INSO
11502-1
1st. Edition
2014

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۱۵۰۲-۱
چاپ اول
۱۳۹۳

روش‌های آماری در مدیریت فرایند- قابلیت و عملکرد - قسمت۱: اصول و مفاهیم کلی

Statistical methods in processmanagement - Capability and performance - Part 1: General principles and concepts

ICS : 03.120.30

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1]،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و / یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سامانه‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2 - International Electrotechnical Commission
3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«روش‌های آماری در فرایند مدیریت - قابلیت و عملکرد - قسمت۱: اصول و مفاهیم کلی»

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
امیری ، حسین (لیسانس مهندسی کامپیوتر نرم افزار)	مدیر عامل شرکت نوآوران مبانی پرداز
دبیر:	
کشاورزی ، فرزاد (لیسانس مهندسی کامپیوتر نرم افزار)	کارشناس رایانه شرکت پیشاهنگان آمایش
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
خندزاد ، بهزاد (لیسانس مهندسی کامپیوتر نرم افزار)	کارشناس رایانه شرکت نوآوران مبانی پرداز
خندزاد ، بیتا (فوق لیسانس هوش مصنوعی و رباتیک)	کارشناس ارشد ادارات مرکزی هواپیمائی جمهوری اسلامی ایران هما
درفشی ، رکسانا (لیسانس زبان انگلیسی)	کارشناس تایید صلاحیت سازمان استاندارد
ستاری ، آناهیتا (لیسانس مهندسی متالوژی)	مترجم ارشد شرکت پیشاهنگان آمایش
سروشیان ، سپیده (لیسانس مهندسی کامپیوتر نرم افزار)	کارشناس رایانه شرکت پیشاهنگان آمایش
ندائی فرخد ، لیلا (لیسانس مهندسی کامپیوتر نرم افزار)	رئیس تحلیل و طراحی گروه کارخانجات پارت لاستیک

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد ج
پیش گفتار ه
مقدمه و
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ اصطلاحات و تعاریف ۱
۳ نمادها، اصطلاحات به صورت اختصاری و زیرنویس ۴۱
۴ پیش‌شرط برنامه ۱۵
۵ جمع‌آوری داده‌ها ۱۶
۶ عملکرد، قابلیت و تجزیه و تحلیل فرایند ۱۷
۷ نتایج استفاده ۲۴
۸ مزایای استفاده ۲۴
۹ محدودیت‌های استفاده ۲۵

پیش گفتار

استاندارد «روش‌های آماری در فرایند مدیریت - قابلیت و عملکرد - قسمت۱: اصول و مفاهیم کلی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در دویست و نود و هفتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد رایانه و فرآوری داده‌ها مورخ ۱۳۹۳/۰۴/۰۹ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در متن صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 22514-1: 2009,Statistical methods in processmanagement - Capability and performance - Part 1:General principles and concepts

مقدمه

الف)

این مقدمه به طور کلی به ‹‹قابلیت›› و‹‹عملکرد›› می‌پردازد. برای فهم کامل مفاهیم، استفاده از استانداردهای بین‌المللی ISO 22514-3، ISO 25514-4 و ISO 21747 مفید خواهد بود. این استاندارد، توضیحات مقدماتی را به کاربرد اختصاصی روش‌ها تعمیم می‌دهد.

یک فرایند می‌تواند فرایندی گسسته یا پیوسته باشد. فرایندگسسته شامل یک سری از اقلام قابل تشخیص است و فرایند پیوسته محصول پیوسته (برای مثال، یک خط از کاغذ) را تولید می‌کند.

هدف از یک فرایند، تولید یک محصول یا انجام خدمات است که از مشخصات از پیش تعیین‌شده پیروی می‌کند. مشخصات فرایند تحت بررسی، برای یک یا چند خصوصیت از محصول یا خدمات تعریف می‌شود. هر چند، در عملکرد یا قابلیت فرایند، تنها یک خصوصیت در زمان در نظر گرفته می‌شود. این خصوصیت می‌تواند قابل اندازه‌گیری و شمارش بوده یا یک خاصیت باشد. بدین ترتیب فرایند، یک فرایند اتفاقی پیوسته یا گسسته خواهد بود.

- فرایندگسسته می‌تواند به صورت زیر باشد:
  - فرایندی از اعداد حقیقی
  - فرایندی از اعداد طبیعی
  - فرایندی که در مجموعه‌ای از وقایعی که برای اقلام منفرد اتفاق می‌افتد، حادث شود. (فرایندی که نشان می‌دهد کدام پیامد از مجموعه نتایج و پیامدها مربوط به کدام اقلام بخصوص است)

به عنوان مثال، یک سری عوامل در مورد اقلام خاص می‌تواند {رنگ قابل قبول یا غیر قابل قبول باشد}.

در کل، نشانه فرایند اتفاقی گسسته، $\{X_i\}$ است، که X_i پیامد عنصر i در فرایند است. در مواردی که مشخصه یکی از ویژگی‌های X_i است، به تک تک عوامل و پیامدها برای استفاده در مشخصه‌یابی فرایند، بها داده می‌شود. در یک فرایند گسسته، به طور معمول، شاخص i، تعداد اقلام در ترتیبی از اقلام تولید شده است. هر چند گاهی استفاده از زمان در یک نقطه ثابت به عنوان یک شاخص، مناسب‌تر است.

- زمانی که یک فرایند، پیوسته است، چندین احتمال بر اساس ماهیت محصول برای شاخص وجود دارد. به عنوان مثال، زمانی‌که محصول، خطی از یک کاغذ باشد، شاخص می‌تواند طول از نقطه شروع یا زمان از یک نقطه‌ی ثابت باشد.

باید توجه داشت که به طور معمول، ارتباط و همبستگی زنجیره‌واری در فرایند اتفاقی وجود دارد.

فرایند اتفاقی، ثابت یا غیر ثابت است. تعریف دقیق فرایند اتفاقی، در اینجا نیامده است. با این حال، برای فرایند ثابت، توزیعی برای X_i که مستقل از i است، وجود دارد.

برای به دست آوردن فرایندی که مشخصات را در بر بگیرد، فرایند اتفاقی باید فرایندی پایدار یا ناپایدار ولی واضح و معلوم (برای مثال فرایند دوره‌ای) باشد.
برای ارزیابی یک فرایند، عملکرد، مورد بررسی قرار می‌گیرد. در حقیقت، برای مطالعه‌ی عملکرد باید به صورت مطالعه‌ی نظری تمام عناصر در فرایند، پیش از پیاده‌سازی فرایند آغاز شود. زمانی‌که پارامترهای مراحل مختلف در فرایند، آنالیز و از نو تعریف شوند، فرایند پیاده می‌شود (می‌تواند تنها به صورت فرایند آزمون باشد).
بر اساس نمونه‌برداری از فرایند پیاده‌سازی شده، بخش عددی مطالعه‌ی فرایند، آغاز می‌شود. تعدادی از سؤالات در رابطه با فرایند، فراتر از هر شک معقولی (سؤالات مربوط به فرایند) باید به طور صحیح پاسخ داده شوند. مهم‌ترین سؤالی که باید پاسخ داده شود، این است که آیا فرایند، فرایند پایداری است که ثابت یا قابل پیش‌بینی برای دوره‌ی منطقی است؟ برای فرایند، شناسایی توزیع احتمال فرایند و به دست آوردن تخمین‌هایی از پارامترهای توزیع در یک واریانس کوچک منطقی، حائز اهمیت است. بر اساس این اطلاعات، مرحله‌ی بعدی در مطالعه‌ی فرایند، ترسیم خواص خصوصیات تحت بررسی و تصمیم‌گیری در رابطه با قابل قبول بودن آنها است. درصورتی‌که خواص قابل قبول نباشد، پارامترهای فرایند به خودی خود باید به منظور دستیابی به فرایندی با خواص قابل قبول، تغییر کنند.
فرایند به اجرا در آمده‌ی واضحی را در نظر بگیرید که برای مطالعه فرایند پذیرفته شده است. مرحله‌ی بعدی فرایند، اطمینان از پارامترهای فرایند است، بنابراین فرایند تصادفی یا تغییر نمی‌کند، یا در مسیری دوره‌ای تغییر می‌کند. این مرحله توسط تعریف مطالعه‌ی مناسب قابلیت، انجام می‌شود.
مطالعات شاخص‌های قابلیت و عملکرد، برای ارزیابی ابزار تولید، فرایند یا حتی ابزار اندازه‌گیری مرتبط با معیارهای مشخصه، بیشتر استفاده می‌شوند. روش‌های متفاوت مطالعات به این شرایط بستگی دارند.

ب)

مفاهیم عملکرد و قابلیت، تابع تغییرات گسترده‌ای از عقاید هستند. مهم‌ترین تغییر بنیادی، در این بخش از این استاندارد، جداسازی آنچه ‹‹شرایط قابلیت نامیده می‌شود››، ‹‹شرایط عملکرد›› است. تفاوت اولیه این است که آیا ثبات آماری و نه ‹‹عملکرد›› به دست آمده است؟ این مسئله طبیعتاً به دو گروه از شاخص‌هایی که در بندهای ۲-۲ و ۳-۲ وجود دارد، بازمی‌گردد. تشخیص درست این مجموعه‌ها، به این دلیل ضروری است که شرکت‌های صنعتی به دلیل محاسبه‌ی نادرست شاخص‌ها برای استقرار درست قابلیت‌های خود دچار اشتباه شده‌اند.

روش‌های آماری در فرایند مدیریت - قابلیت و عملکرد - قسمت۱: اصول و مفاهیم کلی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین اصول اساسی قابلیت و عملکرد فرایندهای تولید است. این بخش به منظور ارائه‌ی راهنمایی در رابطه با شرایطی که مطالعه‌ی قابلیت نیاز داشته و یا لازم به تعیین است، درصورتی که خروجی فرایند تولید یا ابزار تولید (ماشین تولید) متناسب با معیارهای مناسب قابل قبول باشد، فراهم می‌شود. این شرایط در کنترل کیفی، زمانی که هدف مطالعه بخشی از پذیرش تولید باشد، رایج است. این مطالعات، همچنین ممکن است، زمانی‌که یک تشخیص مورد نیاز است، به عنوان یک خروجی تولید یا به عنوان بخشی از تلاش برای حل یک مشکل، مورد استفاده قرار گیرند. این روش‌ها بسیار تطبیق‌پذیر بوده و در بیشتر شرایط به کار برده می‌شوند.

۲ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر بکار می‌روند:

۲-۱

اصطلاحات اساسی

۲-۱-۱

نیازمندی

نیازها و انتظاراتی که به طور کلی، ضمنی و یا اجباری، بیان می‌شوند.

استاندارد بین‌المللی ISO 9000:2005 که در بند ۳-۱-۲ تعریف شده است.

۲-۱-۲

فرایند

مجموعه‌ای از فعالیت‌های مربوط به درون و یا برقراری ارتباط که ورودی‌ها را به خروجی‌ها تبدیل می‌کند.

یادآوری ۱ - ورودی‌های یک فرایند، عموماً خروجی‌های فرایندهای دیگر هستند.

یادآوری۲ - فرایندها در یک سازمان، عموماً تحت شرایط کنترل شده برای اضافه کردن مقدار، طراحی و انجام می‌شوند.

یادآوری۳– از استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006 بند ۲-۱-۱ اقتباس شده است.

۲-۱-۳

سامانه

مجموعه‌ای از ارتباط و یا اثرات متقابل عناصر

استاندارد بین‌المللی ISO 9000:2005 که در بند ۳-۱-۳ تعریف شده است.

۴-۱-۲

محصول

نتیجه‌ی یک فرایند

یادآوری ۱ – چهار دسته‌ی کلی محصول عبارتند از:

- سرویس‌ها (برای مثال، انتقال)
- نرم‌افزار (برای مثال، برنامه‌ی رایانه‌ای)
- سخت‌افزار (برای مثال، بخش مکانیکی موتور)
- مواد پردازش (برای مثال، روان‌ساز)

بسیاری از محصولات شامل عناصری هستند که متعلق به دسته‌بندی محصولات مختلف عمومی می‌باشند. چیستی محصول بسته به عنصر غالب بیان می‌شود.

یادآوری ۲ – در ریاضیات، مفهوم محصول محدود به نتیجه‌ی ضرب است.

استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006 که در بند ۱-۲-۳۲ تعریف شده است.

۵-۱-۲

مشخصه

ویژگی متمایز (از یک مورد)

یادآوری ۱ – از استاندارد بین‌المللی ISO 9000:2005 بند ۳-۵-۱ اقتباس شده است.

یادآوری۲– از بخش‌هایی در استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006 بند ۱-۲-۱۱ اقتباس شده است.

۶-۱-۲

کیفیت

درجه‌ای که مجموعه‌ای از ویژگی‌های ذاتی (بند ۲-۱-۵) از محصول (بند ۲-۱-۴) که نیازمندی‌های مشتری‌ها و سایر طرف‌های ذی‌نفع را برآورده می‌کند.

یادآوری ۱ – از استاندارد بین‌المللی ISO 9000:2005 بند ۳-۱-۱ اقتباس شده است، که کیفیت بدون در نظر گرفتن اینکه چه کسی ماهیت نیازها را شرح می‌دهد، تعریف می‌شود.

۷-۱-۲

مشخصه‌ی محصول

مشخصه‌ی ذاتی (بند ۲-۱-۵) از یک نوع محصول (بند ۲-۱-۴)

یادآوری ۱ – مشخصات محصول می‌تواند کمی و کیفی باشند.

یادآوری ۲ – مشخصه‌ی محصول ممکن است چند بعدی باشد.

۸-۱-۲

مشخصه‌ی فرایند

مشخصه‌ی ذاتی (بند ۲-۱-۵) از یک نوع فرایند (بند ۲-۱-۲)

یادآوری ۱ – مشخصات فرایند می‌تواند کمی و کیفی باشند.

یادآوری ۲ – مشخصه‌ی فرایند ممکن است چند بعدی باشد.

۹-۱-۲

مشخصه کیفیت

مشخصه‌ی ذاتی (بند ۲-۱-۵) یک محصول (بند ۲-۱-۴)، یک فرایند (بند ۲-۱-۲) یا یک سامانه که با نیازمندی آن در ارتباط است. (بند ۲-۱-۱)

یادآوری ۱ – مشخصات کیفیت می‌توانند کمی و کیفی باشند.

یادآوری ۲ – مشخصه‌ی کیفیت ممکن است چند بعدی باشد.

یادآوری۳– اغلب، ارتباط قوی موجود بین مشخصه‌ی فرایند و مشخصه محصول، توسط فرایند مشخص می‌شود. هرچند، نیازمندی‌های جداگانه متفاوت هستند. برای مشخصه‌ی فرایند، نیازمندی فردی، بخشی از نیازمندی کیفیت برای فرایند می‌باشد؛ برای مشخصه‌ی محصول مشخص شده با فرایند، نیازمندی فردی، بخشی از نیازمندی کیفیت برای محصول می‌باشد.

۱۰-۱-۲

مشخصات

نیازمندی‌های (بند ۲-۱-۱) این استاندارد

یادآوری ۱ – مشخصات می‌تواند مرتبط با فعالیت‌ها (برای مثال، سند عملکرد، مشخصات فرایند و مشخصات آزمون) یا محصولات (برای مثال، مشخصات محصول، مشخصات عملکرد و طراحی) باشد.

استاندارد بین‌المللی ISO 9000:2005 که در بند ۳-۷-۳ تعریف شده است.

۱۱-۱-۲

حدود مشخصات

مقدار محدوده‌ی تعیین شده برای یک **مشخصه** (بند ۲-۱-۵)

استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006 که در بند ۳-۱-۳ تعریف شده است.

یادآوری ۱ –گاهی اوقات محدودیت‌های مشخصات «حد رواداری[1]» نامیده می‌شوند.

۱۲-۱-۲

حد مشخصات بالا

U

حدود مشخصاتی (بند ۲-۱-۱۱) که بیشترین مقداری که مشخصه‌ی کیفیت می‌تواند داشته باشد و منطبق در نظر گرفته می‌شود را تعریف می‌کند.

یادآوری ۱ – نماد ترجیحی برای حد مشخصات بالا U است.

یادآوری۲– از استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006 بند ۳-۱-۴ اقتباس شده است.

۱۳-۱-۲

حد مشخصات پایین

L

1-Telorance

حدود مشخصاتی (بند ۲-۱-۱۱) که کمترین مقداری که مشخصات کیفیت می‌تواند داشته باشد و منطبق در نظر گرفته می‌شود را تعریف می‌کند.

یادآوری۱ – نماد ترجیحی برای حد مشخصات پایین L است.

یادآوری۲ - از استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006 بند ۳-۱-۵ اقتباس شده است.

۱۴-۱-۲

بازه مشخصات

بازه رواداری

بازه‌ی بین حدود بالا و پایین مشخصات (بند ۲-۱-۱۱)

یادآوری ۱ – این مورد کاملاً با بازه‌ی رواداری آماری متفاوت است، و بازه‌ای تصادفی می‌باشد.

۱۵-۱-۲

منطقه‌ی رواداری

فضایی که توسط یک یا چندین خط یا سطح کامل، محدود شده و با یک بعد خطی مشخص شود، رواداری نامیده می‌شود.

استاندارد بین‌المللیISO 1101:2004 که در بند ۳-۱ تعریف شده است.

۱۶-۱-۲

مقدار هدف

T

مقدار مرجع مشخصه (بند ۲-۱-۵) در مشخصات (بند ۲-۱-۱۰) بیان می‌شود.

استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006 که در بند ۳-۱-۲ تعریف شده است.

۱۷-۱-۲

مقدار اسمی

مقدار مرجع مشخصه (بند ۲-۱-۵) که بر اساس ویژگی بیان می‌شود.

یادآوری ۱ – در استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006، مقدار اسمی و مقدار هدف مترادف با هم هستند.اما ترجیحاً مقدار هدف مورد استفاده قرار می‌گیرد. لازم است که تفاوت بین مقدار مرجع و مقدار ترجیحی در نظر گرفته شود.

۱۸-۱-۲

مقدار واقعی

مقدار کمی در مشخصه (بند ۲-۱-۵).

۱۹-۱-۲

نوسانات

تفاوت بین مقادیر **مشخصه** (بند ۲-۱-۵).

یادآوری ۱ – اغلب نوسانات به صورت پراکندگی[1] یا انحراف استاندارد بیان می‌شوند.

1-Variance

استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006 که در بند ۲-۲-۱ تعریف شده است.

۲۰-۱-۲

علت اتفاقی

علت عام

علت شانس

(نوسانات فرایند) منبع نوسانات فرایند (بند۲-۱-۱۹)، که در سرتاسر فرایند (بند۲-۱-۲) تفکیک‌ناپذیر و اساسی است.

یادآوری ۱ – در یک فرایند، تغییر در محدودیت‌های آماری ایجاد شده، فقط در صورت اتفاقی بودن نوسانات، قابل پیش‌بینی است.

۲۱-۱-۲

مشخصه محصول در کنترل

پارامتر مشخصه محصول (بند۲-۱-۷) توزیع مقادیر مشخصه که در یک شیوه شناخته شده یا در محدودیت‌های شناخته شده، عملاً تغییر کند یا خیر.

۲۲-۱-۲

فرایند پایدار

فرایند در حالت کنترل آماری

‹‹میانگین ثابت›› فرایند (بند ۲-۱-۲) تنها در معرض علل تصادفی (بند۲-۱-۲۰)

یادآوری ۱ – تولید در کنترل، تولید با فرایندهای در کنترل است.

یادآوری ۲ – روند با ثبات، به طور کلی مانند این رفتار می‌کند که نمونه‌هایی از فرایندها در هر زمان، نمونه‌های ساده اتفاقی از جمعیت مشابه هستند.

یادآوری ۳ – این حالت نوسانات اتفاقی بزرگ و کوچک، در داخل و خارج اشاره‌ای ندارد، بلکه نوسانات در استفاده از تکنیک‌های آماری، قابل پیش‌بینی است.

یادآوری۴– از استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006 بند ۲-۲-۷ اقتباس شده است.

۲۳-۱-۲

توزیع مشخصه محصول

اطلاعات در مورد کارکرد احتمالی مشخصه‌ی محصول (بند ۲-۱-۷)

یادآوری ۱ – توزیع، حاوی اطلاعات متعددی درباره‌ی مشخصه‌ی محصول است، به جز برای سفارش سریالی که در آن اقلام تولید شده‌اند.

یادآوری ۲ – توزیع مشخصه‌ی محصول نشان می‌دهد که آیا ویژگی محصول است که ثبت شده یا نه و به شرایط تکنیکی مانند دسته‌های ورودی، ابزار، اپراتورها و غیره، بستگی دارد.

یادآوری ۳ – اگر اطلاعاتی درباره‌ی توزیع مشخصه‌ی محصول مورد توجه باشد، داده‌ها باید جمع‌آوری شوند. توزیعی که مشاهده می‌شود، به شرایط تکنیکی (یادآوری ۲) و شرایط جمع‌آوری داده‌های زیر، بستگی دارد:

- اندازه‌گیری؛

- بازه‌ی زمانی که بیش از آن نمونه‌برداری انجام می‌شود؛
- فرکانس نمونه‌برداری.

شرایط تکنیکی (یادآوری ۲) و شرایط جمع‌آوری داده‌ها، همواره باید مشخص شود.

یادآوری ۴ – توزیع مشخصه‌ی محصول، ممکن است در هر روشی که توزیع و داده‌های حاصل از توزیع وجود دارد، اتفاق بیفتد. از آنجایی که تابع چگالی گاهی اوقات برای یک مدل از توزیع مشخصه‌ی محصول مورد استفاده قرار می‌گیرد، هیستوگرام اغلب برای داده‌های حاصل از توزیع استفاده می‌شود

یادآوری ۵ – در این بخش از این استاندارد، توزیع مشخصه‌ی محصول تحت شرایط متفاوت و معین در نظر گرفته خواهد شد، مانند عملکرد و قابلیت، که در آن عملکرد حداقل محدودیت را دارد.

۲۴-۱-۲

کلاس توزیع

در یک خانواده‌ی خاص از توزیع (بند ۲-۱-۲۳)، هر یک از اعضا دارای همان ویژگی‌های مشترک هستند که توسط کل خانواده به طور خاص مشخص می‌شوند.

مثال ۱– کلاس توزیع نرمال، پارامترهای نامشخص متوسط و انحراف استاندارد هستند. اغلب کلاس توزیع نرمال، به سادگی، به توزیع نرمال اشاره دارد.

مثال ۲ – سه پارامتر از توزیع نرمال، چند شکلی، توزیع ویبول[1] با پارامترها، مکان، شکل و مقیاس

مثال ۳ – توزیع پیوسته تک وضعی.

یادآوری ۱ – کلاس توزیع، اغلب می‌تواند به طور کامل از طریق مقادیر مناسب پارامترها، مشخص شود.

یادآوری۲– از استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006 اقتباس شده است.

۲۵-۱-۲

مدل توزیع مشخصه محصول

توزیع مشخصه (بند ۲-۱-۲۳) یا کلاس توزیع.

مثال ۱ – یک مدل برای توزیع مشخصه‌ی محصول، مانند قطر پیچ، ممکن است توزیع نرمال با متوسط ۱۵ mm و انحراف استاندارد ۰/۰۵ mm، باشد. در اینجا مدل توزیع مشخصه به طور کامل مشخص است.

مثال ۲ – یک مدل برای همین وضعیت مشابه مثال ۱، می‌تواند کلاس توزیع نرمال، بدون تلاش برای مشخص کردن یک توزیع خاص، باشد. در اینجا مدل، کلاس توزیع نرمال است.

استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006 که در بند ۲-۵-۳ تعریف شده است.

۲۶-۱-۲

محدودیت مرجع مشخصه محصول

$X_{0,135\%}, X_{99,865\%}$

صدک‌های[2] توزیع مشخصه‌ی (بند ۲-۱-۲۳) محصول.

مثال ۱– اگر توزیع مشخصه‌ی محصول با میانگین μ و انحراف استاندارد σ، نرمال باشد، در صورتی‌که صدک‌های مرسوم 0,135% و 99,865% استفاده شوند، محدودیت‌ها $\mu \pm 3\sigma$ هستند.

1-Weibull
2- quantile

یادآوری ۱ – شرایط توزیع مشخصه‌ی محصول باید مشخص شود، به یادآوری‌های ۲ و ۳ از بند ۲-۱-۲۳ توزیع مشخصه‌ی محصول مراجعه شود.

یادآوری ۲ – به طور مرسوم 0,135% و 99,865% مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۲-۱-۲۷

بازه‌ی مرجع توزیع محصول

بازه‌ی محدود توسط 99.865% صدک توزیع، $X_{99,865\%}$، و 0.135% صدک توزیع $X_{0.135\%}$

مثال ۱ – در توزیع نرمال با میانگین μ و انحراف استانداردσ، بازه‌ی مرجع مرتبط با صدک مرسوم 0.135% و 88.865%، دارای محدودیت $\mu \pm 3\sigma$و طول 6σمی‌باشد.

مثال ۲ – برای توزیع غیرنرمال، بازه‌ی مرجع ممکن است توسط مقالات احتمالی مناسب (برای مثال، لوگ نرمال) یا از درجه‌ی اوج در یک نمودار آماری نمونه و چولگی نمونه با استفاده از روش‌های تعریف شده در استاندارد بین‌المللی ISO/TR 22514-4، تخمین زده شود.

یادآوری ۱ – بازه می‌تواند توسط صدک $X_{0.135\%}$،$X_{99,865\%}$ و طول بازه$X_{99,865\%} - X_{0,135\%}$ بیان شود.

یادآوری ۲ – این اصطلاح تنها به عنوان اساس دلخواه و استاندارد، برای تعریف اندیس عملکرد فرایند، (با توجه به بند ۲-۲-۳، یادآوری ۱، ۲ و ۳)، و اندیس قابلیت فرایند (با توجه به بند ۲-۲-۶، یادآوری ۱، ۲ و ۳) استفاده می‌شود، که گاهی اوقات به طور نادرست با عنوان بازه‌ی «طبیعی» به آن اشاره می‌شود.

یادآوری ۳ – برای توزیع نرمال، طول بازه‌ی مرجع ممکن است در شرایط ۶ انحراف استاندارد $6S$،6σ بیان شود، که σ از نمونه تخمین زده می‌شود.

یادآوری۴ - برای توزیع غیرنرمال، طول بازه‌ی مرجع ممکن است توسط نرم‌افزار مناسب یا طرح احتمالی (برای مثال، لوگ نرمال) یا از درجه‌ی اوج در یک نمودار آماری نمونه و چولگی نمونه با استفاده از روش‌های تعریف شده در استاندارد بین‌المللی ISO/TR 22514-4 تخمین زده شود.

یادآوری ۵ - صدک یا فراکتایل، به تقسیم یک توزیع به واحدها یا اجزاء برابر، برای مثال محاسبه بر حسب درصد، اشاره می‌کنند.

یادآوری۶ - از استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006 بند ۲-۵-۷ اقتباس شده است.

۲-۱-۲۸

کسر[1]بالای نامنطبق با مشخصه محصول

P_U

جزئی از توزیع مشخصه‌ی (بند ۲-۱-۲۳) محصول، که از حد مشخصات بالا U (بند ۲-۱-۱۲) فراتر است.

مثال در توزیع نرمال با میانگین μ و انحراف استاندارد σ،

$$P_U = 1 - \Phi\left(\frac{U-\mu}{\sigma}\right) = \Phi(\frac{\mu - U}{\sigma})$$

که Φ تابع توزیع نرمال استاندارد می‌باشد.

یادآوری ۱– از استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006 بند ۲-۵-۴ اقتباس شده است.

۲-۱-۲۹

کسر پایین نامنطبق با مشخصه‌ی محصول

1-Fraction

P_L

کسری از توزیع مشخصه‌ی (بند ۲-۱-۲۳) محصول، که کمتر از حد مشخصات پایین L (بند ۱-۱-۱۳) می‌باشد.

مثال ۱ – در توزیع نرمال با میانگین μ و انحراف استاندارد σ،

$$P_L = \Phi(\frac{1-\mu}{\sigma})$$

که Φ تابع توزیع نرمال استاندارد است.

یادآوری۱– از استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006 بند ۲-۵-۵ اقتباس شده است.

۲-۱-۳۰

کسر نامنطبق با مشخصه محصول

P_t

مجموع کسر بالای نامنطبق با مشخصه‌ی محصول (بند ۲-۱-۲۸) و کسر پایین نامنطبق با مشخصه‌ی محصول (بند ۲-۱-۲۹).

$$P_t = P_U + P_L$$

مثال ۱ – در توزیع نرمال با میانگین μ و انحراف استاندارد σ،

$$P_t = 1 - \Phi\left(\frac{\mu - U}{\sigma}\right) = \Phi(\frac{L-\mu}{\sigma})$$

که Φ تابع توزیع نرمال استاندارد است.

یادآوری۱– از استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006 بند ۲-۵-۶ اقتباس شده است.

۲-۲

عملکرد – اندازه‌گیری و شاخص‌ها

۲-۲-۱

شرایط عملکرد

شرایط خارجی به طور دقیق، تحت شرایطی که فرایند ارزیابی شده و ثابت آماری به دست نیامده است، تعریف می‌شوند.

یادآوری ۱ – مثال‌های شرایط خارجی شامل:

- شرایط فنی (دسته‌ها، اپراتورها، ابزار، ... خروجی)؛
- فرایند اندازه‌گیری (حل، درستی، تکرارپذیری، قابلیت بازتولید، غیره)؛
- جمع‌آوری داده‌ها (مدت زمان، فراوانی).

یادآوری ۲ – شرایط عملکرد، حداقل محدوده‌ی پذیرفته شده است.

یادآوری ۳ – در نظر گرفتن فرایند در حالت کنترل آماری در یک دوره، نامربوط است.

یادآوری ۴ – به مقدمه و بند ۲ مراجعه شود.

۲-۲-۲

اندازه‌گیری عملکرد

اندازه‌گیری آماری خروجی مشخصه (بند ۲-۱-۵) از فرایندی که ممکن است در حالت کنترل آماری، نشان داده نشده باشد (بند ۲-۱-۲۲).

مثال ۱ - پراکندگی (استاندارد بین‌المللی ISO 3534-1:2006 به بند ۴-۳۸ مراجعه شود) توزیع مشخصه محصول (به بند ۲-۱-۲۳ مراجعه شود) تحت شرایط عملکرد (به بند ۲-۲-۱ مراجعه شود).

مثال ۲ - میانگین(استاندارد بین‌المللی ISO 3534-1:2006 به بند ۴-۳۷ مراجعه شود) توزیع مشخصه محصول تحت شرایط عملکرد.

مثال ۳ – بازه مرجع (به بند ۲-۱-۲۷ مراجعه شود) توزیع مشخصه محصول تحت شرایط عملکرد.

یادآوری ۱ – خروجی توزیع است (به بند ۲-۱-۲۳ مراجعه شود)، کلاسی که نیاز به تعیین داشته و پارامترهای آن تخمین زده می‌شوند.

یادآوری ۲ – اعمال توجه در استفاده از این اندازه‌گیری ضروری است، زیرا که ممکن است به دلیل عوامل خاص، که مقدار آن قابل پیش‌بینی نیست، تغییرپذیری جزئی داشته باشد.

یادآوری ۳ – کمیتی که یک یا چند خاصیت توزیع مشخصه محصول (به بند ۲-۱-۲۳مراجعه شود) را تحت شرایط عملکرد (بند ۲-۲-۱) تعریف می‌کند.

۳-۲-۲

شاخص عملکرد

P

کمیتی که اندازه‌گیری عملکرد (بند ۲-۲-۲) را در ارتباط با مشخصات تعیین شده، تعریف می‌کند.

مثال ۱ – شاخص عملکرد فرایند، P_{P} و شاخص عملکرد ماشین، P_{m}

یادآوری ۱ - غالباً شاخص عملکرد فرایند، P_{P}، به عنوان مقدار بازه مشخصه (به بند ۲-۱-۱۴مراجعه شود) تعیین شده، بیان می‌شود، که توسط اندازه‌گیری طول بازه مرجع (به بند ۲-۱-۲۷مراجعه شود) تقسیم می‌شود. به صورت زیر بیان می‌شود:

$$P_{\mathrm{p}} = \frac{U - L}{X_{99{,}865\%} - X_{0{,}135\%}}$$

یادآوری ۲ – در توزیع نرمال، طول بازه مرجع برابر با $6S_{\mathrm{t}}$ است، که توصیف‌گر (دسکریپتور) S_{t}، پراکندگی را به دلیل عوامل تصادفی (معمول) به همراه هر عامل خاصی که ممکن است وجود داشته باشد، در نظر می‌گیرد. S_{t} در اینجا، در صورتی که انحراف استاندارد، اندازه‌گیری آمار توصیفی باشد، به جای σ_t استفاده می‌شود.

یادآوری۳ – در توزیع غیر نرمال، طول بازه مرجع می‌تواند برای مثال با استفاده از روش تعریف شده در استاندارد بین‌المللی ISO/TR 22514-4، تخمین زده شود.

یادآوری ۴ – از استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006 بند ۲-۶-۲ اقتباس شده است.

۴-۲-۲

شاخص عملکرد بالا

$\boldsymbol{P_{\mathrm{U}}}$

شاخصی که اندازه‌گیری عملکرد (بند ۲-۲-۲) را در ارتباط با حد مشخصه بالا (بند ۲-۱-۱۲) تعریف می‌کند.

مثال ۱– شاخص عملکرد فرایند بالا، P_{pkU}، و شاخص عمکلرد ماشین بالا، P_{mkU}.

یادآوری۱–P_{pkU}، اختلاف بین حد مشخصه بالا Uو صدک توزیع ٪۵۰، $X_{50\%}$، تقسیم بر اختلاف بین حد مرجع (به بند ۲-۲-۱-۲۶مراجعه شود) و صدک توزیع ٪۵۰، $X_{50\%}$، می‌باشد.

$$P_{pkU} = \frac{U - X_{50\%}}{X_{99.865\%} - X_{50\%}}$$

یادآوری۲ – معمولاً شاخص عملکرد بالا به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$P_{pkU} = \frac{U - X_{50\%}}{3S_t}$$

که $X_{50\%}$ به اندازه‌گیری مکان، مانند میانگین یا میانه و S_t به انحراف استاندارد دلالت دارند.

یادآوری۳ – معمولاً و به ویژه اگر مشخصه محصول کیفی باشد، شاخص عملکرد بالا به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$P_{pkU} = \frac{Z_{1-PU}}{3}$$

که P_U، جزء بالای نامنطبق با مشخصه محصول (به بند ۲-۱-۲۸ مراجعه شود) تحت شرایط عملکرد (به بند ۲-۲-۱ مراجعه شود) و Z_{1-PU}، مفروض دوجمله‌ای$(1 - PU)$ در توزیع نرمال استاندارد، است.

یادآوری۴ –از استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006 بند ۲-۶-۴ اقتباس شده است.

۵-۲-۲

شاخص عملکرد پایین

P_L

شاخصی که اندازه‌گیری عملکرد (بند ۲-۲-۲) را در ارتباط با حد مشخصه پایین (بند۲,۱,۱۳) تعریف می‌کند.

مثال ۱ – شاخص عملکرد فرایند پایین، P_{pkL}، و شاخص عمکلرد ماشین بالا، P_{mkL}.

یادآوری ۱–P_{pkL}، اختلاف بین صدک توزیع ٪۵۰، $X_{50\%}$ و حد مشخصه پایین L، تقسیم بر اختلاف بین صدک توزیع ٪۵۰، $X_{50\%}$ ، و حد مرجع پایین (به بند ۲-۱-۲۶مراجعه شود)، می‌باشد.

$$P_{pkL} = \frac{X_{50\%} - L}{X_{50\%} - X_{0,135\%}}$$

یادآوری۲ – معمولاً شاخص عملکرد پایین به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$P_{pkL} = \frac{X_{50\%} - L}{3S_t}$$

که $X_{50\%}$ به اندازه‌گیری مکان، مانند میانگین یا میانه و S_t به انحراف استاندارد دلالت دارند. با استفاده از اندازه نمونه n تخمین زده می‌شود. این فرمول P_{pkL} تنها زمانی می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد که توزیع مشخصه نرمال باشد.

یادآوری۳ – معمولاً و به ویژه اگر مشخصه محصول کیفی باشد، شاخص عملکرد پایین به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$P_{pkL} = \frac{Z_{1-PL}}{3}$$

که P_L، جزء پایین نامنطبق با مشخصه محصول (بند ۲-۱-۲۸) تحت شرایط عملکرد (بند ۲-۲-۱) و Z_{1-PU}، مفروض دوجمله‌ای $(1 - PU)$ در توزیع نرمال استاندارد، است.

یادآوری۴ – در استاندارد بین‌المللی ISO/TR 22514-4، نماد فراکتایل توزیع نرمال استاندارد از ∞–تا ∝، $Z_\propto$ می‌باشد.

یادآوری۵ – از استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006 بند ۲-۶-۳ اقتباس شده است.

۶-۲-۲

شاخص عملکرد حداقل

P_K

کمتر از شاخص عملکرد بالا (بند ۲-۲-۴) و شاخص عملکرد پایین (بند ۲-۲-۵).

مثال ۱ – شاخص عملکرد حداقل، P_{pK}، و شاخص عمکلرد ماشین بالا، P_{mK}.

یادآوری ۱ – شاخص عملکرد حداقل می‌تواند به صورت زیر بیان شود:

$$P_{pK} = \min\{P_{pkL}, P_{pkU}\}$$

که P_{pkL} و P_{pkU}، شاخص‌های عملکرد فرایند پایین و بالا می‌باشند.

یادآوری ۲ – از استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006 بند ۲-۶-۵ اقتباس شده است.

یادآوری ۳ – گاهی اوقات اصطلاح ‹‹بحرانی›› برای شاخص استفاده می‌شود.

یادآوری ۴ – گاهی مشخصه، تنها در یک حد داده می‌شود، برای مثال، مقدار حداکثر (یا حداقل). در این شرایط، محاسبه‌ی شاخص P_{pK}، تنها بر اساس شاخص قابلیت بالا (یا پایین)، ممکن خواهد بود.

یادآوری ۵ – شرایطی هم وجود خواهد داشت که حدود مشخصه داده شده و مقدار هدف از مقادیر نقطه- وسط مشخصه اختلاف داشته و مقدار هدف مقدار ترجیحی (یا بهترین) می‌باشد. در این شرایط، تنها محاسبه‌ی شاخص قابلیت فرایند بالا و شاخص قابلیت پایین، ولی نه حداقل آنها، ممکن خواهد بود. شاخص‌های بالا و پایین، ممکن است نیازمندی‌های مختلف داشته باشند.

۷-۲-۲

عملکرد موقعیت

تخمین آماری توزیع دوبعدی موقعیت مشخصه محصول (بند ۲-۱-۷)، تحت شرایط عملکرد (۲-۲-۱) تعیین شده مشخص می‌شود.

یادآوری۱ – نیازی نیست که فرایند در حالت کنترل آماری در ارتباط با مشخصه، نشان داده شود.

یادآوری ۲ – عملکرد موقعیت و شاخص‌های آن P_o و P_{oK}، در مواردی که مشخصه به صورت رواداری موقعیتی در انطباق با استاندارد بین‌المللی ISO 1101 است، داده می‌شود. این روش رواداری، به عنوان مثال درموقعیت مکانی محور در یک سوراخ، به کار می‌رود.

۳-۲

قابلیت - اندازه‌گیری و شاخص‌ها

۱-۳-۲

شرایط قابلیت

شرایط خارجی تحت فرایندهایی که ارزیابی شده و ثبات آماری به دست آمده است، تعریف می‌شوند.

یادآوری ۱ – مثال‌های شرایط خارجی شامل:

- روش‌های به کار برده شده برای نشان دادن فرایند تحت کنترل؛
- شرایط فنی (دسته‌های ورودی، اپراتورها، ابزار و غیره)؛
- فرایند اندازه‌گیری (تمیز، درستی، تکرارپذیری، تکثیرپذیری و غیره)؛
- جمع‌آوری داده‌ها (مدت زمان، فرکانس).

یادآوری ۲ – شرایط قابلیت، محدودکننده‌ترین شرایط در میان کیفیت و شرایط عملکرد می‌باشند.

یادآوری ۳ – فرایند باید به صورت کنترل شده، مستند شود.

یادآوری ۴ – به مقدمه و بند ۲ مراجعه شود.

۲-۳-۲

قابلیت

توانایی یک سازمان، سامانه یا فرایند برای دست یافتن به یک محصول که الزامات مورد نیاز آن محصول را برآورده کند.

استاندارد بین‌المللی ISO 9000:2005 که در بند ۳-۱-۵ تعریف شده است

۳-۳-۲

تخمین قابلیت فرایند

تخمین آماری خروجی مشخصه (بند ۲-۱-۵) از یک فرایند (بند ۲-۱-۲)، که در حالت کنترل آماری نشان داده شده است (بند ۲-۱-۲۲) و توانایی فرایند برای فهم مشخصه را تعریف کرده که الزامات مورد نیاز برای یک مشخصه را فراهم خواهد کرد.

یادآوری ۱ – خروجی توزیع (بند ۲-۱-۲۳) کلاس (۲-۱-۲۴) می‌باشد که به تعیین و تخمین پارامترهایش نیاز دارد.

۴-۳-۲

توزیع قابلیت

توزیع مشخصه محصول (بند ۲-۱-۲۳) تحت شرایط قابلیت (بند ۲-۳-۱).

۵-۳-۲

اندازه‌گیری قابلیت

کمیتی که یک یا چند خاصیت از توزیع مشخصه محصول (بند ۲-۱-۲۳) را تحت شرایط قابلیت تعریف می‌کند. (بند ۲-۳-۱)

مثال۱ – واریانس (استاندارد بین‌المللی ISO 3534-1:2006 که در بند ۴-۳۸ تعریف شده است) توزیع مشخصه محصول، تحت شرایط قابلیت.

مثال۲ – بازه مرجع (۲-۱-۲۷) توزیع مشخصه محصول، تحت شرایط قابلیت.

۶-۳-۲

شاخص قابلیت فرایند

C_{P}

کمیتی که قابلیت (بند ۲-۳-۲) را در ارتباط با مشخصه‌های داده شده تعریف می‌کند.

یادآوری ۱ – شاخص قابلیت فرایند، به عنوان مقدار بازه مشخصه (بند ۲-۱-۱۴) تقسیم بر اندازه‌ی طول بازه مرجع (بند ۲-۱-۲۷) برای یک فرایند در حالت کنترل آماری (بند ۲-۱-۲۲)، بیان می‌شود. یعنی به صورت:

$$C_{\mathrm{p}} = \frac{U - L}{X_{99{,}865\%} - X_{0{,}135\%}}$$

یادآوری ۲ – برای یک توزیع نرمال، بازه مرجع برابر با 6σ است.

یادآوری ۳ – برای توزیع غیر نرمال، بازه مرجع می‌تواند با استفاده از روش تعریف شده در استاندارد بین‌المللی ISO/TR 22514-4، تخمین زده شود.

یادآوری ۴ – اصطلاح «شاخص قابلیت فرایند بالقوه»، اغلب برای این شاخص استفاده می‌شود.

یادآوری ۵ – از استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006 بند ۲-۷-۲ اقتباس شده است.

۷-۳-۲

شاخص قابلیت فرایند بالا

C_{pkU}

شاخصی که قابلیت فرایند (بند ۲-۳-۳) را در ارتباط با حد مشخصه بالا (بند ۲-۱-۱۲)تعریف می‌کند.

یادآوری ۱ - شاخص قابلیت بالا، اختلاف بین حد مشخصه بالا Uو صدک توزیع ٪۵۰، $X_{50\%}$، تقسیم بر طول بازه مرجع برای فرایند در حالت کنترل آماری (بند ۲-۱-۲۲) می‌باشد.

$$C_{pkU} = \frac{U - X_{50\%}}{X_{99.865\%} - X_{50\%}}$$

یادآوری ۲ - برای توزیع نرمال، دامنه مرجع بالایی برابر است با $3S_w$ و $X_{50\%}$ میانه و میانگین را نشان می‌دهد.

یادآوری ۳ - برای توزیع غیرنرمال، بازه مرجع بالایی، می‌تواند با استفاده از روش ارائه شده در استاندارد بین‌المللی ISO/TR 22514-4، تخمین زده شود. و $X_{50\%}$ بیانگر میانه است.

یادآوری ۴ - معمولاً و به ویژه اگر مشخصه محصول کیفی باشد، شاخص قابلیت بالا به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$C_{pkU} = \frac{Z_{1-PU}}{3}$$

که P_U، جزء بالای نامنطبق با مشخصه محصول (بند ۲-۱-۲۸) تحت شرایط قابلیت (بند ۲-۲-۱) و Z_{1-PU}، مفروض دوجمله‌ای $(1 - PU)$ در توزیع نرمال استاندارد، است.

یادآوری ۵ - از استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006 بند ۲-۷-۴ اقتباس شده است.

۸-۳-۲

شاخص عملکرد پایین

C_{pkL}

شاخصی که قابلیت فرایند (بند ۲-۳-۲) را در ارتباط با حد مشخصه پایین (بند ۲-۱-۱۳) تعریف می‌کند.

یادآوری ۱ -P_{pkL}، اختلاف بین صدک توزیع ٪۵۰، $X_{50\%}$ و حد مشخصه پایین L، تقسیم بر طول بازه مرجع برای فرایند در حالت کنترل آماری (بند ۲-۱-۲۲) می‌باشد.

$$C_{pkL} = \frac{X_{50\%} - L}{X_{50\%} - X_{0,135\%}}$$

یادآوری ۲ – برای توزیع نرمال، دامنه مرجع بالایی برابر است با $3S_w$ و $X_{50\%}$ میانه و میانگین را نشان می‌دهد.

$$C_{pkL} = \frac{X_{50\%} - L}{3\sigma}$$

یادآوری ۳ – برای توزیع غیرنرمال، بازه مرجع پایین، می‌تواند با استفاده از روش ارائه شده در استاندارد بین‌المللی ISO/TR 22514-4، تخمین زده می‌شود. و $X_{50\%}$ بیانگر میانه است

یادآوری ۴ – معمولاً و به ویژه اگر مشخصه محصول کیفی باشد، شاخص قابلیت پایین به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$C_{pkL} = \frac{Z_{1-PL}}{3}$$

که P_L، جزء پایین نامنطبق با مشخصه محصول (بند ۲-۱-۳۰) تحت شرایط قابلیت (بند ۲-۲-۱) و Z_{1-PU}، مفروض دوجمله‌ای $(1 - PU)$ در توزیع نرمال استاندارد، است.

یادآوری ۵ – از استاندارد بین‌المللی ISO 3534-2:2006 بند ۲-۷-۳ اقتباس شده است.

۹-۳-۲

شاخص عملکرد حداقل

C_{pK}

کمتر از شاخص قابلیت بالا (بند ۲-۳-۷) و شاخص قابلیت پایین (بند ۲-۳-۸).
استاندارد بین‌المللی ISO 3534-1:2006 که در بند ۲-۷-۵ تعریف شده است

یادآوری ۱ – شاخص قابلیت حداقل می‌تواند به صورت زیر بیان شود:

$$C_{pK} = \min\{C_{pkL}, C_{pkU}\}$$

یادآوری ۲ – گاهی مشخصه، تنها در یک حد داده می‌شود، برای مثال، مقدار حداکثر (یا حداقل). در این شرایط، محاسبه‌ی شاخص C_{pK}، تنها بر اساس شاخص قابلیت بالا (یا پایین)، ممکن خواهد بود.

یادآوری ۳ – شرایطی هم وجود خواهد داشت که حدود مشخصه داده شده و مقدار هدف از مقادیر نقطه- وسط مشخصه اختلاف داشته و مقدار هدف مقدار ترجیحی (یا بهترین) می‌باشد. در این شرایط، تنها محاسبه‌ی شاخص قابلیت فرایند بالا و شاخص قابلیت پایین (ولی نه حداقل آنها)، ممکن خواهد بود. شاخص‌های بالا و پایین، ممکن است نیازمندی‌های مختلف داشته باشند.

۲-۳-۱۰

آمار کیفیت قابلیت

QSC

آمار برای تعیین کمیت قابلیت (بند ۲-۳-۲) مشخصه (بند ۲-۱-۵) استفاده می‌شود.

یادآوری ۱ – آمار کیفیت قابلیت فرایندها، معمولاً وابسته به پراکندگی یا وابسته به پراکندگی و مکان است.

یادآوری ۲ – آمار کیفیت قابلیت، می‌تواند در مقادیر مشاهده شده، موردنیاز، تحقق یافته و غیره، مورد استفاده قرار گیرد.

۳ نمادها، اصطلاحات به صورت اختصاری و زیرنویس

۳-۱

نمادها و اصطلاحات به صورت اختصاری

شاخص‌های قابلیت فرایند	C_{P} ، C_{pkU} ، C_{pkL}، C_{pK}
شاخص‌های عملکرد ماشین	P_{m} ، P_{mkU} ، P_{mkL}، P_{mK}
شاخص‌های عملکرد فرایند	P_{P} ، P_{pkU} ، P_{pkL}، P_{pK}
شاخص‌های عملکرد وضعیت	P_o، P_{oK}
شاخص‌های قابلیت اندازه‌گیری	C_{gk}، C_g
شاخص قابلیت هدف فرایند	C_{pm}
حد مشخصه پایین	L
انحراف استاندراد جمعیت از مشخصه موردنظر	σ
انحراف استاندارد از مشاهدات مشخصه موردنظر	S_{t}
انحراف استاندارد نشان دهنده‌ی تغییر درون- زیرگروهی	S_w
مخفف شاخص‌های قابلیت فرایند	PCI
حد مشخصه بالا	U
میانگین جمعیت از مشخصه مورد نظر	μ
مفروضات صدک توزیع ۹۹/۶۸۵٪	$X_{99{,}685\%}$
مفروضات صدکتوزیع ۵۰٪	$X_{50\%}$
مفروضات صدکتوزیع ۱۳۵/.٪	$X_{0{,}135\%}$

$Z_{1-\alpha}$	(α– ۱) مفروض دوجمله‌ای در توزیع نرمال استاندارد
Φ	تابع توزیع توزیع نرمال استاندارد

۲-۳

زیرنویس‌ها

g	ابزار اندازه‌گیری
K	حداقل
L	حد مشخصه پایین
M	ماشین
P	فرایند
T	کل
U	حد مشخصه بالا
w	درون زیرگروه

۴ پیش‌شرط استفاده

۴-۱ جنبه‌های پایدارسازی مشخصات

سامانه‌های مدیریت کیفی مشتریان و شرکت‌ها به محصولاتی مشتمل بر یک یا چند مشخصه‌ی کیفی نیاز دارند، که نیازها و انتظارات آنها را برآورده کند. بدین معنا که توابع محصول باید بر اساس این نیازها و انتظارات تعریف شوند. تمام نیازها، توسط طراح و اغلب با مراجعه به نیازمندی‌های مشتریان، ترجمه می‌شوند. مشخصات محصول باید کامل باشد، این شرط تنها زمانی که تمام توابع در نظر گرفته شده‌ی محصول توسط مشخصات مبهم تعریف شوند، اتفاق می‌افتد. هرچند در بیشتر موارد، مشخصات کامل نیستند، زیرا بعضی از توابع، ناقص تعریف می‌شوند. این مسأله با عدم قطعیت بیشتر، در ارزیابی عملکرد و یا قابلیت، نتیجه خواهد داد.

۴-۲ توزیع و اندازه نمونه

شاخص‌های قابلیت و عملکرد، دنباله[1] رفتار توزیع مشخصات محصول را تعریف می‌کنند. مجموعه‌های مختلف توزیع، رفتارهای ته بسیار متفاوتی دارند و شاخص‌های تخمین زده شده به شدت به توزیع انتخابی، بستگی دارند. بنابراین، انتخاب توزیع مناسب با دقت زیاد، ضروری است.

قدم اول، تعیین اندازه نمونه‌ها و فرکانس[2] نمونه‌برداری است که در حین آنالیز ضروری خواهد بود.

اندازه‌ی کل نمونه بر اساس محاسبات، باید بر طبق نوع فرایند تحت بررسی انتخاب شود. اندازه باید به منظور ارائه یک مبنای آماری صحیح[3]، به اندازه‌کافی بزرگ باشد. که معمولاً بیشتر از ۱۰۰ مشاهده می‌شود.

در مواردی که گمان بر عدم توزیع نرمال داده‌ها باشد، ضرورت دارد که اندازه‌ی نمونه، به منظور تعیین توزیع مناسب، به طور قابل توجهی افزایش یابد. این مسأله نیاز دارد که مقدار داده‌ها ۵۰٪ افزایش یابد.

1-tail
2-frequency
3-sound

در موارد خاص، برای مثال آنالیز اندازه‌گیری، اندازه نمونه ممکن است کمتر از ۱۰۰ باشد.

۴-۳ موارد مورد استفاده در مطالعات

تمام محصولات مورد استفاده در مطالعات مختلف، باید برای انطباق با مشخصات، مورد تأیید قرار بگیرند. بر اساس هدف مطالعه، مطالعه با مواد خارج از مشخصات، توصیه نمی‌شود، زیرا می‌تواند منجر به نتایج اشتباه شود.

برای تمام مطالعات، معرفی موارد مورد مطالعه به جای هر منبع تغییر دیگر، باید مورد توجه قرار گیرد.

۴-۴ شرایط ویژه

در بیشتر موارد، موقعیتی یافت می‌شود که فرایند مشاهده شده، نتیجه‌ی چندین جریان متفاوت است. یک مثال معمول، قالب‌گیری پلاستیکی است، که خروجی فرایند از مجراها و جریان‌های مختلف، نتیجه می‌شود. در این موارد، هر مجرا باید به عنوان یک فرایند با خود و آنالیزش به طور جداگانه در نظر گرفته شود. مجراها می‌توانند بعد از هر آنالیز، در صورتی که مشتری، تنها به یک شاخص قابلیت و مشخصات ارائه شده‌ی فرایند ترکیبی نیاز داشته باشد، در کنار یکدیگر قرار بگیرند.

۵ جمع‌آوری داده‌ها

۵-۱ قابلیت ردیابی داده‌ها

برای تمام مطالعات، قابلیت ردیابی جمع‌آوری داده‌ها مهم می‌باشد، به طوری‌که مقادیر غیرقابل پیش‌بینی، بتوانند مورد بررسی قرار بگیرند. بدین معنا که شرایط غالب در طول مطالعه باید نوشته شوند. حداقل، توالی مجموعه باید حفظ شود، به طوری که، مجموعه‌ی داده‌های مشاهده شده در توالی زمان، می‌توانند رسم شوند. طرح توالی زمان، برای نشان دادن نوسانات غیرقابل انتظار ممکن، بسیار مفید است. این اتفاقات، باید توضیح داده شوند، و در رابطه با مقبولیت این داده‌ها، تصمیم گرفته شود. در رابطه با آنالیز فرایند، ثبت گزارش، برای ضبط تمام تنظیمات فرایند و برای نظارت بر تمام اتفاقات در طول مطالعه، مانند تنظیمات یا نوسانات دمایی، می‌تواند سودمند باشد.

۵-۲ عدم قطعیت اندازه‌گیری

در هنگام گزارش نتایج اندازه‌گیری، همچنین مهم است که به کیفیت این نتایج هم اشاره شود. عدم قطعیت موجود در اندازه‌گیری مشخصات موردنظر، باید ارزیابی شده و در ارتباط منطقی با مشخصات واقعی قرار گیرد. بدین معنی که تجهیزات اندازه‌گیری به کار برده شده باید مشخصات اندازه‌گیری کافی برای اندازه‌گیری داشته باشد.

یک روش ساده برای تخمین عدم قطعیت در اندازه‌گیری‌های هندسی، این است که یک بودجه برای عدم قطعیت اندازه‌گیری، همانطور که در استاندارد بین‌المللی ISO 14253-2 تعریف شده است، گذاشته شود.

نیازمندی‌هایی که اغلب مشاهده می‌شوند، این است که عدم قطعیت اندازه‌گیری (برای مثال، تجزیه و تحلیل تکرارپذیری و قابلیت تکثیر) بیشتر از ٪۳۰ نبوده و ترجیحاً کمتر از ٪۱۰ از تغییر فرایند باشد. درصورتی‌که عدم قطعیت بین ٪۱۰ تا ٪۳۰ باشد، ممکن است از سامانه استفاده شود ولی طرح بهبود باید انجام شود.

سامانه‌ای با عدم قطعیت بالای ٪۳۰، معمولاً مقبول در نظر گرفته نمی‌شود و باید در شرایط فعلی خودش، با پنهان کردن تغییر فرایند، استفاده نشود.
نیاز به مقادیر حداقل به منظور اندازه‌گیری عملکرد تجهیزات، که مقادیر C_g و C_{gk} نامیده می‌شوند، می‌تواند نیازمندی‌های ذکر شده در بالا را تکمیل کند.

۵-۳ ثبت داده‌ها

مشاهدات باید به همراه هم در محیط مناسب با شرایط فنی کنونی، مانند دسته‌های ورودی، ابزار، اپراتورها و غیره، وارد شوند.

۵-۴ دورافتادگی[1]

دورافتادگی، زیرمجموعه‌ای از مشاهدات در مجموعه‌ای از داده‌ها است که با باقی‌مانده‌ی داده‌ها متناقض به نظر می‌رسد. دورافتادگی ممکن است از یک جمعیت متفاوت حاصل شده باشد یا نتیجه‌ی ضبط نادرست یا خطای اندازه‌گیری بزرگ باشد. طرح‌های گرافیکی مانند طرح‌های ریشه یا برگ، طرح‌های نقطه‌ای و جعبه‌ای یا آزمون‌های آماری می‌توانند برای تشخیص طرح‌های کلی استفاده شوند.
اگر فرض بر این باشد که مقادیر، مشابه مقادیر جمع‌آوری شده‌ی دیگر، به همان جمعیت پایه تعلق ندارند، اعتبار باید مورد بررسی قرار بگیرد. در صورت وجود، این مقادیر می‌توانند به نتایج اشتباه منتهی شده و عملکرد واقعی فرایند را بازتاب ندهد.
دور افتادگی در صورتی اتفاق می‌افتد که برای مثال، اندازه‌گیری به طور نادرست خوانده شده باشد، ابزار به طور مناسب کالیبره نشده باشند، یک رویداد غیرقابل کنترل بر نتیجه تاثیر بگذارد یا خطای ضبط اتفاق بیفتد.
تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی، نمودار کنترل و یا آزمون‌های آماری، می‌توانند در تشخیص دورافتادگی‌ها مورد استفاده قرار بگیرند.

۶ عملکرد، قابلیت و تجزیه و تحلیل فرایند

۶-۱ شش نوع مختلف از عملکرد و قابلیت

به طور متداول، ۶ نوع مختلف از عملکرد و قابلیت تعریف می‌شوند:
۱) عملکرد ماشین؛
۲) عملکرد فرایند؛
۳) قابلیت فرایند؛
۴) عملکرد ابزار اندازه‌گیری؛
۵) عملکرد وضعیت – عملکرد مشخصات چند متغیره؛
۶) ویژگی عملکرد داده‌ها
گاهی، محاسبه‌ی شاخص‌های خاص ضروری است؛ در بند ۶-۷ پوشش داده شده‌اند.

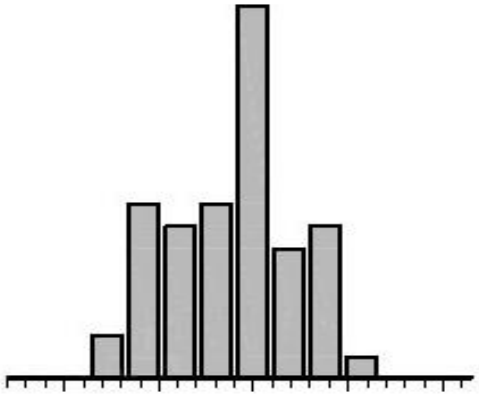
1-Outlier

سه نوع اول قابلیت که در لیست بالا ارائه شده است، به یگ گروه اختصاص دارند. تفاوت اصلی بین آزمون‌های قابلیت، نقطه‌ای در زمان است که پایه‌ی آزمون را تشکیل می‌دهد، بنابراین، اساس محاسبه، انحراف استاندارد می‌باشد.

۶-۲ ملاحظات عمومی

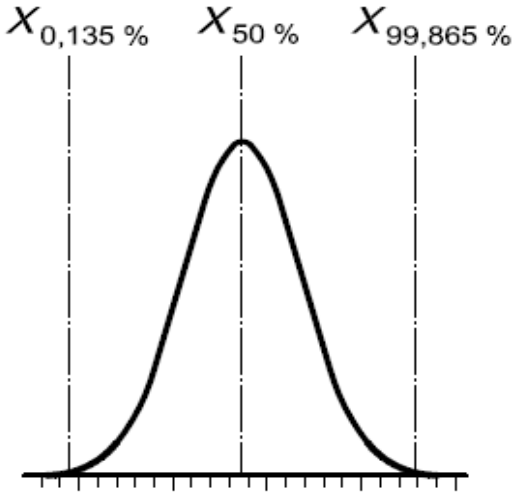
روش‌های بررسی قابلیت و عملکرد به چهار گروه تقسیم می‌شوند:

مرحله اول: داده‌های جمع‌آوری شده توسط نمونه‌برداری، به صورت یک هیستوگرام رسم می‌شوند (توزیع فراوانی) (شکل ۱).



شکل۱– هیستوگرام

مرحله دوم: مدل توزیع آماری مناسب، بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده‌ی واقعی و دانش فرایند، انتخاب می‌شود (شکل ۲).

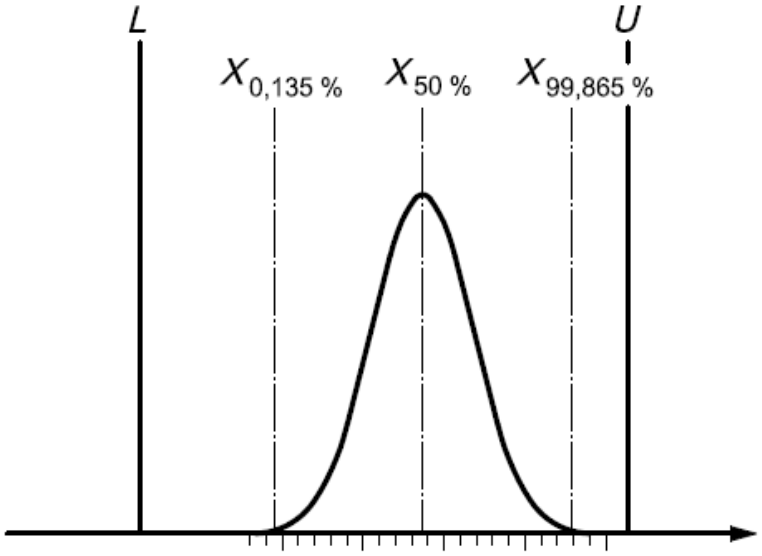


شکل۲- مدل توزیع

مرحله سوم: محدودیت‌های مشخصات مشخصه‌ی انتخاب شده، شناسایی می‌شود (شکل ۳).

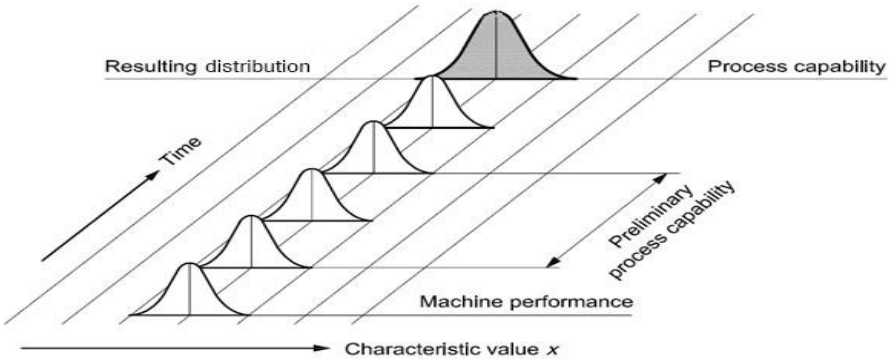
شکل۳- حدود مشخصه

مرحله چهارم: بازه مشخصه و توزیع انتخابی، مقایسه می‌شوند (شکل ۴).

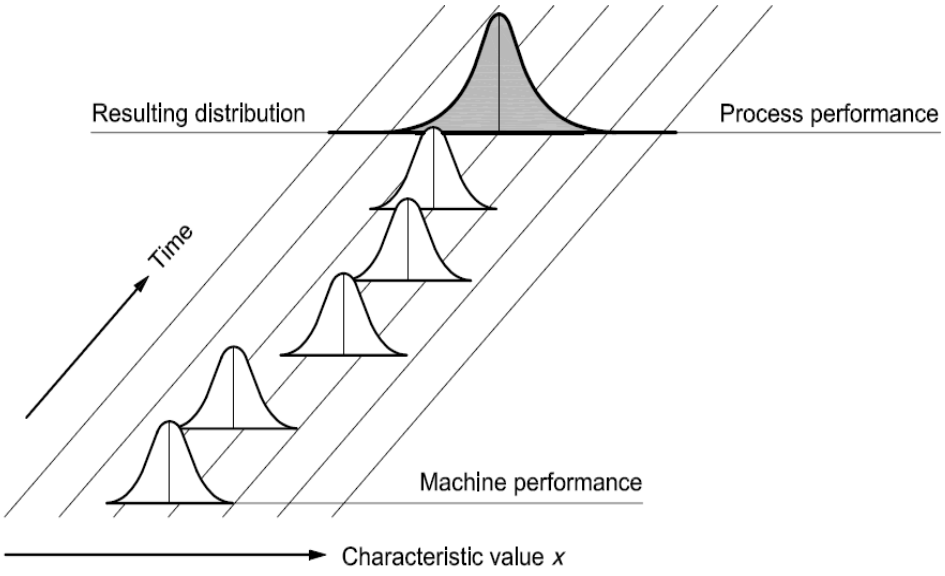


شکل ۴- مقایسه

تفاوت بین انواع مختلف قابلیت و عملکرد، در شکل‌های ۵ و ۶ نشان داده شده است.



شکل ۵ - فرایند کنترل و محاسبه‌ی قابلیت



شکل ۶- فرایند خارج از کنترل و محاسبه‌ی عملکرد

همانطور که در شکل ۵ نشان داده شده است، تجزیه و تحلیل فرایند، می‌تواند در نقاط زیادی از زمان انجام شود.

اگر مشخصه یک طرفه باشد، تنها شاخص بحرانی محاسبه می‌شود،برای مثال رواداری‌های هندسی. محاسبات می‌توانند به همان شیوه‌ی حدود مشخصه دو- طرفه انجام شوند.

۶-۳ عملکرد ماشین

تجزیه و تحلیل تجهیزات تولید، که ‹‹عملکرد ماشین›› نیز نامیده می‌شود، به منظور به دست آوردن یک ارزیابی اولیه از عملکرد فرایند انجام می‌شود، که به صورت یک ‹‹تصویر لحظه‌ای›› از فرایند دیده می‌شود. تجزیه و تحلیل، می‌تواند به طور همزمان برای تعیین مدل توزیع، مطابق با عملکرد فرایند و عملکرد ماشین، تعیین شود. این روش، همچنین می‌تواند به منظور مقایسه و ارزیابی توانایی‌های تجهیزات متفاوت فرایند برای نیازمندی‌های مشخص، استفاده شود. معمولاً تجزیه و تحلیل نمودار کنترل، به دلیل پیروی این نمودار از فرایند در مدت زمان طولانی، انجام نمی‌شود. برای اطلاعات بیشتر در رابطه با عملکرد ماشین استاندارد بین‌المللی ISO 22514-3 را مطالعه کنید.

۶-۴ عملکرد فرایند و قابلیت فرایند

عملکرد فرایند و قابلیت فرایند، که تجزیه و تحلیل مشابه هستند، الگوی نوسانات طبیعی به وجود آمده در یک فرایند، در طول مدت زمان داده شده را بررسی می‌کنند (شکل ۵ و ۶). برای مشخصه‌ی داده شده، عملکرد فرایند و قابلیت فرایند، توزیع مشخصه جریان فرایند را در طول زمان، تعریف می‌کنند، که فرد را قادر می‌سازد توانایی فرایند برای تولید نتایج منطبق با مشخصه‌های داده شده یا رواداری‌ها را ارزیابی کند.

ابتدا، فرایند آزمون اولیه از یک فرایند جدید یا تغییر یافته، ایجاد می‌شود (شکل ۵). که فرد را برای گرفتن اطلاعات اولیه‌ی کیفیت عملکرد، قادر می‌سازد. در این آزمون اولیه، رسم تعدادی از نمونه‌ها در نمودار کنترل، در ارتباط با آزمون، قبل از اینکه نتایج را بتوان محاسبه کرد، استفاده می‌شود.
در موارد خاص، این مطالعه‌ی اولیه می‌تواند تجزیه و تحلیل عملکرد ماشین را که تاکنون مورد استفاده قرار گرفته است، جابه‌جا کند. در مقایسه با این تجزیه و تحلیل، آزمون فرایند اولیه، دارای مزیت تخمین ثبات فرایند در یک مدت زمان طولانی می‌باشد.
زمانی‌که داده‌های جمع‌آوری شده، داده‌های اندازه‌گیری شده‌ای باشند (برای محصول یا فرایند)، تعیین الگوی نوسانات طبیعی فرایند، ممکن است. اگر فرایند در حالت کنترل آماری باشد، الگوی توزیع باید قابل پیش‌بینی باشد.
در این صورت و در صورت نرمال بودن توزیع، توصیف پراکندگی آن از طریق استفاده از شش انحراف استاندارد ممکن است، که بر اساس توزیع فرایند محاسبه می.شود. اگر مشاهدات فرایند از توزیع نرمال (زنگوله‌ای شکل) پیروی کند، این پراکندگی (از نظر تئوری)، ٪۹۹/۷۳ از جمعیت را شامل می‌شود. در صورتی که توزیع نرمال نباشد، استفاده از فرمول دیگری برای تخمین پراکندگی، ضروری است. برای اطلاعات بیشتر در رابطه با عملکرد فرایند و تجزیه و تحلیل قابلیت، استاندارد بین‌المللی ISO 22514-4 را مشاهده کنید.

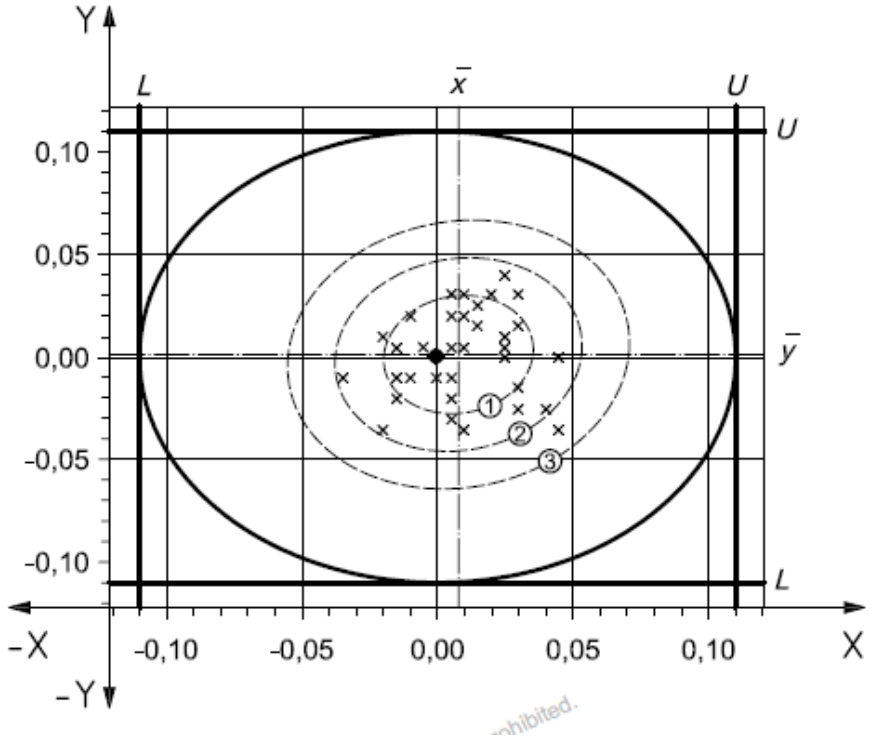
۵-۶ وضعیت عملکرد

روش‌های معمول مورد استفاده در محاسبه‌ی عملکرد، بر اساس توزیع‌های یک بعدی می‌باشند. در مورد رواداری وضعیت، مطابق بااستاندارد بین‌المللی ISO 1101، مشخصه، حدود موقعیت یک محور را در ارتباط با دو یا چند داده تعریف می‌کند، نتایج یک توزیع دو بعدی به عنوان مدلی برای تعریف خروجی فرایند، استفاده می‌شوند. مثال معمول برای این وضعیت، مرکز سوراخ مته است.
به طور کلی، یکی از موارد زیر خواهد بود:

- تجزیه و تحلیل یک مشخصه به عنوان یک وضعیت مشخص شده باید حاوی جفت داده‌هایی از هر دو محور باشد، و محورها باید بر یکدیگر عمود باشند.
- معمولاً، رواداری‌های وضعیت، به عنوان منطقه‌ی رواداری دایره‌ای و نه مستطیلی تعریف شده‌اند.
- در نتیجه، شاخص‌های عملکرد ویژه مورد استفاده قرار گرفته‌اند؛ که P_o و P_{ok} نامیده می‌شوند و با P_{P} و P_{Pk} مطابقت دارد.

در تجزیه و تحلیل و محاسبه‌ی شاخص‌ها، اساساً از تعاریف مشابهی مانند مشخصات یک بعدی که با مقایسه‌ی بین مشخصات و رفتار فرایند ارزیابی می‌شوند، استفاده می‌کنند. در این مورد، مقایسه‌ای بین یک بیضی که نشان دهنده‌ی نتایج فرایند و یک بیضی که نشان دهنده‌ی منطقه‌ی رواداری است، صورت می‌گیرد.
داده‌های اندازه‌گیری شده از دو محور، باید با توجه به پایداری، مورد بررسی قرار بگیرند.

در صورتی که تمام اندازه‌گیری‌ها در داخل منطقه‌ی رواداری باشند، برای تصمیم‌گیری درباره‌ی مشاهدات، از نمودار پراکندگی (شکل ۷)، استفاده می‌شود. توزیع مجموعه داده‌ها، برای تقسیم‌بندی یا نقاط تصادفی، مورد بررسی قرار می‌گیرند.



کلید

X وضعیت x

Y وضعیت y

شکل ۷- منطقه رواداری - رواداری‌های وضعیت

اصول مشابه می‌توانند در مواردی که بیش از دو بعد، مشخصه‌ی مورد بررسی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، استفاده شوند.

۶-۶ تجزیه و تحلیل سامانه اندازه‌گیری

تجزیه و تحلیل سامانه اندازه‌گیری، مجموعه‌ای از روش‌ها برای ارزیابی عدم قطعیت فرایند اندازه‌گیری، تحت طیف وسیعی از شرایط که در آن فرایند انجام می‌شود، می‌باشد. فرایند اندازه‌گیری، با استفاده از روش‌های مشابه با فرایندهای دیگر، تجزیه و تحلیل می‌شود.

در نوسانات وابسته به اندازه‌گیری‌ها، همواره اطلاعات عواملی را که در این نوسانات شرکت کرده و باید گام‌های اساسی در تمام تجزیه و تحلیل‌های فرایند باشند را آشکار کرده و به دست می‌آورد. زمانی که نوسانات سامانه‌ی اندازه‌گیری در ارتباط با نوسانات بخشی بزرگ باشد، کاهش تعداد اجزای عدم قطعیت مؤثر در سامانه اندازه‌گیری، پیش از تجزیه و تحلیل تأثیر اجزا در فرایند، ضروری است.

مطالعات سامانه‌های اندازه‌گیری، اغلب به سه نوع آزمون مختلف تقسیم می‌شوند:

- تست نوع ۱ برای تعیین تمایل یک طرفه[1] ؛
- تست نوع ۲ برای تعیین تکرارپذیری و دقت متوسط، که اغلب «قابلیت تکثیر» نامیده می‌شود.
- نوع خاصی از تست ۲، «نوع ۳» نامیده می‌شود، برای تعیین تکرارپذیری که هیچ اثری از اپراتور وجود ندارد.

تجزیه و تحلیل اندازه‌گیری، یک راه مناسب برای انتخاب فرایند اندازه‌گیری و تجهیزات فراهم می‌کند. همچنین اساسی برای مقایسه و تطبیق متفاوت در اندازه‌گیری‌ها توسط نوسانات کمی در فرایند اندازه‌گیری، فراهم می‌کند.

۶-۷ شاخص‌های عملکرد و قابلیت (PCIs)

انواع مختلف عملکرد و قابلیت، می‌توانند توسط شاخص مرتبط با فرایند فعلی همراه با بازه مشخصه، بیان شوند. شاخص قابلیت که اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرد C_P است، که ارتباط بین بازه مشخصه کل و بازه مرجع برای مشخصه محصول را اندازه‌گیری می‌کند (در مورد توزیع نرمال، 6σ است). این محدوده، اندازه‌گیری قابلیت تئوری برای فرایندی با میانگینی که دقیقاً بین محدودیت‌های مشخصه قرار گرفته است، می‌باشد.

شاخص دیگری که اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرد، «C_P» می‌باشد، که قابلیت‌های فعلی را برای فرایندی که میانگین آن الزاماً در متوسط محدوده‌ی مشخصه قرار دارد، تعریف می‌کند.

شاخص‌های جدید مانند P_{PK} یا P_m و P_{mK}، به منظور بهبود درک الگوهای نوسانات کوتاه برد و بلند برد و نوسانات در اطراف مقدار هدف معین فرایند، توسعه یافته‌اند.

در نتیجه‌ی راه‌های مختلفی که در آن‌ها PCIs استفاده می‌شود، شاخص‌های جدیدی که توسعه یافته‌اند، می‌توانند خواص بهتری در شرایط خاص داشته باشند (برای مثال، وجود توزیع غیر نرمال). یکی از آنها به عنوان شاخص C_{pm} شناخته شده و توسط فرمول زیر تعریف می‌شود:

$$C_{pm} = \frac{d}{3\sqrt{\sigma + (\mu - T)}} = \frac{d}{3\sqrt{E[X - T]}}$$

که:

T «مقدار هدف»؛

d نصف مشخصه؛

E[.] به «ارزش مورد انتظار» دلالت دارند.

زمانی‌که داده‌های حاصل از فرایند، داده‌های خاص باشند (برای مثال، درصد واحدهای نامنطبق یا واحدهای نامنطبق)، عملکرد فرایند به صورت تابعی از واحدهای نامنطبق یا فراوانی واحدهای نامنطبق، بیان می‌شود.

فرمول آن به صورت زیر است:

1-bias

$$C_{pk} = \frac{Z_{1-P}}{3}$$

Z_{1-P}، مفروض دوجمله‌ای$(1-P)$ در توزیع نرمال استاندارد، است.

۷ نتایج استفاده

شاخص‌های عملکرد و قابلیت، برای تعیین توانایی فرایند مطابق با مشخصات، استفاده می‌شوند. آنها همچنین به منظور تخمین میزان محصول خارج از مشخصات، استفاده می‌شوند.

عملکرد و قابلیت، می‌توانند در مسیر مشابه برای تخمین درجه‌ی انطباق با نیازمندی‌ها برای هر بخش منفرد یک فرایند، یعنی ماشین فردی، استفاده شوند. تجزیه و تحلیل «عملکرد ماشین»، می‌تواند برای ارزیابی تجهیزات یا ارزیابی همکاری با قابلیت کلی فرایند، استفاده شود.

تجزیه و تحلیل عملکرد ماشین، ممکن است برای ارزیابی توانایی ماشین در تولید یا تطابق با نیازمندی‌های شرکت، یا برای خرید و پذیرش شرایط اصلاح شده، استفاده شود.

مقادیر بالای عملکرد فرایند و شاخص‌های قابلیت (برای مثال، P_P یا $>2C_P$) برای قضاوت در مورد قابل قبول بودن اجزاء منحصربه فرد یا زیرمجموعه‌هایی برای رسیدن به کیفیت مطلوب و قابل اطمینان، استفاده می‌شوند.

عملکرد و قابلیت می‌توانند اساسی برای راه‌اندازی مشخصات منطقی، موجه و انتخابی صحیح برای محصولات تولیدی، تشکیل دهند. آن‌ها این کار را برای ایجاد اطمینان از اینکه نوسانات مشخصات منحصر به فرد در انطباق با مشخصات قابل قبول محصول کل هستند، انجام می‌دهند. هرچند، در مواردی که مشخصات محدود ضروری هستند، سازندگان اجزای منحصر به فرد باید مطابق با سطح مورد نیاز و قابلیت فرایند عمل کنند.

۸ مزایای استفاده

تجزیه و تحلیل قابلیت فرایند، فرصتی برای دست آوردن ارزیابی الگوی نوسانات طبیعی برای یک فرایند و تخمین مقدار واحدهای نامنطبق مورد انتظار، می‌باشد. که این مسئله یک شرکت را برای تخمین هزینه‌های مرتبط با محصولات نامنطبق قادر می‌سازد و شرکت را برای تصمیم‌گیری در رابطه با اینکه چه تغییراتی را به منظور بهبود فرایند تولید انجام دهد، راهنمایی می‌کند.

تعیین نیازمندی‌های حداقل برای قابلیت فرایند، می‌تواند شرکت را در انتخاب فرایندها و تجهیزاتی که تولید محصول مورد نظر را ممکن می‌سازد، راهنمایی کند. این نیازمندی‌ها، همچنین می‌توانند در ارتباط با توافقات خرید اجزایی که مشتری و عرضه‌کننده نیازمندی‌های کیفی را به شکل نیازمندی‌های حداقل برای شاخص‌های کیفیت مشخص می‌کنند، استفاده شوند.

۹ محدودیت‌های استفاده

مفهوم قابلیت واقعی و شاخص‌های مربوطه، تنها برای یک فرایند تحت کنترل آماری، معتبر هستند. بنابراین، تجزیه و تحلیل‌های قابلیت، تنها می‌توانند در ارتباط با روش‌های کنترل فرایند آماری، برای اطمینان از تأیید مداوم از ثبات فرایند، مورد استفاده قرار بگیرند.

در صورتی که شاخص‌های قابلیت در محاسبات در نظر گرفته نشوند، انحراف عمده توزیع فرایند از توزیع نرمال، می‌تواند گمراه کننده باشد.

شاخص‌های فرایندی که تحت تأثیر نوسانات سیستماتیک قرار دارند و می‌توانند به علل خاصی نسبت داده شوند (برای مثال، ساییدگی و پارگی ابزار)، از جمله‌ی این موارد هستند، همچنین در صورتی که از روش‌های مناسب برای محاسبه و تفسیر قابلیت استفاده نشود، می‌توانند گمراه کننده باشند.

درصورتی که محاسبات بر مبنای تخمین درصد محصولات نامنطبق باشد، معمولاً استفاده از مدل توزیع نرمال به عنوان پیش شرط در نظر گرفته می‌شود. اگر این پیش شرط در عمل برآورده نشود، تخمین به ویژه برای فرایندهایی با شاخص‌هایی با قابلیت بالا، باید با احتیاط انجام شود.

به علاوه، توزیع نرمال، یک پیش‌شرط برای تخمین نسبت، از بخش‌های نامنطبق می‌باشد. در صورتی‌که تخمین نسبت از بخش نامنطبق، به توزیع‌های دیگری نیاز داشته باشد، باید بر اساس روش‌های تجزیه و تحلیل که به توزیع کنونی وابسته‌اند، تخمین زده شوند.