

فصل پنجم

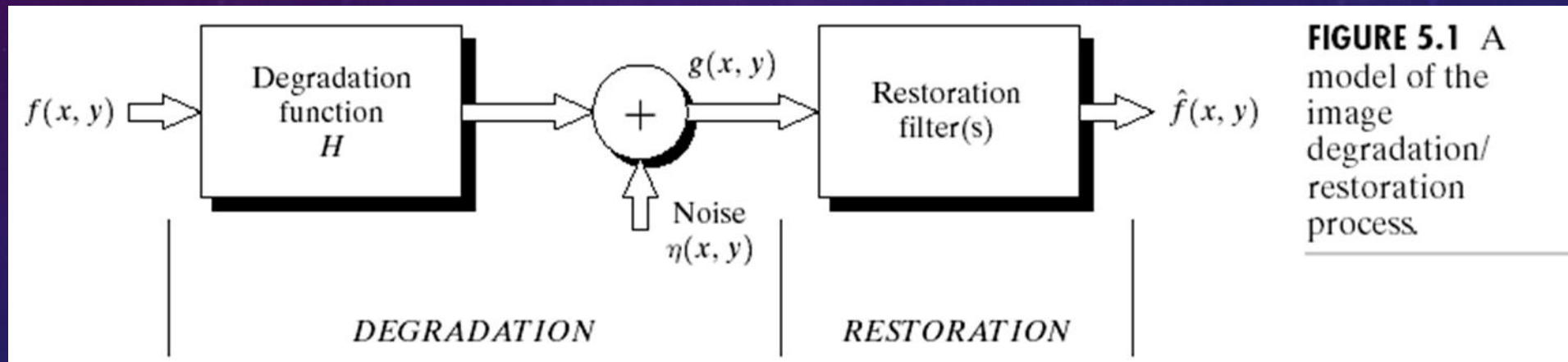
بازیابی و بازسازی تصویر

$$g(x, y) = h(x, y) * f(x, y) + \eta(x, y)$$

$$G(u, v) = H(u, v)F(u, v) + N(u, v)$$

- ترمیم تصویر چیست؟
- مشاهده یا اندازه گیری يك پدیده
- خطاي اندازه گیری یا نویز
- محدودیت هاي يك سیستم اندازه گیری
- ترمیم در حضور نویز

مدل خطي تخريب و ترميم تصوير



مدل نویز

● توابع معروف توزیع احتمال نویز

■ نویز گوسی

● میانگین μ

● انحراف استاندارد σ

$$p(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-(z-\mu)^2/2\sigma^2}$$

به دلیل نور ضعیف و یا حرارت بالا نویز گوسی به وجود میاید

نویز رایلی

$$p(z) = \begin{cases} \frac{2}{b} (z - a) e^{-(z-a)^2/b} & \text{for } z \geq a \\ 0 & \text{for } z < a. \end{cases}$$

$$\mu = a + \sqrt{\pi b/4}$$

$$\sigma^2 = \frac{b(4 - \pi)}{4}$$

در مشخص کردن پدیده نویز در تصویر برداری محدوده ای مفید است

نویز ارلانگ یا گاما

$$p(z) = \begin{cases} \frac{a^b z^{b-1}}{(b-1)!} e^{-az} & \text{for } z \geq 0 \\ 0 & \text{for } z < 0 \end{cases}$$

$$\mu = \frac{b}{a}$$

$$\sigma^2 = \frac{b}{a^2}.$$

در تصویر پرداری لیزری کاربرد دارند

نویز نمایی

$$p(z) = \begin{cases} ae^{-az} & \text{for } z \geq 0 \\ 0 & \text{for } z < 0 \end{cases}$$

$$\mu = \frac{1}{a}$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{a^2}$$

نویز یکنواخت

$$p(z) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & \text{if } a \leq z \leq b \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$

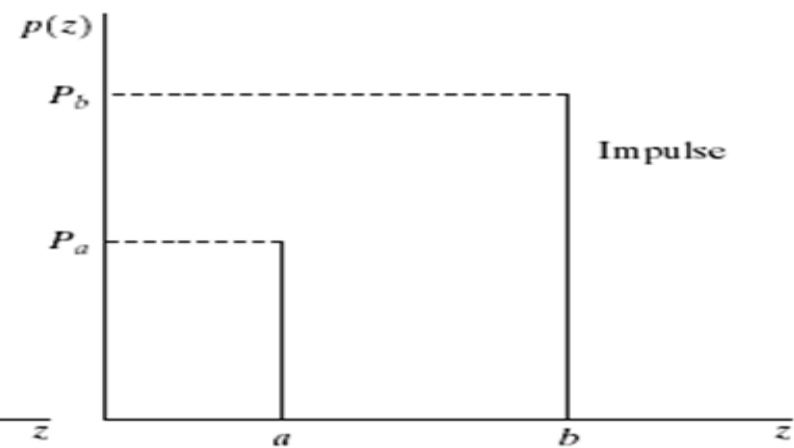
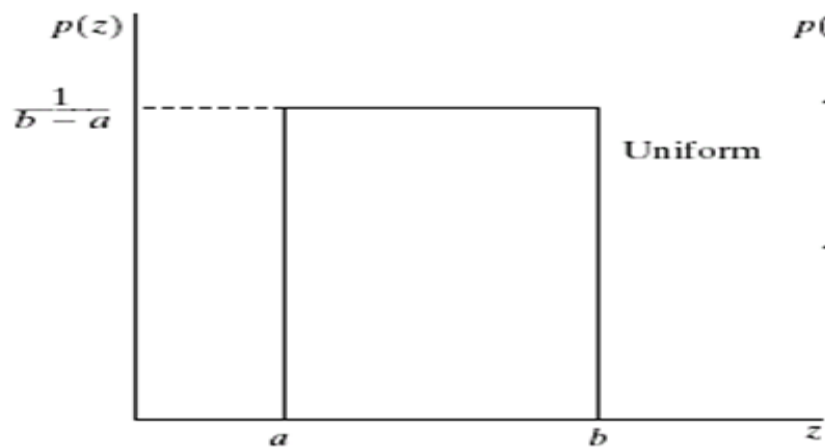
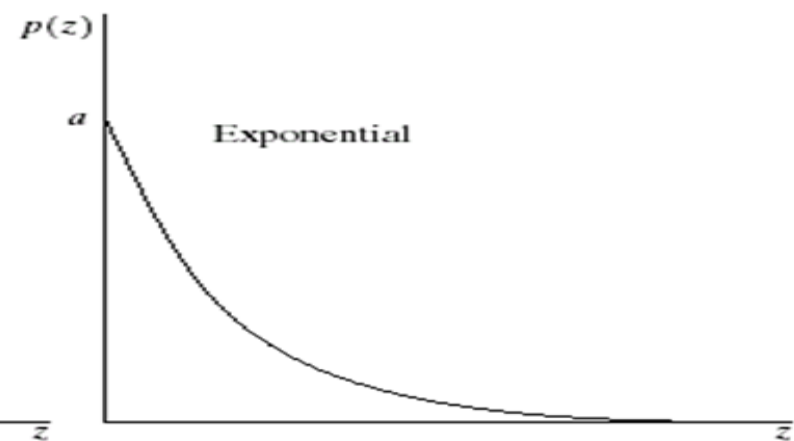
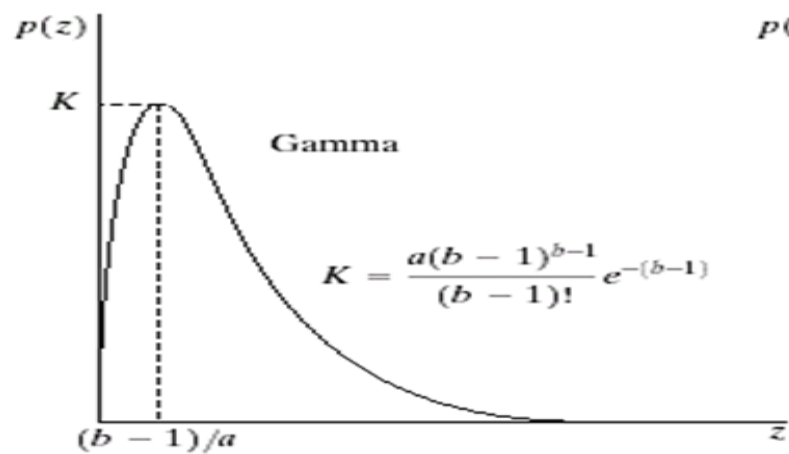
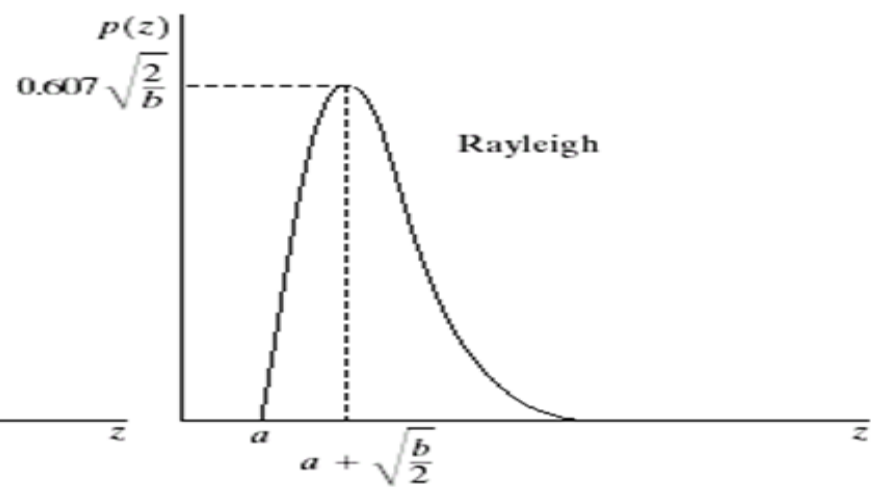
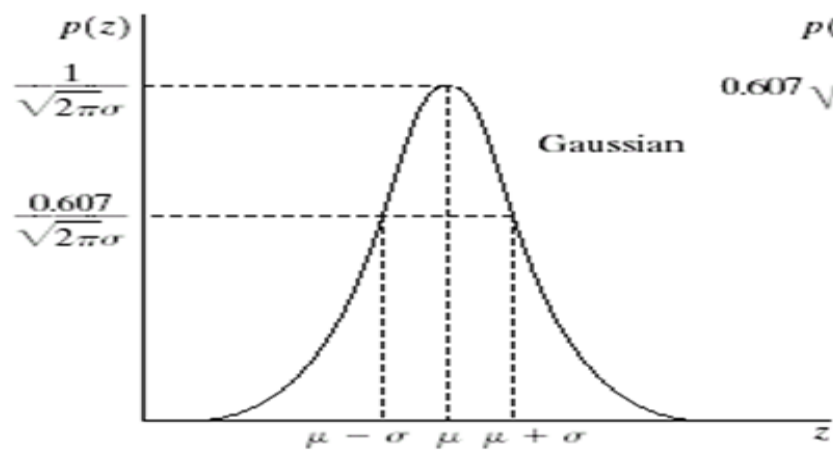
$$\mu = \frac{a+b}{2}$$

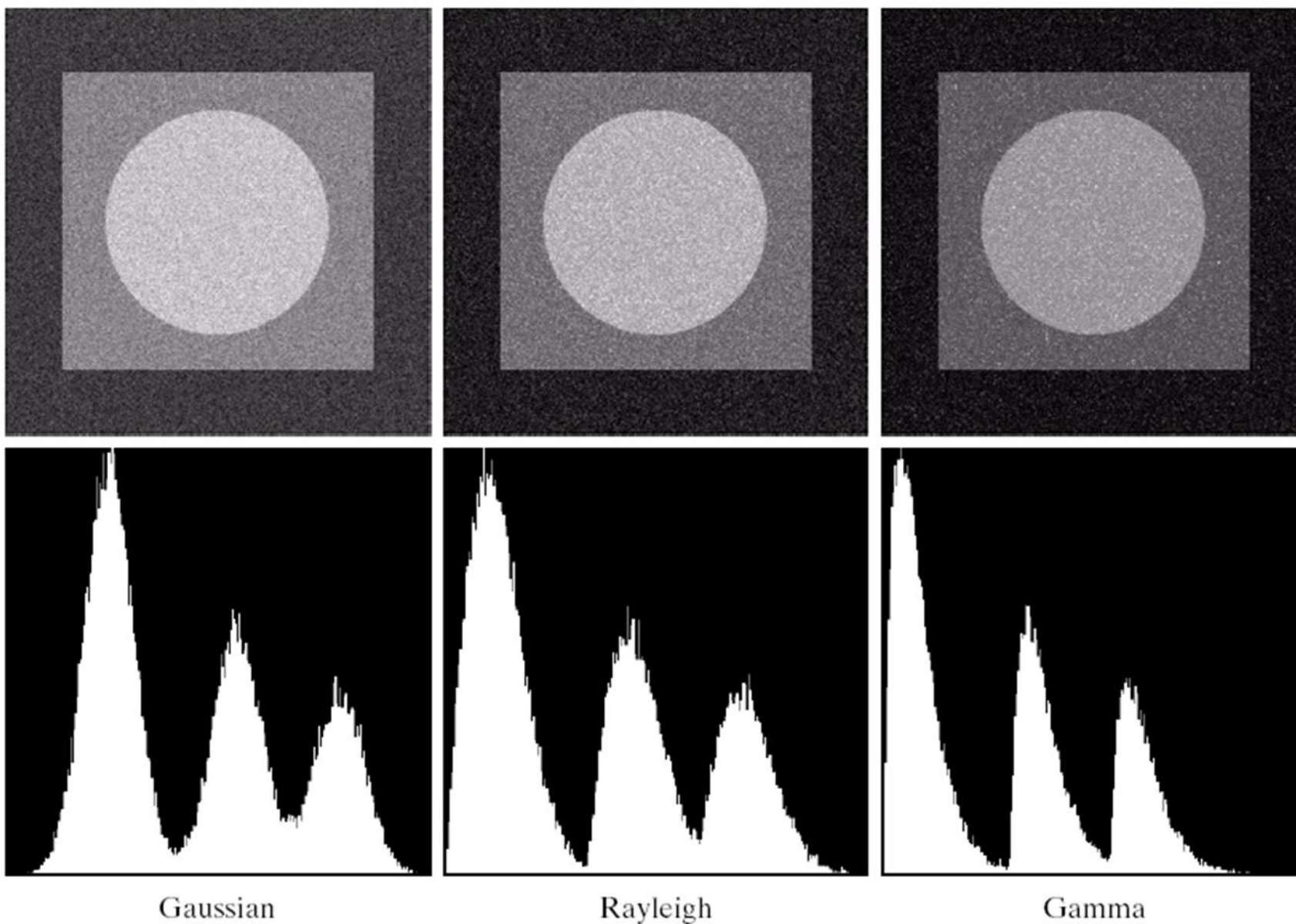
$$\sigma^2 = \frac{(b-a)^2}{12}$$

به عنوان مبنایی برای مولد های اعداد تصادفی محسوب میشوند که در شبیه سازی به کار می آیند

نویز ضربه ای (فلفل نمکی)

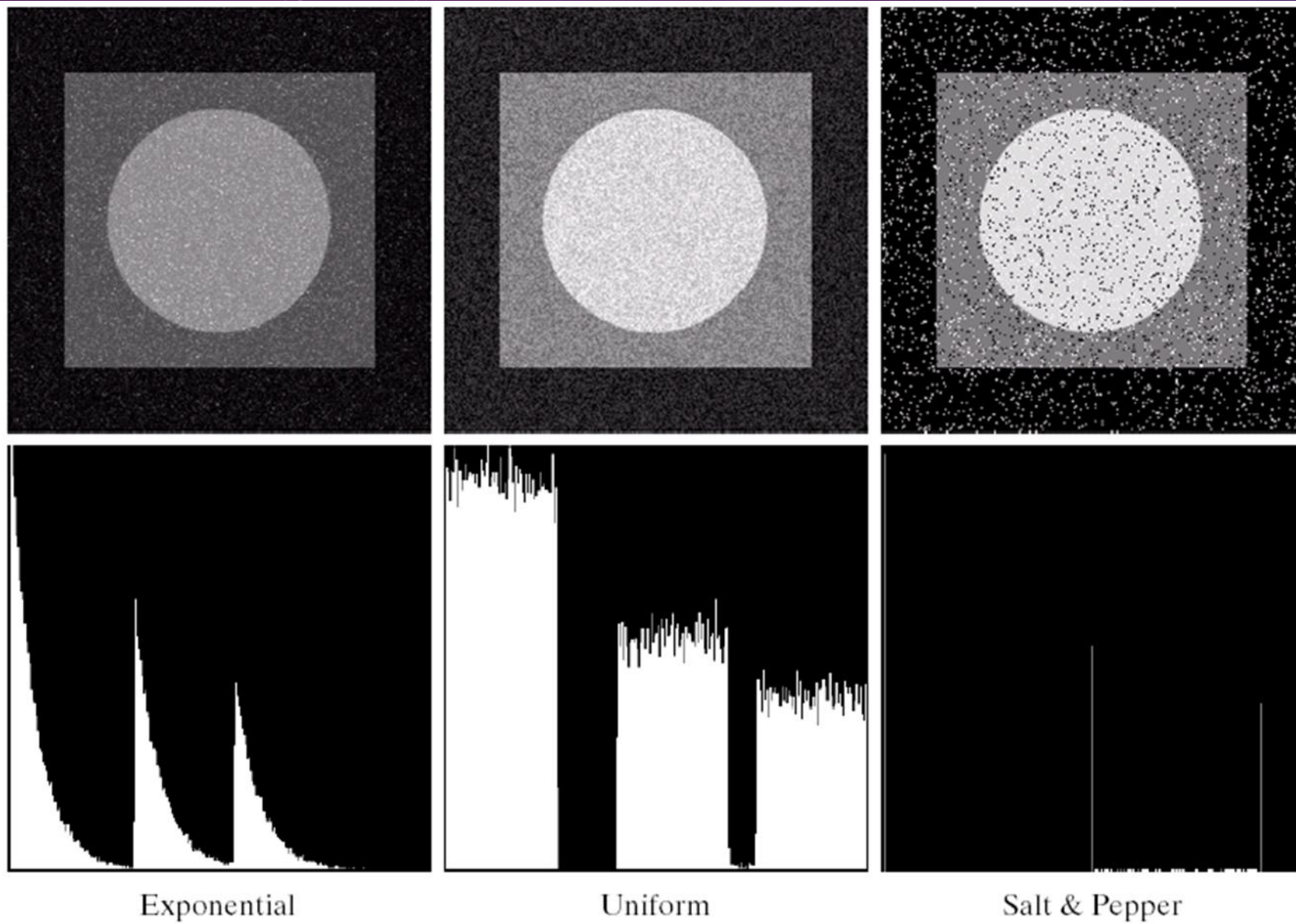
$$p(z) = \begin{cases} P_a & \text{for } z = a \\ P_b & \text{for } z = b \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$





a	b	c
d	e	f

FIGURE 5.4 Images and histograms resulting from adding Gaussian, Rayleigh, and gamma noise to the image in Fig. 5.3.



g	h	i
j	k	l

FIGURE 5.4 (Continued) Images and histograms resulting from adding exponential, uniform, and impulse noise to the image in Fig. 5.3.

فیلتر میانگین حسابی

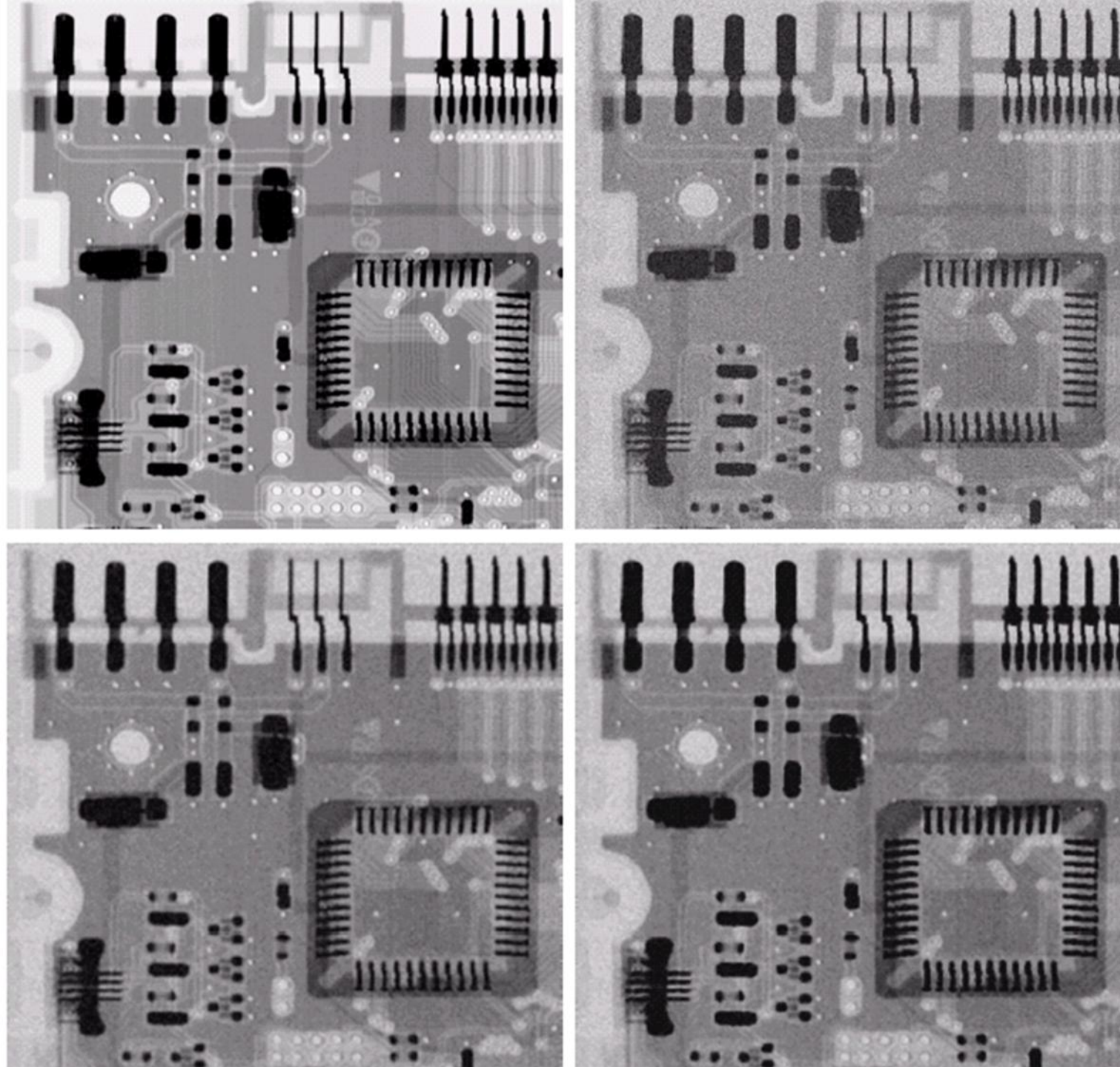
$$\hat{f}(x, y) = \frac{1}{mn} \sum_{(s, t) \in S_{xy}} g(s, t)$$

- معمولاً فیلترهای FIR با مشخصه فرکانسی خوب نتایج بهتری دارند.
- کاهش نویز و ایجاد محو شدگی متناسب با اندازه پنجره

● فیلتر میانگین هندسی

$$\hat{f}(x, y) = \left[\prod_{(s, t) \in S_{xy}} g(s, t) \right]^{\frac{1}{mn}}$$

کاهش نویز خوب و محو شدگی کمتر نسبت به میانگین حسابی



a	b
c	d

FIGURE 5.7 (a) X-ray image. (b) Image corrupted by additive Gaussian noise. (c) Result of filtering with an arithmetic mean filter of size 3×3 . (d) Result of filtering with a geometric mean filter of the same size. (Original image courtesy of Mr. Joseph E. Pascente, Lixi, Inc.)

فیلتر میانگین هارمونیک

$$\hat{f}(x, y) = \frac{mn}{\sum_{(s,t) \in \mathcal{S}_{xy}} \frac{1}{g(s, t)}}$$

برای کاهش نویز نمکی (لکه های سفید خوب عمل میکند اما برای نویز فلفلی نتیجه خوبی ندارد

فیلتر میانگین ضد هامونیک

$$\hat{f}(x, y) = \frac{\sum_{(s,t) \in S_{xy}} g(s, t)^{Q+1}}{\sum_{(s,t) \in S_{xy}} g(s, t)^Q}$$

● مناسب برای کاهش نویز فلفلی و نمکی (نه بطور همزمان)

● $Q=0$: فیلتر میانگین حسابی

● $Q>0$: حذف نویز فلفلی

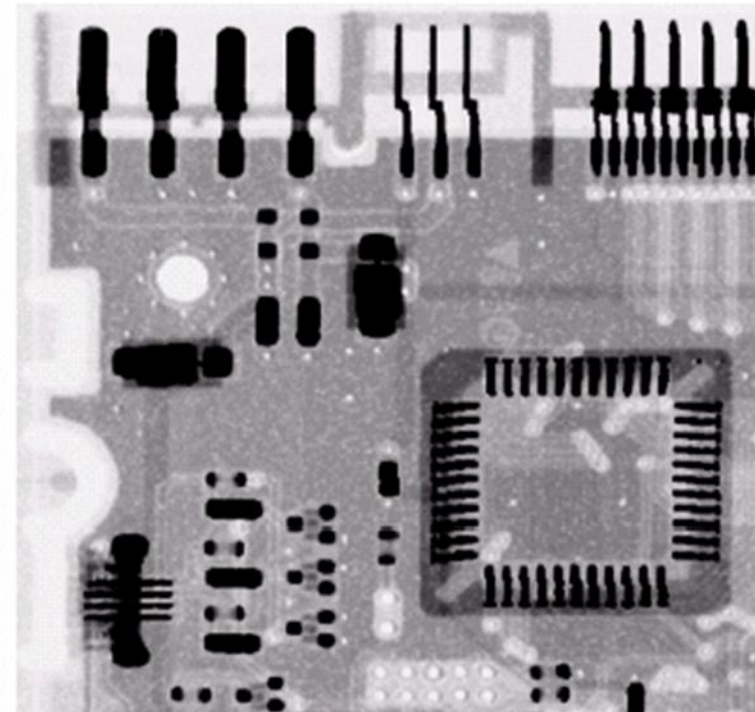
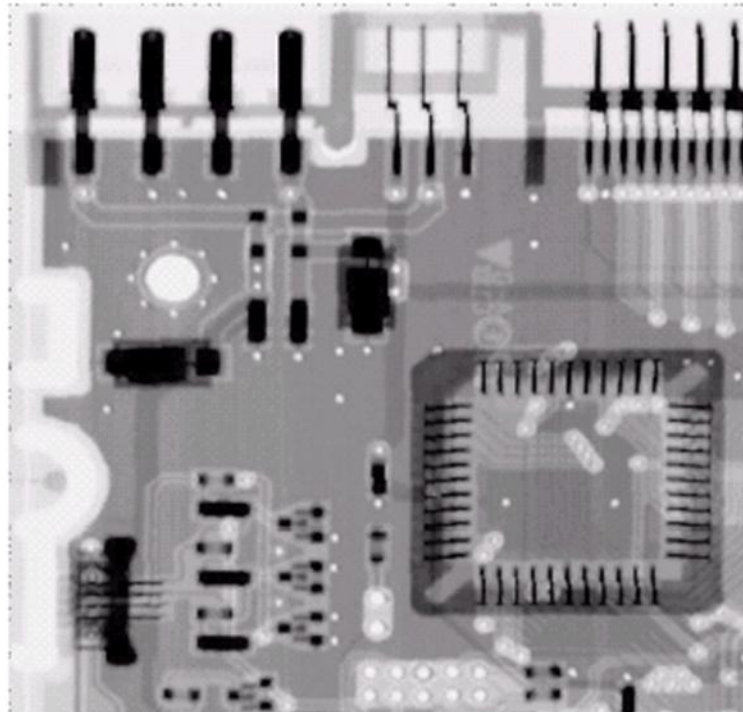
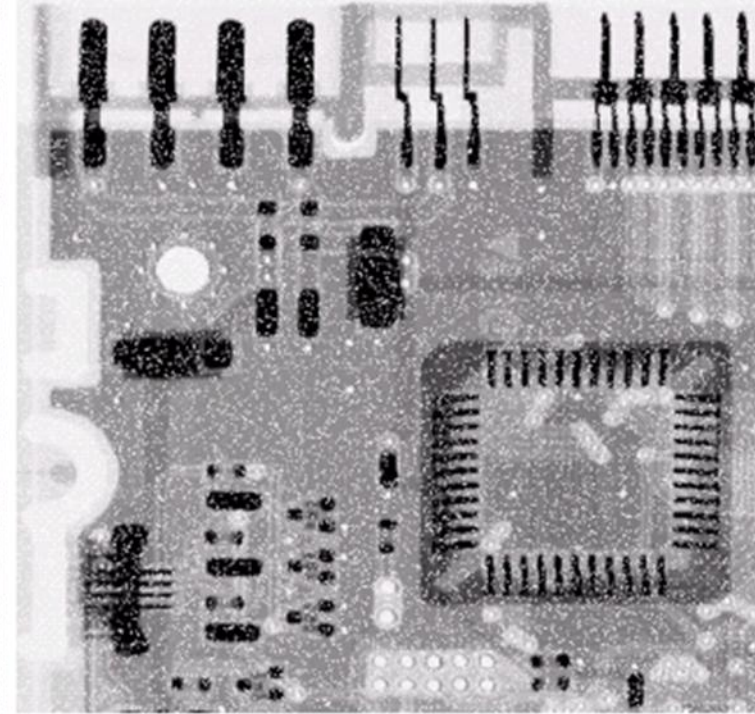
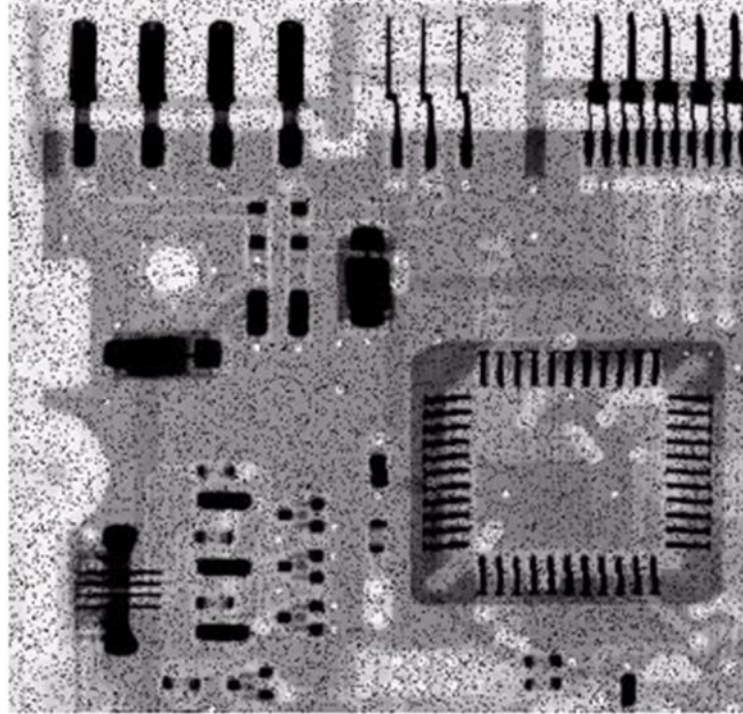
● $Q<0$: حذف نویز نمکی

● $Q=-1$: فیلتر میانگین موزون

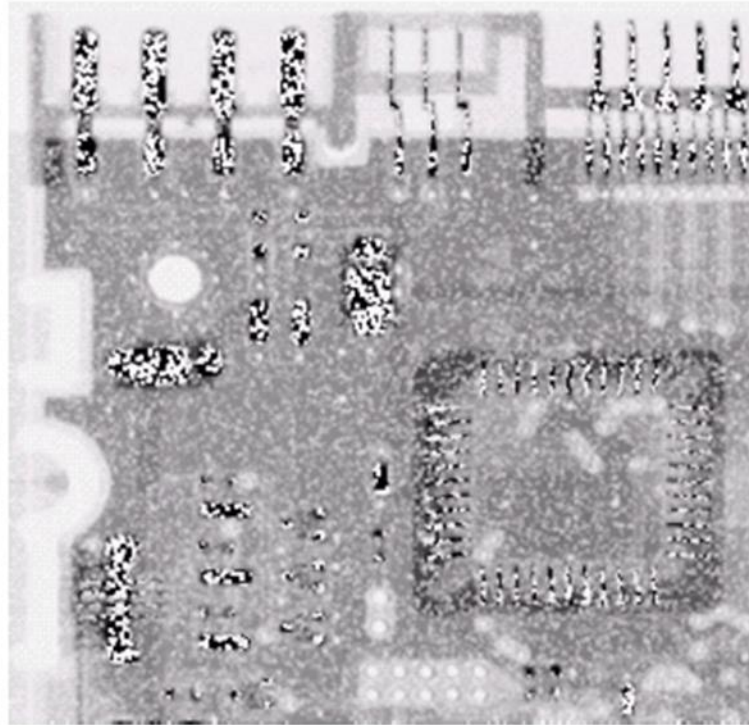
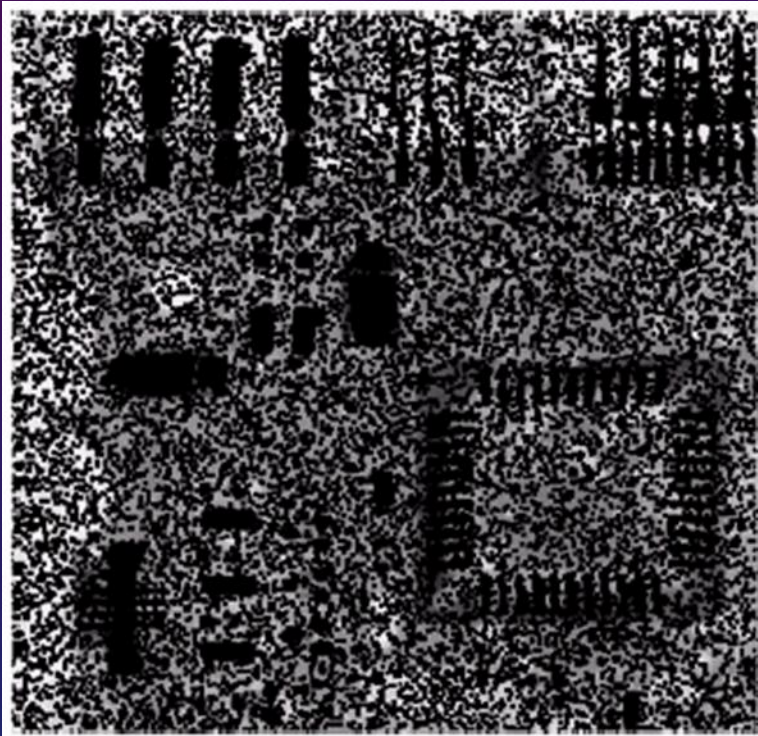
a b
c d

FIGURE 5.8

(a) Image corrupted by pepper noise with a probability of 0.1. (b) Image corrupted by salt noise with the same probability. (c) Result of filtering (a) with a 3×3 contraharmonic filter of order 1.5. (d) Result of filtering (b) with $Q = -1.5$.



$Q=0$: تاثیر انتخاب نامناسب مقدار Q



a b

FIGURE 5.9 Results of selecting the wrong sign in contra-harmonic filtering. (a) Result of filtering Fig. 5.8(a) with a contra-harmonic filter of size 3×3 and $Q = -1.5$. (b) Result of filtering 5.8(b) with $Q = 1.5$.

● فیلترهای میانگین مرتب آماری

■ فیلتر میانه

$$\hat{f}(x, y) = \operatorname{median}_{(s, t) \in S_{xy}} \{g(s, t)\}$$

● مناسب برای حذف توام نویز فلفل نمکی

a b
c d

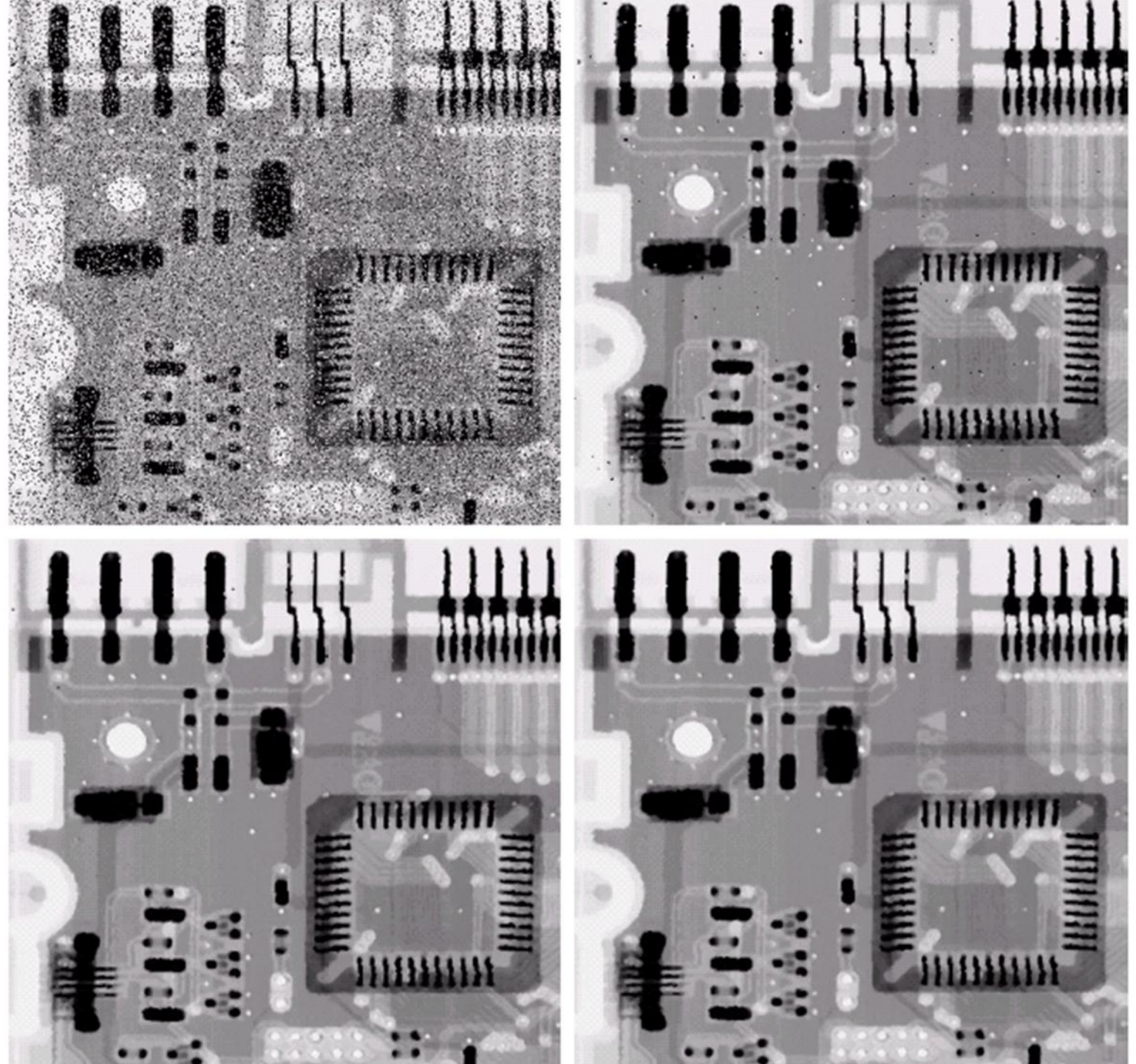
FIGURE 5.10

(a) Image corrupted by salt-and-pepper noise with probabilities $P_a = P_b = 0.1$.

(b) Result of one pass with a median filter of size 3×3 .

(c) Result of processing (b) with this filter.

(d) Result of processing (c) with the same filter.



● فیلترهای میانگین مرتب آماری

■ فیلتر حد اکثر (Max)

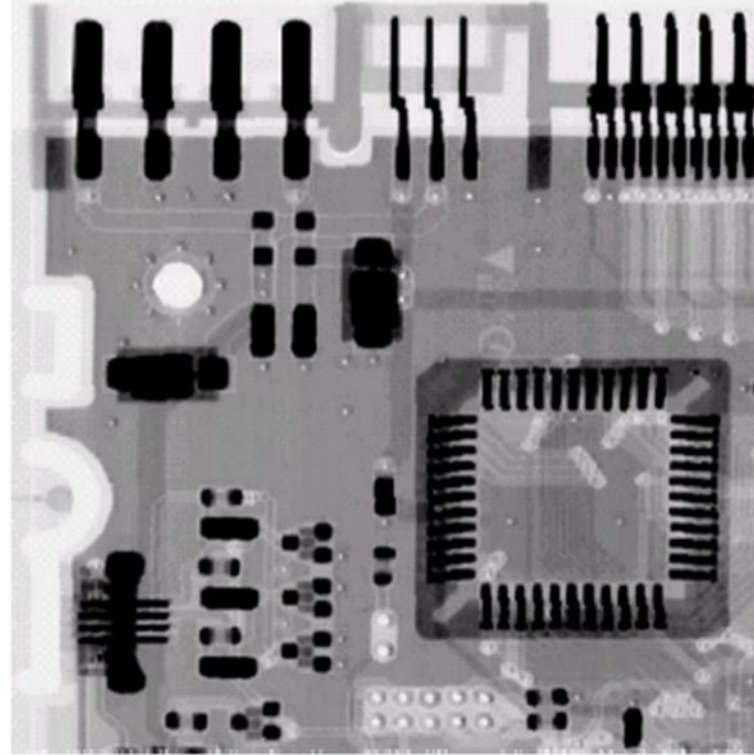
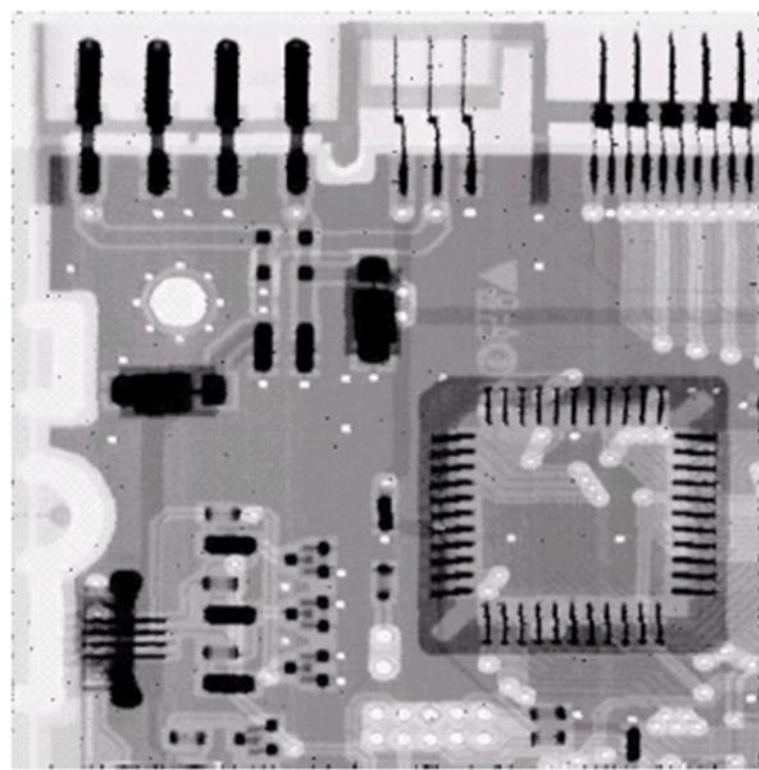
$$\hat{f}(x, y) = \max_{(s, t) \in S_{xy}} \{g(s, t)\}$$

● مناسب برای حذف نویز فلفلی

■ فیلتر حد اقل (Min)

$$\hat{f}(x, y) = \min_{(s, t) \in S_{xy}} \{g(s, t)\}$$

● مناسب برای حذف نویز نمکی



a b

FIGURE 5.11

(a) Result of filtering

Fig. 5.8(a) with a max filter of size 3×3 . (b) Result of filtering 5.8(b) with a min filter of the same size.

فیلتر تطبیقی حذف نویز

• فیلتر تطبیقی نویز محلی

- مقدار پیکسل $g(x,y)$
- واریانس نویز آلوده کننده σ_{η}^2
- قدرت سیگنال σ_L^2
- متوسط محلی m_L

قوانین تطبیق

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

$$\hat{f}(x, y) \approx g(x, y)$$

● اگر واریانس نویز آلوده کننده σ^2_η صفر بود،

● اگر واریانس محلی σ^2_L نسبت به نویز

آلوده کننده σ^2_η بزرگ بود،

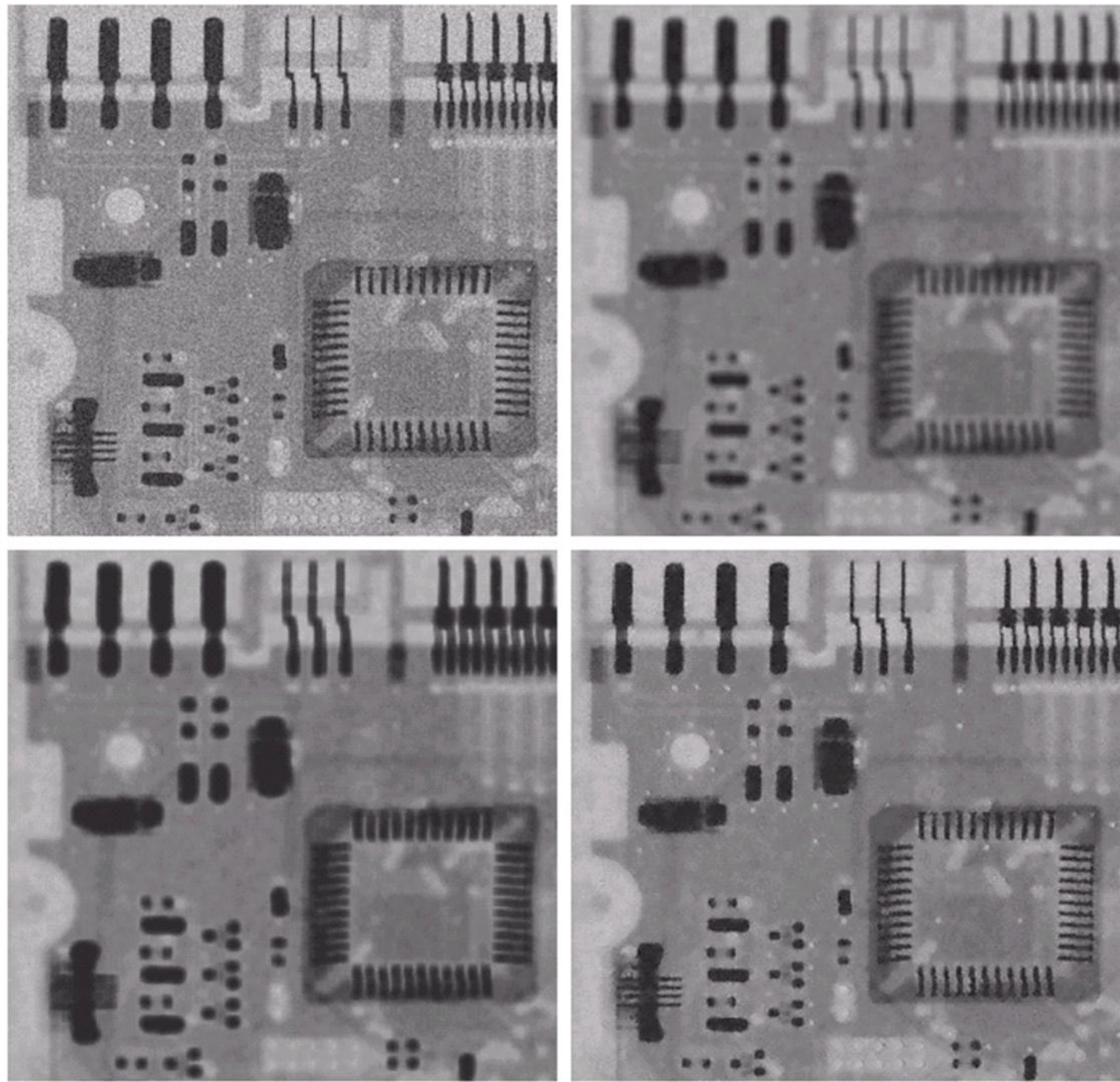
● اگر هر دو واریانس هم اندازه بودند، میانگین حسابی گرفته شود

$$\hat{f}(x, y) = g(x, y) - \frac{\sigma^2_\eta}{\sigma^2_L} [g(x, y) - m_L].$$

a b
c d

FIGURE 5.13

(a) Image corrupted by additive Gaussian noise of zero mean and variance 1000.
(b) Result of arithmetic mean filtering.
(c) Result of geometric mean filtering.
(d) Result of adaptive noise reduction filtering. All filters were of size 7×7 .



فیلتر میانه تطبیقی

- Z_{min} : حداقل سطوح خاکستری در S_{xy}
- Z_{max} : حداکثر سطوح خاکستری در S_{xy}
- Z_{med} : میانه سطوح خاکستری در S_{xy}
- Z_{xy} : مقدار شدت در مختصات x, y
- S_{xy} : حداکثر مقدار مجاز S_{xy}

الگوریتم تطبیقی

تنظیم اندازه پنجره بطوریکه z_{med} نویز ضربه ای نباشد

Level A:

$$A1 = z_{med} - z_{min}$$

$$A2 = z_{med} - z_{max}$$

If $A1 > 0$ AND $A2 < 0$, Go to level B

Else increase the window size

If window size $\leq S_{max}$ repeat level A

Else output z_{xy} .

Level B:

$$B1 = z_{xy} - z_{min}$$

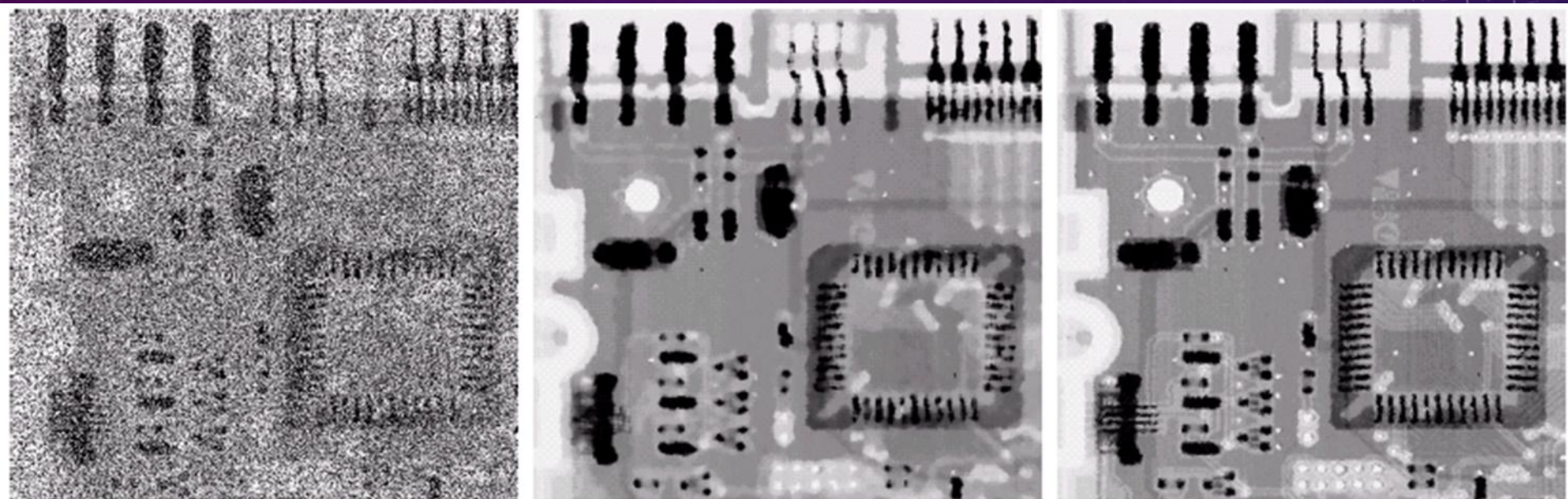
$$B2 = z_{xy} - z_{max}$$

If $B1 > 0$ AND $B2 < 0$, output z_{xy}

Else output z_{med} .

اگر z_{xy} نویز ضربه ای است با z_{med} که ضربه ای نیست جایگزین می شود

در غیر این دو حالت، خروجی بدون تغییر همان z_{xy} که ضربه ای نیست می شود.



a b c

FIGURE 5.14 (a) Image corrupted by salt-and-pepper noise with probabilities $P_a = P_b = 0.25$. (b) Result of filtering with a 7×7 median filter. (c) Result of adaptive median filtering with $S_{\max} = 7$.

بانشکر