

## ابزارها و فنون آماری در مدیریت کیفیت

نویسنده:

عبدالرضا عالی زاده

مدیر کل مرکز تحقیقات موسیقی سازمان صدا و سیما

## چکیده

ابزار بخش مهمی از هر حرفه محسوب می‌شود. در اختیار داشتن ابزار مناسب و آگاهی از چگونگی کاربرد آنها، یک مدیر حرفه‌ای را از یک مدیر آماتور متمایز می‌سازد و این امکان را فراهم می‌آورد تا افراد متخصص و حرفه‌ای بهتر، سریعتر و کامل‌تر در صحنه رقابت حضور یابند. ابزار و فنون همراه با شیوه‌های مدیریت و زیرساختار سازمانی، مؤلفه‌ای بنیادی از کیفیت جامع (TQ) هستند.

## واژه‌های کلیدی

مدیریت کیفیت، فنون آماری، ابزارها، زیرساختارها

## مقدمه

این مقاله به طرح و معرفی برخی از پرکاربردترین ابزارها و فنون آماری که می‌توانند در کمک به سازمانها برای طراحی سؤالاتشان، طراحی فرآیندها و شناخت و حل مشکلات و مسایل کیفیت بسیار کارساز باشند، می‌پردازد. ابزارهای بس ساده‌ای که قادرند مشکلات بسیار پیچیده را نمایش دهند، بررسی کنند و حل نمایند.

متأسفانه بسیاری از مردم تنها از دیدگاه مبتنی بر ابزار به مدیریت کیفیت می‌نگرند و اهمیت استفاده از این ابزار برای بوجود آوردن زیرساختارهای مناسب و مورد نیاز و نیز اصلاح شیوه‌های مدیریتی را به فراموشی می‌سپارند. بهرحال بدون استفاده مناسب از اینگونه ابزارها و فنون، بهبود مستمر در طراحیها و فرآیندها اگر ناممکن نباشد، بسیار سخت است. (شکل ۱)



شکل ۱: رابطه زیرساختارها، ابزار و فنون و شیوه‌های مدیریتی

اینک تعدادی از این قبیل ابزارها را معرفی می‌نماییم.

## ۱. نمودار جریان کار (عملیات)<sup>۱</sup>

برای درک یک آشفتگی باید ابتدا نحوه کار فرآیند و انتظاراتی را که از آن فرآیند وجود دارد، تعیین کرد. وقتی یک فرآیند به وضوح تعریف می‌شود، تمامی افراد درگیر در فرآیند، به درکی مشترک از آن می‌رسند و بدین ترتیب وقت خود را صرف جمع‌آوری داده‌های نامربوط نمی‌کنند و در نتیجه اختلافات از طریق حذف ناسازگاریهای فرآیند، از بین می‌رود. بعلاوه درک نحوه کار یک فرآیند به افراد کمک می‌کند تا مشکلات آشکار را به دقت تعیین کنند، موارد خطای فرآیند را بشناسند و آنرا از طریق حذف مراحل بی ارزش و فاقد کارایی، کارا تر نمایند.

ارائه نمودار جریان کار (Flow Chart) یک فرآیند، غالباً درک آشفتگیها را ساده‌تر می‌کند. بهترین راه برای ارائه Flow Chart مشخص ساختن افرادی است که در آن فرآیند دخیل هستند. از قبیل: کارگران، بازرسان، مدیران، خریداران و ... بدین ترتیب شالوده یک Flow Chart شکل می‌گیرد. برای نمایش جریان کار (Flow Chart) لازم است پاسخ سئوالاتی مانند "بعد چه اتفاقی می‌افتد؟"، "در این مرحله چه کسی تصمیم گیرنده است؟"، "در این مرحله چه کاری صورت می‌گیرد؟" و ... روشن شود. بسیار پیش می‌آید که تمامی افراد یک گروه بدلیل درک نادرستی که از خود فرآیند دارند و یا آگاهی نادرست از یک "تصویر بزرگ" (Big Picture)، جوابهای یکسانی به اینگونه سئولات نمی‌دهند. Flow Chartها به تمامی افرادی که در یک فرآیند دخیل هستند کمک می‌کنند تا عملیات و فرآیند را بهتر و عینی‌تر درک نمایند. کارگران در می‌یابند که چگونه خود را در فرآیند جای دهند و نیز در می‌یابند که تأمین‌کنندگان و مشتریان آنها کیستند؟

این درک نهایتاً منجر به ارتقای ارتباطات بین تمامی طرفین می‌شود. کارگرانی که در ارائه یک Flow Chart سهیم هستند، احساس تملک نسبت به فرآیند پیدا می‌کنند و بنابراین برای اجرای آن تمایل بیشتری از خود نشان می‌دهند.

اگر از Flow Chartها برای آموزش کارکنان استفاده شود، ثبات و سازگاری بیشتری حاصل خواهد آمد. پس از آنکه

یک Flow Chart طرح‌ریزی شد می‌توان آن را جهت درک مشکلات کیفی و همچنین مناطقی که مستعد ارتقای بهره‌وری هستند، مورد استفاده قرار داد.

سئوالاتی از قبیل "این عمل چه تأثیری بر خریدار دارد؟"، "آیا می‌توان این عمل را ارتقاء داد یا حذف کرد؟" یا "آیا بایستی در این مرحله یک ویژگی کیفی خاص را کنترل کرد؟" منجر به درک چنین فرصتهایی می‌شوند. [1;p428]

Flow Chart از ابزارهای گرافیکی است که در طبقه‌بندی عمومی ابزارهایی جای می‌گیرد که سطح ساده‌ای از تجزیه و تحلیل را میسر می‌سازند.

### ۱.۱. زمان استفاده از آن

Flow Chart اولین گام در کشف و تحلیل نحوه کار فرآیندها است. این ابزار بسیار انعطاف پذیر بوده و برای تمام موقعیتهای مناسب است.

### ۲.۱. زمانی که نباید از آن استفاده کرد

زمانی که فعالیتها در یک فرآیند، بسیار متغیر شکل می‌گیرند و یا جایی که توالی وقایع مهم نیست، لذا این ابزار استفاده نکنید.

### ۳.۱. آموزش

شناخت فعالیتهای مرتبط به هم ضروری است. نرم‌افزارهای آماده برای اجرای این کار موجود است.

### ۴.۱. آنچه که بدست خواهید آورد

یک راه مناسب و منطقی برخورد با پیچیدگی فرآیند به شکلی، که کارکنان می‌توانند آن را سریعاً درک کنند.

تهیه Flow Chart به معنی نگرش به فرآیندهای عملیات به صورت منطقی و مفصل از نتایج مطلوب این روش است.

### ۵.۱. مراقبتها

عناصر نمودار را در یک سطح از جزئیات حفظ کنید و مراقب مقیاس باشید. نمودارهای فرآیندی بسیار بزرگ به سختی مورد تأیید و کنترل قرار می‌گیرند، بنابراین باید به سطوح کوچکتر تقسیم شوند.

شکل ۲: نمونه‌ای از نمودار جریان کار (بخشی از فرآیند چاپ)

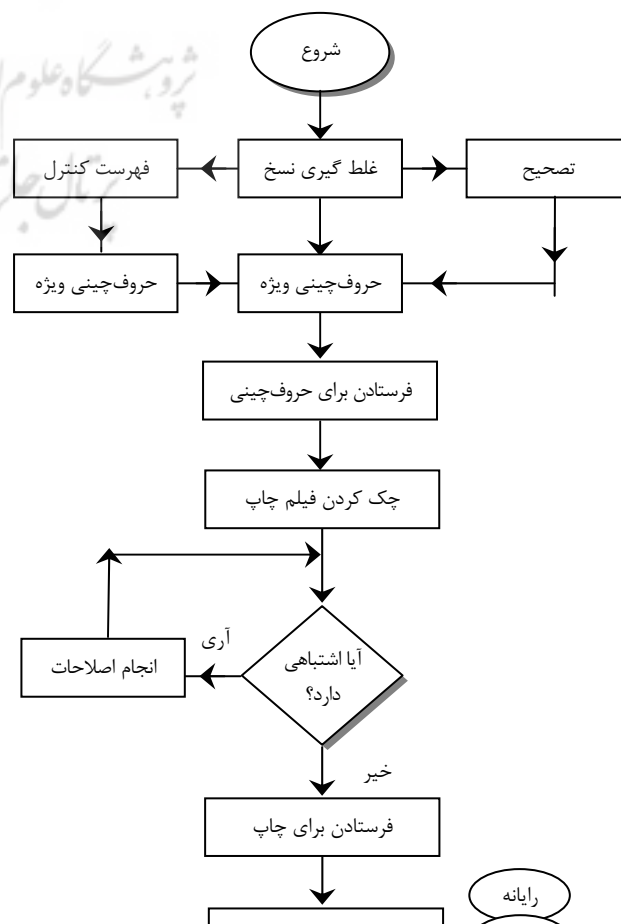
### ۲. نمودار جریان و نمودار کنترل<sup>۲</sup>

### ۶.۱. مراحل فرآیند عملیات

این نمودارهای خطی، وضعیت داده‌ها را در طی زمان نمایش می‌دهند. محور عمودی دامنه داده‌ها و محور افقی تقسیم‌بندی زمانی را نشان می‌دهد.

این نمودارها امکان تحلیل داده‌های حاصل از عملکرد فرآیند عملیات و یا محصول را در حدود قابل تعریف بیان می‌کنند. این نمودارها با استفاده از روشهای آماری قابلیت نشان دادن تغییراتی که در فرآیند تولید اتفاق می‌افتد را دارند. نمودار کنترل برای اولین بار با هدف ارائه رخدادهای غیرمعمول و قابل تشخیص<sup>۳</sup> (نه اتفاقی) در فرآیند تولید و محصول، توسط دکتر شوهارت (۱۹۴۰) ارائه شد و تا امروز به صورت گسترده‌ای در تمامی فرآیندهای تولیدی مورد استفاده و بهره برداری قرار گرفته است. آنچه مسلم است نقش نمودارهای آماری در کنترل کیفیت بسیار مهم و کاربردی بوده و در کتابهای کنترل کیفیت آماری بصورت گسترده مورد بررسی و نقد قرار گرفته‌اند. هر نمودار کنترل دارای یک خط مرکز<sup>۴</sup> و صدور کنترل<sup>۵</sup> می‌باشد.

- روی نقاط شروع و خاتمه فرآیند تصمیم بگیرید.
- تمامی فعالیتهای کلیدی را به ترتیب فهرست کنید.
- با استفاده از نمادهای مناسب، نمودار جریان کار لازم را تهیه کنید.
- بوسیله ردیابی موضوعات مختلف از طریق نمودار، اعتبار فرآیند عملیات را کنترل کنید و بر حسب ضرورت ارتباط لازم را بین فعالیتها بوجود آورید.
- نسخه نهایی را ترسیم کنید. [۱۹۳-۲۱۸۲؛ ۲]



### ۱.۲. خط مرکزی

خط مرکزی یا CL مقدار میانگین کیفیت اندازه‌گیری شده در مورد تمامی زیرگروهها را نشان می‌دهد و مقدار آن از داده‌های حاصل از عملکرد واقعی فرآیند بدست می‌آید.

این نمودار کیفیت نتایج اندازه‌گیری یک مشخصه تعیین شده از فرآیند را مشخص می‌کند که از نوع نمودارهای پیوسته می‌باشد و قابلیت پذیرش مقادیر صحیح و کسری را دارد. مانند احتمال خرابی یک دستگاه الکتریکی و یا زمان مورد نیاز برای تعمیر دستگاه الکتریکی خراب شده.

برای ترسیم نمودار کنترل کیفیت در این حالت از نمودارهای  $\bar{X}, R, \sigma$  استفاده می‌شود. محاسبه حدود کنترل با استفاده از نمودار برای  $\bar{X}$ :

$$CL = \bar{\bar{X}}$$

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

محاسبه حدود کنترل با استفاده از دامنه تغییرات R:

$$CL = \bar{R}$$

$$UCL = D_4 \bar{R}$$

$$LCL = D_3 \bar{R}$$

نمودار R برای محاسبه با حجم نمونه کمتر از ۱۲ مطلوبیت دارد و اگر حجم نمونه زیاد باشد، نمودار R دقیق نخواهد بود و بایستی از نمودار  $\sigma$  (انحراف معیار) استفاده نمود، که محاسبات آن از طریق روابط زیر صورت می‌گیرد.

$$CL = \bar{\bar{X}}$$

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_1 \bar{\sigma}$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_1 \bar{\sigma}$$

ضرایب  $D_i, A_i$  پارامترهایی هستند که از جداول استخراج می‌شوند که نمونه‌ای از این جداول در جدول ۲ پیوست آمده است.

### ۲.۳.۲. نمودارهای وضعی

ساده‌ترین نمودار قابل ترسیم در این بخش عبارت است از نمودار  $\bar{X}, R$  که در آن:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

کوچکترین مشاهده شده - بزرگترین داده مشاهده شده = R

چون در هر بار نمونه‌گیری، نمونه انتخابی دارای زیرگروه می‌باشد لذا برای نمودار R و  $\bar{X}$  بایستی میانگین کل داده‌ها را نیز مورد محاسبه قرار داد و میانگین کل زیر گروهی را از  $\bar{\bar{X}}$  و میانگین دامنه را از  $\bar{R}$  بدست آورد.

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_k}{k}, \bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k}$$

که در آن k تعداد زیر گروه‌ها است.

### ۲.۲. حدود کنترل

UCL یا حد بالای کنترل<sup>۶</sup> حداکثر مقدار مجاز اندازه‌گیری کیفیت است که یک زیر گروه می‌تواند داشته باشد.

LCL یا حد پائین کنترل<sup>۷</sup> حداقل مقدار مجاز اندازه‌گیری کیفیت است که یک زیر گروه می‌تواند داشته باشد.

حدود کنترل بر اساس اینکه نمودار از احتمال توزیع نرمال پیروی نماید می‌تواند مقدار مختلف انحراف استاندارد با توجه به اهمیت فرآیند عملیات و محصول را به خود اختصاص دهد که معمولاً این مقدار بین ۱+ تا ۳+ سیگما متغیر خواهد بود.

### ۳.۲. انواع نمودارهای کنترل

برای انواع نمودارهای کنترل تقسیم‌بندی‌هایی بدین شرح وجود دارد:

#### ۱.۳.۲. نمودار بر مبنای متغیرهای کمی

$$CL = \bar{U}$$

$$UCL = n\bar{P} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$LCL = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

و نمودار C بیانگر تعداد اقلام معیوب هنگامی که حجم نمونه ثابت باشد به قرار زیر است:

$$CL = \bar{C}$$

$$UCL = \bar{C} + 3\sqrt{\bar{C}}$$

$$LCL = \bar{C} - 3\sqrt{\bar{C}}$$

#### ۴.۲. زمان استفاده از نمودار جریان

این نمودار کنترلی ابزاری است که در برگیرنده سطح پیچیده‌تری از تجزیه و تحلیل داده‌هاست. در فرآیندهای تولید برای سنجش دامنه‌ای که متغیرها در آن فعالیت می‌کنند و برای مقایسه آن با مشخصات یا تولید کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

#### ۵.۲. زمانی که نباید از نمودار جریان استفاده کرد

برای ثبت نقایص از آن استفاده نکنید، در مقابل از نمودارهای np, u, c و یا P استفاده نمائید.

#### ۶.۲. آموزش

برای استفاده از این ابزار درک اساس از اصول آمار ضروری است.

#### ۷.۲. آنچه با استفاده از نمودار جریان بدست خواهید آورد

درکی از سطح تغییر مورد انتظار در فرآیند عملیاتی و بررسی آنکه آیا علیرغم متغیرها، فرآیند عملیات کماکان

نمودارهای وضعی نوع دیگری از نمودارهای کنترل هستند که در آنها کیفیت حاصل توسط شمارش تعداد وقایع یا نتایج یک نوع مشخصه بخصوص مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. این نمودار عموماً یک منحنی گسسته بوده و فقط برای داده‌های با مقادیر صحیح مورد استفاده قرار می‌گیرد. مانند لامپهای تولیدی یک شرکت که روشن نمی‌شوند و یا تعداد اقلام معیوب یک واحد تولیدی.

در این حالت نمودارهایی که برای تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از C, U, np, P.

#### ۱.۲.۳.۲. نمودارهای P و np

این نمودار زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که نتایج حاصل از آزمایش بصورت بلی یا خیر، صحیح یا غلط مورد مطالعه قرار گیرند. در اینصورت نمودار P برای نسبت اقلام معیوب به سالم بکار برده می‌شود که روابط آن عبارتند از:

$$CL = \bar{p}$$

$$UCL = \bar{p} + \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LCL = \bar{P} - \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$$

همچنین برای محاسبه تعداد اقلام معیوب از نمودار np استفاده می‌شود که در آن:

$$CL = n\bar{p}$$

$$UCL = n\bar{P} + 3\sqrt{n\bar{P}(1-P)}$$

$$LCL = n\bar{P} - 3\sqrt{n\bar{P}(1-p)}$$

#### ۲.۲.۳.۲. نمودارهای کنترل C, U

این نمودار تعداد اقلام معیوب در واحد اندازه‌گیری را وقتی اندازه نمونه‌ها تغییر می‌کند، نشان می‌دهد. در این شرایط:

کردن مشکلات، قبل از آنکه تا حد بسیار زیادی گسترش یابند بکار گرفته می‌شود.

## ۱۱.۲. زمانی که نباید از نمودار کنترل استفاده کرد

برای فرآیندهای اتفاقی یا زمانی که داده‌ها فاقد رابطه، در طول زمان هستند. به عنوان مثال در یک کار پروژه‌ای از ابزار فوق استفاده نکنید.

## ۱۲.۲. آموزش

در کنترل فرآیند آماری، آموزش جهت تنظیم نمودارها محاسبه خطوط کنترل مختلف، ضروری است. زمانی که این نمودارها تهیه شد، می‌توان تمامی مجریان را برای استفاده صحیح از آن آموزش داد.

## ۱۳.۲. آنچه با استفاده از نمودار کنترل بدست خواهید آورد

اطلاعاتی در مورد زمانی که، فرآیند از کنترل خارج می‌شود و فراهم کردن امکان حرکت در فرآیند و نشان دادن علائم زمانی که فرآیند از حدود قابل قبول خارج شده است. همچنین ایجاد آگاهی در راهبردهای ارتقای کیفیت.

## ۱۴.۲. مراقبتها

از آنچه که می‌خواهید نمودار برای شما مشخص کند، اطمینان یابید قبل از انتخاب موارد صحیح برای اندازه‌گیری و همینطور مناسب‌ترین نوع نمودار برای تجزیه و تحلیل، آگاهی داشته باشید. ابزار اشتباه به معنی محاسبات اشتباه و نتیجه‌گیری غلط خواهد بود.

## فرآیند عملیات

محصولات را در محدوده مشخصات استاندارد تولید می‌کند یا نه. همچنین اطلاعاتی برای نشان دادن اندازه‌هایی که نیازمند بهبود هستند.

## ۸.۲. مراقبتها

از این ابزار همراه با نمودار  $\bar{X}$  استفاده نمائید. متغیرهای صحیح را انتخاب کنید و صرفاً به متغیرهایی که شمارش آنها آسان است، اکتفا نکنید. یافته‌ها را قبل از انجام عملیات ارزیابی نمائید.

## ۹.۲. مراحل فرآیند عملیات

- تصمیم بگیرید چه متغیری و در چه زمانی باید اندازه‌گیری شود.
- نمودار را تهیه کنید (محور افقی: فواصل زمانی اندازه‌گیری - محور عمودی: دامنه، اختلاف بین مقادیر حداکثر و حداقل که در هر فاصله زمانی بدست می‌آید).
- با استفاده از فرمول جدول حدود کنترل فوقانی و تحتانی را محاسبه کنید. اغلب حدود هشدار فوقانی و تحتانی نیز به آن اضافه می‌شوند.
- اندازه‌گیری را ترسیم نمائید و کنترل کنید که آیا دامنه نوسان در محدوده‌های قابل قبول قرار دارد، اگر نه اقدام اصلاحی به عمل آورید.
- بررسی کنید که آیا میانگین دامنه در محدوده کیفیت تعیین شده قرار دارد یا نه؟

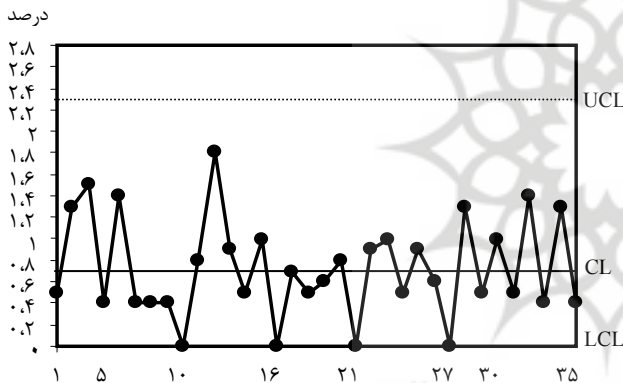
## ۱۰.۲. زمان استفاده از نمودار کنترل

این نمودار ابزاری است که کنترل فرآیند آماری را در ارزیابی عملکرد پشتیبانی می‌کند. جهت سنجش و کنترل آنکه یک فرآیند تولید در طول زمان، از شروع عملیات کم تا تولید انبوه، چگونه عمل می‌کند. همچنین جهت شناسایی و متوقف

۲۴	۲۱۲	۲	۰.۹۴
۲۵	۲۱۹	۱	۰.۴۶
۲۶	۲۲۳	۲	۰.۹
۲۷	۱۹۱	۱	۰.۵۲
۲۸	۲۲۲	۰	۰
۲۹	۲۳۱	۳	۱.۳
۳۰	۲۳۹	۱	۰.۴۲
۳۱	۲۱۷	۲	۰.۹۲
۳۲	۲۴۱	۱	۰.۴۱
۳۳	۲۲۰	۳	۱.۲۶
۳۴	۲۷۸	۱	۰.۳۶
۳۵	۲۵۵	۳	۱.۱۸
۳۶	۲۲۵	۱	۰.۴۴
	۷/۹۹۵	۳۸	

- نمودار کنترل مناسب را تهیه کنید. (محور عمودی: اندازه‌گیری - محور افقی: زمان)
- نکات ضروری زیر را مشخص کنید.
  - حد کنترل فوقانی و تحتانی (LCL, UCL)
  - خط هشدار
  - مقدار میانگین
- اندازه‌ها یا داده‌ها را ترسیم نمائید.
- نتایج را تجزیه و تحلیل کنید.
- اقدامات فوری بعمل آورید و راهبردهای ارتقای کیفیت را آن طور که ضروری است اعمال نمائید.

برای مثال در جدول ۱ گزارش ماهانه از عفونتهای پس از عمل جراحی در یک بیمارستان طی ۲۵ ماه (۱۲ تا ۳۶) نشان داده شده است که در شکل شماره ۳ نمودار کنترل این مشاهده به تصویر کشیده شده است.



در کنترل فرآیند آماری، آموزش جهت تنظیم نمودارها محاسبه خطوط کنترل مختلف، ضروری است. زمانی که این نمودارها تهیه شد، می‌توان تمامی مجریان را برای استفاده صحیح از آن آموزش داد

جدول ۱: گزارش ماهانه از عفونتهای پس از عمل جراحی

ماه	عمل جراحی	عفونت	درصد
۱۲	۲۲۷	۴	۱.۷۶
۱۳	۲۱۳	۲	۰.۹۴
۱۴	۲۱۲	۱	۰.۴۷
۱۵	۱۹۳	۲	۱.۰۴
۱۶	۱۸۲	۰	۰
۱۷	۱۴۰	۱	۰.۷۱
۱۸	۲۳۰	۱	۰.۴۳
۱۹	۱۸۷	۱	۰.۵۳
۲۰	۲۵۲	۲	۰.۷۹
۲۱	۲۰۱	۱	۰.۵
۲۲	۲۲۶	۰	۰
۲۳	۲۲۲	۲	۰.۹

شکل ۳: نمودار کنترل برای عفونتهای جراحی

### ۳. برکه بازبینی<sup>۸</sup>

در مرحله درک واقعیات برای حل مشکل (جهت ارتقای کیفیت) که غالباً شامل جمع‌آوری داده‌ها است. جمع‌آوری داده‌ها نایستی کورکورانه صورت پذیرد. از این ابزار استفاده می‌شود.

بایستی در ابتدا به سئوالاتی پایه‌ای به شرح ذیل پاسخ داده شود:

### ۳.۳. آموزش

برای ثبت مشاهدات به آموزش خاصی نیاز نیست.

### ۴.۳. آنچه که بدست خواهید آورد

برگه‌های بازبینی یک روش منطقی برای جمع‌آوری نظرات، باورها و داده‌هایی که به سختی بدست می‌آیند. فراهم می‌سازد.

### ۵.۳. مراقبتها

گاهی جمع‌آوری داده‌ها می‌تواند، به زمان طولانی‌تری نسبت به مدت زمان تثبیت مشکل در مکان اول نیاز داشته باشد. به راه‌های ساده نمودن وظایف بیاندیشید، شاید با استفاده از یک سیستم خودکار، و در صورت امکان، اجازه دهیم کارکنان خودشان داده‌های خود را جمع‌آوری نمایند. بدین ترتیب آنها به داده‌ها اعتماد بیشتری خواهند کرد.

### ۶.۳. مراحل فرآیند عملیات

- آنچه را که باید مشاهده، اندازه‌گیری و ثبت کنید، تشریح نمایید.
- فواصل زمانی مشاهدات را تنظیم نمایید.
- برگ کنترل را با موارد، جهت محاسبه در سمت چپ و فواصل زمانی اندازه‌گیری را در امتداد بالای برگ، تهیه کنید.
- داده‌ها را جمع‌آوری نمایید.
- نتایج را در یک قالب نموداری مناسب، ارائه نمایید.

در شکل ۴ نمونه‌ای از برگ بازبینی برای جمع‌آوری اطلاعات نشان داده شده است. همچنین در شکل ۵ نمونه‌ای از این برگه برای کنترل بازگشتیها در یک بررسی نشان داده شده است.

### برگه بازبینی

(استفاده مستمر از داده‌ها)  
نام محصول:

- می‌خواهیم به چه سئوالاتی پاسخ دهیم؟
- چه نوع داده‌هایی برای دادن پاسخ به این سئوالات مورد نیاز است؟
- این داده‌ها را از کجا می‌توانیم پیدا کنیم؟
- چگونه می‌توان داده‌ها را با حداقل تلاش و حداقل احتمال اشتباه، جمع‌آوری کرد؟

تقریباً می‌توان از هر نوع فرمی جهت جمع‌آوری داده‌ها استفاده کرد. برگه‌های بازبینی (check sheet) فرمهای ساده ستونی یا جداول داده‌ای هستند که برای جمع‌آوری داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای تولید اطلاعات مفید از داده‌های خام، معمولاً نیاز است که آنها را بیشتر بررسی کنیم. برگه‌های بازبینی نوع خاصی از فرمهای جمع‌آوری داده هستند که در آنها نتایج حاصل از فرمها ممکن است مستقیماً و بدون بررسی اضافی، تفسیر شوند. [۱, P۴۳۴]

### ۱.۳. زمان استفاده از آن

جهت جمع‌آوری داده‌ها در طول زمان، برای نشان دادن رخدادها و خصوصیتی که باید مورد شناسایی و کنترل قرار گیرند از این ابزار استفاده نمایید.

### ۲.۳. زمانی که نباید از آن استفاده شود

برگه‌های بازبینی، وقایعی که یکبار انجام می‌شوند یا توالیهای اتفاقی دارند را تشریح نخواهند کرد آن را فقط زمانی بکار ببرید که در مورد علل ریشه‌ای نقطه نظرات مشخص دارید.



نام شرکت:  
نام بخش:  
گردآوری داده‌ها:  
نام گروه:  
نکات (توجهات):

کاربرد:  
مشخصات:  
شماره بازرسیها:  
شماره کل:  
شماره بسته:

	۱.۵	۱.۶	۱.۷	۱.۸	۱.۹	۲.۰	۲.۱	۲.۲	۲.۳	۲.۴	۲.۵	۲.۶	۲.۷	۲.۸	۲.۹	۳.۰	۳.۱	۳.۲	
۴۰																			
۳۵			مشخصات																
۳۰																			
۲۵																			
۲۰						/	///	///		/	///	///							
۱۵				///		///	///	///	///	///	///	///	///						
۱۰			/	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///		/			
۵	/	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	/
۰	۱	۲	۶	۱۳	۱۰	۱۶	۱۹	۱۷	۱۲	۱۶	۲۰	۱۷	۱۳	۸	۵	۶	۲	۱	

شکل ۴: نمونه‌ای از برگه بازبینی برای استفاده مستمر از داده‌ها

### برگه بازبینی اقلام معیوب

محصول:  
مرحله تولید: بازرسی نهایی  
نوع نواقص: بدشکل، ناکامل، معیوب،  
تعداد کلی بازرسی شده: ۲۵۳۰  
توجه (نکته): همه موارد بازرسی شده است

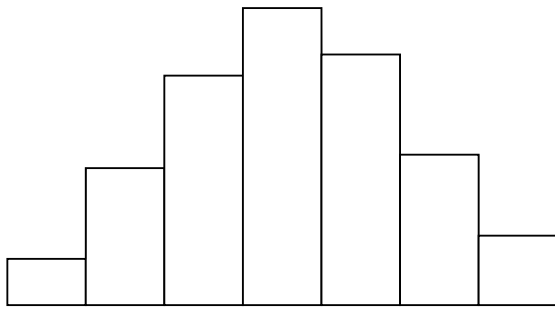
تاریخ:  
نام گروه:  
نام واحد(بخش):  
اسامی بازرسان:  
شماره بسته:  
شماره سفارش:

نوع	تیک (چک)	جمع
آسیبهای سطحی	/// //	۳۲
شکستگیها	/// //	۲۳
ناکامل - ناقص	/// //	۴۸
بدشکل	///	۴
سایر	/// //	۸
	جمع کل	۱۱۵
تعداد کل پذیرفته نشده‌ها	/// //	۸۶

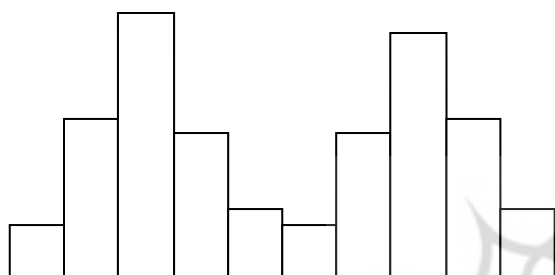
شکل ۵: برگه بازبینی و کنترل جزئیات برگشتیها

۴. هیستوگرام<sup>۹</sup>

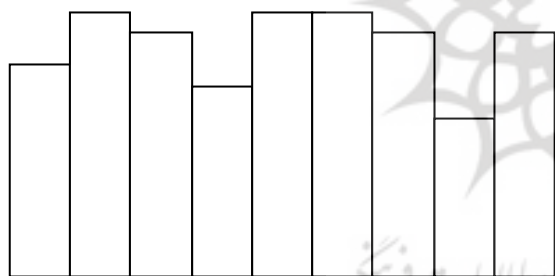
نتیجه اشتباه سیستماتیک در اندازه‌گیری، روش گروه‌بندی داده‌ها و یا پیش‌داوری حاصل از گرد کردن ارزش داده‌ها است.



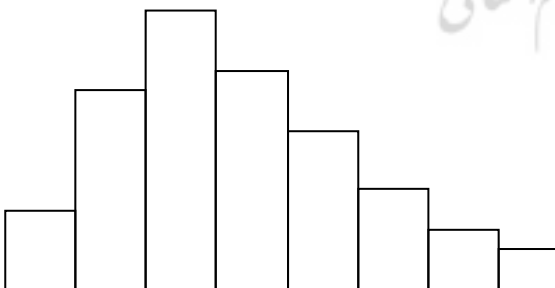
شکل ۶-ا هیستوگرام زنگوله‌ای



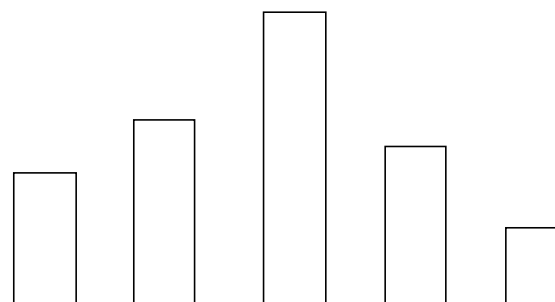
شکل ۶-ب هیستوگرام ترکیب دو زنگوله‌ای



شکل ۶-ج هیستوگرام بدون تمایل مرکزی



شکل ۶-د هیستوگرام اریب



تفاوت در فرآیندها همواره وجود شود و غالباً از نوعی الگو تبعیت می‌کند. این الگو را می‌توان در یک نمودار هیستوگرام نشان داد. هیستوگرام به صورت گرافیکی واریانسها را در یک مجموعه مفروض از داده‌ها، آشکار می‌کند. بوسیله این هیستوگرامها فرکانس یا تعدد مشاهدات یک ارزش خاص یا در یک گروه خاص بررسی می‌شود. هیستوگرامها نشانه‌هایی از ویژگیهای جمعیت مادر که نمونه‌ها از آن گرفته شده‌اند را نشان می‌دهد. با استفاده از یک هیستوگرام، شکل پراکندگی را می‌توان مشخصاً مشاهده نمود و می‌توان استنباطهایی از جمعیت داشت. بدین ترتیب الگوهایی که به راحتی نمی‌توان آنها را در یک جدول معمولی تعداد، مشاهده و درک کرد، آشکار می‌شوند.

شکل ۶، حالت‌های a تا e برخی الگوهای هیستوگرامی را که از جدول اعمال کنترل کیفی بدست آمده‌اند نشان می‌دهد. الگوی زنگوله‌ای مشابه قسمت a، شکل متقارنی دارد و معمولی‌ترین شکل واریانس در خروجی فرآیندها است. فرآیند حول یک محور متمرکز می‌شود و هر قدر که از این شکل متمرکز دور شویم، فراوانی مشاهدات کمتر می‌شود. هر انحرافی از این الگو معمولاً نتیجه یک عامل تأثیر گذار خارجی است که بایستی بررسی شود. الگوی دو وجهی که در قسمت b مشاهده می‌شود، نشان می‌دهد که دو گروه از اندازه‌گیری زنگوله شکل با هم ترکیب شده‌اند. در این حالت لازم است هر یک از فرآیندها یا شرایطی که عامل بوجود آورنده این الگو هستند، ایزوله شود. الگوی یکپارچه که در قسمت c آمده است نشان دهنده تنوع بیشتر، ولی بدون هیچ تمایل مرکزی است. غالباً چنین پراکندگی‌ای نتیجه ترکیب داده‌ها از فرآیندهای بسیار متفاوت زنگوله‌ای شکل است. اما متقارن نیست و پراکندگی آن به یک سمت متمایل شده است. الگوهای اریبی زمانی بوجود می‌آیند که ارزش داده‌ها در معرض یک محدودیت طبیعی قرار می‌گیرند. در نهایت الگوی مشابه قسمت e که ارزش بالا و پائین آن متغیر است، غالباً

#### ۶.۴. مراحل فرآیند عملیات

- یک سری کامل داده، در مورد اقلام ویژه جمع‌آوری نمائید.
- برای محور عمودی، مقادیر حداکثر و حداقل را شناسایی کنید و دامنه اصلی را با کسر کردن مقدار حداقل از حداکثر بدست آورید.
- برای محور افقی، دامنه اقلام برای هر میله از نمودار ستونی را شناسایی کنید.
- موارد وقوع در عرض هر میله را شمارش نموده، روی محور عمودی ترسیم نمائید.
- هیستوگرام را رسم نمائید. [۲۰۸, ۲۰۷ P; ۲]

شکل ۶-۵ هیستوگرام با ارزش بالا و پایین متغیر

شکل ۶: انواع هیستوگرامهای مورد استفاده در کنترل کیفیت

#### ۱.۴. زمان استفاده از هیستوگرام

هیستوگرام نموداری برای نشان دادن توزیع مجموعه‌ای کامل از داده‌های کمی است. برای مشاهده الگوی مناسب از یک مجموعه کامل از داده‌ها و اینکه آیا آنها از یک توزیع نرمال تبعیت می‌کنند یا خیر؟ از هیستوگرام استفاده کنید.

#### ۲.۴. زمانی که نباید از هیستوگرام استفاده کرد

#### ۵. تجزیه و تحلیل پارتو<sup>۱۰</sup>

برای تحلیل داده‌های ناشی از چند منبع، استفاده نکنید،

در مقابل نمودار میله‌ای را بکار ببرید.

اصل کلی پارتو را در سال ۱۹۵۰ ژوزف ژوران متذکر شد. ژوران دریافته بود که اکثر تأثیرات از نقطه تعداد معدودی از علل منتج می‌شوند. او نام این تکنیک را از نام ویلفردو پارتو یک اقتصاددان ایتالیایی، اقتباس کرد. این فرد دریافته بود که ۸۵ درصد ثروت میلان تحت مالکیت فقط ۱۵ درصد از مردم این شهر بود. برای مثال در آنالیز قیمت‌ها در یک کارخانه کاغذ سازی ژوران دریافت که ۶۱ درصد از کل هزینه‌های کیفی را می‌شد در یک دسته قرار داد.

#### ۳.۴. آموزش

برای تهیه هیستوگرام هیچ آموزش خاصی مورد نیاز نیست و نرم افزار مناسب روی اغلب واژه پردازها نیز وجود دارد. برای جمع‌آوری و تفسیر داده‌ها، درک نکات آماری ضروری است.

#### ۴.۴. آنچه که بدست خواهید آورد

یک راه بسیار روشن برای مشاهده اینکه داده‌ها چگونه توزیع می‌شوند، از توزیع نرمال تبعیت می‌کنند یا از توزیعهای دیگر، هیستوگرام است.

#### ۵.۴. مراقبتها

مراقب مقیاس باشید. یک مقیاس عمودی نامناسب می‌تواند تضادها را محو کند یا آنها را مبالغه آمیز نشان دهد. روی محور افقی در حدود ۱۰ میله بیشتر نداشته باشید.

از شیوه آنالیز پارتو غالباً به منظور آنالیز داده‌های جمع‌آوری شده از طریق برگه‌های بازبینی استفاده می‌شود. پراکندگی پارتو پراکندگی ای است که در آن ویژگیهای مشاهده شده از بیشترین فراوانی تا کمترین آنها منظم می‌شود. همانطور که در شکل صفحه بعد نیز مشاهده می‌شود می‌توان یک منحنی فرکانس فزاینده را هم بر روی هیستوگرام رسم کرد. این نمودار می‌تواند به عنوان ابزاری جهت تشخیص مواردی که بایستی رشد و توسعه یابند استفاده شود. بدین ترتیب پر هزینه‌ترین یا مهم‌ترین مشکلات به آسانی قابل رؤیت هستند. این نمودارها همچنین می‌توانند نتایج برنامه‌های توسعه را در طی زمان نشان

یک نمایش عینی قوی از چگونگی اولویت‌بندی مشکلات و محل تمرکز عوامل برای حصول بهترین نتایج که در تمام سطوح سازمان قابل درک باشد.

دهند. اینگونه نمودارها کارگرانی را که از آمار هراس دارند، کمتر دچار رعب و ترس می‌کنند.

### ۱.۵. امکان استفاده از نمودار پارتو

#### ۵.۵. مراقبتها

معمولاً تفسیر دقیق نتایج مهم است. برای اثبات علل و اولویتها از قضاوت صحیح و داده‌های مناسب استفاده کنید.

در موقعیتها و شرایط بسیار گسترده که در آن تعدادی متغیر در رابطه با بوجود آمدن مشکل وجود دارد و شما نیاز دارید بدانید کدامیک از اهمیت بیشتری برخوردار است. به ویژه در زمان شروع یک برنامه ارتقاء و بهبود بسیار مفید است.

#### ۶.۵. مراحل فرایند عملیات

### ۲.۵. زمانی که نباید از آن استفاده شود

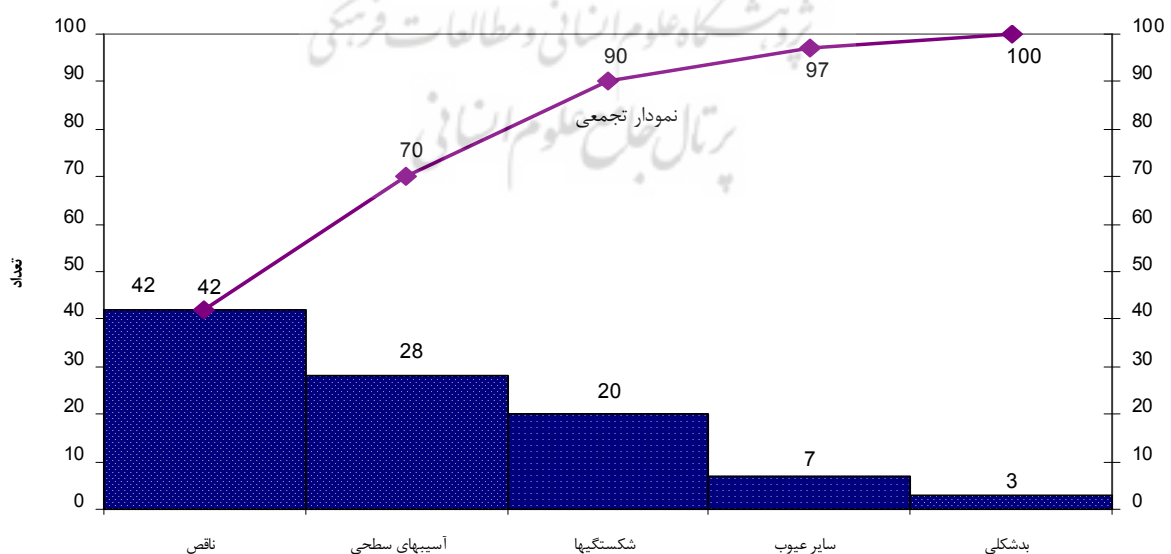
- مشکل و علل احتمالی را شناسایی کنید.
- اطلاعات لازم را در مورد فراوانی علل جمع‌آوری نمائید.
- نمودار تجزیه و تحلیل پارتو را تنظیم کنید. (محور افقی: علل - محور عمودی: مشکل که به صورت تعداد وقوع، هزینه یا تناوب بیان می‌شود).
- علل اساسی را شناسایی کنید.
- به منظور برخورد با علل، روشهای بهبود و ارتقاء را به ترتیب اهمیت بکار ببرید.

چنانچه سیستمهای ساده‌تری نظیر کنترل فرایند آماری وجود داشته باشد، نیازی به استفاده از این ابزار نیست.

### ۳.۵. آموزش

برای انجام تجزیه و تحلیلها، آموزش آمار در حد پایه لازم است.

### ۴.۵. آنچه که بدست خواهید آورد



شکل ۷: نمونه ای از نمودار پارتو

## ۶. طوفان مغزی<sup>۱۱</sup>

### ۴.۶. آنچه که بدست خواهید آورد

اگر در دفعات متعدد (تقریباً سه بار) نظرات افرادی را که با هم کار می‌کنند به طور جداگانه جمع‌آوری کنید افراد تفکر یکدیگر را برانگیخته و نظراتی را که سازنده‌تر است مورد تأیید قرار می‌دهند.

### ۵.۶. مراقبتها

به همیاری مناسب نیاز دارید و به طور بسیار جدی، انتقاد از عقاید افراد آغاز می‌شود و در نتیجه ممکن است خلاقیت متوقف شود. کارشناس همیار باید در جلسه جو خوب و مناسبی را بوجود آورد.

### ۶.۶. مراحل فرآیند عملیات

- همیار موضوع مورد نظر را تشریح می‌کند.
- هر شخص ۱۵ دقیقه فرصت خواهد داشت تا نظر خود را بنویسد. به نوبت هر فرد یک نظر مطرح می‌کند یا می‌گوید: "تفر بعدی"
- همیار بدون اظهار نظر و انتقاد تمامی عقاید را ثبت می‌کند.
- همیار از گروه درخواست می‌کند نظرات بیشتری مطرح کنند، تا نظرات تمام شوند.
- گروه پس از مباحثات لازم، بهترین نظرات را انتخاب و اولویت‌بندی می‌کند.

### ۷. نمودار علت و معلول<sup>۱۲</sup>

نمودار علت و معلول با عناوین دیگری همچون نمودار ایشی کاوا و یا استخوان ماهی<sup>۱۳</sup> نیز شناخته می‌شود. این نمودار یکی از ابزارهای مناسب و مفید است که برای شناسایی علل یک مشکل در همه فرایندهای تولیدی و خدماتی بکار گرفته می‌شود.

برای رسم و تحلیل نمودار علت و معلول به طور عمودی مراحل زیر انجام می‌شوند:

طوفان مغزی یکی از روشهای مهم و ساده‌ای است که برای به عینیت درآوردن استعدادهای بالقوه و خلق ایده‌های نو استفاده می‌شود. در این روش افرادی که گرد هم می‌آیند هر یک ایده‌ای را طرح نموده و طرح هر ایده باعث تداعی ایده‌های تازه در ذهن دیگر اعضای گروه می‌شود. در این روش یک نفر از اعضای گروه وظیفه ثبت تمامی ایده‌های مطرح شده را به عهده دارد. سپس ایده‌های مورد توافق دسته‌بندی شده و بر اساس اولویت به عنوان دستور جلسه گروه تعیین و نسبت به تجزیه و تحلیل شکل و ارائه راه حل اقدام می‌شود. تذکر این نکته ضروری است که برای اخذ نتیجه مطلوب از این روش بایستی اولاً فضای جلسه برای ارائه نقطه نظرات کلیه اعضا، آماده باشد. ثانیاً ترس از تمسخر دیگران در بین اعضای، گروه از بین رفته باشد و ثالثاً رهبر گروه و یا مسوول جلسه قدرت جمع‌بندی و هدایت جلسه را نیز داشته باشد.

### ۱.۶. زمان استفاده از روش طوفان مغزی

این ابزار که برای رشد خلاقیت گروهی و توانایی حل مسئله بخصوص در گروه‌های حل مشکل (QC) استفاده می‌شود، زمانی که شما برای حل مسائل مهم یا غیرعادی به نظرات خوب دیگران نیاز دارید، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### ۲.۶. زمانی که نباید از آن استفاده کرد

هنگامی که شخصاً شناخت روشنی از اینکه مشکل واقعاً چیست ندارید یا زمانی که از یک فرآیند تفکر منطقی فقط می‌توان یک پاسخ صحیح استخراج نمود، از این ابزار استفاده نکنید.

### ۳.۶. آموزش

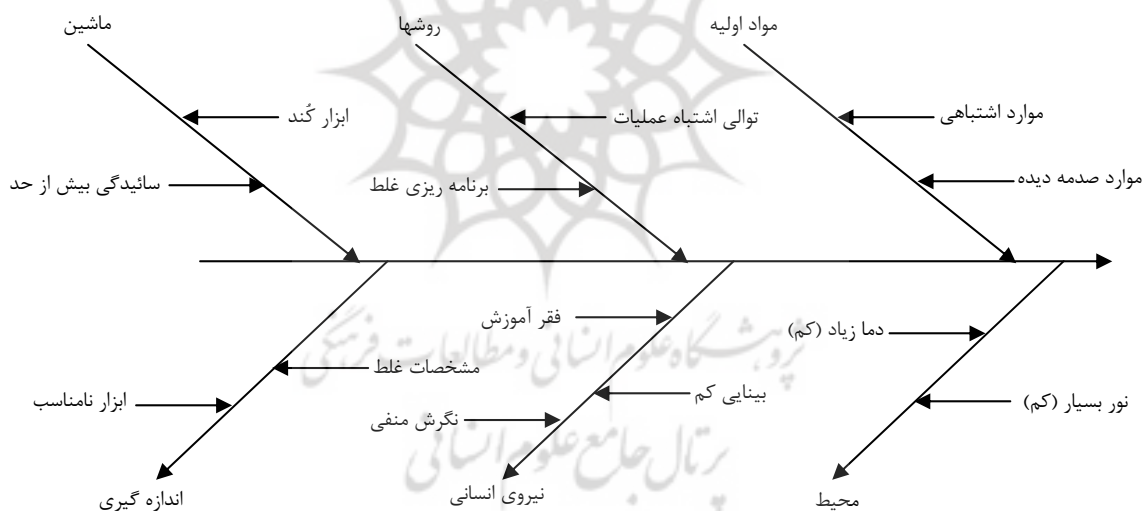
مفهوم آن بسیار روشن است. صرفاً آموزش در جهت همیاری مطلوب مورد نیاز است.

علتها را به علت‌های اصلی و فرعی تقسیم و احتمال وقوع هر یک را نیز مشخص نمود.

- تحلیل علل و انجام اقدام اصلاحی: پس از مشخص شدن همه عوامل در یک جریان آزاد فکری و ثبت همه نظرات ارائه شده از سوی افراد گروه بررسی کننده، می‌توان مهم‌ترین و مؤثرترین علل را شناخت و مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. پس از آن با توجه به نوع اثر هر یک از عوامل بر مشخصه کیفی، راه‌های بهبود کیفیت و یا جلوگیری از مشکلات را شناسایی و به اجرا گذاشت.

در شکل ۸ نمونه‌ای از نمودار علت و معلول آمده است.

- تعریف مشکل: در این مرحله می‌توان از نتایج نمودارهای هیستوگرام، کنترل، پارتو و غیره استفاده کرد و با استفاده از نتایج این ابزارها و یا به هر صورت دیگر، مشکل و یا یک مشخصه کیفی که قرار است تحلیل یا بهبود یابد، را به شکل رقیق مشخص نمود.
- انتخاب روش تجزیه و تحلیل: غالباً روش انتخابی شامل ایجاد طوفان مغزی و یا ... در یک گروه متشکل از نمایندگان بخش‌های مختلف مرتبط که بالقوه با مشکل ارتباط دارند، مورد بحث و تصمیم‌گیری واقع می‌شود.
- تعیین علل ممکن (احتمالی) مشکل: تمام عواملی که به نوعی بر مشخصه کیفی مورد نظر تأثیر می‌گذارند بایستی مشخص شده و در روی شاخصه‌های فرعی مرتبط به عوامل اصلی ذکر شوند. در این مرحله نیز می‌توان در صورت نیاز



شکل ۸: نمونه نمودار علت و معلول در صنعت (استخوان ماهی)

### ۱.۷. زمان استفاده از نمودار علت و معلول

هنگامی از این نمودار استفاده می‌شود که مشکلی در مقیاس نسبتاً وسیع وجود دارد و احتمالاً در برگیرنده افراد و

- علت‌های اصلی را شناسایی کنید و به وسیله خطوط مایل به خط افقی متصل نمائید.
- علل فرعی را استعمال نمائید و به خطوط علت اصلی متصل نمائید.
- توسط شناسایی علت‌هایی که بیش از یکبار رخ می‌دهند یا با هم مرتبند، علت‌های ریشه‌ای را جستجو کنید.
- راه‌حلهایی برای علل ریشه‌ای پیشنهاد کنید. [۲؛ pss, ۸۶]

### ۸. نمودار پراکندگی<sup>۱۴</sup>

عوامل زیادی هستند که در یک محیط تولیدی و یا خدماتی بر یکدیگر اثر می‌گذارند. مانند تأثیر رضایت پرسنل بر افزایش بهره‌وری و یا تکنولوژی تولید و نرخ بازده تولید. نمودار پراکنش یا پراکندگی از جمله ساده‌ترین نمودارهایی است که به راحتی روابط دو متغیر را به تصویر می‌کشد. این نمودار به سه صورت زیر بکار گرفته می‌شود:

- رابطه بین دو متغیر: دو عامل که در نمودار پراکندگی مورد بررسی قرار می‌گیرند را متغیر می‌گویند. متغیر مستقل که در واقع علت تغییر متغیر وابسته است. مانند اثر عدم آموزش نیروی انسانی در وجود آمدن ضایعات تولیدی. متغیر وابسته نیز معلول متغیر مستقل است مانند ضایعات تولید که معلول عدم آموزش کافی نیروی انسانی است.
- رابطه بین علت و معلول: اغلب رابطه بین دو متغیر رابطه علت و معلولی است. به عبارت دیگر تغییر در یک متغیر باعث تغییر در متغیر دیگر خواهد شد.
- همبستگی دو متغیر: همبستگی نشان می‌دهد که دو متغیر بصورت سیستماتیک به هم مرتبط می‌باشند و میزان رابطه و همبستگی آنها بصورت آماری قابل اندازه‌گیری می‌باشد. البته همبستگی دارای شیب مثبت و منفی بوده و در واقع

فعالیت‌های متعددی می‌شود که می‌تواند علت‌های متعددی داشته باشد.

### ۲.۷. زمانی که نباید از آن استفاده شود

برای مشکلات منطقی که فقط یک پاسخ صحیح دارند یا در فرهنگ‌هایی که در آن آشکار کردن تفکر و احساس افراد سخت می‌باشد، مناسب نیست.

### ۳.۷. آموزش

این ابزار برای رسیدن به هدف بسیار ساده است. لیکن آموزش و تجربه، هر دو برای همیار شرکت کننده بسیار مهم است.

### ۴.۷. آنچه که بدست خواهید آورد

راهی برای یافتن آنکه کدامیک از چند علت بالقوه در بوجود آمدن ریشه مشکل مؤثر بوده است، با استفاده از تجربه و کارشناسی افرادی که با آن سر و کار دارند تاریخ مطلوبی حاصل خواهد شد.

### ۵.۷. مراقبت‌ها

شناسایی علت‌ها می‌تواند به ایجاد سرزنش منجر شود. این ابزار به همیاری خوب، برای جلوگیری از گسترش سرزنش و هدایت اعضای گروه جهت دوری از هر گونه تصور قبلی، نیاز دارد.

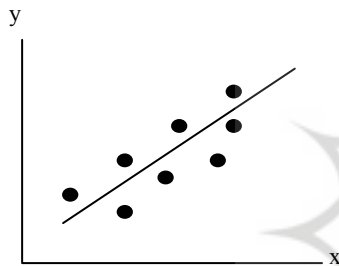
### ۶.۷. مراحل فرآیند عملیات

- مشکل را مشخص کنید و آن را در سمت راست نمودار، در انتهای خط افقی بنویسید.

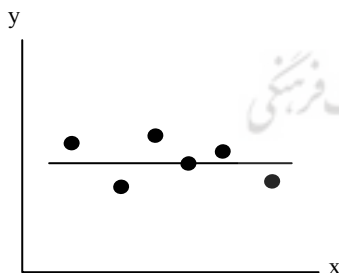
نوع رابطه و جهت کاهشی و یا افزایشی مقدار اثرپذیری متغیرها را نشان می‌دهد.

### ۶.۸. مراحل فرآیند عملیات

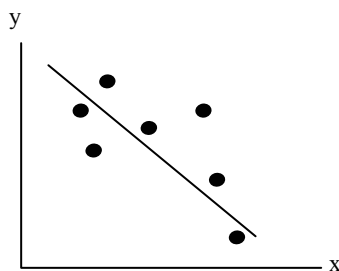
- متغیرهایی را که فکر می‌کنید ممکن است با یکدیگر ارتباط داشته باشند، انتخاب کنید.
- داده‌ها را جمع‌آوری نمایید.
- نمودار پراکندگی را تهیه کنید. (محور افقی: علت یا متغیر مستقل - محور عمودی: معلول یا متغیر وابسته)
- نقاط داده‌ها را ترسیم کنید و یک رابطه خطی (یا غیرخطی) بین آنها را جستجو نمایید.
- چنانچه رابطه احتمالی بروز نماید، برای مشاهده روند، بهترین خط برازش را رسم نمایید. [۲; P۳۵۶, ۳۵۷]



همبستگی مثبت



بدون همبستگی



همبستگی منفی

به هر حال از طریق بکارگیری نمودار علت و معلول و یا هر طریق ممکن دیگر اقلام به جمع‌آوری داده‌ها نموده و سپس محورهای مختصات را ترسیم و تمامی نقاط را روی نمودار پیاده می‌کنیم. برای اینکه بتوانیم به یک خط فرضی که رابطه بین کلیه خطوط را نشان دهد دست یابیم اقدام به ترسیم خط رگرسیون و تحلیل آن می‌کنیم. [۳, P۳۰, ۴۰]

### ۱.۸. زمان استفاده از نمودار پراکندگی

نمودار پراکندگی نمایش نموداری از داده‌ها، برای آشکار کردن الگوها یا روابط بین متغیرهاست. به عنوان بخشی از بررسی روابط بین متغیرها از این ابزار استفاده می‌کنیم.

### ۲.۸. زمانی که نباید از آن استفاده کرد

بدون داشتن برخی علل یا احتمال ارتباط متغیرها، از آن استفاده نکنید.

### ۳.۸. آموزش

برای استفاده از آن درک پایه‌ای آمار نیاز است.

### ۴.۸. آنچه که بدست خواهید آورد

درک علت ایجاد مغایرت‌های خاص و چگونگی قابلیت کنترل آنها.

### ۵.۸. مراقبتها

جمع‌آوری و استفاده از داده‌های خام به زمان نیاز دارد. تقریبها به صورت آماری نتایج را بصورت تحریف شده نشان خواهد داد.



در این مقاله به معرفی تعدادی از ابزارهای آماری مورد استفاده برای کنترل کیفیت آماری، ویژگیهای آنها، موارد اولویت دار و مراقبتهای لازم در حین استفاده از آنها پرداختیم.

شکل ۱۲: انواع روابط همبستگی بین دو متغیر

### نتیجه گیری

جدول ۲ (پیوست): مقادیر پارامترها برای ایجاد متغیرهای نمودار کنترل

تعداد مشاهدات در نمونه	نمودار میانگین			نمودار انحراف از استانداردها						نمودار دامنه ها (نمودار R)						
	عوامل مؤثر بر حدود کنترل			عوامل مؤثر بر خط مرکزی		عوامل مؤثر بر حدود کنترل				عوامل مؤثر بر خط مرکزی		عوامل مؤثر بر حدود کنترل				
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	1/C <sub>4</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	d <sub>2</sub>	1/d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
۲	۲/۱۲	۱/۸۸۰	۲/۶۵۹	۰/۷۹۷۹	۱/۲۵۳۳	۰	۳/۲۶۷	۰	۲/۶۰۶	۱/۱۲۸	۰/۸۸۶۳	۰/۸۵۳	۰	۳/۶۸۶	۰	۳/۲۶۷
۳	۱/۷۳۲	۱/۰۲۳	۱/۹۵۴	۰/۸۸۶۲	۱/۱۲۸۴	۰	۲/۵۶۸	۰	۲/۲۷۶	۱/۶۹۳	۰/۵۹۰۷	۰/۸۸۸	۰	۴/۳۵۸	۰	۲/۵۷۴
۴	۱/۵۰۰	۰/۷۲۹	۱/۶۲۸	۰/۹۲۱۳	۱/۰۸۵۴	۰	۲/۲۶۶	۰	۲/۰۸۸	۲/۰۵۹	۰/۴۸۵۷	۰/۸۸۰	۰	۴/۶۹۸	۰	۲/۲۸۲
۵	۱/۳۴۲	۰/۵۷۷	۱/۴۲۷	۰/۹۴۰۰	۱/۰۶۳۸	۰	۲/۰۸۹	۰	۱/۹۶۴	۲/۳۲۶	۰/۴۲۹۹	۰/۸۶۴	۰	۴/۹۱۸	۰	۲/۱۱۴
۶	۱/۲۲۳	۰/۴۸۳	۱/۲۸۷	۰/۹۵۱۵	۱/۰۵۱۰	۰/۰۳۰	۱/۹۷۰	۰/۰۲۹	۱/۸۷۴	۲/۵۳۴	۰/۳۹۴۶	۰/۸۴۸	۰	۵/۰۷۸	۰	۲/۰۰۴
۷	۱/۱۲۴	۰/۴۱۹	۱/۱۸۲	۰/۹۵۹۴	۱/۰۴۲۳۰	۰/۱۱۸	۱/۸۸۲	۰/۱۱۳	۱/۸۰۶	۲/۷۰۴	۰/۳۶۹۸	۰/۸۳۳	۰/۲۰۴	۵/۲۰۴	۰/۰۷۶	۱/۹۲۴
۸	۱/۰۶۱	۰/۳۷۳	۱/۰۹۹	۰/۹۶۵۰	۱/۰۳۶۳	۰/۱۸۵	۱/۸۱۵	۰/۱۷۹	۱/۷۵۱	۲/۸۴۷	۰/۳۵۱۲	۰/۸۲۰	۰/۳۸۸	۵/۳۰۶	۰/۱۳۶	۱/۸۶۴
۹	۱/۰۰۰	۰/۳۳۷	۱/۰۳۲	۰/۹۶۹۳	۱/۰۳۱۷	۰/۲۳۹	۱/۷۶۱	۰/۲۳۲	۱/۷۰۷	۲/۹۷۰	۰/۳۳۶۷	۰/۸۰۸	۰/۵۴۷	۵/۳۹۳	۰/۱۵۴	۱/۸۱۶
۱۰	۰/۹۴۹	۰/۳۰۸	۰/۹۷۵	۰/۹۷۲۷	۱/۰۲۸۱	۰/۲۸۴	۱/۷۱۶	۰/۲۷۶	۱/۶۶۹	۳/۰۷۸	۰/۳۲۴۹	۰/۷۹۷	۰/۶۸۷	۵/۴۶۹	۰/۲۲۳	۱/۷۷۷
۱۱	۰/۹۰۵	۰/۲۸۵	۰/۹۲۷	۰/۹۷۵۴	۱/۰۲۵۲	۰/۳۲۱	۱/۶۷۹	۰/۳۱۳	۱/۶۲۷	۳/۱۷۳	۰/۳۱۵۲	۰/۷۸۷	۰/۸۱۱	۵/۵۳۵	۰/۲۵۶	۱/۷۴۴
۱۲	۰/۸۶۶	۰/۲۶۶	۰/۸۸۶	۰/۹۷۷۶	۱/۰۲۲۹	۰/۳۵۴	۱/۶۴۶	۰/۳۴۶	۱/۶۰۰	۳/۲۵۸	۰/۳۰۶۹	۰/۷۷۸	۰/۹۲۲	۵/۵۹۴	۰/۲۸۳	۱/۷۱۷
۱۳	۰/۸۲۲	۰/۲۴۹	۰/۸۵۰	۰/۹۷۹۴	۱/۰۲۱۰	۰/۳۸۲	۱/۶۱۶	۰/۳۷۴	۱/۵۵۵	۳/۳۳۶	۰/۲۹۹۸	۰/۷۷۰	۱/۰۲۵	۵/۶۴۷	۰/۳۰۷	۱/۶۹۳
۱۴	۰/۸۰۲	۰/۲۳۵	۰/۸۱۷	۰/۹۸۱۰	۱/۰۱۹۴	۰/۴۰۶	۱/۵۹۴	۰/۳۹۹	۱/۵۳۳	۳/۴۰۷	۰/۲۹۳۵	۰/۷۶۳	۱/۱۱۸	۵/۶۹۶	۰/۳۲۸	۱/۶۷۲
۱۵	۰/۷۷۵	۰/۲۲۳	۰/۷۶۹	۰/۹۸۲۳	۱/۰۱۸۰	۰/۴۲۸	۱/۵۷۲	۰/۴۲۱	۱/۵۴۴	۳/۴۷۲	۰/۲۸۸۰	۰/۷۵۶	۱/۲۰۳	۵/۷۴۱	۰/۳۴۷	۱/۶۵۳
۱۶	۰/۷۵۰	۰/۲۱۲	۰/۷۶۳	۰/۹۸۳۵	۱/۰۱۶۳	۰/۴۴۸	۱/۵۵۲	۰/۴۴۰	۱/۵۲۶	۳/۵۳۲	۰/۲۶۳۱	۰/۷۵۰	۱/۲۸۲	۵/۷۸۲	۰/۳۶۳	۱/۶۳۷
۱۷	۰/۷۲۸	۰/۲۰۳	۰/۷۳۹	۰/۹۸۴۵	۱/۰۱۵۷	۰/۴۶۶	۱/۵۳۴	۰/۴۵۸	۱/۵۱۱	۳/۵۸۸	۰/۲۷۶۷	۰/۷۴۴	۱/۳۶۶	۵/۸۲۰	۰/۳۷۸	۱/۶۲۲
۱۸	۰/۷۰۷	۰/۱۹۴	۰/۷۱۶	۰/۹۸۵۴	۱/۰۱۴۸	۰/۴۶۲	۱/۵۱۸	۰/۴۷۵	۱/۴۹۰	۳/۶۴۰	۰/۲۷۴۷	۰/۷۳۹	۱/۴۲۴	۵/۸۵۶	۰/۳۹۱	۱/۶۰۸
۱۹	۰/۶۸۸	۰/۱۸۷	۰/۶۹۹	۰/۹۸۶۲	۱/۰۱۴۰	۰/۴۹۷	۱/۵۰۳	۰/۴۹۰	۱/۴۸۳	۳/۶۸۹	۰/۲۷۱۱	۰/۷۳۴	۱/۴۸۷	۵/۸۹۱	۰/۴۰۳	۱/۵۹۷
۲۰	۰/۶۷	۰/۱۸۰	۰/۶۵۰	۰/۹۸۶۹	۱/۰۱۳۳	۰/۵۱۰	۱/۴۹۰	۰/۵۰۴	۱/۴۷۰	۳/۷۳۵	۰/۲۶۷۷	۰/۷۲۹	۱/۵۴۹	۵/۹۲۱	۰/۴۱۵	۱/۵۸۵
۲۱	۰/۶۵۵	۰/۱۷۳	۰/۶۶۳	۰/۹۸۷۶	۱/۰۱۲۶	۰/۵۲۳	۱/۴۷۷	۰/۵۱۶	۱/۴۵۹	۳/۷۷۸	۰/۲۶۴۷	۰/۷۲۴	۱/۶۰۵	۵/۹۵۱	۰/۴۲۵	۱/۵۷۵
۲۲	۰/۶۴۰	۰/۱۶۷	۰/۶۱۷	۰/۹۸۶۲	۱/۰۱۱۹	۰/۵۳۴	۱/۴۶۶	۰/۵۲۸	۱/۴۴۸	۳/۸۱۹	۰/۲۶۱۸	۰/۷۲۰	۱/۶۵۹	۵/۹۷۹	۰/۴۳۴	۱/۵۶۶
۲۳	۰/۶۲۶	۰/۱۶۲	۰/۶۳۳	۰/۹۸۸۷	۱/۰۱۱۴	۰/۵۴۵	۱/۴۵۵	۰/۵۳۹	۱/۴۳۸	۳/۸۵۸	۰/۲۵۹۲	۰/۷۱۶	۱/۷۱۰	۶/۰۰۶	۰/۴۴۳	۱/۵۷۵
۲۴	۰/۶۱۲	۰/۱۵۷	۰/۶۱۹	۰/۹۸۹۲	۱/۰۱۰۹	۰/۵۵۵	۱/۴۴۵	۰/۵۴۹	۱/۴۲۹	۳/۸۹۵	۰/۲۵۶۷	۰/۷۱۲	۱/۷۵۹	۶/۰۳۱	۰/۴۵۱	۱/۵۴۸
۲۵	۰/۶۰۰	۰/۱۵۳	۰/۶۰۶	۰/۹۸۹۶	۱/۰۱۰۵	۰/۵۶۵	۱/۴۳۵	۰/۵۵۹	۱/۴۲۰	۳/۹۳۱	۰/۲۵۴۴	۰/۷۰۸	۱/۸۰۶	۶/۰۵۶	۰/۴۵۹	۱/۵۴۱

For n > ۲۵

$$A = \frac{3}{\sqrt{n}}, A_3 = \frac{3}{C_i \sqrt{n}}, C_i = \frac{4(n-1)}{4n-3}, B_3 = 1 - \frac{3}{C_i \sqrt{2(n-1)}}, B_i = 1 + \frac{3}{C_i \sqrt{2(n-1)}}, B_5 = C_i - \frac{3}{\sqrt{2(n-1)}}, B_i = C_i + \frac{3}{\sqrt{2(n-1)}}$$

۲. دکتر ابوالفضل کزازی (مترجم)، ۱۳۸۲، کنترل کیفیت جامع، مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه ریزی، ۱۳۸۲، تهران.

۳. دکتر ابوالفضل کزازی، مدیریت کنترل کیفیت فراگیر، مرکز آموزش مدیریت دولتی، ۱۳۷۸، تهران.

### منابع

۱. James R.Evans & William M.Lindsay., The Management And Control of Quality, Thomson, ohio, ۱۹۹۴.۴.

۴. دکتر کاظم نقندریان، چاپ چهارم، کنترل کیفیت، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۰، تهران.

### پی نوشت

۱. Flow Chart
۲. Run Chart & Control Chart
۳. علل قابل تشخیص به مجموعه رخدادهایی اطلاق می شود که تغییرات آن را می توان در نتایج فرآیند عملیات و محصول تولیدی بیان و اصلاح نمود. مانند کیفیت مواد اولیه و کارکرد یک ماشین و تفاوت های قابل مشاهده در سطح مهارت کارکنان یک سازمان
۴. Central line
۵. Control Limits
۶. Upper Control limit
۷. Lower Control limit
۸. Check sheet
۹. Histogram
۱۰. Pareto Diagram
۱۱. Brain Storming
۱۲. Cause and Effect Diagram
۱۳. Fish Bone Diagram
۱۴. Scatter Diagram

