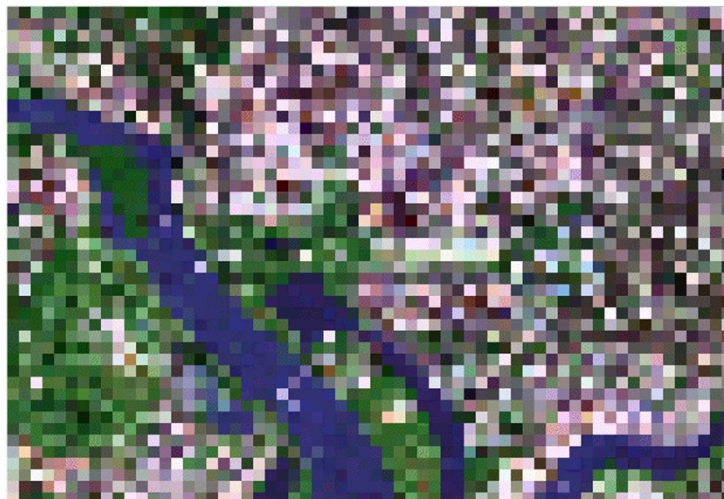
WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

8

## تصویر

- هر چه اندازه این PIXELها کوچکتر شود جزئیات بیشتری را نشان می‌دهد.
- داده‌های ماهواره‌ای با فرمت‌های مختلفی در اختیار کاربران قرار می‌گیرد ولی با این وجود فرمت CEOS(Committee on Earth Observation Satellites) مورد قبول واقع شده است.

## Raster Model Resolution



100 meter resolution

## Raster Model Resolution



30 meter resolution

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

11

## Raster Model Resolution



5 meter resolution

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

12

## Raster Model Resolution



WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

13

## فرمت‌های ذخیره سازی تصویر

▶ داده‌های سنجنش از دور بر اساس سه فرمت ارائه می‌گردد.

1. Band Interleaved by Pixel (BIP)
2. Band Interleaved by Line (BIL)
3. Band Sequential (BSQ)

▶ در روش ترتیب باندی برای هر باند یک تصویر داریم.

▶ در روش ترتیب خطی به تعداد باندها برای PIXELها یک خط در نظر می‌گیریم و به تعداد باندها این خطوط ادامه پیدا می‌کنند.

▶ در روش PIXEL نیز به تعداد باندها برای هر PIXEL تکرار داریم.

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

14

### Multispectral Imagery

The "Layers" of a Landsat Image

# BSQ

Ch. 1  
Blue

Ch. 2  
Green

Ch. 3  
Red

Ch. 4  
NIR

Ch. 5  
MIR

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

15

## فرمت‌های تصویری

- ▶ ساختاری برای چگونگی نگهداری و فشرده سازی تصاویر می‌باشد.
- ▶ فرمت‌های بدون از دست دادن داده:
- ▶ HDF
- ▶ GEOTIFF
- ▶ BMP
- ▶ فرمت‌هایی که مقداری از داده‌ها را از دست می‌دهد.
- ▶ JPEG
- ▶ MRSID
- ▶ عددی که به Pixelها به عنوان DN نسبت می‌دهیم در پایه ۲ است. مثلاً در تصویر ۸ بیتی  $2^8=256$  درجه خاکستری داریم.

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

16



## سیستم‌ها و ترکیبات رنگی

E:RASTGOU

### فضاهای رنگی

بسیاری از سنجنده‌ها تصاویر چند طیفی از سطح زمین تهیه می‌کنند که نحوه نمایش آنها خود یکی از پایه‌ای‌ترین مسایل در تفسیر بصری تصاویر به شمار می‌رود. فضاهای رنگی محلی برای تعریف چگونگی نمایش تصاویر چند باندهای و فهم داده‌های تصویری هستند. در این سیستم‌های رنگی هر مقدار انرژی الکترومغناطیس با یک رنگ و یک شدت رنگ مشخص نشان داده شده و به این ترتیب با شناخت سیستم رنگی مورد استفاده می‌توان فهم صحیح و مناسبی از تصویر نمایش داده شده داشت. دیگر کاربرد مهم فضاهای رنگی انجام تبدیلات و تغییرات تصویری با استفاده از آنها می‌باشد. بعضی از پردازش‌ها در یک سری از فضاهای ساده تر انجام می‌شود و برخی دیگر منحصر به تنها یک فضای رنگی خاص می‌باشند. ایجاد ترکیب رنگی تصاویر چند باندهای نیز با تعریف فضاهای رنگی ممکن می‌شود. انتخاب یک ترکیب رنگی صحیح نیاز به درک و اطلاعات کافی از فرایند تصویربرداری و همچنین شناخت رفتار طیفی عوارض در باندهای گوناگون دارد. علاوه بر این شناخت سیستم دید انسانی و درک رنگ توسط آن خود در فهم و آنالیز بهتر عوارض نشان داده شده در ترکیب رنگی کمک می‌کند.

## ترکیبات رنگی

- ▶ معمولاً سنجنده‌های مورد استفاده در سنجش از دور در بخش‌های مختلف طیف الکترو مغناطیس به جمع آوری اطلاعات می‌پردازند و این بخشها غالباً به قسمت مرئی محدود نمی‌شود. این مسئله بدین علت است که قسمت عمده‌ای از اطلاعات مفید مربوط به اشیاء در بخشهای غیر مرئی طیف الکترو مغناطیس قرار دارند. و بنابر این در طراحی سنجنده‌ها سعی بر این است که باندهایی در دامنه‌های طیفی دیگر نظیر مادون قرمز نزدیک حتماً گنجانده شوند.
- ▶ از آنجایی که مانیتورهای معمول در بازار از فضای رنگی RGB برای نمایش رنگها استفاده می‌کنند هیچ چاره‌ای نیست مگر آنکه ترکیبی از سه باند مورد نظر را به گونه‌ای قابل شناخت به سه تفنگ الکترونیکی قرمز، سبز و آبی نسبت دهیم. یکی از ساده ترین انتخابها انتصاب باندهای هم نام به رنگهای یکسان می‌باشد.

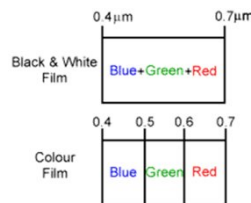
WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

19

## ترکیبات رنگی

- ▶ اگر رنگ هر باند به رنگ مناسب خود مرتبط گردد یک ترکیب رنگی حقیقی (True color composite) بدست می‌آید و نتیجه این ترکیب بسیار مانند حالتی خواهد بود که چشم انسان عمل می‌کند. این ترکیب رنگی طبیعی بوده و به درک و نگاه انسان از طبیعت نزدیک است.
- ▶ یکی دیگر از ترکیبهای رنگی بسیار مفید ترکیب رنگی کاذب (false color composite) است در این ترکیب رنگی از طیف‌های باندهای غیر مرئی نیز استفاده می‌شود.
- ▶ یک ترکیب رنگی کاذب استاندارد به صورت زیر خواهد بود.

باند تصویر	تفنگ‌های رنگی
NIR	R
R	G
G	B



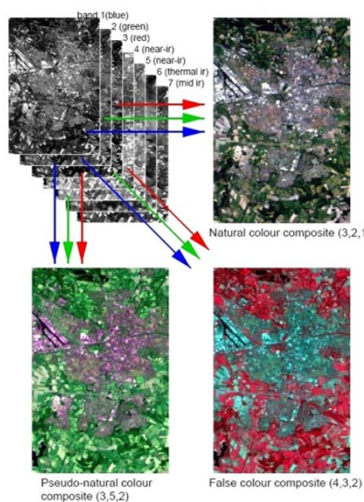
WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

20

## ترکیبات رنگی

- ▶ همان طور که در جدول ترکیب رنگی استاندارد مشاهده کردید از رنگ خود باند استفاده نمی‌شود زیرا اطلاعات زیادی را از آن نمی‌توان استخراج نمود.
- ▶ گیاهان در باند NIR بازتابش بهتری از خود نشان می‌دهند و آن را با رنگ قرمز نشان می‌دهیم.
- ▶ در باند سبز آب بهتر نشان داده می‌شود و آن را با رنگ آبی نشان می‌دهیم و دیگر عوارض که در باند R نشان داده می‌شوند را با رنگ سبز نشان می‌دهیم.
- ▶ حاصل تصویری خواهد بود که در آن رنگهای طبیعی برای اشیا مشاهده نمی‌شود. ولی با دانستن دقیق ترتیب باندهای انتصابی و چگونگی رفتار عوارض در این باندها تشخیص عوارض در این حالت از ترکیب رنگی حقیقی راحت‌تر است. مثلاً پوشش گیاهی بر خلاف انتظار ما که سبز رنگ است با رنگ قرمز دیده می‌شود. زیرا باند NIR که در آن پوشش گیاهی بازتابش بیشتری دارد به رنگ قرمز نسبت داده شده است.

## ترکیب رنگی حقیقی و ترکیب رنگی کاذب باندهای سنجنده TM



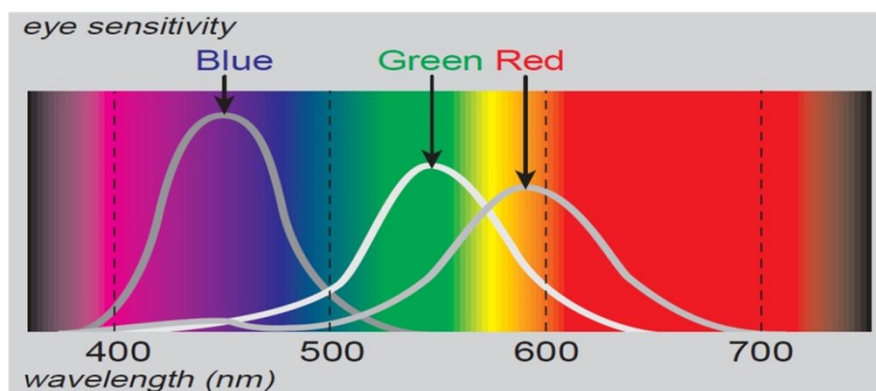
## چگونگی دید انسان

- ▶ انسان قادر به تشخیص حدود ۸ میلیون رنگ می‌باشد. این رنگها در بازه مرئی طیف الکترو مغناطیسی است یعنی از ۰/۴ میکرون تا ۰/۷ میکرون
- ▶ سلولهای عصبی شبکیه چشم انسان:
  - سلولهای میله ای (rod): دریافت امواج
  - سلولهای مخروطی (cone): تشخیص رنگ
- ▶ چشم انسان معمولاً به سه رنگ قرمز، سبز و آبی حساسیت بیشتری دارد.

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

23

## نمودار حساسیت چشم انسان به سیستم‌های رنگی



WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

24

## سیستم‌های رنگی

▶ تئوری فضای رنگی سه بعدی

برای بیان یک رنگ حداقل سه درجه آزادی (قرمز، آبی، سبز) وجود دارد. بر این اساس سه فضای رنگی بوجود آمده که عبارتند از:

۱. RGB

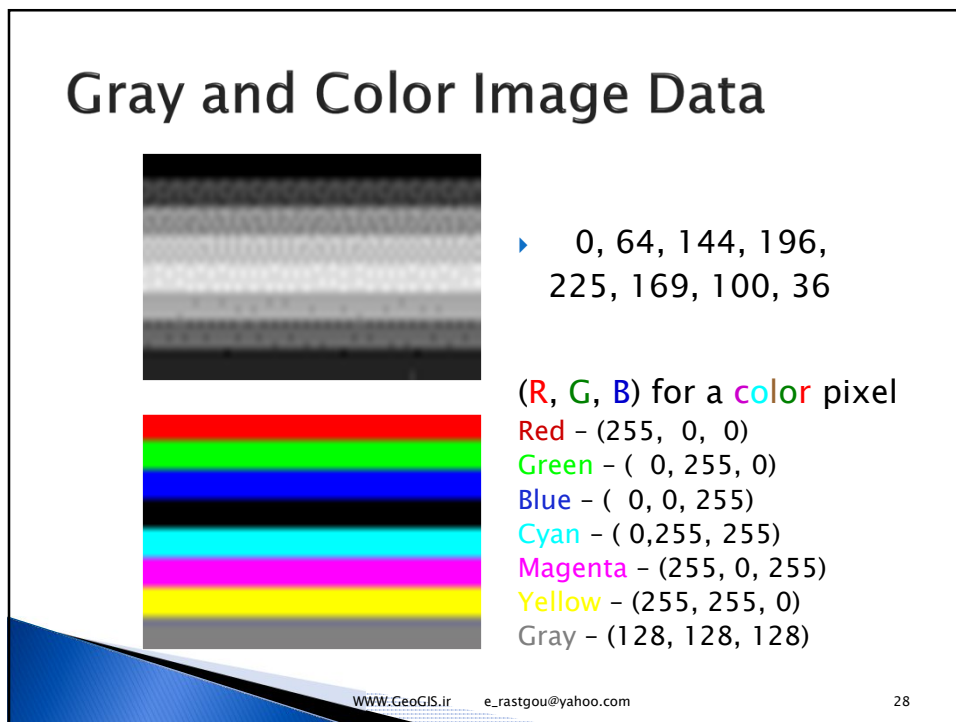
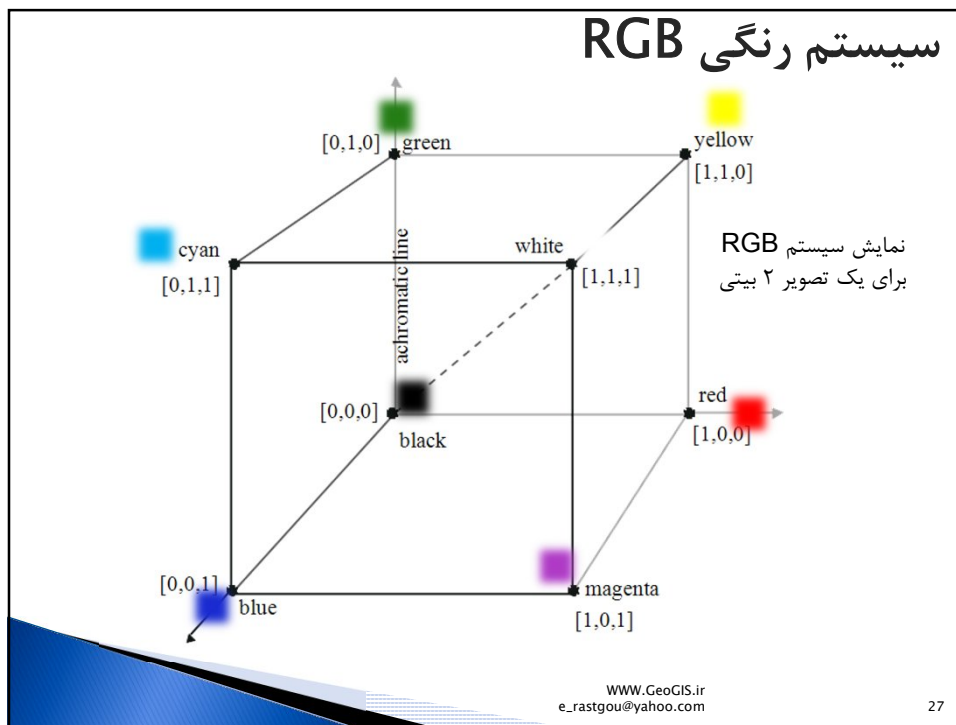
۲. HSI

۳. CYM

## سیستم رنگی RGB

▶ سیستم رنگی RGB سه رنگ اصلی قرمز، سبز، آبی را برای تولید تمامی رنگها به کار می‌برد. هر رنگ با مشخص شدن این سه مولفه برای آن تعیین می‌شود و قابل تولید است. اگر یک سیستم مختصات سه بعدی در نظر بگیریم (به صورت مکعب) در مبدا سیستم مختصات رنگ سیاه قرار دارد (0,0,0) به تدریج با اضافه شدن مقادیر در سه محور، رنگهای دیگر تولید می‌شوند در گوشه مقابل مبدا در جایی که حداکثر اعداد ممکن برای سه رنگ اصلی قابل تولید است رنگ سفید خواهد بود. که دارای درجات خاکستری (255,255,255) است.

▶ قطری از این مکعب که سیاه را به نقطه سفید وصل میکند خط درجات خاکستری نامیده می‌شود و در روی آن مقدار هر سه مولفه قرمز، سبز و آبی برای هر نقطه مساوی است که در نتیجه سطوح مختلف خاکستری از سیاه تا سفید را تولید می‌کند. از آنجایی که با اضافه شدن مقدار در سطح سه محور اصلی رنگهای مختلف تولید می‌شوند به سیستم رنگی RGB یک سیستم تجمعی (Additive) می‌گویند.



## ترکیبهای تجمعی در سیستم RGB



WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

29

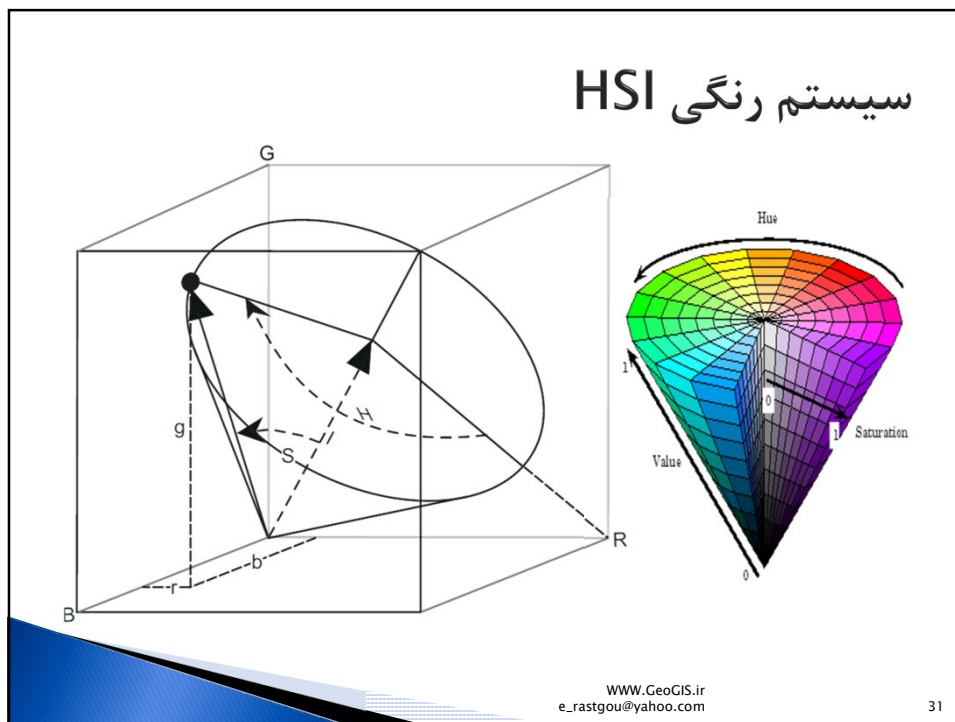
## سیستم رنگی HSI

▶ سیستم رنگی RGB با اینکه کاربرد بسیار زیادی در مانیتورهای نمایش تصویر دارد ولی در زندگی معمولی ما، کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. و بیشتر رنگها را با بیان میزان شدت یا ضعفشان بیان می‌کنیم (آبی کم رنگ، آبی پر رنگ و...) از این رو یک سیستم رنگی جدید بوجود آمد که به بیان رنگها به گونه‌ای می‌پردازد که به درک ذهن انسان نزدیکتر است به نام HSI که دارای سه مولفه زیر برای بیان رنگهای مختلف است.

▶ Hue (جلا یا چرذگی)، Saturation (اشباع یا سیری) ، Intensity (شدت)

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

30



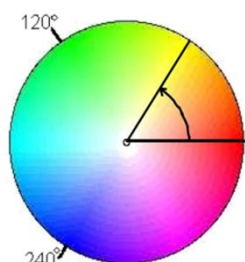
## توضیح شکل سیستم HSI

- ▶ این شکل ارتباط بین سیستم RGB و HSI را نشان می‌دهد.
- ▶ سیستم HSI بر مبنای یک مخروط استوار است که در آن محور مخروط بیانگر شدت (INTENSITY)، فاصله از محور بیانگر سیری (اشباع) (SATURATION) و موقعیت روی محیط مقطع افقی بیانگر چرذگی (جلا) (HUE) می‌باشد.
- ▶ در این مدل بهتر است که شدت رنگ (INTENSITY) را با جمع ارزشهای R, G, B تعیین کنیم. در قطر اصلی مکعب رنگ  $(R=G=B)$  حرکت از سیاه به سمت سفید جایی که ما شاهد تن رنگ خاکستری هستیم  $SATURATION=0$  به عبارتی INTENSITY بیانگر میزان روشنایی رنگ است.
- ▶ در گوشه‌های REG-GREEN, GREEN-BLUE, BLUE-RED یعنی جاهایی که در مکعب رنگ، رنگ‌های اصلی قرار دارند، SATURATION به صورت ماکسیمم یعنی صد درصد است یا به عبارتی رنگ خالص دارای اشباع صد درصد است. و مقادیر متوسط اشباع بیانگر تن رنگهای شفاف و مقادیر بالای آن بیانگر خلوص و شدت یک رنگ می‌باشد.



## سیستم رنگی HSI

▶ برای تعیین HUE ما به خط عمود بر قطر اصلی نگاه می‌کنیم، جایی که ما میتوانیم چرخش ۳۶۰ درجه داشته باشیم، بترتیب رنگهای قرمز، زرد، سبز و .... تا جایی که دوباره به قرمز بر می‌گردد، و بسته به زاویه‌ای که رنگ ما در آن قرار دارد درجه HUE مشخص می‌شود.



Hue (Colour) Wheel

▶ HUE در اصل بیانگر طول موج رنگ غالبی است که مشاهده می‌شود.

▶ چرذگی از رنگ قرمز شروع شده و در جهت خلاف عقربه‌های ساعت (در اکثر سیستم‌ها) افزایش یافته در ۰ تا ۲π و یا ۰ تا ۲۵۵ در سیستم‌های ۸ بیتی تعریف می‌شود. مقدار اشباع نیز از صفر (در روی محور) تا ۲۵۵ (در سیستم‌های ۸ بیتی) که در روی محیط مخروط است تغییر می‌کند.

## سیستم رنگی HSI

▶ **SATURATION** یا اشباع رنگ را نسبت به رنگ سفید که ترکیبی از تمامی رنگها است می‌سنجند.



### 8.5.1 Introduction to RGB and IHS color model

To understand image fusion methods operating in color space, it is important to have basic knowledge about the RGB (red, green, blue) and IHS (also referred to as HIS or HSI: intensity, hue, saturation) color spaces. Similarly to geometrical data, the color spaces span their own coordinate systems. Due to their definitions, it is possible to convert images lossless from one color model to the other. The RGB model is an additive color model, where new colors are derived by adding the three base colors at different levels. For example: yellow = red + green. The IHS model is different; here, the intensity (sometimes also

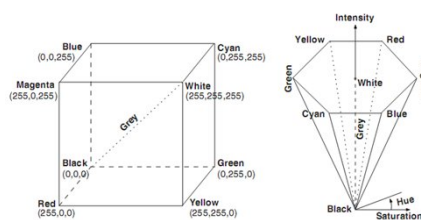



Fig. 8.8. Left: RGB (red, green, blue) cubic color space; right: IHS (intensity, hue, saturation) hexagonal color space (adapted from Mather, 1999:99)



$$H = \text{ARCTAN}\left(\frac{\sqrt{(-)^{(-)}}}{(-)^{(-)}}\right)$$

$$S = \frac{(-)^{(-)} + (-)^{(-)} + (-)^{(-)}}{(-)^{(-)} + (-)^{(-)} + (-)^{(-)}}$$

تبدیل معکوس از فضای HIS به فضای RGB نیز توسط روابط زیر انجام میشود:

$$R = \frac{(-)^{(-)} + \sqrt{(-)^{(-)}}}{(-)^{(-)}}$$

$$G = \frac{(-)^{(-)} - \sqrt{(-)^{(-)}}}{(-)^{(-)}}$$

$$B = \frac{(-)^{(-)} + \sqrt{(-)^{(-)}}}{(-)^{(-)}}$$


با استفاده از این روابط می توان یک فضای رنگی را به یک فضای رنگی دیگر تبدیل نمود. این تبدیلات در تلفیق تصاویر ( IMAGE (FUSION ) بکار می روند.

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com


## سیستم رنگی CYM

- ▶ سیستم رنگی CYM یک سیستم رنگی از نوع کاهشی است از این رو به آن سیستم **subtracts** نیز می گویند.
- ▶ از این نوع سیستم بیشتر در چاپگرها استفاده می شود.

**Subtractive Color.** When we mix colors using paint, or through the printing process, we are using the subtractive color method. Subtractive color mixing means that one begins with white and ends with black; as one adds color, the result gets darker and tends to black.



The CMYK color system is the color system used for printing.



Those colors used in painting—an example of the subtractive color method.

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

## سیستم‌های رنگی دیگر

▶ براساس کاربری‌های مختلف سیستم‌های رنگی بسیار زیادی ایجاد شده که در زیر به ۷۰ مورد از آنها اشاره می‌شود.

- ▶ [Absolute color space](#)
- ▶ [Color space](#)
- ▶ [List of color spaces and their uses](#)
- ▶ **A**
- ▶ [Adams chromatic valence color space](#)
- ▶ [Additive color](#)
- ▶ [Adobe RGB color space](#)
- ▶ [Amber shift](#)
- ▶ [Apple RGB](#)
- ▶ **C**
- ▶ [CcMmYK color model](#)
- ▶ [CIE 1931 color space](#)
- ▶ [CIE 1960 color space](#)
- ▶ [CIE 1964 color space](#)
- ▶ [CIECAM02](#)
- ▶ [CIELUV](#)
- ▶ [CMYK color model](#)
- ▶ [Color difference](#)
- ▶ [Color model](#)
- ▶ [Color solid](#)
- ▶ [Color theory](#)
- ▶ [Color triangle](#)
- ▶ [Coloroid](#)
- ▶ **F**
- ▶ [Farrow & Ball](#)
- ▶ [Federal Standard 595](#)
- ▶ [Fine Paints of Europe](#)
- ▶ **G**
- ▶ [Gamut](#)
- ▶ [Glob \(visual system\)](#)
- ▶ **H**
- ▶ [Hexachrome](#)
- ▶ [HKS \(colour system\)](#)
- ▶ [HSL and HSV](#)
- ▶ **I**
- ▶ [ICAM \(Color Appearance Model\)](#)
- ▶ [ICC profile](#)
- ▶ [Imaginary color](#)
- ▶ [International Commission on Illumination](#)
- ▶ **L**
- ▶ [Lab color space](#)
- ▶ [LMS color space](#)
- ▶ **M**
- ▶ [MacAdam ellipse](#)
- ▶ [Munsell color system](#)
- ▶ [Template:Munsell-5PB-5Y](#)
- ▶ [Template:Munsell-hues](#)

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

37

## سیستم‌های رنگی دیگر

- ▶ **N**
- ▶ [Natural Color System](#)
- ▶ [NTSC](#)
- ▶ **O**
- ▶ [OSA-UCS](#)
- ▶ **P**
- ▶ [PAL](#)
- ▶ [Pantone](#)
- ▶ [Planckian locus](#)
- ▶ [ProPhoto RGB color space](#)
- ▶ **Q**
- ▶ [Quattron](#)
- ▶ **R**
- ▶ [RAL \(color space system\)](#)
- ▶ **R cont.**
- ▶ [Rq chromaticity](#)
- ▶ [RG color space](#)
- ▶ [RGB color model](#)
- ▶ [RGB color space](#)
- ▶ [RGBA color space](#)
- ▶ [RYB color model](#)
- ▶ **S**
- ▶ [Sample \(graphics\)](#)
- ▶ [ScRGB](#)
- ▶ [SECAM](#)
- ▶ [Specifications for Web Offset Publications](#)
- ▶ [Spot color](#)
- ▶ [SRGB](#)
- ▶ [Subtractive color](#)
- ▶ **T**
- ▶ [TSL color space](#)
- ▶ **W**
- ▶ [Wide Gamut RGB color space](#)
- ▶ **X**
- ▶ [XvYCC](#)
- ▶ **Y**
- ▶ [YCbCr](#)
- ▶ [YDbDr](#)
- ▶ [YIQ](#)
- ▶ [YPbPr](#)
- ▶ [YUV](#)
- ▶ **T**
- ▶ [Template:Color space](#)

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

38

# همسایگی و پیوستگی Continuity & Neighborhood

E:RASTGOU

## Sampling and quantization

- **Sampling**: عددی سازی مختصات مکانی
- **Quantization**: عددی سازی مقادیر روشنایی
- منظور از نمونه برداری این است که در تصویر یک سری نمونه انتخاب کنیم و یک تصویر جدید ایجاد کنیم.
- بستگی به محتویات فرکانسی تعداد نمونه‌ها تغییر می‌کند.
- هر چه تصویر دارای فرکانس بالاتری باشد تعداد نمونه‌ها برای دیجیتایز کردن آن بیشتر است.
- در مناطقی که تغییرات روشنایی شدید تر است می‌توان فواصل نمونه برداری را کاهش داد.
- منظور از **Quantization** عددی سازی مقادیر روشنایی برای ایجاد یک تصویر جدید است.

# Sampling and quantization

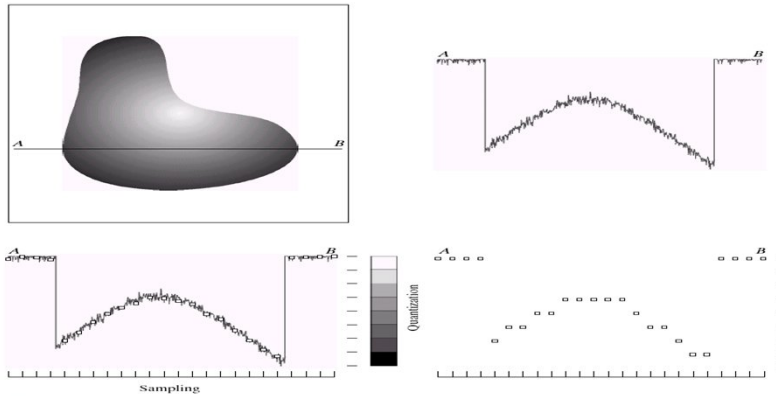
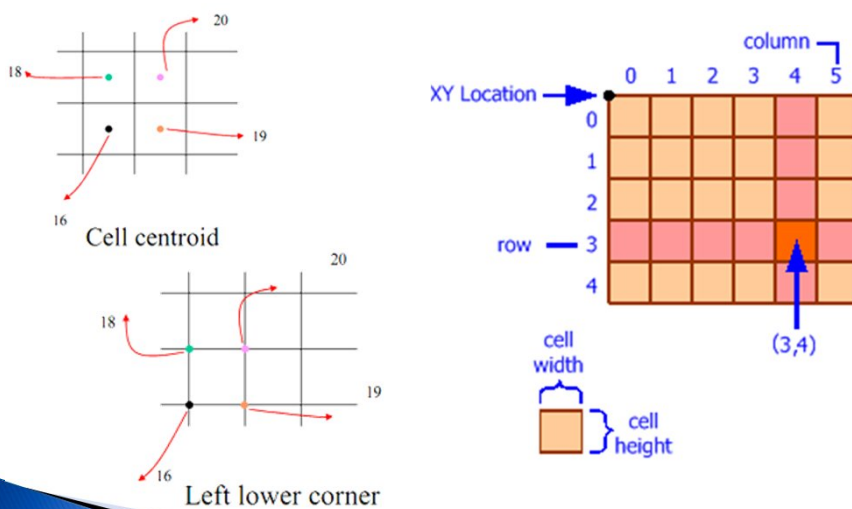
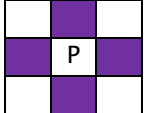


FIGURE 2.16 Generating a digital image. (a) Continuous image. (b) A scan line from A to B in the continuous image, used to illustrate the concepts of sampling and quantization. (c) Sampling and quantization. (d) Digital scan line.

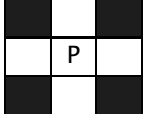
# روابط همسایگی بین پیکسل‌ها



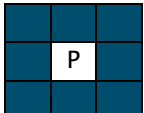
### روابط همسایگی بین پیکسل‌ها



• همسایگی چهار گانه (N4):



• همسایگی قطری (ND):



• همسایگی هشت گانه (N8):

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

43

### روابط همسایگی بین پیکسل‌ها

$$N_4(P) = \{(X + 1, Y), (X, Y + 1), (X - 1, Y), (X, Y - 1)\}$$

$$N_D(P) = \{(X + 1, Y + 1), (X + 1, Y - 1), (X - 1, Y - 1), (X - 1, Y + 1)\}$$

$$N_8(P) = N_4(P) \cup N_D(P)$$

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

44

## پیوستگی

• دارای دو شرط است

۱. همسایگی دو پیکسل

۲. شباهت سطوح روشنایی در پیکسل ( برای اعمال این شرط یک محدوده باید

تعریف شود).

• انواع پیوستگی:

۱. پیوستگی چهار نقطه‌ای (C4):

✓  $V$ : محدوده مقادیر روشنایی

$$q \in C_4(p) \Leftrightarrow \begin{cases} q \in N_4(p) \\ f_q, f_p \in V \end{cases}$$

## پیوستگی

۲. پیوستگی هشت نقطه‌ای (C8):

$$q \in C_8(p) \Leftrightarrow \begin{cases} q \in N_8(p) \\ f_q, f_p \in V \end{cases}$$

۳. پیوستگی مرکب (Cm):

$$q \in C_m(p) \Leftrightarrow \begin{cases} q \in N_4(p) \\ f_q, f_p \in V \end{cases}$$

و

$$\{q \in N_D(p) \& (N_4(p) \cap N_4(q)) \notin V\}$$

## پیوستگی

0	0	0	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0

پیوستگی چهار نقطه ای —

پیوستگی هشت نقطه ای —

پیوستگی مرکب —

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

## تمرین ۱

در یک تصویر ساده RGB، نمودارهای شدت افقی مولفه‌های R و G و B آن برای موقعیت ۰ تا n-1 به شکل زیر است. مطلوب است مشخص کردن رنگی که یک فرد زمانی که در موقعیت وسط قرار گرفته است می‌بیند.

Red

Green

Blue

$$\frac{1}{2}R + G + \frac{1}{2}B = \frac{1}{2}(R + G + B) + \frac{1}{2}G$$

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com





## تمرین ۲

▶ برای دو زیر مجموعه  $S_1$  و  $S_2$  (دو تصویر) که در زیر آورده شده، مطلوب است موارد زیر اگر مجموعه  $v = \{1\}$  باشد.

$S_1$				$S_2$			
1	0	0	0	0	0	1	1
0	0	1	0	0	1	0	0
0	0	1	0	1	1	0	0
0	1	1	1	0	0	0	1

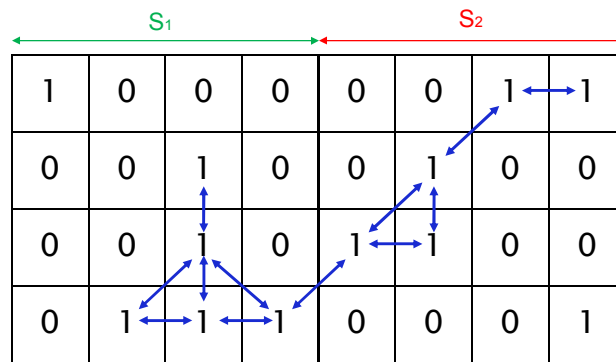
## تمرین ۲

▶ الف) پیوستگی چهار گانه

$S_1$				$S_2$			
1	0	0	0	0	0	1	1
0	0	1	0	0	1	0	0
0	0	1	0	1	1	0	0
0	1	1	1	0	0	0	1

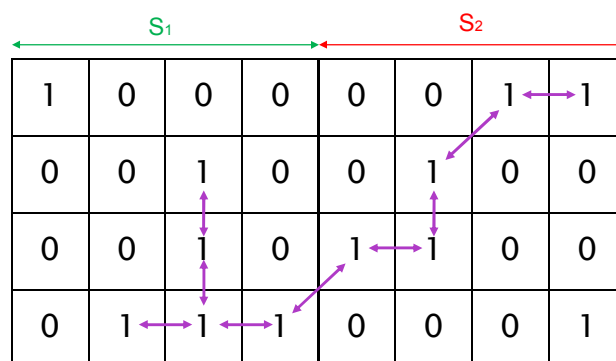
## تمرین ۲

▶ (ب) پیوستگی هشت گانه



## تمرین ۲

▶ (ج) پیوستگی مرکب



## تمرین ۲

▶ (د) بین این دو مجموعه چه نوع پیوستگی‌هایی وجود دارد

- پیوستگی مرکب
- پیوستگی هشت گانه

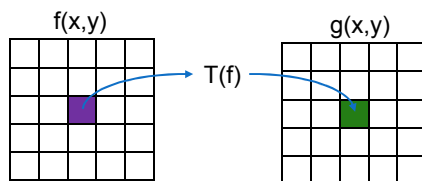
← S<sub>1</sub>
S<sub>2</sub> →

1	0	0	0	0	0	1	1
0	0	1	0	0	1	0	0
0	0	1	0	1	1	0	0
0	1	1	1	0	0	0	1

## بهبود تصویر Image Enhancement E:RASTGOU

## بهبود تصویر

- هدف اصلی پردازش تصویر به نحوی است که نتیجه برای یک کاربرد خاص از تصویر اولیه بهتر باشد.
- دو دسته:
  - روش‌های حوزه مکان
  - روش‌های حوزه فرکانس
- توابع پردازش تصویر در حوزه مکان می‌توانند در حالت کلی به صورت زیر باشند.
  ۱. پردازش تک نقطه‌ای (Point processing): بر روی یک پیکسل پردازش انجام می‌شود.



$f(x,y)$ : تصویر اولیه

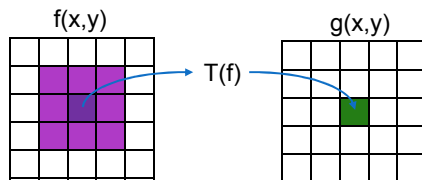
$g(x,y)$ : تصویر بهبود یافته

$$g(x, y) = T\{f(x, y)\}$$

## بهبود تصویر

- ▶ در این حال اپراتور  $T$  تنها بر روی مقادیر سطوح خاکستری هر پیکسل عمل می‌کند و پردازش بدون در نظر گرفتن همسایگی‌ها انجام می‌شود که ساده‌ترین روش بهبود تصویر می‌باشد.

۲. پردازش (بهبود) با استفاده از مجموعه‌ای از نقاط (روش همسایگی):
  - در این روش اپراتور  $T$  می‌تواند صرفاً بر روی هر نقطه  $X, Y$  عمل کند و از مجموعه‌ای از پیکسل‌ها در همسایگی نقطه  $X, Y$  برای بدست آوردن مقدار  $g$  در تصویر بهبود یافته استفاده کند.



$f(x,y)$ : تصویر اولیه

$g(x,y)$ : تصویر بهبود یافته

$$g(x, y) = T\{f(x, y, x_{+1}, y_{+1}, x_{+1}, y_{-1}, \dots)\}$$

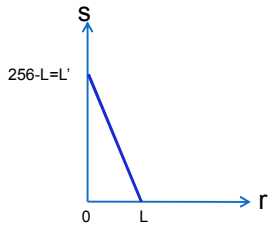


## بهبود تصویر

برای اپراتور نقطه‌ای T حالات زیر را بررسی کنید.

- ۲ : مقادیر سطوح خاکستری تصویر اولیه
- ۳ : مقادیر سطوح خاکستری تصویر بهبود یافته

۱. معکوس تصویر:  
 مقدار DN در تصویر اولیه

▶  $S=T(r)$







WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com


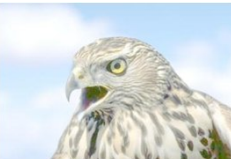
57

## بهبود تصویر

۲. بهبود کنتراست:

۳. فشردگی سازی محدوده دینامیکی:

۲.  $L'_2=240$   
 $L'$   
 $L'_1=0$   
 $L_1=40$   $L$   $L_2=180$

۳.  $L'$   
 $L$

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

58

## پردازشهای هیستوگرام Histogram processing

E: RASTGOU

### بررسی گرافیکی ارزشهای طیفی

- ▶ از ویژگی‌های تفسیر رقومی تصاویر ماهواره‌ای که معمولاً با استفاده از کامپیوتر و دستگاه‌های الکترونیکی صورت می‌گیرد امکان بهره‌گیری از روشهای مختلف بررسی و تجزیه و تحلیل رقومی تصاویر است. در این روش‌ها، ارزش‌های طیفی تصاویر از نظر کیفی و کمی بررسی می‌شوند و تغییرات ارزشهای طیفی در مراحل مختلف تفسیر از نظر ریاضی - آماری مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند.
- ▶ از امکانات دیگری که هنگام تفسیر رقومی به وسیله مفسر مورد استفاده قرار می‌گیرد، بررسی گرافیکی ارزش‌های طیفی است که از جمله می‌توان به:
- ▶ هیستوگرام ارزش‌های اطلاعاتی و دیاگرام یا نمودار پراکندگی و توزیع ارزش‌ها در فضاهای دوبعدی اشاره کرد.

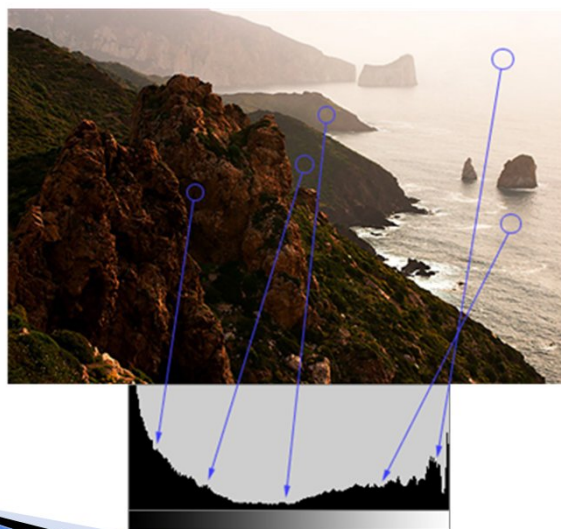
## هیستوگرام و بهبود کنتراست:

- عملیات طیفی بیشتر با مقادیر پیکسل‌ها کار می‌کند.
- **تعریف هیستوگرام:**
- توصیفی از چگونگی توزیع مقادیر درجات خاکستری است.
- اگر تعداد پیکسل‌های مربوط به یک درجه خاکستری در مقابل درجه خاکستری آن ترسیم کنیم نموداری بدست می‌آید که هیستوگرام تصویر نامیده می‌شود.
- در واقع هیستوگرام نمودار فراوانی درجات خاکستری یک تصویر است.

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

61

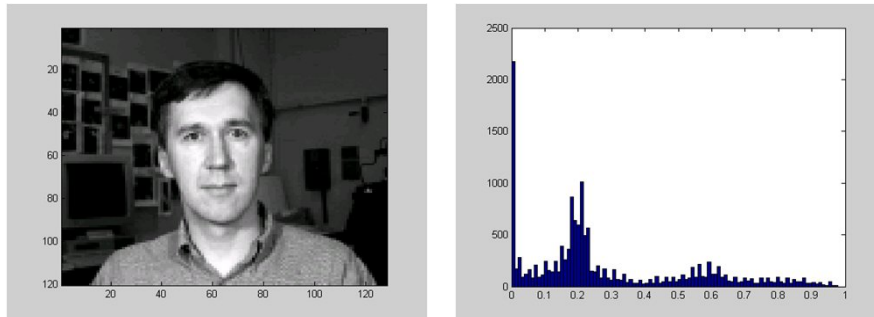
## هیستوگرام



WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

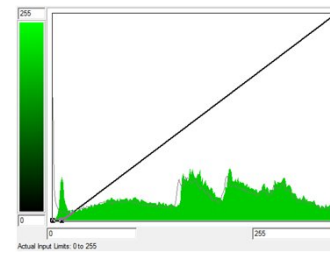
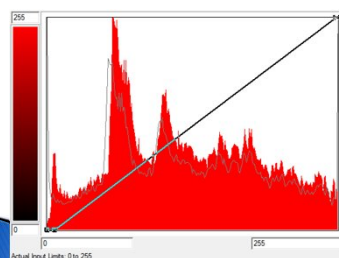
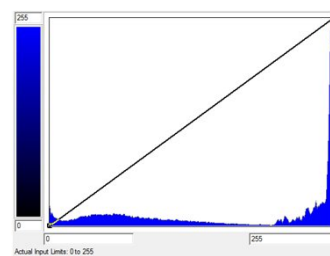
62

## Pixel Histogram for a Face Image



```
>> hist(reshape(faceimage,120*128,1), 100)
```

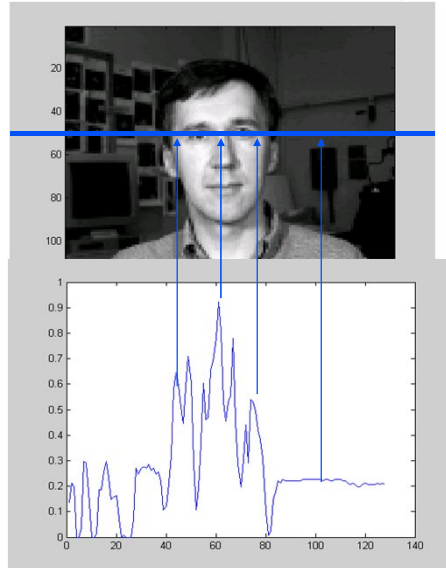
## برای تصاویر رنگی سه هیستوگرام خواهیم داشت





## A Cross-section of an Image

```
>> plot(faceimage(50,:))
```



WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

65

## هیستوگرام

- ▶ یکی از مسائل مهم در تصاویر تک بانندی مثل تصاویر پانکروماتیک ماهواره‌ای یک تصویر اسکن شده منوکروم (تک بانندی) از یک تصویر چند بانندی است که در هیستوگرام آن تصویر آمده است.
- ▶ این هیستوگرام ارزشهای پیکسلی (DN) آن تصویر را شرح می‌دهد.
- ▶ معمولاً ارزش DN بین ۰ - ۲۵۵ متغیر است و این هیستوگرام تعداد پیکسلها را برای هر ارزش DN در این فاصله مشخص می‌کند. به عبارت دیگر این هیستوگرام شامل بسامد یا تناوب DN VALUES در یک تصویر است.
- ▶ داده‌های هیستوگرام می‌تواند به صورت جدول یا گراف نمایش داده شود.

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

66

## هیستوگرام

DN	Npix	Perc	CumNpix	CumPerc
0	0	0.00	0	0.00
13	0	0.00	0	0.00
14	1	0.00	1	0.00
15	3	0.00	4	0.01
16	2	0.00	6	0.01
51	55	0.08	627	0.86
52	59	0.08	686	0.94
53	94	0.13	780	1.07
54	138	0.19	918	1.26
102	1392	1.90	25118	34.36
103	1719	2.35	26837	36.71
104	1162	1.59	27999	38.30
105	1332	1.82	29331	40.12
106	1491	2.04	30822	42.16
107	1685	2.31	32507	44.47
108	1399	1.91	33906	46.38
109	1199	1.64	35105	48.02
110	1488	2.04	36593	50.06
111	1460	2.00	38053	52.06
163	720	0.98	71461	97.76
164	597	0.82	72058	98.57
165	416	0.57	72474	99.14
166	274	0.37	72748	99.52
173	3	0.00	73100	100.00
174	0	0.00	73100	100.00
255	0	0.00	73100	100.00

- DN: Digital numbers in the range [0...255]
- NPIX: The number of pixels in the image with DN(frequency)
- PERC: frequency as a percentage of the total number of image pixels
- CumNpix: cumulative number of pixels in the image with values less than or equal to DN
- Comperc: cumulative frequency as a percentage of the total number of image pixel

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

67

## هیستوگرام

- از هیستوگرام می‌توان اطلاعات با ارزشی از خصوصیات طیفی و کیفیت رادیومتریکی تصویر بدست آورد.
- یک هیستوگرام متراکم در یک بخش خاص از درجات خاکستری نشان دهنده کیفیت پایین رادیومتریکی تصویر است.



Low Key



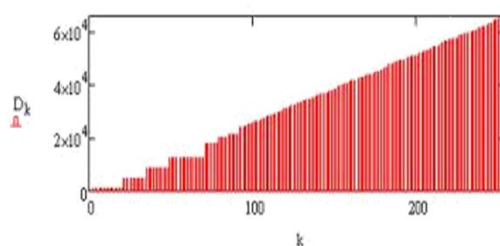
High Key

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

68

## هیستوگرام

- هیستوگرامی که تعداد پیکسل‌های مربوط به درجات خاکستری در کل دامنه گسترده شده باشد حکایت از حجم اطلاعات بیشتر و وضوح بیشتر دارد.
- هیستوگرام تجمعی:
- همان نمودار فراوانی درجات خاکستری است.



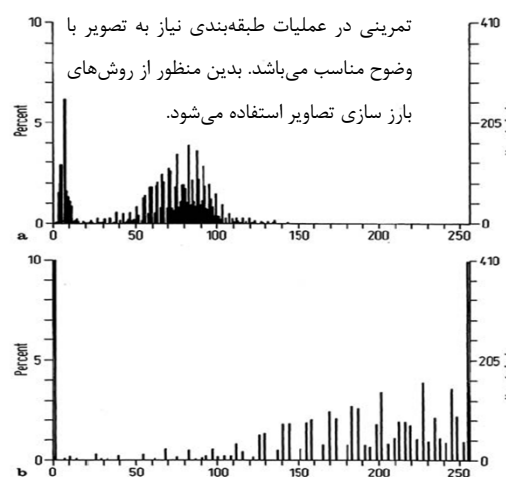
WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

69

## هیستوگرام

- برای تفسیر بصری بهتر و همچنین انجام مرحله

تمرینی در عملیات طبقه‌بندی نیاز به تصویر با وضوح مناسب می‌باشد. بدین منظور از روش‌های بارز سازی تصاویر استفاده می‌شود.



WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

70

## تعدیل خطی هیستوگرام:

- تبدیل خطی درجات خاکستری از دامنه مشاهداتی به دامنه کامل دینامیکی ممکن (۰-۲۵۵) می‌باشد.
- این روش باعث تفاوت بیشتر در درجات خاکستری و در نتیجه افزایش کنتراست می‌گردد.

$$V_o = aV_i + b$$

$$a = \frac{255}{V_{\max} - V_{\min}}$$

$$b = -\frac{255}{V_{\max} - V_{\min}} V_{\min}$$

۱

$$V_o = \left(\frac{255}{V_{\max} - V_{\min}}\right)(V_i - V_{\min})$$

- مقدار درجه خاکستری تصویر جدید:  $V_o$
- مقدار درجه خاکستری تصویر اولیه:  $V_i$
- تعدیل خطی هیستوگرام به صورت اصلاح شده نیز به کار می‌رود.
- در صدی از ابتدا و انتها را معادل ۰ و ۲۵۵ قرار می‌دهند.
- گاه به صورت قطعه‌ای نیز انجام می‌شود.
- برای هر قطعه یک تعدیل خطی مجزا در نظر گرفته می‌شود.

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

71

## تغییر هیستوگرام

- ▶ هیستوگرام یک تصویر با سطوح خاکستری در محدوده  $[0, L-1]$  یک تابع گسسته بصورت زیر می‌باشد.

$$f(r_k) = \frac{n_k}{n}$$

- ▶  $f(r_k)$ : k امین سطح خاکستری

$$k = 0, 1, 2, \dots, L-1$$

- ▶  $n_k$ : تعداد پیکسل‌های سطح خاکستری  $r_k$

- ▶  $n$ : تعداد کل پیکسل‌های تصویر

$$r_{83} = 83 - 1 = 82 \Rightarrow r_{83} = [0, 82]$$

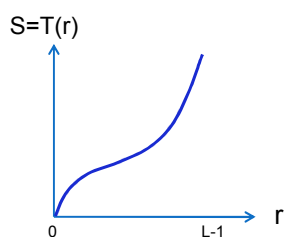
- ▶ روشهای پردازش هیستوگرام یک تصویر در مجموعه روشهای پردازش نقطه‌ای تصویر هستند.

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

72

## تغییر هیستوگرام: یکنواخت سازی هیستوگرام

- ▶ فرض کنید  $r \in [0,1]$  در فاصله بسته صفر تا یک باشد (حال به دنبال نگاشتی (تابعی) هستیم مثل  $T$  که دارای دو شرط زیر باشد و همچنین  $S=T(r)$  شود.
- ۱.  $0 \leq r \leq 1$  به یک به یک و افزایشی باشد (یعنی برای آن فقط در یک فاصله یک مقدار بدست آید و یکنواخت زیاد یا کم شود).
- ۲.  $0 \leq S=T(r) \leq 1$  مقادیر خاکستری در یک محدوده خاص باشد.
- ▶ شرط اول ترتیب سطوح خاکستری را حفظ می‌کند و شرط دوم تضمین می‌کند که این نگاشت به سطوح خاکستری در محدوده مجاز نتیجه شود.



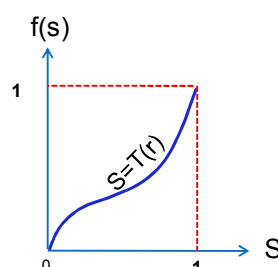
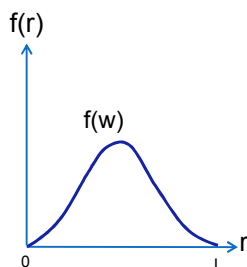
WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

73



## مثال ۱:

- ▶ چنانچه  $f(r)$  یعنی هیستوگرام تصویر اولیه در اختیار باشد و نیز نگاشت  $T(r)$  حائر شرایط ذکر شده باشد.
- ▶ می‌خواهیم بدانیم  $f(S)$  یعنی هیستوگرام تصویر جدید چه خواهد شد. (این هیستوگرام برای حالت پیوسته است)



WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

74

### مثال ۱:

▶ چنانچه دو شرط اول و دوم برقرار باشد آنگاه  $f(s)$  به صورت زیر بدست می آید.

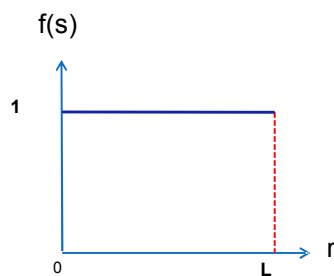
$$((1)) f(s) = [f(r) \cdot \frac{\partial r}{\partial s}] \quad , \quad r = T^{-1}(s)$$

$$\Rightarrow s = T(r) = \int_0^r f(w)dw \Rightarrow \frac{\partial s}{\partial r} = f(r) \Rightarrow \frac{\partial r}{\partial s} = \frac{1}{f(r)}$$

▶ با جایگزین کردن  $\frac{1}{f(r)}$  در معادله ((1)) داریم:

$$f(s) = [f(r) \cdot \frac{\partial r}{\partial s}] \Rightarrow f(s) = [1] \Rightarrow d(s) = 1$$

### مثال ۱:



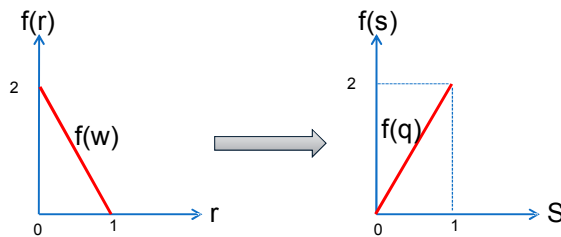
ملاحظه می شود که هیستوگرام تصویر نهایی یک هیستوگرام یکنواخت است یعنی از تمام سطوح درجات خاکستری به یک میزان استفاده می کند. بنابراین تصویر نتیجه نسبت به تصویر اولیه از کنتراست بهتری برخوردار است.

- ▶ در تصاویر بیشتر با حالت گسسته روبرو می شویم تا حالت پیوسته، مثال قبل مربوط به یکنواخت سازی هیستوگرام سطوح خاکستری پیوسته بود.
- ▶ در تصاویر دیجیتال هیستوگرام تابع گسسته است. و به صورت زیر تعریف می شوند.



## مثال ۲:

▶ هیستوگرام یک تصویر در شکل زیر داده شده است چنانچه  $f(s)$  هیستوگرام تبدیل شده باشد، تابع تبدیل درجات خاکستری را پیدا کنید. (کمیتها پیوسته هستند)



▶ ابتدا تابع تبدیل یکنواخت سازی هیستوگرام تصویر اولیه را بدست می آوریم:

$$S = T(r) = \int_0^r f(w)dw \Rightarrow \int_0^r (-2w + 2)dw = -r^2 + 2r$$

## مثال ۲:

▶ حال تابع تبدیل یکنواخت سازی هیستوگرام تصویر تبدیل شده را بدست می آوریم :

$$V = T(s) = \int_0^s f(q)dq \Rightarrow \int_0^s 2qdq = s^2$$

▶ سپس این دو تابع را برابر هم قرار می دهیم تا به تابع تبدیل درجات خاکستری بین این دو هیستوگرام برسیم :

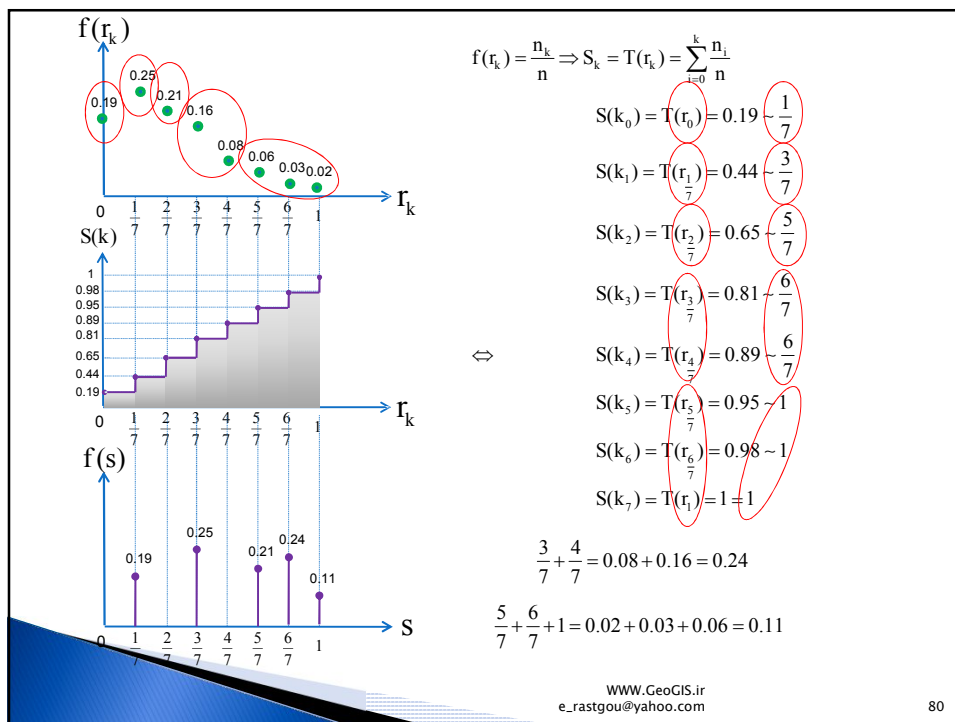
$$\Rightarrow -r^2 + 2r = s^2 \Rightarrow s = \sqrt{-r^2 + 2r}$$

## تغییر هیستوگرام: یکنواخت سازی هیستوگرام

$$s_k = T(r_k) = \sum_{i=1}^k f(r_i) = \sum_{i=1}^k \frac{n_i}{n}, \quad 0 \leq r \leq 1$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, L - 1$$

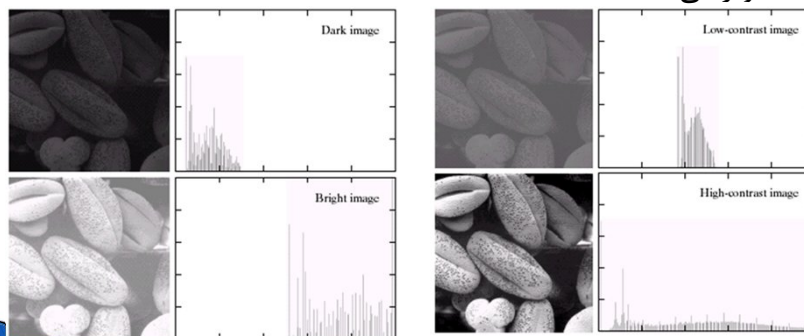
- ▶ بنابراین یکنواخت سازی هیستوگرام در تصاویر دیجیتال با استفاده از فرم گسسته تابع نگاشت صورت می‌پذیرد.
- ▶ با یک مثال یکنواخت سازی هیستوگرام به فرم گسسته تشریح خواهد شد.
- ▶ مثال: هیستوگرام یک تصویر با هشت سطح خاکستری به صورت زیر است. آن را یکنواخت نمایید.





## تغییر هیستوگرام: یکنواخت سازی هیستوگرام

► بدلیل اینکه سطوح خاکستری گسسته هستند معمولاً هیستوگرام بدست آمده کاملاً یکنواخت نیست و همچنین بدلیل گسسته بودن سطوح خاکستری یکنواخت سازی هیستوگرام همراه با اضافه شدن کمی نویز به تصویر می باشد.



WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

81

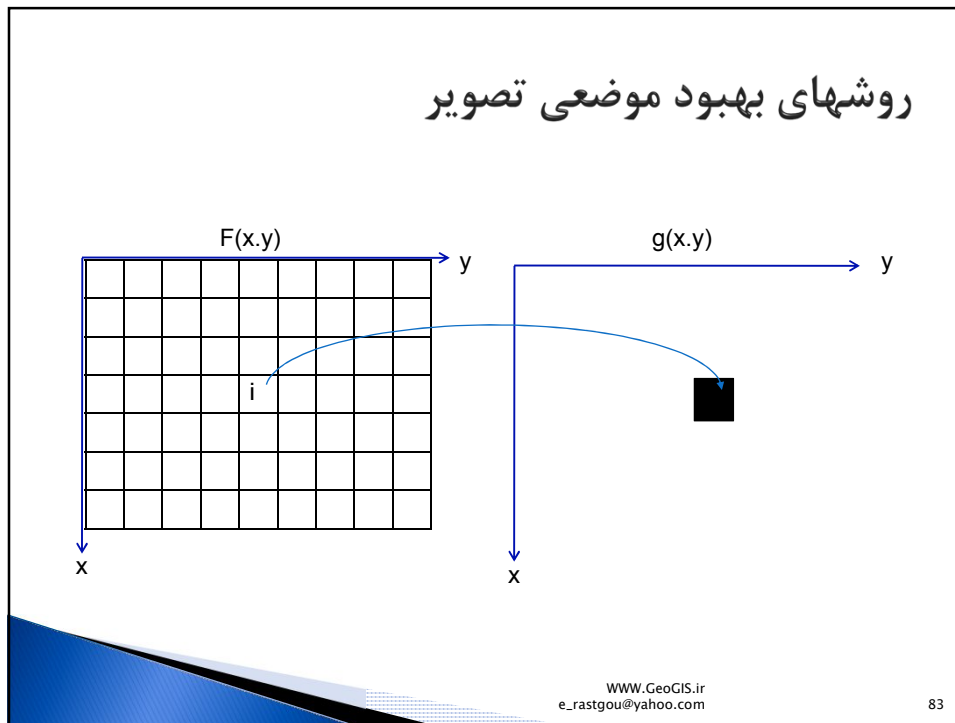
## تغییر دلخواه هیستوگرام

• گاهی بجای هیستوگرام یکنواخت لازم است بتوان به یک شکل خاص هیستوگرام که محدوده خاصی از سطوح خاکستری را مورد تاکید قرار می دهد دسترسی پیدا نمود.

- اول باید هیستوگرام اولیه را یکنواخت کرد.
- سپس هیستوگرام تجمعی تصویر هدف را ایجاد نمود.

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

82



### روشهای بهبود موضعی تصویر

1. بهبود بر اساس خواص آماری موضعی تصویر

- خصوصیات آماری موضعی تصویر نظیر متوسط و یا واریانس می تواند برای بهبود تصویر مورد استفاده قرار گیرد.

$$g(x, y) = A(x, y)[f(x, y) - m(x, y)] + m(x, y)$$

$$A(x, y) = K \frac{M}{\sigma(x, y)} \quad 0 < K < 1$$

$\sigma(x, y)$ : انحراف معیار موضعی  
 $m(x, y)$ : متوسط موضعی  
 $M$ : متوسط عمومی

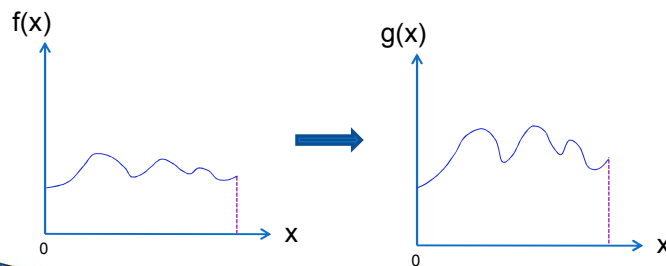
WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

84

## روشهای بهبود موضعی تصویر

▶ ضریب  $A(x,y)$  رابطه معکوس با  $\sigma(x,y)$  دارد. یعنی نواحی با کنتراست کم بیشتر تقویت می‌شود.

▶ در رابطه فوق ملاحظه می‌شود که مقدار متوسط مجدداً به تصویر اضافه می‌شود تا شدت متوسط تصویر در ناحیه موضعی یا در هر ناحیه حفظ شود.



WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

85

## روشهای بهبود موضعی تصویر

۲. تفریق تصویر

$$g(x, y) = f_1(x, y) - f_2(x, y)$$

۳. فیلتر کردن در حوضه مکان

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

86

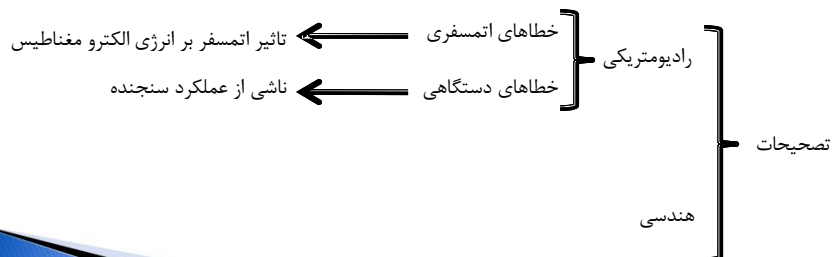
# تصحیحات رادیومترکی

## Radiometric corrections

E: RASTGOU

### تصحیحات رادیومترکی:

- به خطاهایی که مربوط به مقادیر ثبت شده برای پیکسل‌ها می‌باشند خطاهای رادیومترکی می‌گوییم.
- تصحیح خطاها به کاربرد بستگی دارد.
- مثلاً در یک کاربرد تصحیح اتمسفری با توجه به مقدار کم آن مهم نیست.



## تصحیح خطوط جا افتاده (خطای دستگاهی):

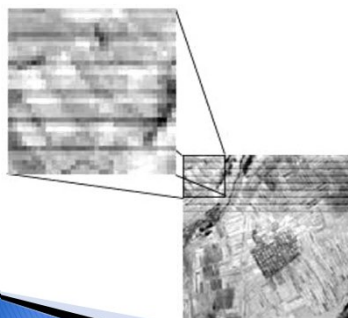
- به صورت خطوط سیاه یا سفید مطلق ظاهراً می‌شوند.
- بروز اشکال در سیستم برداشت، ارسال و دریافت داده‌ها و ثبت و تکثیر داده‌ها می‌تواند از علل آن باشد.
- از نوع روشهای جایگزینی هستند.
- روش اول: استفاده از مقادیر خطوط همسایه بالایی و یا پائینی است.
- روش دوم: جایگزینی مقادیر از دست رفته با میانگین مقادیر پیکسل‌های خط‌های قبلی و بعدی است.
- در روش فوق نتیجه به نزدیکترین عدد صحیح گرد می‌شود.
- روش سوم: بر اساس همبستگی بین باندها است و باندهای که مقادیر آن با باند خطوط جا افتاده همبستگی بیشتری دارد جایگزین می‌شود.

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

89

## روش یافتن خطوط جا افتاده

- در اولین مرحله میانگین پیکسل‌های هر خط محاسبه می‌شود.
- تفاوت میانگین هر خط از خطوط قبلی و بعدی نباید بیشتر از یک حد مشخص باشد.
- بعد از یافتن خط باید به دنبال زنجیره‌هایی که مقادیر آنها پیوسته ۰ یا ۲۵۵ هستند باشیم.



WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

90

## تصحیح خطای اتمسفری:

- بیشتر ناشی از پراکنش ذرات اتمسفر است.
- پراکنش در رابطه مستقیم با طول موج است و همین باعث می‌شود تا در باندهای مختلف اثر متفاوتی داشته باشد.
- هر چه بیشتر به لبه‌های تصویر نزدیک شویم اثر این خطا بیشتر می‌شود و علت آن، این است که امواج الکترو مغناطیس برای پیکسل‌های کناری، مسیر بیشتری را طی می‌کنند.
- در مواقعی مطرح می‌شود که میزان انرژی بازتابی از اجسام کم است.
- بعنوان مثال در کاربردهای تحلیل‌های آبی به دلیل بازتابش کم در مادون قرمز نزدیک این تصحیحات باید انجام شود.

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

91

## تصحیح خطای اتمسفری:

- به دو دسته کلی تقسیم می‌شود:
- ۱. **روش مدل کردن:** در این روش پارامترهای اتمسفری موثر بر انرژی الکترومغناطیس نظیر دما، میزان رطوبت، فشار و ... را اندازه گیری می‌کنیم و اثر آنها را بر روی انرژی ارسالی از شی به سنجنده مدل می‌کنیم.
- ۲. **روش کلی:** با تعیین مقدار شیفیت هیستوگرام و کم کردن آن از مقدار پیکسل‌ها در هر باند انجام می‌پذیرد. (تصحیح دقیق نیست)

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

92

# غربالگر (فیلتر) Filtering

E:RASTGOU

## فیلترها

- این نام گذاری به این خاطر است که مانند فیلترهای واقعی ، فیلترهای تصویری نیز معمولاً برخی از اطلاعات تصویر را گرفته و بخشی را باقی می گذارند.
- یک فیلتر را می توان عملگری در نظر گرفت که با انجام محاسبات بر روی یک پیکسل و همسایگان آن در یک محدوده مشخص یک مقدار برای پیکسل در تصویر خروجی تولید می کند.
- بنابراین یک فیلتر باید بر روی تک تک پیکسل های تصویر اعمال شده و برای هر کدام محاسبات را تکرار نماید.
- ابعاد فیلتر مشخص می کند که چه تعداد همسایگی باید در محاسبات وارد شوند.
- در انتخاب ابعاد فیلتر باید در نظر داشت که ابعاد آن فرد باشد.
- مرکز ماتریس بر روی پیکسل مورد نظر قرار می گیرد و محاسبات انجام شده و سپس نتیجه بدست آمده به پیکسل متناظر در تصویر خروجی نسبت داده می شود.

## فیلترها

- ▶ معمولاً در پردازش تصاویر ماهواره‌ای، فیلترها را از نقطه نظر نوع اطلاعاتی که از خود عبور می‌دهند به سه نوع فیلتر طبقه‌بندی می‌کنند که عبارتند از:
  ۱. فیلتر عبور ارزشهای طیفی پائین (Low Pass)،
  ۲. عبور ارزشهای طیفی بالا (High Pass)
  ۳. و عبور باندهای خاص (Band pass).
- ▶ گاه با تلفیق دو نوع فیلتر یا فیلتر مرکب، تصویری کاملاً متفاوت با تصویر اصلی تولید می‌شود. از میان سه نوع فیلتر مذکور دو نوع عبور پائین و عبور بالا، در پردازش تصویر و افزایش کنتراست کاربرد زیادی دارند.
- کاربرد فیلترها در موارد زیر است:
  - کاهش نویز تصویر
  - بازیابی اطلاعات از دست رفته در تصویر
  - بارسازی تصویر
  - پس پردازش نتایج طبقه‌بندی و ...

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

95

## فیلترها

- ▶ فیلترها را نیز می‌توان از لحاظ نحوه عمل کرد به دو دسته تقسیم نمود.
  ۱. فیلتر در حوضه فرکانس
  ۲. فیلتر در حوضه مکان
- فیلتر در حوضه مکان
  - فیلتر پائین گذر (low pass filter)
  - فرکانس‌های پایین را از خود عبور می‌دهد و فرکانسهای بالا را عبور نمی‌دهد. و جاهایی که تغییرات شدید دارد را خوب نشان نمی‌دهد.
  - یکی از کاربردهای آن‌ها حذف نویز از تصویر است. (نویز: تغییرات ناگهانی و شدید فرکانس است)

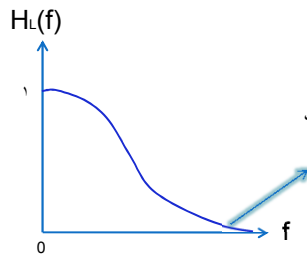
WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

96



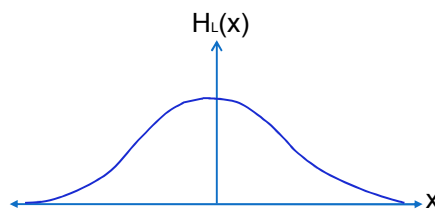
## فیلتر پائین گذر (low-pass filter)

▶ شکل فیلتر پائین گذر در حوضه فرکانس:



هرچه فرکانس افزایش می یابد فیلتر شدیدتر عمل می کند

▶ شکل فیلتر پائین گذر در حوضه مکان:



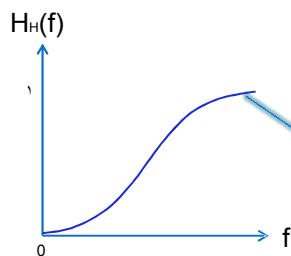
WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

97

## فیلتر بالاگذر (High-pass filter)

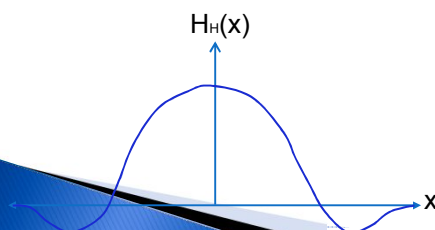
▶ این فیلتر فرکانسهای بالای تصویر را اجازه عبور می دهد و هنگامی که این فیلتر اعمال شود لبه ها و مرزها بارزتر می شود.

▶ شکل فیلتر بالاگذر در حوضه فرکانس:



هرچه فرکانس افزایش می یابد فیلتر ضعیف تر عمل می کند

▶ شکل فیلتر بالاگذر در حوضه مکان:



WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

98

## فیلترها

TABLE 6-1. Catalog of local filter types.

type	output	examples	applications
linear	weighted sum	Low-Pass Filter (LPF) High-Pass Filter (HPF) High-Boost Filter (HBF) Band-Pass Filter (BPF)	enhancement, sensor simulation, noise removal
statistical	given statistic	minimum, maximum median standard deviation mode	noise removal, feature extraction, SNR measurement
gradient	vector gradient	Sobel, Roberts	edge detection

## فیلترهای خطی: (linear filter)

- ساختاری ساده دارند و از یک هسته یا kernel تشکیل شده است. در واقع یک ماتریس  $m \times n$  می‌باشد.
- عناصر این ماتریس بر حسب نیاز با اعدادی پر خواهند شد.
- هر فیلتر خطی دارای یک ضریب نیز است که از فرمول روبروقابل محاسبه است:  $gain = \frac{1}{\sum k_i}$
- به این ضریب، ضریب Normalization نیز گفته می‌شود زیرا وظیفه آن این است که نگذارد مقدار خروجی فیلتر از حد قابل قبول (در تصویر ۸ بیتی ۰ تا ۲۵۵) تجاوز کند.
- فیلترهای خطی را به نام کانولووشن نیز می‌شناسند.
- این فیلترها از پرکاربردترین فیلترها می‌باشند و در زمینه‌های گوناگون از کاهش نویز و بارز سازی تا تشخیص لبه کاربرد دارند.
- برای فیلترهای پایین گذر مجموع ضریب فیلتر باید برابر با ۱ باشد.
- برای فیلترهای بالا گذر مجموع ضریب فیلتر باید برابر با صفر باشد.

### فیلترها

size	LPF	HPF
3 × 3	$1/9 \cdot \begin{bmatrix} +1 & +1 & +1 \\ +1 & +1 & +1 \\ +1 & +1 & +1 \end{bmatrix}$	$1/9 \cdot \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & +8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$
5 × 5	$1/25 \cdot \begin{bmatrix} +1 & +1 & +1 & +1 & +1 \\ +1 & +1 & +1 & +1 & +1 \\ +1 & +1 & +1 & +1 & +1 \\ +1 & +1 & +1 & +1 & +1 \\ +1 & +1 & +1 & +1 & +1 \end{bmatrix}$	$1/25 \cdot \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & +24 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

101

### فیلترها

▶ از جمله فیلترهای پائین گذر که خیلی در پردازش تصاویر مورد استفاده قرار می‌گیرد می‌توان به "Average Filter"، "Mode Filter" و "Median Filter" اشاره نمود.

#### Average Filter

- این فیلتر از جمله فیلترهای پائین گذر محسوب می‌شوند چرا که اطلاعات با فرکانس بالا را که نویزها از این دسته هستند کاهش داده و دیگر اطلاعات را در تصویر خروجی باقی می‌گذارند. اولین فیلتر کاهش نویز که از نوع فیلترهای خطی محسوب می‌شود فیلتر میانگین است که به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$g(x, y) = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

102

## فیلترها

### Mode Filter .۲

- این فیلتر مقداری را در خروجی می‌دهد که بیشترین تکرار را داشته باشد. و اگر تکرار نداشته باشیم مقدار خود پیکسل اصلی را در خروجی قرار می‌دهد. این فیلتر یک پنجره خالی است.
- از این فیلتر برای حذف نویز استفاده می‌شود.

$$g(x, y) = \max \text{ frequency}(f(x, y))$$



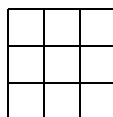
### Median Filter .۳

- از نوع فیلترهای حذف نویز است. بدون از دست دادن جزئیات.
- این فیلتر از جمله فیلترهای خطی نیست.
- این فیلتر با قرار گرفتن روی یک پیکسل، تمامی مقادیر از تصویر را گرفته و فیلتر را به صورت صعودی مرتب می‌کند و میانه آن را بدست می‌آورد. سپس نتیجه را به پیکسل مرکزی نسبت می‌دهد.

## فیلترها

- این فیلتر با توجه به اینکه عدد جدیدی تولید نکرده و نسبت به خطاهای بزرگ حساسیت کمتری دارد معمولاً نسبت به فیلتر میانگین ترجیح داده می‌شود.
- به صورت یک پنجره خالی با ابعاد متفاوت اعمال می‌شود.
- فیلتر میانه در حالت کلی لبه‌ها را بهتر از فیلتر میانگین حفظ می‌کند.
- برای رفع خرابی تصویر به کار می‌رود.
- مثلاً در جایی از تصویر که مخدوش شده است، این فیلتر از پیکسل‌های اطراف آن استفاده می‌کند و عدد خاصی را به آن پیکسل نسبت می‌دهد.

$$g(x, y) = [\text{sort}(f(x, y))]$$



## روش فیلتر کردن در حوزه مکان (( ضرب کانولوشن))

- این روش که اصول کلی فیلترهای خطی می باشد را با یک مثال بیان می کنیم.
- تصویر زیر مفروض است و می خواهیم یک فیلتر متوسط گیر (Average Filter) را بر روی آن اعمال کنیم.
- ضرب کانولوشن یک اپراتور خطی می باشد.

1	2	3	2	6	5
2	4	3	3	7	4
5	6	7	7	8	3
6	2	6	4	9	1
4	5	6	5	8	0
3	2	1	5	2	3

$$g(x, y) = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$



## ضرب کانولوشن

	1	2	3	2	6	5
	2	4	3	3	7	4
	5	6	7	7	8	3
	6	2	6	4	9	1
	4	5	6	5	8	0
	3	2	1	5	2	3

$$g(x, y) = \frac{1}{4} (1 \times 1 + 2 \times 1 + 2 \times 1 + 4 \times 1) = 2.25$$

$$\text{round}(2.25) = 2$$

$$g(x, y) = \frac{1}{6} (1 \times 1 + 2 \times 1 + 3 \times 1 + 2 \times 1 + 4 \times 1 + 3 \times 1) = 2.5 \Rightarrow \text{round}(2.5) = 3$$

2	3				
		5			

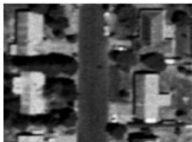
$$g(x, y) = \frac{1}{9} (6 \times 1 + 7 \times 1 + 7 \times 1 + 2 \times 1 + 6 \times 1 + 4 \times 1 + 5 \times 1 + 6 \times 1 + 5 \times 1) = 5.33 \Rightarrow \text{round}(5.33) = 5$$

قابل ذکر است که در منابع مختلف ذکر شده که ضریب نرمالایز ثابت می ماند و پنجره فیلتر طوری قرار می گیرد که بخشی از آن در خارج از تصویر قرار نگیرد و مقادیر سطر و ستونهای اطراف تصویر برش می خورد. هر دو روش در مورد فیلتر میانگین درست است.

### فیلتر با ابعاد بیشتر


▶ ابعاد فیلتر می تواند بیشتر از ۳ ۳ باشد ولی حتماً باید فرد باشد:  
 ▶ ۵ ۵ , ۷ ۷ , ۹ ۹ , ...

*image(x,y)*



-


*LP(x,y)*

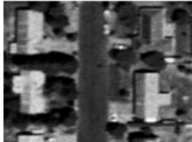


3 × 3 neighborhood


=

*HP(x,y)*



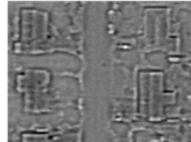


-



7 × 7 neighborhood

=




$image(x, y) = LP(x, y) + HP(x, y)$


WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

107


### فیلتر با ابعاد بیشتر




a



c



b



d

▶ Fig. 5.5. Examples of mean value smoothing of a Landsat multispectral scanner infrared (band 7) image. a Original; b 3 3 smoothed version; c 3 1 smoothed version; d 5 5 smoothed version

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

108



### مثال:

▶ در یک روند پردازش تصویر، ناچاریم فیلتر متوسط گیر را دو بار متوالی بر روی تصویر اعمال کنیم، مطلوب است:  
 الف) ابعاد فیلتر معادلی که پردازش فوق را در یک مرحله انجام می‌دهد.  
 ب) خود فیلتر و مقادیر و ضریب آن

$$g(x, y) = [f(x, y) ** h_{\text{averagef}}(x, y)] ** h_{\text{averagef}}(x, y)$$

$$\Rightarrow g(x, y) = f(x, y) ** [h_{\text{averagef}}(x, y) ** h_{\text{averagef}}(x, y)]$$

$$A \times C ** B \times D = M \times N \begin{cases} M \geq A + B - 1 \\ N \geq C + D - 1 \end{cases}$$

### مثال:

$$(3 \times 3) ** (3 \times 3) = (5 \times 5)$$

▶ الف)

▶ ب)

$$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} ** \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = \frac{1}{81} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 6 & 4 & 2 \\ 3 & 6 & 9 & 6 & 3 \\ 2 & 4 & 6 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$



► **سوال:** یک روش متداول برای بهبود تصاویر، ترکیب دو روش تقویت فرکانس بالا و یکنواخت سازی هیستوگرام است. این عمل موجب تیزتر شدن لبه‌ها و بهبود کنتراست تصویر (sharp) می‌شود. حال آیا ترتیب انجام عملیات فوق دارای اهمیت است؟ چرا؟

► **جواب:** بله دارای اهمیت است.

همان طور که گفته شد ضرب کانوولوشن یک اپراتور خطی می‌باشد. ولی یکنواخت سازی هیستوگرام خطی نبوده پس جابجایی این دو امکان پذیر نیست. ولی چنانچه ابتدا تقویت فرکانس را انجام داده باشیم و سپس برای حذف نویز بخواهیم از فیلتر متوسط گیر استفاده کنیم می‌توان جای این دو را با هم عوض کرد چون هر دو حالت خطی دارند.

## Median Filter

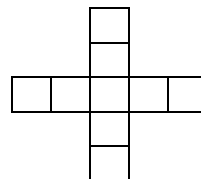
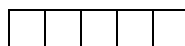
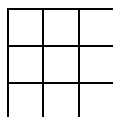
► همان طور که گفته شد فیلتر متوسط گیر برای حذف نویز مناسب است اما با حذف نویز بطور همزمان جزئیات تصویر و لبه‌ها را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. یا به عبارتی تصویر را نرم یا تار می‌کند.

► چنانچه بخواهیم نویز تصویر را حذف کنیم و در عین حال جزئیات و لبه‌های تصویر نیز حذف نشوند می‌توان از فیلتر میانه استفاده نمود.

► خاصیت مهم فیلتر میانه این است که برخلاف دیگر فیلترها خطی نمی‌باشد.

$$\text{median}\{f(x, y) + g(x, y)\} \neq \text{median}\{f(x, y)\} + \text{median}\{g(x, y)\}$$

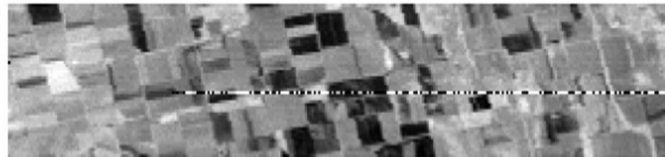
► پنجره فیلتر میانه می‌تواند به شکل‌های زیر و در ابعاد مختلف باشد:





## Median Filter

*scanline noise*



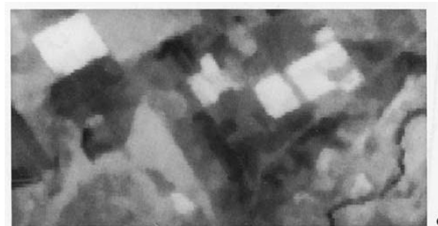
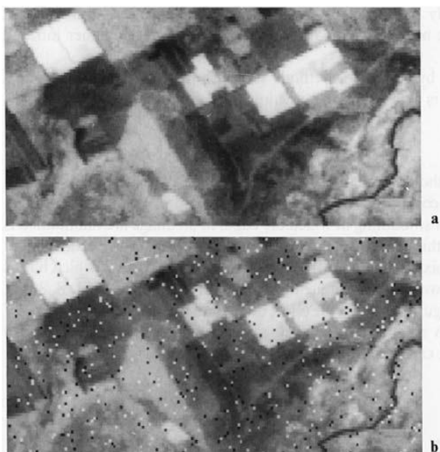
*3 × 1 median filtered*



WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

113

## Median Filter



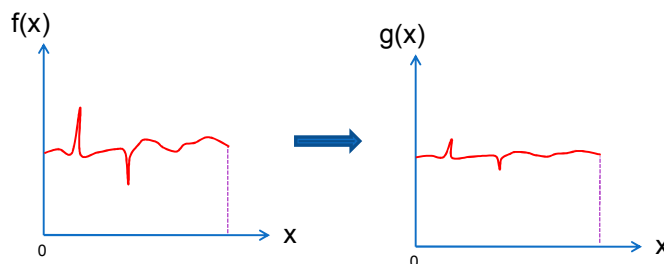
- ▶ Illustration of the effect of median filtering on an image which contains impulsive noise.
- ▶ a) Original image; b) Image with noise; c) Filtered image

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

114

## Median Filter

- ▶ **نکته:** نشان داده می‌شود که ساختارهایی که طول کمتر از پنجره فیلتر میانه دارند با دو بار اعمال فیلتر میانه حذف می‌شوند، لذا نباید ابعاد فیلتر میانه را نسبت به ابعاد ساختارهای مفید و مورد نظر بزرگ انتخاب نمود.



WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

115

## انواع روشهای تیز کردن تصویر

- ▶ برای تیز کردن تصویر می‌توان از فیلتر بالاگذر استفاده نمود، زیرا این فیلتر فرکانس‌های پائین را از خود عبود نمی‌دهد در نتیجه مرزها و لبه‌ها بهتر نشان داده می‌شوند.

### انواع روشهای تیز کردن تصویر

۱. تقویت فرکانس‌های بالا (High-boost filters (HBF))
۲. مشتق‌گیری از تصویر

### High-boost filters (HBF)

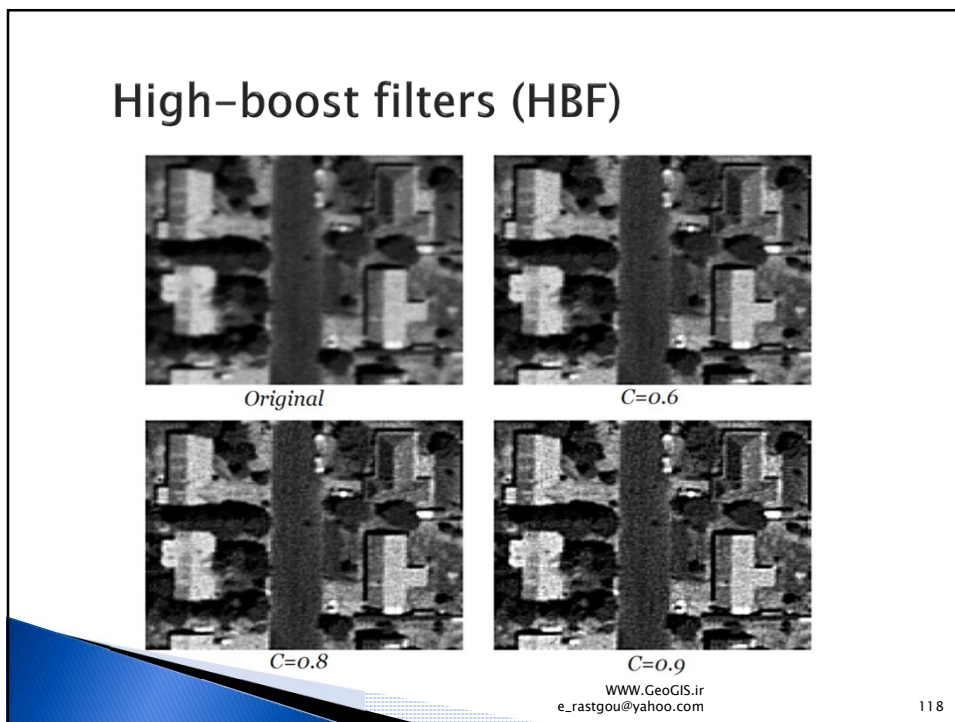
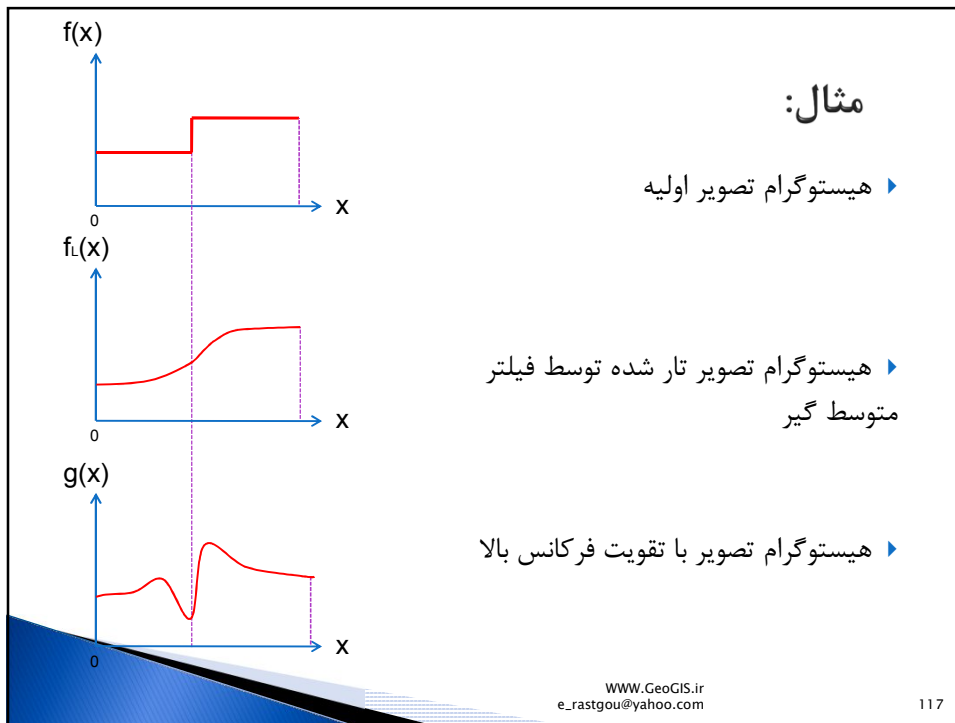
- ▶ در این روش برای ایجاد یک تصویر تیز ابتدا تصویر اولیه  $(f(x,y))$  را به یک تصویر تار  $(f_L)$  تبدیل می‌کنیم (می‌توان برای تار کردن تصویر از فیلتر متوسط گیر استفاده نمود) و سپس با استفاده از معادله زیر می‌توان تصویر را تقویت کرد.
- ▶ میزان تیزی تصویر بدست آمده بستگی به ضریب  $c$  که انتخاب می‌شود دارد.

$$g(x, y) = cf(x, y) - (1 - c)f_L(x, y)$$

$$0.6 < c < 0.9$$

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

116



## انواع روشهای تیز کردن تصویر

### ۲. مشتق گیری از تصویر

چنانچه از یک تصویر به صورت برداری مشتق گرفته شود باعث تقویت فرکانس تصویر در جهت بردار خواهد شد و باعث می شود جزئیات تصویر بهتر نشان داده شود.

$$\nabla f = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix} \Rightarrow \nabla f = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2}$$

در این روش ما از اختلاف پیکسلها به جای مشتق استفاده می کنیم.

$$\frac{\partial f}{\partial x} = f(x+1, y) - f(x, y) \xrightarrow{\text{filter shape}} \frac{\partial f}{\partial x} \sim \begin{bmatrix} -1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

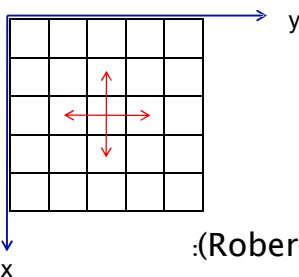
$$\frac{\partial f}{\partial y} = f(x, y+1) - f(x, y) \xrightarrow{\text{filter shape}} \frac{\partial f}{\partial y} \sim \begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix}$$

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

119

## انواع روشهای تیز کردن تصویر (مشتق گیری از تصویر)

F(x,y)



$$\frac{\partial f}{\partial x} \sim \begin{bmatrix} -1 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \frac{\partial f}{\partial y} \sim \begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix}$$

عملیات فیلترهای مشتق گیر به صورت قطری (Roberts):

$$\frac{\partial f}{\partial y, x} = f(x+1, y+1) - f(x, y) \xrightarrow{\text{filter shape}} \frac{\partial f}{\partial y, x} \sim \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\frac{\partial f}{\partial x, y} = f(x+1, y-1) - f(x, y) \xrightarrow{\text{filter shape}} \frac{\partial f}{\partial x, y} \sim \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

120

### انواع روشهای تیز کردن تصویر (مشتق گیری از تصویر)

- ▶ برای جلوگیری از عدم تقارن، چون همیشه تعداد سلولهای فیلتر فرد است، فیلتر را با یک تقریب به شکل زیر بکار می‌بریم.

-1
0
1

-1	0	1
----	---	---

- ▶ مشکل عدم تقارن حل می‌شود، اما باید توجه داشت که از تقریب محاسبه مشتق قدری بیشتر شده. زیرا از مقادیر پیکسل‌های مجاور پیکسل مرکزی و نه خود پیکسل برای تقریب مشتق استفاده شده است.
- ▶ در اینجا انجام عمل مشتق‌گیری در یک تصویر معمولاً با تقویت نویز تصویر همراه است چنانچه خواهیم مشتق‌گیری را توأم با مهار نویز انجام دهیم از اپراتورهای **Prewitt** می‌توان استفاده کرد.

### انواع روشهای تیز کردن تصویر (مشتق گیری از تصویر)

#### Prewitt Filter ▶

در جهت y		
-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

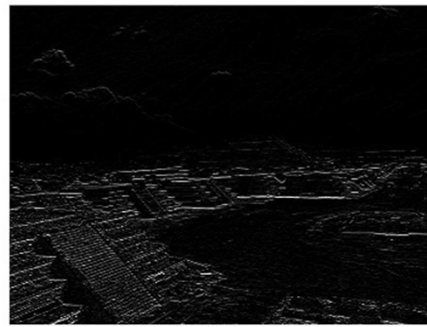
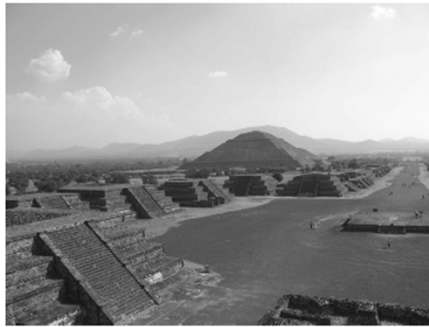
در جهت x		
-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

- ▶ چنانچه خواهیم با بالا بردن وزن پیکسل‌های نزدیکتر به پیکسل مرکزی عملگر اپراتور مشتق‌گیری را بهتر کنیم می‌توان از اپراتور **sobel** بهره برد.

در جهت y		
-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

در جهت x		
-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

انواع روشهای تیز کردن تصویر (مشتق گیری از تصویر)



-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

123

انواع روشهای تیز کردن تصویر (مشتق گیری از تصویر)



-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

124

### انواع روشهای تیز کردن تصویر (مشتق گیری از تصویر)

a11	a12	a13	...	
a21	a22	a23	...	
a31	a32	a33	...	
...	...	...	...	

Input image

kernel =

1	0	-1
1	0	-1
1	0	-1

b11	b12	b13	...	
b21	b22	b23	...	
b31	b32	b33	...	
...	...	...	...	

Output image (G<sub>x</sub>)

$$b_{22} = -a_{11} + a_{13} - a_{21} + a_{23} - a_{31} + a_{33}$$



تمرین:

### Prewitt Filter example

Convolve the Prewitt kernels to the original image

10	50	10	50	10
10	55	10	55	10
10	65	10	65	10
10	50	10	50	10
10	55	10	55	10

Original image

1	0	-1
1	0	-1
1	0	-1

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1



### انواع روشهای تیز کردن تصویر (مشتق گیری از تصویر)

filter	horizontal component	vertical component
Roberts	$\begin{bmatrix} 0 & +1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} +1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$
Sobel	$\begin{bmatrix} +1 & +2 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix}$

### انواع روشهای تیز کردن تصویر (مشتق گیری از تصویر)

▶ با استفاده از اختلاف، بجای مشتق می توان این رابطه را برای لاپلاسیان نوشت.

$$\nabla^2 f(x, y) = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$$

▶ اگر دو بار در جهت X و دو بار در جهت Y مشتق بگیریم و با هم جمع کنیم به بردار لاپلاسیان می رسیم.

$$\nabla^2 f(x, y) \approx [f(x, y-1) + f(x-1, y) - 2f(x, y)] + [f(x, y+1) + f(x, y-1) - 2f(x, y)]$$

$$\Rightarrow \nabla^2 f(x, y) \approx f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1) - 4f(x, y)$$

$$\nabla^2 \approx \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

این فیلتر لبهها را در تمامی جهات تیزتر می کند.



### دیگر فیلترها (Line detection)

<b>Horizontal Edges</b> $\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 2 & 2 & 2 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$	<b>Vertical Edges</b> $\begin{bmatrix} -1 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \end{bmatrix}$
<b>Left Diagonal Edges</b> $\begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix}$	<b>Right Diagonal Edges</b> $\begin{bmatrix} -1 & -1 & 2 \\ -1 & 2 & -1 \\ 2 & -1 & -1 \end{bmatrix}$

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

129

### دیگر فیلترها ((Gradient Detection (Embossing))

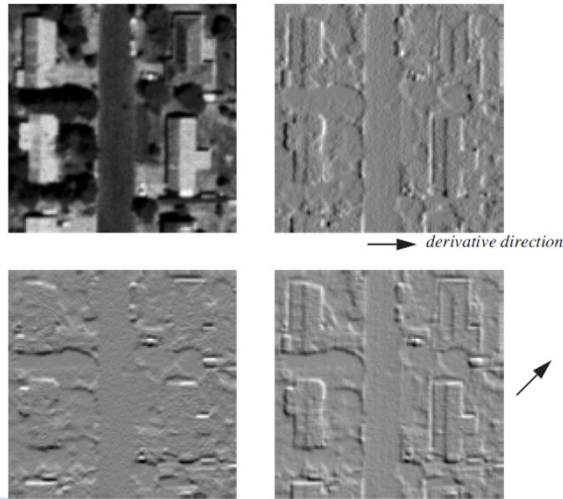
#### Sobel filter

<b>North</b> $\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$	<b>West</b> $\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	<b>North east</b> $\begin{bmatrix} 0 & -1 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \\ 2 & 1 & 0 \end{bmatrix}$
<b>South</b> $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$	<b>East</b> $\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$	<b>South west</b> $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \\ -2 & -1 & 0 \end{bmatrix}$

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

130

### دیگر فیلترها (Gradient Detection (Embossing))



WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

131

### دیگر فیلترها (Laplacian Filter)

3x3 kernel

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

5x5 kernel

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 24 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

132

## دیگر فیلترها (Smoothing and Blurring)

Arithmetic Mean

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \end{bmatrix}$$

Basic Smooth: 3x3

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Basic Smooth: 5x5

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 4 & 4 & 4 & 1 \\ 1 & 4 & 12 & 4 & 1 \\ 1 & 4 & 4 & 4 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

133

## فیلترهای آماری



original

median

variance



minimum



maximum

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

134

### فیلتر پائین گذر با وزن برابر

**a. Low Pass: simple mean kernel.**

1	1	1
1	1	1
1	1	1

1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	<b>10</b>	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1

Raw data

1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	1	1
1	1	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	1	1
1	1	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1

Output data

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

135

### فیلتر پائین گذر با وزن بیشتر

**b. Low Pass: center weighted mean kernel.**

1	1	1
1	2	1
1	1	1

1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	<b>10</b>	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1

Raw data

1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	1	1
1	1	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	1	1
1	1	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1

Output data

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

136

فیلتر بالاگذر

**c. High Pass kernel.**

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

10	10	10	10	10	10	10
10	10	10	10	10	10	10
10	10	10	10	10	10	10
10	10	10	15	10	10	10
10	10	10	10	10	10	10
10	10	10	10	10	10	10
10	10	10	10	10	10	10

0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	-5	-5	-5	0	0
0	0	-5	40	-5	0	0
0	0	-5	-5	-5	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Raw dataOutput data

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

137

فیلتر در جهت شمال جنوب

**d. Direction Filter: north-south component kernel.**

-1	2	-1
-2	1	-2
-1	2	-1

1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	2	1	1	1

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

Raw dataOutput data

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

138

فیلتر در جهت شرق غرب

e. Direction Filter: East-west component kernel.

-1	-2	-1
2	4	2
-1	-2	-1

1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	2	1	1	1
1	1	1	2	1	1	1

0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Raw data
Output data

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

139

## Band-pass filters (BPF)

▶ این نوع فیلتر برای جدا سازی و حذف نویزهای پربودیک و دوره‌ای مناسب است.

$$BP(x, y) = HPF[LPF[image(x, y)]] = HPF[LPF(x, y)]$$

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

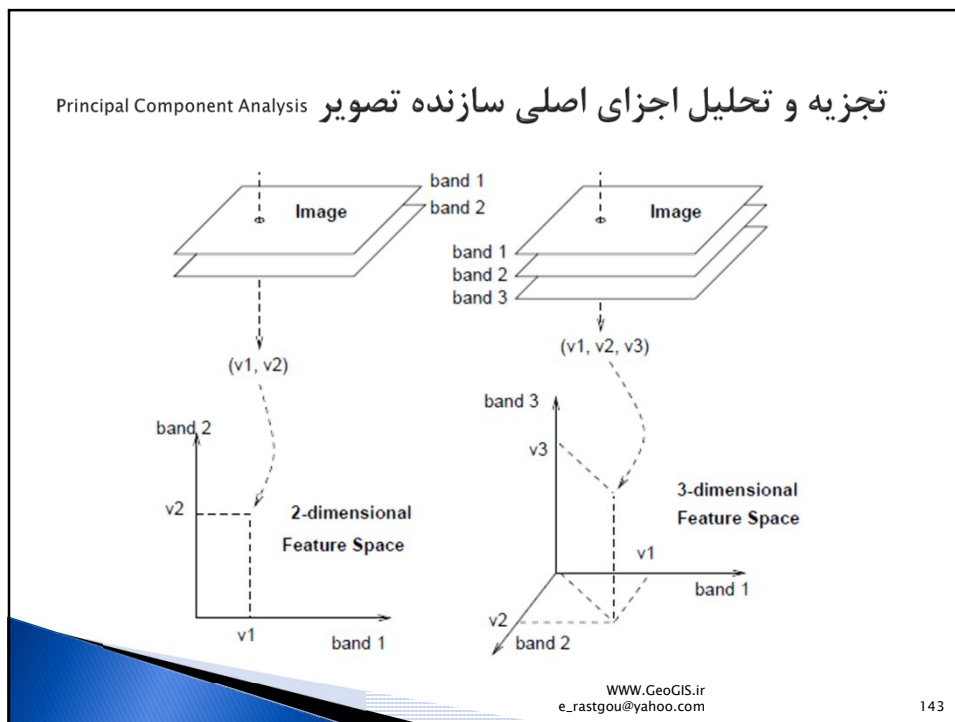
140

# تجزیه و تحلیل مولفه اصلی Principal Component Analysis

E:RASTGOU

## تجزیه و تحلیل اجزای اصلی سازنده تصویر Principal Component Analysis

- همان طور که در مباحث قبلی بیان شد، هر تصویر ماهواره‌ای را می‌توان ماتریسی فرض کرد که اندازه آن بسته به تعداد "Pixel" و "Line" آن متفاوت است. وقتی تصویر ماهواره‌ای با بیش از یک باند اطلاعاتی ایجاد شود، ماتریس مورد نظر نیز چند بعدی خواهد بود.
- یا به عبارتی داده‌های چند طیفی یا چند بانندی را می‌توان در یک فضای چند بعدی تصویر نمود.
- ابعاد این فضا به اندازه تعداد باندهای تصویر خواهد بود و هر پیکسل به صورت یک بردار در نظر گرفته می‌شود.
- هر چه واریانس ارزشهای طیفی در یک تصویر بیشتر باشد، تصویر دامنه اطلاعاتی وسیع تری خواهد داشت که خود گویای پدیده‌های بیشتر در تصویر است و چنین تصویری برای مطالعه مناسب تر می باشد.



## تبدیل مولفه‌های اصلی

- نکته مهم وابستگی باندهای همسایه به یکدیگر است.
- وابستگی میان باندهای مختلف طبیعی است و موجب ازدیاد اطلاعات وابسته و تکراری می‌شود.
- نتیجه داده‌های تکراری، بالا رفتن زمان پردازش و پایین آمدن دقت پردازش می‌شود.
- یکی از مواردی که در افزایش کنتراست تصاویر و نیز تعدیل سایه‌ها کاربرد زیاد دارد، استفاده از تجزیه اجزای متشکله تصویر (Principal Component Analysis) است که با بکارگیری روش "Karhunen-Loeve Transform" انجام می‌شود.
- با اجرای "Principal Component" که یک روش با تکنیک آماری به حساب می‌آید، چرخشی در جهت محورهای مختصات به وجود می‌آید و محورهای جدید در جهتی که بیشترین واریانس ارزشهای طبیعی را به خود اختصاص داده، ایجاد می‌شود.



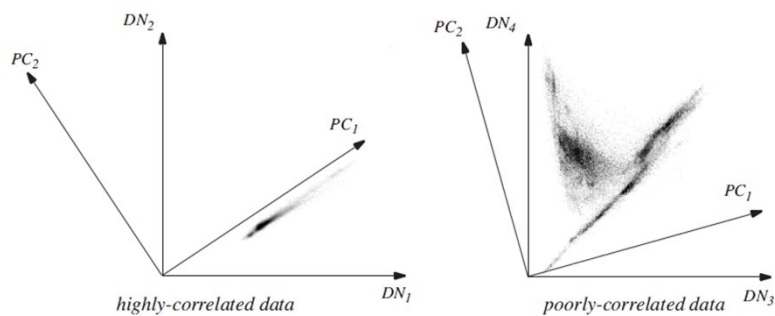
## تبدیل مولفه‌های اصلی

- در این حالت ما باید به نحوی باندهایی که دارای اطلاعات مشابه هستند یا به عبارتی داده‌های این باندها که به هم وابسته است را، این وابستگی را از بین ببریم تا در نتیجه داده‌هایی داشته باشیم که حجم کمی دارند و در عین حال اطلاعات مفیدتری دارند و چون حجم کمی دارند سرعت پردازش آنها نیز بالا می‌رود.
- اگر دو محور  $ND1$  و  $ND2$  دو باند از یک تصویر باشند که داده‌های آنها نیز در راستای عمود بر آنها قرار داشته باشد.
- چنانچه داده‌های این دو باند کاملاً به هم وابسته باشند، داده‌های این دو باند تشکیل یک خط را خواهند داد که برای کاهش اطلاعات اضافی بهتر است یکی از محورها را در راستای مرکز ثقل داده‌ها قرار داد، تا تنها داده‌ها به یک باند وابسته باشد و وابستگی بین باندها را از بین ببریم. (تجزیه به موافه‌های اصلی)

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

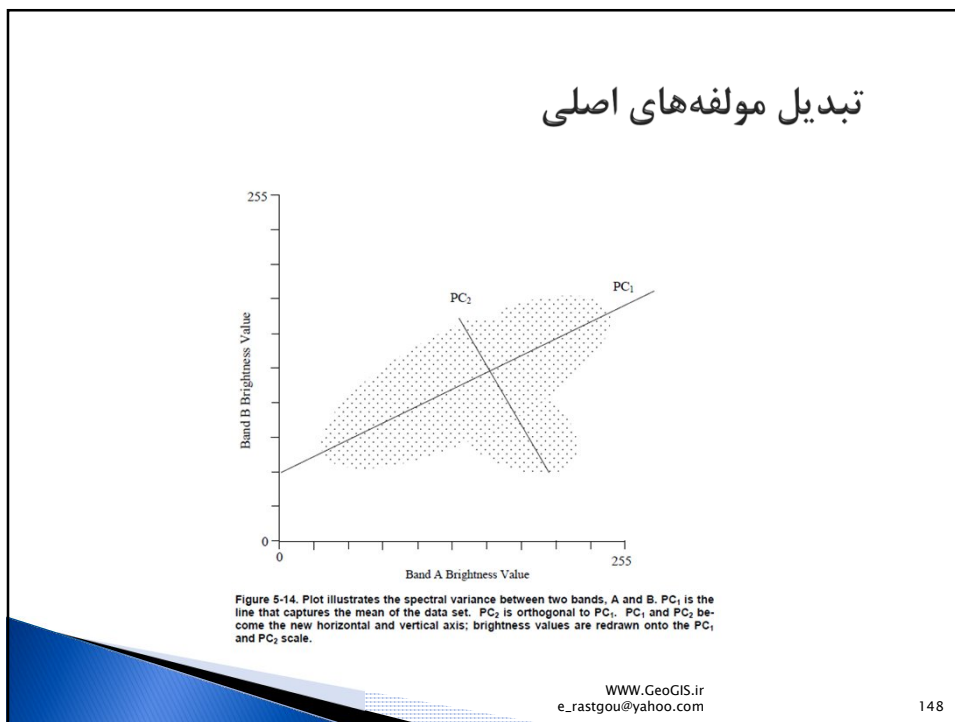
145

## تبدیل مولفه‌های اصلی



WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

146



## تبدیل مولفه‌های اصلی

- ✓ چنین سیستم جدیدی در برخی از حالات می‌تواند اطلاعات بیشتری را به ما بدهد.
- ✓ در تبدیل مولفه اصلی هدف دستیابی به مولفه‌های جدیدی است که در آنها میزان واریانس داده‌ها بیشتر و وابستگی بین این مولفه‌ها کمتر از حالات اولیه تصاویر باشد.
- ✓ به طور کلی موارد زیر، از مزایای "Principal Component" به شمار می‌آیند:
- ✓ بیشترین کمیت اطلاعات طیفی یک تصویر چند بانده، در تعداد محدودی از باندهای PC معرفی می‌شوند و در نتیجه، می‌توان از تعداد باندهای طیفی کمتری برای مطالعه تصاویر استفاده کرد که خود موجب کاهش فضای مورد نیاز کامپیوتری و افزایش سرعت پردازش تصویر می‌شود.
- ✓ با استفاده از انتخاب سطوح نمونه بر روی یک پدیده خاص، می‌توان پدیده مورد نظر را تا حد مطلوب، بارز کرده و قدرت تفکیک آن را از سایر پدیده‌ها افزایش داد.
- ✓ با تلفیق برخی از باندهای حاصل از PC با باندهای تصویر خام، تصویر مطلوب برای انجام مطالعه خاص تولید می‌شود.

## تبدیل مولفه‌های اصلی

- کاربرد مولفه‌های اصلی عبارتند از:
  - بارزسازی عوارض
  - تعدیل سایه‌ها
  - کشف تغییرات در طول زمان
  - استفاده از تبدیل مولفه اصلی در تلفیق تصاویر

# محاسبات تصویری Computing Image

E:RASTGOU

## محاسبات تصویری

- هدف عمومی استخراج اطلاعات خاصی نظیر پوشش گیاهی یا کشف تغییرات در طی دو زمان مختلف می باشد.
- قبل از انجام محاسبات تصویری تمام باندها باید از لحاظ رادیومتریکی تصحیح شده باشند.
- از جمله تصحیحات مهم، تصحیحات اتمسفری می باشد که باید اعمال شود.
- اگر داده های مورد استفاده مربوط به چند زمان مختلف باشد باید حتماً در سیستم مختصات مشترک و ابعاد یکسان قرار داشته باشند.
- دلیل این امر این است که محاسبات تصویری به صورت پیکسل به پیکسل انجام می شود.

## محاسبات تصویری

- از معمولترین عملیات محاسبه‌ای که روی تصاویر اعمال می‌شود عبارتند از تفریق، جمع، ضرب، تقسیم و فرمول‌های مرکب
- تفریق تصاویر معمولاً در مورد تصاویر چند زمانه و برای کشف تغییرات پدید آمده در طی زمانهای مختلف انجام می‌شود. (Change detection)
- جمع کردن دو باند مختلف موجب کاهش نویز می‌شود.
- از تقسیم تصاویر بیشتر به منظور بارز سازی میان باندهای مختلف استفاده می‌شود.

## محاسبات تصویری

- به عنوان مثال از آنجایی که تفاوت میان باند قرمز (R) و مادون قرمز نزدیک (NIR) در گیاهان زیاد است از این باندها برای نمایش پوشش‌های گیاهی استفاده می‌کنیم.
- **تفریق تصاویر:**
- این کار معمولاً بر روی تصاویر هم مرجع شده مربوط به یک منطقه در دو زمان مختلف انجام می‌شود.
- نتیجه آن یک تصویر خواهد بود که (اگر ۸ بیت برای آن در نظر بگیریم) مقدار  $\min$  و  $\max$  برای پیکسل‌های آن عبارتند از:

$$\min = 0 - 255 = -255 \quad \max = 255 - 0 = +255$$

## محاسبات تصویری

- بنابراین دامنه تصاویر بدست آمده بصورت استاندارد نیستند و باید به گونه‌ای آن را به فرم اصلی تبدیل کرد. یکی از ساده‌ترین راه‌ها، اضافه نمودن مقدار ۲۵۵ و میانگین گیری از مقادیر حاصل است.

$$g_{\text{diff}(i,j)} = \frac{[255 + g1_{(i,j)} - g2_{(i,j)}]}{2}$$

- بدین صورت مقادیر پیکسل‌های تصویر تفاضلی در دامنه بین ۰ تا ۲۵۵ قرار می‌گیرند.
- در تصویر بدست آمده مقادیر پیکسل‌ها حول ۱۲۷ مربوط به پیکسل‌هایی است که تغییرات کمی را داشته اند و مقادیر نزدیک به صفر و ۲۵۵ مربوط به پیکسل‌هایی است که تغییرات در آنها زیاد بوده است.

## محاسبات تصویری

- یکی از ساده‌ترین راه‌ها برای بارز سازی مناطق تغییر یافته، استفاده از حد آستانه است. که معمولاً بهترین مقدار برای حد آستانه از طریق سعی و خطا انتخاب می‌شود.
- **تقسیم تصاویر:**
- دو علت عمده باعث استفاده وسیع از این نوع محاسبات شده است:
  - حذف یا کاهش اثرات نا مطلوب ناشی از تغییرات نوردهی
  - قابلیت بالای نسبت‌گیری در بارز سازی خواص طیفی مختلف
- اثرات اتمسفری یکی از عمده ترین موارد ایجاد خطا در نسبت‌گیری هستند. پس باید قبل از نسبت‌گیری تصاویر از لحاظ اتمسفریک (رادئومتریکی) تصحیح شوند.

## محاسبات تصویری

- ▶ نتایج نسبت‌گیری معمولاً در دامنه صفر تا بینهایت قرار دارد. که باید برای توانایی نمایش و تفسیر آن، در صورتی که از تصاویر ۸ بیتی استفاده شود مقادیر را در بازه ۰ تا ۲۵۵ قرار داد.
- ▶ جهت این کار دو راه وجود دارد:
  ۱. محاسبه کوچکترین و بزرگترین مقدار پیکسل‌ها و استفاده از آنها در فرمول زیر برای مقیاس گذاری

$$R_{(i,j)} = \frac{R_{(i,j)} - R_{\min}}{R_{\max} - R_{\min}} \times 255$$

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

157

## محاسبات تصویری

- ۲. استفاده از یک حد آستانه برای مقیاس گذاری به صورت زیر:

$$R_{(i,j)} = \begin{cases} R_{(i,j)} \times 127 & \text{if } R_{(i,j)} \leq 1 \\ 255 - \frac{127}{R_{(i,j)}} & \text{if } R_{(i,j)} > 1 \end{cases}$$

- ▶ یکی از مشکلات مهم نسبت‌گیری، تقسیم مقادیر به صفر است.
  - در نظر نگرفتن صفر و یا جایگزین کردن مقدار یک، بجای مقدار صفر است.
  - اختصاص مقدار خالی (Null) به حاصل آن می‌باشد.

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

158

## شاخص‌های گیاهی

- یکی از روش‌های مطالعاتی سنجش از دور در پوشش گیاهی استفاده از نسبت‌های طیفی مختلف و شاخص‌های گیاهی (VI) (Vegetation Indices) می‌باشد. شاخص‌های پوشش گیاهی نوع ویژه‌ای از شاخص‌های طیفی (SI) (Spectral Indices) هستند که برای استخراج اطلاعات از داده‌های ماهواره‌ای چند طیفی استفاده می‌شود و معمولاً اطلاعات را از کانال‌های طیفی قرمز و مادون قرمز نزدیک استخراج می‌کنند. و برای مشخص نمودن وجود و یا عدم وجود پوشش گیاهی، شناسایی نوع پوشش گیاهی و وضعیت پوشش گیاهی به کار می‌روند.

### ۱. شاخص گیاهی نسبتی (Ratio Vegetation Index)

- این شاخص ساده ترین شاخص گیاهی به حساب می‌آید و بصورت زیر محاسبه می‌شود.

$$RVI = \frac{NIR}{R}$$

- به ندرت در عمل استفاده می‌شود و دلیل آن یکی دامنه مقادیر آن است که بین صفر و بینهایت است و علاوه بر آن امکان صفر شدن مخرج وجود دارد.

## شاخص‌های گیاهی

### Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

- ۲. شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده (NDVI)
  - ▶ NDVI یک شاخص عددی برای تشخیص پوشش گیاهی زنده و سالم است.
  - ▶ شاخص نرمال شده اختلاف پوشش گیاهی (NDVI) یک شاخص عددی ساده است که برای تجزیه و تحلیل های سنجش از راه دور می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.
  - ▶ محاسبات NDVI بر این اصل استوار است که گیاهان زنده و سالم دارای جذب بالای امواج در محدوده طیفی مرئی و بازتابش بالا در مادون قرمز نزدیک می‌باشند.
  - ▶ این شاخص یکی از معروفترین و کاربردیترین شاخص‌های گیاهی در پردازش تصاویر بوده.

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$



## شاخص‌های گیاهی (NDVI)

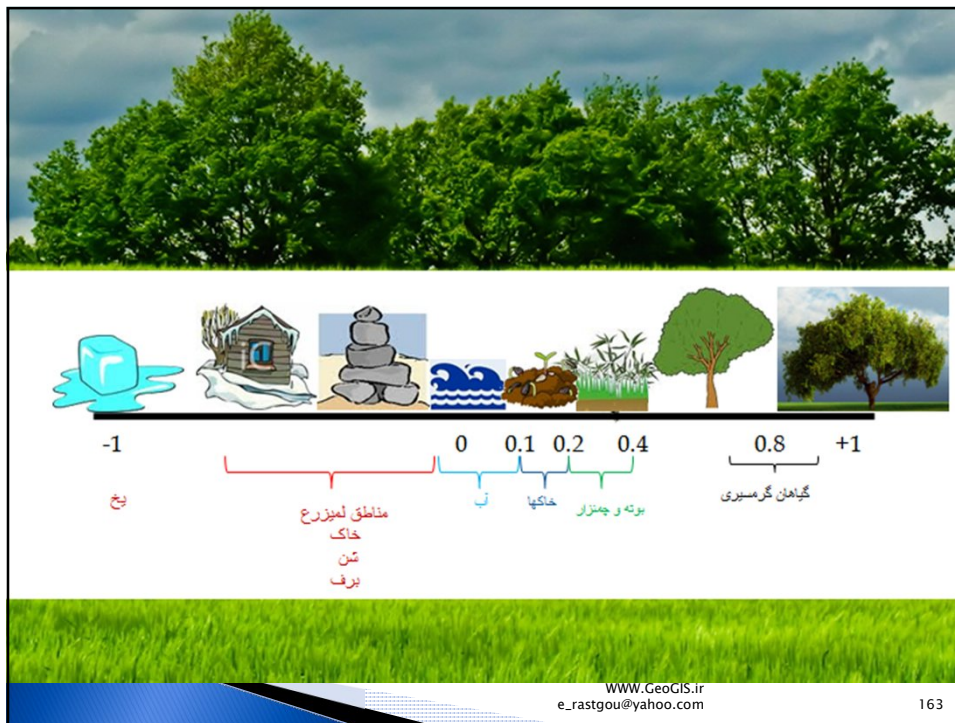
- ▶ در این فرمول NIR بازتاب در باند مادون قرمز نزدیک و R بازتاب در محدوده باند قرمز می‌باشد. از نظر تئوری مقدار این شاخص در محدوده (+1 و -1) متغیر است. مقدار این شاخص برای پوشش گیاهی متراکم به سمت عدد یک (معمولاً بین 0/۲۵ تا 0/۶) میل کرده و برای آب، برف، یخ و یخ مقادیر منفی تولید می‌نماید.
- ▶ خاک‌ها دارای مقادیر کمتر از 0/۵ (0/۱ الی 0/۲۵) و ابرها نیز معمولاً دارای مقادیر صفر هستند.
- ▶ مناطقی با شاخص 0/۲ تا 0/۵ دارای پوشش گیاهی معمولی و تنک هستند و شاخص 0/۵ به بالا نشان دهنده پوشش متراکم است.

## شاخص‌های گیاهی (NDVI)

- ▶ تحقیقات نشان داده است که شاخص NDVI به عوامل زیر بستگی دارد:

  ۱. شاخص سطح برگ ((Leaf Area Index(LAI))
  ۲. بیوماس گیاهی (توده زنده)
  ۳. درصد پوشش گیاهی
  ۴. جذب فعال فتوسنتزی (ایجاد و تشکیل مواد الی در گیاهان به کمک روشنایی)

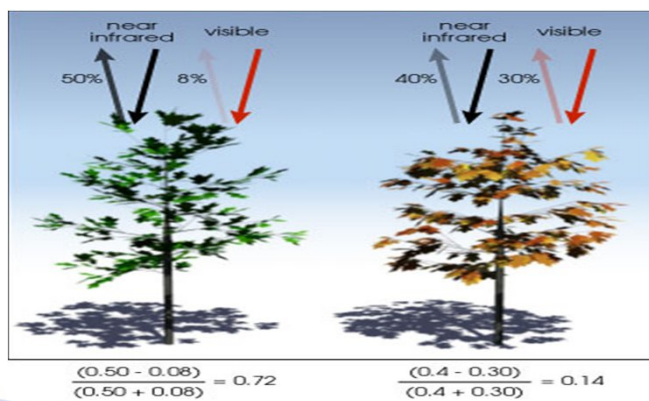
(FAPAR)



163

## شاخص‌های گیاهی (NDVI)

- ▶ محاسبات NDVI بر این اصل که گیاهان زنده و سالمند استوار است.
- ▶ در شکل زیر تفاوت NDVI را در دوره زمانی مختلف یک گیاه مشاهده می‌کنید.



WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

164

## شاخص های گیاهی

- بنابراین NDVI در یک زمان نمی تواند بیان کننده میزان پوشش گیاهی باشد. برای رفع این نقص معمولاً برای یک دوره زمانی مشخص مقادیر NDVI محاسبه شده و برای هر پیکسل بیشترین مقدار NDVI موجود در طول دوره انتخاب می شود.
- به این روش، ترکیب بیشینه مقدار NDVI ( maximum value composite ) یا به اختصار MVC می گویند.
- نکته مورد توجه طول دوره زمانی است.
- بهترین مقدار برای این دوره، چیزی حدود ۷ تا ۱۰ روز است.

## شاخص های گیاهی

- ▶ شاخص گیاهی تعدیل کننده اثر خاک (SAVI):
- ▶ در این شاخص با وارد کردن یک پارامتر به شاخص NDVI سعی در کاهش اثر پس زمینه های خاکی بر پوشش گیاهی داریم:

$$SAVI = \frac{NIR - R}{NIR + R + L} (L + 1)$$

- ▶ L فاکتور تعدیل کننده اثر خاک است که معمولاً با سعی و خطا بدست می آید.
- ▶ بر اساس تجربه مقدار L برای مناطقی با پوشش گیاهی متراکم ۱ و برای مناطقی با پوشش گیاهی کم ۰/۵ و برای مناطقی با پوشش گیاهی خیلی کم برابر صفر می باشد.

## مشکلات استفاده از شاخص گیاهی:

- اولین مشکل قدرت تفکیک زمانی سنجنده است. همانطور که گفتیم استفاده از دوره‌های ۱۰ روزه برای NDVI متداول است که اگر سنجنده‌ای چنین قابلیت‌هایی را نداشته باشد، آنگاه از آن طریق به نتایج دلخواه نمی‌توان رسید.
- اختلالات اتمسفری از مشکلات دیگر است. از آنجایی که طول موج قرمز کمتر از مادون قرمز است پراکنش آن در اتمسفر بیشتر می‌شود و در نتیجه مقادیر NDVI کمتر از مقدار واقعی است.
- تغییراتی که با گذشت زمان در سنجنده ایجاد می‌شود باعث افت کیفیت آن و در نتیجه تغییر در مقادیر و همچنین تغییر در میزان انعکاس ثبت شده می‌شود.

## مشکلات استفاده از شاخص گیاهی:

- تصویر ماهواره‌ای منطقه زیادی از زمین را پوشش می‌دهد و همین امر باعث می‌شود تا پیکسل‌های کناری تصویر دچار اعوجاجاتی بیشتر از وسط تصویر شوند. این مسئله که به آن تاثیر انحراف از پای عمود می‌گویند باعث می‌شود تا مقادیر ثبت شده برای پیکسل‌های کناری دقیق نباشد و به همین دلیل در کارهای دقیق از پیکسل‌های کناری صرف نظر می‌شود.

## تلفیق تصاویر Combining images

E:RASTGOU

### تلفیق تصاویر

- داده‌های سنجش از دور، داده‌هایی با خصوصیات مکانی و طیفی مختلفی را از سطح زمین جمع‌آوری می‌کنند.
- هر کدام بخشی از خصوصیات عوارض را آشکار می‌سازد. بنابر این استفاده از داده‌ها در کنار یکدیگر استخراج اطلاعات را دقیق‌تر می‌کند.
- هدف از تلفیق داده‌ها، ترکیب داده‌های مختلف جهت استخراج اطلاعات بیشتر نسبت بلکه به استفاده از هر کدام داده‌های منفرد می‌باشد به گونه‌ای که مزایای حاصل از ترکیب داده‌ها، مفیدتر از استفاده از تک تک داده‌ها به صورت جداگانه می‌باشد.

## تلفیق تصاویر

- به عنوان مثال داده‌های نوری و راداری که هر کدام اطلاعات مختلفی را برای هر شی ایجاد می‌کند.
- تلفیق داده‌ها در حقیقت تکمیل آنها توسط یکدیگر است.
- کاربردهای تلفیق تصاویر:
  - ✓ واضح سازی تصاویر
  - ✓ بهبود دقت در تصحیح هندسی
  - ✓ بهبود طبقه‌بندی
  - ✓ کشف تغییرات به کمک داده‌های چند زمانه
  - ✓ جایگزینی اطلاعات ناصحیح در یک تصویر به کمک تصاویر دیگر مثل مناطق ابری

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

171

## سطوح مختلف تلفیق

- تلفیق تصویر در سه سطح مختلف انجام می‌شود:
  ۱. سطح پیکسل
  ۲. سطح عارضه
  ۳. سطح تصمیم‌گیری
- اغلب مدل‌ها در سطح پیکسل می‌باشند که به آنها **image fusion** می‌گویند.
- ترکیب در سطح پیکسل به معنی ادغام در پایین‌ترین سطح پردازش و کوچکترین المان موجود می‌باشد.
- در این روش از داده‌های رستری که هم مختصات شده اند استفاده می‌شود.
- تصحیحات هندسی و هم مختصات سازی نقش بسیار مهمی در تلفیق تصاویر دارد.

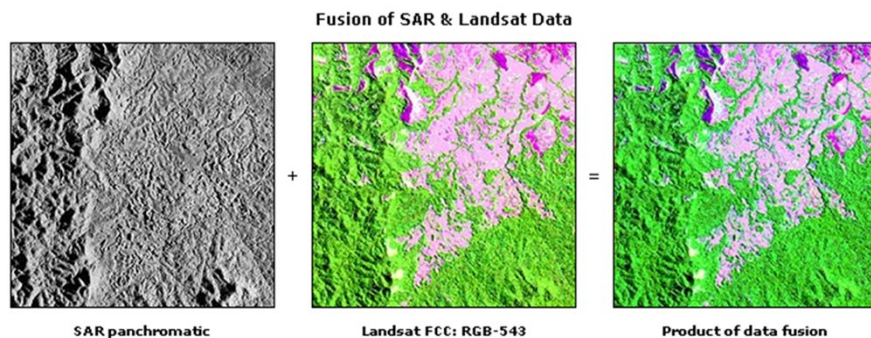
WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

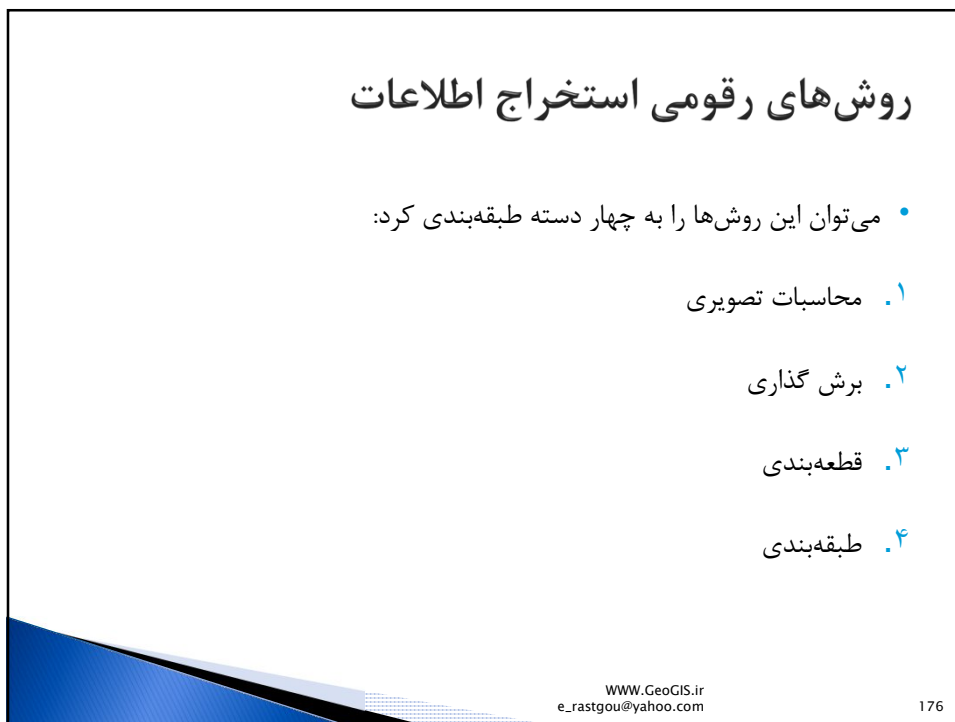
172

## مراحل کلی تلفیق تصاویر در سطح پیکسل

- معمولاً تصاویر چند طیفی با دقت مکانی متوسط با یک تصویر با دقت مکانی بهتر ترکیب شده و تصویری مناسب برای بصری سازی ارائه می‌کند.
- اولین مرحله تصحیحات رادیومتریک می‌باشد که بسته به نوع تصویر انجام می‌شود.
- پس از این کار تصحیح هندسی تصاویر اعمال می‌شود. در این مرحله تصاویر با بهترین قدرت تفکیک، نمونه برداری مجدد (Resample) شده و هم مختصات می‌شوند.
- مثلاً اگر بخواهیم تصویر ۳۰ متری TM را با ۱۰ متری پانکروماتیک IKONUS ترکیب کنیم، تصاویر TM ضمن تصحیح هندسی دارای اندازه پیکسل ۱۰ متری خواهند شد.
- پس از تصحیح هندسی و نمونه‌برداری مجدد با استفاده از یک روش تلفیق مناسب، تلفیق انجام می‌شود.

## Data Fusion – You already do it! SAR + Landsat







## برش گذاری

- ▶ برش گذاری را می توان یک عملیات نقطه ای دانست که روی تصویر اعمال می شود و دامنه هایی از مقادیر پیکسل ها را به کلاس های مورد نظر انتساب می دهد.
- ▶ حد آستانه را می توان از روی هیستوگرام و مقادیر پیکسل ها بدست آورد.
- ▶ به هر تعداد بر آمدگی عمده در هیستوگرام وجود داشته باشد، به همان تعداد نیز کلاس عارضه داریم.

▶ **IF  $G(X) > T$  then CLASS 1 else others**

- ▶ نکته ای که در رابطه با برش گذاری باید توجه شود این است که همیشه بر روی یک باند از تصویر اعمال می شود.

## قطعه بندی

- ▶ هدف از قطعه بندی تقسیم یک تصویر به بخش های مختلفی است که به طور ایده آل منطبق بر عوارض روی زمین می باشند.
- ▶ در قطعه بندی بیشتر توزیع مکانی پیکسل ها را برای تشخیص عوارض در نظر می گیرد.
- ▶ در قطعه بندی، پیکسل هایی که در کنار هم بر اساس معیاری شبیه به هم باشند، به عنوان یک قطعه از تصویر در نظر گرفته می شود.
- ▶ پس محل قرار گرفتن پیکسل در قطعه بندی مهم می باشد.
- ▶ از آنجایی که قطعه بندی برای تصویر با قدرت تفکیک مکانی کم به خوبی عمل نمی کند لذا کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

## طبقه‌بندی

- ▶ طبقه‌بندی را می‌توان یک فرآیند تصمیم‌گیری دانست که در آن داده‌های تصویری به فضای کلاس‌های مشخص انتقال می‌یابند.
- ▶ فضای چند طیفی را باندهای مختلف تصویر ایجاد می‌کنند.
- ▶ هر پیکسل در این فضا به صورت یک بردار تعریف می‌شود که هر عضو این بردار مقدار پیکسل را در یک باند خاص نشان می‌دهد.
- ▶ تصمیم‌گیری طبقه‌بندی کننده‌ها نیز بر اساس نحوه قرارگیری پیکسل‌ها در این فضای چند بعدی است.

## مبانی طبقه‌بندی

- ▶ الگوریتم‌های طبقه‌بندی از بردار مقادیر طیفی برای هر پیکسل استفاده می‌کنند.

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix}$$

- ▶  $X_i$  = مقدار درجه خاکستری پیکسل در باند  $i$  ام
- ▶  $N$  = تعداد باندهای تصویر

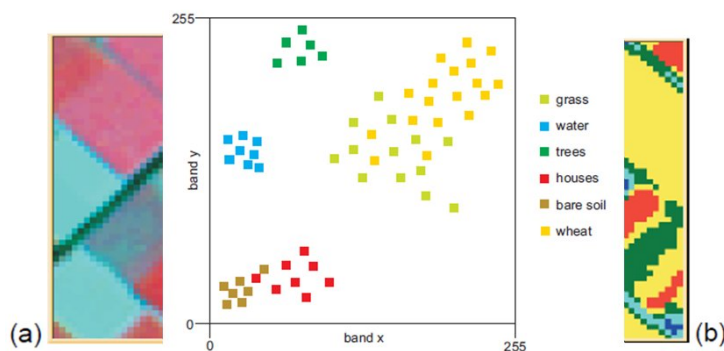
## طبقه‌بندی (Classification)

- ▶ یکی از پرکاربردترین روش‌های استخراج اطلاعات می‌باشد.
- ▶ از مهمترین قابلیت‌های برخی از روش‌های طبقه‌بندی کننده، امکان استفاده از اطلاعات غیر طیفی در آنها و تولید نتایج دقیق تر و کامل تر است.
- ▶ ورودی روش‌های طبقه‌بندی همین بردار مقادیر طیفی است و خروجی یک نقشه موضوعی است که پیکسل‌های تصویر دارای یک کلاس مشخص می‌باشند.
- ▶ در بیشتر روش‌های طبقه‌بندی معمولاً از تعدادی پیکسل، با کلاس معلوم برای هدایت طبقه‌بندی استفاده می‌شود.

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

181

## طبقه‌بندی (Classification)



The result of classification of multispectral image (a) is a raster in which each cell is assigned to the some thematic class (b)

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

182

## فرآیند کلی طبقه‌بندی

- ▶ ورودی یک طبقه‌بندی باید حداقل یک تصویر چند طیفی باشد.
- ▶ آنچه که یک روش طبقه‌بندی را بر دیگری برتری می‌دهد استفاده بهینه از داده‌های وارده به الگوریتم است.

▶ الگوریتم طبقه‌بندی هر چه باشد مراحل کلی به صورت زیر است:

۱. تعریف کلاس‌ها
۲. انتخاب داده‌ها
۳. پیش پردازش داده‌ها
۴. انتخاب و اعمال الگوریتم طبقه‌بندی
۵. انجام پس پردازش‌های مورد نیاز
۶. ارزیابی دقت طبقه‌بندی

## عوامل تاثیر گذار بر فرایند طبقه‌بندی

### ▶ عوامل مختلف دخیل بر تعریف کلاس‌ها:

۱. **خواست کاربر:** در چه کاری می‌خواهد از آن استفاده کند (کاربردش) مثلاً کاربر می‌خواهد پوشش های گیاهی را ببیند پس تعریف کلاسش بر اساس پوشش گیاهی خواهد بود. مراتع، باغات، جنگلها و ...
۲. **وضعیت منطقه:** مثلاً در کشاورزی در یک زمان خاص بعضی کلاس‌ها در تصویر وجود ندارند. و در برخی از فصل‌ها یا در برخی از ارتفاعات پوشش گیاهی خواص وجود دارند
۳. **شباهت طیفی عوارض:** برخی از عوارض در تعدادی از باندها رفتار مشابه دارند. بنابراین باید در انتخاب نمونه‌های این کلاسهای دقت کرد تا این دو کلاس اشتباه در نظر گرفته نشوند.
۴. **اطلاعات و داده‌های موجود:** باید به یکسری پارامترها و شرایط که تصویر باید داشته باشد تا اطلاعات مورد نظرمان را کسب کنیم توجه کرد. مانند قدرت تفکیک مکانی، طیفی و زمانی تصاویر، زمان اخذ تصویر

## عوامل تاثیر گذار بر فرایند طبقه‌بندی

### عوامل مختلف دخیل بر تعریف کلاس‌ها:

۵. **میزان اهمیت کلاس:** ممکن است یک کلاس فضای کمی داشته باشد و برای ما از اهمیت کمی برخوردار باشد پس در طبقه‌بندی می‌توان آن را در یک کلاس دیگر ادغام کرد. و یا برعکس
۶. **سطح پوشش:** عنصری که از سطح پوشش وسیعی برخوردار است باید برای آن حتماً یک کلاس در نظر گرفت و کلاس‌هایی که مناطق کمی را پوشش می‌دهند به خاطر پایین آمدن حجم عملیات حذف می‌شوند.
۷. **روش طبقه‌بندی:** اینکه از چه الگوریتمی برای طبقه‌بندی استفاده کنیم در تعریف کلاسها مهم است. مثلاً الگوریتمی که می‌خواهیم استفاده کنیم تا چه حد در تشخیص عوارض مشابه موفق است.

## عوامل تاثیر گذار بر فرایند طبقه‌بندی

### عوامل تاثیر گذار بر انتخاب داده‌ها:

۱. **تعریف کلاس‌ها:** براساس آن کلاس‌هایی که تعریف کرده ایم باید به جمع آوری داده بپردازیم.
۲. **در دسترس بودن داده‌ها:** تصاویری که برای انجام طبقه‌بندی استفاده می‌شوند باید تصاویری باشند که در زمان مطلوب و با قدرت تفکیک مناسب اخذ شده باشند. برخی تصاویر ابری یا سایه ابر و ... دارند.
۳. **ویژگی‌های پروژه:** دقت پروژه در انتخاب داده نقش اساسی دارد.
۴. **خصوصیات سنجنده‌های موجود:** با توجه به خصوصیات سنجنده از لحاظ ۴ نوع قدرت تفکیک می‌توان داده مناسب را انتخاب کرد.
۵. **الگوریتم طبقه‌بندی:** از چه الگوریتمی استفاده می‌کنیم و با توجه به آن آیا داده‌ها در آن قابلیت خودشان را نشان می‌دهند.

## عوامل تاثیر گذار بر فرایند طبقه‌بندی

- ▶ عوامل تاثیر گذار بر پیش پردازش داده‌ها:
- ▶ وقتی داده‌ها می‌خواهند وارد الگوریتم طبقه‌بندی شوند باید پیش پردازش هایی چه از لحاظ هندسی و چه از لحاظ رادیومتریکی روی آنها صورت گیرد تا آماده طبقه‌بندی شوند.
- ▶ بعنوان مثال:
  - تصحیحات رادیومتریکی:
    - یکنواخت سازی، تصحیحات اتمسفری، حذف نویز، اعمال فیلترهای مورد نیاز و ...
    - تصحیحات هندسی:
      - حرکت نسبی زمین و ماهواره، کرویت زمین، زمین مرجع کردن و ژئوکد کردن، اثر پانورامیک(هر چه به سمت اطراف تصویر برویم پیکسل ها کشیده تر می‌شوند.) و ...

## عوامل تاثیر گذار بر فرایند طبقه‌بندی

- ▶ انتخاب و اعمال الگوریتم های طبقه‌بندی:
- ▶ الگوریتم های مختلفی برای طبقه‌بندی وجود دارد که می‌توان به دو الگوریتم معمول زیر اشاره کرد:

۱. الگوریتم طبقه‌بندی نظارت شده (Supervised Image Classification)

۲. الگوریتم طبقه‌بندی نظارت نشده (Unsupervised Image Classification)

## عوامل تاثیر گذار بر فرایند طبقه‌بندی

### انجام پس پردازش های مورد نیاز:

- بعد از انجام مراحل قبل، یک تصویر طبقه‌بندی شده ایجاد می‌شود که این تصویر نیاز به یک سری پردازش‌ها دارد.
- مثلاً اعمال فیلتر اکثریت (mod) برای مشخص کردن کلاس پیکسل‌های بدون کلاس.
- حذف برخی از کلاسهای غیر مفید یا ادغام دو کلاس یا جدا سازی دو کلاس تلفیق شده و ...

### ارزیابی دقت طبقه‌بندی:

- بعد از طبقه‌بندی باید نتیجه را با واقعیت مورد مقایسه قرار داد و به میزان صحت آن پی برد این کار معمولاً با مقایسه تصویر طبقه‌بندی شده با نقشه های موجود یا حتی رفتن به محل، مشخص می‌گردد.

## ارزیابی دقت طبقه‌بندی

- ▶ در پایان طبقه‌بندی برای بیان دقت طبقه‌بندی جدولی مانند جدول زیر ارائه می‌گردد که به ماتریس خطاها نیز معروف است. که دقت کل در این طبقه‌بندی ۵۳ درصد بدست آمده

	A	B	C	D	Total	Error of Com-mission	User Ac-curacy
a	35	14	11	1	61	43	57
b	4	11	3	0	18	39	61
c	12	9	38	4	63	40	60
d	2	5	12	2	21	90	10
Total	53	39	64	7	163		
Error of Omission	34	72	41	71			
Producer Accuracy	66	28	59	29			

صحت کل طبقه‌بندی: مجموع کل پیکسلهای طبقه‌بندی شده صحیح به کل پیکسل ها

$$(35 + 11 + 38 + 2)/163 = 53\%$$

خطای هر طبقه : مجموع پیکسلهای طبقه‌بندی شده اشتباه از آن کلاس در کلاسهای دیگر به کل پیکسل های آن کلاس

$$18/53 = 34\%$$

صحت هر طبقه : ۱۰۰ منهای درصد خطای هر کلاس

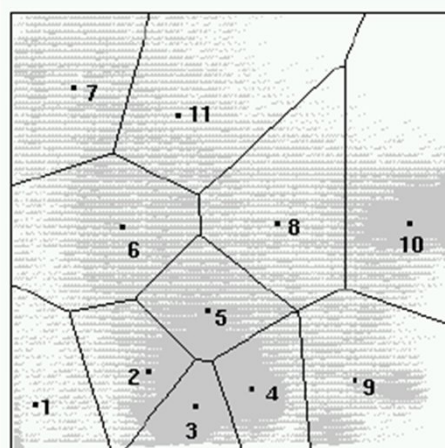
## الگوریتم طبقه‌بندی نظارت نشده (Unsupervised Image Classification)

- ▶ روشی است که عامل انسانی در آن نقش زیادی نداشته و به صورت خودکار توسط نرم افزار انجام می‌شود. و فقط کار عامل انسانی این بوده که باندهای تصویر را وارد الگوریتم کرده و تعداد کلاسهای مورد نیاز را معرفی کند.
- ▶ در این روش نرم افزار به طور اتوماتیک به بررسی مقادیر DN باندهای مختلف تصویر پرداخته و در نهایت بعد از یک بار انجام این مقایسه ها یک طبقه‌بندی به تعداد خواسته شده به کاربر ارائه می‌کند و حال دو باره این کار را انجام می‌دهد و کلاس بندی دقیق تری ارائه می‌کند و این روند تا تعداد تکراری که کاربر برای آن مشخص کرده ادامه می‌یابد تا به طبقه‌بندی نهایی برسیم.
- ▶ قابل ذکر است که هر چه تعداد تکرار طبقه‌بندی بیشتر باشد فرآیند طبقه‌بندی طولانی تر و در عوض طبقه‌بندی دقیق تر خواهد بود.
- ▶ این روش طبقه‌بندی سریع ولی کم دقت است.

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

191

## Unsupervised Image Classification



Iteration 10

WWW.GeoGIS.ir  
e\_rastgou@yahoo.com

192

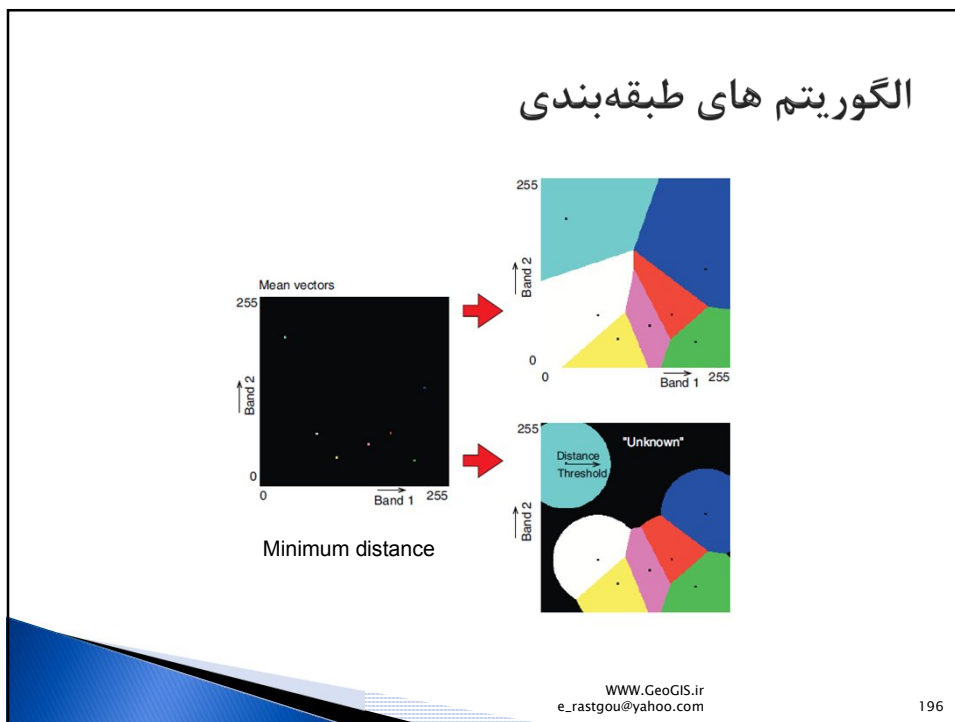
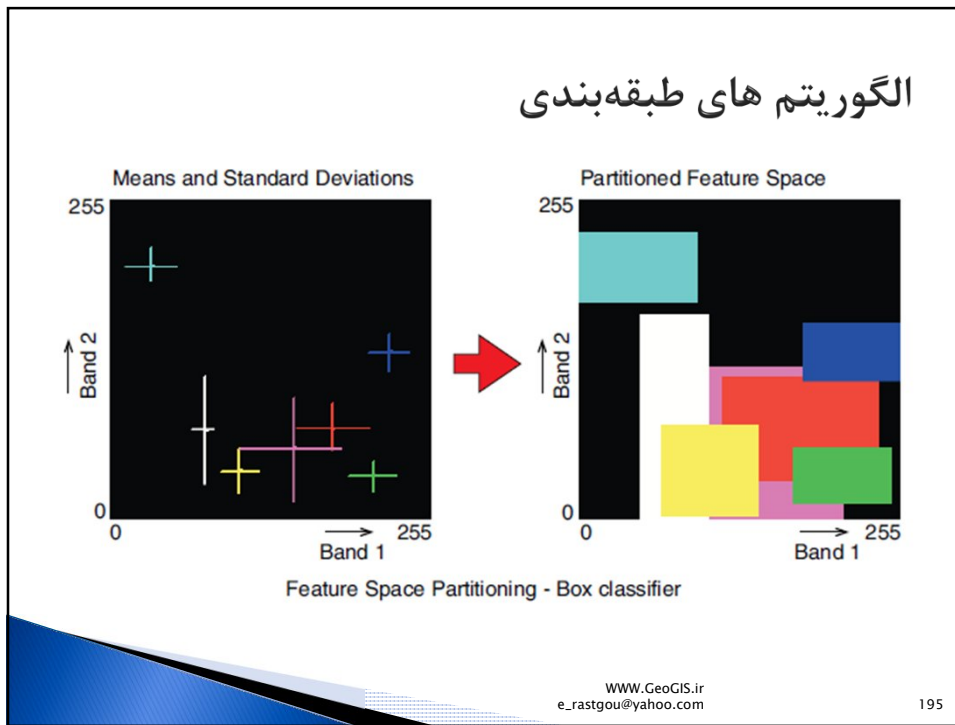


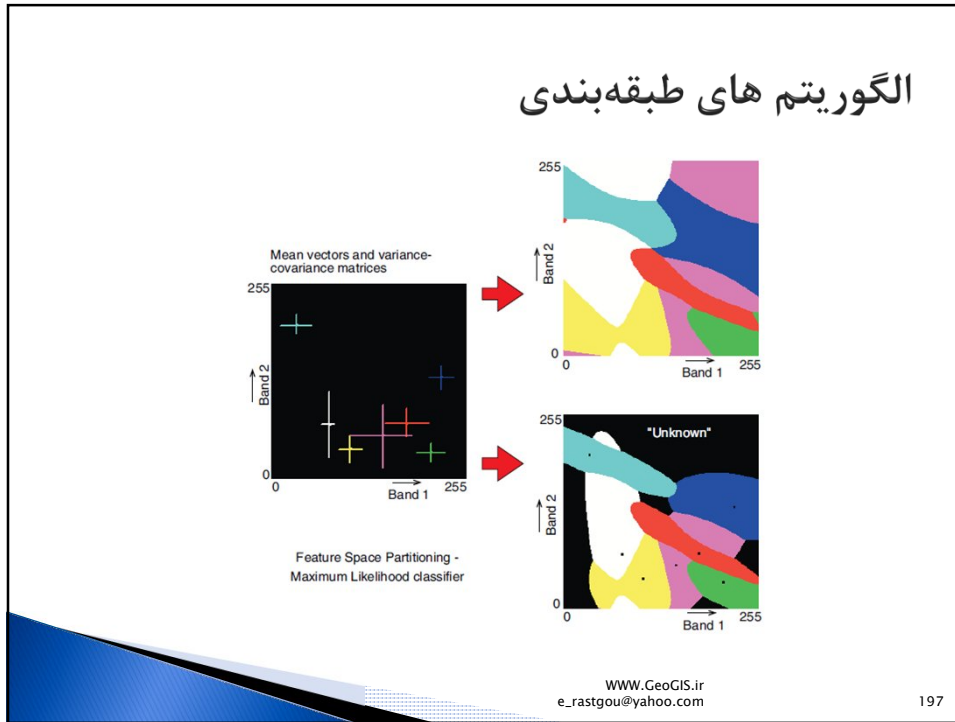
## الگوریتم طبقه‌بندی نظارت شده (Supervised Image Classification)

- ▶ این روش طبقه‌بندی روشی دقیق‌تر بوده و در این روش عامل انسانی نقش مهمی را ایفا می‌کند.
- ▶ در این روش عامل انسانی یک سری نمونه‌ها (پیکسل‌های نمونه) از کلاس‌هایی که می‌خواهد آنها را جداسازی (طبقه‌بندی) کند را باید به نرم افزار معرفی کند.
- ▶ این نمونه‌ها به کمک اطلاعات جانبی بدست می‌آید. بعنوان مثال با کمک گرفتن از نقشه‌های موجود یا رفتن به محل و مشخص کردن نوع عوارض.
- ▶ از آنجا که مناطق نمونه، پایه طبقه‌بندی را تشکیل می‌دهند، لازم است انتخاب آنها با دقت کافی صورت گیرد. به طور کلی در انتخاب نمونه‌ها می‌باید موارد زیر را رعایت کرد:
  - به صورتی انتخاب شوند که بر روی پدیده‌های مختلف تصویر، به شکل مناسب پراکنده شده باشند تا حتی المقدور، هیچ یک از درجات یا ارزشهای طیفی حذف نشوند.
  - قسمت‌هایی از تصویر، برای هر پدیده به صورت مناطق نمونه انتخاب شوند تا از نظر انعکاس طیفی در هر نمونه همگنی مطلوب مشاهده شود.

## الگوریتم طبقه‌بندی نظارت شده (Supervised Image Classification)

- ▶ مثلاً برای انتخاب مناطق نمونه در طبقه کشاورزی، که ممکن است به دلیل اختلاف نوع محصولات، اختلاف تن دیده شود بهتر است:
- ▶ تعداد بیشتری نمونه و در تن‌های مختلف در نظر گرفته شود تا کلیه درجات طیفی مربوط به طبقه کشاورزی در نمونه گیری وارد شوند.
- ▶ نمونه‌ها از نظر اندازه، به طور متناسب انتخاب شوند. به عبارت دیگر تعداد پیکسل‌های داخل هر نمونه، حداقل یک واحد بیشتر از تعداد باندهای مورد استفاده در طبقه‌بندی باشد یا رابطه  $N = n + 1$ ، تعداد پیکسل در هر منطقه نمونه و  $n$ ، تعداد باند) برقرار باشد. در غیر این صورت نمونه مورد نظر در طبقه‌بندی وارد نخواهد شد.





زمین مرجع و ژئوکد کردن  
Geocoding and Georeferencing  
E: RASTGOU

## تعاریف Georeferencing & Geocoding

### Georeferencing:

مطابقت دادن داده‌های جغرافیایی به یک سیستم مختصات معلوم است به نحوی که بتوان آن را به دیگر داده‌های جغرافیایی نمایش داده و پرس‌وجو و تحلیل نمود. زمین مرجع سازی می‌تواند در بر گیرنده اعمالی مانند: دوران، جابجایی، مقیاس گذاری، انحراف و در برخی حالات پیچش، کشیدگی سطح و ... باشد.

**Geocoding** در مواقعی صورت می‌گیرد که خطوط شبکه دچار جابجایی شده باشد، یا زمانی که چند تصویر می‌خواهند با هم ترکیب (Combine) شوند یا هنگامی که **Image Data** در یک محیط **GIS** استفاده شده و ما نیاز داریم که همه **Image Data** در یک **Map Projection** ذخیره شوند.

**Geocoding** یک نوع **Georeference** کردن است که با نمونه برداری مجدد در تصویر رستر صورت می‌گیرد.

## Geocoding

فرآیند **Geocoding** دو مرحله اصلی را در بر می‌گیرد:

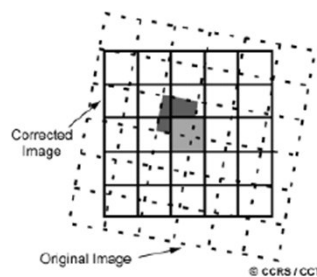
مرحله اول: هر عنصر (**Element**) رستری به تصویر اصلی تصویر می‌شود.

مرحله دوم: ارزش هر **DN** برای یک پیکسل جدید تعیین و ذخیره می‌شود.

## روشهای انترپولاسیون:

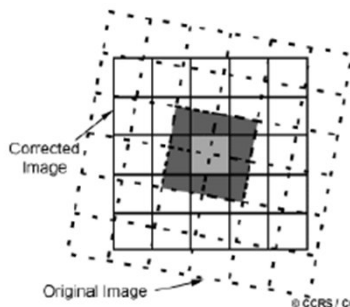
1. Nearest Neighbor
2. Bilinear Interpolation
3. Cubic Convolution

## Nearest Neighbour



In order to actually geometrically correct the original distorted image, a procedure called **resampling** is used to determine the digital values to place in the new pixel locations of the corrected output image. The resampling process calculates the new pixel values from the original digital pixel values in the uncorrected image. There are three common methods for resampling: **nearest neighbour**, **bilinear interpolation**, and **cubic convolution**. **Nearest neighbour** resampling uses the digital value from the pixel in the original image which is nearest to the new pixel location in the corrected image. This is the simplest method and does not alter the original values, but may result in some pixel values being duplicated while others are lost. This method also tends to result in a disjointed or blocky image appearance.

## Bilinear Interpolation



**Bilinear interpolation** resampling takes a weighted average of four pixels in the original image nearest to the new pixel location. The averaging process alters the original pixel values and creates entirely new digital values in the output image. This may be undesirable if further processing and analysis, such as classification based on spectral response, is to be done. If this is the case, resampling may best be done after the classification process. **Cubic convolution** resampling goes even further to calculate a distance weighted average of a block of sixteen pixels from the original image which surround the new output pixel location. As with bilinear interpolation, this method results in completely new pixel values. However, these two methods both produce images which have a much sharper appearance and avoid the blocky appearance of the nearest neighbour method.

## Cubic Convolution

