

اطمینان از اعتبار نتایج

با استفاده از نرم افزار مینی تب

گرد آوری: محمد قائمی



سخن گردآورنده:

تضمین کیفیت، نظارت و ارزیابی منظم و برنامه‌ریزی شده جنبه‌های گوناگون یک پروژه، سرویس، سیستم یا وسیله است که احتمال رعایت حداقل‌های استاندارد کیفیت در فرایند تولید را به حداکثر می‌رساند.

تضمین کیفیت راهی برای جلوگیری از خطا و اشکالات احتمالی پیش آمده در هنگام تحویل محصولات یا ارائه خدمات به مشتری است که طبق الزامات استاندارد ISO 9001 قسمتی از مدیریت کیفیت کالا در جهت ایجاد اطمینان از انجام الزامات کیفی است. این نوع از جلوگیری از خطا با کنترل کیفیت متفاوت است زیرا در مراحل قبل تر انجام می‌شود.

عبارات تضمین کیفیت و کنترل کیفیت اغلب بصورت جایگزین بکار می‌روند و بر اطمینان از کیفیت محصول یا خدمات دلالت دارند. تضمین کیفیت عبارت است از نظارت و ارزیابی در حالیکه لغت کنترل به معنی پنجمین مرحله از مراحل تعریف، اندازه‌گیری، تحلیل، توسعه، کنترل در مدل (DMAIC) است.

تضمین کیفیت شامل اقدامات اجرایی در یک سیستم کیفی است که اهداف محصول، خدمات یا فعالیت‌ها را انجام پذیر می‌کند. اندازه‌گیری سیستماتیک، مقایسه با استاندارد، بازرسی روند‌ها و بازخوردها که جهت جلوگیری از خطا انجام می‌شود. این می‌تواند تفاوت تضمین کیفیت با کنترل کیفیت باشد، که بر روی خروجی روندها تمرکز دارد.

دو اصلی که تضمین کیفیت شامل آن‌ها است: «مناسب برای هدف» - محصول باید برای هدف تعیین‌شده مناسب باشد؛ و «درست بار اول» - اشتباهات باید برطرف شوند. تضمین کیفیت شامل تنظیم کیفیت مواد خام، هم‌گذاری‌ها، محصولات و اجزاء، خدمات مرتبط با تولید و مدیریت و همچنین تولید و بازرسی فرایندها است. وظیفه‌ی مهندس کارا بودن در بار اول است در حالیکه وظیفه‌ی تضمین کیفیت کارایی در تمام اوقات است.

کیفیت توسط کاربران محصول، ارباب رجوع یا مشتریان، و نه جامعه به‌طور کلی، بدست می‌آید. محصولات قیمت پایین را در صورتی می‌توان به عنوان کیفیت بالا در نظر گرفت که کاربران محصول آن‌ها را اینطور یافته باشند.

آمار را علم طبقه بندی دیتاها و اطلاعات، علم تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر منطق، برنامه‌ریزی‌های دقیق و علم توصیف و تبیین آنچه از مشاهدات می‌توان فهمید توصیف می‌کنند.

آمار را می‌توان علم و هنر جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها دانست به طوری که در نهایت بتوان آنچه استخراج شده است را تفسیر و استنباط کرد.

امروزه به ندرت می‌توان بدون استفاده از تحلیل آماری اقدام به تفسیر و تحلیل نتایج به دست آمده از تحقیقات و پژوهش‌های علمی کرد.

در این مدرک سعی بر این شده است که با ارائه روش‌های آماری معتبر و مناسب، تجزیه و تحلیل فعالیت‌های تضمین کیفیت را به بهترین نحو و بالاترین اعتماد انجام داد، از این رو نحوه انجام تحلیل‌های آماری در نرم‌افزار مینی‌تب به همراه فرمول‌های اصلی تشریح شده است.

محمد قائمی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان	ردیف
۲	۱ مقدمه
۲	۱-۱ تعاریف
۸	۲-۱ کاربرد آمار
۱۵	۳-۱ انواع خطا
۱۹	۲ کلیات
۲۰	۱-۲ الزامات استاندارد ۱۷۰۲۵
۲۱	۲-۲ کنترل کیفیت داخلی و خارجی
۲۱	۳-۲ برنامه اطمینان از اعتبار نتایج
۲۲	۴-۲ ارزیابی داده های حاصل از فرآیند اطمینان از اعتبار نتایج
۲۲	۵-۲ توزیع داده ها
۲۶	۶-۲ فواصل اطمینان
۳۰	۷-۲ نقاط خارج افتاده
۳۸	۳ اطمینان از اعتبار نتایج داخلی
۳۹	۱-۳ پایداری فرآیند
۴۹	۲-۳ قابلیت تجهیزات اندازه گیری
۵۲	۳-۳ ضریب همبستگی
۵۴	۴-۳ خطی بودن
۵۸	۵-۳ مقایسات
۷۴	۶-۳ تجزیه و تحلیل واریانس ها ANOVA
۸۱	۷-۳ آزمون مربع خی
۸۴	۴ اطمینان از اعتبار نتایج بیرونی

۸۵	.....	مقدمه	۱-۴
۸۵	.....	مقایسات بین آزمایشگاهی	۲-۴
۸۵	.....	برنامه ریزی مقایسات بین آزمایشگاهی	۳-۴
۸۵	.....	گروه کاری	۴-۴
۸۶	.....	طراحی اولیه مطالعات بین آزمایشگاهی	۵-۴
۸۶	.....	مواد یا نمونه های بکار رفته	۶-۴
۸۷	.....	تحلیل آماری	۷-۴
۹۲	.....	آزمون مهارت تخصصی	۸-۴
۹۵	.....	تمارین	
۱۰۶	.....	مراجع	
۱۰۷	.....	پیوست الف: آشنایی با نرم افزار مینی تب	
۱۱۳	.....	پیوست ب: نمودارهای کنترلی	
۱۱۸	.....	پیوست ج: جداول آماری	

فصل اول

مقدمه

۱- مقدمه

فرایند اندازه گیری، فرایندی تولیدی است که محصول آن، ارقام است. داشتن چنین دیدگاهی نسبت به فرایند اندازه گیری بسیار مفید است. زیرا با این دیدگاه، نه فقط تجهیزات مورد استفاده در اندازه گیری، بلکه کلیه پارامترهای تاثیرگذار بر این فرایند مانند اپراتورها، تغییرات محیط و غیره نیز جزء عوامل بالقوه خطا محسوب می شوند. نتایج آزمون ها مبنایی هستند که تصمیمات اقتصادی، اکولوژیکی و قانونی بر مبنای آنها اتخاذ می شوند لذا نتایج باید دارای یک کیفیت مشخص باشند :

درستی

عدم قطعیت شناخته شده قابل مقایسه با سایر اندازه گیری ها

دقت

هدف کلی اطمینان از اعتبار نتایج حصول اطمینان از این مطلب است که نتایج دارای دقت و درستی کافی می باشند.

۱-۱ تعاریف

۱-۱-۱ کمیت

خصیصه یک پدیده، یک جسم یا یک ماده که بتوان اندازه آن را به شکل یک عدد یا مرجع بیان کرد.
مانند: طول، بار الکتریکی، حجم و

۱-۱-۲ اندازه گیری

فرآیند تعیین یک یا چند مقدار کمیت که بطور تجربی و مستدل بتوان آن را به کمیت نسبت داد.
مانند تعیین مقاومت هادی، مقاومت عایقی، ازدیاد طول و یک سیم

۱-۱-۳ اندازه ده

کمیت مورد نظر برای اندازه گیری

۱-۱-۴ درستی اندازه گیری

نزدیکی بین مقدار کمیت اندازه گیری شده و مقدار کمیت واقعی از یک اندازه ده

۱-۱-۵ صحت اندازه گیری

نزدیکی بین میانگین حاصل از تعداد نامتناهی از مقادیر کمیت اندازه گیری شده تکراری و مقدار کمیت مرجع

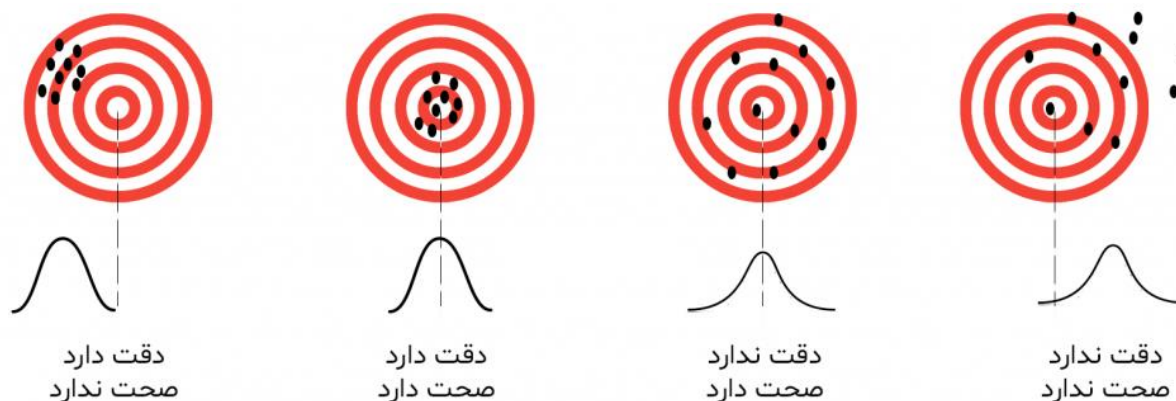
۱-۱-۶ دقت اندازه گیری

نزدیکی بین مقادیر کمیت اندازه گیری شده حاصل تکرار اندازه گیری ها روی همان نمونه

یادآوری ۱- دقت اندازه گیری معمولا به صورت عددی و بر حسب عدم دقت تحت شرایط اندازه گیری خاص بیان می شود. مانند انحراف معیار، واریانس

یادآوری ۲- دقت اندازه گیری برای تعریف تکرارپذیری اندازه گیری، دقت میانی و تجدید پذیری اندازه گیری به کار می رود.

یادآوری ۳- دقت اندازه گیری به مفهوم درستی اندازه گیری نمی باشد.



شکل ۱-۱ صحت و دقت

انحراف از میانگین یا انحراف استاندارد روشی جهت توصیف دقت و محاسبه خطاهای تصادفی می باشد. دقت انجام یک آزمون یا کالیبراسیون را می توان از طریق تکرار آزمون که در شرایط یکسان انجام شده اند بدست آورد.

یادآوری: در برآورد درستی یک روش اندازه گیری، بهتر است هر نتیجه آزمون (Y)، مجموع سه مؤلفه فرض شود.

$$Y=M+B+e$$

که در آن، برای یک نمونه آزمون خاص:

m میانگین کل (امید ریاضی)

B مؤلفه اربیبی آزمایشگاه تحت شرایط تکرارپذیری

e خطای تصادفی در هر اندازه گیری تحت شرایط تکرارپذیری

۱-۱-۷ عدم قطعیت اندازه گیری

پارامتر غیرمنفی که پراکندگی مقادیر کمیت را که بر اساس اطلاعات مورد استفاده، منطقی می توان به اندازه ده نسبت داد.

یادآوری ۱- عدم قطعیت اندازه گیری می تواند در بر گیرنده مؤلفه های ناشی از آثار سیستماتیک، عدم قطعیت تعریفی و حاصل از استاندارد های اندازه گیری باشد، گاهی اوقات مؤلفه های سیستماتیک برآورد شده تصحیح نمی شوند و مؤلفه ی آن در عدم قطعیت گنجانده می شود.

یادآوری ۲- برای مثال پارامتر می تواند انحراف استاندارد اندازه گیری (یا مضربی از آن) که عدم قطعیت استاندارد نامیده می شود، باشد.

یادآوری ۳-عدم قطعیت اندازه گیری عموماً از مولفه های زیادی تشکیل می شود. برخی از این مولفه ها را می توان از طریق ارزیابی نوع A عدم قطعیت اندازه گیری از روی توزیع آماری مقادیر حاصل از یک سری اندازه گیری ها ارزیابی کرده و با انحراف معیارها مشخص نمود. مولفه های دیگر که آن ها را نیز می توان با انحراف معیارها مشخص کرد، از طریق ارزیابی نوع B عدم قطعیت اندازه گیری از روی توابع چگالی احتمال که بر پایه تجربه یا اطلاعات دیگر است، ارزیابی می شوند.

۱-۱-۸ انحراف استاندارد

پراکندگی نتایج حاصل از تکرار اندازه گیری یک اندازه ده

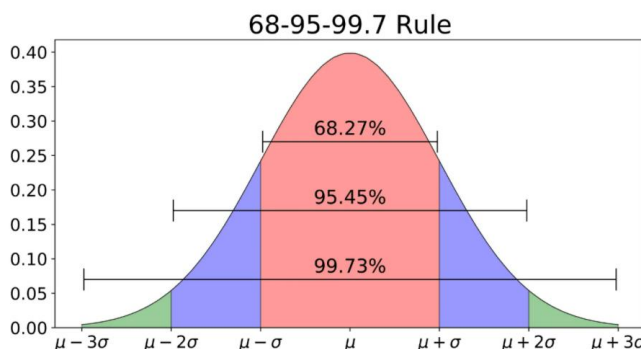
مفیدترین معیار از پراکندگی، که تمام مقادیر را بکار می گیرد، انحراف استاندارد (معیار) است که از طریق فرمول زیر محاسبه

$$S = \frac{\sqrt{\sum_i (X_i - \bar{X})^2}}{(n-1)}$$

می شود:

در این فرمول \bar{X} مقدار میانگین بوده که از جمع نتایج تمام اندازه گیری ها و تقسیم آن به تعداد سنجش ها (تکرار آزمون ها) مطابق فرمول زیر بدست می آید:

$$\bar{X} = \sum_i X_i/n$$



شکل ۱-۲ توزیع نتایج

معمولاً انحراف استاندارد برای بیان دقت بکار می رود انحراف استاندارد بالا به معنی دقت پایین می باشد.

مثال ۱- میانگین و انحراف استاندارد نتایج زیر را محاسبه کنید.

X_i	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$
۱۰/۰۸	-۰/۰۲	۰/۰۰۰۴
۱۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۰۰۰۱
۱۰/۰۹	-۰/۰۱	۰/۰۰۰۱
۱۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۰۰۰۰

	۱۰/۱۲	۰/۰۲	۰/۰۰۰۴
جمع	۵۰/۵۰	.	۰/۰۰۱۰

$$\bar{X} = \sum_i Xi/n = 50.50/5 = 10.10 \text{ ml}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_i (Xi - \bar{X})^2}{(n-1)}} = \sqrt{\frac{0.001}{4}} = 0.0158 \text{ ml}$$

لازم به یادآوری است که نتیجه $\sum (Xi - \bar{X})$ همیشه برابر با صفر است.

۱-۸-۱-۱ محاسبه انحراف استاندارد به وسیله مینی تب

۱- Stat \ Basic statistics \ display descriptive statistics

۲- نام ستون حاوی داده ها را در قسمت columns in Samples وارد میکنیم.

۳- در قسمت statistics مشخصه های مورد نظر را انتخاب میکنیم.

۴- دکمه ok را می زنیم.

Statistics

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Variance	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
C1	5	0	10.100	0.00707	0.0158	0.00025	10.080	10.085	10.100	10.115	10.120

۱-۹-۱ شاخص های دقت

از انحراف استاندارد جهت توصیف نمودن دقت استفاده می شود و می توان به صورت های زیر آن را بکار برد:

-انحراف استاندارد

-حدود دو و سه انحراف استاندارد، 2s و 3s

-معیار دیگری از پراکندگی که بطور گسترده بکار می رود، ضریب تغییرات (CV) است که به عنوان انحراف معیار نسبی (RSD) نیز شناخته می شود و مقدار آن $100S/\bar{X}$ با بیان می گردد.

$$100S/\bar{X} = (RSD) = \text{ضریب تغییرات (CV) = انحراف معیار نسبی}$$

۱-۱۰-۱ تکرار پذیری

نزدیکی میان نتایج اندازه گیری های پیاپی که تحت شرایط یکسان اندازه گیری روی اندازه ده انجام می شود. شرایط تکرارپذیری اندازه گیری:

- روش اجرایی اندازه گیری یکسان

-پراتور یکسان

-سیستم اندازه گیری یکسان

-شرایط عملیاتی یکسان

- مکان یکسان

تکرارپذیری را می توان به صورت کوتاه مدت برای مثال تکرار آزمون در یک روز یا تکرارپذیری بلند مدت در طی چندین روز بیان کرد که دقت تحت شرایط تکرار است. یادآوری ۱: تکرار پذیری را بعضی اوقات دقت "درون اجرا" یا "درون بچ" یا "درون آزمون" نیز می نامند.

۱-۱-۱۱ تجدید پذیری

نزدیکی میان نتایج اندازه گیری هایی که تحت شرایط تغییر یافته اندازه گیری روی همان اندازه ده انجام می شود.

یادآوری ۱: بین تکرار پذیری و تجدید پذیری، دقت میانی یا تجدید پذیری میانی (درونی) نیز وجود دارد که هنگامی که اندازه گیری ها در یک آزمایشگاه تک و تحت شرایط تغییر پذیر تر از تکرار پذیری انجام شود.

یادآوری ۲: تجدید پذیری به تغییر بین آزمایشگاه ها با استفاده از متد یکسان اشاره می کند، همچنین ممکن است به روش های متفاوت به قصد اندازه گیری یک کمیت مشخص بکار رود.

۱-۱-۱۲ حد تکرار پذیری

مقداری که اختلاف بین دو نتیجه اندازه گیری مستقل که تحت شرایط تکرارپذیر به دست آمده به احتمال ۹۵٪ پایین تر از آن قرار دارد.

حد تکرار پذیری، ۲.۸ برابر انحراف استاندارد تکرارپذیری است.

یادآوری: محاسبه حد دقت از انحراف استاندارد بدست می آید، حد دقت به تجزیه گر کمک می کند تا در مورد این که آیا بین نتایج آنالیز های دوبار تکرار از یک نمونه به دست آمده تحت شرایط معین، اختلاف معناداری در سطح اطمینان معین وجود دارد یا خیر، تصمیم گیری کند. حد تکرار پذیری (۲) به شکل زیر محاسبه می شود:

$$r = \sqrt{2} \times t \times Sr$$

در اینجا $\sqrt{2}$ بیانگر اختلاف بین دو اندازه گیری، t ، مقدار t ی استیودنت دو دنباله برای تعداد معینی از درجات آزادی (که به تخمین Sr مربوط می باشد) در سطح اطمینان ۹۵٪، تقریباً ۲ است، بدین ترتیب حد تکرار پذیری اغلب به صورت زیر بیان می شود:

$$r=2.8 \times Sr$$

۱-۱-۱۳ حد تجدید پذیری

مقداری که اختلاف بین دو نتیجه اندازه گیری مستقل که تحت شرایط تجدید پذیر به دست آمده به احتمال ۹۵٪ پایین تر از آن قرار دارد.

حد تجدید پذیری، ۲.۸ برابر انحراف استاندارد تجدید پذیری است که مقدار انحراف استاندارد تکرارپذیری را نیز شامل می شود.

یادآوری: معمولاً استاندارد های آزمون (برای مثال، اسناد ایزو) در جایی که عملی باشد، داده های مربوط به حد تکرار پذیری و حد تجدید پذیری را نیز ارائه می کند.

۱-۱-۱۴ بایاس یا اریبی

تفاوت بین میانگین نتایج مشاهده شده و مقدار مرجع یا توافقی.

مقدار مرجع می تواند یک استاندارد مرجع (مانند مقاومت استاندارد با مقدار معلوم) یا ماده مرجع گواهی شده (مانند بافرها) باشد یا توسط اندازه گیری توسط چندین آزمایشگاه منتخب بدست آمده باشد.

بایاس عموماً به عنوان تخمینی از درستی (accuracy) به کار می رود، از آنجا که درستی می تواند در متون و یا کاربردهای مختلف معانی گوناگونی دارد بکارگیری آن برای تعریف درستی توصیه نمی شود.

مثال ۲- برای محاسبه میزان بایاس یک اهم متر، مقدار مقاومت یک جعبه مقاومت مرجع ۱۰ بار اندازه گیری شده است. (مقدار مقاومت مرجع ۱۵ اهم است)

۱۴.۵	۱۵	۱۴.۹	۱۵	۱۴.۸
۱۴.۸	۱۵	۱۴.۹	۱۴.۹	۱۵

میانگین کل برابر است با:

$$\bar{X} = \sum_i Xi/n = 148.8/10 = 14.88$$

مقدار مرجع- میانگین مقادیر مشاهده شده = گرایش

$$\text{گرایش} = |15 - 14.88| = 0.12$$

۱-۱-۱۵ اریبی آزمایشگاهی

اختلاف بین نتایج مورد انتظار آزمون یک آزمایشگاه مشخص و مقدار مرجع پذیرفته شده.

۱-۱-۱۶ اریبی روش اندازه گیری

اختلاف بین نتایج مورد انتظار آزمون بدست آمده از تمام آزمایشگاه ها با استفاده از یک روش و یک مقدار مرجع پذیرفته شده.

۱-۱-۱۷ مقایسه بین آزمایشگاهی (Interlaboratory Comparison):

سازماندهی، اجرا و ارزیابی اندازه گیری ها یا آزمون ها، مطابق با شرایط از پیش تعیین شده، برای اقلام یکسان یا مشابه، توسط دو یا چند آزمایشگاه.

۱-۱-۱۸ مقایسه درون آزمایشگاهی (Intralaboratory Comparison):

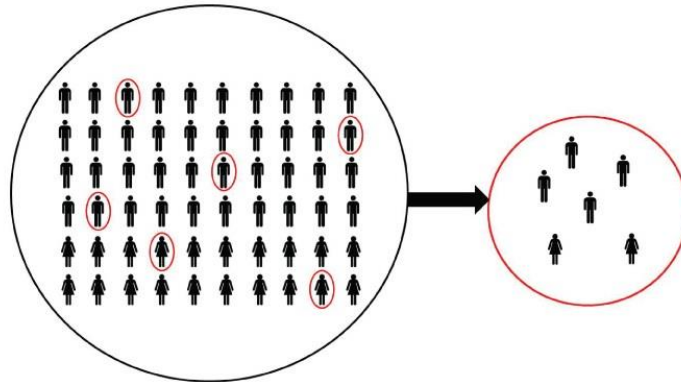
سازماندهی، اجرا و ارزیابی اندازه گیری های یا آزمون ها، مطابق با شرایط از پیش تعیین شده، برای اقلام یکسان یا مشابه، توسط یک آزمایشگاه.

۱-۱-۱۹ آزمون مهارت (proficiency testing) :

ارزیابی عملکرد مشارکت کننده بر اساس معیارهای از پیش تعیین شده به روش مقایسه های بین آزمایشگاهی؛

۲-۱ آمار

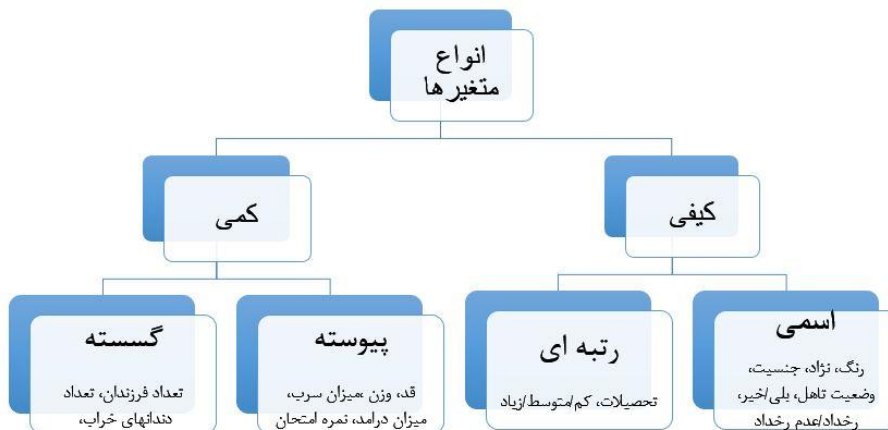
۱-۲-۱ جامعه و نمونه



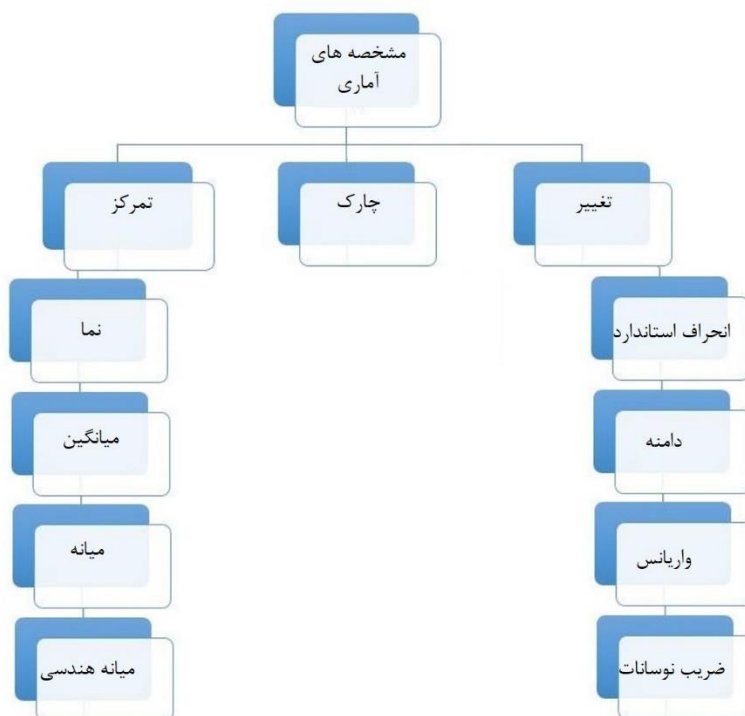
شکل ۱-۳ جامعه و نمونه

مثال-تمام ۸۰ میلیون نفر جمعیت ایران یک جامعه است و هر کسری از آن یک نمونه خواهد بود.

۱-۲-۳ انواع متغیرها



شکل ۱-۴ انواع متغیر

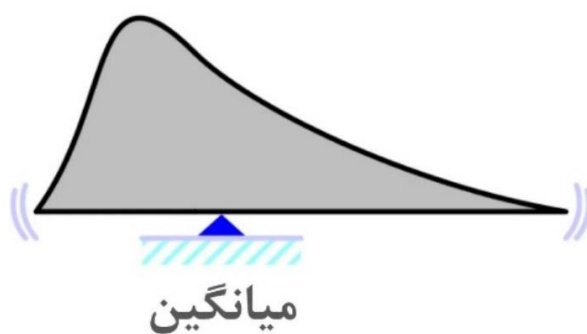


شکل ۱-۵ مشخصه های آماری

۵-۲-۱ معیارهای تمرکز

۱-۵-۲-۱ مقدار میانگین

مقدار میانگین از جمع نتایج تمام اندازه گیری ها و تقسیم آن به تعداد سنجش ها بدست می آید.



شکل ۱-۶ مقدار میانگین

$$\bar{X} = \sum_i X_i/n$$

مقدار میانگین \bar{X}

تعداد سنجش ها n

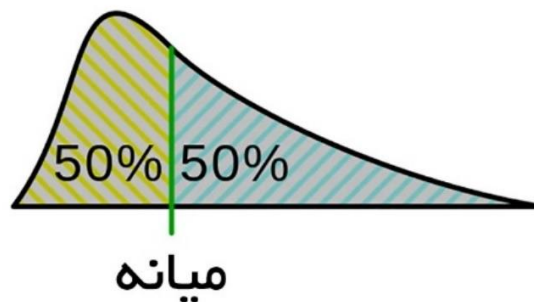
۲-۵-۲-۱ مقدار واقعی یا مقدار مرجع پذیرفته شده μ

به ندرت میتوان مقدار واقعی را در آزمون ها تعیین کرد. بنابراین به جای این مقدار، از مقدار مرجع پذیرفته شده استفاده می شود. مقدار مرجع پذیرفته شده، مقدار توافق شده ای است که برای مقایسات مورد استفاده قرار میگیرد. انواع آن به شرح زیر است

- (a) مقداری تئوریک بر اساس اصول علمی به عنوان مثال فشار اتمسفر در سطح دریا
- (b) مقدار گواهی شده براساس فعالیتهای تجربی بعضی سازمانهای ملی و بین المللی به عنوان مثال مقادیر گواهی شده مواد مرجع
- (c) مقدار گواهی شده و مورد توافق بر اساس مقایسات بین آزمایشگاهی
- (d) در شرایطی که نتوان موارد a ، b و c را تعیین کرد، از مقدار مورد انتظار از کمیت مورد اندازه گیری، (میانگین ریاضی جامعه) استفاده میشود.

۳-۵-۲-۱ Median میانه

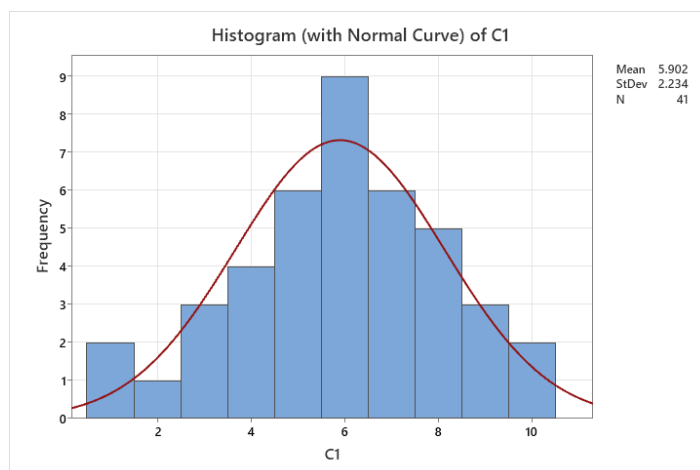
یکی از سنجشهای گرایش به مرکز است و عددی است که یک جمعیت آماری یا یک توزیع احتمالی را به دو قسمت مساوی تقسیم می کند. یکی از مزیت های مهم میانه نسبت به میانگین این است که میانه از اعداد بسیار بزرگ و بسیار کوچک مجموعه اندازه ها متأثر نمی شود.



شکل 7-۱ میانه

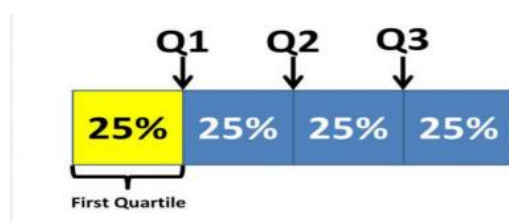
در یک مجموعه داده های مرتب شده، میانه، عدد وسط مجموعه میباشد.

اگر n یا N فرد باشد، میانه، عدد وسط مجموعه میباشد.



۱-۲-۵-۵ چارک quarter

در آمار توصیفی به هر یک از سه مقداری که یک مجموعه از داده‌های مرتب را به چهار بخش مساوی تقسیم می‌کند چارک گفته می‌شود. به این صورت هر کدام از آن بخش‌ها یک‌چهارم از نمونه یا جمعیت را به نمایش می‌گذارد.



شکل ۱-۹ چارک

مثال ۴:

داده‌ها: ۶، ۴۷، ۴۹، ۱۵، ۴۲، ۴۱، ۷، ۳۹، ۴۳، ۴۰، ۳۶
 داده‌های مرتب شده (آماره ترتیبی): ۶، ۷، ۱۵، ۳۶، ۳۹، ۴۰، ۴۱، ۴۲، ۴۳، ۴۷، ۴۹

Q1=15

Q2=40

Q3=43

۱-۲-۵-۵-۱ محاسبه چارک به وسیله مینی تب

۱- Stat \ Basic statistics \ display descriptive statistics

۲- نام ستون حاوی داده‌ها را در قسمت columns in Samples وارد می‌کنیم.

۳- در قسمت statistics مشخصه‌های مورد نظر را انتخاب می‌کنیم.

۴- دکمه ok را می‌زنیم.

Statistics

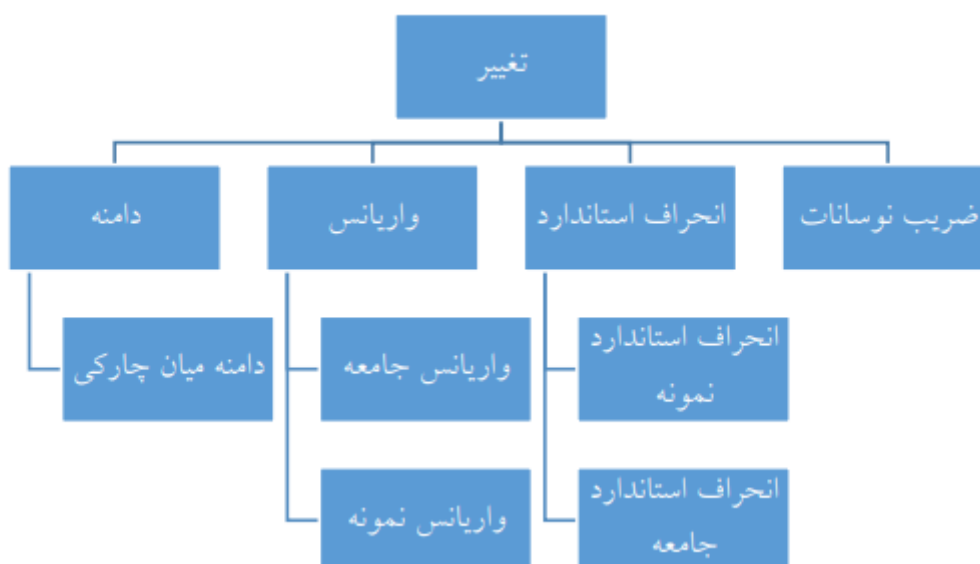
Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
C1	11	0	33.18	4.79	15.87	6.00	15.00	40.00	43.00	49.00

مقدار median برابر با Q2 است.

۱-۲-۵-۶ دهک Decile

در آمار توصیفی، دهک‌ها مقادیری هستند که تابع توزیع تجمعی داده را به ده قسمت مساوی تقسیم می‌کنند.

۱-۲-۶ مشخصه های تغییر



شکل ۱-۱-۱۰ مشخصه های تغییر

۱-۲-۶-۱ واریانس Variance

واریانس عددی است که نشان می‌دهد چگونه یک سری داده حول مقدار میانگین پخش می‌شوند. هر چه مقدار واریانس بزرگتر باشد گستردگی داده ها بیشتر است.

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}$$

جامعه

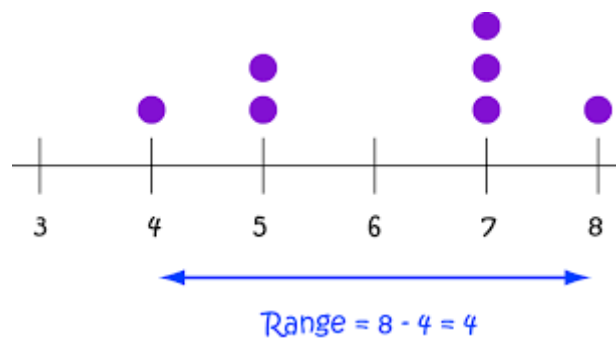
$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

نمونه

۲-۶-۲-۱ گستره range

اختلاف بین بزرگترین داده و کوچکترین داده در یک توزیع مشخص می باشد.

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$



شکل ۱-۱۱ گستره

یادآوری: گستره یکی از بهترین شاخص های پراکندگی برای داده های با حجم کم است ولی در عین حال اشکال آن این است که تنها دو داده در آن نقش دارند و بقیه داده ها نادیده گرفته شده اند و در نتیجه پراکندگی را به طور کامل مشخص نمی کند. اگر داده های پرتی وجود داشته باشند دامنه معیار درستی از پراکندگی به ما نخواهد داد. برای مثال در دو مجموعه داده ی $A = \{1, 2, 5, 3, 12, 9, 3003\}$ و $B = \{3, 3005, 2990, 3001, 3003\}$ دامنه برابر با ۳۰۰۲ است ولی داده های مجموعه ی اول غالباً زیر ۱۰ و داده های مجموعه ی دوم حول ۳۰۰۰ هستند.

۳-۶-۲-۱ انحراف معیار نسبی Relative Standard Deviation

از تقسیم انحراف معیار بر مقدار میانگین به دست می آید.

$$RSD = \frac{S}{\bar{X}}$$

۴-۶-۲-۱ ضریب نوسانات Coefficient of Variation

مقیاسی برای تغییرات نسبی

همیشه به صورت درصد بیان میشود

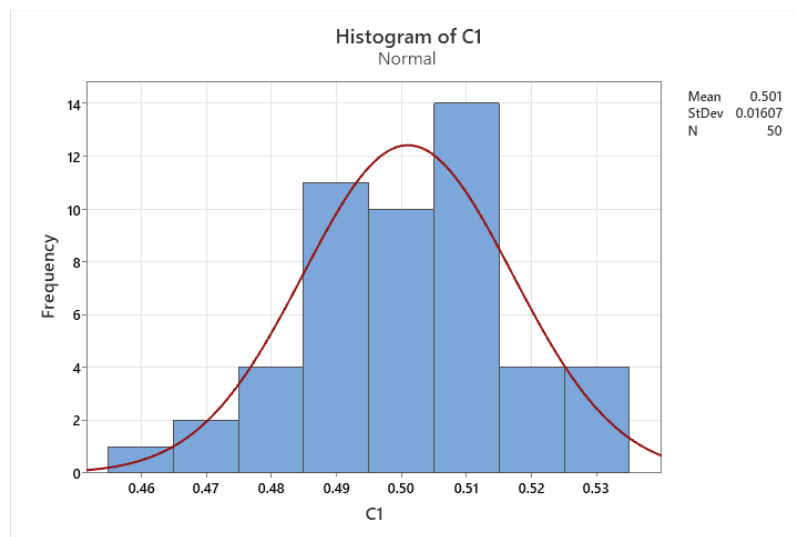
تغییرات نسبت به میانگین را نشان میدهد

جهت مقایسه دو یا بیشتر از دو مجموعه داده های اندازه گیری شده در بخشهای مختلف استفاده میشود

مثال ۵: داده های زیر نتایج ۵۰ مورد تعیین غلظت یون نیترات بر حسب میکروگرم بر میلی لیتر است.

مقدار میانگین، انحراف استاندارد، انحراف استاندارد نسبی، نما، دامنه، چارک و میانه را با استفاده از مینی تب محاسبه کنید. (از راهنمایی مثال های قبل جهت محاسبه در مینی تب استفاده کنید)

0.51	0.51	0.51	0.53	0.5	0.51	0.5	0.52	0.53	0.47
0.51	0.53	0.49	0.49	0.49	0.52	0.48	0.52	0.49	0.5
0.49	0.46	0.49	0.49	0.51	0.48	0.49	0.49	0.49	0.47
0.51	0.51	0.5	0.51	0.49	0.51	0.48	0.5	0.51	0.48
0.51	0.5	0.52	0.5	0.51	0.5	0.53	0.5	0.5	0.51



Statistics

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
C1	50	0	0.50100	0.00227	0.01607	0.46000	0.49000	0.50000	0.51000	0.53000

۳-۱ انواع خطا