

۱. عریف فرآیند تحت کنترل آماری را بنویسید. تفاوت میان علل شناسایی شده (Assignable Causes) و علل طبیعی (Common Causes) را توضیح دهید.
۲. در یک فرآیند تولید، میانگین وزن محصول برابر ۲۰۰ گرم و انحراف معیار فرآیند ۵ گرم است. اگر نمونه‌هایی با حجم ۴ واحد در هر مرحله گرفته شود:
- الف) حدود کنترل برای نمودار میانگین ($\bar{X}$ -chart) را با سطح اطمینان ۹۹٫۷٪ محاسبه کنید.

- ب) آیا با داشتن یک نمونه با میانگین ۱۹۰، فرآیند تحت کنترل است؟
۳. فرآیندی دارای نمودارهای کنترل برای میانگین و دامنه است. ۵ نمونه به شرح زیر ثبت شده‌اند.

نمونه $\bar{X}$ R		
1	10	4
2	11	5
3	12	6
4	10	3
5	11	4

- الف) حدود کنترل برای نمودار $\bar{X}$ و R را محاسبه کنید ($n = 5$) ، از جدول A2
 $D3 = 0$ ، $D4 = 2.114$).

ب) فرآیند را تحلیل کنید.

۴. تعریف شاخص توان فرآیند (Process Capability Index - Cpk) را بیان کرده و بگویید در چه شرایطی یک فرآیند از نظر کیفیت قابل قبول است. مثالی عددی ارائه دهید.

۵. نمودار کنترل p برای بررسی نسبت اقلام معیوب استفاده می‌شود. اگر در هر نمونه ۲۰۰ محصول بررسی شود و میانگین نسبت اقلام معیوب برابر ۰٫۰۲ باشد:
- الف) حدود کنترل نمودار p را محاسبه کنید.

ب) اگر در یک نمونه، ۱۰ محصول معیوب باشد، آیا فرآیند از کنترل خارج شده است؟

۶. تفاوت بین کنترل آماری فرآیند (SPC) و بازرسی نهایی را توضیح دهید. چرا سازمان‌های پیشرو ترجیح می‌دهند SPC را به جای بازرسی پایانی اجرا کنند؟

۷. در یک کارگاه تولیدی، از نمودار کنترل C برای شمارش نقص‌ها استفاده می‌شود. اگر میانگین تعداد نقص‌ها برابر با ۴ باشد:

الف) حدود کنترل را محاسبه کنید.

ب) در صورتی که در یک نمونه ۹ نقص ثبت شود، چه برداشتی دارید؟

۸. نمودار u برای نقص‌های نسبی استفاده می‌شود. اگر ۱۰ نمونه با اندازه‌های متفاوت به شرح زیر داشته باشیم، و تعداد نقص‌ها ثبت شده باشد:

نمونه	تعداد اقلام	تعداد نقص‌ها
1	100	3
2	150	5
3	120	4

(...ادامه دارد)

الف) میانگین نرخ نقص‌ها ($\bar{u}$) را حساب کنید.

ب) حدود کنترل نمودار u برای یک نمونه با حجم ۱۲۰ را محاسبه کنید.

۹. در نمونه‌گیری پذیرشی بر اساس استاندارد MIL-STD-105E، منظور از سطح کیفیت قابل قبول (AQL) و سطح کیفیت ردشده (LTPD) چیست؟ توضیح دهید چگونه این مفاهیم بر طراحی برنامه نمونه‌گیری تأثیر می‌گذارند.

۱۰. فرض کنید قصد دارید با استفاده از نمودارهای کنترل چندمتغیره (مانند نمودار T^2

هتلینگ (عملکرد چند ویژگی همزمان یک فرآیند را کنترل کنید.

الف) تفاوت نمودار T^2 با نمودارهای تک‌متغیره را بیان کنید.

ب) در چه مواردی استفاده از کنترل چندمتغیره ضروری است؟

۱.

فرآیند تحت کنترل: فرآیندی که فقط تحت تأثیر علل طبیعی باشد.

علل طبیعی → تصادفی، دائمی، قابل پیش‌بینی

علل شناسایی‌شده → قابل حذف یا اصلاح، نشانه‌ای از ناپایداری فرآیند

۲.

الف)

$$UCL = \mu + 3 \times (\sigma / \sqrt{n}) = 200 + 3 \times (5 / 2) = 207.5$$

$$LCL = 200 - 3 \times (5 / 2) = 192.5$$

ب) چون $190 < LCL \rightarrow$ فرآیند خارج از کنترل است.

۳.

$$\bar{X} = (10+11+12+10+11)/5 = 10.8 \text{ میانگین}$$

$$R = (4+5+6+3+4)/5 = 4.4 \text{ میانگین}$$

الف)

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \times \bar{R} = 10.8 + 0.577 \times 4.4 \approx 13.3$$

$$LCL_{\bar{X}} = 10.8 - 0.577 \times 4.4 \approx 8.3$$

$$UCL_R = D_4 \times \bar{R} = 2.114 \times 4.4 \approx 9.3$$

$$LCL_R = D_3 \times \bar{R} = 0 \times 4.4 = 0$$

ب) تمام مقادیر بین حدود $\rightarrow$ فرآیند تحت کنترل است.

۴.

$$Cpk = \min \{ (USL - \mu)/(3\sigma), (\mu - LSL)/(3\sigma) \}$$

مثال: اگر $\mu = 100$ ، $\sigma = 5$ ، $USL = 115$ ، $LSL = 85$

$$Cpk = \min \{ (115-100)/15, (100-85)/15 \} = 1.0 \rightarrow \text{قابل قبول}$$

۵.

الف)

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{(\bar{p}(1-\bar{p})/n)} = 0.02 + 3\sqrt{(0.02 \times 0.98/200)} \approx 0.067$$

$$LCL = 0.02 - 3\sqrt{(0.02 \times 0.98/200)} \approx 0$$

ب) $0.05 = 200/10 \rightarrow$ کمتر از $UCL \rightarrow$ تحت کنترل است

۶.

SPC فرآیند را در حین تولید کنترل می کند و عیوب را زودتر شناسایی می کند.

بازرسی نهایی فقط پس از تولید بررسی می کند $\rightarrow$ باعث افزایش ضایعات

۷.

الف)

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} = 4 + 3 \times 2 = 10$$

$$LCL = 4 - 3 \times 2 = -2 \rightarrow \text{صفر در نظر گرفته می شود}$$

ب) $9 < 10 \rightarrow$ هنوز در محدوده کنترل است، اما بررسی علل افزایش توصیه می شود

۸.

الف)

$$\bar{u} = (\sum \text{نقص ها}) \div (\sum \text{اقدام})$$

$$\bar{u} = (3+5+4+...) \div (100+150+120+...) \\ \bar{u} = 0.032 \text{ مثلاً}$$

ب)

$$UCL = \bar{u} + 3\sqrt{(\bar{u}/n)} = 0.032 + 3\sqrt{(0.032/120)}$$

$$LCL = \bar{u} - 3\sqrt{(\bar{u}/n)}$$

۹.

AQL: بالاترین سطح عیب‌پذیر قابل قبول

LTPD: کمترین سطح عیب‌پذیر غیرقابل قبول

برنامه‌ریزی نمونه‌گیری بر اساس این‌ها طراحی می‌شود تا احتمال پذیرش یا رد کنترل شود
۱۰.

الف) نمودار T^2 چند ویژگی را به‌صورت هم‌زمان و وابسته بررسی می‌کند

ب) زمانی که ویژگی‌ها همبستگی دارند (مثلاً طول، عرض، وزن)، استفاده از نمودارهای
چندمتغیره ضروری است