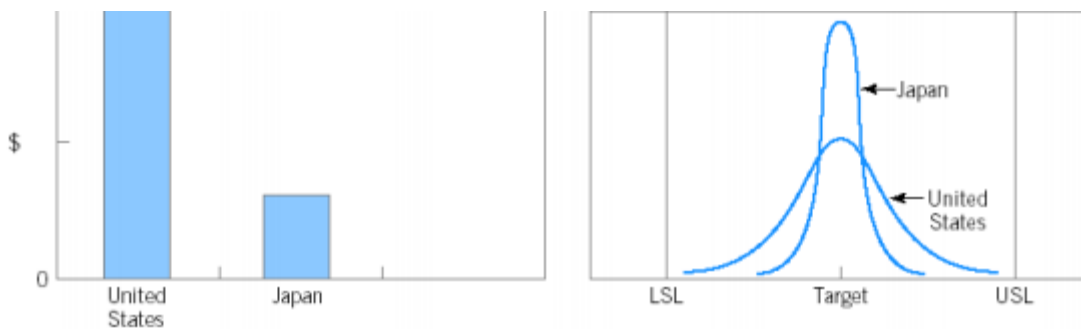


✓ تعریف کیفیت

برای کیفیت دو تعریف سنتی و جدید را می‌توان بیان کرد. اگر بخواهیم کیفیت را به صورت سنتی تعریف کنیم کیفیت آن چیزی است که نیاز مصرف کننده را برآورده کند و ممکن است دیدگاه هر مصرف کننده نسبت به مصرف کننده در مورد کیفیت یک محصول یا خدمت متفاوت باشد. مثلاً ممکن است از نظر یک مصرف کننده کیفیت در عملکرد ملاک باشد اما از دیدگاه مصرف کننده دیگر کیفیت در زیبا بودن آن محصول خلاصه شود.

در تعریف جدید کیفیت عکس پراکندگی تعریف شده است. به عبارت دیگر هر چه پراکندگی کمتر شود کیفیت ارتقا پیدا می‌کند و بالعکس. به عنوان مثال چندین سال قبل یکی از شرکت‌های تولید قطعات خودرو در آمریکا جعبه‌دنده‌ی تولیدی شرکت خودش را با جعبه‌دنده تولید شده توسط یک شرکت ژاپنی مورد آزمایش و مقایسه قرار داد. آنالیز صورت گرفته توسط شرکت آمریکایی نشان‌دهنده وجود تفاوت قابل توجهی در مورد وارانته‌ی و هزینه‌های تعمیر جعبه دنده بود. همان‌طور که در شکل 1-1 مشخص است هزینه‌های شرکت آمریکایی نسبت به شرکت ژاپنی بیشتر می‌باشد همچنین انحراف معیار شرکت آمریکایی نسبت به شرکت ژاپنی با وجود میانگین یکسان بیشتر است اما چرا؟



شکل 1-1

یکی از دلایل تفاوت در هزینه و عملکرد این دو شرکت استفاده از برنامه‌های نقصان صفر توسط شرکت ژاپنی بود. یک برنامه نقصان صفر در حالت ایدال دو جنبه دارد: جنبه‌ی انگیزشی که هدف آن ایجاد انگیزه در کارکنان جهت کاهش اشتباه‌های آنها و دیگری جنبه پیشگیری است که هدف آن تشویق کارکنان جهت کاهش سیستماتیک اشتباه‌های قابل کنترل می‌باشد. استفاده از نقصان صفر باعث می‌شد که در صورت مشاهده‌ی عیب، مهندسان و مدیران تلاش خود را جهت شناسایی و برطرف کردن منبع ایجاد آن به کار برند تا دیگر چنین عیبی مشاهده نگردد که همین عامل باعث افزایش کیفیت، کاهش هزینه، و کاهش پراکندگی محصول ژاپنی نسبت به محصول آمریکایی شد. برنامه‌ی انگیزشی دیگر که توسط شرکت ژاپنی استفاده شد استفاده از دواير کنترل کیفیت بود (یک دایره‌ی کنترل کیفیت متشکل از یک تیم حدوداً 10 نفره از کارکنان و سرپرستان یک بخش از سازمان است) این کار باعث می‌شد که محصولاتی که به صورت رندم توسط خود شرکت برای بازرسی انتخاب می‌شد توسط دواير کنترل کیفیت مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می‌گرفت که این کار باعث بهبود کار در آن بخش و در نهایت بهبود در محصول تولیدی می‌شد.

✓ جنبه‌های کیفیت

به طور کلی کیفیت دارای دو جنبه می‌باشد:

1. **کیفیت طراحی:** کلیه محصولات یا خدمات در درجه‌بندی یا سطوح مختلفی از کیفیت تولید می‌شوند. این اختلاف در درجه‌بندی یا سطوح کیفیت عمداً به وجود آمده‌اند و در نتیجه اصطلاح فنی مناسبی که می‌توان در این مورد به کار برد کیفیت طراحی می‌باشد. به عنوان مثال، هدف اصلی کلیه تولیدکنندگان خودرو حمل‌ونقل ایمن مصرف‌کنندگان است، هر چند که اتومبیل‌ها از نظر اندازه، وسایل، وضع ظاهری، و عملکرد متفاوت هستند. این تفاوت‌ها ناشی از اختلاف‌های طراحی می‌باشد که به‌طور آگاهانه در اتومبیل‌های گوناگون اعمال می‌گردند.
2. **کیفیت انطباق:** منظور از کیفیت انطباق این است که محصول تا چه حد با تلورانس‌ها و مشخصات طراحی انطباق دارد. کیفیت انطباق تابعی از چندین عامل است که از میان آنها می‌توان به انتخاب فرآیند ساخت، آموزش و نظارت نیروی کار، نوع سیستم تضمین کیفیت و اشاره کرد.

✓ هشت جنبه اصلی کیفیت محصول از دیدگاه گاروین

1. **عملکرد:** منظور از عملکرد این است که آیا جنس خریداری شده از لحاظ کارایی و کارکرد انتظار مشتری را برآورده می‌کند یا خیر. به عنوان مثال هنگام خرید یک ماشین اولین پارامتری که مشتری در نظر می‌گیرد عملکرد ماشین یعنی توانایی حمل‌ونقل ماشین از یک مکان به مکان دیگر می‌باشد سپس جنبه‌های دیگر از جمله زیبایی، قابلیت اطمینان و در نظر گرفته می‌شود.
2. **قابلیت اطمینان:** قابلیت اطمینان عبارت است از احتمال کارکرد یک سیستم یا یک محصول در یک مدت زمان معین با یک کیفیت از پیش تعیین شده یا به عبارت دیگر محصول مدنظر هر چند وقت یک‌بار خراب می‌شود. به عنوان مثال باید انتظار داشت که یک اتومبیل گاهگاهی نیاز به تعمیر دارد ولی اگر یک اتومبیل به طور مستمر نیاز به تعمیر داشته باشد آنگاه می‌گوییم که آن اتومبیل غیر قابل اطمینان است.
3. **ماندگاری و قابلیت دوام:** قابلیت دوام طول عمر مفید یک محصول محسوب می‌شود. منظور از قابلیت دوام یک محصول این است که محصول مدنظر به طور کلی چقدر عمر می‌کند؟ به عنوان مثال صنایع خودرو و لوازم خانگی جزء صنایعی هستند که این بعد کیفیت برای اغلب مشتریان مهم تلقی می‌گردد.
4. **قابلیت تعمیرپذیری:** منظور از قابلیت تعمیرپذیری این است که آیا محصول به آسانی قابل تعمیر می‌باشد یا خیر؟ در اغلب صنایع دیدگاه مشتری نسبت به کیفیت مستقیماً "تحت تأثیر سرعت و هزینه انجام تعمیر یا فعالیت‌های نگهداری از محصول قرار دارد.
5. **زیبایی:** این بعد از کیفیت وضع ظاهری محصول را با در نظر گرفتن عواملی نظیر شکل، رنگ، مدل، شیوه بسته‌بندی، مشخصه‌های لامسه‌ای و خواص مشابه دیگر توصیف می‌کند. به عنوان مثال شرکت‌های خودروسازی به منظور برتر جلوه دادن محصول خود نسبت به رقبا سعی می‌کنند که هر سال ماشین‌هایی که دارای رنگ، مدل و سایر ویژگی‌هایی که باعث می‌شود محصول زیباتر جلوه پیدا کنند را به محصول خود اضافه می‌کنند.
6. **ویژگی‌ها:** منظور از ویژگی این است که محصول چه کارهایی می‌تواند انجام دهد. به عنوان مثال یک بسته‌ی نرم‌افزاری که دارای قابلیت انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری است ممکن است بر نرم‌افزارهای مشابه که فاقد این ویژگی هستند ترجیح داده شود.

7. انطباق با استانداردها: منظور از انطباق با استانداردها این است که آیا چیزی که به عنوان محصول تولید شده با چیزی که در ذهن طراح بوده یکی است؟ به عنوان مثال یک اتومبیل از چند هزار قطعه مختلف ساخته می‌شود اگر هر یک از این قطعات کمی بزرگ یا کوچک باشد آنگاه اغلب قطعات آنگونه که باید در محل خود قرار گیرند مونتاژ نمی‌شوند و این می‌تواند باعث شود که اتومبیل به‌طور نامناسب و نه آنگونه که مورد نظر طراح بوده است عمل کند.
8. کیفیت درک شده: منظور از کیفیت درک شده این است که آیا محصول شناخته شده است یا اینکه محصول یا شرکت از چه شهرتی برخوردار است؟ در اغلب موارد مشتری با اتکاء به شهرت سازمان از لحاظ کیفیت محصولات آن محصولی را خریداری می‌کند یا از خدمات آن شرکت استفاده می‌کند. به عنوان مثال، اگر شخصی برای انجام کارهای تجاری خود از خط هوایی خاصی استفاده می‌کند و پرواز تقریباً همیشه طبق برنامه انجام گرفته و هیچ‌گاه صدمه‌ای به وسایل او وارد نگردیده باشد آنگاه این شخص ترجیح می‌دهد که همیشه از این خط هوایی استفاده کند.

✓ مشخصه کیفی

هر محصولی دارای مشخصه‌هایی است که از اهمیت بالایی برخوردار بوده و کیفیت محصول را رقم می‌زنند که به آنها مشخصه‌ی کیفی گویند. در شش سیگما مشخصه‌های کیفی مهم از لحاظ مشتری را مشخصه‌های بحرانی کیفی (CTQ) گویند. مشخصه‌های کیفی ممکن است از انواع زیر باشند:

1. فیزیکی مانند ولتاژ، وزن، طول و
2. حسی مثل مزه، رنگ، و شکل ظاهری و
3. وضعیت زمانی مانند قابلیت اطمینان، قابلیت تعمیرپذیری و

✓ مشخصه‌های کیفی متغیر یا وصفی

مشخصه‌های کیفی متغیر مشخصه‌هایی هستند که مقادیر پیوسته می‌گیرند. به عبارت دیگر مقادیری که آنها می‌گیرند شمارش پذیر نیستند مانند ضخامت یا وزن محصول. اما مشخصه‌های کیفی وصفی مشخصه‌هایی هستند که مقادیر گسسته می‌گیرند و شمارش پذیرند. یعنی بین آنها و مجموعه اعداد طبیعی می‌توان تناظر یک‌به‌یک برقرار کرد.

✓ مقدار نامی یا هدف

مقدار نامی مقداری است که به عنوان هدف برای یک مشخصه‌ی کیفی توسط طراح و بر اساس نظر مشتری تعیین می‌شود. این مقدار نامی یا هدف به فرآیند بستگی ندارد.

✓ حدود مشخصه‌ی فنی

هر مشخصه‌ی کیفی علاوه بر مقدار نامی دارای حدودی است که تolerانس مجاز برای آن مشخصه کیفی را نشان می‌دهند. این حدود نیز توسط طراح و بر اساس نظرات مشتری تعیین می‌شوند و به فرآیند بستگی ندارند. به عبارت دیگر بهبود

فرآیند هیچ تأثیری روی حدود مشخصه‌ی فنی نخواهد داشت. در بعضی موارد مشخصه‌ی کیفی تنها دارای یک حد پایین یا بالا بوده و در بعضی از موارد دارای هر دو حد بالا و پایین می‌باشد.

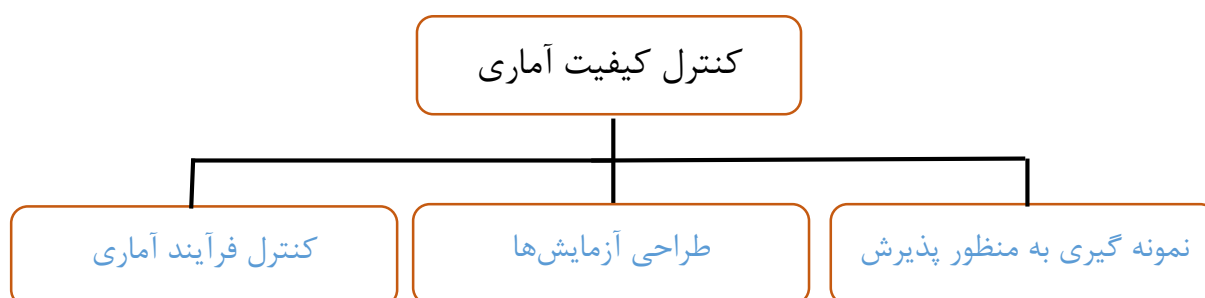
✓ محصول معیوب یا نامنتطبق

هر محصولی که یک یا چند مشخصه کیفی آن از حدود مشخصه‌ی فنی تجاوز کند یک محصول معیوب یا نامنتطبق تلقی می‌گردد.

✓ نقص یا عدم انطباق

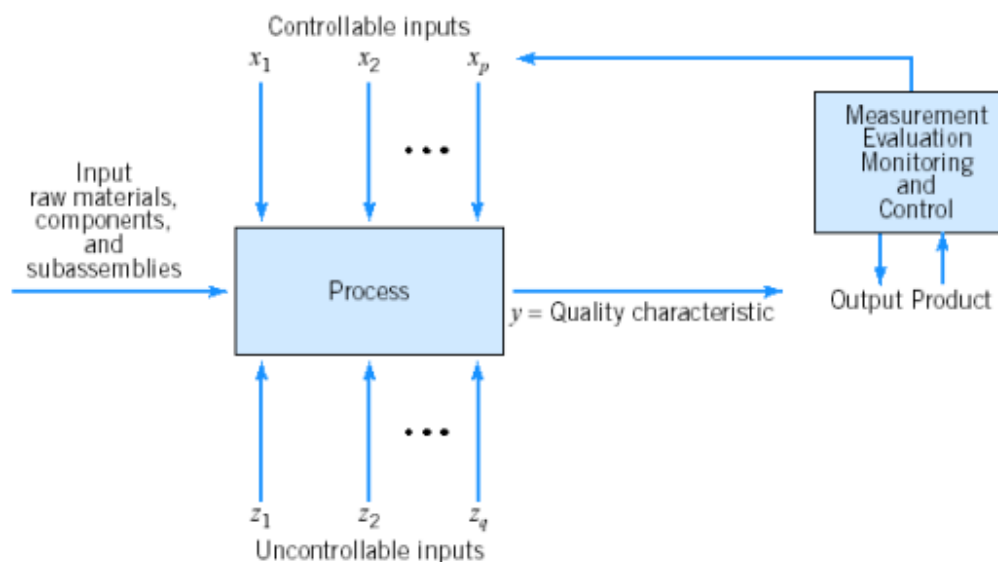
عدم تطابق مشخصه‌ی کیفی محصول با حدود مشخصات فنی را نقص یا عدم انطباق گویند که باعث ایجاد محصول معیوب می‌شود. هر محصول معیوب یا نامنتطبق می‌تواند دارای یک یا بیش از یک نقص باشد. به عنوان مثال هنگام ایجاد طرح بر روی پتو، اگر یک قسمت از طرح بر روی پتو ایجاد نشود آن را نقص گویند.

✓ روش‌های آماری برای کنترل و بهبود کیفیت



همان‌طور که در شکل بالا مشاهده می‌کنید سه روش آماری برای بهبود و کنترل کیفیت وجود دارد که به تفصیل به توضیح هر کدام از آنها خواهیم پرداخت. علاوه بر این روش‌ها ابزارهای آماری دیگری نیز وجود دارند که برای تجزیه و تحلیل مشکلات کیفیتی و بهبود عملکرد فرآیندهای تولید مفید خواهند بود. نقش بعضی از این ابزارها در شکل 2-1 نشان داده شده است. در این شکل فرآیند تولید به صورت یک سیستم در نظر گرفته می‌شود که دارای یک سری ورودی و خروجی می‌باشد. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید این سیستم دارای دو ورودی قابل کنترل و غیر قابل کنترل می‌باشد.

ورودی‌های $X_1, X_2, \dots, X_p$ عامل‌های قابل کنترل از قبیل درجه حرارت، فشار، سرعت تغذیه‌ی سیستم و می‌باشند ولی ورودی‌های $Z_1, Z_2, \dots, Z_p$ عامل‌های غیر قابل کنترل از قبیل رطوبت، شرایط محیطی، نیروی انسانی و می‌باشند. Y متغیر خروجی و معیاری برای ارزیابی کیفیت فرآیند است.



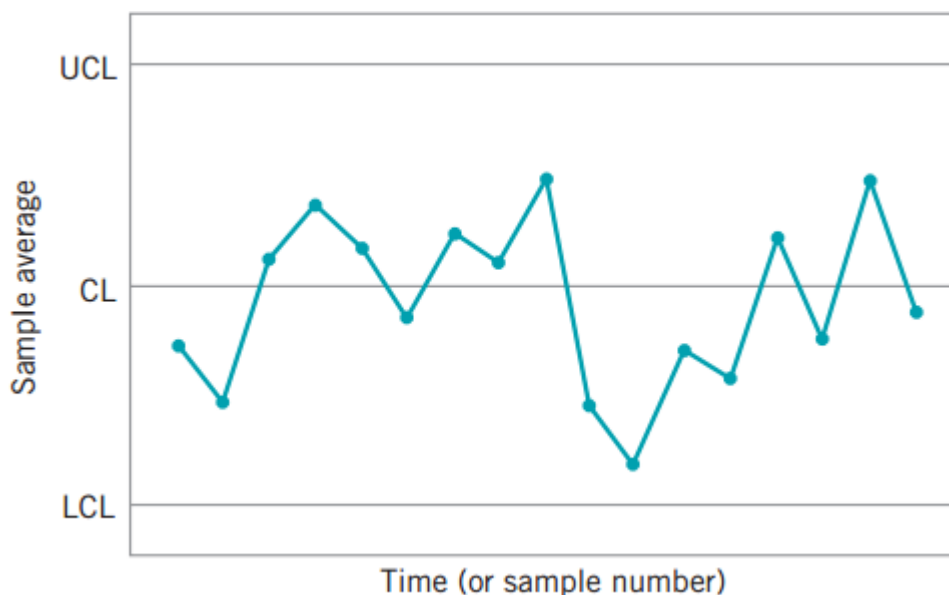
شکل 1-2

✓ طراحی آزمایش‌ها

یکی از روش‌هایی که برای بهبود کیفیت از آن استفاده می‌شود روش طراحی آزمایش یا DOE می‌باشد. این روش یکی از روش‌های مفیدی است که به وسیله‌ی آن می‌توان متغیرهای کلیدی که بر مشخصه‌ی کیفی مورد نظر فرآیند اثر می‌گذارند را شناسایی نمود. با به‌کارگیری این روش می‌توان عوامل ورودی قابل کنترل را به طور سیستماتیک تغییر داد و اثرات آن‌ها را بر روی مشخصه‌های کیفی محصول خروجی ارزیابی نمود. آزمایش‌هایی که به طور آماری طراحی می‌گردند می‌توانند به مقدار قابل توجهی از میزان تغییرات در مشخصات کیفی بکاهند و همچنین سطوح متغیرهای قابل کنترل که باعث بهینه کردن عملکرد فرآیند می‌گردند را تعیین نمایند. طراحی آزمایش‌ها یکی از عمده‌ترین ابزار کنترل کیفیت قبل از تولید می‌باشد که غالباً در فعالیتهای توسعه‌ای و در مراحل اولیه تولید به‌کار می‌روند. در حالی که روش‌های کنترل فرآیند حین تولید در زمان تولید محصول استفاده می‌گردند. در این روش ابتدا محصول مورد نظر را در یک محیط کوچک مورد آزمایش قرار می‌دهند سپس توسط فیدبک‌ها کیفیت محصول را بهبود می‌دهیم و هنگامی که به کیفیت مورد نظر محصول دست یافتیم آن را به صورت انبوه تولید می‌کنیم.

✓ کنترل فرآیند آماری

روش کنترل فرآیند، روشی آماری است که در آن با استفاده از ابزارهایی از قبیل نمودارهای کنترل، نمودار پارتو و منجر به کاهش پراکندگی و در نتیجه افزایش کیفیت فرآیند خواهد شد. نمودارهای کنترل را همچنین می‌توان به منظور تهیه‌ی بازخورد برای اپراتورها و مهندسان جهت کاهش تغییرپذیری فرآیند استفاده کرد. نمونه‌ای از نمودار کنترل را در شکل زیر مشاهده می‌کنید.

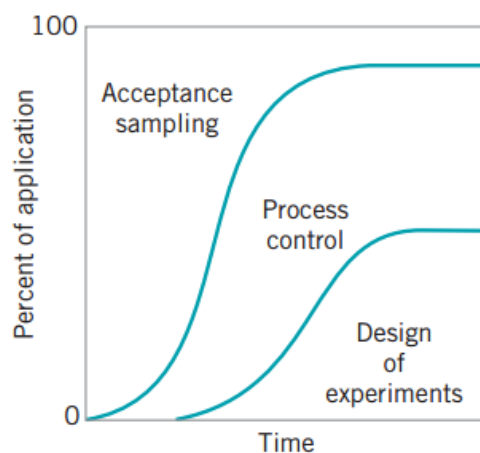


شکل 3-1

✓ نمونه‌گیری به منظور پذیرش

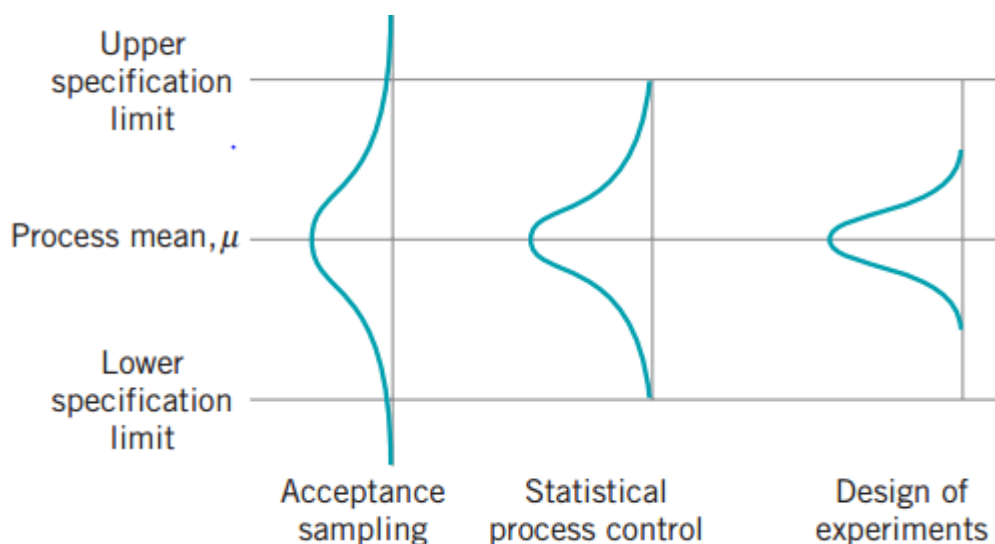
در این روش با استفاده از تکنیک‌های احتمالی در خصوص پذیرش یا رد یک انباشته تصمیم‌گیری می‌شود. در گذشته تنها روش‌های نمونه‌گیری به منظور پذیرش توسط سازمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفت اما در حال حاضر سهم استفاده از این روش کم شده است و طراحی آزمایش‌ها و کنترل فرآیند آماری جای آن را گرفته‌اند.

شکل زیر مراحل تکامل روش‌های آماری بهبود کیفیت را در یک سیستم تولیدی نشان می‌دهد. در پایین‌ترین مرحله‌ی تکامل، مدیریت اغلب در مورد مسائل کیفیت اطلاع و آگاهی ندارد و احتمالاً هیچگونه فعالیت مؤثر و سازمان‌دهی شده‌ای در زمینه‌ی تضمین کیفیت وجود نخواهد داشت. با این حال، گاهی‌گاهی به میزان نسبتاً کمی از روش‌های نمونه‌گیری جهت پذیرش برای بازرسی مواد ورودی استفاده می‌گردد. روش نمونه‌گیری جهت پذیرش تا زمانی که پی برده شود که دیگر نمی‌توان به‌وسیله‌ی بازرسی کیفیت محصولات را افزایش داد استفاده می‌شود. در آن موقع است که سازمان فعالیت‌های خود را متوجه بهبود فرآیند می‌سازد. کنترل فرآیند آماری و طراحی آزمایش‌ها اثر زیادی بر فعالیت‌های طراحی محصول، تولید و توسعه فرآیند دارند. ارائه سیستماتیک این روش‌ها معمولاً باعث خواهد شد تا کیفیت، هزینه و بهره‌وری در سازمان بهبود یابد. در بالاترین سطح تکامل، شرکت‌ها از روش‌های طراحی آزمایش‌ها و کنترل فرآیند آماری به میزان نسبتاً زیادی و از روش‌های نمونه‌گیری جهت پذیرش به میزان نسبتاً کمی استفاده می‌کنند.



شکل 1-4

شکل زیر نشان دهنده‌ی نقش روش‌های بهبود و کنترل کیفیت در کاهش تغییرپذیری می‌باشد. همان گونه که در این شکل مشخص است طراحی آزمایش‌ها با استفاده از بهینه‌سازی نقش بیشتری را در کاهش تغییرپذیری دارد. کنترل فرآیند آماری نیز در این راستا کارا است ولی از اثربخشی کمتری نسبت به طراحی آزمایش‌ها برخوردار است. نمونه‌گیری به‌منظور پذیرش کمترین نقش را نسبت به دو روش دیگر در کاهش تغییرپذیری دارد. طبق نظر دکتر دمینگ، نمونه‌گیری به‌منظور پذیرش روشی غیر کارا و غیر مؤثر و هزینه‌زا می‌باشد چرا که این روش باعث بهبود در فرآیند نخواهد شد و تنها محصولات معیوب و سالم را از یکدیگر جدا می‌سازد.



شکل 1-5

✓ مدیریت کارا و مؤثر در کیفیت

برای اینکه یک مدیریت کارا و مؤثر در کیفیت داشته باشیم باید سه فعالیت زیر را انجام دهیم:

1. **برنامه‌ریزی کیفیت:** برنامه‌ریزی کیفیت در موفقیت سازمان در بلندمدت کارا و مؤثر می‌باشد. بدون برنامه‌ریزی کیفیت مقدار زیادی از پول، تلاش، انرژی، زمان و بوسیله‌ی معامله و دادوستد سازمان هدر خواهد رفت و پیامدهایی از قبیل طراحی‌های ناقص، ورشکستگی، شاکی شدن مشتری و را به همراه خواهد داشت.
2. **تضمین کیفیت:** تضمین کیفیت مجموعه‌ای از فعالیت‌ها است که تضمین می‌کند سطح کیفیت محصولات و خدمات به درستی، مستمر و ادامه‌دار خواهد بود و تولید همیشه در حد کیفیت مدنظر مشتری خواهد بود. تضمین کیفیت دارای چهار جزء خط‌مشی، رویه، آموزش کاری و مستندسازی می‌باشد. منظور از خط‌مشی این است که این کار را به چه دلیلی و چرا انجام می‌دهیم در حالی که در رویه تمرکز بر روی پرسنل می‌باشد. آموزش کاری مربوط به ابزارها، ماشین‌آلات و می‌باشد و در مستندسازی همه‌ی داده‌های سه جزء فوق را برای آنالیز کردن و تجزیه و تحلیل جمع‌آوری می‌شود.
3. **کنترل و بهبود کیفیت:** منظور از بهبود کیفیت این است که سازمان یا شرکت همیشه در تلاش برای ارتقای سطح کیفیت و خدمات مربوط به محصول خود می‌باشد نمونه‌ی بارز شرکت‌های موفق در این زمینه می‌توان به جنرال‌موتور و موتورولا اشاره کرد.

✓ مدل دمینگ

ویلیام ادوارز دمینگ در 14 اکتبر 1900 در شهر سیوکس در آیووا آمریکا به دنیا آمد. وی پس از پایان تحصیلات متوسطه، در دانشگاه ویومینگ به تحصیل مهندسی پرداخت و سپس در دانشگاه کلرادو ریاضیات خواند و پس از آن دکترای خود را در رشته‌ی فیزیک از دانشگاه یال دریافت کرد. از کارهای اولیه او توسعه کنترل کیفیت آماری در خطوط تولید بود. گرچه فعالیت‌های وی در آمریکا مورد توجه قرار نگرفت ولی در اوایل دهه 1950 در زمان بازسازی پس از جنگ، دمینگ و جوزف جوران که یکی دیگر از کارشناسان کنترل کیفیت بود، جهت نمایش روش‌های کیفی به ژاپن دعوت گردیدند. پس از آن SQC یا کنترل کیفیت آماری یکی از عناصر کلیدی در مباحث کیفیت ژاپن گردید که به ویژه در سیستم تولید تویوتا مورد توجه قرار گرفت

✓ اصول 14 گانه بهبود کیفیت و بهره‌وری از دیدگاه دکتر دمینگ

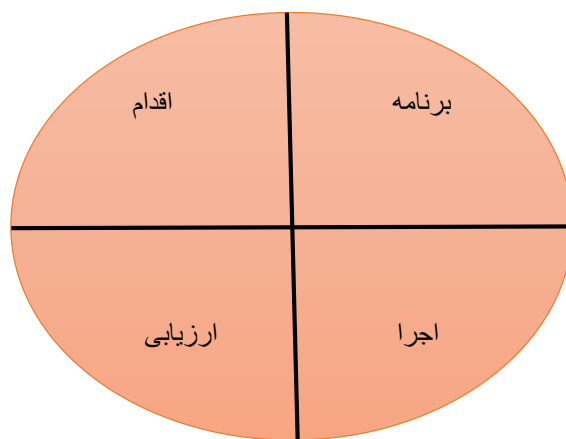
1. یک هدف مستمر با تمرکز بر بهبود محصول و خدمات ایجاد کنید.
2. فلسفه جدید نپذیرفتن محصولات معیوب، مهارت‌های نامناسب و یا خدمات بد را پذیرا باشید.
3. به منظور کنترل کیفیت محصولات از بازرسی انبوه اجتناب کنید.
4. قراردادهای خود را با تأمین‌کنندگان فقط بر اساس قیمت تنظیم نکنید بلکه جنبه‌ی کیفیت را در نظر بگیرید.
5. بر روی بهبود مستمر تأکید کنید و به طور مستمر سعی کنید تا سیستم خدمات و تولید بهبود یابد.
6. روش‌های آموزش نوین را به کار گیرید و در راستای آموزش کلیه‌ی افراد سازمان سرمایه‌گذاری کنید.
7. روش‌های جدید نظارت را به کار گیرید. نظارت نباید فقط شامل تحت نظر گرفتن کارگران باشد.

8. ترس را در میان کارگران از بین ببرید و در میان آن‌ها فضای اعتماد و نوآوری ایجاد کنید.
9. موانع بین بخش‌های مختلف کاری سازمان را از میان بردارید.
10. اهداف، شعارها و اعداد و ارقام را از سر راه نیروی کار حذف کنید.
11. سهمیه‌های عددی و استانداردهای کاری را حذف کنید.
12. موانعی را که باعث می‌شوند تا کارکنان در انجام کار خود دلسرد شوند را از میان بردارید.
13. یک برنامه‌ی مستمر آموزشی و تعلیمی برای کلیه‌ی افراد سازمان فراهم نمایید.
14. ساختاری برای مدیریت ارشد طراحی نمایید که از 13 اصل بالا به طور جدی حمایت کند.

✓ بیماری‌های هفت‌گانه دکتر دمینگ

1. عدم استمرار هدف: بهبود مستمر، به ذینفعان سازمان این اطمینان را می‌دهد که سود سهام و افزایش کسب و کار ادامه خواهد داشت.
2. تأکید بر منافع کوتاه مدت: تأکید بیش از حد به منافع کوتاه مدت، ممکن است باعث شود تا اعداد و ارقام خوب به نظر رسند ولی اگر این کار با کاهش سرمایه‌گذاری در تحقیق و آموزش و سایر فعالیت‌های بهبود کیفیت همراه باشد انگاه در بلند مدت زیان زیادی را ایجاد می‌کند.
3. ارزیابی عملکرد، تعیین رتبه شایستگی و بازنگری سالانه عملکرد: ارزیابی عملکرد کارکنان در کوتاه مدت خوب به نظر می‌رسد ولی باعث ایجاد رقابت و نگرانی و دلسردی در بلند مدت خواهد شد.
4. بی‌ثباتی مدیریت ارشد: باعث می‌شود تصمیمات توسط افرادی گرفته شود که واقعاً صلاحیت انجام آن را ندارند. و مدیران زمان زیادی از وقت خود را به تفکر در شغل آینده می‌پردازند و زمان کمتری را به شغل فعلی اختصاص می‌دهند. در این شرایط مدیران اهداف بلند مدت را فدای اهداف کوتاه مدت می‌کنند تا در محدوده زمانی فعالیتشان عملکرد خود را خوب نشان دهند.
5. اداره کردن یک شرکت تنها براساس اعداد و ارقام شفاف: مدیریت تنها از طریق اعداد یک بیماری است. این یک حقیقت است که عامل‌های مهم در موفقیت سازمان واقعاً در اعداد معلوم نیستند. برای مثال از 100 سازمانی که با ارقام تصمیم می‌گرفتند الان فقط 16 سازمان مشغول به کارند.
6. هزینه‌های پزشکی بیش از حد: هزینه‌های پزشکی بزرگ‌ترین چالش اغلب کسب و کارها در امریکا محسوب می‌شود.
7. پرداخت‌های مرتبط با زیان‌های بیش از حد: دمینگ غالباً عنوان می‌کرد دخالت دولت برای ارائه راه حل‌های بلند مدت در مورد مشکلات هزینه‌های پزشکی و مسئولیت در قبال محصول ضروری است.

دمینگ چرخه شوهارت را به عنوان مدل بهبود پیشنهاد کرد: این چرخه غالباً به نام PDCA یا PDSA (برخی مواقع گام بررسی را مطالعه می‌نامند). در مرحله برنامه‌ریزی تغییری پیشنهاد می‌شود. در مرحله اجرا تغییر در مقیاس آزمایشی اجرا می‌شود تا از نتایج آن اطمینان حاصل شود. بررسی شامل تحلیل نتایج حاصل و ثبت آموخته‌های کلیدی است. در مرحله اقدام، تغییر ایجاد شده تأیید و یا در صورت عدم پذیرش کنار گذاشته می‌شود.



چرخه دمینگ

✓ موانع بر سر راه موفقیت از نظر دمینگ

1. اعتقاد به حل مشکلات توسط اتوماسیون، رایانه و ...
2. تلاش در جهت کپی کردن راه حل های موجود
3. ارائه این توجیه که مشکلات ما متفاوت است و در نظر نگرفتن این موضوع که اصول حل مشکلات ان ها یکسان است.
4. دانشگاه ها بی ثمر هستند و فارغ التحصیلان خود را آموزش صحیح نمی دهند.
5. آموزش هایی که در صنعت ارائه می شود ناکافی و بیشتر اماری است و آموزش فنی داده نمی شود.
6. اتکا به بازرسی برای ایجاد کیفیت.
7. اتکا به واحد کنترل کیفیت برای رفع مشکلات کیفی.
8. سرزنش نیروی کار برای وجود مشکلات.
9. شروع نادرست، نظیر آموزش کارکنان فقط به صورت اماری، دوایر کیفیت و سایر روش های سهل الوصول.
10. استدلال نادرست نقص صفر، حتی اگر بتوان نقص را صفر کرد شاید موفقیت سازمان به عوامل دیگری بستگی داشته باشد.
11. ازمون ناکافی نمونه های آزمایشی.
12. این دید که هر کسی می خواهد به ما کمک کند باید به طور کامل با کسب و کار ما آشنا باشد، اشتباه است. ایده های افراد خارج از سازمان یا افرادی که از بیرون به سازمان ما می نگرند باید بررسی شود.

✓ آقای جوزف.ام. جوران

جوران در آزمایشگاه بل برای والتر ای شوهارت کار کرد. فلسفه کاری وی بر سه مؤلفه متمرکز است: طرح ریزی، کنترل و بهبود. طرح ریزی با شناخت نیاز مشتری شروع می شود، سپس محصول طراحی می شود و بهبود کیفیت به صورت مستمر انجام می شود. کنترل، با هدف اطمینان از تأمین الزامات محصول یا خدمت توسط نیروهای کار استفاده می شود. بهبود باید به صورت پروژه پروژه انجام شود. مثلاً در سه سال می خواهیم ضایعات را کم کنیم، در سال اول 40 درصد و سال دوم 20 درصد و سال سوم درصد 10 ضایعات را کم می کنیم تا به هدف خود برسیم. بهبود یا می تواند مرحله به مرحله یا جهشی باشد. مطالعه فرایند و شناسایی مجموعه ای از تغییرات که منجر به بهبودهای سریع و بزرگ در عملکرد می شود را بهبود جهشی می نامند.

✓ مدیریت کیفیت جامع

مدیریت کیفیت جامع با تمرکز بر فلسفه ی دمینگ و جوران در دهه 1980 آغاز شد و به دلایل مختلف از جمله استفاده کافی از ابزارهای فنی کاهش پراکندگی در سطح وسیع فقط از یک موفقیت متوسطی برخوردار بوده است. اغلب تلاش های انجام شده شامل آموزش های وسیع نیروی کار و آشنایی آن ها با فلسفه های بهبود کیفیت بوده و ونیز

اثر بخش نبود. مدرسان نیز غالباً ایده‌ای در مورد این‌که چه چیزی باید تدریس شود نداشتند و موفقیت تنها از طریق درصد نیروی کار آموزش دیده اندازه‌گیری می‌شد و تأثیر این آموزش‌ها بر کسب‌وکار ملاک نبود. برخی از دلایل کلی عدم موفقیت مدیریت کیفیت جامع را می‌توان مواردی از جمله:

1. عدم وجود نظارت بالا به پایین، مشارکت و تعهد مدیریت ارشد.
 2. عدم استفاده‌ی کافی از روش‌های آماری و عدم توجه به کاهش پراکندگی به عنوان هدف اصلی.
 3. اهداف کلی در مقایسه با اهداف مشخص و نتیجه‌گرا.
 4. تأکید بیش از حد بر آموزش‌های حین کار گسترده در مقایسه با تمرکز بر آموزش‌های کلاسیک فنی.
- در دهه‌های 1950 و 1960 برنامه‌هایی نظیر نقص صفر و مهندسی ارزش به سرعت رایج شد ولی متأسفانه در عمل تأثیر ناچیزی بر بهبود کیفیت و بهره‌وری گذاشت. رویکرد پرتعداد دیگر در دهه 1980 با عنوان (کیفیت رایگان است) مطرح شد. در واقع شناسایی هزینه‌های کیفیت و فعالیت بر روی آن‌ها می‌تواند بسیار مفید باشد ولی این رویکرد غالباً ایده‌ای در مورد این‌که چه کاری باید انجام داد تا فرآیندهای پیچیده‌ی صنعتی را بهبود بخشید نداشتند و رهبران این نهضت نه تنها دانش کافی در خصوص متدولوژی آماری نداشتند. بلکه با نقش و اهمیت آن در بهبود کیفیت نیز آشنا نبودند. بنابراین، وقتی مدیریت کیفیت جامع براساس چنین برنامه‌های غیر مؤثری بنا شود غالباً نباید چیزی به غیر از شکست انتظار داشت.

✓ سیستم‌های کیفیت و استانداردها

ISO یک استاندارد عمومی است که در مورد هر سازمانی کاربرد دارد و غالباً از آن برای اثبات توانایی تأمین‌کننده در کنترل فرآیندهای خود استفاده می‌شود. اما شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد اخذ گواهی‌نامه‌ی ایزو یا سایر گواهی‌نامه‌های صنعتی مرتبط سهم ناچیزی در پیشگیری از طراحی، تولید و تحویل محصولات بی‌کیفیت به مشتری دارد. در واقع هیچ تضمینی وجود ندارد که اخذ گواهی‌نامه می‌تواند تأثیر مثبتی بر کیفیت داشته باشد. اکثر مهندسان کیفیت اعتقاد دارند که اخذ گواهی‌نامه‌ی ایزو فقط اتلاف وقت و سرمایه است.

✓ جایزه ملی ملکوم بالدريج

جایزه ملی کیفیت ملکوم بالدريج توسط کنگره آمریکا در سال 1987 پایه‌گذاری شد. این جایزه به طور سالیانه به سازمان‌های مختلف براساس تعالی عملکرد آن‌ها اعطا می‌شود. این جوایز به سازمان‌ها در پنج گروه تولید، خدمت، کسب‌وکارهای کوچک، بهداشت و درمان و آموزش اعطا می‌شود. در هر گروه ممکن است سه جایزه در سال اعطا شود. اغلب سازمان‌ها برای دریافت این جایزه تلاش می‌کنند و خیلی از سازمان‌ها از معیارهای تعالی عملکرد به منظور ارزیابی استفاده می‌کنند.

✓ رابطه بین بهبود کیفیت و بهره‌وری

امروزه تولید محصولات با کیفیت بالا در محیط‌های صنعتی نوین کار ساده‌ای نیست. مشکل و مسأله عمده تکامل سریع فن‌آوری است. زمانی که پیشرفت‌های فن‌آوری به طور سریع روی می‌دهد و با همان سرعت نیز فن‌آوری‌های نوین برای سبقت گرفتن از رقبا استفاده می‌شود، مشکلات ساخت محصولات می‌بایند که باید از سطح مناسبی از کیفیت طراحی و انطباق برخوردار باشند به سرعت افزایش می‌یابند. در اغلب موارد توجه کافی نسبت به کیفیت، بهره‌وری، کارایی و اقتصادی بودن تولید معطوف نمی‌شود. بدیهی است استفاده از یک روش بهبود کیفیت مؤثر باعث افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه می‌شود. به عنوان مثال، یک قطعه مکانیکی که در دستگاه کپی کاربرد دارد را در نظر بگیرید. این قطعه به وسیله یک فرآیند ماشین‌کاری به میزان تقریبی 100 عدد در روز ساخته می‌شود. حدوداً 25 درصد از خروجی فرآیند فاقد انطباق لازم است. حدود 60 درصد قطعات فاقد مشخصات فنی را می‌توان به وسیله دوباره‌کاری به قطعات قابل مصرف تبدیل کرد و قطعات باقیمانده باید دور ریخته شوند. هزینه‌ی تولید هر قطعه در

این مرحله از فرآیند حدود 20 دلار است. برای قطعاتی که به وسیله‌ی فرآیند دوباره‌کاری به قطعات قابل مصرف تبدیل می‌شوند یک هزینه اضافی 4 دلاری نیز منظور می‌شود. بنابراین، هزینه‌ی ساخت هر یک از قطعات تولیدشده‌ی خوب برابر خواهد بود با:

$$\text{قطعه خوب} = 20(100) + 4(15) = 90$$

با انجام یک مطالعه مهندسی بر روی این فرآیند مشخص می‌شود که منبع اصلی ایجاد اشکال، عدم استفاده‌ی کافی از روش‌های کنترل فرآیند است. با استفاده از یک روش کنترل فرآیند آماری میزان محصولات فاقد مشخصات فنی از 25 درصد به 5 درصد کاهش می‌یابد. از این 5 درصد حدود 60 درصد دوباره‌کاری و حدود 40 درصد دور ریخته می‌شود. بعد از استفاده از برنامه کنترل فرآیند، هزینه تولید هر قطعه خوب برابر خواهد بود با:

$$\text{قطعه خوب} = 20(100) + 4(3) = 98$$

توجه این نکته ضروری است که با استفاده از کنترل فرآیند آماری هزینه‌های تولید تقریباً 10.3 درصد کاهش می‌یابد. به علاوه، بهره‌وری نیز تقریباً 10 درصد افزایش می‌یابد. با این کار ظرفیت تولید بدون هیچ‌گونه سرمایه‌گذاری اضافی، افزایش نیروی کار و یا هزینه سربار افزایش یافته است. تلاش جهت بهبود این فرآیند با استفاده از روش‌های دیگر نظیر تولید به موقع و تولید ناب تا زمانی که پراکندگی کاهش نیافته باشد نمی‌تواند از اثربخشی لازم برخوردار باشد.

✓ هزینه‌های کیفیت

به طور کلی، هزینه‌های مرتبط با تولید، شناسایی، تعمیر و یا اجتناب از تولید محصولات فاقد انطباق را هزینه‌های کیفیت می‌نامند. اغلب سازمان‌های تولیدی و خدماتی معمولاً هزینه‌های کیفیت را به چهار گروه تقسیم می‌کنند. هزینه‌های پیشگیری، هزینه ارزیابی، هزینه‌های شکست داخلی و هزینه‌های شکست خارجی.

1. هزینه‌های پیشگیری: هزینه‌های پیشگیری شامل آن دسته از هزینه‌های مراحل طراحی و تولید است که با هدف پیشگیری از تولید محصولات نامنطبق صرف می‌شود.
2. هزینه‌های ارزیابی: هزینه‌های ارزیابی آن دسته از هزینه‌هایی هستند که به دلیل اندازه‌گیری، ارزیابی یا ممیزی محصولات، قطعات و مواد خریداری شده یا کسب اطمینان از انطباق آن‌ها با استانداردهای از قبل تعیین شده ایجاد می‌شود. به عبارت دیگر، این هزینه‌ها به دلیل تعیین وضعیت کیفی محصول و به منظور کسب اطمینان از انطباق مشخصه‌های مورد نظر ایجاد می‌شود.
3. هزینه‌های شکست داخلی: هزینه‌های شکست داخلی زمانی ایجاد می‌شود که محصولات، قطعات، مواد و خدمات ارائه‌شده نتواند الزامات کیفی مورد نظر را برآورده سازد و این شکست قبل از تحویل محصول به مشتری شناسایی می‌شود. اگر محصول فاقد نقص می‌بود هیچ‌یک این هزینه‌ها به وجود نمی‌آمد.
4. هزینه‌های شکست خارجی: هزینه‌های شکست خارجی زمانی به وجود می‌آید که محصول تحویل شده به مشتری عملکرد رضایت‌بخشی نداشته باشد. اگر محصول با الزامات انطباق داشته باشد آن‌گاه هیچ‌یک از این هزینه‌ها به وجود نمی‌آید.

هزینه‌های کیفیت

هزینه‌های شکست داخلی

دورریز
دوباره‌کاری
آزمایش مجدد
تحلیل شکست
توقف خط
بازده از دست رفته
مرغوبیت کمتر/خارج از تolerانس

هزینه‌های شکست خارجی

رسیدگی به شکایات
محصول / مواد مرجوعی
هزینه‌های گارانتی
هزینه‌های مسئولیت در قبال محصول
هزینه‌های غیرمستقیم

هزینه‌های پیشگیری

طرح‌ریزی و مهندسی کیفیت
بازنگری محصولات جدید
طراحی محصول/فرآیند
کنترل فرآیند
آزمایش نهایی
آموزش
جمع‌آوری و تحلیل داده‌های کیفیت

هزینه‌های ارزیابی

بازرسی و آزمایش مواد ورودی
بازرسی و آزمایش محصول
مواد و خدمات مصرف شده
حفظ درستی دستگاه‌های آزمایش

فصل دوم

✓ ابزارهای تصمیم‌گیری

تصمیم‌گیری به معنی شناخت دقیق موضوع، وضعیت فعلی و روند منطقی آن، شناخت راه‌های موجود و ارزیابی هر یک و نهایتاً انتخاب راه صحیح و منطقی است. در این فرآیند اطلاعات نقشی اساسی ایفا می‌نماید. ابزارهای زیر با استفاده از ثبت و ضبط اطلاعات موجود و تجزیه و تحلیل آن‌ها می‌توانند برای بهبود فعالیت اکثر واحدهای تولیدی و خدماتی، مفید واقع گردند.

1. روش‌های جمع‌آوری داده‌ها
2. هیستوگرام
3. نمودارپارتو

4. نمودار پراکندگی

5. نمودار علت و معلول

6. نمونه‌گیری

7. نمودارهای کنترل

هر یک از این ابزارها را در ادامه توضیح خواهیم داد.

✓ روش‌های جمع‌آوری داده

تصمیم‌گیری بخشی مهمی از زندگی است. برای تصمیم‌گیری مؤثر، داشتن اطلاعات مناسب لازم است. اطلاعات مورد نیاز را می‌توان از طریق جمع‌آوری داده‌ها فراهم آورد. داده‌ها چیزی فراتر از اعداد و ارقام هستند و می‌توانند تعاریف، تصاویر و یا مراحل یک فرآیند باشند. جمع‌آوری داده‌ها برای پیشگیری و حل مسائل در محیط کار لازم است و با داده‌های مناسب می‌توان تصمیمات لازم برای افزایش کیفیت و بهره‌وری را اخذ نمود. اما برای جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز در عمل محدودیت‌هایی وجود دارد:

1. هزینه جمع‌آوری داده‌ها

2. زمان لازم برای تحلیل داده‌ها

3. در دسترس بودن اجزاء مسئله

4. محفوظ ماندن اجزاء مسئله در جریان بررسی

✓ ویژگی‌های جمع‌آوری داده‌ها

1. همه اطلاعات به روشنی ثبت شود (هدف، مشخصات داده‌ها، تاریخ، اسامی افراد جمع‌آوری کننده داده‌ها)

2. داده‌هایی ثبت شود که اطلاعات مورد نیاز را فراهم سازد (برای حصول اطمینان از اینکه داده‌های جمع‌آوری شده کامل و مرتبط با موضوع است باید از پیش مشخص نمود که داده‌ها به چه منظور جمع‌آوری می‌گردد و چگونه از آنها استفاده خواهد شد).

داده‌ها پس از جمع‌آوری باید به گونه‌ای مناسب خلاصه شود. برای این کار می‌توان از برگه‌های کنترل فهرست داده‌ها، نمودارها،... استفاده کرد.

شکل (1)

تاریخ: 1372/3/5	محدوده زمانی: 1372/12/1 الی 1372/12/15
نام و نام خانوادگی: احمد یوسفی	هدف: تعیین تعداد کارهای ارجاع شده به ماشین
نام واحد: خدمات فنی	

✓ انواع برگه‌های ثبت داده‌ها

1. برگه‌های کنترل فرایند انجام کار

2. برگه‌های ثبت ترسیمی داده‌ها

3. برگه‌های ثبت فراوانی داده‌ها

✓ برگه‌های کنترل فهرست داده‌ها

تمام مراحل یک فرایند در یک برگه نوشته می‌شود و با انجام هر مرحله علامتی در کنار آن زده می‌شود. با استفاده از این برگه می‌توان سمینار را بهتر ارائه نمود زیرا مراحلی که باید اجرا شوند قبلاً پیش‌بینی شده و مورد کنترل قرار می‌گیرند. شکل (2) نمونه‌ای از این برگه‌ها را نشان می‌دهد.

شکل)

برگه کنترل فهرست داده‌ها
جهت آماده شدن در سمینار

موارد:

- جزوه راهنما
- جزوه برای هر شرکت کننده
- ترنس پرنت
- قلم و کاغذ
- گچ و تخته پاک‌کن

وسایل:

- پروژکتور
- پرده نمایش

ملاحظات:

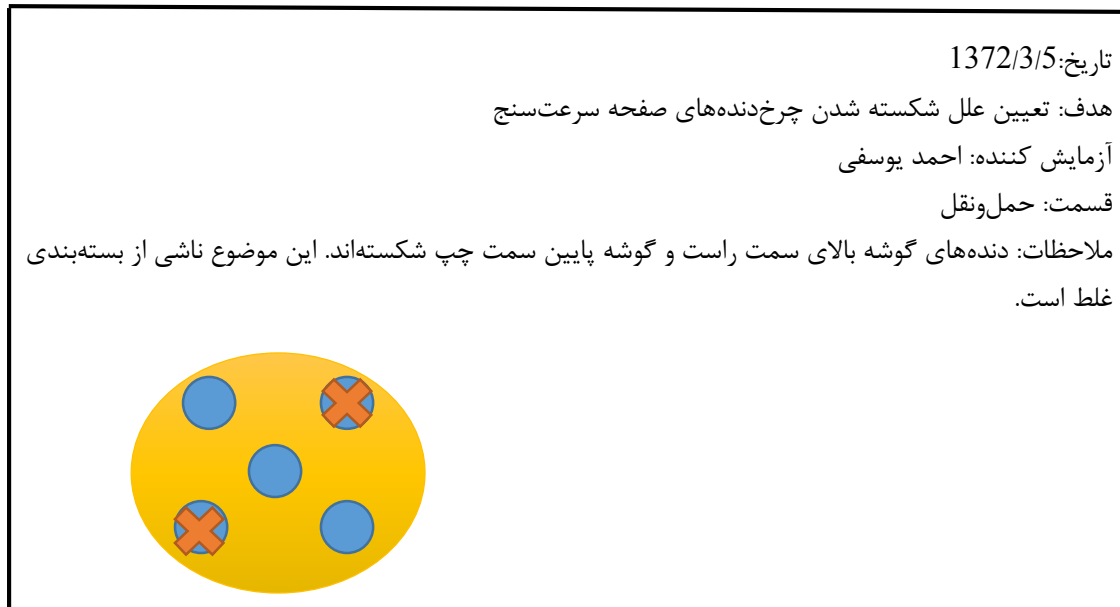
- تا آن جایی که امکان‌پذیر است، قبل از سمینار اطلاعاتی را در مورد شرکت‌کنندگان به دست آورید. این موضوع باعث می‌گردد که مثال‌های سمینار منطبق با نیاز مشتری گردد.
- مطمئن شوید که اتاق سمینار به خوبی مرتب شده است، زیرا برای کار گروهی در کلاس که برای تمرکز و ارائه مطلب متناسب می‌باشد، نباید مانعی وجود داشته باشد.
- مشخص کنید که شرکت‌کنندگان هنگام استراحت کجا باید بروند و چه پیش‌بینی‌هایی برای این موقع در نظر گرفته شده است.

✓ برگه‌های ثبت ترسیمی داده‌ها

این برگه‌ها برای نشان دادن محل فیزیکی یک مسئله مورد استفاده قرار می‌گیرند. معمول‌ترین استفاده این برگه‌ها در تولید است. شکل یک محصول به گونه‌ای روی برگه ثبت داده‌ها رسم می‌شود تا محل و شکل عیب قابل بررسی باشد. این برگه در سازمان‌های خدماتی نیز کاربرد دارند.

شکل (3) برای کنترل چرخ دنده‌های شکسته شده یک سرعت‌سنج مورد استفاده قرار گرفته است. صفحه سرعت‌سنج با گدایره که نشان‌دهنده چرخ‌دنده‌هاست رسم شده است. این برگه مکان‌هایی را برای ثبت اطلاعات مرتبط فراهم می‌کند. محل چرخ‌دنده‌های شکسته شده با علامت* بر روی دایره نشان داده شده است. وقتی عمل ثبت داده‌ها به شکل فوق به دفعات تکرار شود آزمایش کننده درمی‌یابد که چرخ‌دنده‌های بیرونی اغلب شکسته شده‌اند در حالی که چرخ‌دنده‌های میانی همیشه سالم هستند. که این مشکل برای مثال می‌تواند از بسته‌بندی نادرست باشد.

شکل (3)



✓ برگه های ثبت فراوانی داده ها

این برگه ها رایج ترین ابزار جمع آوری داده ها هستند. اکثراً در فرایند نمونه گیری به کار می روند و با استفاده از خطوط نشانه می توان فراوانی عامل مورد نظر را ثبت نمود. در صورت طراحی صحیح این برگه ها علاوه بر در دست داشتن یک ابزار سیستماتیک برای ثبت داده ها، نمایشی تصویری از داده ها نیز ممکن می گردد. برگه های ثبت فراوانی داده ها به اشکال گوناگون وجود دارند که چهار نوع از رایج ترین آن ها در اینجا بررسی می شود.

1. برگه های ثبت داده های مربوط به توزیع فرآیند

این برگه فراوانی هر مرحله از فرایند را اندازه گیری می کند. در شکل (4) تعداد کارهای ارجاع شده در هر ساعت به یک کامپیوتر اندازه گیری شده است. داده ها را می توان پس از جمع آوری تحلیل نمود. داده های به دست آمده در این شکل نشان می دهد که کامپیوتر بین ساعت 8 صبح تا 5 بعد از ظهر بیشتر مورد استفاده بوده است. داده ها همچنین نشان می دهند که در چه ساعتی بیشترین استفاده از کامپیوتر صورت گرفته است.

شكل (4)

برگه ثبت داده‌های مربوط به توزیع فرآیند

تاریخ: 1372/3/8

دوره زمانی: 6صبح 72/3/7الی 5صبح 1372/3/8

نام: احمد يوسفی

هدف: تعیین تعداد کارهای ارجاعی به کامپیوتر در هر ساعت

قسمت: خدمات تولید

[illegible]

2. برگه‌های ثبت مسائل/اشتباهات

این برگه برای جمع‌آوری انواع و تعداد اشتباهات و مسائلی که از یک علت خاص ناشی می‌شوند استفاده می‌گردد. در مثال شکل (5) اشتباهاتی که در صورت حساب‌های قسمت دریافت سفارشات بوجود می‌آید، بررسی شده است. پس از جمع‌آوری داده‌ها می‌توان آن‌ها را تحلیل نمود و علل خطاهایی را که مکرر رخ داده‌اند مشخص کرده و سپس در مورد چگونگی تصحیح آن‌ها تصمیم گرفت. در مثال ذکر شده، تخفیف‌های نادرست بیشترین تکرار را دارد و قبل از سایر خطاها مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

شكل (5)

تاریخ: 1372/3/8	برگه ثبت مسائل/اشتباهات
تهیه کننده: احمد یوسفی	دوره زمانی: خرداد 1372
قسمت: سفارشات	هدف: تعیین اشتباهات موجود در صورت حساب های
	قسمت دریافت سفارشات

3. به گه‌های ثبت علم، مسائل، اشتباهات

برگه ثبت مسائل و اشتباهات می‌توانند گسترش یافته و توسط آن به جای یک علت، علل مختلف احتمالی یک مسئله مورد توجه قرار گیرد. در این صورت برگه ثبت علل مسائل/اشتباهات (شکل 6) حاصل می‌شود. در مثال شکل (6) علت‌هایی که بایستی مورد تحلیل قرار گیرد، به راحتی مشخص می‌شود. به سادگی دیده می‌شود که در بعضی قسمت‌ها مثل قسمت سیستم‌ها، اشتباهی رخ نداده است. با تمرکز روی مسئله‌ای که بیشترین فراوانی را دارد، در وقت و هزینه صرفه‌جویی به عمل می‌آید. واضح است که تحلیل اشتباهات قسمت سفارشات و مشتری، بیش از 90 درصد اشتباهات را تصحیح خواهد نمود.

در 25 صورت حساب به دلیل عدم اطلاع مشتری ها از نحوه محاسبه تخفیف، اشتباه رخ داده است. این اشتباهات را می توان با آموزش مشتریان کاهش داد. 18 اشتباه مربوط به مراجعه مجدد مشتری است که ممکن است ناشی از عدم رضایت، بد بودن کالا و یا اشتباه مشتری در انجام سفارش باشد. با شناسایی دلیل مراجعه مشتری می توان برای کاهش این نوع اشتباه تصمیم گیری نمود.

توجه: اثر هر اشتباه تا زمانی که معادل پولی آن مشخص نشود، قابل تحلیل نیست. قبل از تصمیم‌گیری باید هر اشتباه را به معادل پولی آن تبدیل نمود. زیرا کاهش اشتباهاتی که بیشترین فراوانی را دارند ممکن است باعث صرفه‌جویی در هزینه‌ها نشود و بالعکس اشتباهات با فراوانی کمتر اثرات اقتصادی بیشتری در بلند مدت داشته باشند. البته اگر غیر از صرفه‌جویی از هزینه، اهداف دیگری نیز وجود داشته باشد، می‌بایستی سیاست کاهش اشتباهات را با توجه به آن اهداف تعیین و اجرا نمود.

شکل (6)

برگه ثبت علل مسائل/اشتباهات						
دوره زمانی: خرداد 1372			تاریخ: 1372/3/8			
هدف: تعیین علل مربوط به اشتباهات موجود در صورت حساب			تهیه کننده: احمد یوسفی			
قسمت: فروش						
علل اشتباهات	مشتري	سفارشات	واحد سیستمها	واحد ارسال	جمع آوری دادهها	جمع
ناخوانا بودن صورت حساب						0
تخفیف نادرست		111 111 111 111 111 111 111 111 111 111 111 111 111 111 111				69
وارد کردن اطلاعات نادرست	1					1
عدم آگاهی مشتری نسبت به روش محاسبه تخفیف	111 111 111 111 111					25
تأخیر در حمل	1	111				4
تغییر شماره محموله		111 1111				9
اشتباه در مقدار		111 111		11		12
مراجعه مجدد مشتری	111 111 111					18
صورت حساب تکراری		111 111 1111				14
عدم اطلاع از گارانتی	11	11		111	111	12
عدم اطلاع از تغییرات	11 111					7
جمع	53	108	0	7	3	171

4. برگه های ثبت زمان انجام کار

هدف از تهیه این برگه تحلیل زمان انجام کار است. در مثال شکل (7) مقدار زمانی که هر فرد روی طرح های مختلف کار می کنند، مورد بررسی قرار گرفته است. همانند دیگر برگه های ثبت فراوانی داده ها، اطلاعات دوره زمانی، هدف، قسمت و غیره در این برگه درج می شود. برای انجام هر پروژه تعداد ساعات معینی مشخص شده است. با کم کردن ساعات ثبت شده در برگه ثبت زمان انجام کار از این زمان، می توان تعیین نمود که پیشرفت کار چگونه است. اگر بیش از یک نفر روی یک طرح کار می کنند، برگه دیگری باید طراحی شود (شکل 8). در مثال شکل (8) ساعات مربوط به کارکرد هر فرد به برگه ثبت زمان انجام کار انتقال یافته است. کل ساعات مربوط به یک دوره زمانی از کل زمان برنامه ریزی شده کسر می گردد تا مشخص شود که چندان ساعت برای تکمیل پروژه باقی مانده است.

شکل (7)

برگه ثبت زمان انجام کار															دوره زمانی: 64/5/1 الی 64/5/15		تهیه کننده: احمد یوسفی
هدف: ثبت مقدار زمان صرف شده بر روی پروژه های مختلف															قسمت: سیستم ها		
پروژه	جمع ساعات	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
پروژه شماره 1	15	5	2	2					2	3					1		
پروژه شماره 2	29	3	4	2					5	1				8	4	2	
پروژه شماره 3	26		2				4	6		5					3	6	
شرکت در جلسه								2									
آموزش	8												8				
مرخصی																	
تعطیل																	
بیماری	8	8															
جمع ساعات	88	8	8			8	8	8	8	8			8	8	8	8	

شکل (8)

برگه ثبت زمان انجام کار				تاریخ آخر هفته: ..	
نام	کارکرد این دوره	کارکرد تا به روز	ملاحظات		
احمد یوسفی	29	39			
اکبر یزدانی	10	30			
محمد داوری	0	10			
			ساعت برنامه ریزی شده	ساعت باقی مانده	
جمع ساعات	39	79	160	81	

✓ فصل سوم: هیستوگرام

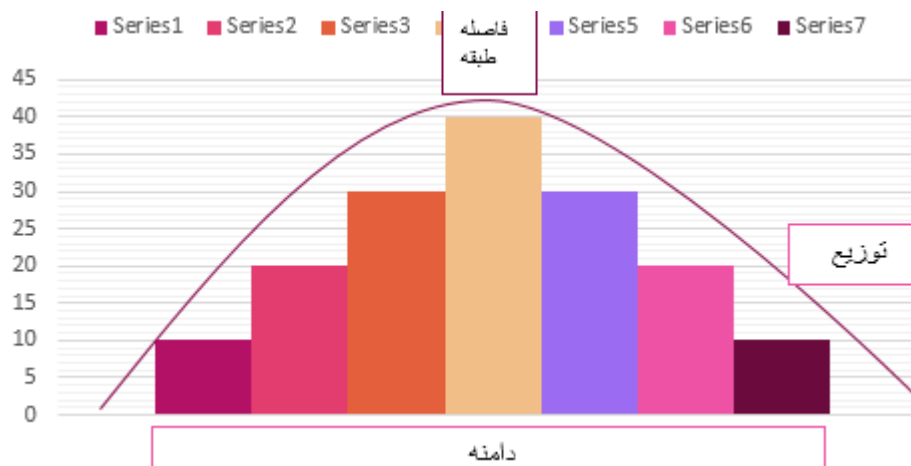
هیستوگرام نوعی نمودار میله‌ای است که به کمک آن می‌توان داده‌های پیوسته را تشریح نمود.

✓ ساختار هیستوگرام

برای رسم نمودار هیستوگرام ابتدا باید با توجه به مقیاس و سنخیت داده‌ها، آن‌ها را گروه‌بندی نمود، سپس با مشخص کردن فراوانی هر یک از گروه‌ها، می‌توان توزیع فراوانی‌های بدست آمده را در هیستوگرام نمایش داد. برای تهیه‌ی هیستوگرام بایستی دقت شود که داده‌های پیوسته مورد نظر، مقیاس یکسانی داشته باشد. شکل (1) ساختار کلی یک هیستوگرام را نشان می‌دهد. در این شکل توزیع داده‌های پیوسته در داخل طبقات (گروه‌های) مشخص، نشان داده شده است. این هیستوگرام دارای قسمت‌های مختلفی به شرح زیر می‌باشد:

1. دامنه: که با حرف R نشان داده می‌شود. دامنه، تفاوت کوچکترین و بزرگترین مقدار عددی در یک مجموعه داده‌هاست و در محور افقی هیستوگرام نشان داده می‌شود.
2. طبقه: به هر یک از گروه‌های داده‌ها اطلاق می‌شود.
3. فاصله طبقه: که با حرف f نشان داده می‌شود و بیان کننده پهنای هر طبقه است. در هیستوگرام فاصله طبقه ثابت است.
4. فراوانی: که با حرف f نشان داده می‌شود و بیان کننده تعداد داده‌ها در هر طبقه است. فراوانی در محور عمودی هیستوگرام نشان داده می‌شود.

شکل (1)

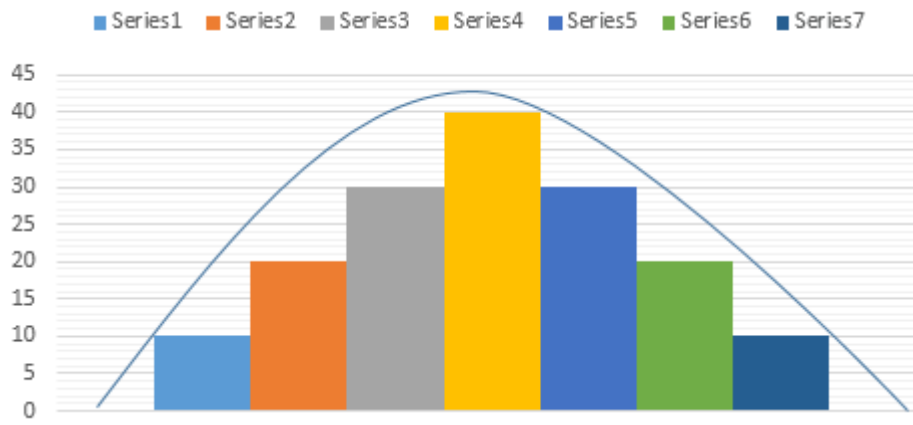


✓ اشکال هیستوگرام

اکثر مواقع هیستوگرام‌ها به اشکال مشخصی در می‌آیند که می‌توان در باره خصوصیات آن‌ها قضاوت کرد.

1. توزیع نرمال: اگر لبه میله‌های هیستوگرام به وسیله خطی به هم متصل شوند، یک منحنی حاصل می‌شود. عنوان هیستوگرام به منحنی اطلاق می‌شود که غلغل تغییر در داده‌ها و توزیع آن‌ها کاملاً تصادفی باشد. شکل (2) یک منحنی نرمال را نشان می‌دهد. منحنی نرمال همواره سه ویژگی دارد: تقارن، شکل زنگوله‌ای و تک نمایی.

شکل (2)



تک نمایی: نما طبقه‌ای است که بیشترین داده‌ها در آن وجود دارد. این طبقه، قله هیستوگرام است. یک منحنی نرمال تنها یک قله یا نما دارد که در مرکز توزیع قرار می‌گیرد.

تفسیر منحنی نرمال

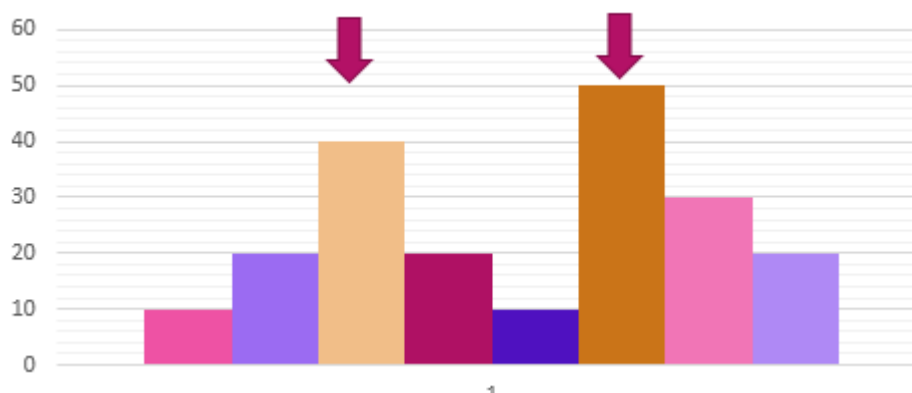
نرمال بودن شکل هیستوگرام بستگی به تعداد داده‌های جمع‌آوری شده دارد. زمانی می‌توان انتظار یک منحنی نرمال را داشت که تعداد داده‌ها 50 تا باشد. هر قدر تعداد داده‌ها بیشتر بوده و نحوه انتخاب آن‌ها نیز تصادفی باشد، احتمال نزدیک شدن شکل هیستوگرام به منحنی نرمال بیشتر خواهد بود. اگر اثرات منظم و غیراتفاقی روی داده‌ها وجود داشته باشد، حتی اگر تعداد داده‌ها بسیار بیشتر از 50 باشند نیز شکل توزیع، نرمال نخواهد شد. منحنی نرمال لزوماً مطلوب‌ترین شکل توزیع داده‌ها نیست اما اگر شکلی نرمال نباشد نشان دهنده این است که یک یا چند عامل بر داده‌ها اثر می‌گذارند. تفسیر هیستوگرامی که فاقد توزیع نرمال باشد این است که لازم است که داده‌ها و سیستم یا فرآیند تولید آن‌ها مورد بررسی و تحقیق قرار گیرند. پس از بررسی می‌توان مشخص نمود که آیا انحراف از منحنی نرمال قابل قبول است یا خیر و در صورت لزوم چه نوع عملیات اصلاحی برای تبدیل آن به منحنی نرمال لازم است. رایج‌ترین توزیع‌های غیر نرمال عبارت‌اند از: دونمایی، نامتقارن (چوله)، کنگره‌ای و صخره‌ای

توزیع دو نمایی

توزیع دو نمایی توزیعی است که دارای دو قله مشخص باشد. هیستوگرام نشان داده شده در شکل (3) نمونه‌ای از توزیع دو نمایی است. اگر توزیع به صورت دو نمایی ظاهر شود، قبل از هرگونه نتیجه‌گیری بهتر است که ابتدا صحت داده‌ها مورد بررسی قرار گیرد. معمولاً ترکیب دو نوع مختلف از داده‌ها چنین توزیعی را بوجود می‌آورد. به عنوان مثال هیستوگرامی که قد مردان و زنان را در یک نمودار نشان می‌دهد ممکن است دو نما داشته باشد. اگر داده‌ها به دو دسته تقسیم شوند و قد مردان و زنان در دو نمودار رسم شود احتمالاً هر یک توزیع نرمال خواهد داشت. علاوه بر این تأثیر عوامل فصلی و دوره‌ای روی داده‌ها نیز ممکن است باعث بوجود آمدن توزیع دو نمایی شود. برای مثال هیستوگرامی که تعداد اتومبیل‌های عبوری از یک بزرگراه در ساعات مختلف روز را نشان می‌دهد، ممکن است دارای دو قله در ساعت 8 صبح و ساعت 5 بعدازظهر داشته باشد. در هیستوگرامی که نشانگر توزیع دونمایی باشد، لزوماً مسئله‌ای اشتباه در گردآوری داده‌ها مطرح نیست. داده‌های مرکب که دارای خواص متفاوتی بوده یا از نظر علل وقوع با یکدیگر متفاوت باشند، هیستوگرامی را تشکیل

خواهند داد که نحوه توزیع آن مبهم بوده و نمی‌توان استنباط و نتیجه‌گیری درستی از آن نمود. معمولاً بایستی قبل از نتیجه‌گیری در مورد علل وقوع داده‌هایی که در قله قرار دارند، بررسی و دقت مجدد به عمل آید.

شکل (3)



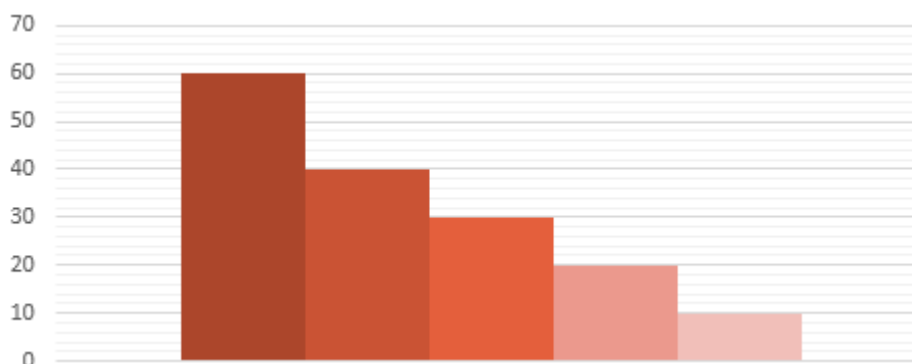
توزیع نامتقارن (چوله)

این نوع توزیع بیانگر این است که برخی علل بر روی توازن داده‌ها اثر گذاشته و آن را به یک جهت خاص سوق می‌دهد. شکل (4) چولگی راست و شکل (5) چولگی چپ را نشان می‌دهد.

چولگی راست (مثبت)

این امر معمولاً زمانی رخ می‌دهد که کوششی موفقیت‌آمیز برای افزایش تعداد داده‌ها در یک جهت خاص انجام شده باشد. به عنوان مثال هیستوگرامی که تعداد کارهای انجام شده در دوره‌های زمانی مشخص را نشان می‌دهد، ممکن است دارای چولگی منفی باشد. این بدان معناست که تلاشی در جهت افزایش و بالابردن مرغوبیت انجام شده است و تعداد کارهای مرغوب در هر دوره نسبت به دوره قبل افزایش یافته است. شکل (4)

شکل (4)

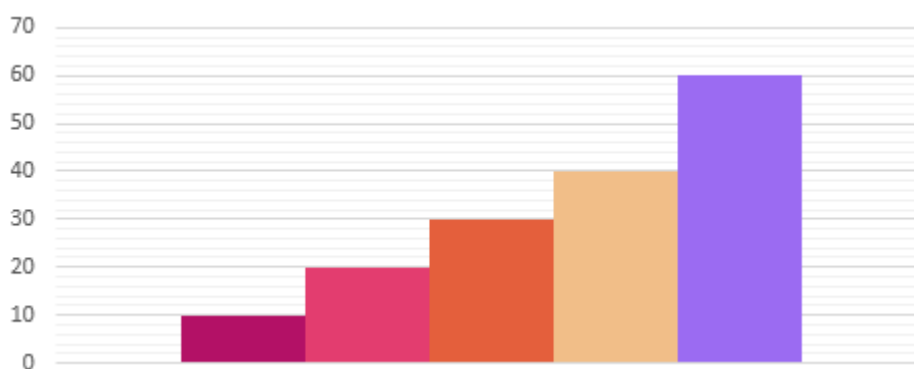


چولگی چپ(منفی)

این امر معمولاً زمانی رخ می دهد که کوششی موفقیت آمیز برای افزایش تعداد داده ها در یک جهت خاص انجام شده باشد. به عنوان مثال هیستوگرامی که تعداد کارهای انجام شده در دوره های زمانی مشخص را نشان می دهد، ممکن است دارای چولگی منفی باشد. این بدان معناست که تلاشی در جهت افزایش و بالابردن مرغوبیت انجام شده است و تعداد کارهای مرغوب در هر دوره نسبت به دوره قبل افزایش یافته است. شکل(5)

کلمه منفی و مثبت به معنای خوب یا بد بودن نیست و صرفاً اصطلاح آماری است. اگر انتظار توزیع متقارن را دارید ولی توزیع نامتقارن شد مسلماً نشان دهنده این است که عاملی بر رود داده ها تأثیر گذاشته است.

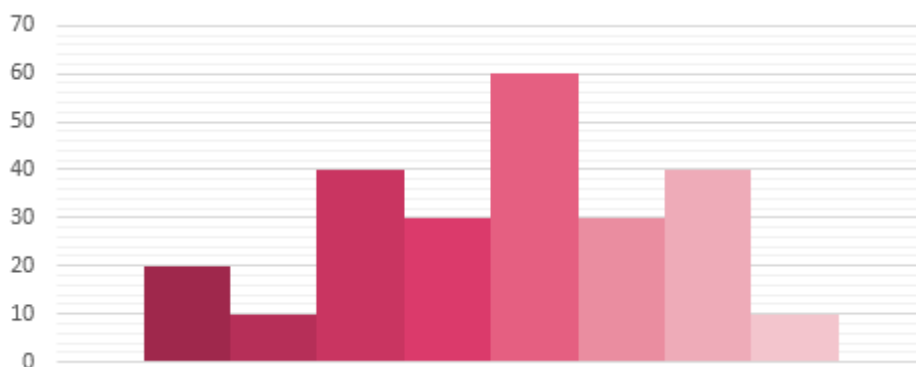
شکل(5)



توزیع کنگره ای

همانگونه که در شکل(6) مشاهده می شود. در این توزیع، فراوانی داده ها در طبقات مختلف به طور متناوب تغییر می کند. این توزیع در حالتی رخ می دهد که در برخی از طبقات تعداد بیشتری از داده ها جای گیرند یا اینکه برخی از داده ها به طور سیستماتیک از مجموعه حذف شوند. به عنوان مثال فرض کنید هیستوگرامی برای تولید ماهانه کلیه ماشین های برشکاری یک کارگاه که یک محصول خاص را برش می دهند، مورد نظر باشد. اگر پس از جمع آوری داده ها برخی از گزارش های روزانه تولید دو دستگاه مفقود شود، با حذف این داده ها از مجموع داده ها، هیستوگرام به صورت کنگره ای درخواهد آمد. معمولاً باید قبل از تفسیر نمودار باید مطمئن شد که کلیه داده های لازم گردآوری شده است.

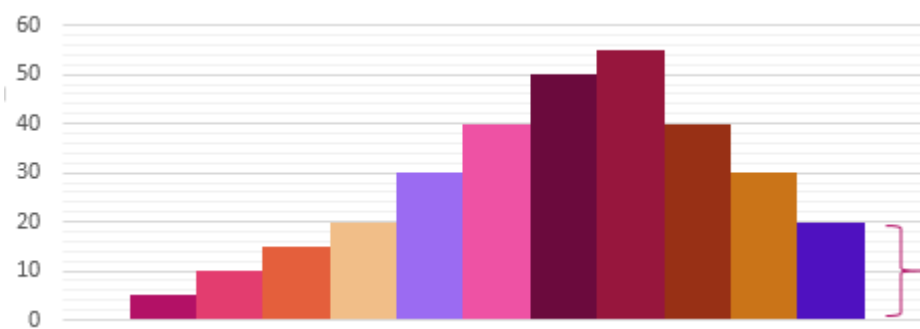
شکل(6)



توزیع صخره‌ای

شکل (7) بیانگر یک توزیع صخره‌ای است، این شکل توزیع بر این واقعیت دلالت می‌کند که تعداد مشخصی از داده‌ها عمداً از مجموعه حذف گردیده است. مثلاً اگر بررسی زمان خالص پردازش و استفاده از یک مرکز کامپیوتر در طول روزهای کاری یک ماه مورد نظر باشد و در این بررسی حجم کار کامپیوتر از 8 صبح تا 5 بعد از ظهر اندازه‌گیری شود، طبیعی است که داده‌های مربوط به بعد از ساعت 5 از مجموعه حذف شده‌اند.

شکل (7)



تعیین فاصله طبقات

معمولاً تعداد طبقات بین 5 تا 15 انتخاب می‌شود. استفاده از طبقات بیشتر قاعدتاً جزئیات بیشتری را در مورد داده‌ها در اختیار قرار خواهد داد اما به هر حال تعداد طبقات زیاد می‌تواند منجر به افزایش عدم توازن توزیع و کاهش فراوانی‌ها گردد که این امر ممکن است شکل هیستوگرام را نامفهوم نماید. فاصله طبقه را می‌توان از تقسیم دامنه بر تعداد طبقات مورد نظر و سپس گرد کردن آن به سمت بالا یا پایین، به دست آورد.

تعیین حدود طبقات

حدود طبقات باید به گونه‌ای تعیین شود که برابر با هیچ‌یک از داده‌ها نباشد. این کار را می‌توان با افزودن یک رقم اعشار به حدود طبقات انجام داد. برای مثال اگر رقم 5 در داده‌ها وجود دارد طبقات را به صورت $5/5$ ، $5/5-10/5$ ، $10/5-15/5$ ، نکته دیگری این است که هیچ‌گاه یک طرف یک طبقه نباید باز باشد، برای مثال 100 به بالا یا 45 به پایین.

✓ فصل چهارم

نمودار پارتو

نمودار پارتو، نمودار میله‌ای است که علل مشکلات به وجود آمده در موردی را با فراوانی آن مقایسه می‌کند. این نمودار بر اساس اصلی در مورد اقتصاد اجتماعی که بیان می‌کند 80 درصد از نتایج از 20 درصد علل ناشی می‌شود، پایه‌گذاری شده است. به عبارت دیگر اگرچه برای مسائل موجود علل بسیار زیادی وجود دارد ولی تعداد کمی از این علل اهمیت داشته و با رفع آن‌ها می‌توان بخش اعظم مسائل را حل نمود.

✓ مراحل ایجاد نمودار پارتو

1. تعیین محدوده زمانی: برای حصول اطمینان از مقایسه دقیق، محدوده زمانی انتخاب شده برای نمودارهای مرتبط بایستی یکسان باشد.
2. طبقه‌بندی داده‌ها (علل مختلف): اگر طبقه‌بندی انجام شده قابل اندازه‌گیری نباشد، انجام دقیق این کار میسر نیست. به همین دلیل در هنگام طبقه‌بندی هم احتمال وقوع و هم ارزش مادی مرتبط در هر طبقه را بایستی در نظر گرفت.
3. جمع‌آوری داده‌ها
4. شمارش و مرتب کردن داده‌ها: طبقه‌ای که بیشترین تعداد داده‌ها را در بگیرد، در ابتدا و سایر طبقات نیز به ترتیب از چپ به راست قرار خواهند گرفت.
5. رسم نمودار
6. تکمیل نمودار: اگر تعداد داده‌های ثبت شده در بعضی از طبقات ناچیز باشد می‌توان این طبقات را در یکدیگر ادغام کرد و به عنوان یک طبقه، با نام (سایر) در نمودار رسم کرد.
7. رسم خط تجمعی: این مرحله اختیاری است و به کمک آن می‌توان سهم کلی هر یک از علل را مشاهده نمود. رسم خط تجمعی از گوشه سمت راست اولین مستطیل آغاز می‌شود. از آن نقطه یک خط به سمت راست و به نقطه‌ای در بالای گوشه سمت راست مستطیل بعدی رسم می‌شود. این نقطه به اندازه فراوانی دسته دوم بالاتر از نقطه اول قرار دارد. این عمل تا آخرین طبقه ادامه می‌یابد. اگر شیب خط 45 درجه باشد، هر یک از علل نقشی یکسان در مشکل داشته‌اند. اگر خط ابتدا صعودی و سپس افقی باشد بدان معناست که تمام علت‌ها در طبقات سمت چپ نمودار قرار دارند.
8. ثبت مشخصات نمودار: محدوده زمانی، تاریخ تهیه، نام تهیه‌کننده، فراوانی هر طبقه و تعداد کل داده‌ها باید ذکر شود.

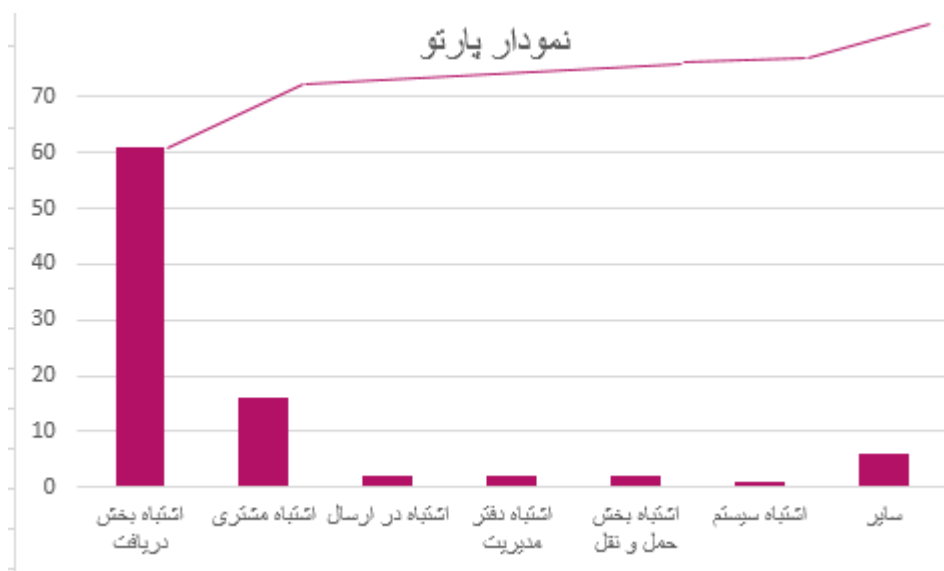
✓ مثال

در قسمت مالی یک مؤسسه مشکلاتی وجود دارد. این قسمت با اشتباهات زیادی در صدور و تنظیم فاکتورهای خرید مواجه است. با مطالعه فاکتورها و تشخیص اشتباهات موجود در آن‌ها به ازای هر اشتباه یک علامت در فهرست مربوطه (شکل 1) گذاشته می‌شود و محدوده زمانی یک ماه فرض شده است. نمودار پارتو آن را رسم کنید.

شکل (1)

16	1111 1111 1111	1	اشتباه مشتری
61	1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111	1	اشتباه بخش دریافت
1		1	اشتباه سیستم
2		11	اشتباه دفتر مدیریت
2		11	اشتباه بخش حمل و نقل
2		11	اشتباه در ارسال
6	1111	1	سایر

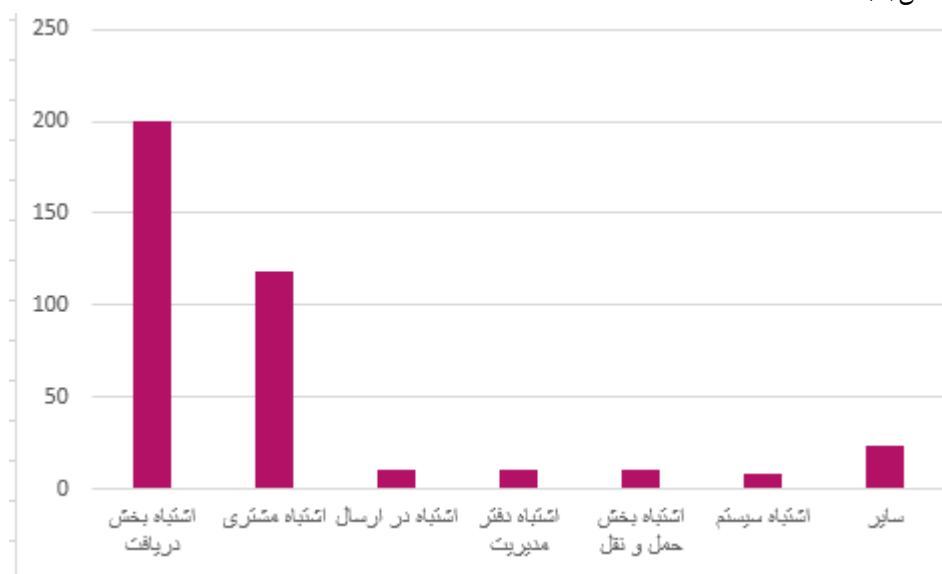
شکل (2)



✓ هزینه

ممکن است اشتباهی که بیشترین فراوانی را دارد، کمترین اثر را بر روی هزینه نهایی سازمان داشته باشد. شکل (3) نمودار مربوط به مثال قبل را نشان می‌دهد که بر اساس هزینه تهیه شده است. هزینه هر خطا در تعداد آن خطا ضرب می‌شود. با استفاده از اطلاعات این نمودار، مدیریت می‌تواند با کاهش خطاها هزینه‌های سازمان را کاهش دهد.

شکل (3)



✓ نمودار علت و معلول

نمودار علت و معلول برای بررسی علل و مشکلات در همه‌ی فرآیندها مفید است. این نمودار علاوه بر کمک به تشخیص دلایل، ابزار مناسبی برای استفاده در جلسات طوفان فکری است. در این روش مشخصه‌ی کیفی مورد نظر نوشته می‌شود و سپس بررسی کنندگان هر آنچه را که بر این مشخصه اثر می‌گذارد ذکر می‌کنند. نمودار علت و معلول با عناوین نمودار ایشی کاوا و نمودار استخوان ماهی نیز شناخته می‌شود چرا که این نمودار توسط دکتر ایشی کاوا و در سال 1943 طرح گردید و از طرف شکل آن شبیه یک ماهی است که مشخصه‌ی کیفی در سر آن قرار گرفته و علتها شکلی همانند استخوان ماهی ایجاد می‌کنند. نکته مهم در طراحی نمودار علت و معلول اینست که معمولاً در این نمودار دلایل بالقوه ایجاد مشکل بر اساس 5M (Man, Measurement, Methods, Material, Machine) و شرایط محیطی طبقه بندی می‌شوند و در میان این علل، دلایل مهم‌تر به سر ماهی نزدیک‌تر و دلایل کم اهمیت‌تر به دم ماهی نزدیک‌تر رسم می‌شوند. همچنین در هر شاخه نیز دلایل مهم‌تر نزدیک‌تر و دلایل کم اهمیت‌تر دورتر از ستون فقرات ماهی ترسیم می‌شوند.

❖ مراحل ایجاد نمودار علت و معلول

برای رسم و تحلیل نمودار علت و معلول به طور عمومی مراحل زیر انجام می‌گیرد:

1. **تعریف مشکل:** در این مرحله می‌توان از نتایج هیستوگرام، نمودارهای کنترل، نمودار پارتو و استفاده نمود. با استفاده از نتایج این ابزارها و یا به هر صورت دیگر، مشکل و یا مشخصه‌ی کیفی که قرار است تحلیل شود و بهبود آن مدنظر است، مشخص می‌شود.
2. **انتخاب روش تجزیه و تحلیل:** غالباً روش انتخابی شامل ایجاد طوفان فکری در یک گروه متشکل از نمایندگان قسمت‌های مختلف از قبیل تولید، مهندسی، بازرسی و سایر افرادی است که بالقوه با مشکل ارتباط دارند.
3. **رسم خط مرکزی نمودار و مشخص کردن مشکل روی آن:** مانند شکل زیر یک خط افقی رسم می‌گردد و در سمت راست آن مشکل مورد نظر یادداشت می‌شود.

مشخصه کیفی،

4. **مشخص کردن عوامل اصلی که می‌توانند به مشکل مرتبط باشند:** در سازمان‌های تولیدی این عوامل را در غالباً می‌توان در چهار دسته عوامل اصلی تولید جستجو کرد که عبارتند از:

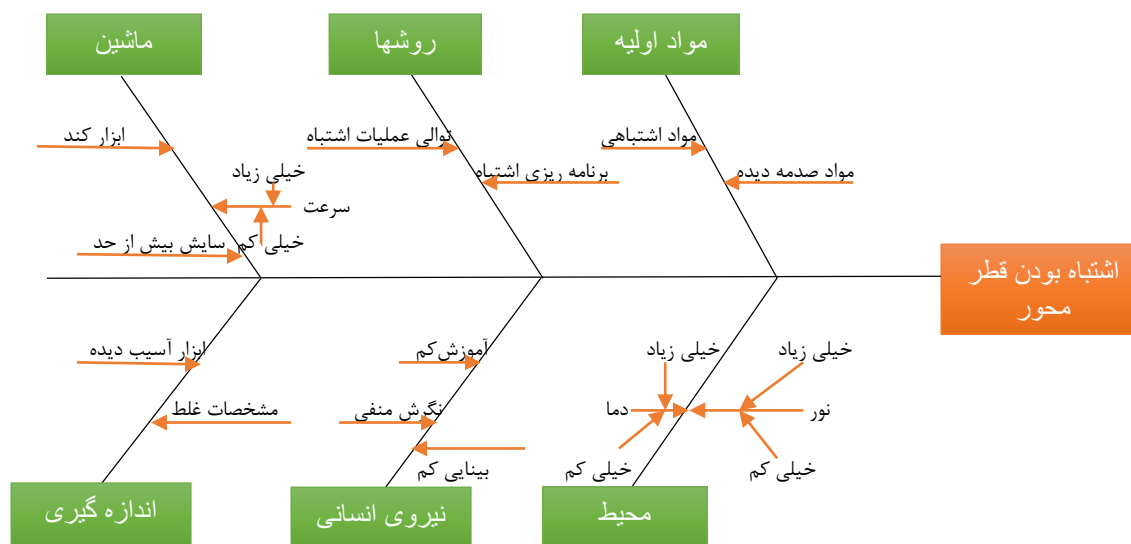
- نیروی انسانی
- ماشین‌آلات
- مواد اولیه
- روشها

البته واضح است که بر حسب مشکل مورد تحلیل عوامل دیگری از قبیل محیط و اندازه‌گیری را می‌توان مدنظر قرار داد. این عوامل به کمک پیکان‌هایی به خط مرکزی نمودار متصل می‌شوند.

5. **تعیین علل ممکن (احتمالی) مشکل:** در این مرحله تمام عواملی که به نوعی بر مشخصه‌ی کیفی مورد نظر تأثیر می‌گذارند مشخص شده و در روی شاخه‌های فرعی مرتبط به عوامل اصلی ذکر می‌شوند. در این مرحله نیز می‌توان در صورت نیاز علت‌ها را به علت‌های اصلی و فرعی تقسیم‌بندی نمود. نمودارهای پراکندگی برای دقیق‌تر کردن انجام این مرحله ابزار مناسبی هستند. به کمک این گونه نمودارها می‌توان وجود و یا عدم وجود ارتباط بین یک عامل یا مشخصه‌ی کیفی را تحقیق نمود.

6. **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 بررسی‌کننده، می‌توان مهمترین و مؤثرترین علل را شناخت و مورد تحلیل قرار داد. سپس می‌توان با توجه به نوع اثر هر یک از عوامل بر مشخصه‌ی کیفی، راههای بهبود کیفیت و یا جلوگیری از مشکلات را شناسایی نمود و به مورد اجرا گذاشت.

شکل زیر نمونه‌ای از یک نمودار علت و معلول را نشان می‌دهد:



❖ انواع دیگر نمودارهای علت و معلول

آنچه که در بالا به آن اشاره شد، رایج‌ترین نوع نمودار علت و معلول است که تجزیه و تحلیل پراکندگی نیز نامیده می‌شود. علت این نامگذاری توجه به عامل تغییر و وجود پراکندگی در رفتار عوامل مختلف در این نحوه برخورد است. نیروی انسانی، ماشین‌آلات، مواد اولیه و روشها و همواره در حائل تغییرند اگرچه در شرایط مختلف به نظر یکسان می‌رسند.

- تک تک شماری علتها
- تحلیل فرآیند

در این نمودار تمام عواملی که ممکن است فرآیند را تحت تأثیر قرار دهند مشخص شده و روی پیکان‌هایی که از خط مرکزی نمودار منشعب شده است، نوشته می‌شوند. این تفکر آزاد تصویر کاملی از علتها و اثرات را ارائه می‌دهد و هیچ علتی نادیده گرفته نمی‌شود. در این نمودار محدودیت دسته بندی عوامل وجود ندارد، اما این مشکل ممکن است وجود داشته باشد که جدا کردن یکی از علتها از سایرین و مرتبط ساختن آن به مشخصه‌ی کیفی مورد نظر مشکل باشد. شکل زیر نمونه‌ای از این نمودار را نشان می‌دهد که مشکلات ایجاد شده در رابطه با بار مسافر، در یک سفر هوایی را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر هدف بررسی و بالا بردن کیفیت ارائه خدمت در رابطه با بار مسافری است.



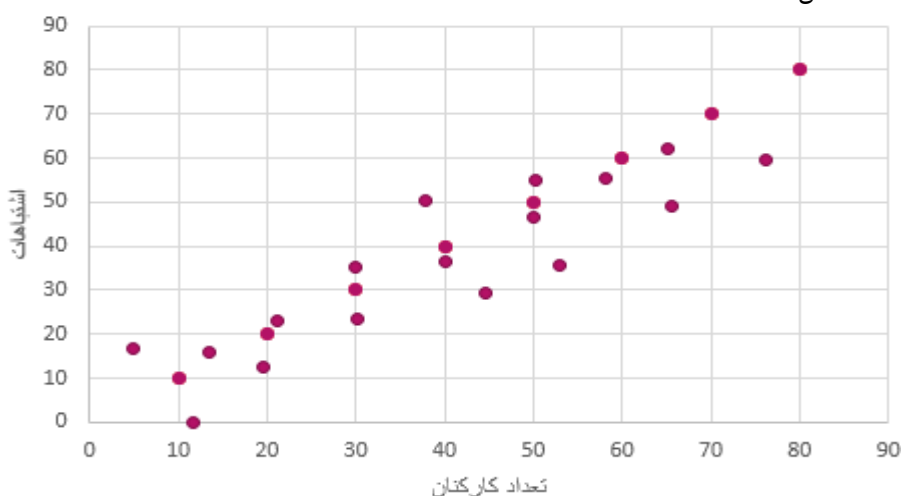
✓ نمودار پراکندگی

نمودار پراکندگی متشکل از گروهی از نقاط است که امکان تعیین همبستگی بین عوامل را فراهم می‌آورد. شکل و الگوی نقاط بیانگر درجه و نوع همبستگی دو متغیر می‌باشد.

✓ مفاهیم اساسی

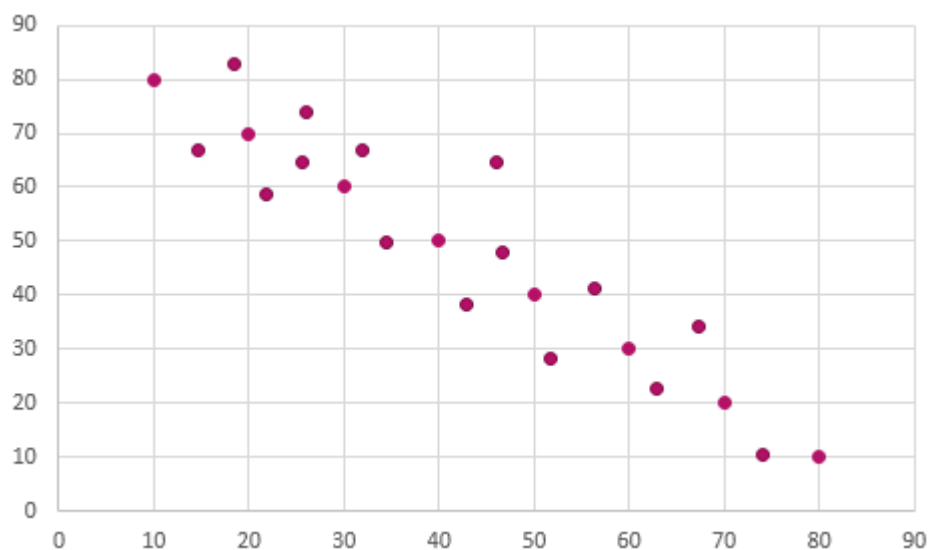
1. **متغیرها:** دو عامل که در نمودار پراکندگی مورد بررسی قرار می‌گیرند، متغیر نامیده می‌شوند. در مثال تایپ، سرعت تایپ روی محور افقی و زمان تایپ روی محور عمودی قرار می‌گیرد.
 2. **علت و معلول:** غالباً رابطه بین دو متغیر یک رابطه علت و معلولی است. به عبارت دیگر تغییر یکی از متغیرها باعث تغییر در متغیر دیگر می‌شود. در این حالت یکی از متغیرها مستقل (علت) تغییر متغیر وابسته و معمولاً قابل کنترل است. و دیگری متغیر وابسته (متغیر معلول است و جز از طریق کنترل متغیر مستقل، قابل کنترل نیست.) می‌باشد.
 3. **همبستگی:** در نمودار پراکندگی، داده‌ها جفت نامیده می‌شوند زیرا هر نقطه در نمودار نشان‌دهنده مقادیر مرتبط به دو متغیر مورد مطالعه است. شکل و جهت نقاط رسم شده، نشان‌دهنده چگونگی همبستگی متغیرها است.
- ✓ **دام علت و معلول:** نکته‌ای که باید بدان دقت نمود آن است که وجود همبستگی بین دو متغیر، همیشه یک رابطه علت و معلولی نیست. در زمان بررسی همبستگی برای اثبات وجود یک رابطه علت و معلولی، باید اطمینان حاصل نمود که یک متغیر از لحاظ منطقی مستقیماً موجب تغییر در متغیر دیگر می‌شود. شکل (1) نشان می‌دهد که چنانچه تعداد کارکنان یک سازمان افزایش یابد تعداد اشتباهاتی که در سازمان رخ خواهد داد، بیشتر می‌شود. ولی این بدان معنا نیست که افزایش تعداد کارکنان علت افزایش تعداد اشتباهات است، زیرا این امر می‌تواند به دلیل وجود متغیرهای دیگر مثل تجربه و حجم کار باشد.

شکل (1)



✓ الگوهای متداول

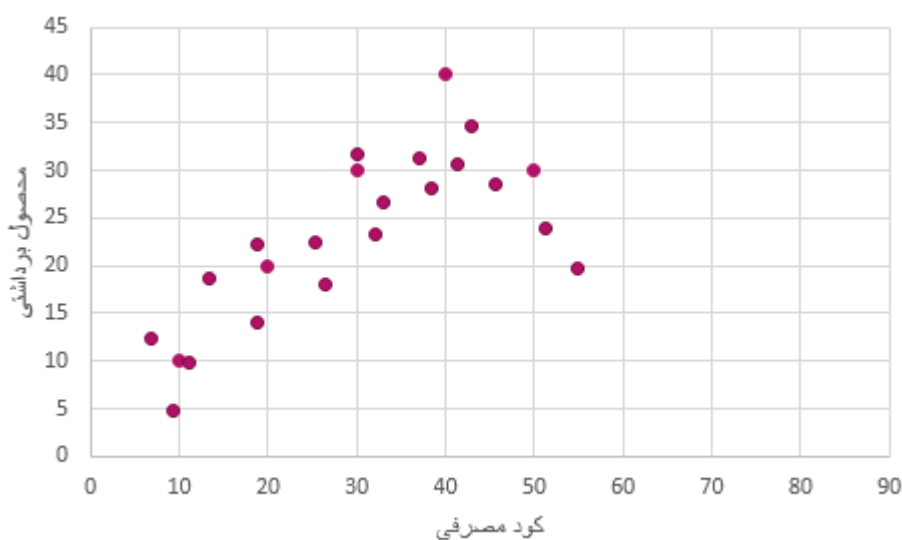
الگوهای خطی: اشکال ساده‌ترین الگوها هستند و به صورت همبستگی مثبت (با افزایش یک متغیر، متغیر دیگر هم افزایش می‌یابد و شیب نقاط رسم شده عموماً به طرف بالا است. شکل (1)) و همبستگی منفی (شیب نقاط رسم شده به طرف پایین است و با افزایش یکی دیگری کاهش می‌یابد. شکل (2))



✓ الگوهای منحنی

همبستگی منحنی نشان می‌دهد که همبستگی متغیرها تا حد معینی در یک جهت است و سپس تغییر می‌کند. اثر یک متغیر تا نقطه معینی ممکن است مثبت باشد و سپس همان اثر منفی شود. شکل (3)

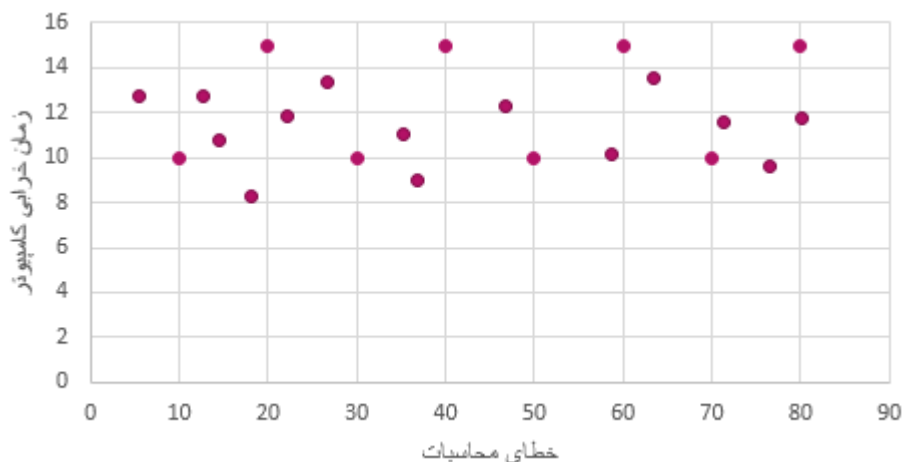
شکل (3)



✓ الگوهای غیر منظم

اگر دو متغیر هیچگونه تأثیری بر همدیگر نداشته باشند، هیچ همبستگی بین آن‌ها وجود نخواهد داشت. در این صورت تغییرات یک متغیر تأثیری بر تغییرات متغیر دیگر ندارد. مانند شکل (4)

شکل (4)



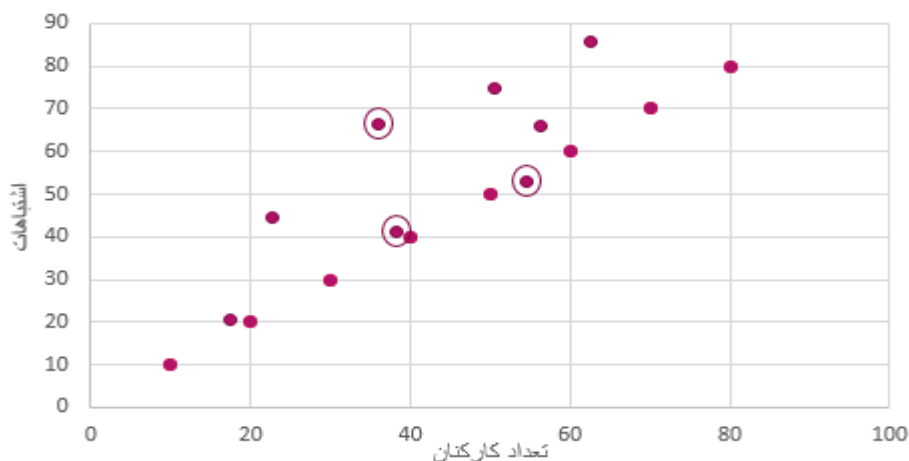
✓ مهم‌ترین کاربرد نمودار پراکندگی

با آگاهی از چگونگی تغییر یک متغیر در اثر تغییر سایر متغیرات، می‌توان رفتار آینده آن را پیش‌بینی نمود. برای مثال با توجه به شکل شماره 3 اگر کود مصرفی 20 کیلوگرم باشد، محصول برداشتی 20 تن خواهد بود.

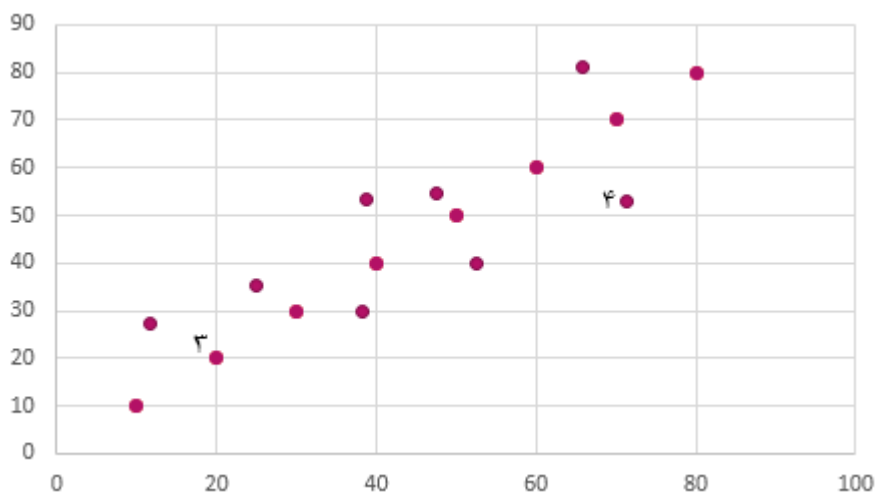
✓ مراحل رسم نمودار پراکندگی

1. جمع‌آوری داده‌ها: به عنوان یک قاعده تجربی بهتر است تعداد داده‌ها بین 30 تا 100 جفت باشد.
2. رسم محورها و نام‌گذاری آن‌ها
3. رسم نقاط در نمودار: اگر چند جفت داده یک نقطه مشابه در نمودار به خود اختصاص بدهند، می‌توان با رسم دایره‌ای کوچک در اطراف آن نقطه، این مسئله را نشان داد. مثل شکل (5) همچنین می‌توان به جای رسم دایره، تعداد تکرار را در کنار آن نوشت. مثل شکل (6).

شکل (5)



شکل (6)



4. رسم خط رگرسیون

هدف از تحلیل رگرسیون حداقل کردن فاصله نقاط از خط رگرسیون در نمودار پراکندگی می‌باشد. روش استفاده شده برای محاسبه خط رگرسیون، روش حداقل کردن مجموع فاصله نقاط از خط رگرسیون است. سه فرمول زیر برای محاسبه این خط مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای رسم، در ابتدا مقدار a و b را از فرمول مربوطه حساب می‌کنیم و سپس دو مقدار X از داده‌ها انتخاب می‌کنیم و در فرمول اول قرار می‌دهیم تا Y_c های آن‌ها را بدست آوریم به این ترتیب دو نقطه برای رسم خط رگرسیون پیدا کرده‌ایم و خط را رسم می‌کنیم. مانند شکل (7)

$$Y_c = a + bX$$

$$b = \frac{\sum XY - n\bar{X}\bar{Y}}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

Y_c = مقدار محاسبه شده متغیر وابسته

X = متغیر مستقل

a = عرض از مبدأ

b = شیب

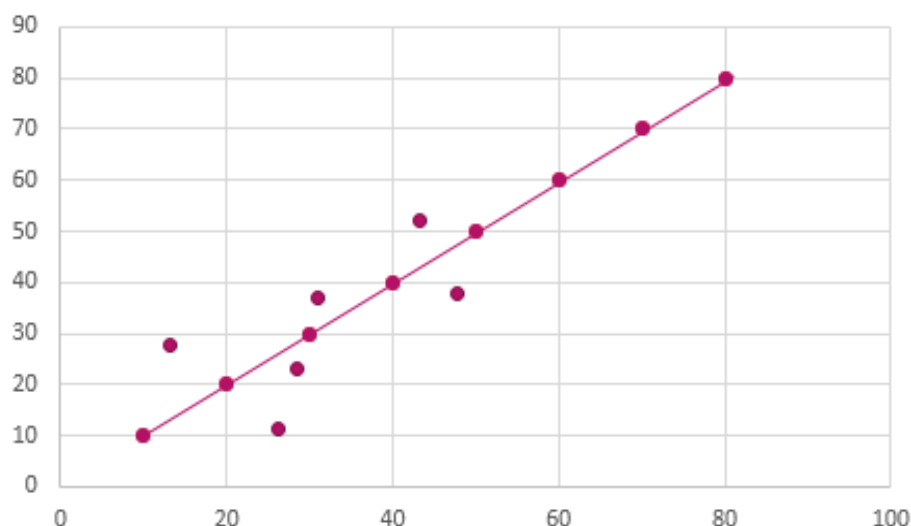
n = تعداد داده‌ها

Y = متغیر وابسته

$\bar{X}$ = میانگین X ها

$\bar{Y}$ = میانگین Y ها

شکل (7)



✓ نمونه‌گیری

خصوصیت اصلی هر نمونه این است که این زیرمجموعه مشخص چگونه گویای جمعیتی است که از آن انتخاب شده است. اگر یک نمونه گویا باشد، نتایج حاصله از نمونه می‌تواند کاملاً نزدیک به نتایجی باشد که در صورت آزمایش تمام جمعیت به دست می‌آمد ولی اگر یک نمونه گویا نباشد نتایج به دست آمده غلط خواهد بود. لازم است که قبل از انجام نمونه‌گیری، جمعیت به دقت تعریف شود. برای آنکه نمونه انتخابی گویای جمعیت مورد نظر باشد، لازم است که داده‌هایی را در مورد مشخصات تعریف شده اعضای یک جمعیت در شرایط مشابه و با روش‌های اندازه‌گیری مشابه جمع‌آوری نمود.

✓ محدودیت‌های عملی

1. پول: آزمایش تمام یک مجموعه، اقتصادی نیست. نه تنها هزینه‌های مالی بلکه هزینه زمان و مواد اولیه نیز مطرح هستند. به عنوان مثال برای بررسی نظر افراد بین 18 تا 25 سال در مورد یک محصول جدید، فرستادن پرسشنامه برای تمام افراد کشور که در این رده سنی قرار دارند، با توجه به هزینه پست، غیراقتصادی است.
2. زمان: بررسی تمام اعضای یک جمعیت معمولاً به زمان زیادی نیاز دارد که گذشته از سایر محدودیت‌ها، ممکن است در اختیار نباشد. به عنوان مثال ممکن است برای حساب‌رسان یک بانک غیرمنطقی باشد که اطلاعات وام همه مشتریان را خلاصه نمایند. زیرا زمان زیادی برای تماس با هر یک از آنان مورد نیاز است. فرستادن درخواست برای تعدادی از مشتریان که به عنوان اجزاء نمونه انتخاب شده‌اند، زمان مورد نیاز را کاهش داده و نتایج ارزشمندی را نیز ایجاد می‌کند.
3. در دسترس بودن: گاهی جمعیت دور از دسترس یا پراکنده است و بررسی تمام آن ممکن نیست. نمونه‌گیری می‌تواند اطلاعات به اندازه کافی دقیق برای تصمیم‌گیری فراهم نماید. به عنوان مثال، اگر یک

شرکت تولیدی بخواهد تحقیقی در مورد نگرش مشتریان خود از طریق نمایندگی‌های فروش خود بنماید، نمایندگان فروش در نقاط جغرافیایی مختلف مستقر هستند و کسب اطلاعات از تمامی آن‌ها مشکل است. با ارسال پرسشنامه‌ها برای تعدادی از نمایندگی‌ها در برخی نواحی، می‌توان ایده‌ای از نگرش مشتریان به دست آورد بدون آنکه با همه نمایندگی‌ها تماس مستقیم برقرار شده باشد.

4. حفظ جمعیت: اگر اجزاء یک جمعیت در صورت انجام آزمایش آسیب ببینند، آشکار است که آزمایش تمام آن‌ها غیرممکن است. مثلاً برای آزمودن دوام لامپ‌های تولید شده در یک خط تولید و به دست آوردن متوسط عمر آن‌ها، بایستی آن‌ها را امتحان کرد. بدیهی است اگر تمام لامپ‌ها مورد آزمایش قرار گیرند چیزی برای فروش باقی نخواهد ماند. با یک نمونه گویا می‌توان نتیجه‌گیری تقریباً دقیقی در مورد کیفیت و دوام لامپ‌ها نمود، بدون آنکه تعداد زیادی از آن‌ها از بین رفته باشد.

✓ روشهای نمونه‌گیری

روش‌های نمونه‌گیری متعددی مورد استفاده قرار می‌گیرد که هر یک نقاط قوت و ضعف مخصوص به خود را دارند و در موارد مختلف برای حل مسائل باید از بین این روش‌ها، مناسب‌ترین را انتخاب نمود. روش‌های اصلی نمونه‌گیری عبارت‌اند از:

1. **نمونه‌گیری توافقی:** فرض کنید بررسی عقیده کارکنان یک مؤسسه نسبت به تغییر یکی از روش‌های کاری براساس 10 نمونه مورد نظر باشد. برای این کار می‌توان عقیده ده نفر اول از کارکنانی که روز سه‌شنبه بعدازظهر بین ساعت 1 تا 3 به کتابخانه مراجعه کنند را سؤال نمود. تغییراتی که براساس این گونه اطلاعات غیرگویا داده می‌شوند، غالباً غلط و مخدوش است.

2. **نمونه‌گیری قضاوتی:** نمونه‌گیری قضاوتی شامل انتخاب اجزایی از جمعیت به عنوان نمونه است، در مثال قسمت قبل اگر تصمیم گرفته شود که از 10 نفر نظر خواهی شود، ممکن است فرد بررسی کننده نظرات 10 نفر از کارکنان را ترجیح دهد و آنان را برای نظرخواهی انتخاب کند. زمانی که این روش مورد استفاده قرار می‌گیرد، بایستی به خاطر داشت نمونه‌هایی که بر اساس قضاوت انتخاب شده‌اند، گاهی نتایج غلط و مخدوشی به دست می‌دهند که به هیچ‌وجه با مشخصات جمعیت تطابق ندارد.

3. **نمونه‌گیری تصادفی:** در نمونه‌گیری تصادفی انتخاب نمونه به نحوی است که همه اعضای جمعیت شانس مساوی برای حضور در نمونه انتخابی داشته باشند. زمانی که نمونه‌گیری تصادفی انتخاب می‌شود، امکان وجود خطا و اشتباه سیستماتیک در اعضای نمونه انتخابی از بین می‌رود.

✓ رایج‌ترین روش‌ها برای انتخاب نمونه‌های تصادفی عبارت‌اند از:

1. **بیرون کشیدن گوی یا نوارهای کاغذی از یک ظرف:** این روش زمانی به کار می‌رود که جمعیت بزرگ نبوده و تعداد آن مشخص باشد. به هریک از اعضاء مجموعه یک شماره اختصاص داده می‌شود. شماره‌های مشابهی روی گوی‌ها یا نوارهای کاغذی نوشته‌شده و در یک ظرف ریخته می‌شود. سپس گوی‌ها یا نوارهای کاغذی به تعداد مورد نظر از ظرف بیرون کشیده شده و شماره آن‌ها ثبت می‌شود. اعضاء متناظر این شماره‌ها در جمعیت، نمونه‌های مورد نظر هستند.

2. **استفاده از جداول اعداد تصادفی:** جدول اعداد تصادفی جدولی از اعداد است که در یک فرایند تصادفی تولید شده‌است. جداول زیادی از اعداد تصادفی در کتاب‌ها و متون آماری وجود دارد. رویه متداول این است که به اعضاء جمعیت به طور متوالی شماره‌ای داده می‌شود. سپس یک نقطه از جدول اعداد تصادفی برای شروع انتخاب

شده و اعداد متوالی تصادفی به تعداد مورد نظر معین می‌شوند به طوری که اعداد تکراری حذف شده باشد. اعداد را می‌توان از چپ به راست یا از بالا به پایین یابرعکس خواند. اعداد تصادفی انتخاب شده بیان کننده اجزای شماره‌گذاری شده از جمعیت هستند.

شکل (1) بخشی از یک جدول اعداد تصادفی را نشان می‌دهد. اگرچه اعداد تصادفی شش رقمی هستند، می‌توان حداکثر به تعداد رقم‌های شماره‌های اختصاص داده شده به جمعیت، ارقام را در نظر گرفت و از سایر ارقام صرف نظر نمود. اگر تعداد اجزاء جمعیت توانی از 10 باشد، از تعداد ارقام حداکثر جمعیت منهای یک استفاده می‌شود. بدین طریق نیازی به حذف هیچ‌یک از اعداد تصادفی نیست.

شکل شماره (1)

494792	747792	176361	424859	367678	572435	626562	221086
128138	158383	673924	174510	344183	315809	347391	314728
874732	599276	444533	371110	431481	560098	576751	761640
442568	944648	792054	840479	839450	944360	658935	292987
172064	874749	191802	972504	839921	697935	756558	914953
184292	845085	398132	737707	780898	361255	461799	112408
758569	841728	213027	665541	800794	503589	897007	509571
865564	265012	364315	849129	679558	570765	681952	859097
364338	696239	220930	523431	537161	163484	551908	994407
416969	173336	186521	267467	593925	961815	514797	851577
808103	296691	258285	351412	666545	524530	974315	396773
706961	372632	238955	764024	712789	568934	763876	202812
140382	421212	586910	863846	132119	672916	934823	157631
103177	615188	114512	896815	208959	969413	985854	437961
848560	788136	554344	700537	571639	255966	341936	598147
133678	451582	366650	565198	479896	749889	977164	679665
806230	407756	482728	331105	362658	309382	165313	733334
491832	798772	856654	699999	438958	773825	134616	696353
799196	807837	281908	699186	400555	365378	765091	628432
468197	589801	675054	929494	607462	887178	891658	790791
144668	706921	168530	601088	556128	647800	882640	986097
741190	988933	492190	601937	518190	324011	322756	203720
446458	586599	791944	797036	383792	788158	110082	628282
233816	752481	503324	453138	513566	896966	946202	964014
884936	636564	338353	218241	955359	623344	594770	612872
432319	924996	145317	485594	979346	187897	417075	748563
618962	311922	164322	250428	253884	163096	852594	461859
484453	171801	294181	736087	404453	607327	657781	884959
277381	715336	437946	263746	137357	242023	415411	710308

در مثال قبل اگر نظرخواهی از 10 نفر مورد نظر بوده و تعداد کار کارکنان 100 نفر باشد، به هر کارمند، عددی از 1 تا 100 اختصاص داده می‌شود. فرض کنید اعداد تصادفی مطابق شکل شماره (2) از جدول به دست آمده باشد. 2 رقم سمت راست هر عدد تصادفی ثبت می‌شوند.

شکل شماره (2)

عدد تصادفی	عدد ثبت شده
879559	59
497565	65
484559	59
586260	60
818690	90
406680	80
542360	60
287019	19
998403	3
492846	46

3. رویه‌های انتخاب تصادفی به کمک کامپیوتر

از آنجا که اعداد تصادفی غالباً به وسیله کامپیوتر تولید می‌شوند امکان آن وجود دارد که این فرایند به طور کامل کامپیوتری شود. از کامپیوتر می‌توان برای تولید اعداد تصادفی به تعداد مورد نظر استفاده کرد.

✓ تعیین اندازه نمونه

بایستی اندازه نمونه به گونه‌ای انتخاب شود که رابطه بین هزینه‌های جمع‌آوری داده‌ها و دقت لازم برای تصمیم‌گیری را بهینه نمایند. سه عامل در صحت درستی نتایج به دست آمده مؤثرند که این سه عامل در محاسبه اندازه نمونه به کار گرفته می‌شود:

1. **اندازه جمعیت:** فرمول‌های مختلفی برای تعیین اندازه مناسب نمونه بر اساس محدود یا نامحدود بودن جمعیت وجود دارد. فرمول‌هایی که با فرض نامحدود بودن جمعیت کاربرد دارند بسیار ساده‌تر هستند اما استفاده از این فرمول‌ها برای حالاتی که جمعیت محدود است اندازه نمونه را بیش از آنچه در یک سطح از دقت لازم است به دست می‌دهد.
2. **دقت مورد نیاز:** سطح دقت فاصله‌ای را نشان می‌دهد که انتظار می‌رود مقدار واقعی مشخصه‌ی مورد سنجش در جمعیت بالاتر یا پایین‌تر از مقدار تخمین زده شده قرار داشته باشد. در مورد سطح دقت مورد نیاز بایستی تصمیم‌گیری شود و محدوده خطای قابل قبول در تخمین مشخص شود. به عنوان مثال آیا لازم است دقت به آن اندازه باشد که نسبت واقعی جمعیت با درصد نمونه بیش از 10 درصد اختلاف نداشته باشد؟
3. **قابلیت اعتماد:** سطح اعتماد مناسب به مقدار ریسکی بستگی دارد که در استفاده از نتایج نمونه و تعمیم آن به کل جمعیت پذیرفته شود. آیا احتمال هفتاد و پنج درصد برای آنکه مقدار واقعی جمعیت در محدوده خطای تعیین شده از مقدار تخمین قرار داشته باشد، قابل پذیرش است؟

