



# تصاویر دیجیتال

# Digital Images

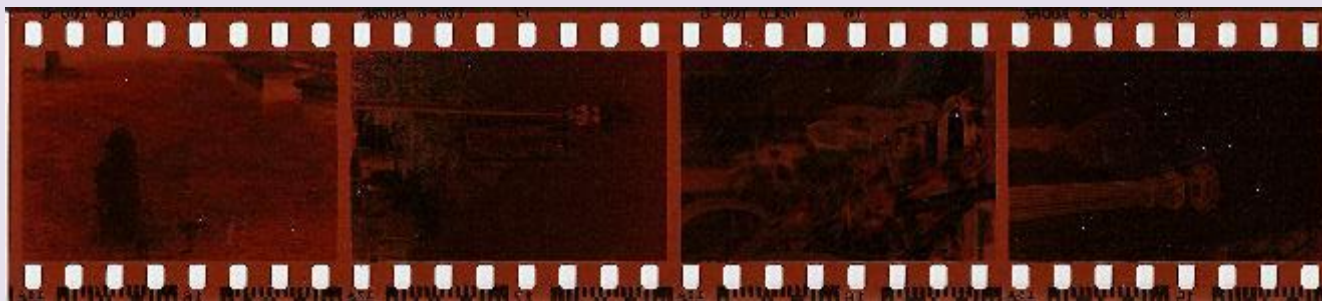
# تصاویر دیجیتال و آنالوگ

کلیه داده‌ها از جمله تصاویر را می‌توان به فرم آنالوگ یا دیجیتال ذخیره و نگهداری کرد. از این دیدگاه، تصاویر به دو دسته زیر دسته‌بندی می‌شوند:

آنالوگ (Analog)

دیجیتال (Digital)

تصاویر آنالوگ روی رسانه‌های آنالوگ از قبیل **نگاتیو** ذخیره می‌شوند.



در صورتی که تصاویر دیجیتال برای ذخیره روی حافظه‌های کامپیوتری مناسب می‌باشند. به این صورت که یک نمایش عددی برای تصویر در نظر گرفته می‌شود و آن اعداد در حافظه کامپیوتر ذخیره می‌شوند.

# تصاویر دیجیتال و آنالوگ

سوالی که مطرح می‌شود که تصاویر دیجیتال مطلوب‌تر می‌باشند و یا تصاویر آنالوگ؟

در پاسخ باید گفت که طبیعت دارای ساختار آنالوگ است ولی کامپیوترها و ماشین‌ها دارای ساختار دیجیتال می‌باشند. طبیعی است که اگر بخواهیم تصاویر را با کمک کامپیوترها

۱- ذخیره کنیم

۲- انتقال دهیم

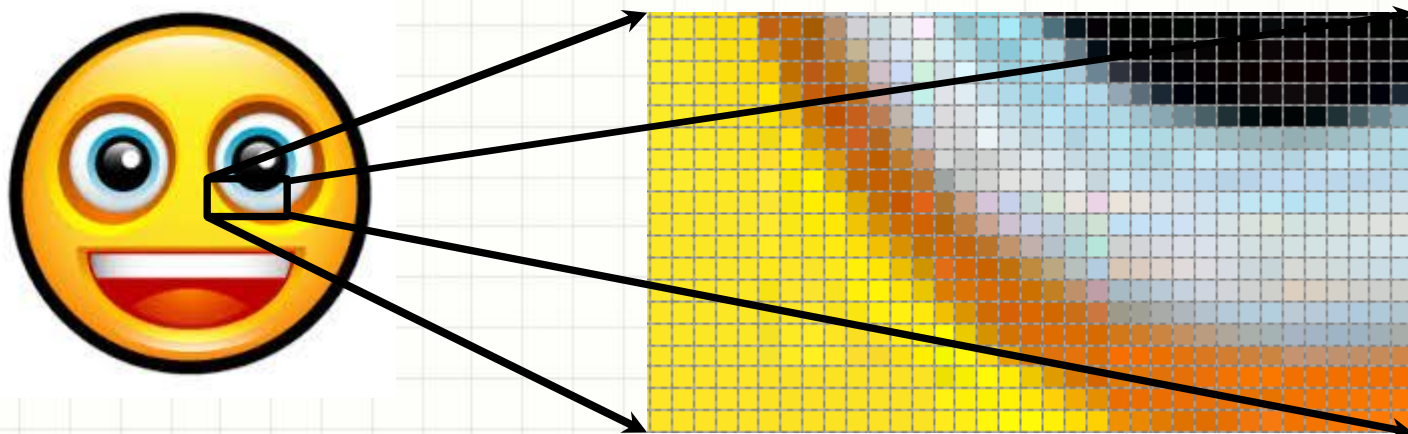
۳- پردازش کنیم

آن‌گاه بهتر است از رویکرد دیجیتال استفاده کنیم.

البته رویکرد آنالوگ هم دارای مزیت‌های خاص خود می‌باشد، ولی به خاطر محدودیت در ساختار کامپیوترها و وسایل الکترونیکی، امروزه رویکرد دیجیتال بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

# پیکسل در تصویر دیجیتال

یک تصویر دیجیتال از مجموعه‌ای از پیکسل‌ها (Pixel) تشکیل شده است. به طور دقیق‌تر هر تصویر دیجیتال عبارت است از آرایه‌ای از پیکسل‌ها که در کنار هم تصویر را تشکیل می‌دهند.



پیکسل که با واژه‌های Pel و Picture Element نیز نامگذاری می‌شود.

هر پیکسل از تصویر دارای دو ویژگی است:

- ۱- **موقعیت مکانی پیکسل:** که با شماره سطر و ستونی که پیکسل در آن قرار گرفته مشخص می‌شود. آدرس پیکسل با یک زوج مرتب به صورت  $(x, y)$  مشخص می‌شود.
- ۲- **رنگ پیکسل،** که گاهی به **شدت پیکسل (intensity)** نیز موسوم می‌باشد.

# دسته‌بندی تصاویر دیجیتال

تصاویر دیجیتال بسته به این که رنگ پیکسل‌ها چگونه انتخاب شوند، به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند

۱- تصاویر باینری (سیاه و سفید) (Binary Images)

۲- تصاویر تک‌رنگ (Monochrome)

تصاویر خاکستری (Grayscale Images)

۳- تصاویر رنگی (Color Image)

در تصاویر باینری هر پیکسل فقط دو رنگ (عموما سیاه یا سفید) می‌تواند اختیار کند. بنابراین هر پیکسل فقط دو حالت می‌تواند داشته باشد.

در تصاویر تک‌رنگ فقط از یک رنگ و طیف‌های متفاوت آن رنگ روی یک **رنگ زمینه** استفاده می‌شود. مثلاً یک تصویر که فقط از سبز و طیف‌های متفاوت سبز (از سبز پررنگ تا سبز کم‌رنگ) **روی** **زمینه سیاه** استفاده شده باشد، به یک تصویر تک‌رنگ موسوم است.

یک حالت خاص از تصاویر تک‌رنگ، عبارت است از تصاویر خاکستری. در تصاویر خاکستری فقط از رنگ‌های سیاه و طیف‌های خاکستری روی زمینه سفید برای هر پیکسل استفاده می‌شود.

در تصاویر رنگی، پیکسل‌ها می‌توانند رنگ‌های متفاوت را اختیار کنند.



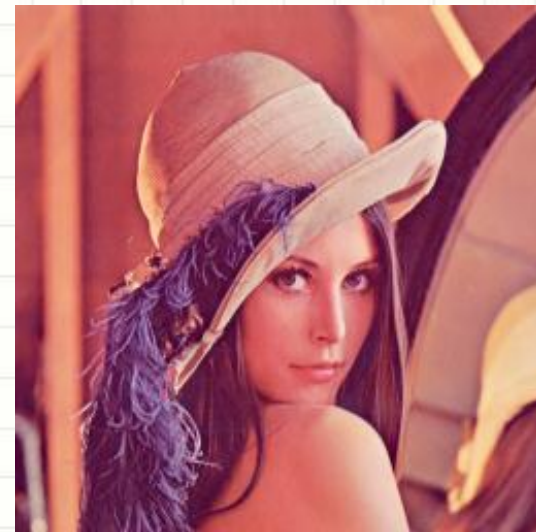
# دسته‌بندی تصاویر دیجیتال – مثال



تصویر دودویی  
Binary



تصویر خاکستری  
Gray scale

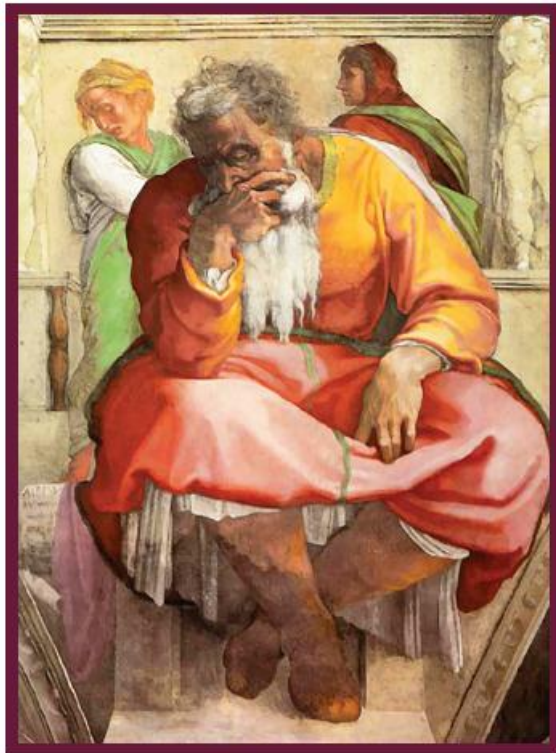


تصویر رنگی  
Color



تصویر تک رنگ  
monochrome

# دسته‌بندی تصاویر دیجیتال – مثال



(a) Color image.



(b) Grayscale image.

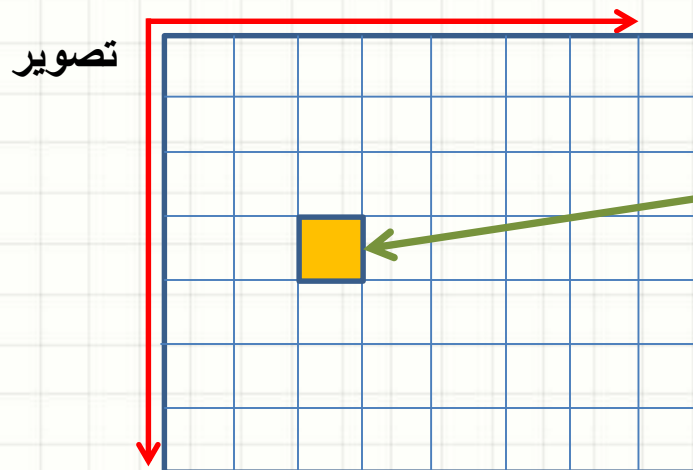


(c) Binary image.

# ذخیره تصاویر دیجیتال

تصاویر دیجیتال آرایه‌ای از پیکسل‌ها می‌باشند. طبیعی است که برای ذخیره آن‌ها از ساختمان داده‌ای ماتریس استفاده کنیم.

برای ذخیره یک تصویر دیجیتال که دارای  $m$  ردیف سطری پیکسل و  $n$  ردیف ستونی پیکسل باشد، از یک ماتریس  $m \times n$  استفاده می‌شود. مولفه  $(i, j)$  ام این ماتریس برای پیکسل ردیف  $i$ ام و ستون  $j$ ام تصویر در نظر گرفته می‌شود و اطلاعات رنگ پیکسل در آن ذخیره می‌شود.



مولفه  $(4, 3)$  از ماتریس اطلاعات پیکسل سطر چهارم و ستون سوم را در خود ذخیره می‌کند.



# تصاویر باینری

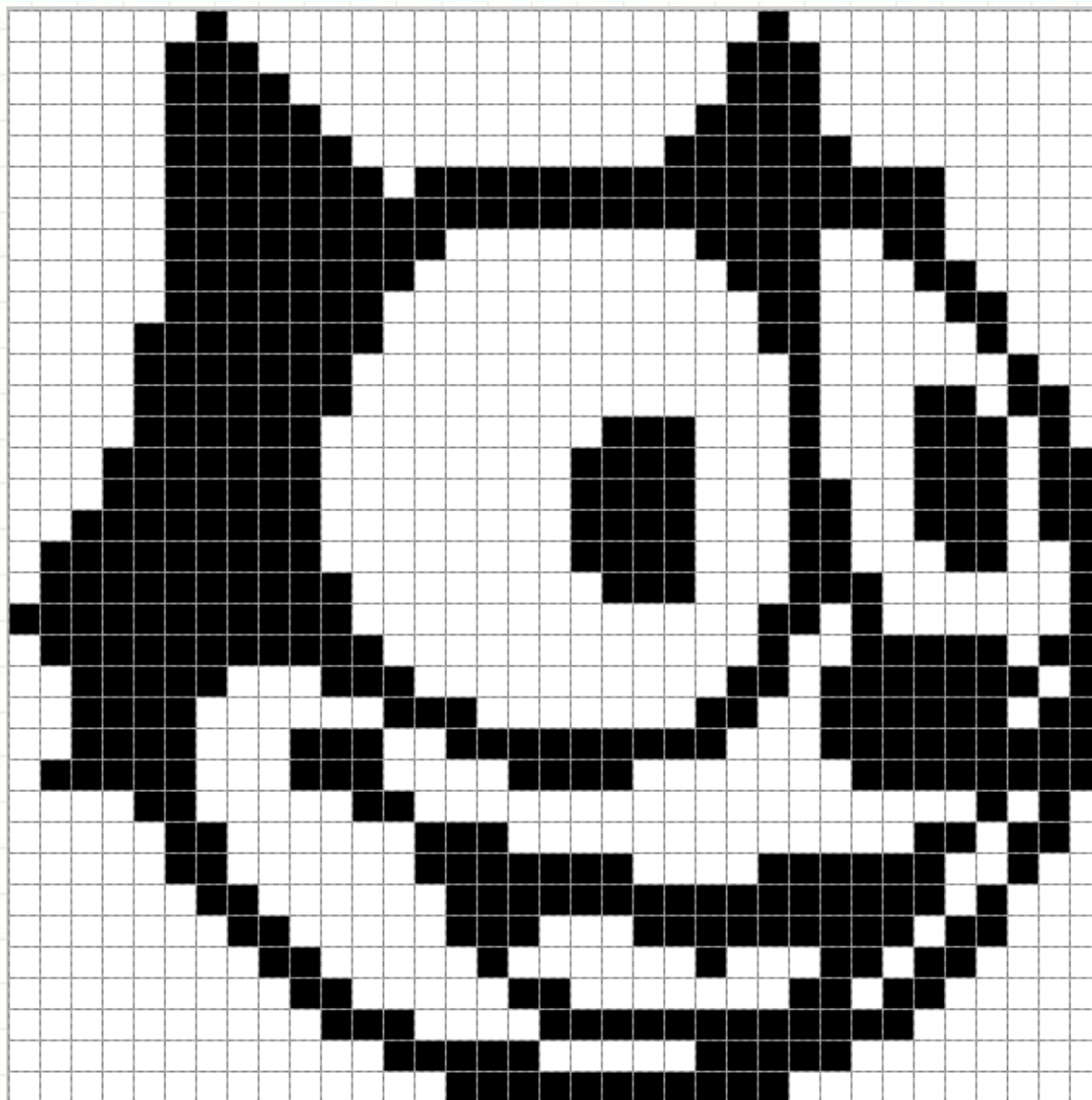
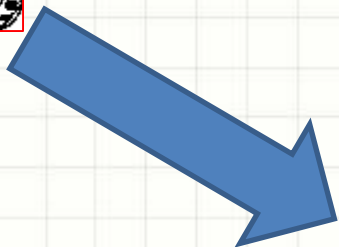
# ذخیره تصاویر باینری

در تصاویر باینری، هر پیکسل دو حالت می‌تواند اختیار کند. بنابراین هر مولفه از ماتریس تصویر را می‌توان یک متغیر یک بیتی در نظر گرفت.

به عبارت دیگر ماتریس متناظر با یک تصویر باینری یک ماتریس است که مولفه‌های آن باینری (0 یا 1) می‌باشد.

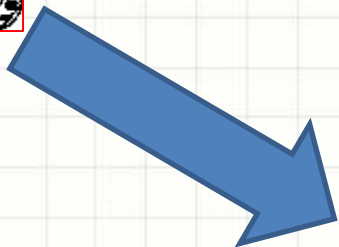
عدد صفر برای رنگ سیاه و عدد ۱ را برای رنگ سفید استفاده می‌شود.

# ذخیره تصاویر باینری



35 × 35

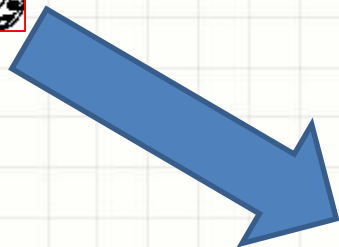
# ذخیره تصاویر باینری



$35 \times 35$



# ذخیره تصاویر باینری



در کامپیوتر این  
ماتریس ذخیره  
می شود.



$35 \times 35$

# تصاویر خاکستری

عمق بیت

# ذخیره تصاویر خاکستری

در تصاویر خاکستری، هر پیکسل بیش از دو حالت می‌تواند اختیار کند و این حالت‌ها برای مشخص کردن رنگ سیاه، سفید و برخی سطوح خاکستری استفاده می‌شود.

توجه شود که در دنیای واقعی بینهایت سطح خاکستری یا **بینهایت** رنگ خاکستری با بینهایت **شدت** (intensity) وجود دارد. امکان ذخیره تمامی این بینهایت شدت متفاوت وجود ندارد. لذا فقط تعداد متناهی از طیف خاکستری انتخاب می‌شود.

مثلا به تعداد  $L$  رنگ خاکستری (به همراه رنگ سفید و سیاه) برای هر پیکسل در نظر گرفته می‌شود. عدد  $L$  به **intensity resolution** موسوم است.

به خاطر ملاحظات ذخیره‌سازی غالبا  $d$  به صورت توانی از ۲ در نظر گرفته می‌شود. مثلا

$$L=2^d$$

که  $d$  به **عمق بیتی** (bit depth) یا **عمق رنگ** (Color depth) موسوم می‌باشد.

عمق بیتی در تصاویر خاکستری عبارت است از تعداد بیت‌های اختصاص داده شده برای نمایش سطوح خاکستری در هر پیکسل.

همینطور intensity resolution عبارت است از دو به توان عمق بیت.

# ذخیره تصاویر خاکستری ادامه... ۲

بنابراین برای یک تصویر خاکستری با  $m$  سطر و  $n$  ستون پیکسل و با عمق بیت  $d$  به ماتریسی  $m \times n$  نیاز داریم به طوری که هر مولفه این ماتریس از  $d$  بیت تشکیل شده است. در این صورت تعداد بیت‌های لازم برای ذخیره تصویر فوق عبارت است از

$$m \times n \times d$$

**نتیجه:** برای هر تصویر خاکستری سه پارامتر می‌توان در نظر گرفت

**$m$ :** تعداد پیکسل‌ها در هر سطر

**$n$ :** تعداد پیکسل‌ها در هر ستون

**$d$ :** عمق بیت رنگ‌های خاکستری (تعداد بیت‌هایی که برای هر پیکسل در نظر گرفته می‌شود) توجه شود که تعداد رنگ‌های خاکستری در یک تصویر با عمق بیت  $d$  برابر است با  $L = 2^d$ .

معمولا تصاویر خاکستری با عمق رنگ  $d=8$  بیشتر رایج می‌باشند. چرا که این تصاویر دارای وضوح کافی برای انسان می‌باشد.



# عمق بیت در تصاویر خاکستری

عمق بیت ۱

0

1

عمق بیت ۲

0

1

2

3

یک تصویر خاکستری با **عمق بیت ۲**  
عبارت است از یک تصویر با چهار  
رنگ خاکستری. این چهار رنگ با  
کدهای  
 $0, 1, 2, 3$   
مشخص می‌شوند

یک تصویر خاکستری با **عمق بیت ۱**  
همان تصویر باینری می‌باشد که فقط از  
دو رنگ سیاه و سفید تشکیل شده  
است. این دو رنگ با کدهای  
 $0, 1$   
مشخص می‌شوند

# عمق بیت در تصاویر خاکستری

عمق بیت ۱

0

1

عمق بیت ۲

0

1

2

3

عمق بیت ۳

0

1

2

3

4

5

6

7

عمق بیت ۴

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

یک تصویر خاکستری با **عمق بیت ۳** عبارت است از یک تصویر با **هشت** رنگ خاکستری. این هشت رنگ با کدهای  
 $0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$   
 مشخص می‌شوند

یک تصویر خاکستری با **عمق بیت ۴** عبارت است از یک تصویر با **شانزده** رنگ خاکستری با کدهای صفر الی ۱۵.

نکته قابل توجه آن است که در عمق‌های ۱ الی ۴، چشم انسان می‌تواند کلیه رنگ‌های خاکستری را از یک‌دیگر تفکیک کند و تشخیص دهد.

# عمق بیت در تصاویر خاکستری

عمق بیت ۱

در **عمق بیت ۵** به تعداد ۳۲ رنگ خاکستری وجود دارد که با شماره‌های صفر الی ۳۱ کد می‌شوند. لازم به ذکر است که چشم انسان قادر به تشخیص تمامی این ۳۲ رنگ خاکستری از یک‌دیگر نمی‌باشد.

البته مرز برخورد دو رنگ تیره‌تر به نظر می‌رسد و چشم ما مرز را تشخیص می‌دهد، اما رنگ داخل برخی **بلوک‌ها** را یکسان می‌بیند.

بیت ۲

بیت ۳

عمق بیت ۴

عمق بیت ۵

چشم انسان قادر به تشخیص فقط ۲۴ رنگ خاکستری متفاوت از یک‌دیگر می‌باشد.

این به این معنی نیست که تصاویر با عمق بیت ۲۴ و مثلاً ۶۴ به یک شکل دیده می‌شوند.

# عمق بیت در تصاویر خاکستری

عمق بیت ۱

بیت ۲

بیت ۳

عمق بیت ۴

عمق بیت ۵

عمق بیت ۶

عمق بیت ۷

عمق بیت ۸

در **عمق‌های ۷ و ۸** به تعداد ۱۲۸ و ۲۵۶ رنگ خاکستری وجود دارد. همان گونه که ملاحظه می‌شود چشم انسان قادر به تفکیک بلوک‌های خاکستری از یکدیگر نمی‌باشد و این رنگ‌های خاکستری به صورت **پیوسته** از سفید تا سیاه دیده می‌شود.



# عمق بیت در تصاویر خاکستری

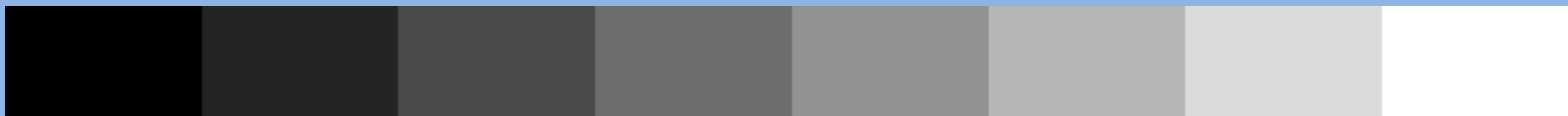
عمق بیت ۱



عمق بیت ۲



عمق بیت ۳



عمق بیت ۴



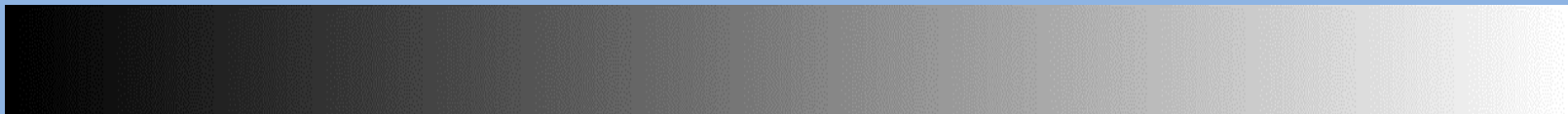
عمق بیت ۵



عمق بیت ۶



عمق بیت ۷



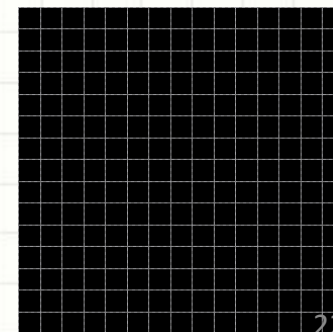
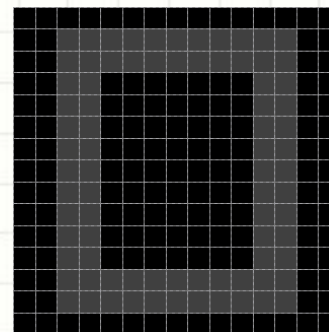
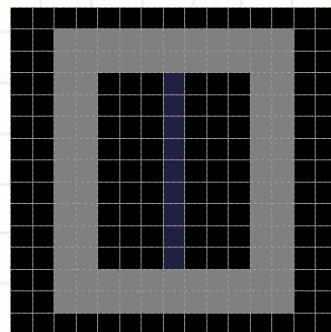
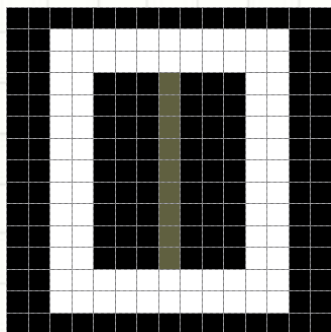
عمق بیت ۸



# مثال: ماتریس یک تصویر خاکستری

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	0	0
0	0	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	0	0
0	0	15	15	0	0	0	5	0	0	0	15	15	0	0
0	0	15	15	0	0	0	5	0	0	0	15	15	0	0
0	0	15	15	0	0	0	5	0	0	0	15	15	0	0
0	0	15	15	0	0	0	5	0	0	0	15	15	0	0
0	0	15	15	0	0	0	5	0	0	0	15	15	0	0
0	0	15	15	0	0	0	5	0	0	0	15	15	0	0
0	0	15	15	0	0	0	5	0	0	0	15	15	0	0
0	0	15	15	0	0	0	5	0	0	0	15	15	0	0
0	0	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	0	0
0	0	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ماتریس مقابل متناظر با  
کدام یک از تصویرهای  
زیر می باشد؟



# مثال: ماتریس یک تصویر خاکستری

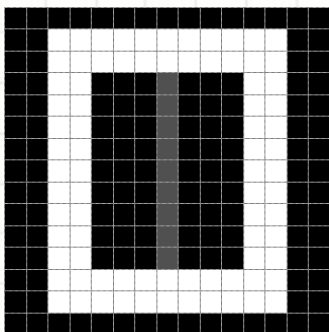
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	0	0
0	0	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	0	0
0	0	15	15	0	0	0	5	0	0	0	15	15	0	0
0	0	15	15	0	0	0	5	0	0	0	15	15	0	0
0	0	15	15	0	0	0	5	0	0	0	15	15	0	0
0	0	15	15	0	0	0	5	0	0	0	15	15	0	0
0	0	15	15	0	0	0	5	0	0	0	15	15	0	0
0	0	15	15	0	0	0	5	0	0	0	15	15	0	0
0	0	15	15	0	0	0	5	0	0	0	15	15	0	0
0	0	15	15	0	0	0	5	0	0	0	15	15	0	0
0	0	15	15	0	0	0	5	0	0	0	15	15	0	0
0	0	15	15	0	0	0	5	0	0	0	15	15	0	0
0	0	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	0	0
0	0	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

سوال فوق ناقص است. چرا که باید عمق بیت نیز مشخص شود.

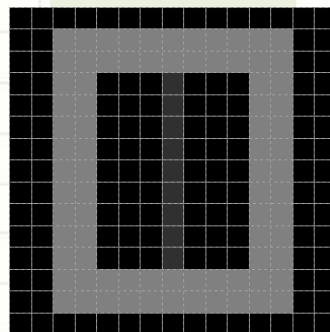
به عبارت دیگر باید مشخص شود که ماتریس روبرو در چه عمق بیتی داده شده است.

هر کدام از تصاویر زیر می تواند متناظر با ماتریس روبرو باشد، **منتهی در عمق های متفاوت.**

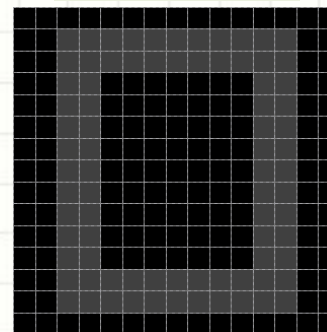
در عمق بیت ۴



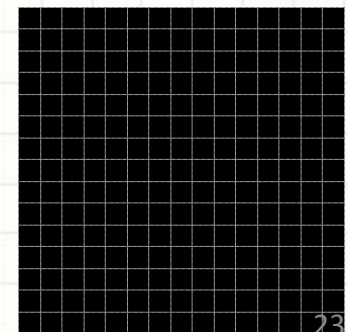
در عمق بیت ۵

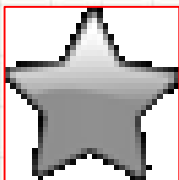


در عمق بیت ۶



در عمق بیت ۸

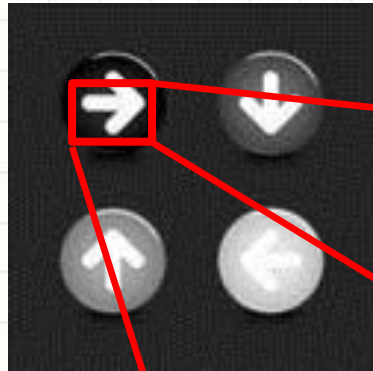




255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	14	26	1	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	1	92	137	26	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	32	185	238	83	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	1	104	242	255	162	19	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	36	187	255	255	227	73	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	3	109	242	250	248	252	150	14	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	41	189	250	244	244	249	215	63	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	4	113	235	241	239	239	240	241	137	10	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	46	188	238	233	233	233	232	237	201	55	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	13	120	224	228	225	225	225	225	226	226	124	9	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	255	2	10	21	32	47	63	81	99	134	201	221	218	218	217	217	217	217	219	194	108	63	42	25	10	2	255	255	255	255	255	255
49	99	120	140	155	170	185	197	205	210	214	213	209	209	209	209	208	208	208	208	210	205	193	178	159	139	113	87	65	44	27	7	
91	187	210	207	208	208	207	205	203	202	201	201	201	200	200	199	199	199	198	198	198	199	200	201	202	201	198	193	184	172	152	81	
22	114	187	196	193	193	193	192	192	192	191	191	191	190	190	190	189	189	189	188	188	188	187	187	187	187	187	187	188	191	161	67	
255	20	114	178	185	183	183	184	182	180	179	178	178	180	181	181	181	180	179	179	178	177	177	177	177	177	177	176	176	178	150	64	3
255	255	24	114	168	172	166	157	150	147	146	146	147	149	152	156	160	164	167	168	168	168	167	167	167	166	166	167	141	58	1	255	
255	255	255	25	111	146	141	140	141	141	141	142	142	142	143	143	144	145	149	153	156	157	157	156	156	157	134	54	255	255	255	255	
255	255	255	255	26	110	143	142	142	142	142	143	143	143	144	144	144	144	143	142	142	143	144	145	145	147	127	49	255	255	255	255	
255	255	255	255	255	26	111	143	142	142	142	143	143	143	144	144	144	144	143	143	143	143	143	142	142	143	122	43	255	255	255	255	
255	255	255	255	255	255	30	120	144	142	142	143	143	143	144	144	144	144	143	143	143	143	143	142	143	119	37	255	255	255	255	255	
255	255	255	255	255	255	2	92	144	142	142	143	143	143	144	144	144	144	143	143	143	143	143	141	63	255	255	255	255	255	255	255	
255	255	255	255	255	255	7	108	144	142	142	143	143	143	144	144	144	144	143	143	143	143	143	141	61	255	255	255	255	255	255	255	
255	255	255	255	255	255	22	124	144	142	142	143	143	143	144	144	144	144	143	143	143	143	142	144	79	255	255	255	255	255	255	255	
255	255	255	255	255	255	40	134	143	142	142	143	143	143	144	144	144	144	143	143	143	143	142	144	95	2	255	255	255	255	255	255	
255	255	255	255	255	255	61	141	143	142	142	143	143	143	143	144	144	144	143	143	143	143	142	144	113	9	255	255	255	255	255	255	
255	255	255	255	255	255	83	144	142	142	142	143	143	144	145	145	145	145	143	143	143	143	142	144	124	22	255	255	255	255	255	255	
255	255	255	255	255	5	104	144	142	142	142	144	145	139	107	67	89	132	146	145	143	142	142	144	132	35	255	255	255	255	255	255	
255	255	255	255	255	19	122	144	142	143	144	139	109	55	11	255	2	40	100	137	146	143	142	143	138	51	255	255	255	255	255	255	
255	255	255	255	255	36	132	144	144	138	109	55	11	255	255	255	255	255	7	52	109	139	144	143	143	69	255	255	255	255	255	255	
255	255	255	255	255	56	142	139	108	55	11	255	255	255	255	255	255	255	255	12	62	117	142	147	87	1	255	255	255	255	255	255	
255	255	255	255	255	31	91	57	11	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	19	74	126	82	255	255	255	255	255	255	255	
255	255	255	255	255	3	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	30	30	Go to 19	255	255	255	255	255	



# ماتریس یک تصویر خاکستری



37	25	28	34	33	38	49	52	40	56	44	33	147	249	235	249	247	241	255	211	79	34	41	9
12	50	119	173	183	178	177	174	175	179	189	166	187	234	237	252	255	254	249	239	219	84	9	33
30	132	243	255	242	254	255	247	248	240	245	255	255	242	243	255	245	255	255	239	255	204	54	14
35	198	255	240	253	255	248	255	255	255	255	248	242	249	255	254	254	234	255	248	251	233	112	17
36	204	255	236	255	255	233	255	246	240	242	253	254	245	240	242	255	240	255	247	246	243	127	1
30	118	210	252	255	255	255	255	255	254	255	255	250	238	237	244	255	248	252	254	249	181	62	9
21	33	106	164	153	151	165	156	159	178	171	147	166	223	255	251	255	242	252	254	196	77	8	39
22	23	30	37	37	37	37	34	42	30	26	64	150	233	255	244	245	255	255	190	75	21	24	25
28	38	28	19	32	41	41	47	49	23	51	149	235	255	248	246	244	250	191	79	11	24	37	4
23	20	32	40	32	33	40	38	33	69	148	231	255	244	240	255	255	207	74	6	38	36	11	21
20	22	25	29	33	36	38	40	32	128	245	255	247	255	247	251	196	74	20	32	19	19	32	16
17	19	22	26	29	32	33	34	63	191	255	255	245	247	251	199	78	29	27	45	28	20	23	7
14	16	20	24	27	29	29	29	62	201	253	236	239	255	203	59	20	20	32	34	21	17	18	9
13	15	18	22	26	28	29	29	25	101	230	255	249	174	63	18	33	34	23	13	14	16	14	12
11	12	15	18	21	24	27	28	23	36	118	162	134	64	7	32	26	24	13	13	23	16	25	5

# تصاویر رنگی

در آینده به طور مفصل توضیح داده خواهد شد.

# تصویر برداری دیجیتال

نمونه برداری  
کوانتیزاسیون  
دقت مکانی  
دقت شدت

# تصویر برداری دیجیتال

یک تصویر دیجیتال ممکن است که از طریق یک دوربین دیجیتال، اسکنر و یا دستگاه‌های دیگر ایجاد شود. کلیه این دستگاه‌ها تصاویر آنالوگ را به تصاویر دیجیتال تبدیل می‌کنند.

یک منظره در طبیعت دارای ماهیت آنالوگ است و وقتی با یک دوربین دیجیتال از آن منظره عکس‌برداری می‌کنیم، در واقع کار تبدیل تصویر آنالوگ به تصویر دیجیتال صورت می‌گیرد. به همین ترتیب در اسکنرها نیز این تبدیل انجام می‌شود.

# نمونه برداری و کوانتیزاسیون

در تبدیل یک تصویر آنالوگ به دیجیتال توسط دوربین دیجیتال، اسکنر و غیره دو کار انجام می شود.

۱- نمونه برداری (Sampling)      ۲- کوانتیزاسیون (Quantizing)

در یک تصویر آنالوگ بی نهایت پیکسل وجود دارد. اما امکان لحاظ کردن بی نهایت پیکسل در تصاویر دیجیتال وجود ندارد. در واقع تعداد پیکسل ها در یک تصویر دیجیتال ممکن است بسیار زیاد باشد، اما به هر حال متناهی است. لذا در تبدیل یک تصویر آنالوگ به دیجیتال باید به تعداد متناهی پیکسل انتخاب شود و به اصطلاح تعداد متناهی پیکسل نمونه برداری شود. این عمل به نمونه برداری موسوم است.

در طبیعت و لذا در یک تصویر آنالوگ بی نهایت سطح رنگ خاکستری وجود دارد و پیکسل ها می توانند بی نهایت سطح رنگ خاکستری را اختیار کند. اما در تصاویر دیجیتال هر پیکسل می تواند تعداد متناهی سطح رنگ متفاوت را اختیار کند. لذا در تبدیل یک تصویر آنالوگ به دیجیتال باید از بی نهایت سطح رنگ خاکستری، فقط تعداد متناهی سطح رنگ انتخاب شود. این عمل به کوانتیزاسیون موسوم است.



# نمونه برداری و کوانتیزاسیون

به طور خلاصه،

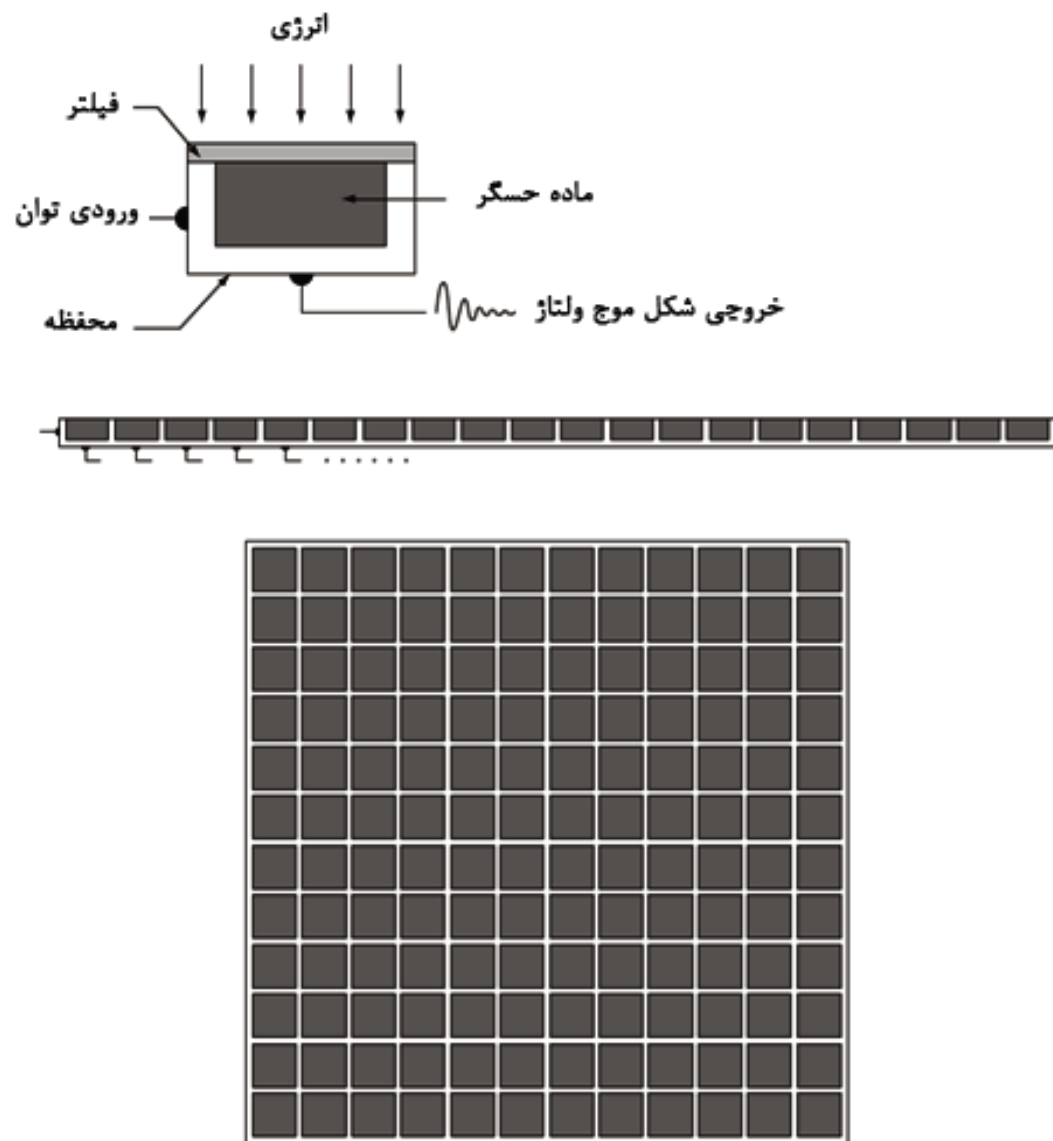
نمونه برداری عبارت است از انتخاب تعداد متناهی پیکسل از یک تصویر آنالوگ به منظور ذخیره سازی تصویر به صورت دیجیتال

کوانتیزاسیون عبارت است از انتخاب تعداد متناهی سطح رنگ از بی نهایت سطح رنگ برای اختصاص به پیکسل ها در یک تصویر دیجیتال

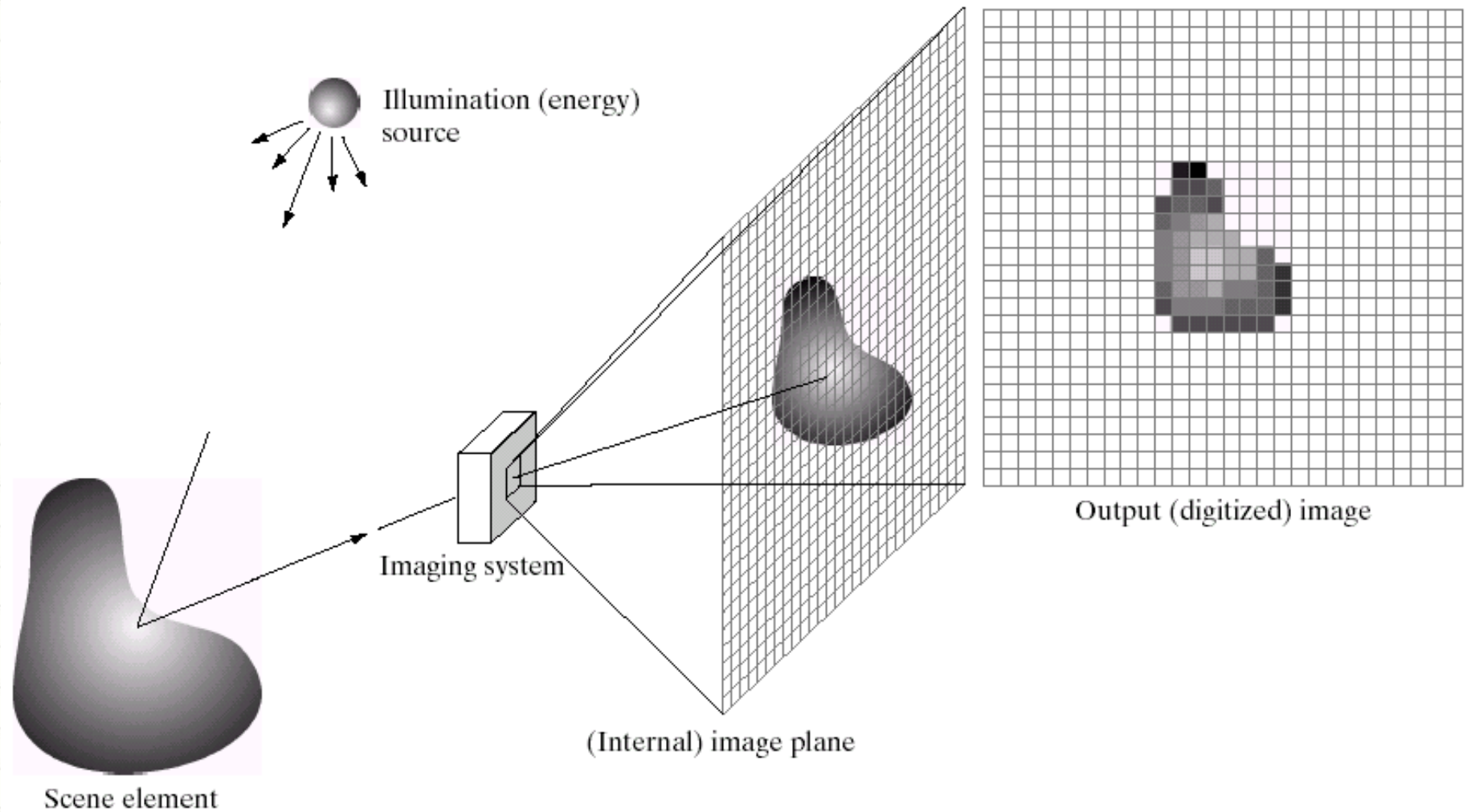


در ادامه دو مفهوم نمونه برداری و کوانتیزاسیون را در هنگام عکس برداری با دوربین دیجیتال توضیح می دهیم.

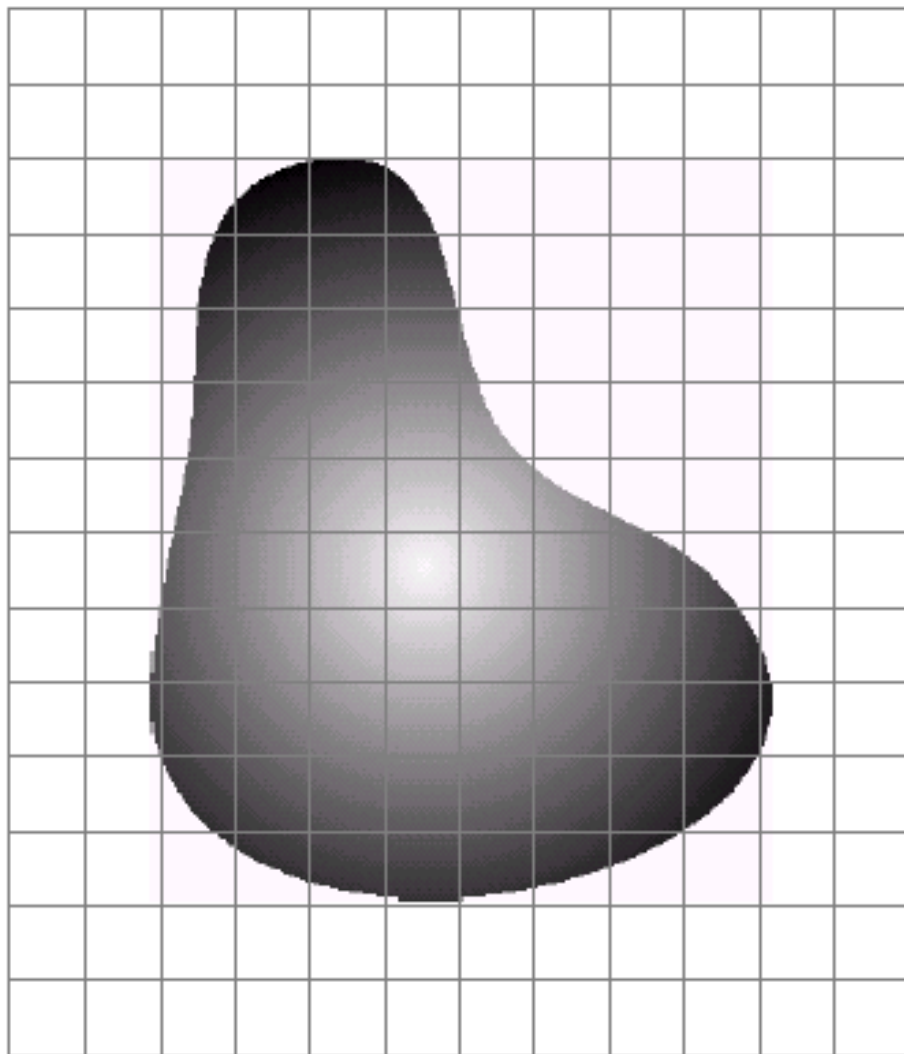
# تصویر برداری با دوربین‌های دیجیتال (۱)



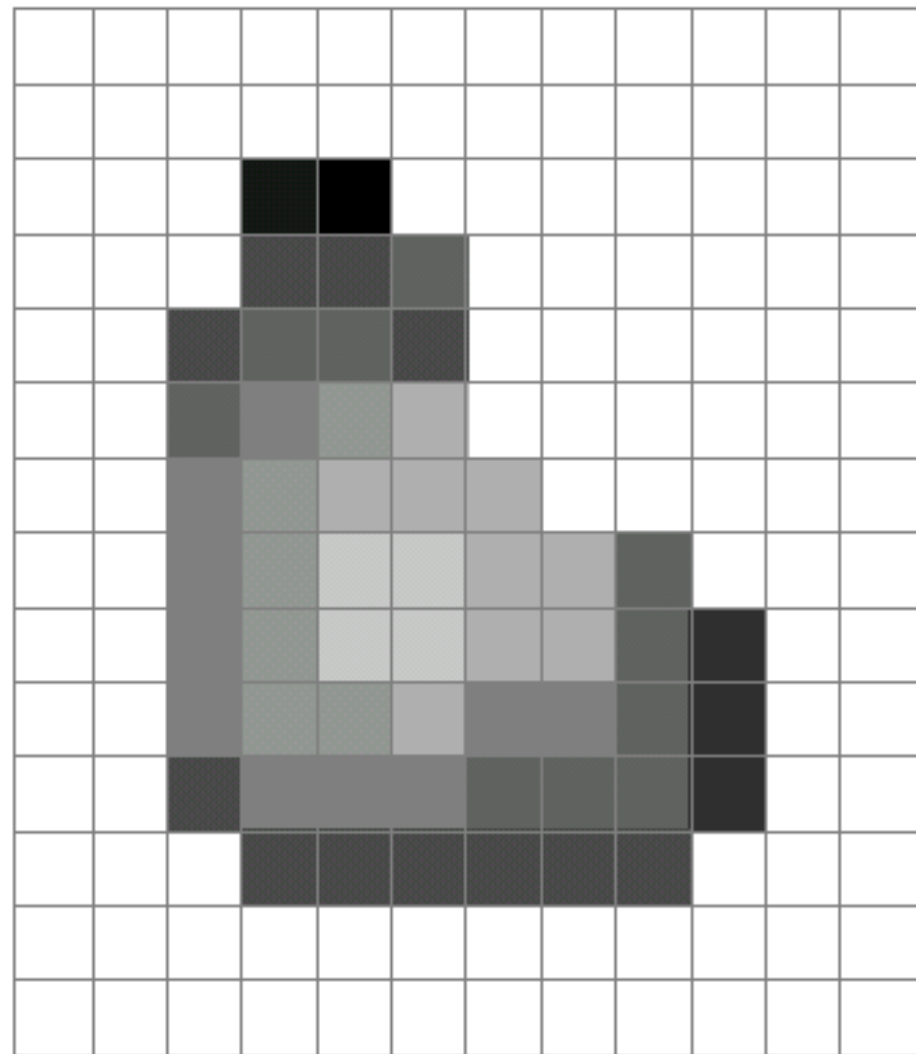
# تصویر برداری با دوربین‌های دیجیتال (۲)



# تصویر برداری با دوربین های دیجیتال (۳)



(الف) تصویر پیوسته،



نتیجه نمونه برداری و کوانتیزه-سازی  
تصویر

# دقت در نمونه برداری و کوانتیزاسیون

به دلیل انجام عمل‌های نمونه‌برداری و کوانتیزاسیون، یک تصویر دیجیتال یک **تقریب (Approximation)** از تصویر واقعی می‌باشد.

نمونه‌برداری و کوانتیزاسیون باعث **افت کیفیت و وضوح** تصویر می‌شود. هرچه تعداد نمونه‌برداری‌ها پیکسل‌ها و شدت‌های رنگ کمتر باشد، آن‌گاه وضوح و کیفیت تصویر دیجیتال کمتر خواهد بود.

برای **ارزیابی** کیفیت تصویر دیجیتال بعد از نمونه‌برداری و کوانتیزاسیون لازم است که پارامترهایی به صورت **کمی** گزارش شود که نشان دهنده **دقت** نمونه‌برداری و کوانتیزاسیون باشند.

این دو پارامتر عبارتند از

۱- دقت مکانی (Spatial Resolution)

۲- دقت شدت (Intensity Resolution)

دقت مکانی مشخص کننده آن است که عمل نمونه‌برداری با چه دقتی انجام شده است و دقت شدت مشخص کننده دقت در کوانتیزاسیون می‌باشد.



# دقت مکانی

دقت مکانی به تعداد پیکسل‌های تصویر بستگی دارد. البته تعداد پیکسل‌ها به تنهایی مشخص کننده دقت مکانی نمی‌باشد، بلکه اندازه تصویر نیز مهم می‌باشد و باید علاوه بر تعداد پیکسل‌ها، اندازه تصویر را در تعیین دقت مکانی تاثیر داد.

غالبا **تعداد پیکسل‌ها در یک سطح واحد مانند یک اینچ مربع**، به عنوان دقت مکانی تصویر در نظر گرفته می‌شود.

- دقت مکانی با واحد bpi مشخص می‌شود که مخفف Bit Per Inche است.
- اگر یک اسکنر دارای دقت ۸ مگا پیکسل باشد، یعنی سنسورهای آن قادرند در هر اینچ مربع به تعداد ۸ میلیون پیکسل را نمونه برداری کند.
- به طور مشابهی دقت یک دوربین دیجیتال سنجیده می‌شود.
- دقت مکانی تصاویر ایجاد شده توسط دوربین دیجیتال و یا اسکنرها به حساسیت سنسورهای این دستگاه‌ها بستگی دارد.

# مثال برای دقت مکانی

در زیر یک گل با تعداد نمونه برداری مکانی متفاوت تصویربرداری شده است. تصویر اول در هر سطر و ستون دارای ۱۰۲۴ پیکسل است و تصویر بعدی ۵۱۲ پیکسل در هر سطر و هر ستون دارد و ...



1024



512



256



128



64

32

هر چه تعداد پیکسل‌ها کمتر باشد،  
آن‌گاه تصویر کوچک‌تر است و وضوح  
کمتری دارد.

# مثال برای دقت مکانی

اندازه تصویر  $128 \times 128$  درست یک هشتم اندازه تصویر  $1024 \times 1024$  است. حال اگر اندازه پیکسل‌ها در تصویر  $128 \times 128$  را هشت برابر کنیم، آن‌گاه تصاویر هم‌اندازه می‌شوند. اما در این بین دقت تصویر کاهش می‌یابد.

$1024 \times 1024$



$128 \times 128$



# دقت مکانی

1024x1024



512x512



256x256



128x128



64x64



32x32





# تأثیر رزولوشن در تصویر



اثرات کاهش رزولوشن مکانی.  
تصاویر نشان داده شده در  
(الف) 1250 dpi ،  
(ب) 300 dpi ،  
(ج) 150 dpi و  
(د) 72 dpi .

مرزهای سیاه نازک برای جداسازی  
اضافه شده اند و بخشی از داده ها  
نیستند.



# دقت شدت

دقت شدت همان تعداد سطوح خاکستری ممکن در تصویر دیجیتال است که برابر است با دو به توان عمق بیت.

بنابراین عمق بیت مبین دقت شدت در تصویر می باشد و هر چه عمق بیت بیشتر باشد، آن گاه دقت شدت تصویر نیز بالاتر است.

در اسلایدهای بعد تاثیر دقت شدت به نمایش در آورده شده است.

# یک تصویر خاکستری با عمق‌های متفاوت

256 grey levels (8 bits per pixel)



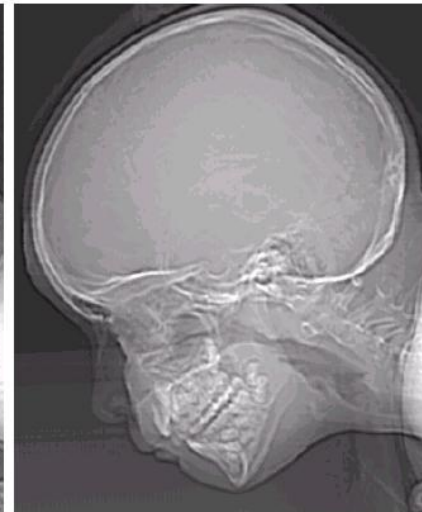
128 grey levels (7 bpp)



64 grey levels (6 bpp)



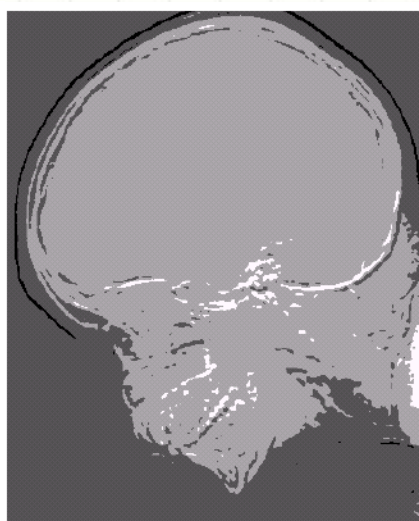
32 grey levels (5 bpp)



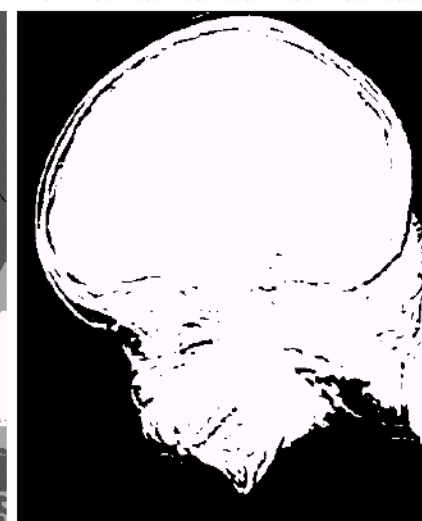
16 grey levels (4 bpp)



8 grey levels (3 bpp)



4 grey levels (2 bpp)



2 grey levels (1 bpp)

# یک تصویر خاکستری با عمق‌های متفاوت

تصویر اصلی با عمق بیت ۸



تصویر با عمق بیت ۷





# یک تصویر خاکستری با عمق‌های متفاوت

تصویر اصلی با عمق بیت ۸



تصویر با عمق بیت ۶



# یک تصویر خاکستری با عمق‌های متفاوت

تصویر اصلی با عمق بیت ۸



تصویر با عمق بیت ۵





# یک تصویر خاکستری با عمق‌های متفاوت

تصویر اصلی با عمق بیت ۸



تصویر با عمق بیت ۴



# یک تصویر خاکستری با عمق‌های متفاوت

تصویر اصلی با عمق بیت ۸



تصویر با عمق بیت ۳



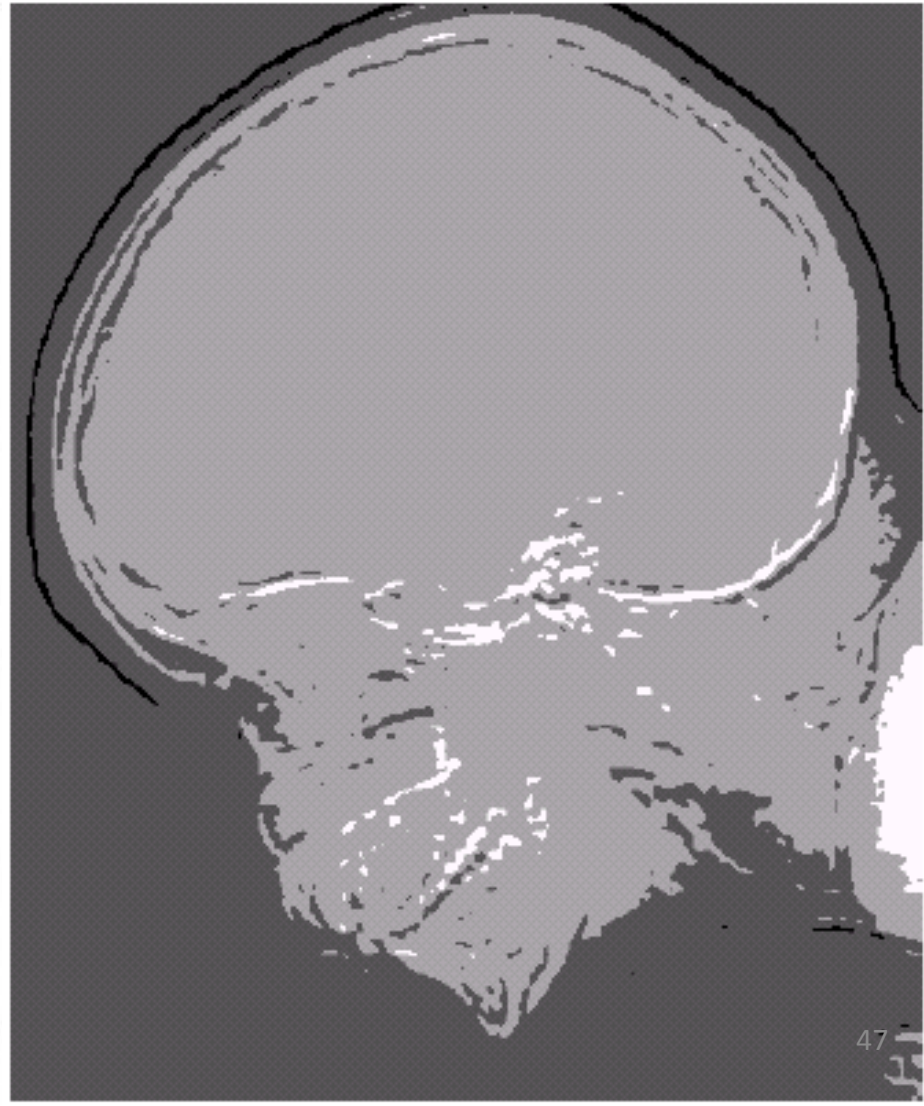


# یک تصویر خاکستری با عمق‌های متفاوت

تصویر اصلی با عمق بیت ۸



تصویر با عمق بیت ۲



# یک تصویر خاکستری با عمق‌های متفاوت

تصویر اصلی با عمق بیت ۸

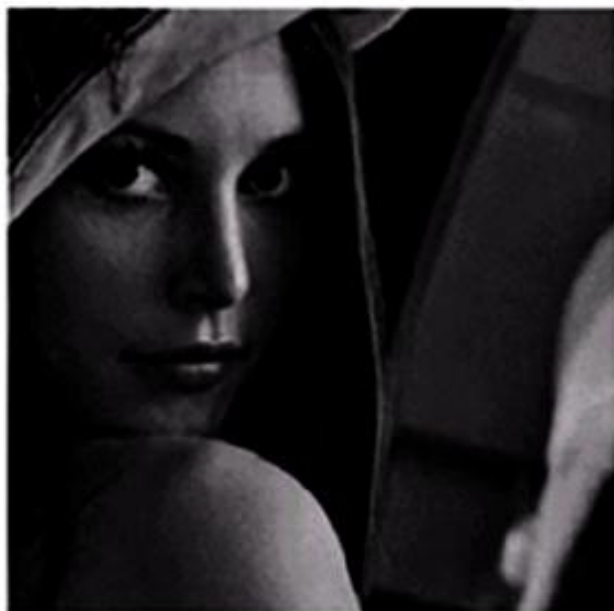


تصویر با عمق بیت ۱



# اهمیت دقت مکانی بیشتر است یا دقت شدت؟

در پاسخ به این سوال می‌توان گفت که هر دو نوع دقت در وضوح تصویر نقش دارند. اما در برخی تصاویر که دارای جزئیات زیادی می‌باشند و به اصطلاح شلوغ هستند، آن‌گاه دقت مکانی از اهمیت بیشتری برخوردار است. در تصاویری که سایه‌های خاکستری زیادی وجود دارد و جزئیات کمی دارد، آن‌گاه دقت شدت مناسب‌تر می‌باشد.



تصویر با جزئیات کم.



تصویر با جزئیات متوسط.



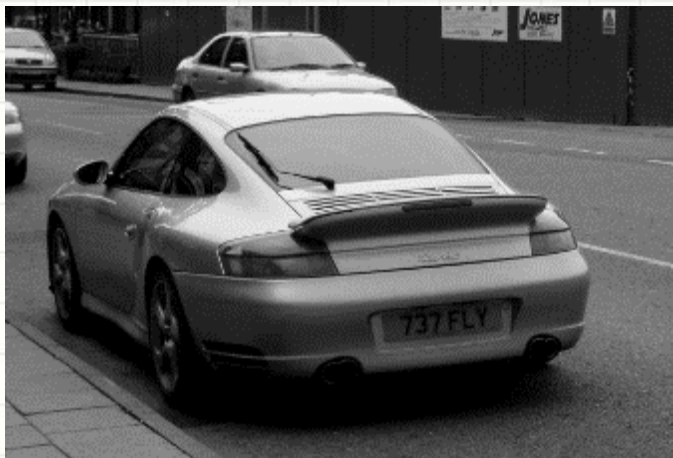
تصویر با جزئیات نسبتاً زیاد.



# چه مقدار دقت مکانی و شدت مناسب است؟

طبیعی است که هرچه دقت مکانی و شدت تصویر بیشتر باشد، آن گاه تصویر مطلوب تر است. اما افزایش این دقت ها منجر به بالا رفتن حجم مورد نیاز برای ذخیره و افزایش هزینه می شود. لذا این دقت ها باید به نحو مناسبی انتخاب شوند.

اندازه مناسب برای دقت مکانی و شدت به کاربری تصویر بستگی دارد. اگر جزئیات تصویر اهمیت داشته باشد، آن گاه لازم است که دقت مکانی بالا باشد. اما در صورتی که کلیت تصویر مهم باشد، آن گاه دقت چندان مهم نمی باشد.



?

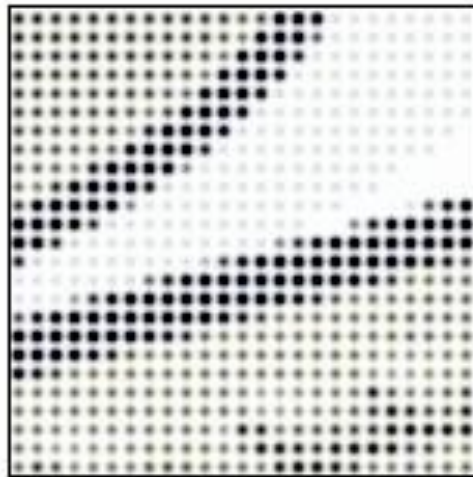


اگر هدف شمارش خودروها باشد، آن گاه تصویر سمت راست مناسب تر است. ولی اگر هدف خواندن پلاک خودروها باشد، آن گاه تصویر سمت چپ مطلوب تر است.

# مطالب تکمیلی

# رندر شدن تصاویر دیجیتال

از.



A pixel does not need to be rendered as a small square. This image shows alternative ways of reconstructing an image from a set of pixel values, using dots, lines, or smooth filtering.

# تصاویر برداری (Vector Image)

از.

# Image as a Function

