جزوه درس کنترل کیفیت آماری

مخصوص مهندسان صنایع

براساس کتاب موسسه آموزش عالی پارسه

مهندسی صنایع در محیط دانشگاه

www.ieuni.ir

موسسه آموزش عالی آزاد

کنترل کیفیت آماری

جزوه ۲۵٪ اول

ویرایش اول

تالیف:

دکتر احمد گائینی

آبان ۸۹

فصل اول

تعاریف و مفاهیم اولیه

تعریف کیفیت: هر چند کیفیت مفهوم پیچیده و چندگانه‌ای دارد اما در طی تاریخ پیدایش این شاخه از علم افراد صاحب‌نظر از دیدگاه‌های متفاوت به تعریف کیفیت پرداخته‌اند.

الف) کیفیت دو جنبه عینی و ذهنی دارد. عینیت یک شی واقعیتی است که شی را بوجود آورده و ذهنیت در مورد یک شی مطلوبیت یا ارزش خواص فیزیکی آن است این دو مفهوم رابطه تنگاتنگی دارند.

این تعریف توسط شوهارت (Shewhart 1931) ارائه شده است

ب) کیفیت همان مناسب کاربرد است.

این تعریف توسط جوران و گرینا (Juran and Gryna) ارائه شده است.

ج) کیفیت تطابق با نیازهایی است که به صورت مشخصات طراحی بیان می‌شود. این تعریف توسط کراسبی (Crasby 1979) ارائه شده است.

د) کیفیت دارای جنبه‌های هشت‌گانه، **طراحی- عملکرد- ویژگی‌ها- پایایی- تطابق- دوام- قابلیت تغییرپذیری و نگهداری زیبایی و شهرت** می‌باشد و با توجه به نیاز مشتری بر اساس جنبه خاصی کاربرد پیدا می‌کند این تعریف توسط گاروین (Garvin 1984) ارائه شده است.

هـ) کیفیت باید بر نیازهای حال و آینده مشتری متمرکز باشد چراکه مشتری مهم‌ترین بخش یک خط تولید است.

این تعریف توسط دمینگ (Deming-1986) ارائه شده است.

و) کیفیت ضرری است که یک محصول از زمانی که به بازار می‌آید، در جامعه بوجود می‌آورد. پراکندگی و تغییرپذیری عامل ایجاد این ضرر است.

این تعریف توسط تاگوچی (Taguchi 1987) ارائه شده است.

ز) کیفیت به همه آن ویژگی‌هایی از محصول اعم از کالا یا خدمات گفته می‌شود که می‌توانند نیازهای تعریف شده‌ای را برآورده سازند.

این تعریف توسط انجمن کیفیت آمریکا در سال ۱۹۸۷ ارائه شده است.

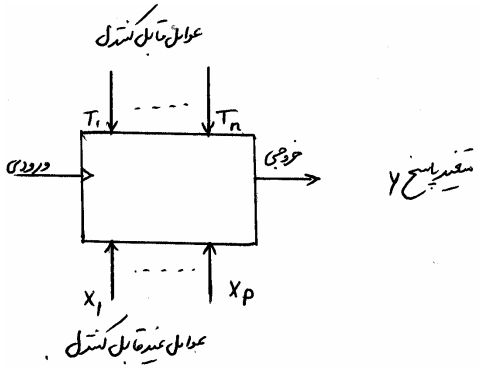
به هر حال در به کارگیری واژه کیفیت باید به تمایز میان کیفیت طراحی و کیفیت انطباق توجه کرد. وقتی می‌گوییم کیفیت پژو از پیکان بهتر است کیفیت طراحی موردنظر است و وقتی می‌گوییم پژوی تولید تهران از مشهد بهتر است منظور کیفیت انطباق است.

از دیدگاه دانشمندان جامعه آمریکایی، هزینه‌های کیفیت به دو حوزه گسترده تقسیم می‌شود که هر کدام دارای بخش‌هایی می‌باشند.

هزینه‌های انطباق با مشخصه
- طراحی و اجرای نظام کیفیت
- ارزیابی، سنجش، حسابرسی

هزینه‌های عدم انطباق با مشخصه
- خرابی درونی مثل دوباره‌کاری، خرابی قطعه‌ها
- خرابی بیرونی مثل نارضایتی مشتری ـ گارانتی

شاید بهترین تعریف از آن تاگوچی باشد که پراکندگی و تغییرپذیری را نماد عدم کیفیت می‌داند یعنی هر چه پراکندگی و تغییرپذیری بیشتر باشد کیفیت پایین‌تر است. برای توضیح بیشتر این تعریف به الگویی از یک سیستم تولیدی توجه کنید.



لازم است عوامل غیرقابل کنترل (X_i ها) که اغتشاش نیز نامیده می‌شوند را قدری شرح دهیم. این عوامل به دو دسته تقسیم می‌شوند.

الف) عوامل محیطی مثل درجه حرارت و رطوبت که عملکرد محصول را خراب می‌کنند و یا تفاوت‌های موجود بین محصولات مشابه می‌باشد.

ب) عوامل داخلی مثل فرسوده شدن محصول که باعث می‌شود عملکرد موردنظر را نداشته باشد.

متغیر پاسخ **Y**از آن‌جا که تحت تاثیر این عوامل غیرقابل کنترل است یک متغیر تصادفی است که تغییرات آن توسط یک توزیع آماری بیان می‌شود که می‌توان در بعضی از مسائل آن را نرمال در نظر گرفت μ,σ میانگین و انحراف معیار مشخصه متغیر **Y** هستند. با توجه به آن‌که در توزیع نرمال می‌دانیم $P(|Y-\mu|\le 3\sigma)=0.9973$ معمولاً حدود 3σ یا $\pm 3\sigma$ حول μ را **حدود طبیعی تحمل یا حدود مشخصه فنی** می‌نامند. و آن‌ها را با USL و LSL نشان می‌دهند. حدود مشخصه فنی بر اساس ویژگی‌های محصول توسط طراح و سازنده تعیین می‌شود.

می‌توان دید $P(|Y-\mu|\le 6\sigma)=0.999999998$ یعنی در حدود 6σ نرخ عدم انطباق فرایند 0.002ppm یا 2 در میلیارد است.
(Parts Per million)

شش سیگما

به تعداد گام‌ها با واحد σ از μ تا نزدیک‌ترین حد مشخصه فنی **سطح سیگما** گفته می‌شود.

محور بررسی و تحلیل‌ها در شش سیگما فرآیند می‌باشد و کاهش خطا در فرآیندها موجب کاهش خطا در سازمان می‌شود. این کاهش خطا در چرخه DMAIC شکل می‌گیرد در واقع از نظر مفهومی این چرخه از چرخه‌های بهبود شوهارت (Plan-Do-Check-Act) و دمینگ (Plan-Do-Study- Act) الهام گرفته است مراحل پنج‌گانه این چرخه عبارتند از:

Define	Measure	Analyze	Improve	Control
(تعریف)	(اندازه‌گیری)	(تحلیل)	(بهبود)	کنترل

بر اساس به‌کارگیری روش 6σ انتظار می‌رود. نرخ معیوب و هزینه‌های تولید کاهش یافته در نتیجه کارایی و سوددهی بالا رود و در نهایت رضایت مشتری تامین گردد.

تاریخچه پیدایش روش‌های آماری برای بهبود کیفیت

هر چند از زمانی که تولید مطرح شده است انسان به فکر کیفیت آن بوده است اما روش‌های آماری به‌طور مشخص از ابتدای قرن ۲۰ برای بهبود کیفیت مطرح شده‌اند.

از دیدگاه فیگنباوم تاریخچه کنترل کیفیت را می‌توان در ۵ دوره خلاصه نمود.

الف) دوره کنترل کیفیت کارگری در سال‌های قبل از ۱۹۰۰

ب) دوره کنتر کیفیت سرکارگری در سال‌های ۱۹۲۰ ـ ۱۹۰۰

ج) دوره کنترل کیفیت بازرسی در سال‌های ۱۹۴۰ـ۱۹۲۰

د) دوره کنترل کیفیت آماری در سال‌های ۱۹۸۰ـ۱۹۴۰

هـ) دوره کنترل کیفیت جامع در سال‌های بعد از سال ۱۹۸۰

اقدامات دانشمندان بسیاری در شکل‌گیری این دوره‌ها نقش اساسی داشته است.

در جدول زیر خلاصه‌ای از این اقدامات مطرح شده‌اند.

ردیف	نام دانشمند	سال	عنوان
۱	شوهارت	۱۹۲۴ تا ۱۹۳۲	معرفی نمودارهای کنترل و کاربردهای آن در تولید
۲	دوج و رومیگ	۱۹۲۸	روش بازرسی نمونه‌ای و ارائه جدول مربوطه
۳	ماگیل	۱۹۴۵	برگزاری همایش یک هفته‌ای با هدف بالا بردن کیفیت خدمات ارتباطات ژاپن
۴	دمینگ	۱۹۵۰	تدریس روش‌های کنترل کیفیت آماری درژاپن و تاسیس جایزه دمینگ توسط اتحادیه مهندسان و دانشمندان ژاپن JUSE
۵	جوران و گرینا	۱۹۵۷	انتشار کتاب راهنمای کنترل کیفیت
۶	تاگوچی	۱۹۸۰	معرفی نتایج تحقیقات گسترده در زمینه کاربرد طراحی آزمایشات در کنترل کیفیت در سطوح دانشگاه‌های آمریکا
۷	باکس	۱۹۸۶	توسعه کاربردهای طرح آزمایش‌ها در کنترل کیفیت پس از دیدار ژاپن

مدیریت کیفیت جامع TQM (Total Quality management)

بررسی‌های سال‌های اخیر روی مفهوم کیفیت و چگونگی پرداختن گروه‌های متفاوت دانشمندان در ژاپن و آمریکا ابتدا موجب پیدایش کنترل کیفیت جامع (TQC) و سپس باعث بوجود آمدن کنترل کیفیت سراسری شرکت‌ها (CWQC) شد.

بعد از تکامل این مراحل موضوع مورد توافق، "مدیریت کیفیت جامع" TQM می‌باشد که سازمان‌ها را در عرصه رقابت مورد حمایت قرار می‌دهد.

این موضوع ضمن ارائه محصولی با کیفیت قابل قبول مشتری و برآورده ساختن انتظارات او می‌تواند هزینه‌ها را به‌طور خردمندانه‌ای مدیریت کند.

فلسفه مدیریت کیفیت جامع در تمام بخش‌های سازمان بایستی تاثیرگذار باشد به‌طوری که ضمن حمایت مستمر از کیفیت در تمام سطوح مدیریتی و مشتری مداری بتواند کارایی لازم را با بهینه‌سازی و ایجاد استانداردهای فرآیندی تعیین نماید.

ابعاد هشت‌گانه کیفیت

گاروین (Garvin) در سال ۱۹۸۷ برای کیفیت ۸ بعد معرفی نموده است او هر بعد را با یک سوال مطرح کرده است.

۱ـ عملکرد

آیا محصول می‌تواند وظیفه موردنظر را انجام دهد؟

۲ـ قابلیت اطمینان

هر چند وقت یک‌بار محصول خراب می‌شود؟

۳ـ قابلیت دوام

چه مدت محصول دوام می‌آورد؟

۴ـ قابلیت تغییرپذیری

به چه سادگی می‌توان محصول را تفسیر کرد؟

۵ـ زیبایی

محصول چگونه به‌نظر می‌رسد؟

۶ـ ویژگی‌ها

محصول چه کارهایی انجام می‌دهد؟

۷ـ انطباق با استانداردها

آیا محصول دقیقاً همان‌گونه که موردنظر طراح بوده است تولید گردیده است؟

۸ـ کیفیت درک شده

محصول یا شرکت از چه شهرتی برخوردار است؟

تشخیص این ابعاد از مهم‌ترین مراحل مدیریتی یک سازمان است.

انواع روش‌های آماری مفید برای کنترل کیفیت

۱ـ روش‌های حین تولید (On-Line. Quality Control) این روش‌ها غالباً بر اساس هفت ابزار قدیمی از طریق کاهش پراکندگی و تغییرات موجب بالا رفتن کیفیت در حال تولید می‌شوند.

۲ـ روش‌های قبل از تولید (Off-Line quality Control) این روش‌ها غالباً با استفاده از طراحی آزمایش‌ها و توسط دانشمندان ژاپنی از جمله تاگوچی مطرح شده است.

در این روش‌ها عوامل موثر بر کیفیت توسط طرح‌های فاکتوریل شناسایی می‌شوند. اقدامات لازم برای تاثیرگذاری روی مشخصه‌های کیفی محصول در مرحله طرح پیشنهاد می‌گردد.

ایشی‌کاوا بر اساس تجربه می‌گوید "حدود 95% مسائل کیفیت در کارخانه‌ها می‌تواند از طریق به‌کارگیری هفت ابزار قدیمی حل شود" به روش‌های فوق **کنترل فرایند آماری** نیز گفته می‌شود.

۳ـ نمونه‌گیری برای پذیرش

این روش‌های نمونه‌گیری صرفاً برای رد یا قبول یک محموله بوجود آمده‌اند و به‌طور مستقیم روی بالا بردن کیفیت اثر زیادی ندارند. این روش‌ها بیشتر از آن‌که کنترل کیفیت را مطرح کنند بازرسی را دنبال می‌کنند.

ابزار هفت‌گانه کنترل فرآیند (Statistical Process Control)

در این بخش ابزار هفت‌گانه قدیمی را جهت کنترل فرایند آماری (SPC) مرور می‌کنیم. SPC از طریق کاهش تغییرپذیری می‌تواند در جهت بهبود کارایی و ایجاد ثبات قدم بردارد.

این ابزار که توسط منابع غیرژاپنی پدید آمده‌اند توسط ژاپنی‌ها بیشتر از بقیه به‌کار رفته‌اند دکتر ایشی‌کاوا که سابقه خیلی زیادی در به‌کارگیری این ابزار و تمرکز بر روش‌های مقداری در صنعت ژاپن دارد معتقد است با به‌کارگیری این روش‌ها تا حدود 95% از مسائل کیفیت را حل می‌نماید. ابزار هفت‌گانه SPC عبارت‌اند از:

۱ـ برگه کنترل

۲ـ نمودار تمرکز نقص‌ها

۳ـ هیستوگرام

۴ـ نمودار پارتو

۵ـ تحلیل علت و معلول

۶ـ نمودار پراکندگی

۷ـ نمودارهای کنترل

در ادامه به توضیح این روش‌ها به صورت مختصر می‌پردازیم.

۱ـ برگه کنترل

در مراحل اولیه برای جمع‌اوری و ثبت داده‌ها از برگه کنترل استفاده می‌شود. بدیهی است با توجه به آن‌که از این داده‌ها اطلاعات پیدا می‌شود و تصمیم‌گیری و اقدامات بعدی نیازمند اطلاعات است. برگه کنترل از نظر چگونگی ثبت و جمع‌آوری در گام‌های بعدی اهمیت زیادی دارد. رعایت ترتیب زمانی ثبت داده‌ها کارهای بعدی را هموارتر می‌کند. درج اطلاعات ضروری از قبیل نام کالا ـ تاریخ ـ تعداد ـ نام بازرس در برگه کنترل مفید است. برگه کنترل مناسب که با توجه به ماهیت و نوع داده‌ها تنظیم می‌شود. می‌تواند تحلیل داده‌ها را آسان و دقیق ادامه دهد. تعدادی از انواع برگه داده‌ها عبارتند از:

الف) برگه کنترل توزیع فرآیند تولید

ب) برگه کنترل اقدام معیوب

ج) برگه کنترل مکان و علت عیب

د) برگه کنترل بازرسی

۲ـ نمودار تمرکز نقص‌ها

این نمودار تصویری از محصول است که تمام نماهای موردنظر را نشان می‌دهد مثلاً اگر محصول یک تلویزیون باشد این نمودار تصویر آن را از همه نماها (عقب ـ جلو ـ بالا ـ پایین ـ چپ و راست) نشان می‌دهد و لذا می‌توان محل یا محل‌های ایجاد عیب را بر روی محصول معین کرد و با تجزیه و تحلیل آن‌ها اطلاعات مفیدی در مورد علل بالقوه ایجاد عیب‌ها کسب کرد. در این نمودار اغلب از رنگ‌های مختلف برای نشان دادن عیوب مختلف استفاده می‌شود.

نمودارهای تمرکز نقص‌ها ابزار مناسبی برای رفع مشکل در صنایعی نظیر آبکاری، رنگ‌کاری ـ ماشین‌کاری و مونتاژ به‌حساب می‌آید.

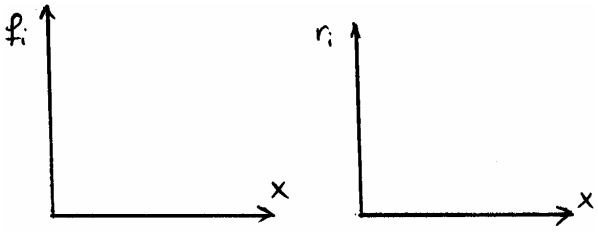
۳ـ هیستوگرام (بافت نگار)

هیستوگرام نمایش مستطیلی داده‌های دسته‌بندی شده است و توسط آن سه ویژگی از داده‌ها به سادگی مشاهده می‌شود.

الف) شکل توزیع تجربی داده‌ها

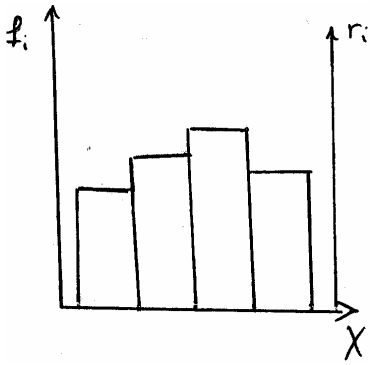
ب) پارامترهای مکانی یا تمایل مرکز توزیع

ج) پارامترهای پراکندگی توزیع



معمولاً هیستوگرام را به دو صورت رسم می‌کنند وقتی محور yها فراوانی مطلق داده‌ها باشد (f_i) هیستوگرام فراوانی و وقتی محور yها فراوانی نسبی داده‌ها باشد (r_i) هیستوگرام فراوانی نسبی گفته می‌شود.

حدود مشخصه فنی بر اساس ویژگی‌های موردنظر توسط طراح تعیین می‌شود.



لازم به ذکر است می‌توان هر دو نوع هیستوگرام را همزمان رسم کرد کافی است دو محور عمودی در نظر گرفته یکی را به f_i و دیگری را به r_i اختصاص دهیم.

روش رسم هیستوگرام

۱ـ تعداد دسته‌ها با توجه به n (تعداد داده‌ها) و R (دامنه تغییرات $R=X_{max}-X_{min}$) عدد دلخواهی بین 4 تا 20 در نظر گرفته شود.

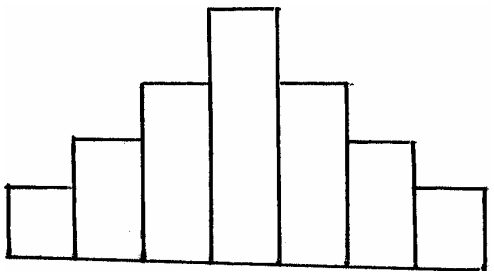
یک روش پیشنهادی برای تعداد دسته‌ها استفاده از فرمول $K=1.322\log_{10}^{n}$ که به دستور استورجس شهرت دارد می‌باشد. روش پیشنهادی دیگر $K=\sqrt{n}$ می‌باشد.

۲ـ بهتر است طول هر دسته برابر باشد بنابراین فرمول $W=\frac{R}{K}$ برای طول دسته‌ها مناسب می‌باشد.

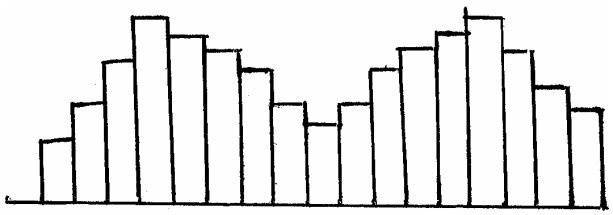
۳ـ نصف دقت واحد اندازه‌گیری از کوچک‌ترین عضو هر دسته کاسته و به بزرگترین عضو هر دسته افزوده شود تا مرزها پیدا شوند مثلاً اگر داده‌ها بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شده‌اند و قرار است دسته اول شامل داده‌های فاصله $(4,8)$ می‌توان دسته اول را $(4.5,8.5)$ در نظر گرفت.

تذکر: موقعی از هیستوگرام استفاده می‌شود که تعداد داده‌ها حداقل 20 باشد چون خلاصه نمودن باعث از بین رفتن جزئیات می‌شود. وقتی تعداد داده‌ها کم است توزیع فراوانی‌ها را بر اساس داده‌های دسته‌بندی نشده پیدا کنید.

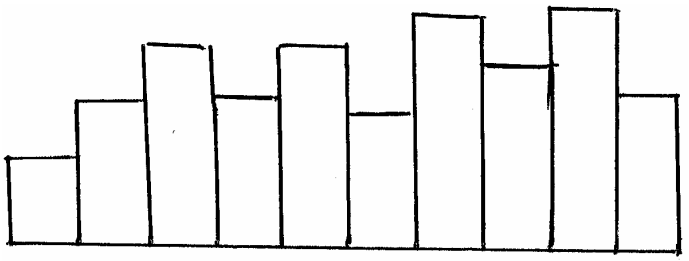
شماری از انواع الگوهای هیستوگرام در شکل زیر نشان داده شده است.



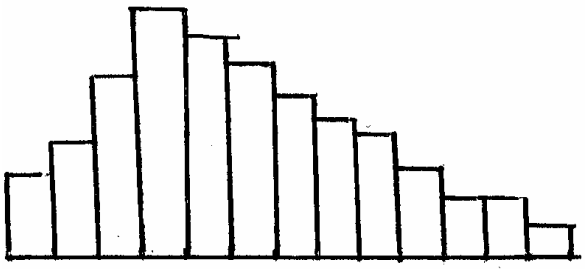
هیستوگرام زنگوله‌ای (نرمال)



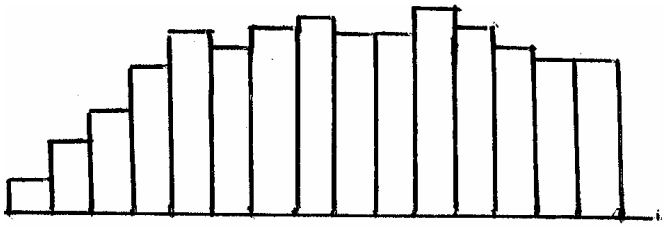
هیستوگرام دونمایی



شانه‌ای



چولگی مثبت



فلات

الف) **نرمال** تقریباً میانه و میانگین و مد منطبقند و شکل از تقارن قابل قبولی برخوردار است. در اغلب مسائل این نوع هیستوگرام مطلوب است.

ب) **دونمایی** فراوانی در وسط کم و در دو طرف حالت قله وجود دارد این هیستوگرام وقتی ایجاد می‌شود که دو توزیع با میانگین‌های متفاوت ترکیب شده باشند.

ج) **شانه‌ای،** در این هیستوگرام فراوانی از یک دسته به دسته دیگر به صورت یک در میان تناوب دارند. شاید به دلیل وجود یک روند ویژه در روش روند کردن داده‌ها این حالت به‌وجود آمده باشد.

د) **چولگی مثبت،** شکل قرینه نیست و هر چه به سمت مقادیر بزرگتر X می‌رویم فراوانی کاهش می‌یابد.

این هیستوگرام وقتی بوجود می‌آید که حد پایین به دلیل مسائل تئوری و یا مشحصات فنی کنترل شده باشند و یا مقادیر بیشتر از حد معینی ایجاد نشوند

هـ) **فلات،** وجود فراوانی برابر در دسته‌های نزدیک هم فلات ایجاد می‌کند و به غیر از دسته‌های ابتدا و انتهایی بقیه تقریباً برابر هستند این شکل وقتی پیدا می‌شود که چندین توزیع با میانگین‌های متفاوت ادغام شده باشد.

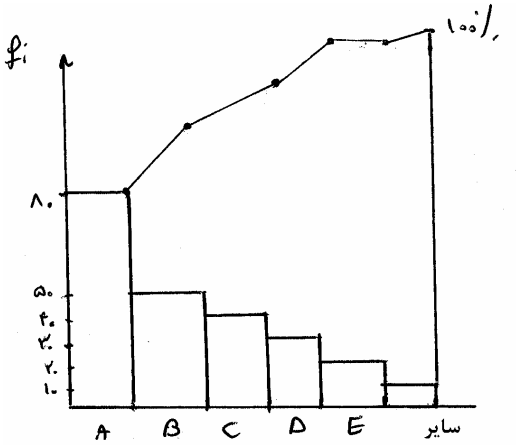
۴ـ نمودار پارتو

نمودار پارتو یک هیستوگرام است که برای داده‌های کیفی به‌کار می‌رود و داده‌ها را از چپ به راست به ترتیب نزولی مرتب می‌کند و برای شناسایی پرهزینه‌ترین عامل مثلاً علت نقص یا ابزار یا دستگاه یا افراد به‌کار می‌رود.

روش رسم این نمودار به شرح زیر است.

این نمودار دارای یک محور افقی (مربوط به X) با تقسیم‌بندی برابر و دو محور عمودی در سمت چپ و راست می‌باشد. محور عمودی سمت چپ مربوط به فراوانی مطلق f_i و محور عمودی سمت راست به صورت درصد فراوانی تجمعی نسبی $\left(G_i=\frac{F_i}{n}100\right)$ می‌باشد.

سطوح مختلف متغیر بر حسب f_i ها به طور نزولی از چپ به راست مرتب می‌شوند. نمودار خط شکسته‌ای انتهای هر مستطیل را بر حسب G_i به‌طور صعودی رسم می‌کند. نمودار پارتو زیر می‌تواند انواع علت‌های وجود عیب در یک تولید را نشان دهد.



همان‌طور که پیداست علل A و B بیشترین دلیل وجود نقص و عیب در تولید است. اما باید توجه کنید که این نمودار نمی‌تواند مهم‌ترین عیب را به تنهایی پیدا کند بلکه عیبی را که بیشتر ظاهر شده نشان می‌دهد.

و برای یافتن اهمیت عیب‌ها باید تحلیل هزینه‌ها را نیز در نظر داشت.

اصل پارتو

دانشمند معروف ایتالیایی بر اساس مطالعات خود در علم اقتصاد و توزیع ثروت می‌گوید 20% مردم ثروت زیاد و 80% مردم ثروت اندک دارند.

اصل پارتو که قاعده بیست هشتادی هم نامیده می‌شود توسط دانشمندان کنترل کیفیت مانند جوران تایید شد. جوران به‌جای مردم 20% عبارت اقلیت ضروری (Vital few) و به‌جای مردم 80% عبارت اکثریت مفید (Useful Many) یاد کرد.

برخی از کاربردهای تحلیل توسط نمودار پارتو عبارتند از:

الف) بهبود کارایی

ب) نگهداری و تعمیرات

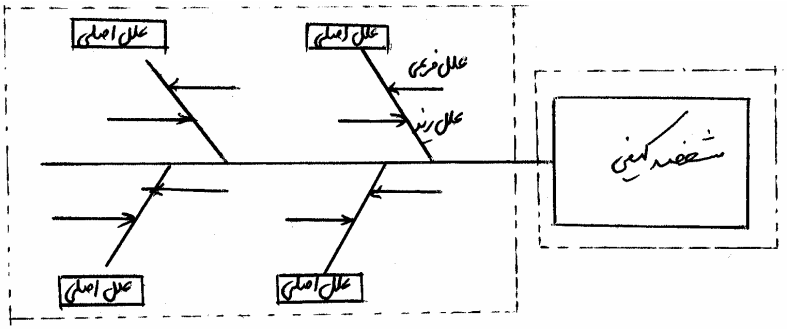
ج) هدایت اصلاح عیوب از طریق مقایسه

لازم به ذکر است اگر نمودار پارتو عاملی را بیشتر از بقیه نشان دهد.

باید اقدامات اصلاح آن عامل را آن‌قدر ادامه داد تا در نمودارهای بعدی ترتیب این ستون‌ها عوض شود. البته اگر ترتیب هم عوض نشود ولی ارتفاع مستطیل‌ها کاهش یابد باز هم اصلاح موثر بوده است.

۵ـ نمودار علت و معلول

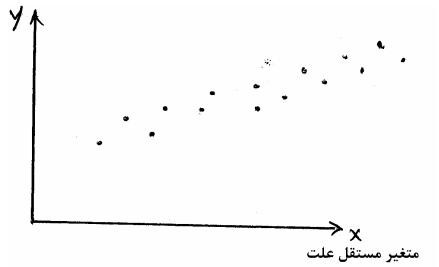
در یک فرآیند، پاسخ یا خروجی تحت تاثیر عوامل متعددی قرار دارد که می‌توان بین آن‌ها ارتباط علت و معلولی برقرار کرد.
به نموداری که ارتباط میان یک مشخصه کیفی و عوامل موثر بر آن را نشان می‌دهد نمودار علت و معلول گفته می‌شود.
این نمودار که به آن نمودار اسکلت ماهی هم می‌گویند در سال ۱۹۵۳ توسط ایشی‌کاوا در صنعت ژاپن معرفی شد و امروزه کاربرد وسیعی در همه شاخه‌ها دارد.
برای رسم این نمودار ابتدا یک مشخصه کیفی را تعیین می‌کنند و آن را به‌عنوان معلول در نظر گرفته داخل یک مستطیل در سمت راست قرار می‌دهند.
سپس عوامل اصلی و اولیه را که روی معلول اثر دارند به عنوان استخوان‌های بزرگ درون مربع‌هایی در دو طرف خط اصلی (ستون فقرات ماهی) می‌نویسند. بعد از آن عوامل فرعی را به‌عنوان زیرشاخه علت مانند استخوان‌های کوچک قرار می‌دهند و پس از تحلیل و بررسی علت‌ها به وزن‌دهی اولویت‌گذاری روی آن‌ها پرداخته می‌شود. در شکل زیر یک نمودار علت و معلول به صورت کلی رسم شده است.



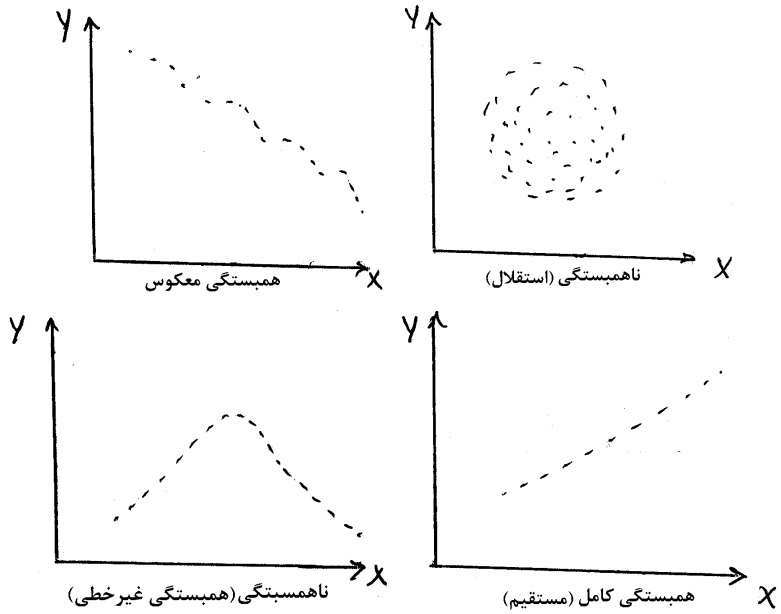
در تعیین عوامل اصلی و فرعی بایستی از روش طوفان مغزی (Brainstorming) کمک گرفت. هر چند برای یافتن عوامل اصلی می‌توان از نمودارپارتو نیز کمک گرفت.

۶ـ نمودار پراکندگی (پراکنش)

در این نمودار می‌توان دو متغیر را به صورت همزمان مشاهده کرد تا روند تعامل آن‌ها و شرایط بهینه در روی شکل بررسی گردد.
در حقیقت این نمودار می‌تواند نوع رابطه بین دو متغیر را تا حدودی تعیین کند. یعنی پس از آن‌که در نمودار علت و معلول توانستیم علت‌های مهم را شناسایی کنیم توسط این نمودار می‌توانیم نوع رابطه بین آن‌ها را مشخص کنیم تا نحوه کنترل علت برای بهینه‌سازی معلول را به‌کار بریم.
روش رسم این نمودار به این گونه است که متغیر مستقل (علت) را روی محور افقی و متغیر وابسته (معلول) را روی محور عمودی قرار می‌دهیم و داده‌های (مشاهده) را به صورت نقطه در این دستگاه رسم می‌کنیم.



شکل بالا وجود رابطه مستقیم را بین X و Y نشان می‌دهد. انواع همبستگی‌ها را می‌توان در نمودارهای زیر مورد توجه قرار داد.



همان‌طور که ملاحظه می‌شود وقتی همبستگی کامل است که مشاهده است روی یک خط مستقیم باشند. و ناهمبستگی یعنی عدم وجود رابطه خطی بین متغیرها.

۷ـ نمودارهای کنترل

تعریف فرآیند

مجموعه‌ای از عناصر تولید که شامل مواد اولیه ـ روش‌ها ـ نیروی انسانی و ماشین‌ها می‌باشد را فرآیند گویند.

تعریف کنترل

به‌منظور حفظ استانداردها و ایجاد و نگهداشتن مشخصه‌های تولید روش‌ها و تدابیری به‌کار گرفته می‌شود که به آن‌ها کنترل می‌گویند. نمودار کنترل نموداری است که اطلاعات بدست آمده از فرآیند تولید با حدود کنترل مقایسه می‌شود تا بتوانیم وضعیت تولید را از نظر کیفیت کنترل کنیم.

انحرافات فرآیند تولید { تصادفی / با دلیل

منظور از انحرافات تصادفی تغییرات ناشی از عوامل غیرقابل کنترل است که بسیار جزیی می‌باشند البته شاید این انحرافات از عواملی پدید آمده که کنترل آن‌ها مقرون به صرفه نمی‌باشد. مثلاً تفاوت‌های جزئی در مواد اولیه می‌تواند عامل انحرافات جزیی در تولید باشد. و منظور از انحرافات با دلیل تغییرات ناشی از عوامل قابل کنترل است که معمولاً تاثیر قابل ملاحظه‌ای روی تولید می‌گذارند مثلاً مواد اولیه نامرغوب می‌تواند تاثیر زیادی روی تولید بگذارد.

نمودارهای کنترل می‌توانند بین انحرافات با دلیل و انحرافات تصادفی تمایز ایجاد کنند.

وقتی فقط انحرافات تصادفی وجود دارند و فرآیند تحت کنترل است. با توجه به آن‌که می‌دانیم در توزیع نرمال درصدهای زیر در حدود انحراف از میانگین صدق می‌کنند.

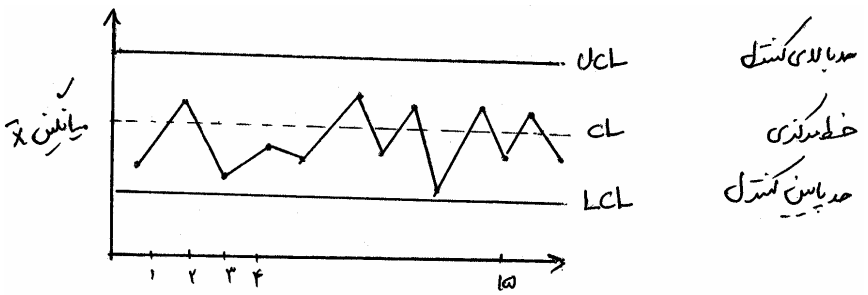
$$P(|X-\mu|<\sigma)=0.6826$$

$$P(|X-\mu|<2\sigma)=0.9546$$

$$P(|X-\mu|<3\sigma)=0.9973$$

اگر فقط انحرافات تصادفی موجود باشد، با فرض برقراری توزیع نرمال انتظار می‌رود 99.73% مقادیری که در این نمودار رسم می‌شود بین حدود کنترل قرار دارند. این ضریب اطمینان آنقدر خوب است که برای تمایز انحرافات تصادفی با دلیل از حدود $\pm 3\sigma$ انحراف معیار بهره می‌گیرند.

شکل زیر یک نمودار کنترل را نشان می‌دهد که فرآیند تحت کنترل است.



نمودارهای کنترل که در فصل بعدی به‌طور مفصل شرح داده می‌شود در واقع به کنترل آماری فرایند (SPC) مربوط است. البته SPC زیر مجموعه فعالیت‌های کلی‌تر است که به کنترل کیفیت آماری SQC (Statistical Quality Control) معروف است که در دوره اخیر به آن بهبود کیفیت آماری SQI هم می‌گویند. این نمودارها توسط شوهارت تنظیم شده است.

نکته: مراحل استفاده از نمودارها به‌صورت تکمیل‌کننده یکدیگر به شرح زیر است.

نمودار پاره‌تو

نمودار علت و معلول

نمودار همبستگی

نمودارهای کنترل

تست‌های پایان فصل اول

۱ ـ کدام‌یک از گزینه‌های زیر از جمله جنبه‌های کیفیت می‌باشند؟

۱) طراحی، عملکرد، بازرسی، پایایی

۲) تطابق، دوام، قابلیت تعمیرپذیری، نوآوری

۳) زیبایی و شهرت، طراحی، پایایی، دوام

۴) قابلیت تعمیرپذیری و نگهداری، بازرسی، نوآوری، عملکرد

۲ ـ کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح نیست؟

۱) عوامل غیرقابل کنترل به دو دسته‌ی عوامل محیطی و عوامل داخلی تقسیم می‌شوند.

۲) متغیر پاسخ y که تحت تاثیر عوامل قابل کنترل است متغیری تصادفی با توزیع نرمال می‌باشد.

۳) تاگوچی پراکندگی و تغمیرپذیری را نماد عدم کیفیت می‌داند.

۴) گاروین بیان می‌کند که کیفیت دارای جنبه‌های ۸ گانه می‌باشد.

۳ ـ محور بررسی و تحلیل در شش سیگما ..... می‌باشد؟

۱) فرآیند ۲) تغییرات ۳) اغتشاش ۴) هر سه مورد

۴ ـ مراحل چرخه‌های DMAIC کدام‌یک از گزینه‌های زیر می‌باشد؟

۱) تعریف، تحلیل، بهبود، اندازه‌گیری ۲) تعریف، اندازه‌گیری، تحلیل، بهبود، کنترل

۳) تعریف، کنترل، تحلیل، بهبود، اندازه‌گیری ۴) تعریف، بهبود، تحلیل، اندازه‌گیری، کنترل

۵ ـ چرخه‌ی DMAIC از کدام‌یک از چرخه‌های زیر الهام گرفته است.

۱) چرخه بهبود شوهارت ۲) دمینگ ۳) تاگوچی ۴) ۱ و ۲

۶ ـ بر اساس به‌کارگیری از روش 6σ کدام‌یک از موارد زیر انتظار می‌رود؟

۱) نرخ معیوب‌ها و هزینه‌های تولید و بازرسی کاهش یابد.

۲) نرخ معیوب‌ها کاهش یابد و هزینه‌های کنترل کیفیت افزایش می‌یابد.

۳) هزینه‌های تولید کاهش می‌یابد و در نتیجه کارایی و سوددهی بالا می‌رود.

۴) هزینه‌های تولید و فروش کاهش می‌یابد و در نهایت رضایت مشتری تامین می‌گردد.

۷ ـ کدام‌یک از گزینه‌های زیر از جمله مواردی است که دمینگ برای روش‌های آماری در بهبود کیفیت انجام داده است؟

۱) معرفی نمودار کنترل و کاربردهای آن در تولید

۲) برگزاری همایش یک هفته‌ای با هدف بالا بردن کیفیت خدمات ارتباط ژاپن

۳) تدریس روش‌های کنترل کیفیت در ژاپن و تاسیس جایزه توسط اتحادیه مهندسان و دانشمندان

۴) انتشار کتاب راهنمای کنترل کیفیت

۸ ـ کدام‌یک از گزینه‌های زیر از جمله مواردی است که تاگوچی برای روش‌های آماری در بهبود کیفیت انجام داده است؟

۱) انتشار کتاب راهنمای کنترل کیفیت

۲) معرفی نمودار کنترل و کاربردهای آن در تولید

۳) معرفی نتایج تحقیقات گسترده در زمینه کاربرد طراحی آزمایش‌ها در کنترل کیفیت در سطح دانشگاه‌ها

۴) توسعه کاربردهای طرح آزمایش‌ها در کنترل کیفیت پس از دیدار ژاپن

۹ ـ کدام‌یک از گزینه‌های زیر جزء ابزار هفت‌گانه کنترل فرایند نمی‌باشد؟

۱) برگه کنترل ۲) نمودار شانه‌ای ۳) نمودار پارتو ۴) نمودار پراکندگی

۱۰ ـ کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح نیست؟

۱) نمونه‌گیری برای پذیرش برای بالا بردن کیفیت است.

۲) از جمله روش‌های آماری مفید برای کنترل کیفیت روش‌های قبل از تولید و روش‌های حین تولید می‌باشد.

۳) زیبایی از جمله ابعاد هشت‌گانه کیفیت است.

۴) برگه کنترل از جمله ابزار هفت‌گانه SPC می‌باشد.

۱۱ ـ کدام‌یک از نمودارهای زیر برای داده‌های کیفی مناسب می‌باشد؟

۱) شانه‌ای ۲) پارتو ۳) زنگوله‌ای ۴) دونمایی

۱۲ ـ کاربردهای تحلیل توسط نمودار پارتو کدام‌یک از گزینه‌های زیر می‌باشد؟

۱) بهبود کارایی ۲) هدایت اصلاح عیوب از طریق مقایسه

۳) نگهداری و تعمیرات ۴) هر ۳ مورد

۱۳ ـ طبق نظر دانشمند معروف ایتالیایی توزیع ثروت در علم اقتصاد به صورت کدام‌یک از درصدهای زیر می‌باشد.

۱) $10\% - 10\% - 80\%$ ۲) $20\% - 80\%$

۳) $30\% - 70\%$ ۴) $10\% - 20\% - 70\%$

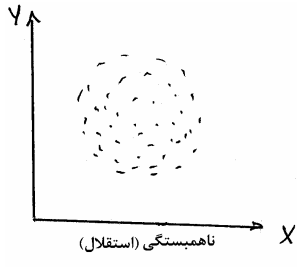
۱۴ ـ در صورتی که فراوانی از یک دسته به دسته دیگر به‌صورت یک در میان تناوب دارد و دارای روند ویژه کدام‌یک از هیستوگرام‌های زیر استفاده می‌شود.

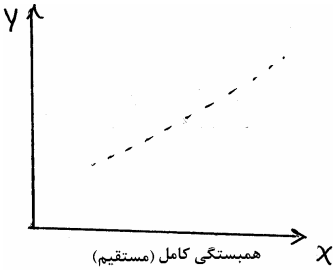
۱) نرمال ۲) شانه‌ای ۳) دونمایی ۴) چولگی مثبت

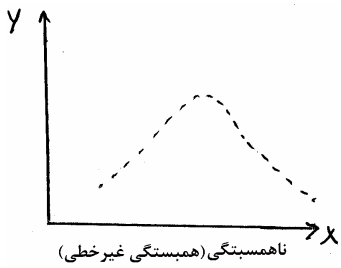
۱۵ ـ در کدام‌یک از نمودارهای زیر نوع رابطه بین ۲ متغیر را نشان می‌دهد.

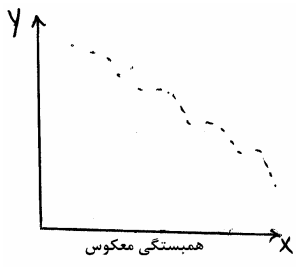
۱) نمودار پراکنش ۲) نمودار کنترل ۳) نمودار پارتو ۴) نمودار دونمایی

۱۶ ـ کدام‌یک از شکل‌های زیر همبستگی کامل را نشان می‌دهد؟

۱)


۲)


۳)


۴)


۱۷ ـ منظور از کیفیت عبارت است از:

۱) کیفیت در طراحی
۲) کیفیت در تولید
۳) کیفیت در مصرف
۴) علاوه بر موارد فوق، کیفیت در خدمات

۱۸ ـ هر چه تولرانس‌ها ..... انتخاب گردند، دقت در تولید، ..... بوده و کیفیت محصول بهبود می‌یابد.

۱) محدودتر ـ زیاد
۲) بزرگتر ـ زیاد
۳) محدودتر ـ کم
۴) بزرگتر ـ کم

۱۹ ـ اندازه‌گیری و ارزیابی داده‌ها و ستاده‌های یک فرآیند، به عهده‌ی چه بخشی از سازمان می‌باشد؟

۱) بازاریابی و فروش
۲) فنی و مهندسی
۳) کنترل کیفیت
۴) تولید

۲۰ ـ سیستم کنترل کیفیت .....

۱) با بخش بازاریابی ارتباط دارد.
۲) تحت تاثیر خط‌مشی‌های تولید قرار می‌گیرد.
۳) در ارتباط با استراتژی شرکت می‌باشد.
۴) همه‌ی موارد فوق، صحیح می‌باشند.

۲۱ ـ مساله‌ی اساسی در کنترل کیفیت چیست؟

۱) هزینه‌های ناشی از کنترل کیفیت
۲) منافع حاصل از کنترل کیفیت
۳) انتخاب نمونه‌هایی که نشان‌دهنده‌ی ارزیابی خروج فرآیند باشند.
۴) تولید حداکثر برای رسیدن به بهره‌وری بالا

۲۲ ـ "اندازه‌گیری جزئیات یک مشخصه‌ی عمده محصول توسط وسایل اندازه‌گیری" به کدام‌یک از موارد زیر تعلق دارد؟

۱) کنترل کیفیت به‌وسیله‌ی وصفی‌ها
۲) کنترل کیفیت به‌وسیله‌ی متغیرها
۳) کنترل کیفیت به‌وسیله‌ی متغیرها و وصفی‌ها
۴) نمونه‌برداری آماری

۲۳ ـ در کنترل کیفیت به‌وسیله‌ی وصفی‌ها .....

۱) وجود یا عدم صفت خاصی در یک محصول بررسی می‌شود.

۲) اطلاعات بیشتری نسبت به کنترل متغیرها جمع‌آوری می‌شود.

۳) هزینه‌های کنترل نسبت به کنترل متغیرها کمتر است.

۴) موارد ۱ و ۲ صحیح می‌باشند.

۲۴ ـ نمودارهای کنترل کیفیت ابزاری است برای شناسایی ..... کیفیت هستند.

۱) تغییرات بی‌دلیل ۲) تغییرات غیرقابل کنترل

۳) علل تصادفی متغیر ۴) علل غیرتصادفی تغییر

۲۵ ـ تمرکز هر چه بیشتر توزیع مشخصه‌ی کیفیت با پراکندگی آن روی مقدار هدف به زبان آماری چه نام دارد؟

۱) ناارییی ۲) افزایش کارایی ۳) کاهش واریانس ۴) در کنترل بودن

۲۶ ـ مدیر یک شرکت خدمات پس از فروش یک خودرو می‌خواهد بداند که بیشترین علت خرابی موتورهای تعمیری کدام است چه نموداری را به او پیشنهاد می‌دهند؟

۱) علت و معلول ۲) پارتو ۳) استخوان ماهی ۴) توزیع فراوانی

۲۷ ـ عواملی که جهت بیان مقدار پاسخ موردنظر در یک فرایند توسط به‌کارگیری تنظیم می‌شوند چه می‌گویند؟

۱) عوامل ورودی ۲) عوامل قابل کنترل ۳) عوامل اغتشاش برونی ۴) عوامل استهلاک

۲۸ ـ هر چه متمرکز کردن توزیع مشخصه‌ی کیفیت عبارت است از.....

۱) از بین بردن اریبی ۲) افزایش کارایی ۳) قابلیت اطمینان ۴) سازگاری

۲۹ ـ وقتی داده‌های به‌دست آمده به علت خطای اندازه‌گیری بالا انعکاس واقعیت‌های موجود نباشد با الگوی بافت نگار ..... روبرو هستیم.

۱) شانه‌ای ۲) فلات ۳) چوله ۴) نرمال

۳۰ ـ مطابق نظر کدام‌یک از دانشمندان علم کیفیت «کیفیت ضرری است که یک محصول از زمانی که برای مشتری ارسال می‌شود برای جامعه به بار می‌آورد»

۱) جوران ۲) گاروین ۳) تاگوچی ۴) دمینگ

۳۱ ـ ساده‌ترین راه برای تعیین رابطه‌ی علت و معلول بین دو متغیر:

۱) رسم نمودار علت و معلول ۲) رسم نمودار پراکنش

۳) رسم نمودار پارتو ۴) رسم نمودار همبستگی

۳۲ ـ مطیع‌ترین شکل توزیع داده‌ها:

۱) بافت نگار فلات ۲) نرمال ۳) بافت نگار دونمایی ۴) بافت نگار شانه‌ای

پاسخنامه

۱ ـ گزینه (۳) صحیح است.

۲ ـ گزینه (۲) صحیح است.

متغیر پاسخ y در برخی مسائل دارای توزیع نرمال $N(\mu,\sigma)$ می‌باشد.

۳ ـ گزینه (۱) صحیح است.

فرآیند محور بررسی و تحلیل در 6σ است.

۴ ـ گزینه (۲) صحیح است.

ترتیب مراحل چرخه‌های بهبود را به درستی نشان می‌دهد.

۵ ـ گزینه (۴) صحیح است.

۶ ـ گزینه (۳) صحیح است.

۷ ـ گزینه (۳) صحیح است.

۸ ـ گزینه (۳) صحیح است.

۹ ـ گزینه (۲) صحیح است.

۱۰ ـ گزینه (۱) صحیح است.

نمونه‌گیری برای پذیرش برای رد یا قبول محموله می‌باشد و برای بالا بردن کیفیت نیست.

۱۱ ـ گزینه (۲) صحیح است.

۱۲ ـ گزینه (۴) صحیح است.

۱۳ ـ گزینه (۲) صحیح است.

۱۴ ـ گزینه (۲) صحیح است.

۱۵ ـ گزینه (۱) صحیح است.

۱۶ ـ گزینه (۲) صحیح است.

۱۷ ـ گزینه (۴) صحیح است.

۱۸ ـ گزینه (۱) صحیح است.

۱۹ ـ گزینه (۳) صحیح است.

۲۰ ـ گزینه (۴) صحیح است.

۲۱ ـ گزینه (۳) صحیح است.

۲۲ ـ گزینه (۲) صحیح است.

۲۳ ـ گزینه (۴) صحیح است.

۲۴ ـ گزینه (۴) صحیح است.

۲۵ ـ گزینه (۱) صحیح است.

۲۶ ـ گزینه (۲) صحیح است.

چون گفته شده است بیشترین علت خرابی

۲۷ ـ گزینه (۲) صحیح است.

۲۸ ـ گزینه (۱) صحیح است.

۲۹ ـ گزینه (۱) صحیح است.

۳۰ ـ گزینه (۳) صحیح است.

۳۱ ـ گزینه (۱) صحیح است.

۳۲ ـ گزینه (۱) صحیح است.