دستورالعمل قاعده تصمیم‌گیری و بیانیه انطباق

مستندات سیستم کیفیت

شرح	تهیه کننده	تأیید کننده	تصویب کننده
نام و نام‌خانوادگی	محمد جعفری پور	محمد جعفری پور	خسرو آقائی‌پور کلیانی
سمت	مدیر تضمین کیفیت	مدیر تضمین کیفیت	مدیر آزمایشگاه
تاریخ و امضاء	۱۴۰۵/۰۱/۲۵	۱۴۰۵/۰۱/۲۵	۱۴۰۵/۰۱/۲۵

بخش‌های مجاز جهت دریافت این دستورالعمل:

ردیف	نام بخش	تاریخ دریافت	نام و نام‌خانوادگی	امضاء
۱	شیمیایی	۱۴۰۵/۰۱/۲۵	شرمین اله ویسی	
۲	HPLC	۱۴۰۵/۰۱/۲۵	شهلا پاتی برگس، مینا علی -سیدعلیرضا سیدجوادی	
۳	GMO	۱۴۰۵/۰۱/۲۵	مریم احمدی	
۴	AAS	۱۴۰۵/۰۱/۲۵	سارا خزایی	
۵	میکروبی	۱۴۰۵/۰۱/۲۵	الهه سعیدی	
۶	GC	۱۴۰۵/۰۱/۲۵	علیرضا ظاهری	

سابقه بازنگری:

شماره بازنگری	شرح بازنگری	تاریخ بازنگری
۰۱	تغییر اطلاعات روی جلد-(تغییر مدیر کیفیت)	۱۴۰۱/۸/۲۰
۰۱	بازنگری سالانه	۱۴۰۲/۱/۲۰
۰۱	بازنگری سالانه	۱۴۰۳/۱/۲۵
۰۱	بازنگری سالانه	۱۴۰۱/۱/۲۰
۰۲	بروزرسانی مطالب	۱۴۰۴/۱۰/۱۶
۰۲	بازنگری سالانه	۱۴۰۵/۰۱/۲۵

توضیح مهم : این سند تحت پوشش کنترل مدارک نظام کیفیت **مجتمع آزمایشگاهی بهشت آئین** می‌باشد. کپی یا تکثیر و یا تغییر آن به هر طریق و توسط هر فرد درون و برون‌سازمانی مجاز نبوده و فقط اخذ آن از **مدیر کیفیت** ممکن می‌باشد. در موارد استناد به این سند، توجه گردد که آخرین بازنگری توزیع شده دارای ارزش بوده و نسخه‌های قدیمی از اعتبار خارج است.

کنترل شد

۱-هدف :

هدف از تدوین این دستورالعمل تعیین روشی برای نحوه درنظر گرفتن عدم قطعیت در صدور نتایج و چگونگی بیان انطباق نتایج با حدود پذیرش می باشد.

۲- دامنه کاربرد:

این دستورالعمل در مورد تمامی نتایج صادر شده توسط این آزمایشگاه کاربرد دارد

۳- تعاریف:

۳-۱- تعریف انطباق: قبل از ورود به موضوع بیانیه انطباق، اجازه دهید ابتدا تعریف کنیم که انطباق چیست. انطباق مطابقت با استانداردها، قواعد یا قوانین است.

۳-۲- بیانیه انطباق چیست: بیانیه انطباق عبارت است از توصیف واضح از وضعیت انطباق یا عدم رعایت مشخصات، استاندارد یا الزام

۳-۳- قواعد تصمیم گیری: مطابق با ISO/IEC 17025: 2017 ، بخش ۳-۷ ، یک قاعده تصمیم‌گیری قاعده‌ای است که توصیف می‌کند که چگونه عدم قطعیت اندازه‌گیری هنگام بیان انطباق با یک نیاز مشخص، در نظر گرفته می‌شود.

٤- مسئولیت و اختیار:

- مسئولیت اجرای این دستورالعمل برعهده مسئول فنی می‌باشد .
- مدیر آزمایشگاه بر نحوه اجرای این دستورالعمل نظارت دارد .

۵-

تعاریف و اصطلاحات کلی در رابطه با ارزیابی انطباق شامل تایید صلاحیت نهادهای ارزیابی انطباق و کاربرد ارزیابی انطباق در آسان سازی تجارت در استاندارد ISO/IEC 17000; 2004 آمده است.

ISO/IEC 17000; 2004

Conformity assessment –Vocabulary and general principles

ISIRI-ISO/IEC 17000; 1st.edition

استاندارد ایران - ایزو آی ای سی ۱۷۰۰۰: ویرایش اول ۱۳۸۷

ارزیابی انطباق - واژگان و اصول عمومی

کنترل شد

مقدمه

ارزیابی انطباق

هرگونه فعالیتی است که به طور مستقیم یا غیر مستقیم، برای تعیین این که آیا یک محصول، فرآیند، سیستم، شخص یا نهاد، مطابق با استانداردهای مربوط می باشد و الزامات مشخص شده را برآورده می سازد، انجام می شود.

فرض کنید شرکتی ادعا می کند که بازرسی آسانسور و یا بازرسی جوش انجام می دهد: در اینصورت باید یکسری زیرساختها و شایستگی ها (در زمینه های تجهیزات، کارکنان، مشتریان، مدیریت و ...) را باید داشته باشد.

این شایستگی ها و الزامات در یک استانداردی بنام ISO/IEC 17020 ذکر شده است.

هر فعالیتی استاندارد مخصوص بخودش را دارد. آنچه که اثبات کند آیا موسسه یا مجموعه ای قادر است الزامات را برآورده کند، در یک استانداردی با شماره مشخص بیان شده است. این فعالیتها ارزیابی انطباق نام دارد.

در مورد آزمایشگاههای تشخیص طبی استاندارد ISO 15189

استاندارد ۱۷۰۲۱ در مورد موسسات صادر کننده گواهی سیستم مدیریت کیفیت مثل ایزو ۹۰۰۱

ایزو ۱۷۰۲۵ در مورد آزمایشگاههای آزمون و کالیبراسیون

ایزو ۱۷۰۶۵ برای نهادهای صادر کننده گواهی محصول

ایزو ۱۷۰۴۳ برای مراکز فراهم کننده آزمونهای مهارت یا PT

ایزو ۱۷۰۳۴ برای تولید کننده های مواد مرجع

تعاریف و اصطلاحات کلی در رابطه با ارزیابی انطباق شامل تایید صلاحیت نهادهای ارزیابی انطباق و کاربرد ارزیابی انطباق در آسان سازی تجارت در استاندارد ISO/IEC 17000; 2004 آمده است.

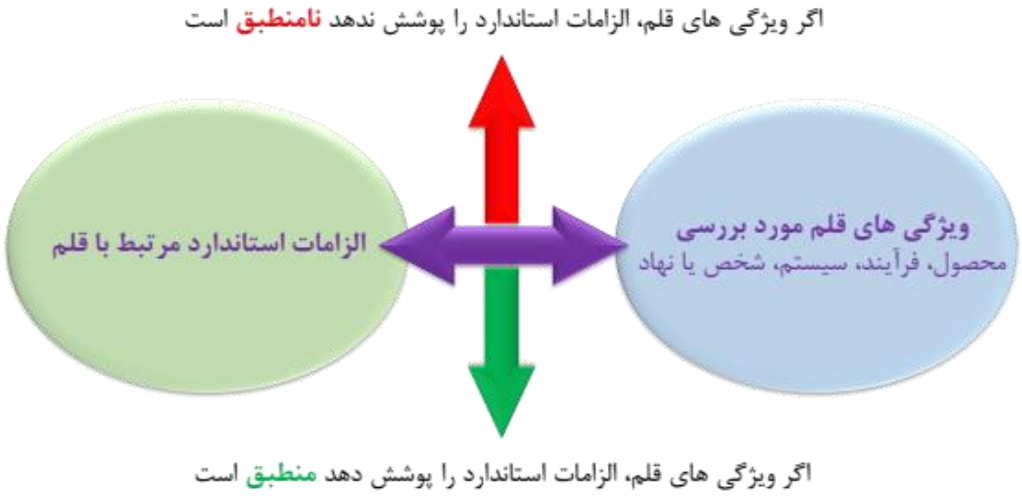
ISO/IEC 17000; 2004

Conformity assessment –Vocabulary and general principles

ISIRI-ISO/IEC 17000; 1st.edition

استاندارد ایران - ایزو آی ای سی ۱۷۰۰۰: ویرایش اول ۱۳۸۷

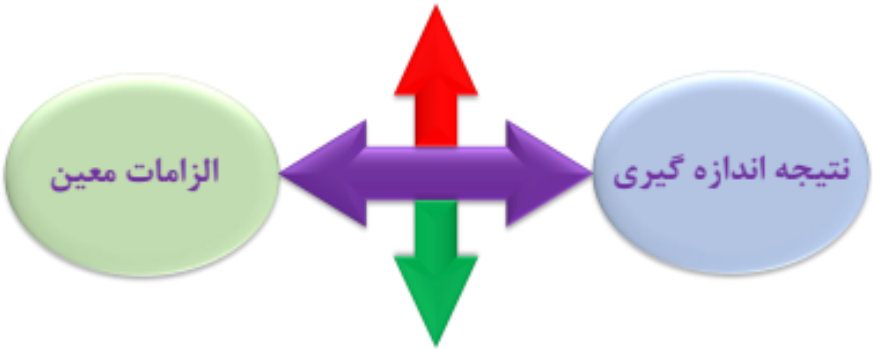
ارزیابی انطباق - واژگان و اصول عمومی



ارزیابی انطباق در اندازه گیری

یک اندازه گیری برای تصمیم گیری در مورد اینکه یک قلم مورد نظر با یک الزام معین مطابقت دارد یا نه، بکار می رود.

اگر نتیجه اندازه گیری، الزامات معین را پوشش ندهد **نامنطبق** است



اگر نتیجه اندازه گیری، الزامات معین را پوشش دهد **منطبق** است

مثال ۱: مشخصات فنی تجهیز

یک ولت متر دیجیتال که مطابق با مشخصات سازنده تجهیز کالیبره شده است.

Digital Voltmeter

Acc. = ± 2% Reading

ولتاژ اندازه گیری شده = ۳۰ ولت

Acc=±2% → (2/100)*30 = 0.6 volt

کنترل شد

If; Measuring voltage = 30.5 v

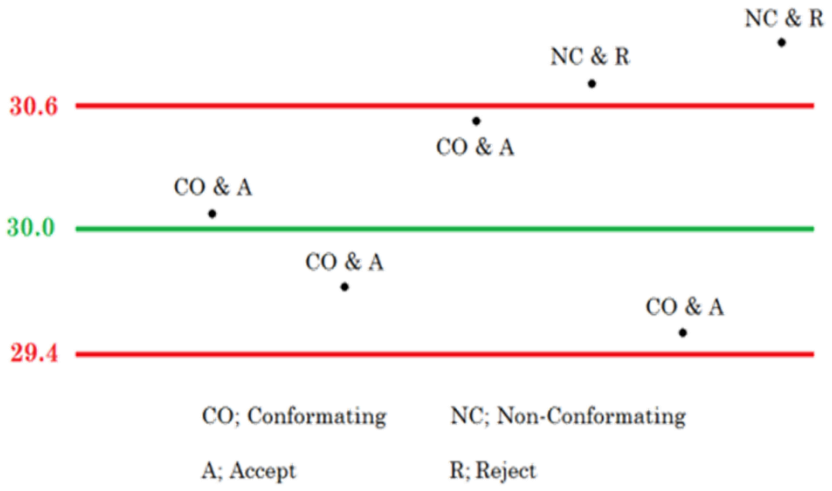
Error; e = 30.5 - 30.0 = 0.5 v

e ≤ Acc. → منطبق

If; Measuring voltage = 30.8 v

Error; e = 30.8 - 30.0 = 0.8 v

e > Acc. → نا منطبق



مثال ۲: الزامات استاندارد

طول یک بلوک سنجه که مطابق با استاندارد ISO 3650 تعریف شده است.

کنترل شد

ISO 3650
Maximum Permissible Error(MPE) of Gage Blocks

Length(mm)	Maximum Permissible Error ≡ MPE(µm)			
	Grade 00	Grade 0	Grade 1	Grade 2
0.5 - 10	±0.06	±0.12	±0.20	±0.45
10 - 25	±0.07	±0.14	±0.30	±0.60
25 - 50	±0.10	±0.20	±0.40	±0.80
50 - 75	±0.12	±0.25	±0.50	±1.00
75 - 100	±0.14	±0.30	±0.60	±1.20

Gage Block Grade 00

L = 60 mm → MPE = ± 0.12 µm

Measuring Length = 60.000 05 mm

$\Delta L = 60.000\ 05 - 60.000\ 00 = 0.000\ 05\ mm = 0.05\ \mu m$

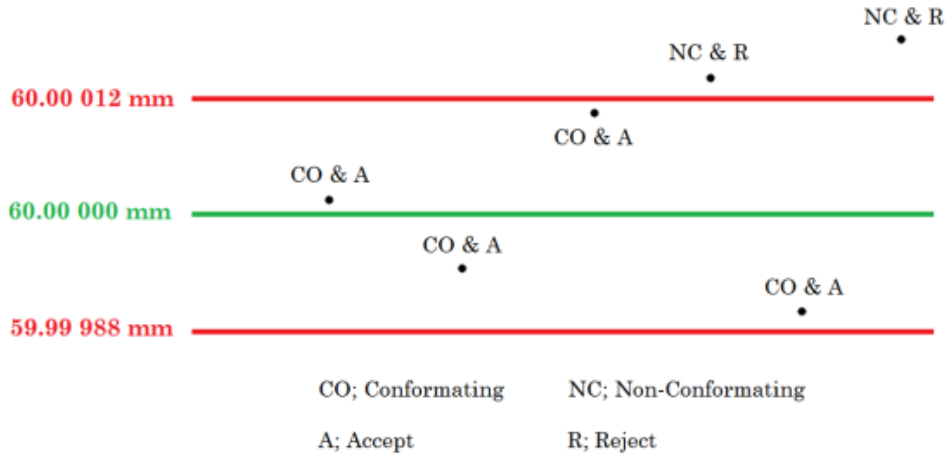
$\Delta L \leq MPE$ → منطبق

Measuring Length = 60.000 15 mm

$\Delta L = 60.000\ 15 - 60.000\ 00 = 0.000\ 15\ mm = 0.15\ \mu m$

$\Delta L > MPE$ → نا منطبق

کنترل شد



مثال ۳: الزامات قانونی سازمان محیط زیست

غلظت جرمی جیوه، $C_{m\text{-}Hg}$ ، در یک نمونه پسآب صنعتی مطابق با الزامات زیست محیطی

Metals	Max. Heavy Metals in industrial wastewater ng/L
Hg	10

کنترل شد

Heavy Metals in industrial wastewater; Hg

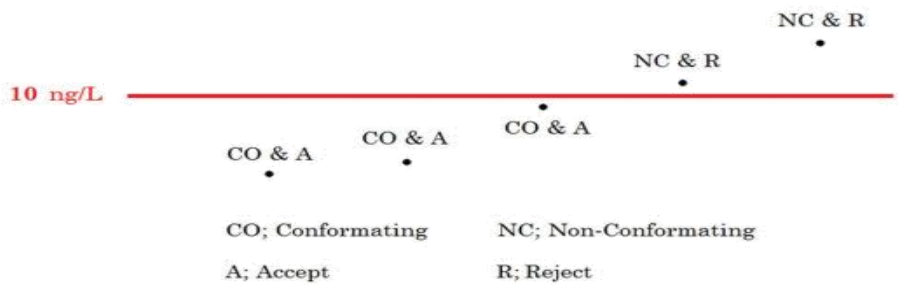
Max $C_{m\text{-}Hg} = 10$ ng/L

Measuring $C_{m\text{-}Hg} = 7$ ng/L

Measuring $C_{m\text{-}Hg} \leq$ Max $C_{m\text{-}Hg}$ → منطبق

Measuring $C_{m\text{-}Hg} = 13$ ng/L

Measuring $C_{m\text{-}Hg} >$ Max $C_{m\text{-}Hg}$ → نا منطبق



مثال ۴؛ الزامات قانونی سازمان غذا و دارو

حداقل میزان پروتئین در سویا باید 34% باشد.

Food	Min. Protein %
Soya	34

کنترل شد

Protein in soya

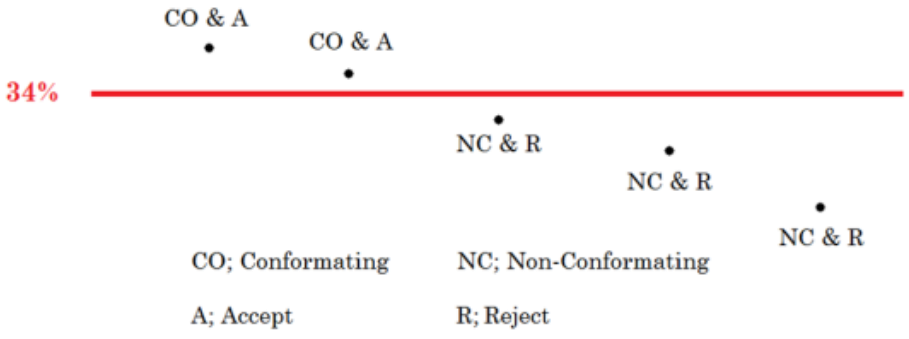
Min $P_s = 34\%$

If; Measuring sample $P_s = 38\%$

Measuring $P_s \geq$ Min P_s → منطبق

If; Measuring sample $P_s = 31\%$

Measuring $P_s <$ Min P_s → نا منطبق



تاثیر عدم قطعیت روی داده ها

تعریف عدم قطعیت

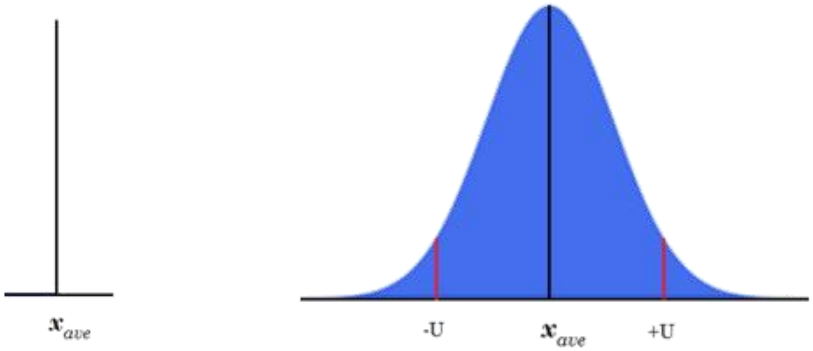
عدم قطعیت بصورت محدوده خطا در اندازه گیری تعریف می شود، در صورتیکه تمامی منابع خطا که در این اندازه گیری اثر دارند به حساب آورده شوند و سهم هر یک مشخص گردد.

کنترل شد

میانگین داده های اندازه گیری

میانگین داده های اندازه گیری به همراه عدم قطعیت وابسته به آن

تاثیر عدم قطعیت روی داده ها



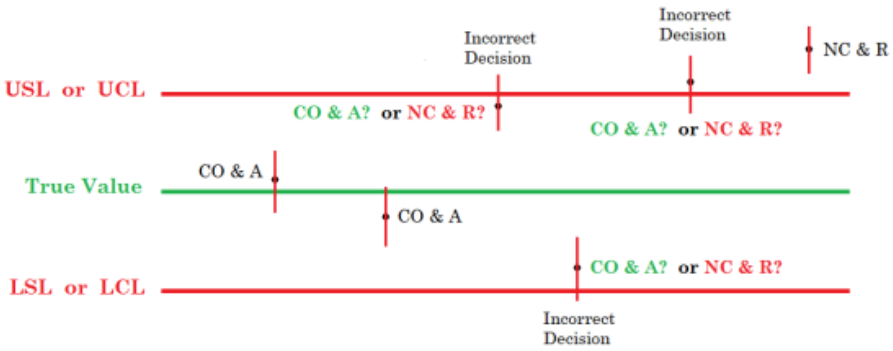
میانگین داده های اندازه گیری میانگین داده های اندازه گیری به همراه عدم قطعیت وابسته به آن

به دلیل وجود عدم قطعیت در اندازه گیری، همیشه ریسک تصمیم گیری اشتباه در باره این که آیا یک قلم بر پایه مقدار اندازه ده خاصیت آن با یک الزام مشخص شده منطبق است یا نه، وجود دارد.

چنین تصمیم های نادرستی بر دو نوع هستند:

- ❑ قلمی که به عنوان "منطبق" پذیرفته شده، در واقع می تواند "نامنطبق" باشد
- ❑ قلمی که به عنوان "نامنطبق" رد شده است، در واقع می تواند "منطبق" باشد

کنترل شد



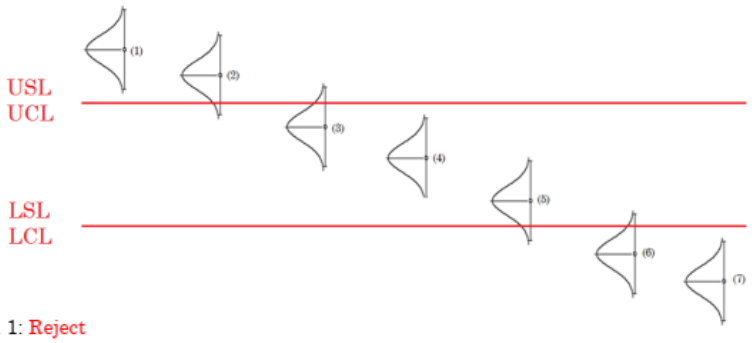


Fig. 1: Reject

Fig. 2: Questionable(Reject/Accept)

Fig. 3: Questionable(Accept/Reject)

Fig. 4: Accept

Fig. 5: Questionable(Accept/Reject)

Fig. 6: Questionable(Reject/Accept)

Fig. 7: Reject

کنترل شد

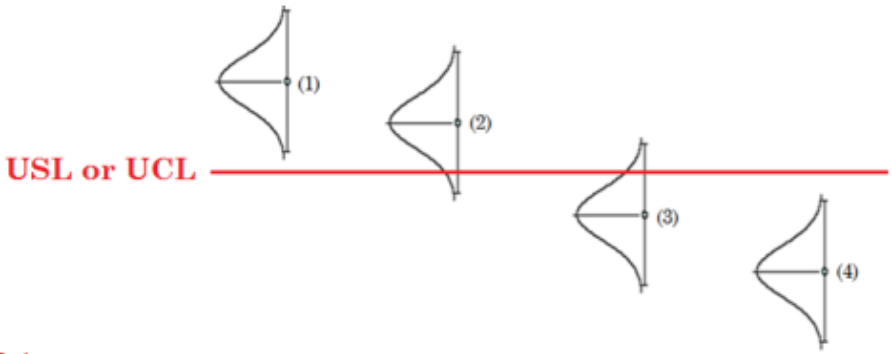


Fig. 1: Reject

Fig. 2: Questionable(Reject/Accept)

Fig. 3: Questionable(Accept/Reject)

Fig. 4: Accept

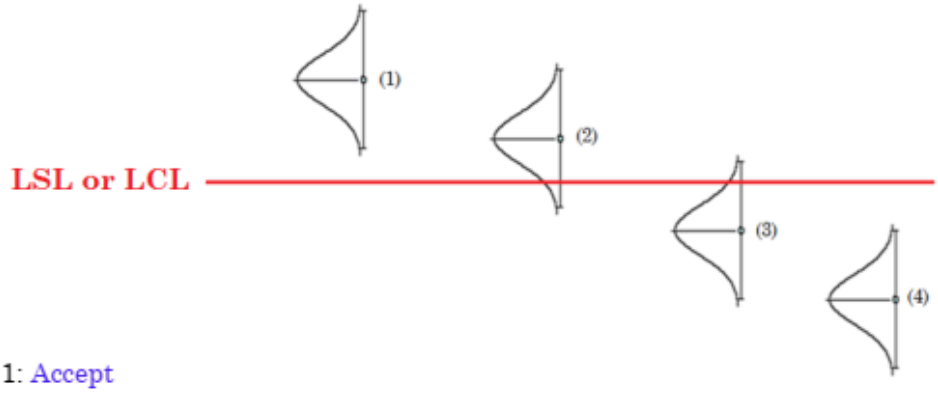


Fig. 1: Accept

Fig. 2: Questionable(Accept/Reject)

Fig. 3: Questionable(Reject/Accept)

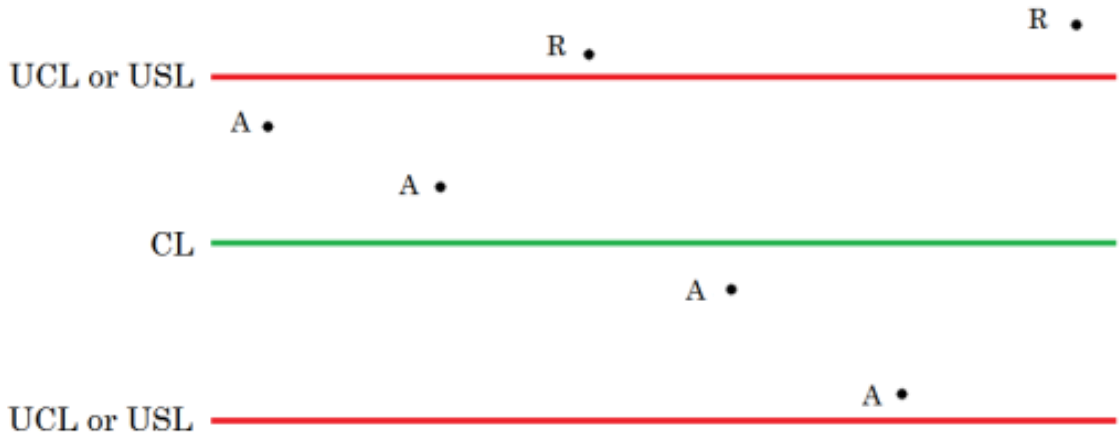
Fig. 4: Reject

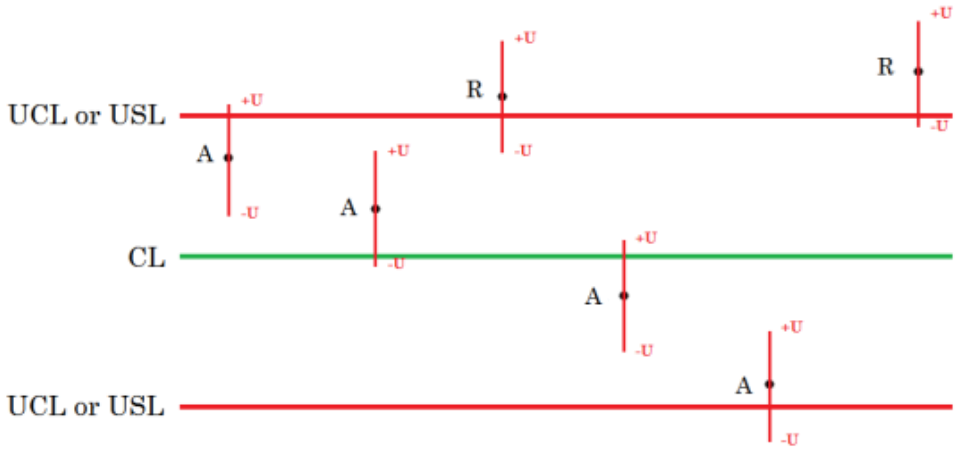
۳- ارزیابی انطباق و استاندارد ISO/IEC 17025:2017

بند ۳ استاندارد ISO/IEC 17025:2017: اصطلاحات و تعاریف

۳-۷- قانون تصمیم گیری Decision Rule

قانونی که تشریح می کند وقتی که اظهاریه انطباق با الزامات مشخص شده بیان می شود عدم قطعیت اندازه گیری چگونه به حساب آورده شده است.





کنترل شد

بند ۶ استاندارد ISO/IEC 17025:2017 : الزامات منابع

۶-۲- کارکنان

۶-۲-۶- آزمایشگاه باید به کارکنانی اختیار دهد تا فعالیت های آزمایشگاهی معینی را انجام دهند. این شامل موارد زیر است ولی منحصر به آنها نمی باشد:

الف- توسعه، اصلاح(بهینه کردن)، تصدیق، و صحه گذاری روش ها

ب- تحلیل نتایج، شامل اظهاریه ای مبنی بر انطباق یا نظرات و تفسیرها

پ- گزارش ، بازنگری و اجازه صدور نتایج

بند ۷ استاندارد ISO/IEC 17025:2017 : الزامات فرآیند

۷-۱- بازنگری درخواست ها، مناقصات و قراردادها

۷-۱-۳- وقتی که مشتری درخواست **بیانیه تطابق با مشخصات یا استاندارد** را برای آزمون یا کالیبراسیون دارد، (به عنوان مثال قبول/ رد، داخل رواداری/ خارج از رواداری) **آن مشخصات یا استاندارد و قانون تصمیم گیری** باید به صورت واضح تعیین شوند.

۷-۸- گزارش دهی نتایج

۷-۸-۶- گزارش بیانیه انطباق

۷-۸-۶-۱- زمانی که عبارتی مبنی بر انطباق با مشخصات یا استاندارد ارائه می شود، آزمایشگاه **باید قانون تصمیم گیری** مورد استفاده را **مستند** نماید، و میزان **ریسک** وابسته به قانون تصمیم گیری بکار گرفته شده و اعمال قانون تصمیم گیری را در نظر بگیرد(مانند **"قبول غلط"** و **"مردود غلط"** و فرض های آماری)

۷-۸-۶-۲- آزمایشگاه باید بیانیه انطباق را به گونه ای گزارش دهد که بیانیه به وضوح مشخص نماید؛

الف- بیانیه انطباق کدام یک از نتایج را شامل می شود

ب- کدام مشخصات، استانداردها یا بخش های آن برآورده شده یا برآورده نشده است

پ- قانون تصمیم گیری بکار گرفته شده(مگر این که ذاتا در مشخصات درخواست شده یا استاندارد وجود داشته باشد

کنترل شد

۴- اصطلاحات و تعاریف

۴-۱- احتمال Probability

یک عدد حقیقی در مقیاس "0" تا "1" که به یک رویداد تصادفی مربوط می شود.

توجه:

مقدار آن به احتمال وقوع بستگی دارد یا درجه اطمینانی که یک واقعه می تواند رخ دهد.

احتمال وقوع پایین(درجه پایین اطمینان) $\Pr \rightarrow 0$

احتمال وقوع بالا(درجه بالا اطمینان) $\Pr \rightarrow 1$

۴-۲- متغیر تصادفی

متغیری که می تواند هر مقداری را از یک ست مقادیر مشخص شده بخود بگیرد و به یک توزیع احتمال وابسته است.

متغیر تصادفی؛

- پیوسته (قد انسان های بالای 25 سال)
- گسسته (اعداد روی یک تاس)

۴-۳- تابع توزیع

تابعی است که برای هر مقدار ξ ، احتمال این که متغیر تصادفی X کمتر یا مساوی ξ باشد را ارائه می نماید:

$$G_X(\xi) = \Pr(X \leq \xi)$$

۴-۴- تابع چگالی احتمال، Probability Density Function ≡ PDF

مشتق تابع توزیع، زمانی که وجود داشته باشد.

$$g_X(\xi) = dG_X(\xi)/d\xi$$

کنترل شد

۴-۵- توزیع نرمال

توزیع احتمال متغیر تصادفی پیوسته X که دارای تابع چگالی احتمال زیر می باشد.

$$g_X(\xi) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp[-\frac{1}{2}(\frac{\xi-\mu}{\sigma})^2]$$ برای $-\infty < \xi < +\infty$

یادآوری ۱: μ امید ریاضی(میانگین) و σ انحراف استاندارد می باشد.

یادآوری ۲: توزیع نرمال با نام توزیع گوسی نیز شناخته می شود.

۴-۶- حد رواداری، حد ویژگی Tolerance Limit, Specification Limit

مرز مشخص شده بالاتر یا پایین تر مقادیر مجاز یک خاصیت

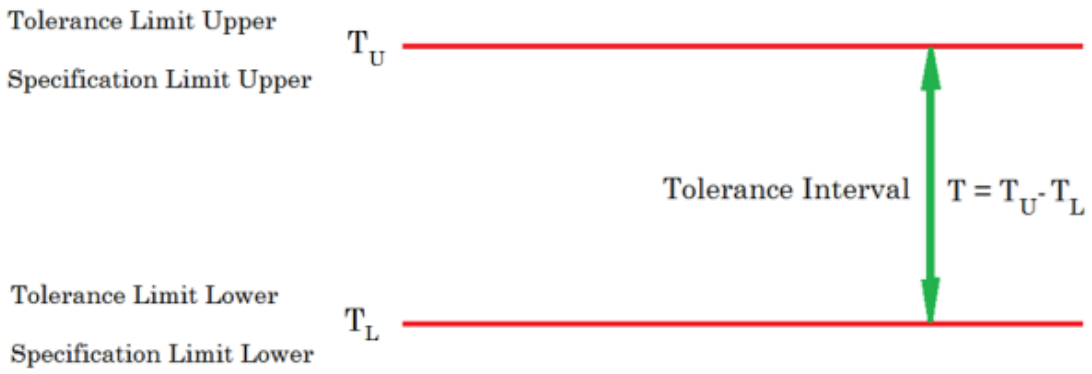
۴-۷- بازه رواداری Tolerance Interval

بازه مقادیر مجاز یک خاصیت

یادآوری: حدهای رواداری به بازه رواداری تعلق دارند مگر این که خلاف آن در یک ویژگی بیان شده باشد.

۴-۸- رواداری، رواداری معین Tolerance

اختلاف بین حدهای بالا و پایین



کنترل شد

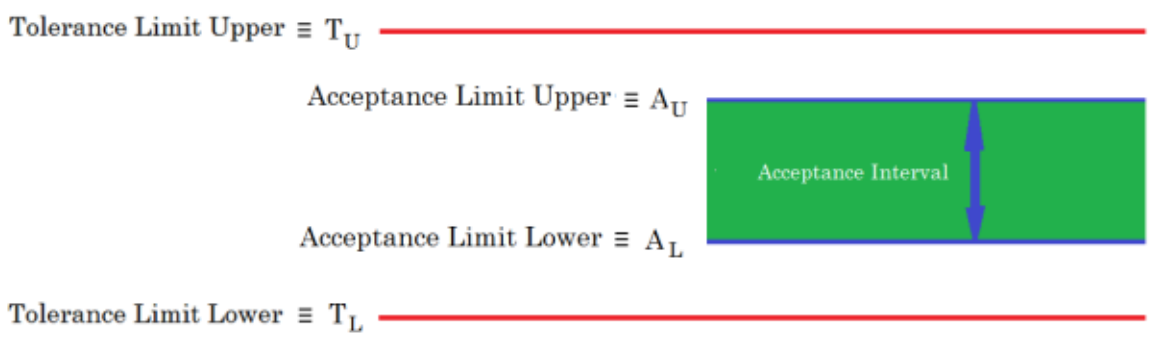
۴-۹- حد پذیرش Acceptance Limit

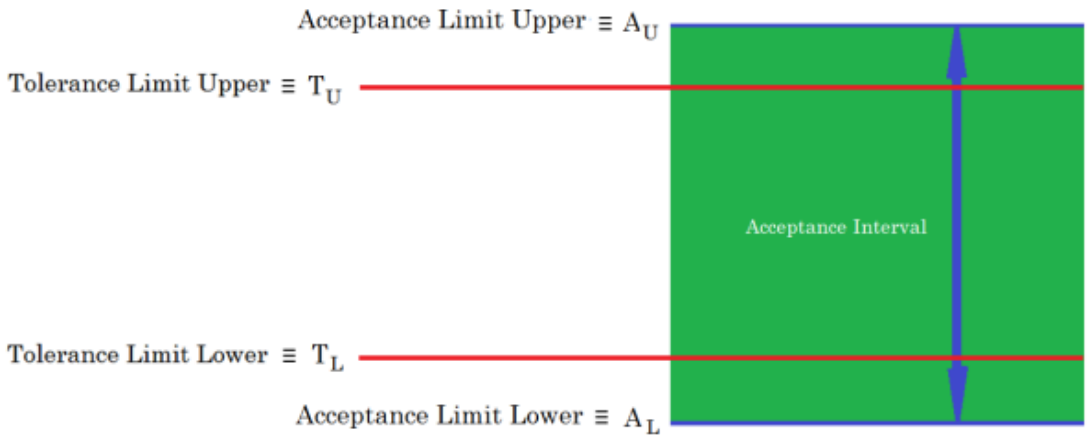
مرز مشخص شده بالاتر یا پایین تر مقادیر مجاز کمیت اندازه گیری شده

۴-۱۰- بازه پذیرش Acceptance Interval

بازه مقادیر مجاز کمیت اندازه گیری شده

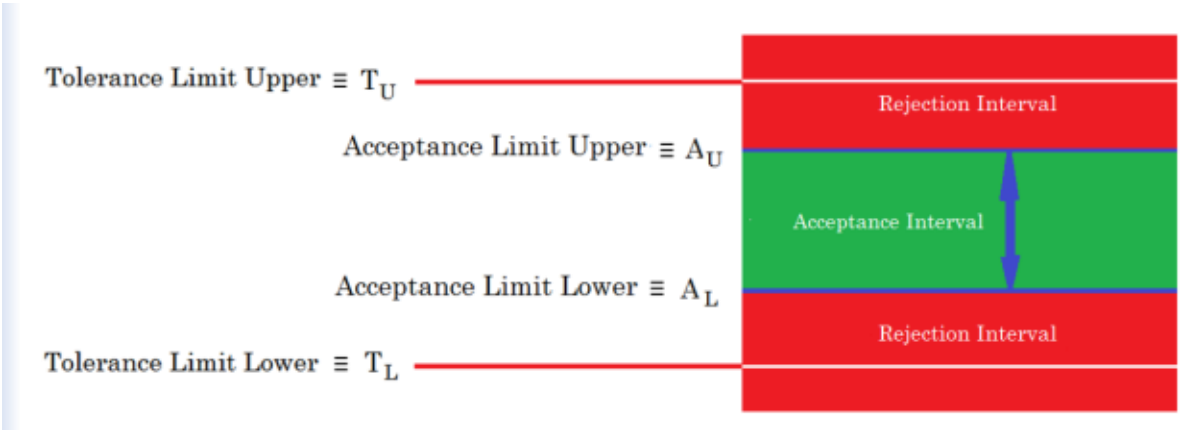
یادآوری: حدهای پذیرش به بازه پذیرش تعلق دارند مگر این که خلاف آن در ویژگی بیان شده باشد.

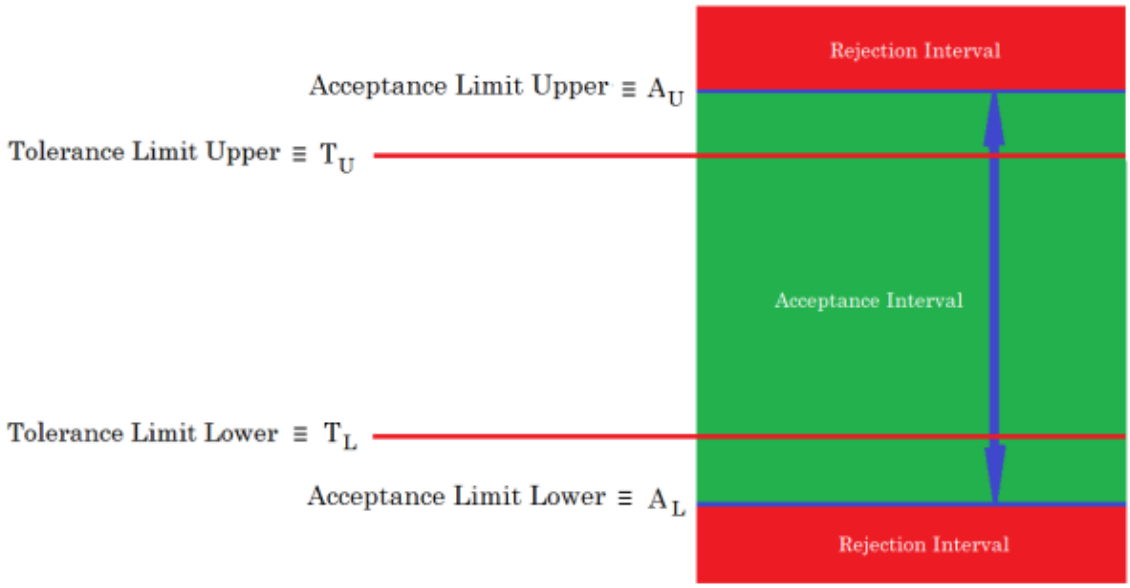




۴-۱۱- بازه عدم پذیرش Rejection Interval

بازه مقادیر غیر مجاز کمیت اندازه گیری شده



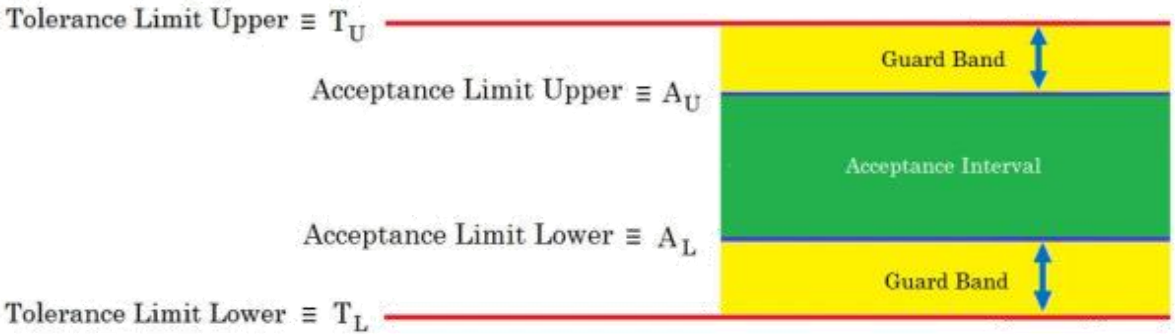


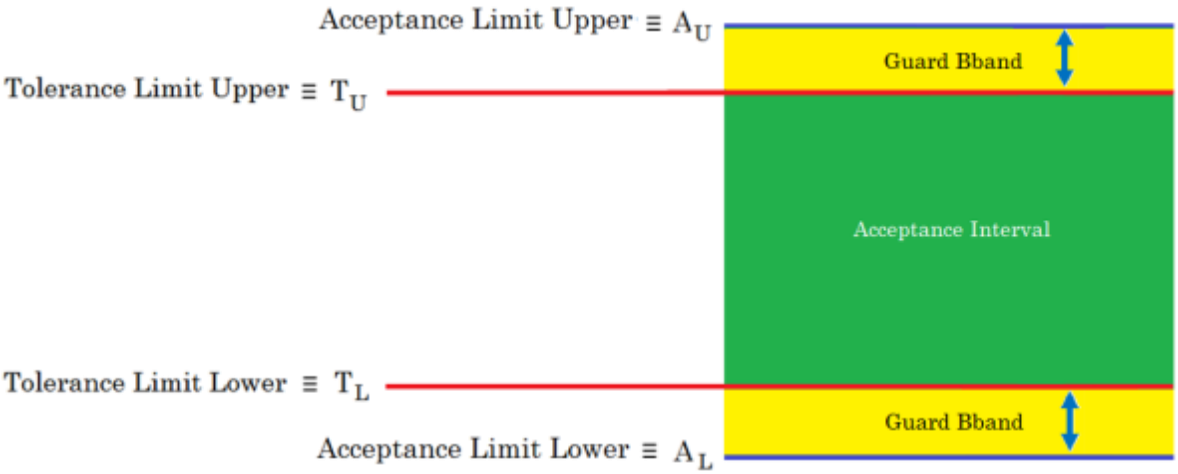
کنترل شد

۴-۱۲- باند محافظ Guard band

بازه بین حد رواداری و حد پذیرش مربوطه

یادآوری: باند محافظ شامل حدها نیز می شود.





کنترل شد

۵- حدهای رواداری و بازه های رواداری

حدهای رواداری به سه دسته زیر تقسیم می شوند؛

۵-۱- حد رواداری یک طرفه بالا

۵-۲- حد رواداری یک طرفه پایین

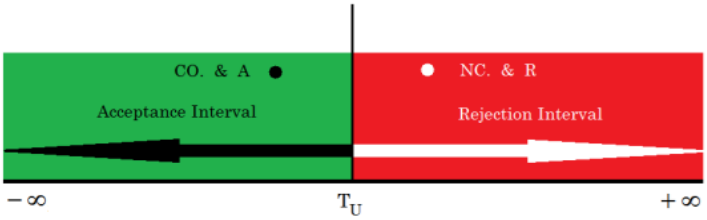
۵-۳- حد رواداری دو طرفه

- حد رواداری صریح بالا و پایین
- حد رواداری صریح بالا و ضمنی پایین
- حد رواداری صریح پایین و ضمنی بالا

۵-۱- حد رواداری یک طرفه بالا

حد رواداری T_U

بازه رواداری $c \in (-\infty, T_U]$



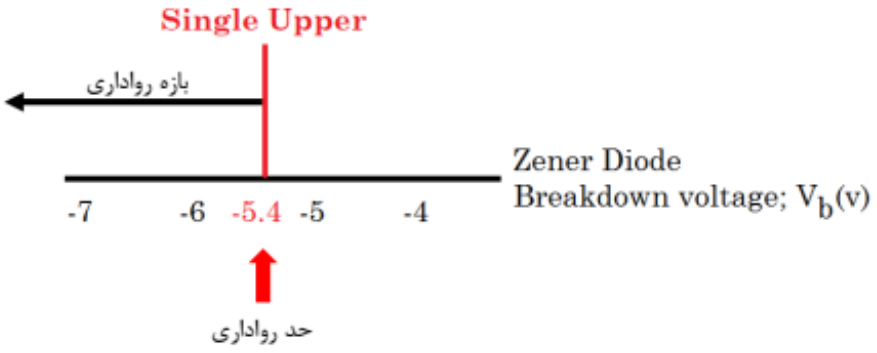
کنترل شد

مثال ۵

ولتاژ شکست V_b برای یک نوع معین دیود زنر.

ولتاژ شکست برای یک نوع معین دیود زنر باید کوچکتر از 5.4 – باشد.

در این صورت $V_b \leq -5.4$ v



مثال :

حداقل مقدار سم آفلاتوکسین در پسته باید کوچکتر مساوی 10 ppb باشد

(طبق استاندارد ملی INSO 5925)

Tu=10ppb

بازه عدم پذیرش

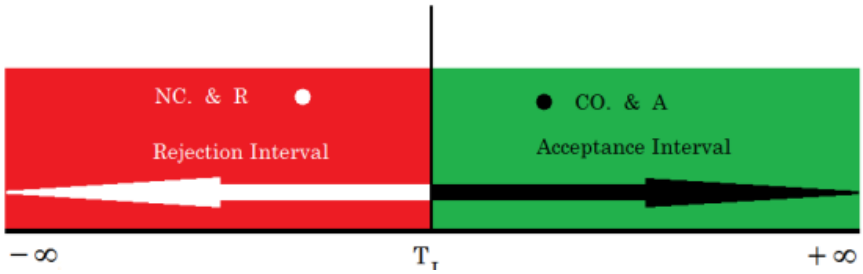
بازه پذیرش

کنترل شد

۵-۲- حد رواداری یک طرفه پایین

حد رواداری T_L

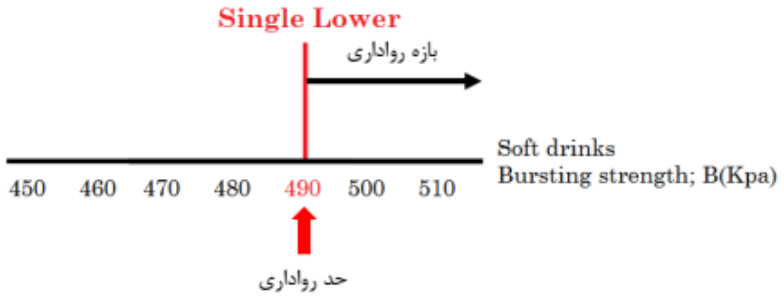
بازه رواداری $c \in [T_L, +\infty)$



مثال ۶

فشار قابل تحمل برای ظروف فلزی نوشیدنی ها

ظروف فلزی نوشیدنی های غیرالکلی باید دارای قابلیت تحمل ترکیدگی B بزرگتر از 490 Kpa باشد. در این صورت $B \geq 490$ Kpa .

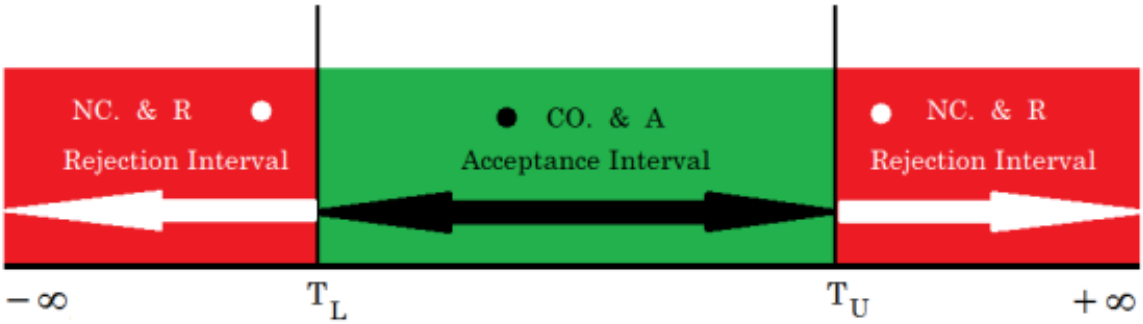


۵-۳- حد رواداری دو طرفه

❖ حد رواداری صریح بالا و پایین

حدود رواداری T_L , T_U

بازه رواداری $c \in [T_L, T_U]$



کنترل شد

+∞
Rejection Interval
Acceptance Interval
Rejection Interval

کنترل شد

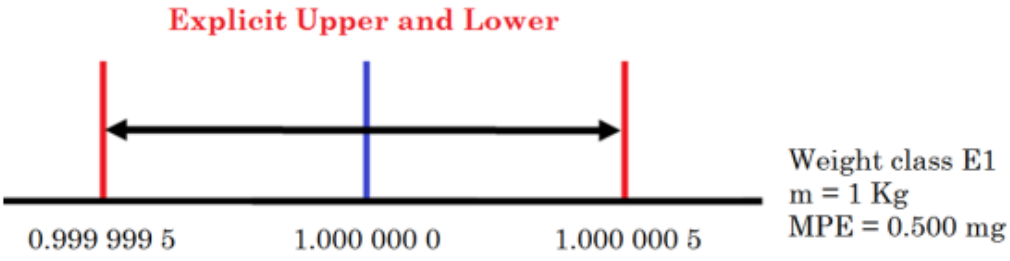
مثال ۷

یک وزنه یک کیلوگرمی کلاس E_1 مطابق استاندارد OIML R111-1.

بیشترین خطای مجاز (MPE) برای وزنه یک کیلوگرمی 0.500 mg است.

یعنی جرم m نباید کمتر از 0.999 999 5 kg و بیشتر از 1.000 000 5 kg باشد.

به عبارت دیگر m باید در بازه $0.999\,999\,5\ \text{kg} \le m \le 1.000\,000\,5\ \text{kg}$ قرار گیرد.



۵-۳- حد رواداری دو طرفه

❖ حدهای رواداری "صریح بالا" و "ضمنی پایین"

حد رواداری	T_L , T_U
بازه رواداری	$c \in [T_L , T_U]$

کنترل شد

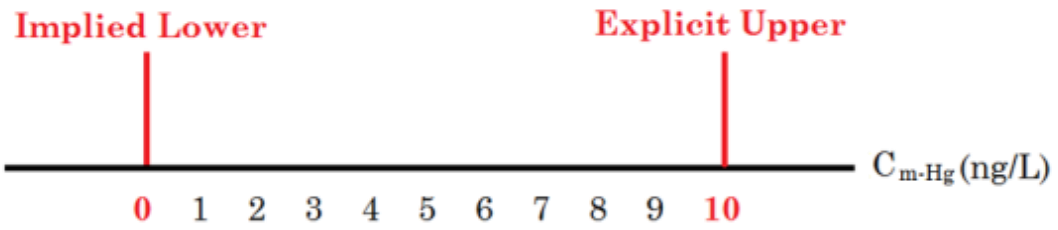
مثال ۸

آیین نامه زیست محیطی الزام می کند که غلظت جرمی جیوه، $C_{m\text{-}Hg}$، در بخار پسآب صنعتی باید کمتر از 10 ng/L باشد.

این مقدار، یک حد رواداری صریح بالا است.

از آنجائی که غلظت جرمی نمی تواند از 0 کمتر باشد، یک حد رواداری ضمنی پایین یعنی 0 ng/L وجود دارد.

لذا نمونه های پسآب صنعتی با آئین نامه فوق مطابقت می کنند، اگر غلظت جرمی جیوه در نمونه، در بازه $0\ ng/L \le C_{m\text{-}Hg} \le 10\ ng/L$ قرار گیرد.



۵-۳- حد رواداری دو طرفه

❖ حدهای رواداری "صریح پایین " و "ضمنی بالا "

حد رواداری	T_L , T_U
بازه رواداری	$c \in [T_L , T_U]$

کنترل شد

مثال ۹

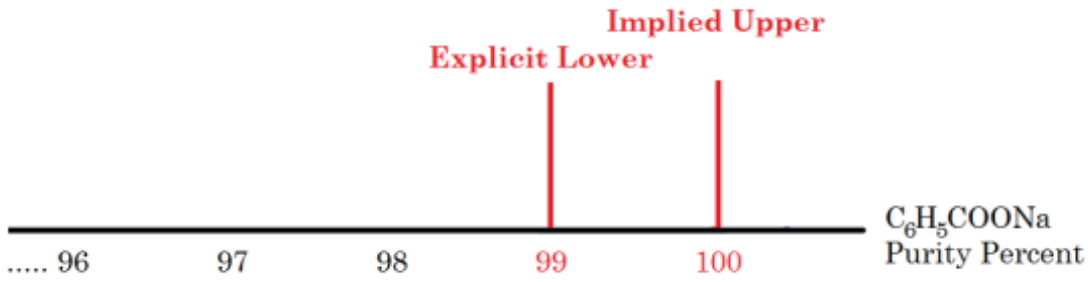
در صد خلوص پودر سدیم بنزوات که به عنوان نگه دارنده در غذا استفاده می شود.

درصد خلوص پودر سدیم بنزوات P، که بصورت کسر جرمی بر روی پایه خشک بیان می شود، باید بالاتر از 99.0% باشد.

این مقدار یک حد رواداری "صریح پایین" می باشد.

از آنجا که درصد خلوص نمی تواند بزرگتر از 100.0% باشد، این یک حد رواداری "ضمنی بالا" می باشد.

یک نمونه سدیم بنزوات منطبق، نمونه ای است که خلوص آن در بازه $99.0\% \leq P \leq 100.0\%$ قرار گیرد.



کنترل شد

۶- اطلاعات اندازه ده

۶-۱- اندازه ده

کمیت مورد نظر برای اندازه گیری

- اندازه ده Y
- مقدار کمیت اندازه ده y
- عدم قطعیت استاندارد مرکب مرتبط با اندازه ده $u_c(y) = u_c = u$
- عدم قطعیت گسترده(بسط یافته) مرتبط با اندازه ده $U_{exp\text{-}95\%}(y) = U_{exp\text{-}95\%} = U$
- عدم قطعیت های استاندارد مرکب u و گسترده(بسط یافته) U از تابع توزیع نرمال پیروی می کنند.

۶-۲- انحراف استاندارد و عدم قطعیت استاندارد

برای تابع چگالی احتمال $g_X(\xi)$ برای اندازه ده Y که یک توزیع نرمال معین است داریم؛

$$g_X(\xi) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\exp[-\frac{1}{2}(\frac{\xi-\mu}{\sigma})^2] = g(\xi;\mu,\sigma)$$

برای تابع $g_X(\xi)$ ؛

بهترین برآورد (امید ریاضی) μ و انحراف استاندارد برابر عدم قطعیت استاندارد u می باشد.

بنابراین $g_X(\xi)$ از رابطه زیر بدست می آید:

$$g_X(\xi) = \frac{1}{u\sqrt{2\pi}}\exp[-\frac{1}{2}(\frac{\xi-\mu}{u})^2] = g(\xi;\mu,u)$$

۷- قوانین تصمیم گیری

تصمیم گیری بر اساس؛

۱- پذیرش ساده

۲- پذیرش محافظت شده

۳- عدم پذیرش محافظت شده

۳- احتمال انطباق با الزامات معین

۷-۱- قانون تصمیم گیری بر پایه پذیرش ساده

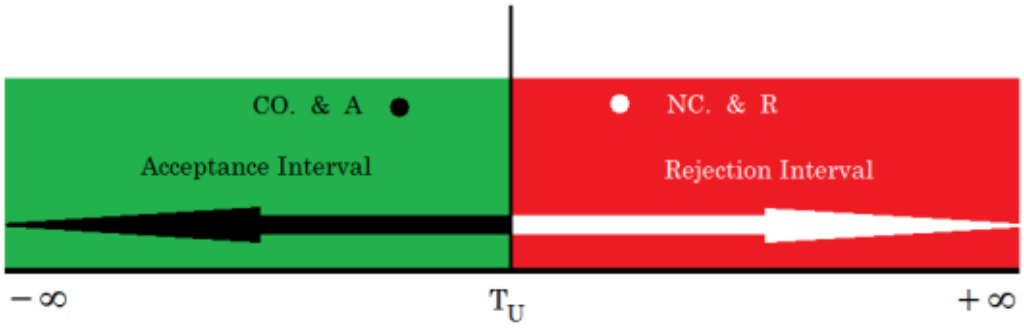
یک قانون تصمیم گیری مهم و پر کاربرد به عنوان "پذیرش ساده" یا "ریسک مشارکتی" شناخته می شود.

تحت چنین قانونی، تولید کننده و استفاده کننده (مصرف کننده) نتیجه اندازه گیری، به طور مستقیم یا غیر مستقیم توافق می کنند که قلمی را به عنوان منطبق بپذیرند (و در غیر این صورت رد کنند) که مقدار خاصیت اندازه گیری شده آن قلم، در بازه رواداری قرار داشته باشد.

پذیرش ساده برای حد رواداری یک طرفه بالا

حد رواداری T_U

بازه رواداری $c \in (-\infty, T_U]$

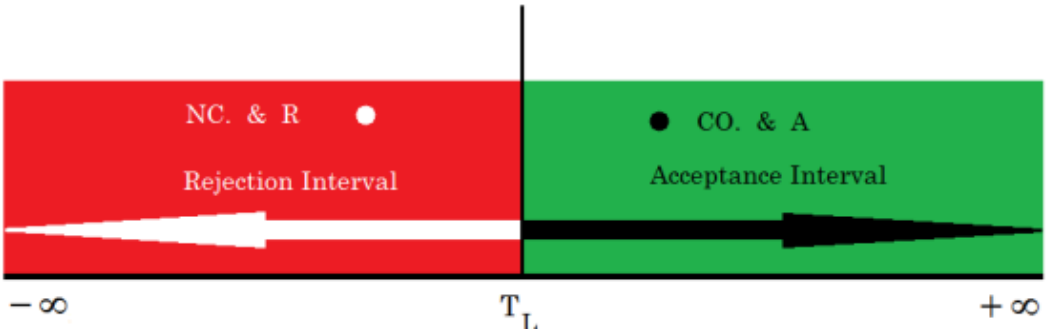


کنترل شد

پذیرش ساده برای حد رواداری یک طرفه پایین

حد رواداری T_L

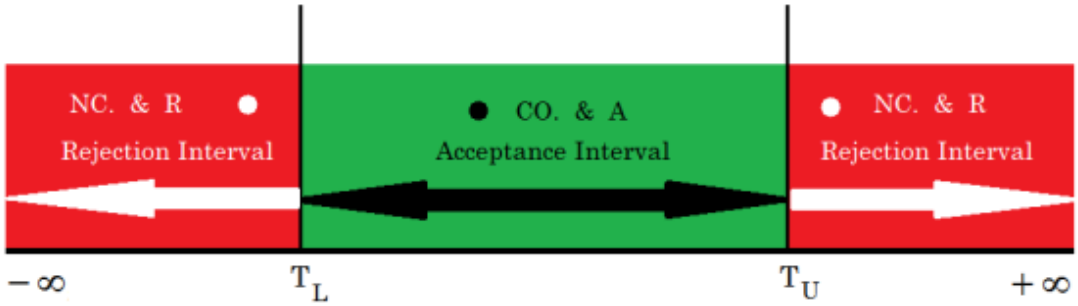
بازه رواداری $c \in [T_L, +\infty)$



پذیرش ساده برای حدود رواداری دو طرفه

حدود رواداری T_L , T_U

بازه رواداری $c \in [T_L, T_U]$



کنترل شد

در عمل، به منظور کاهش شانس تصمیمات نادرست برای سطح های قابل پذیرش هر دوی تولید کننده و استفاده کننده، معمولا این الزام وجود دارد که عدم قطعیت اندازه گیری طوری در نظر گرفته و بررسی شود که برای هدف تعیین شده قابل پذیرش باشد.

قانون پذیرش ساده به طور معمول در کالیبراسیون ها کاربرد بیشتری دارد. برای استفاده از قانون پذیرش ساده به ترتیب زیر عمل می شود؛

- کمیت اندازه ده Y اندازه گیری شده و یک برآورد از کمیت اندازه ده، μ ، بدست می آید.
- عدم قطعیت گسترده U مرتبط با برآورد از کمیت اندازه ده، μ تخمین زده می شود.
- مقدار U در سطح اطمینان 95% و با عامل پوشش K=2 تعریف می شود.
- ماکزیمم خطای مجاز، $MPE = E_{max}$، آزمون/ کالیبراسیون با استفاده از استاندارد، مشخصات فنی، و ... مشخص می گردد.

- مقدار خطای اندازه گیری، e ، از طریق رابطه زیر بدست می آید؛

$$e = M - T = \mu - T$$

- شرط ۱: مقدار e باید در رابطه زیر صدق نماید؛

$$e \leq MPE = E_{max}$$

- بیشترین عدم قطعیت گسترده قابل پذیرش که مورد توافق طرفین می باشد با U_{max} نشان داده می شود.
- مقدار U_{max} با استفاده از رابطه زیر بدست می آید؛

$$U_{max} = E_{max}/3$$

- شرط ۲: مقدار U باید در رابطه زیر صدق نماید؛

$$U \leq U_{max}$$

کنترل شد

مثال ۱۰

یک وزنه استاندارد کلاس F_1 با مقدار اسمی 2 kg، در آزمایشگاه کالیبراسیون کالیبره شده است.

آزمایشگاه مقدار جرم این وزنه را m_s=2000.007 gr اعلام نموده است و عدم قطعیت استاندارد جرم اندازه گیری شده را u=2 mgr بیان کرده است.

مطابق استاندارد OIML R111-1 بیشترین خطای مجاز وزنه ±10 mg می باشد.

با استفاده قانون تصمیم گیری ساده در مورد پذیرش یا عدم پذیرش وزنه اظهار نظر نمایید.

$$\text{Class } F_1 \quad \& \quad m_n = 2 \text{ kg}$$

$$\text{OIML R111-1 Table; MPE} = 10 \text{ mg}$$

$$m_s = 2000.007 \text{ gr}$$

$$e = m_s - m_n = 2000.007 - 2000 = 0.007 \text{ g} = 7 \text{ mg}$$

$$e < \text{MPE}$$ شرط ۱ برقرار است

$$u = 2 \text{ mg}$$
$$U = Ku \quad \& \quad K = 2 \text{ for LC} = 95\%$$
$$U_{95\%} = 2 \times 2 = 4 \text{ mg}$$

$$\text{MPE} = 10 \text{ mg}$$
$$U_{max} = \frac{1}{3}\text{MPE} = \frac{1}{3} \times 10 \text{ mg} \cong 3.3 \text{ mg}$$

$$U_{95\%} = 4 \text{ mg} > U_{max} = 3.3 \text{ mg}$$ شرط ۲ برقرار نیست

قانون تصمیم گیری بر پایه پذیرش ساده معتبر نمی باشد.

کنترل شد

مثال ۱۱

یک ولت متر دیجیتال با درستی ±0.3%Rdg در رنج (0 - 100V) در یک آزمایشگاه کالیبراسیون معتبر کالیبره گردیده و جدول زیر برای آن صادر شده است.

با استفاده قانون تصمیم گیری ساده در مورد پذیرش یا عدم پذیرش ولت متر اظهار نظر نمایید.

جدول کالیبراسیون ولتمتر دیجیتال			
Applied Voltage(V)	Measuring Voltage(V)	Error(V)	Unertainty-68%(V)
90.0000	90.102	0.102	±0.040

درستی ±0.3%Rdg

$Acc. = MPE = \pm\ 0.270\ \ V$

$e = 0.102\ \ V$

$e < MPE$

شرط ۱ برقرار است

$u = 0.040\ V$

$U = Ku\ \ \&\ \ K = 2 \text{ for } LC = 95\%$

$U_{95\%} = 2 \times 0.040 = 0.080\ V$

با استفاده از قانون تصمیم گیری بر پایه پذیرش ساده و نتایج کالیبراسیون ولت متر مورد نظر تایید(قابل قبول) می باشد.

$MPE = 0.270\ \ V$

$U_{max} = \frac{1}{3} MPE = \frac{1}{3} \times 0.270\ \ V = 0.090\ V$

$U_{95\%} = 0.080\ V < U_{max} = 0.090\ V$ شرط ۲ برقرار است

کنترل شد

۷-۲- قانون تصمیم گیری بر پایه باندهای محافظ – پذیرش حفاظت شده

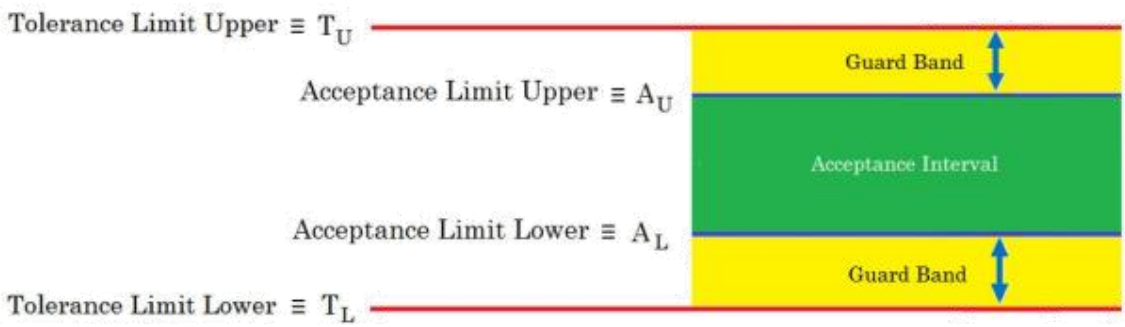
در این حالت یک حد پذیرش داخل بازه رواداری در نظر گرفته می شود.

احتمال پذیرش یک قلم غیر منطبق با قرار گیری یک حد پذیرش A_U درون بازه رواداری کاهش می یابد.

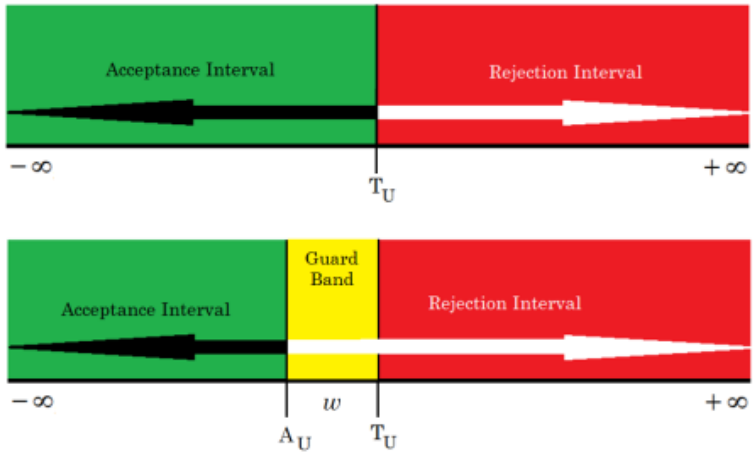
بازه ای که میان T_U و A_U قرار می گیرد باند محافظ نامیده می شود.

قانون تصمیم گیری "پذیرش حفاظت شده" Guarded acceptance نامیده می شود.

پذیرش حفاظت شده، "پذیرش سختگیرانه" Stringent acceptance و "تطابق مثبت برای پذیرش" Positive compliance for acceptance نیز نامیده می شود.

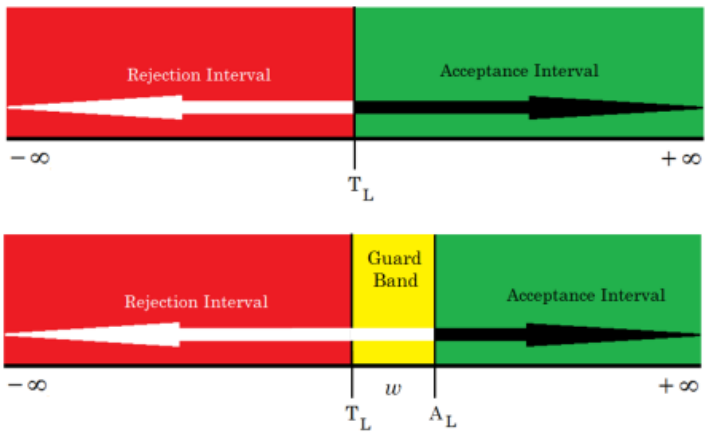


باند محافظ برای حد رواداری یک طرفه بالا

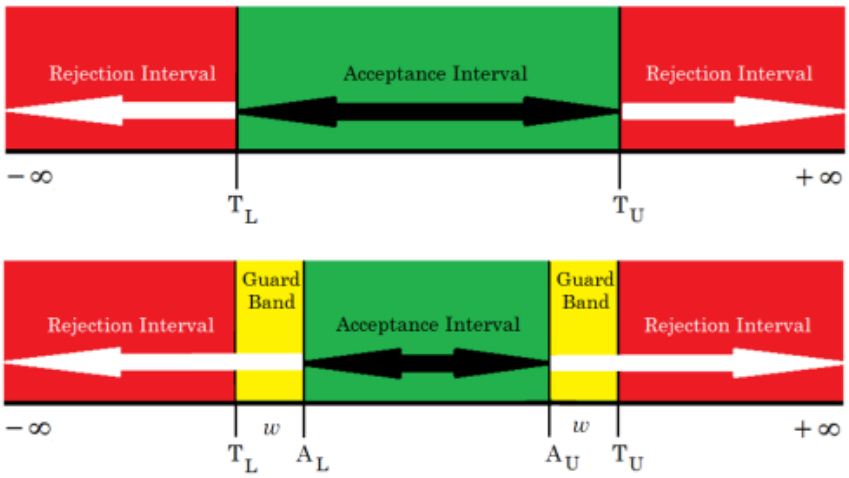


کنترل شد

باند محافظ برای حد رواداری یک طرفه پایین



باند محافظ برای حدود رواداری دو طرفه



کنترل شد

برای قانون تصمیم گیری بر پایه باندهای محافظ - پذیرش حفاظت شده؛

طول باند محافظ یعنی اختلاف بین حد رواداری و حد پذیرش را با پارامتر w مشخص می کنند.

برای باند محافظ همواره $w > 0$

برای حدود بالا و پایین خواهیم داشت؛

$$w = T_U - A_U \longrightarrow A_U = T_U - w$$

$$w = A_L - T_L \longrightarrow A_L = T_L + w$$

مقدار پارامتر w، مضربی از عدم قطعیت گسترده U_{exp}، با فاکتور پوششی K=2 در نظر گرفته می شود.

$$w=rU$$

یک انتخاب معمولی r=1 است ، که در این صورت؛

$$w=U$$

در مورد یک بازه رواداری دو طرفه، حدهای بالا و پایین پذیرش از حدهای رواداری مرتبط با باندهای محافظ به اندازه پارامتر طول w=U=2u انحراف دارند.

هدف باندهای محافظ، با w=2u، تضمین این است که برای هر مقدار اندازه گیری شده که در بازه پذیرش قرار دارد، احتمال پذیرش یک قلم نامنطبق، با فرض یک تابع چگالی احتمال نرمال برای کمیت اندازه گیری شده حداکثر 2.3% است.

این بیشینه احتمال در صورتی اتفاق می افتد که مقدار اندازه گیری شده خاصیت با حد پذیرش منطبق باشد. برای مقادیر اندازه گیری شده دور از حدهای پذیرش احتمال یک پذیرش نادرست کمتر از مقدار بیشینه خواهد بود.

مثال ۱۲: قیر 85/100

قیر 85/100 از طریق انجام فرآیند هوادهی وکیوم باتوم در برج تقطیر بدست می آید به نحوی که میزان نفوذپذیری آن در آزمایشگاه و زمان اجرا بین 85 تا 100 باشد. این محصول برای تولید روکش آسفالت در صنعت راه سازی مورد استفاده قرار می گیرد و جزو قیرهای جاده ای با نفوذپذیری زیاد طبقه بندی می شود که برای مناطق سردسیر مناسب است.

مشخصات قیر 85/100 در جدول زیر آمده است. آزمون های قیر نیز مطابق با مشخصات جدول فوق صورت می پذیرد.

کنترل شد

مشخصات فنی قیر 85/100				
آزمون	واحد	استاندارد	حداقل	حداکثر
چگالی در دمای 25 °C	gr/cm^3	ASTM D70	1.01	1.05
نفوذپذیری در دمای 25 °C	mm	ASTM D5	85	100
نقطه نرم شدن قیر	°C	ASTM D36	45	52
شکل پذیری در دمای 25 °C	cm	ASTM D113	100	
کاهش وزن قیر در حرارت	%	ASTM D6		0.50
نفوذپذیری قیر بعد از حرارت	%	ASTM D5 & D6		20
نقطه اشتعال قیر	°C	ASTM D92	230	
میزان حلالیت در تری کلرو اتیلن	%	ASTM D2042	99	
ناخالصی مواد آلی	(wt)%	ASTM D-4		0.2

نمونه هایی از قیر 85/100 در آزمایشگاه آزمون دارای تایید صلاحیت بررسی گردیده و مقادیر زیر برای آن ثبت شده است.

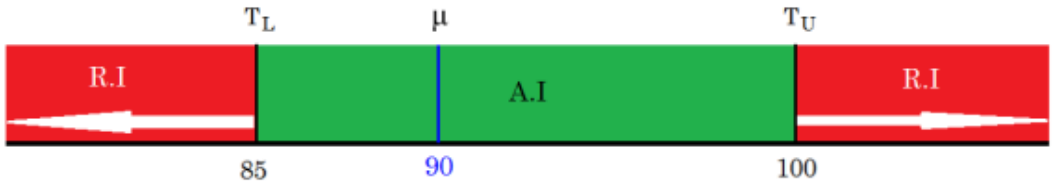
با توجه به نتایج هر آزمون و با استفاده از قانون تصمیم گیری بر پایه باند محافظ در مورد قابل قبول بودن یا مردود بودن نمونه در آن آزمون تصمیم گیری نمایید.

داده های اندازه گیری شده روی نمونه قیر 85/100			
آزمون	واحد	مقدار اندازه گیری شده	عدم قطعیت استاندارد
نفوذپذیری در دمای 25 °C	mm	90	±3

کنترل شد

آزمون نفوذ پذیری قیر یا Penetration Test

آزمون	واحد	حداقل	حداکثر	مقدار اندازه گیری شده	عدم قطعیت استاندارد
نفوذپذیری در دمای 25 °C	mm	85	100	90	±3



$$T_L = 85 \text{ mm} \quad \& \quad T_U = 100 \text{ mm}$$

$$c \in [85 , 100]$$

$$\mu = 90 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad \mu \in c \equiv [85 , 100]$$

کنترل شد

$$u = 3 \text{ mm}$$

$$U = Ku \quad \& \quad K = 2 \text{ for } LC = 95\%$$

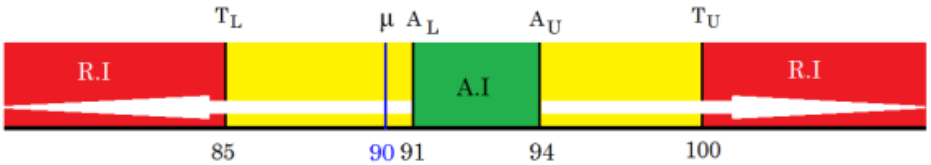
$$U_{95\%} = 2 \times 3 = 6 \text{ mm}$$

$$w = rU$$

$$r = 1 \quad \Rightarrow \quad w = U = 6 \text{ mm}$$

$$T_L = 85 \quad \Rightarrow \quad A_L = 85 + 6 = 91 \text{ mm}$$

$$T_U = 100 \quad \Rightarrow \quad A_U = 100 - 6 = 94 \text{ mm}$$



$$A_L = 91 \text{ mm} \quad \& \quad A_U = 94 \text{ mm}$$

$$c \in [91, 94]$$

$$\mu = 90 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad \mu \notin c \equiv [91, 94]$$

با استفاده از قانون تصمیم گیری بر پایه باندهای محافظ نمونه مردود می باشد.

کنترل شد

۷-۳- قانون تصمیم گیری بر پایه باندهای محافظ – عدم پذیرش حفاظت شده

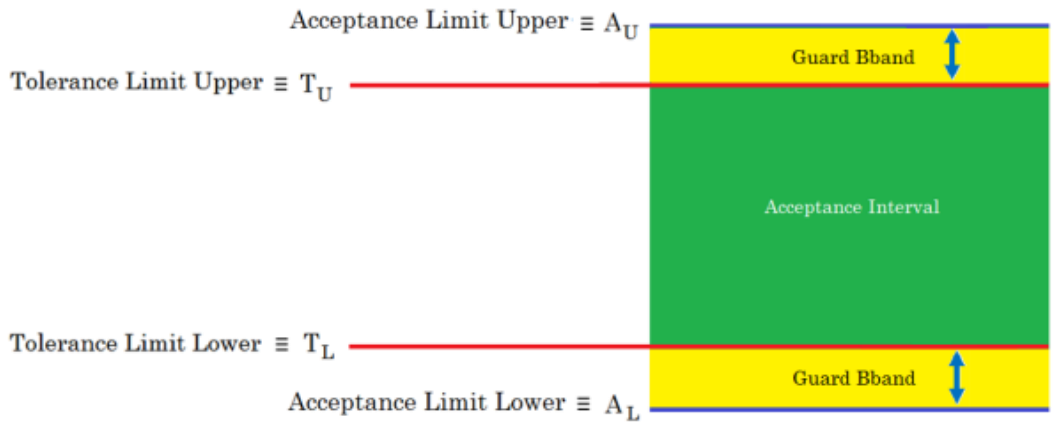
در این حالت یک حد پذیرش خارج از بازه رواداری در نظر گرفته می شود.

احتمال این که یک قلم مردود به طور قانونی نامنطبق باشد افزایش می یابد.

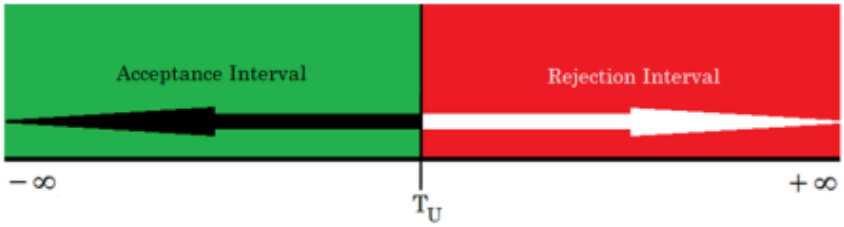
از این قانون تصمیم گیری زمانی استفاده می شود که می خواهیم مطمئن شویم بطور یقین از یک حد مشخص تجاوز کرده ایم.

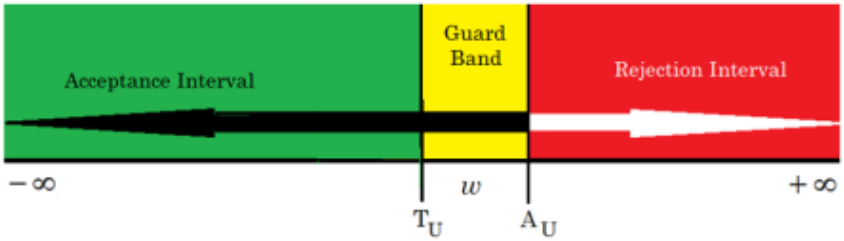
بازه ای که میان T_U و A_U قرار می گیرد باند محافظ نامیده می شود.

عدم پذیرش حفاظت شده، "عدم پذیرش سختگیرانه" Stringent rejection و "مثبت غیر قابل قبول برای عدم پذیرش" Positive non-compliance for rejection نیز نامیده می شود.

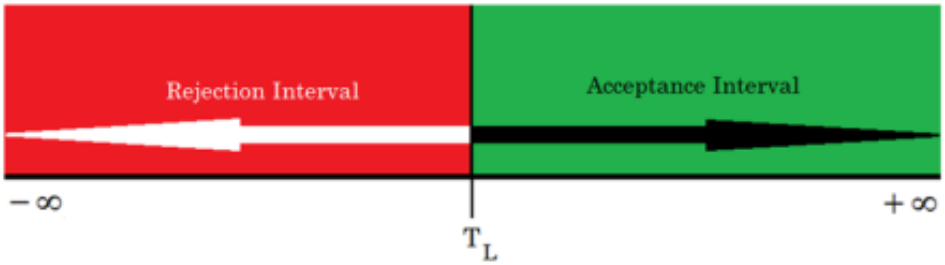


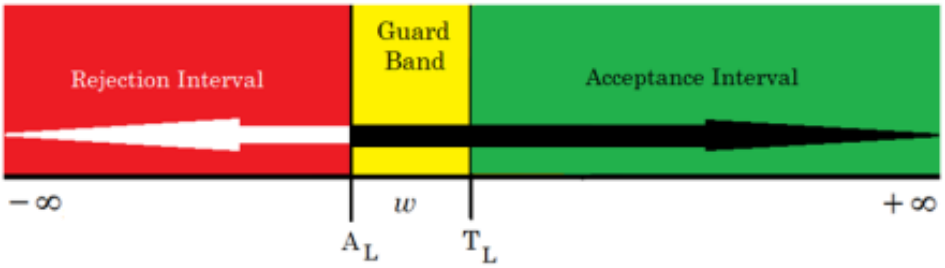
باند محافظ برای حد رواداری یک طرفه بالا





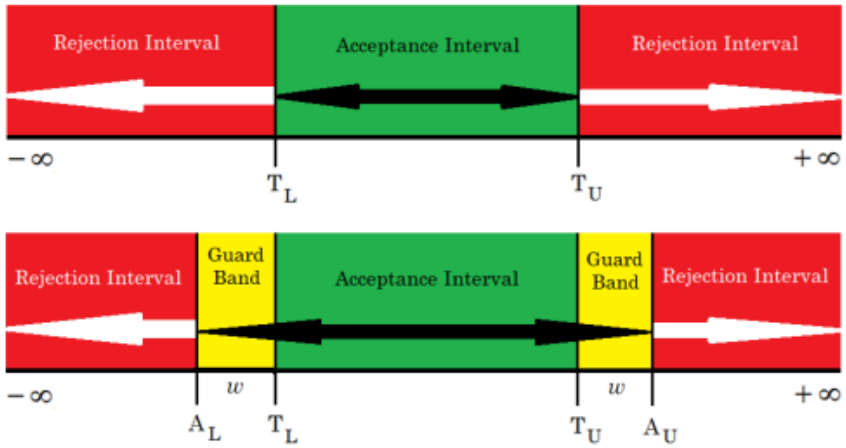
باند محافظ برای حد رواداری یک طرفه پایین





کنترل شد

باند محافظ برای حدود رواداری دو طرفه



برای قانون تصمیم گیری بر پایه باندهای محافظ – عدم پذیرش حفاظت شده؛

طول باند محافظ یعنی اختلاف بین حد رواداری و حد پذیرش را با پارامتر w مشخص می کنند.

برای باند محافظ همواره $w < 0$

برای حدود بالا و پایین خواهیم داشت؛

$$w = T_U - A_U \longrightarrow A_U = T_U - w$$

$$w = A_L - T_L \longrightarrow A_L = T_L + w$$

مقدار پارامتر w، مضربی از عدم قطعیت گسترده U_{exp}، با فاکتور پوششی K=2 در نظر گرفته می شود.

$$w = rU$$

یک انتخاب معمولی r=1 است ، که در این صورت؛

$$w = U$$

کنترل شد

در مورد یک بازه رواداری دو طرفه، حدهای بالا و پایین پذیرش از حدهای رواداری مرتبط با باندهای محافظ به اندازه پارامتر طول w=U=2u انحراف دارند.

هدف باندهای محافظ، با w=2u، تضمین این است که برای هر مقدار اندازه گیری شده که در بازه پذیرش قرار دارد، احتمال پذیرش یک قلم نامنطبق، با فرض یک تابع چگالی احتمال نرمال برای کمیت اندازه گیری شده حداکثر 2.3% است.

این بیشینه احتمال در صورتی اتفاق می افتد که مقدار اندازه گیری شده خاصیت با حد پذیرش منطبق باشد. برای مقادیر اندازه گیری شده دور از حدهای پذیرش احتمال یک پذیرش نادرست کمتر از مقدار بیشینه خواهد بود.

مثال ۱۳

وزن بسته های ماکارانی یک شرکت تولیدی 500 gr با تلرانس ±2% بیان شده است.

اندازه گیری انجام شده روی نمونه های تولیدی مقدار وزن بسته را 482 gr و عدم قطعیت استاندارد مربوطه را ±3 gr نتیجه می دهد.

با استفاده از باند محافظ در مورد قابل قبول بودن یا غیر قابل قبول بودن این نمونه ها تصمیم گیری نمایید.

$$MPE = \pm 2\% \times 500 = \pm 10 \text{ gr}$$

$$T_U = 500 + 10 = 510 \text{ gr}$$

$$T_L = 500 - 10 = 490 \text{ gr}$$

$$c \in [490\ ,\ 510]$$

$$\mu = 482 \text{ gr} \ \Rightarrow\ \mu \notin c \equiv [490\ ,\ 510]$$

کنترل شد

$$u = 3 \text{ gr}$$
$$U = Ku \quad \& \quad K = 2 \text{ for } LC = 95\%$$
$$U_{95\%} = 2 \times 3 = 6 \text{ gr}$$

$$w = rU$$
$$r = 1 \quad \Rightarrow \quad w = U = 6 \text{ gr}$$

$$T_L = 490 \quad \Rightarrow \quad A_L = 490 - 6 = 484 \text{ gr}$$
$$T_U = 510 \quad \Rightarrow \quad A_U = 510 + 6 = 516 \text{ gr}$$

$$A_L = 484 \text{ gr} \quad \& \quad A_U = 516 \text{ gr}$$

$$c \in [484 \ , \ 516]$$

$$\mu = 482 \text{ gr} \quad \Rightarrow \quad \mu \notin c \equiv [484 \ , \ 516]$$

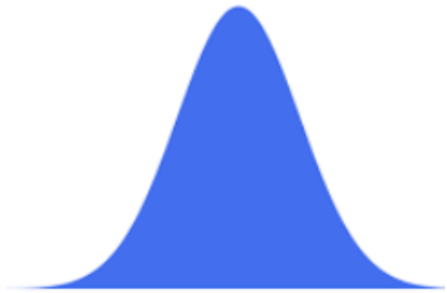
با استفاده از قانون تصمیم گیری بر پایه باندهای محافظ نمونه مردود می باشد.

کنترل شد

۷-۴- قانون تصمیم گیری بر اساس احتمال انطباق با الزامات معین

۷-۴-۱- توزیع نرمال

شکل تابع چگالی احتمال نرمال



تابع چگالی احتمال نرمال

$$n(x;\mu,\sigma)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right]$$

$$n(x;\mu,\sigma)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

خواص تابع چگالی احتمال نرمال

۱- میانگین یا مقدار انتظاری با میانه و مد یکی است

۲- تابع حول مقدار میانگین توزیع متقارن دارد

۳- تابع از $-\infty$ تا $+\infty$ ادامه دارد

۴- مقدار تابع چگالی احتمال وقتی x بیش از چند انحراف استاندارد از میانگین فاصله داشته باشد عملاً صفر است

۵- توزیع نرمال تنها توزیع ای می باشد که میانگین و واریانس آن مستقل می باشند.

۶- سطح کل زیر منحنی نرمال نسبت یا درصدی از تعداد مشاهدات در نمونه می باشد

۷- مساحت کل زیر منحنی نرمال 1 یا 100% است. منحنی های نرمال متقارن هستند، بنابراین 0.5 یا 50% مشاهدات در هر طرف منحنی قرار دارند.

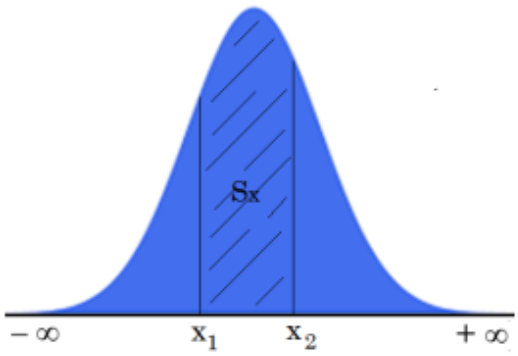
کنترل شد

سطح کل زیر منحنی نرمال، احتمال اینکه متغیر X در بازه $(-\infty , +\infty)$ قرار بگیرد را نمایش می دهد.
سطح زیر منحنی نرمال از $-\infty$ تا $+\infty$ برابر است با 1 یا 100%

$$S = Pr(-\infty < X < +\infty)$$

$$S = 1 \text{ or } 100\%$$

سطح زیر منحنی نرمال، احتمال اینکه متغیر X در بازه $[x_1, x_2]$ قرار بگیرد را نمایش می دهد.
سطح زیر منحنی نرمال در بازه $[x_1, x_2]$ مقداری است میان 0 و 1 یا 0% و 100%



$$S_x = Pr(x_1 \le X \le x_2)$$

$$0 < S_x < 1$$

$$0\% < S_x < 100\%$$

کنترل شد

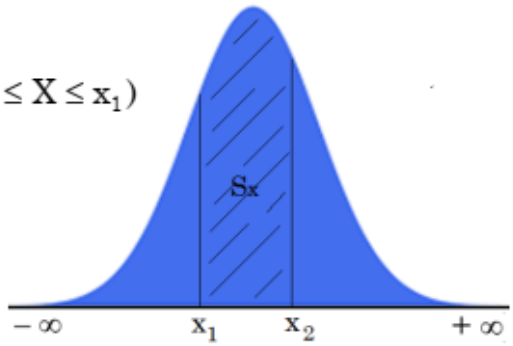
$$f(x;\mu,\sigma)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right]$$

$$\Pr(x_1\le X\le x_2)=S_x$$

$$\Pr(x_1\le X\le x_2)=\Pr(-\infty\le X\le x_2)-\Pr(-\infty\le X\le x_1)$$

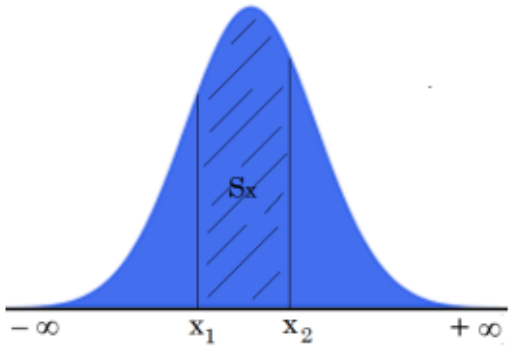
$$\Pr(x_1\le X\le x_2)=\Pr(X\le x_2)-\Pr(X\le x_1)$$

$$\Pr(x_1\le X\le x_2)=G_X(x_2)-G_X(x_1)$$



$$G_X(x_2)=\int_{-\infty}^{x_2}\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right]dx$$

$$G_X(x_1)=\int_{-\infty}^{x_1}\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right]dx$$



$$\Pr(x_1\le X\le x_2)=S_x=\int_{-\infty}^{x_2}\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right]dx-\int_{-\infty}^{x_1}\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right]dx$$

کنترل شد

۷-۴-۲- توزیع نرمال استاندارد

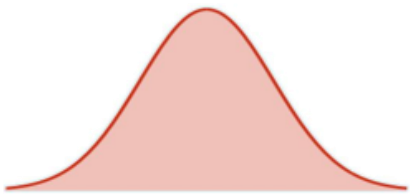
تابع چگالی احتمال نرمال استاندارد

رابطه تابع چگالی احتمال نرمال استاندارد

$$\mu = 0$$
$$\sigma = 1$$

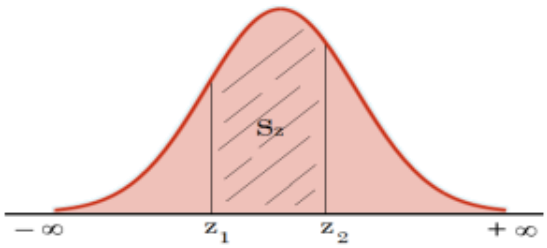
$$f(z;0,1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp(-\frac{z^2}{2})$$

شکل تابع چگالی احتمال نرمال استاندارد



$$f(z;0,1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp(-\frac{z^2}{2})$$

$$\Pr(z_1 \le Z \le z_2) = S_z$$



$$\Pr(z_1 \le Z \le z_2) = \Pr(-\infty \le Z \le z_2) - \Pr(-\infty \le Z \le z_1)$$

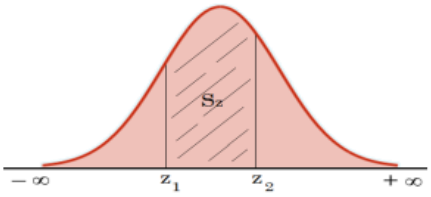
$$\Pr(z_1 \le Z \le z_2) = \Pr(Z \le z_2) - \Pr(Z \le z_1)$$

$$\Pr(z_1 \le Z \le z_2) = G_Z(z_2) - G_Z(z_1)$$

کنترل شد

$$G_Z(z_2) = \int_{-\infty}^{z_2} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z-\mu}{\sigma}\right)^2\right] dz$$

$$G_Z(z_1) = \int_{-\infty}^{z_1} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z-\mu}{\sigma}\right)^2\right] dz$$



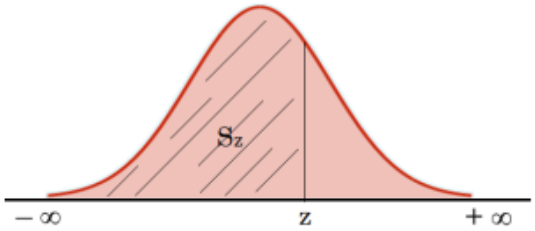
$$\Pr(z_1 \le Z \le z_2) = S_z = \int_{-\infty}^{z_2} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z-\mu}{\sigma}\right)^2\right] dz - \int_{-\infty}^{z_1} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z-\mu}{\sigma}\right)^2\right] dz$$

S_z از جدول Z بدست می آید.

جدول Z به گونه ایست که سطح زیر منحنی نرمال استاندارد را در بازه $(-\infty , z]$ بدست می دهد.

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right)$$

$$S_z = \int_{-\infty}^{z} f(z)\, dz$$

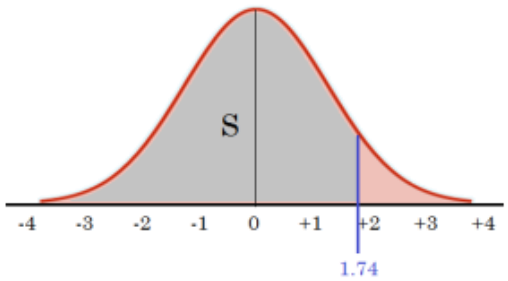


$$S_z = \int_{-\infty}^{z} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz$$

مثال ۱۴

احتمال اینکه در تابع توزیع نرمال استاندارد مقادیر Z کوچکتر از 1.74 باشند چقدر است؟

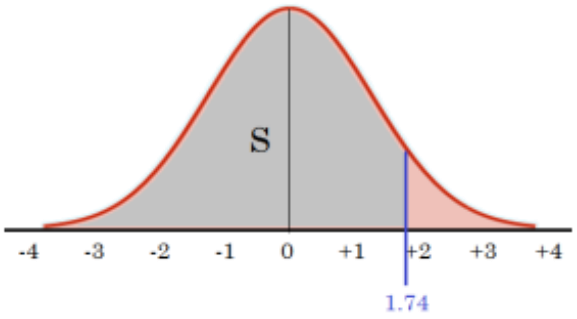
سطح زیر منحنی نرمال از $-\infty$ تا 1.74 یا $(-\infty, 1.74]$ چقدر است؟



$$S_z = Pr(Z \leq 1.74)$$

Z	+0.00	+0.01	+0.02	+0.03	+0.04	+0.05	+0.06	+0.07	+0.08	+0.09
1.1	0.86433	0.86650	0.86864	0.87076	0.87286	0.87493	0.87698	0.87900	0.88100	0.88298
1.2	0.88493	0.88686	0.88877	0.89065	0.89251	0.89435	0.89617	0.89796	0.89973	0.90147
1.3	0.90320	0.90490	0.90658	0.90824	0.90988	0.91149	0.91308	0.91466	0.91621	0.91774
1.4	0.91924	0.92073	0.92220	0.92364	0.92507	0.92647	0.92785	0.92922	0.93056	0.93189
1.5	0.93319	0.93448	0.93574	0.93699	0.93822	0.93943	0.94062	0.94179	0.94295	0.94408
1.6	0.94520	0.94630	0.94738	0.94845	0.94950	0.95053	0.95154	0.95254	0.95352	0.95449
1.7	0.95543	0.95637	0.95728	0.95818	**0.95907**	0.95994	0.96080	0.96164	0.96246	0.96327
1.8	0.96407	0.96485	0.96562	0.96638	0.96712	0.96784	0.96856	0.96926	0.96995	0.97062
1.9	0.97128	0.97193	0.97257	0.97320	0.97381	0.97441	0.97500	0.97558	0.97615	0.97670
2.0	0.97725	0.97778	0.97831	0.97882	0.97932	0.97982	0.98030	0.98077	0.98124	0.98169

کنترل شد



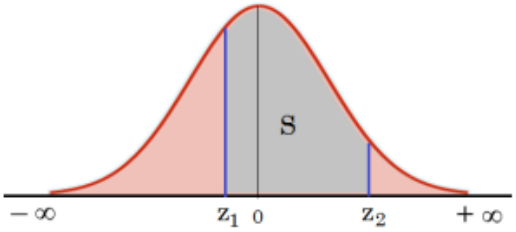
$$S_z = Pr(Z \leq 1.74)$$

$$S_z = 0.95907$$

$$Pr(Z \leq 1.74)=95.907\%$$

احتمال قرار گرفتن متغیر Z در بازه $z_1 \leq Z \leq z_2$

سطح زیر منحنی نرمال استاندارد از z_1 تا z_2



$$S_z = Pr(z_1 \leq Z \leq z_2)$$

$$S_z = Pr(Z \leq z_2) - Pr(Z \leq z_1)$$

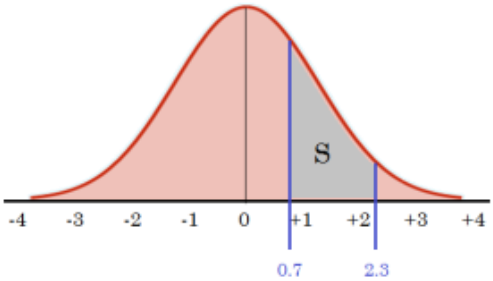
کنترل شد

مثال ۱۵

احتمال اینکه در تابع توزیع نرمال استاندارد مقادیر Z بین 0.7 تا 2.3 باشند چقدر است؟

سطح زیر منحنی نرمال از 0.7 تا 2.3 چقدر است؟

$$S_z = Pr(0.7 \le Z \le 2.3)$$



$$S_z = Pr(0.7 \le Z \le 2.3)$$

$$S_z = Pr(Z \le 2.3) - Pr(Z \le 0.7)$$

$$Pr(Z \le 2.3) = 0.98928$$

$$Pr(Z \le 0.7) = 0.75804$$

$$S_z = 0.98928 - 0.75804$$

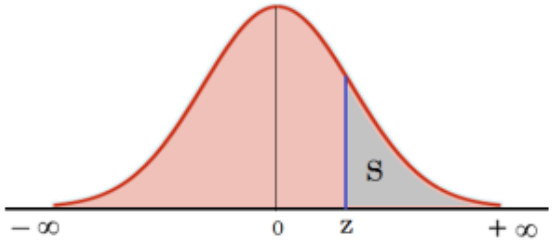
$$S_z = 0.23124$$

$$Pr(0.7 \le Z \le 2.3) = 23.124\%$$

کنترل شد

احتمال قرار گرفتن متغیر Z در بازه $Z > z$

سطح زیر منحنی نرمال استاندارد از z تا $+\infty$



$$S_z = Pr(Z \geq z)$$

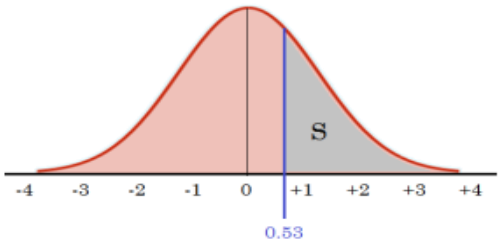
$$S_z = 1 - Pr(Z \leq z)$$

مثال ۱۶

احتمال اینکه در تابع توزیع نرمال استاندارد مقادیر Z از 0.53 بیشتر باشند چقدر است؟

سطح زیر منحنی نرمال از 0.53 تا $+\infty$ چقدر است؟

$$S_z = Pr(Z \geq 0.53)$$



$$S_z = Pr(Z \geq 0.53)$$

$$S_z = 1 - Pr(Z \leq 0.53)$$

$$Pr(Z \leq 0.53) = 0.70194$$

$$Pr(Z \leq 0.53) = 1 - 0.70194$$

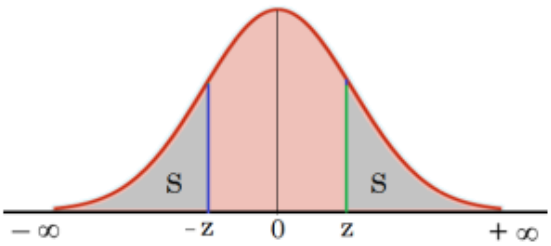
$$S_z = 0.29806$$

$$Pr(Z \geq 0.53) = 29.806\%$$

کنترل شد

احتمال قرار گرفتن متغیر Z در بازه $Z < -z$

سطح زیر منحنی نرمال استاندارد از $-\infty$ تا $-z$



$$S_z = Pr(Z \leq -z)$$

$$S_z = Pr(Z \leq -z) = Pr(Z \geq z)$$

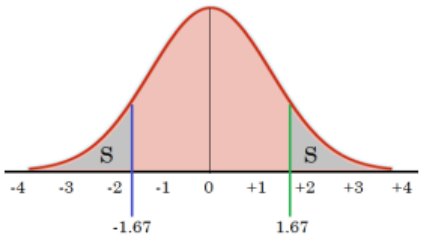
$$S_z = 1 - Pr(Z \leq z)$$

مثال ۱۷

احتمال اینکه در تابع توزیع نرمال استاندارد مقادیر Z از 1.67 − کمتر باشند چقدر است؟

سطح زیر منحنی نرمال کمتر از 1.67 − چقدر است؟

$$S_z = Pr(Z \leq -1.67)$$



$$S_z = Pr(Z \leq -1.67)$$

$$S_z = 1 - Pr(Z \leq 1.67)$$

$$Pr(Z \leq 1.67) = 0.95254$$

$$Pr(Z \leq -1.67) = 1 - 0.95254$$

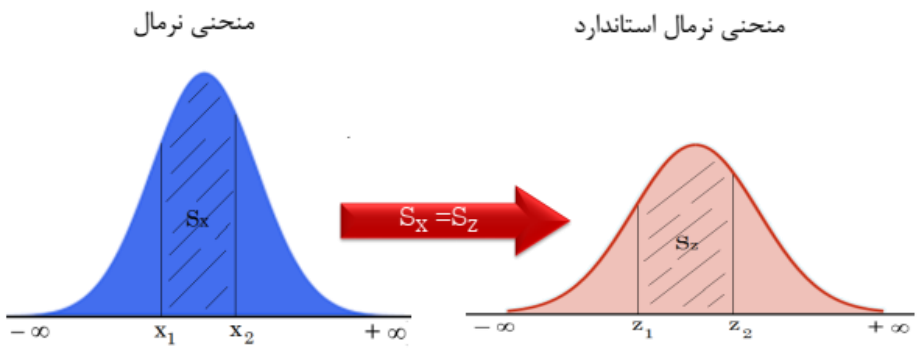
$$S_z = 0.04746$$

$$Pr(Z \leq -1.67) = 4.746\%$$

کنترل شد

۷-۴-۳- تبدیل توزیع نرمال به توزیع نرمال استاندارد

ارتباط میان تابع چگالی احتمال نرمال و تابع چگالی احتمال نرمال استاندارد



S_x سطح زیر منحنی نرمال، احتمال قرار گرفتن متغیر X در بازه $[x_1, x_2]$ نشان می دهند.

S_z سطح زیر منحنی نرمال استاندارد، احتمال قرار گرفتن متغیر Z در بازه $[z_1, z_2]$ نشان می دهند.

$$x_1 \le X \le x_2$$

$$S_x = \Pr(x_1 \le X \le x_2)$$

Unknown

$$z_1 \le Z \le z_2$$

$$S_z = \Pr(z_1 \le Z \le z_2)$$

Known (Z Table)

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

کنترل شد

تغییر متغیر

$$Z = \frac{X-\mu}{\sigma}$$

$$(x_1 \le X \le x_2) \;\Rightarrow\; (z_1 \le Z \le z_2)$$

$$z_1 = \frac{x_1-\mu}{\sigma} \quad \& \quad z_2 = \frac{x_2-\mu}{\sigma}$$

مثال ۱۸

در منحنی نرمال با $\mu=50$ و $\sigma=10$ احتمال اینکه متغیر X بین 45 تا 62 باشد، چقدر است؟

سطح زیر منحنی نرمال با $\mu=50$ و $\sigma=10$ برای متغیر X بین 45 تا 62 چقدر است؟

$$S_x = Pr(45 \le X \le 62)$$

$$Z = \frac{x-\mu}{\sigma}$$

$$z_1 = \frac{(x_1-\mu)}{\sigma} \Rightarrow z_1 = \frac{(45-50)}{10} = -0.5$$

$$z_2 = \frac{(x_2-\mu)}{\sigma} \Rightarrow z_2 = \frac{(62-50)}{10} = +1.2$$

کنترل شد

$$S_x = \Pr(45 \le X \le 62) \quad \Rightarrow \quad S_z = \Pr(-0.5 \le Z \le +1.2)$$

$$\Pr(-0.5 \le Z \le +1.2) = \Pr(Z \le +1.2) - \Pr(Z \le -0.5)$$

$$\Pr(Z \le -0.5) = 1 - \Pr(Z \le +0.5)$$

$$\Pr(-0.5 \le Z \le +1.2) = \Pr(Z \le +1.2) - 1 + \Pr(Z \le +0.5)$$

$$\Pr(-0.5 \le Z \le +1.2) = 0.88493 - 1 + 0.69146$$

$$\Pr(-0.5 \le Z \le +1.2) = 0.57639 = 57.639\%$$

$$S_x = \Pr(45 \le X \le 62) = 0.57639 = 57.639\%$$

۷-۴-۴- محاسبه احتمال انطباق

احتمال انطباق P_c

احتمال نامنطبق بودن $\overline{P}_c$

$$P_c + \overline{P}_c = 1$$

$$P_c = 1 - \overline{P}_c \quad \& \quad \overline{P}_c = 1 - P_c$$

کنترل شد

بازه های رواداری یک طرفه با حد رواداری تک مقدار بالا

$$c \in (-\infty, T_U]$$

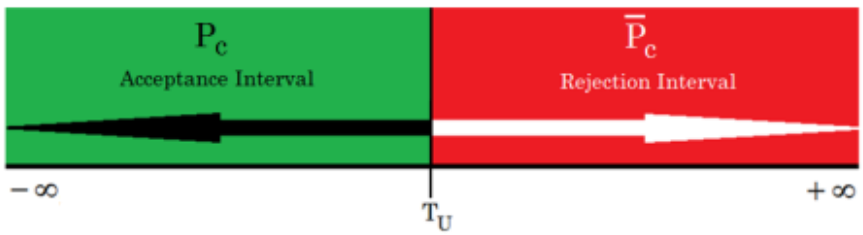
$$Z = \frac{x-\mu}{\sigma}$$

$$x = T_U \quad \& \quad \sigma = u$$

$$Z = \frac{T_U - \mu}{u}$$

$$c \in (-\infty, T_U]$$

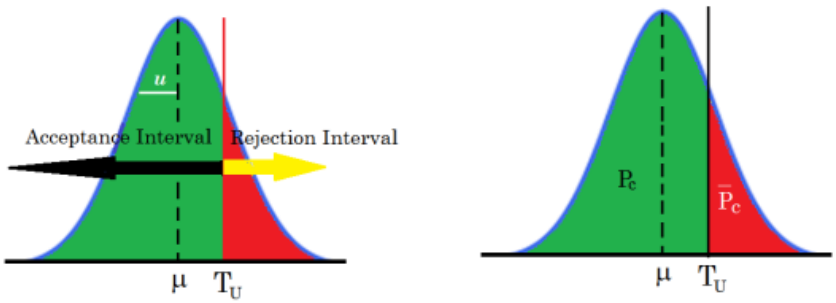
$$P_c = G\left(\frac{T_U - \mu}{u}\right)$$



$$c \in (-\infty, T_U]$$

$$P_c = G\left(\frac{T_U - \mu}{u}\right)$$

کنترل شد



$$c \in (-\infty, T_U]$$

$$P_c = G\left(\frac{T_U - \mu}{u}\right)$$

مثال ۱۹

سختـــی آب مربوط به املاح خاصی است که در آب وجود دارد. این املاح شامـــل کاتیـــون هایی مثل منیزیم، کلسیم، استرانسیم، آهن، آلومینیم، منگنـــز و مس بوده که با آنیـــون هایی مانند بی کربنات، کربنات، کلرید، سولفات، سیلیکات، و نیترات به صورت محلول در آب وجود دارد.

سختی کل: به مجموعه سختی موقت (سختی کربناتی) بعلاوه سختی دائم (سختـــی بی کربناتی) سختی کل گفته می شود. سختی موقت در اثر جوشاندن آب ته نشین می شود و جرم داخل ظروف جوشش آب را تشکیل می دهد و اغلب شامل کربنات یا بی کربنات کلسیم و منیزیم می باشد. سختی دائم در اثر وجود عناصری مانند سولفات و کلرید کلسیم و منیزیم بوجود آمده و در اثر جوشیدن از بین نمی رود.

میزان سختی بر حسب mg/L کربنات کلسیم	نوع آب
0-50	سبک
50-100	نیمه سبک
100-150	کمی سخت
150-200	نیمه سخت
200-300	سخت
بیشتر از 300	بسیار سخت

مطابق استاندارد های بین المللی بهداشت حد مجاز سختی کل برای آب آشامیدنی بر حسب کربنات کلسیم 300 mg/L می باشد.

نمونه آب های یک شبکه مورد آزمون قرار گرفته و میزان سختی آن بر حسب کربنات کلسیم 304 mg/L با عدم قطعیت استاندارد ±5.0 mg/L بدست آمده است. احتمال انطباق نمونه آب را بدست آورید.

$$Z = \frac{T_U - \mu}{u}$$

$$Z = \frac{300 - 304}{5.0}$$

$Z = -0.8$ $\quad P_c = 21\,\%$ $\quad$ احتمال انطباق داشتن 21%

$P_c = G(-0.8)$ $\quad \overline{P}_c = 79\,\%$ $\quad$ احتمال نامنطبق بودن 79%

$$G(-0.8) = 1 - G(0.8)$$

$$G(-0.8) = 1 - 0.79 = 0.21 = 21\%$$

کنترل شد

مثال ۲۰

سیلندر گاز CNG

حداکثر مقدار انبساط حجمی دائمی سیلندر در آزمون انبساط حجمی، نباید بیشتر از 10% انبساط کلی سیلندر باشد.

در نمونه آزمون شده مقدار انبساط حجمی دائمی 10.3% با عدم قطعیت استاندارد ±0.7% بیان شده است. احتمال انطباق سیلندرها را بدست آورید.

$$Z = \frac{T_U - \mu}{u}$$

$$Z = \frac{10.0 - (10.3)}{0.7}$$

$$Z = -0.43$$

$$P_c = G(-0.43)$$

$$G(-0.43) = 1 - G(+0.43)$$

$$G(-0.43) = 1 - 0.67 = 0.33 = 33\%$$

احتمال انطباق داشتن 33% $P_c = 33\%$

احتمال نامنطبق بودن 67% $\overline{P}_c = 67\%$

کنترل شد

بازه های رواداری یک طرفه با حد رواداری تک مقدار پایین

$$c \in [T_L, +\infty)$$

$$Z = \frac{x-\mu}{\sigma}$$

$$x = T_L \quad \& \quad \sigma = u$$

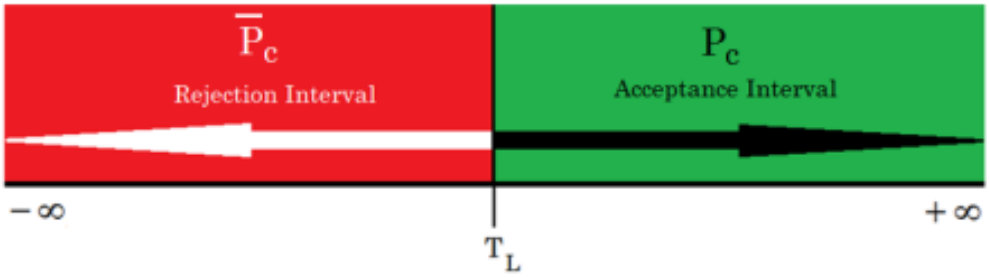
$$Z = \frac{T_L - \mu}{u} \quad \Rightarrow \quad -Z = \frac{\mu - T_L}{u}$$

$$G(-Z) = 1 - G(Z)$$

$$c \in [T_L, +\infty)$$

$$P_c = 1 - G\left(\frac{T_L - \mu}{u}\right)$$

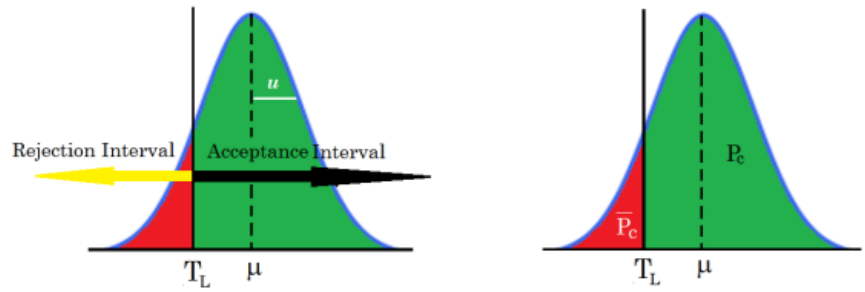
$$P_c = G\left(\frac{\mu - T_L}{u}\right)$$



$$c \in [T_L, +\infty)$$

$$P_c = G\left(\frac{\mu - T_L}{u}\right)$$

کنترل شد



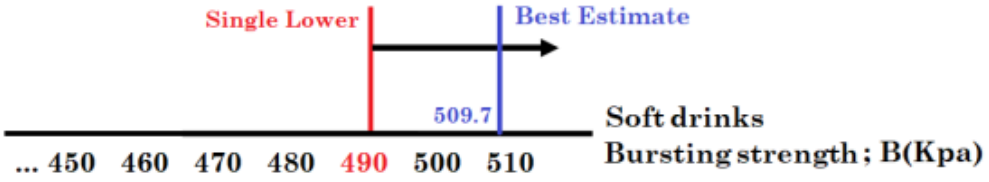
$$c \in [T_L, +\infty)$$

$$P_c = G\left(\frac{\mu - T_L}{u}\right)$$

مثال ۲۱

یک ظرف فلزی، برای تخریب با استفاده از آب تحت فشار در فرآیند اندازه گیری نیروی ترکیدگی P آزمون شده است. اندازه گیری بهترین برآورد را $P = 506.2$ kPa، و عدم قطعیت استاندارد مربوطه را $u = \pm 8.6$ kPa نتیجه می دهد.

ویژگی های ظرف الزام می کند که $P_{min} = 490$ kPa باشد. احتمال انطباق ظروف فلزی را بدست آورید.



کنترل شد

$$Z = \frac{\mu - T_L}{u}$$

$$Z = \frac{506.2 - 490}{8.6}$$

$$Z = 1.88$$

$$P_c = G(1.88)$$

$$G(1.88) = 0.97$$

$$P_c = 0.97 = 97\%$$

$P_c = 97\%$ 97% احتمال انطباق داشتن

$\overline{P}_c = 3\%$ 3% احتمال نامنطبق بودن

مثال ۲۲

یک شرکت تولید کننده لاستیک حداقل عمر لاستیک های تولیدی خود را 60 000 Km اعلام کرده است.

نمونه ای از لاستیک های این تولید کننده مورد بررسی قرار گرفته اند.

میانگین طول عمر آن ها 58 000 Km با عدم قطعیت استاندارد 1 200 Km± بدست آمده است.

احتمال انطباق لاستیک ها را بدست آورید.

$$Z = \frac{\mu - T_L}{u}$$

$$Z = \frac{58000 - 60000}{1200}$$

$$Z = -1.67$$

$$P_c = G(-1.67)$$

$$G(-1.67) = 1 - G(1.67)$$

$$P_c = 1 - 0.95 = 0.05 = 5\%$$

$P_c = 5\%$ احتمال انطباق داشتن 5%

$\overline{P}_c = 95\%$ احتمال نامنطبق بودن 95%

بازه های رواداری دو طرفه با حدود رواداری پایین و بالا

$$c \in [T_L, T_U]$$

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

$$x = T_U \quad \& \quad x = T_L \quad \& \quad \sigma = u$$

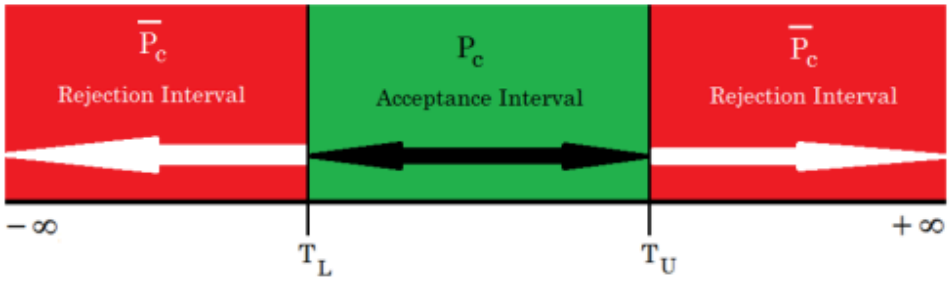
$$Z = \frac{T_U - \mu}{u}$$

$$Z = \frac{T_L - \mu}{u}$$

$$c \in [T_L, T_U]$$

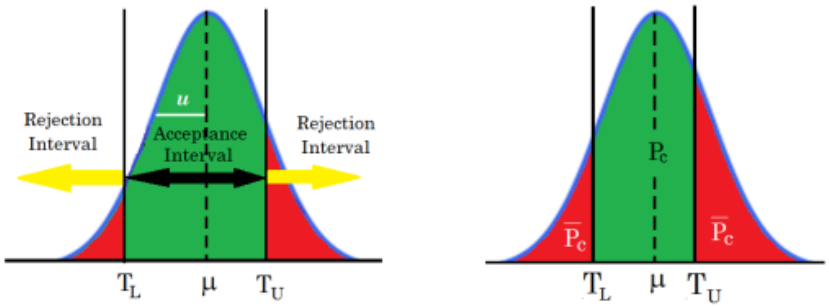
$$P_c = G\left(\frac{T_U - \mu}{u}\right) - G\left(\frac{T_L - \mu}{u}\right)$$

کنترل شد



$$c \in [T_L, T_U]$$

$$P_c = G(\frac{T_U - \mu}{u}) - G(\frac{T_L - \mu}{u})$$



$$c \in [T_L, T_U]$$

$$P_c = G(\frac{T_U - \mu}{u}) - G(\frac{T_L - \mu}{u})$$

کنترل شد

مثال:

در یک نمونه چای سیاه میزان رطوبت اندازه گیری شده 6.8 درصد و عدم قطعیت در سطح احتمال ۹۵٪ برابر 0.3± درصد می باشد.

اگر مطابق استاندارد حدود قابل قبول رطوبت ۳ تا ۷ باشد، میزان انطباق رطوبت نمونه چای را مشخص کنید:

$$P_c = G\left(\frac{T_U - \mu}{u}\right) - G\left(\frac{T_L - \mu}{u}\right)$$

$$P_c = G\left(\frac{T_U - \mu}{u}\right) - G\left(\frac{T_L - \mu}{u}\right)$$

$$P_c = G\left(\frac{7 - 6.8}{0.15}\right) - G\left(\frac{3 - 6.8}{0.15}\right)$$

$$P_c = G(1.33) - G(-25.3)$$

احتمال انطباق داشتن $G(1.33) = 0.9082$

$$G(-25.3) = 0$$

P_c=0.9082 = 90.82%

کنترل شد

100-90.82 =9.18%

احتمال نامنطبق بودن

کنترل شد

جداول Z

z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
+0	.50000	.50399	.50798	.51197	.51595	.51994	.52392	.52790	.53188	.53586
+0.1	.53983	.54380	.54776	.55172	.55567	.55966	.56360	.56749	.57142	.57535
+0.2	.57926	.58317	.58706	.59095	.59483	.59871	.60257	.60642	.61026	.61409
+0.3	.61791	.62172	.62552	.62930	.63307	.63683	.64058	.64431	.64803	.65173
+0.4	.65542	.65910	.66276	.66640	.67003	.67364	.67724	.68082	.68439	.68793
+0.5	.69146	.69497	.69847	.70194	.70540	.70884	.71226	.71566	.71904	.72240
+0.6	.72575	.72907	.73237	.73565	.73891	.74215	.74537	.74857	.75175	.75490
+0.7	.75804	.76115	.76424	.76730	.77035	.77337	.77637	.77935	.78230	.78524
+0.8	.78814	.79103	.79389	.79673	.79955	.80234	.80511	.80785	.81057	.81327
+0.9	.81594	.81859	.82121	.82381	.82639	.82894	.83147	.83398	.83646	.83891
+1	.84134	.84375	.84614	.84849	.85083	.85314	.85543	.85769	.85993	.86214
+1.1	.86433	.86650	.86864	.87076	.87286	.87493	.87698	.87900	.88100	.88298
+1.2	.88493	.88686	.88877	.89065	.89251	.89435	.89617	.89796	.89973	.90147
+1.3	.90320	.90490	.90658	.90824	.90988	.91149	.91308	.91466	.91621	.91774
+1.4	.91924	.92073	.92220	.92364	.92507	.92647	.92785	.92922	.93056	.93189
+1.5	.93319	.93448	.93574	.93699	.93822	.93943	.94062	.94179	.94295	.94408
+1.6	.94520	.94630	.94738	.94845	.94950	.95053	.95154	.95254	.95352	.95449
+1.7	.95543	.95637	.95728	.95818	.95907	.95994	.96080	.96164	.96246	.96327
+1.8	.96407	.96485	.96562	.96638	.96712	.96784	.96856	.96926	.96995	.97062
+1.9	.97128	.97193	.97257	.97320	.97381	.97441	.97500	.97558	.97615	.97670
+2	.97725	.97778	.97831	.97882	.97932	.97982	.98030	.98077	.98124	.98169
+2.1	.98214	.98257	.98300	.98341	.98382	.98422	.98461	.98500	.98537	.98574
+2.2	.98610	.98645	.98679	.98713	.98745	.98778	.98809	.98840	.98870	.98899
+2.3	.98928	.98956	.98983	.99010	.99036	.99061	.99086	.99111	.99134	.99158
+2.4	.99180	.99202	.99224	.99245	.99266	.99286	.99305	.99324	.99343	.99361
+2.5	.99379	.99396	.99413	.99430	.99446	.99461	.99477	.99492	.99506	.99520
+2.6	.99534	.99547	.99560	.99573	.99585	.99598	.99609	.99621	.99632	.99643
+2.7	.99653	.99664	.99674	.99683	.99693	.99702	.99711	.99720	.99728	.99736
+2.8	.99744	.99752	.99760	.99767	.99774	.99781	.99788	.99795	.99801	.99807
+2.9	.99813	.99819	.99825	.99831	.99836	.99841	.99846	.99851	.99856	.99861
+3	.99865	.99869	.99874	.99878	.99882	.99886	.99889	.99893	.99896	.99900
+3.1	.99903	.99906	.99910	.99913	.99916	.99918	.99921	.99924	.99926	.99929
+3.2	.99931	.99934	.99936	.99938	.99940	.99942	.99944	.99946	.99948	.99950
+3.3	.99952	.99953	.99955	.99957	.99958	.99960	.99961	.99962	.99964	.99965
+3.4	.99966	.99968	.99969	.99970	.99971	.99972	.99973	.99974	.99975	.99976
+3.5	.99977	.99978	.99978	.99979	.99980	.99981	.99981	.99982	.99983	.99983
+3.6	.99984	.99985	.99985	.99986	.99986	.99987	.99987	.99988	.99988	.99989
+3.7	.99989	.99990	.99990	.99990	.99991	.99991	.99992	.99992	.99992	.99992
+3.8	.99993	.99993	.99993	.99994	.99994	.99994	.99994	.99995	.99995	.99995
+3.9	.99995	.99995	.99996	.99996	.99996	.99996	.99996	.99996	.99997	.99997
+4	.99997	.99997	.99997	.99997	.99997	.99997	.99998	.99998	.99998	.99998

کنترل شد

z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-0	.50000	.49601	.49202	.48803	.48405	.48006	.47608	.47210	.46812	.46414
-0.1	.46017	.45620	.45224	.44828	.44433	.44034	.43640	.43251	.42858	.42465
-0.2	.42074	.41683	.41294	.40905	.40517	.40129	.39743	.39358	.38974	.38591
-0.3	.38209	.37828	.37448	.37070	.36693	.36317	.35942	.35569	.35197	.34827
-0.4	.34458	.34090	.33724	.33360	.32997	.32636	.32276	.31918	.31561	.31207
-0.5	.30854	.30503	.30153	.29806	.29460	.29116	.28774	.28434	.28096	.27760
-0.6	.27425	.27093	.26763	.26435	.26109	.25785	.25463	.25143	.24825	.24510
-0.7	.24196	.23885	.23576	.23270	.22965	.22663	.22363	.22065	.21770	.21476
-0.8	.21186	.20897	.20611	.20327	.20045	.19766	.19489	.19215	.18943	.18673
-0.9	.18406	.18141	.17879	.17619	.17361	.17106	.16853	.16602	.16354	.16109
-1	.15866	.15625	.15386	.15151	.14917	.14686	.14457	.14231	.14007	.13786
-1.1	.13567	.13350	.13136	.12924	.12714	.12507	.12302	.12100	.11900	.11702
-1.2	.11507	.11314	.11123	.10935	.10749	.10565	.10383	.10204	.10027	.09853
-1.3	.09680	.09510	.09342	.09176	.09012	.08851	.08692	.08534	.08379	.08226
-1.4	.08076	.07927	.07780	.07636	.07493	.07353	.07215	.07078	.06944	.06811
-1.5	.06681	.06552	.06426	.06301	.06178	.06057	.05938	.05821	.05705	.05592
-1.6	.05480	.05370	.05262	.05155	.05050	.04947	.04846	.04746	.04648	.04551
-1.7	.04457	.04363	.04272	.04182	.04093	.04006	.03920	.03836	.03754	.03673
-1.8	.03593	.03515	.03438	.03362	.03288	.03216	.03144	.03074	.03005	.02938
-1.9	.02872	.02807	.02743	.02680	.02619	.02559	.02500	.02442	.02385	.02330
-2	.02275	.02222	.02169	.02118	.02068	.02018	.01970	.01923	.01876	.01831
-2.1	.01786	.01743	.01700	.01659	.01618	.01578	.01539	.01500	.01463	.01426
-2.2	.01390	.01355	.01321	.01287	.01255	.01222	.01191	.01160	.01130	.01101
-2.3	.01072	.01044	.01017	.00990	.00964	.00939	.00914	.00889	.00866	.00842
-2.4	.00820	.00798	.00776	.00755	.00734	.00714	.00695	.00676	.00657	.00639
-2.5	.00621	.00604	.00587	.00570	.00554	.00539	.00523	.00508	.00494	.00480
-2.6	.00466	.00453	.00440	.00427	.00415	.00402	.00391	.00379	.00368	.00357
-2.7	.00347	.00336	.00326	.00317	.00307	.00298	.00289	.00280	.00272	.00264
-2.8	.00256	.00248	.00240	.00233	.00226	.00219	.00212	.00205	.00199	.00193
-2.9	.00187	.00181	.00175	.00169	.00164	.00159	.00154	.00149	.00144	.00139
-3	.00135	.00131	.00126	.00122	.00118	.00114	.00111	.00107	.00104	.00100
-3.1	.00097	.00094	.00090	.00087	.00084	.00082	.00079	.00076	.00074	.00071
-3.2	.00069	.00066	.00064	.00062	.00060	.00058	.00056	.00054	.00052	.00050
-3.3	.00048	.00047	.00045	.00043	.00042	.00040	.00039	.00038	.00036	.00035
-3.4	.00034	.00032	.00031	.00030	.00029	.00028	.00027	.00026	.00025	.00024
-3.5	.00023	.00022	.00022	.00021	.00020	.00019	.00019	.00018	.00017	.00017
-3.6	.00016	.00015	.00015	.00014	.00014	.00013	.00013	.00012	.00012	.00011
-3.7	.00011	.00010	.00010	.00010	.00009	.00009	.00008	.00008	.00008	.00008
-3.8	.00007	.00007	.00007	.00006	.00006	.00006	.00006	.00005	.00005	.00005
-3.9	.00005	.00005	.00004	.00004	.00004	.00004	.00004	.00004	.00003	.00003
-4	.00003	.00003	.00003	.00003	.00003	.00003	.00002	.00002	.00002	.00002

کنترل شد