INSO
22994
1stEdition
2022

Identical with
ISO 10017:2021

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

استاندارد ملی ایران
۲۲۹۹۴
چاپ اول
۱۴۰۰

مدیریت کیفیت– راهنمای فنون آماری برای استاندارد ملی ایران- ایزو ۹۰۰۱: سال ۱۳۹۶

Quality management — Guidance on statistical techniques for ISO 9001:2015

ICS: 03.120.30; 03.120.10

استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲۲۹۹۴ (چاپ اول): سال ۱۴۰۰

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران،ضلع جنوب‌غربی میدان ونک،خیابان ولیعصر، پلاک ۱۲۹۴

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن:۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج - شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸- ۳۲۸۰۶۰۳۱(۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴(۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: http://www.isiri.gov.ir

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website:http://www.isiri.gov.ir

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ‌شده در دی ماه ۱۳۹۶، وظیفهٔ تعیین، تدوین، به‌روزرسانی و نشر استانداردهای ملی را بر عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی 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 غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های 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 درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه 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 آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، 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 Legals)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«مدیریت کیفیت– راهنمای فنون آماری برای استاندارد ملی ایران- ایزو ۹۰۰۱: سال ۱۳۹۶»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
آبروش، اکبر (دکتری آمار)	دانشگاه محقق اردبیلی استان اردبیل
دبیر:	
اسماعیلی، سمیه (کارشناسی ارشد مدیریت دولتی)	اداره کل استاندارد استان اردبیل
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
اسلامی، رسول (کارشناسی ارشد مترجمی زبان انگلیسی)	اداره کل استاندارد استان اردبیل
اسماعیلی، یاور (کارشناسی شیمی)	عضو مستقل
اقبالی، نسرین (دکتری ریاضی)	دانشگاه محقق اردبیلی استان اردبیل
امینی، اسماعیل (دکتری مهندسی صنایع)	سازمان ملی استاندارد ایران
حداد سلیمانی، محمد (کارشناسی ارشد آمار اجتماعی و اقتصادی)	مرکز آمار ایران
حنیفه‌زاده، ژیلا (کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی)	استانداری اردبیل
رضوی، سید سمیه (کارشناسی آمار)	پژوهشگر و مشاور سیستم‌های استاندارد
روح بخشان، سامان (کارشناسی مهندسی مکانیک)	سازمان ملی استاندارد ایران
زینی‌زاده، ناهید (کارشناسی ارشد مدیریت اجرایی)	شرکت آب و فاضلاب استان اردبیل

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سایانی، نوشین (فوق لیسانس مهندسی صنایع)	اداره کل استاندارد استان هرمزگان
سرخانی مقدم، داود (کارشناسی ارشد مدیریت اجرایی)	اداره کل استاندارد استان اردبیل
شرافتخواه، شهین (دکتری علوم و صنایع غذایی)	اداره کل استاندارد استان اردبیل
شیروند، کبری (کارشناسی ارشد مدیریت دولتی)	اداره کل استاندارد استان اردبیل
علایی، هاشم (کارشناسی ارشد مدیریت دولتی)	اداره کل استاندارد استان اردبیل
غنی‌زاده، سهراب (دکتری مدیریت دولتی)	سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان اردبیل
قادری، سمانه (کارشناسی ارشد آمار ریاضی)	مرکز آمار ایران
کرمی، زهرا (کارشناسی ارشد مهندسی صنایع)	سازمان ملی استاندارد ایران
مجیدی، بهزاد (کارشناسی ارشد مدیریت آموزشی)	دانشگاه محقق اردبیلی استان اردبیل
مینایی، مژگان (کارشناسی ارشد نرم‌افزار کامپیوتر)	اداره کل استاندارد استان اردبیل

ویراستار:

کرمی، زهرا (کارشناسی ارشد مهندسی صنایع)	سازمان ملی استاندارد ایران

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

پیش‌گفتار د
مقدمه ذ
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ اصطلاحات و تعاریف ۲
۴ فنون آماری در اجرای استاندارد ملی ایران - ایزو ۹۰۰۱ ۲
۵ داده‌های کمّی و فنون آماری مرتبط در استاندارد ملی ایران - ایزو ۹۰۰۱ ۳
۶ قابلیت اجرایی فنون انتخابی ۱۱
۷ تشریح فنون انتخابی ۱۲
۷-۱ آمار توصیفی ۱۲
۷-۱-۱ شرح کلی ۱۲
۷-۱-۲ مزایا ۱۵
۷-۱-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها ۱۵
۷-۱-۴ نمونه‌هایی از کاربردها ۱۵
۷-۲ طرح آزمایش‌ها ۱۶
۷-۲-۱ شرح کلی ۱۶
۷-۲-۲ مزایا ۱۶
۷-۲-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها ۱۷
۷-۲-۴ نمونه‌هایی از کاربردها ۱۷
۷-۳ آزمون فرضیه ۱۸
۷-۳-۱ شرح کلی ۱۸
۷-۳-۲ مزایا ۱۸
۷-۳-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها ۱۸
۷-۳-۴ نمونه‌هایی از کاربردها ۱۸
۷-۴ تحلیل سیستم اندازه‌گیری ۱۹
۷-۴-۱ شرح کلی ۱۹
۷-۴-۲ مزایا ۱۹
۷-۴-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها ۲۰
۷-۴-۴ نمونه‌هایی از کاربردها ۲۰

عنوان **صفحه**

۷-۵ تحلیل قابلیت فرایند ۲۱
۷-۵-۱ شرح کلی ۲۱
۷-۵-۲ مزایا ۲۲
۷-۵-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها ۲۲
۷-۵-۴ نمونه‌هایی از کاربردها ۲۲
۷-۶ تحلیل رگرسیون ۲۳
۷-۶-۱ شرح کلی ۲۳
۷-۶-۲ مزایا ۲۴
۷-۶-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها ۲۵
۷-۶-۴ نمونه‌هایی از کاربردها ۲۵
۷-۷ تحلیل قابلیت اعتماد ۲۶
۷-۷-۱ شرح کلی ۲۶
۷-۷-۲ مزایا ۲۷
۷-۷-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها ۲۷
۷-۷-۴ نمونه‌هایی از کاربردها ۲۸
۷-۸ نمونه‌گیری ۲۸
۷-۸-۱ شرح کلی ۲۸
۷-۸-۲ مزایا ۲۹
۷-۸-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها ۲۹
۷-۸-۴ نمونه‌هایی از کاربردها ۳۰
۷-۹ شبیه‌سازی ۳۰
۷-۹-۱ شرح کلی ۳۰
۷-۹-۲ مزایا ۳۱
۷-۹-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها ۳۱
۷-۹-۴ نمونه‌هایی از کاربردها ۳۱
۷-۱۰ کنترل فرایند آماری ۳۱
۷-۱۰-۱ شرح کلی ۳۱
۷-۱۰-۲ مزایا ۳۳
۷-۱۰-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها ۳۴
۷-۱۰-۴ نمونه‌هایی از کاربردها ۳۴
۷-۱۱ تحمل آماری ۳۵

عنوان **صفحه**

۷-۱۱-۱ شرح کلی ۳۵
۷-۱۱-۲ مزایا ۳۵
۷-۱۱-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها ۳۵
۷-۱۱-۴ نمونه‌هایی از کاربردها ۳۶
۷-۱۲ تحلیل سری‌های زمانی ۳۶
۷-۱۲-۱ شرح کلی ۳۶
۷-۱۲-۲ مزایا ۳۷
۷-۱۲-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها ۳۸
۷-۱۲-۴ نمونه‌هایی از کاربردها ۳۸
کتاب‌نامه ۴۰

پیش‌گفتار

استاندارد مدیریت کیفیت– راهنمای فنون آماری برای استاندارد ملی ایران- ایزو ۹۰۰۱: سال ۱۳۹۶که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تهیه و تدوین شده، در دویست و هفتاد و یکمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد سیستم مدیریت مورخ ۱۴۰۰/۱۰/۱۴ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم وخدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر درکمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرارخواهدگرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

ISO 10017: 2021, Quality management — Guidance on statistical techniques for ISO 9001:2015

مقدمه

در حقیقت تغییرپذیری در ذات رفتار و پیامد تقریباً همه فرایندها و فعالیت‌ها، حتی در شرایط ثبات ظاهری، وجود دارد. چنین تغییرپذیری را می‌توان در کل چرخه حیات، در مشخصه‌های قابل اندازه‌گیری فرایندها و کالاها و خدمات حاصله مشاهده کرد.

فنون آماری می‌توانند به اندازه‌گیری، توصیف، تحلیل، تفسیر و مدل‌سازی تغییرپذیری (چه هنگام سروکار داشتن با حجم نسبتاً محدودی از داده‌ها و چه مجموعه داده‌های بزرگ) کمک کنند. تحلیل آماری داده‌ها می‌تواند درک بهتری از ماهیت، وسعت و علل تغییرپذیری را ارائه دهد. این می‌تواند به حل و حتی جلوگیری از مشکلات و کاهش ریسک‌های ناشی از چنین تغییرپذیری کمک کند.

تحلیل داده‌ها با استفاده از فنون آماری می‌تواند به تصمیم‌گیری کمک کرده و بدین‌وسیله به بهبود عملکرد فرایندها و بروندادهای حاصله کمک کند. فنون آماری با پیامدهای بالقوه سودمند، برای داده‌ها در همه بخش‌ها کاربردپذیر است.

معیار تعیین نیاز به فنون آماری و تناسب فنون انتخاب شده، هم‌چنان از اختیارات سازمان است.

مقصود این استاندارد کمک به یک سازمان در شناسایی فنون آماری در مقابل عناصر سیستم مدیریت کیفیت می‌باشد که در استاندارد ملی ایران - ایزو ۹۰۰۱: سال ۱۳۹۶تعریف شده است. بکارگیری چنین فنونی می‌تواند مزایا قابل توجهی در کیفیت، بهره‌وری و هزینه به بار آورد.

این استاندارد هم‌چنین می‌تواند برای پشتیبانی از سایر سیستم‌های مدیریت و استانداردهای حمایتی مورد استفاده قرار گیرد، برای مثال یک سیستم مدیریت محیط‌زیست، یک سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت.

مدیریت کیفیت– راهنمای فنون آماری برای استاندارد ملی ایران- ایزو ۹۰۰۱ : سال ۱۳۹۶

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد ارائه راهنمایی‌هایی برای انتخاب فنون آماری مناسب است که می‌توانند برای یک سازمان، صرف‌نظر از اندازه یا پیچیدگی، در تکوین، اجرا، حفظ و بهبود سیستم مدیریت کیفیت مطابق با استاندارد ملی ایران - ایزو ۹۰۰۱ مفید باشند.

این استاندارد در مورد نحوه استفاده از فنون آماری، راهنمایی ارائه نمی‌دهد.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین‌ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی ایران- ایزو ۹۰۰۰: سال ۱۳۹۶، سیستم‌های مدیریت کیفیت- مبانی و واژگان، با استفاده از استاندارد ISO 9000:2015 تدوین شده است.

2-2 ISO 3534-1, Statistics — Vocabulary and symbols — Part 1: General statistical terms and terms used in probability

2-3 ISO 3534-2, Statistics — Vocabulary and symbols — Part 2: Applied statistics

2-4 ISO 3534-3, Statistics — Vocabulary and symbols — Part 3: Design of experiments

2-5 ISO 3534-4, Statistics — Vocabulary and symbols — Part 4: Survey sampling

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در ISO 3534-1، ISO 3534-2، ISO 3534-3، ISO3534-4 و استاندارد ملی ایران - ایزو ۹۰۰۱ کاربرد دارد[۱].

۳-۱

فن آماری

statistical technique

روش آماری

statistical method

روش‌شناسی برای تحلیل داده‌های کمّی مرتبط با تغییر در کالاها، فرایندها، خدمات و پدیده‌های مورد مطالعه برای ارائه اطلاعات در مورد هدف مطالعه

یادآوری- اگر امکان تبدیل داده‌های کیفی (غیر عددی) به داده‌های کمّی (عددی) وجود داشته باشد، فنون آماری به همان اندازه قابل استفاده هستند.

۴ فنون آماری در اجرای استاندارد ملی ایران - ایزو ۹۰۰۱

فنون آماری می‌توانند به ارزشیابی، کنترل و بهبود فرایندها و برون‌دادهای حاصل از آن‌ها و به ارزیابی و بهبود اثربخشی یک سیستم مدیریت کیفیت کمک کنند.

فنون آماری یا خانواده‌ای از این فنون که به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته و کاربردهای مفیدی در اجرای استاندارد ایران - ایزو ۹۰۰۱ پیدا کرده شامل موارد زیر است:

- آمار توصیفی (به زیربند ۷-۱ مراجعه شود)؛
- طرح آزمایش‌ها (DOE[۲]) (به زیربند ۷-۲ مراجعه شود)؛
- آزمون فرضیه (به زیربند ۷-۳ مراجعه شود)؛
- تحلیل سیستم اندازه‌گیری (MSA[۳]) (به زیربند ۷-۴ مراجعه شود)؛
- تحلیل قابلیت فرایند (به زیربند ۷-۵ مراجعه شود)؛
- تحلیل رگرسیون (به زیربند ۷-۶ مراجعه شود)؛

---

۱ - اصطلاحات و تعاریف به‌کاررفته در استانداردهای ISO و IEC در وب‌گاه‌های iso.org/obp و http://www.electropedia.org/ قابل‌دسترس است.

2- Design Of Experiments

3- Measurement System Analysis

- تحلیل قابلیت اعتماد (به زیربند ۷-۷ مراجعه شود)؛
- نمونه‌گیری (به زیربند ۷-۸ مراجعه شود)؛
- شبیه‌سازی (به زیربند ۷-۹ مراجعه شود)؛
- کنترل فرایند آماری (SPC[1]) (به زیربند ۷-۱۰ مراجعه شود)؛
- تحمل آماری[2] (به زیربند ۷-۱۱ مراجعه شود)؛
- تحلیل سری‌های زمانی (به زیربند ۷-۱۲ مراجعه شود)؛

بسیاری از این فنون همراه با دیگر فنون یا به عنوان زیرمجموعه‌هایی از فنون آماری دیگر استفاده می‌شوند.

فهرست فنون آماری ذکر شده در این استاندارد کامل و جامع نیست و مانع استفاده از فنون دیگر (آماری یا غیر آن) که فرض بر مفید بودن آن‌ها برای سازمان است، نمی‌شود. به‌علاوه، این استاندارد درصدد مشخص کردن این نیست که کدام فن(های) آماری بهتر است استفاده شود و هم‌چنین سعی نمی‌کند در مورد نحوه اجرای این فن(ها) راهنمایی ارائه کند.

۵ داده‌های کمّی و فنون آماری مرتبط در استاندارد ملی ایران - ایزو ۹۰۰۱

داده‌های کمّی که می‌توان به طور منطقی در فعالیت‌های مرتبط با بندها و زیربندهای استاندارد ملی ایران - ایزو ۹۰۰۱ با آن مواجه شد در جدول ۱ ذکر شده است. در مقابل داده‌های کمّی مشخص شده، این فنون آماری ذکر شده، که در صورت استفاده از چنین داده‌هایی می‌تواند برای سازمان سودمند باشد.

هیچ فن آماری شناسایی نشده که نتوان داده‌های کمّی را به آسانی با یک بند یا زیربند استاندارد ملی ایران - ایزو ۹۰۰۱: سال ۱۳۹۶ مرتبط کرد.

فنون آماری ذکر شده در این استاندارد محدود به روش‌هایی است که به خوبی شناخته شده است. شرح مختصری از هر یک از این فنون آماری در بند ۷ آورده شده است.

سازمان می‌تواند ارتباط و ارزش هر فن آماری فهرست شده در جدول ۱ را ارزیابی کرده و تعیین کند که آیا در بافتار آن بند مفید است یا خیر.

جدول۱- داده‌های کمّی و فنون آماری احتمالی

1- Statistical Process Control

2- Statistical Tolerance

بند/ زیربند استاندارد ملی ایران -ایزو ۹۰۰۱	داده‌های کمّی دخیل	فن (های) آماری
۱- هدف و دامنه کاربرد	کاربرد ندارد	--
۲- مراجع الزامی	کاربرد ندارد	--
۳- اصطلاحات و تعاریف	کاربرد ندارد	--
۴- بافتار سازمان		
۴-۱ شناخت سازمان و بافتار آن	داده‌های مربوط به مسائل درون‌سازمانی و برون‌سازمانی، به عنوان مثال: - مالی - آمارگیری‌ها از کارکنان - تحقیقات بازار - فروش‌ها - عملکرد کالا و خدمات - رقابت/ بهینه‌کاوی - آمارگیری‌ها از مشتریان	آمار توصیفی کنترل فرایند آماری نمونه‌گیری تحلیل سری‌های زمانی
۴-۲ شناخت نیازها و انتظارات طرف‌های ذینفع	داده‌های ذهنی و عینی در مورد انتظارات طرف‌های ذینفع (به عنوان مثال تحقیقات بازار، آمارگیری‌ها از مشتریان، آمارگیری‌ها از کارکنان)	آمار توصیفی نمونه‌گیری تحلیل سری‌های زمانی
۴-۳ تعیین دامنه شمول سیستم مدیریت کیفیت	کاربرد ندارد	--
۴-۴ سیستم مدیریت کیفیت و فرایندهای آن		
۴-۴-۱	کاربرد ندارد	
۴-۴-۲	کاربرد ندارد	
۵- راهبری		
۵-۱ راهبری و تعهد		
۵-۱-۱ کلیات	کاربرد ندارد	--
۵-۱-۲ مشتری‌محوری	کاربرد ندارد	--
۵-۲ خط‌مشی		
۵-۲-۱ تعیین خط‌مشی کیفیت	کاربرد ندارد	--
۵-۲-۲ ابلاغ خط‌مشی کیفیت	داده‌ها برای تعیین میزان درک خط‌مشی	آمار توصیفی نمونه‌گیری
۵-۳ نقش‌ها، مسئولیت‌ها و اختیارات سازمانی	کاربرد ندارد	--
۶- طرح‌ریزی		

بند/ زیربند استاندارد ملی ایران -ایزو ۹۰۰۱	داده‌های کمّی دخیل	فن (های) آماری
۶-۱ اقدامات برای پرداختن به ریسک‌ها و فرصت‌ها		
۶-۱-۱	داده‌های کسب‌وکار برای ارزیابی ریسک‌ها	آمار توصیفی
۶-۱-۲	داده‌های کسب‌وکار برای ارزیابی اثربخشی اقدامات انجام یافته	آمار توصیفی
۶-۲ اهداف کیفیت و طرح‌ریزی برای دستیابی به آن‌ها		
۶-۲-۱	داده‌های عملکرد پیشین برای کمک به استقرار اهداف کیفیت	--
۶-۲-۲	داده‌های عملکرد پیشین برای کمک به استقرار اهداف کیفیت	--
۶-۳ طرح‌ریزی تغییرات	داده‌های عملکرد پیشین برای کمک به استقرار اهداف کیفیت	--
۷- پشتیبانی		
۷-۱ منابع		
۷-۱-۱ کلیات	خلاصه داده‌ها در خصوص قابلیت	آمار توصیفی
۷-۱-۲ افراد	کاربرد ندارد	--
۷-۱-۳ زیرساخت	داده‌های کمّی مربوط به عملکرد و قابلیت اعتماد تجهیزات (سخت‌افزار و نرم‌افزار) و انتقال	آمار توصیفی تحلیل قابلیت فرایند تحلیل قابلیت اعتماد
۷-۱-۴ محیط اجرای فرایندها	داده‌های محیطی، به عنوان مثال: - سطوح آلودگی - کنترل‌های آنتی‌استاتیک - درجه حرارت (به عنوان مثال کنترل باکتریایی) - اخلاقی (به عنوان مثال تمایل به غیبت)	آمار توصیفی تحلیل سیستم اندازه‌گیری تحلیل قابلیت فرایند نمونه‌گیری کنترل فرایند آماری تحلیل سری‌های زمانی
۷-۱-۵ منابع پایش و اندازه‌گیری		
۷-۱-۵-۱ کلیات	داده‌های مربوط به قابلیت اندازه‌گیری	آمار توصیفی تحلیل سیستم اندازه‌گیری تحمل آماری
۷-۱-۵-۲ قابلیت ردیابی اندازه‌گیری	داده‌های مربوط به پایداری سیستم‌های اندازه‌گیری	آمار توصیفی تحلیل سری‌های زمانی
۷-۱-۶ دانش سازمانی	کاربرد ندارد	--
۷-۲ شایستگی	داده‌های کمّی آموزش و اثربخشی آموزش	آمار توصیفی آزمون فرضیه

بند/ زیربند استاندارد ملی ایران -ایزو ۹۰۰۱	داده‌های کمّی دخیل	فن (های) آماری
۷-۳ آگاهی	داده‌های مربوط به سطح آگاهی از خط‌مشی و اهداف کیفیت	آمار توصیفی نمونه‌گیری
۷-۴ تبادل اطلاعات	کاربرد ندارد	--
۷-۵ اطلاعات مدون		
۷-۵-۱ کلیات	کاربرد ندارد	--
۷-۵-۲ ایجاد و به‌روزرسانی	کاربرد ندارد	--
۷-۵-۳ کنترل اطلاعات مدون		
۷-۵-۳-۱	کاربرد ندارد	--
۷-۵-۳-۲	کاربرد ندارد	--
۸- عملیات		
۸-۱ طرح‌ریزی و کنترل فرایندهای عملیاتی	داده خاصی مشخص نشده است	--
۸-۲ الزامات کالاها و خدمات		
۸-۲-۱ ارتباط با مشتری	کاربرد ندارد	--
۸-۲-۲ تعیین الزامات کالاها و خدمات	داده‌ها برای نشان دادن قابلیت و عملکرد سازمانی	آمار توصیفی آزمون فرضیه تحلیل سیستم اندازه‌گیری تحلیل قابلیت فرایند تحلیل رگرسیون تحلیل قابلیت اعتماد نمونه‌گیری کنترل فرایند آماری
۸-۲-۳ بازنگری الزامات کالاها و خدمات		
۸-۲-۳-۱	داده‌ها برای نشان دادن قابلیت و عملکرد سازمانی	آمار توصیفی آزمون فرضیه تحلیل سیستم اندازه‌گیری تحلیل قابلیت فرایند تحلیل قابلیت اعتماد کنترل فرایند آماری
۸-۲-۳-۲	کاربرد ندارد	--
۸-۲-۴ تغییرات در الزامات کالاها و خدمات	کاربرد ندارد	--
۸-۳ طراحی و تکوین کالاها و خدمات		
۸-۳-۱ کلیات	کاربرد ندارد	--

بند/ زیربند استاندارد ملی ایران -ایزو ۹۰۰۱	داده‌های کمّی دخیل	فن (های) آماری
۸-۳-۲ طرح‌ریزی طراحی و تکوین	کاربرد ندارد	--
۸-۳-۳ دروندادهای طراحی و تکوین	کاربرد ندارد	--
۸-۳-۴ کنترل‌های طراحی و تکوین	تایید صلاحیت و اعتبار داده‌های طرح	آمار توصیفی طرح آزمایش‌ها آزمون فرضیه تحلیل رگرسیون نمونه‌گیری شبیه‌سازی تحمل آماری
۸-۳-۵ بروندادهای طراحی و تکوین	تایید صلاحیت داده‌های برونداد طرح	آمار توصیفی آزمون فرضیه تحلیل قابلیت فرایند شبیه‌سازی
۸-۳-۶ تغییرات طراحی و تکوین	داده‌های مربوط به تایید تاثیر تغییرات	آمار توصیفی طرح آزمایش‌ها آزمون فرضیه تحلیل رگرسیون نمونه‌گیری شبیه‌سازی
۸-۴ کنترل فرایندها، کالا و خدمات تامین شده از بیرون سازمان		
۸-۴-۱ کلیات	داده‌های مربوط به ارزشیابی فرایندها، کالا و خدمات و ارائه‌دهندگان آن‌ها که از بیرون تامین شده‌اند	آمار توصیفی نمونه‌گیری
۸-۴-۲ نوع و میزان کنترل	داده‌های کنترل ورودی	آمار توصیفی تحلیل سیستم اندازه‌گیری تحلیل رگرسیون

بند/ زیربند استاندارد ملی ایران -ایزو ۹۰۰۱	داده‌های کمّی دخیل	فن (های) آماری
		نمونه‌گیری تحلیل سری‌های زمانی
	داده‌های کنترل فرایند تامین‌کننده برون-سازمانی	آمار توصیفی طرح آزمایش‌ها آزمون فرضیه تحلیل سیستم اندازه‌گیری تحلیل قابلیت فرایند تحلیل قابلیت اعتماد نمونه‌گیری کنترل فرایند آماری تحمل آماری تحلیل سری‌های زمانی
۸-۴-۳ ارائه اطلاعات به تامین‌کنندگان برون‌سازمانی	کاربرد ندارد	--
۸-۵ تولید و ارائه خدمات		
۸-۵-۱کنترل تولید و ارائه خدمات	داده‌های تولید و خدمات	آمار توصیفی طرح آزمایش‌ها آزمون فرضیه تحلیل سیستم اندازه‌گیری تحلیل قابلیت فرایند تحلیل رگرسیون نمونه‌گیری کنترل فرایند آماری تحلیل سری‌های زمانی
۸-۵-۲ شناسایی و ردیابی	کاربرد ندارد	--
۸-۵-۳ دارایی مشتریان یا تامین‌کنندگان برون‌سازمانی	کاربرد ندارد	--
۸-۵-۴ محافظت	کاربرد ندارد	--
۸-۵-۵ فعالیت‌های بعد از تحویل	داده‌ها جهت تعیین الزامات برای فعالیت‌های بعد از تحویل	آمار توصیفی آزمون فرضیه تحلیل قابلیت اعتماد

بند/ زیربند استاندارد ملی ایران -ایزو ۹۰۰۱	داده‌های کمّی دخیل	فن (های) آماری
		کنترل فرایند آماری نمونه‌گیری تحلیل سری‌های زمانی
۸-۵-۶ کنترل تغییرات	داده‌های مرتبط با تایید اثربخشی تغییرات	آمار توصیفی DOE آزمون فرضیه تحلیل قابلیت فرایند تحلیل قابلیت اعتماد SPC
۸-۶ ترخیص کالا و خدمات	داده‌ها برای اثبات انطباق با الزامات	آمار توصیفی آزمون فرضیه تحلیل قابلیت اعتماد نمونه‌گیری کنترل فرایند آماری
۸-۷ کنترل بروندادهای نامنطبق		
۸-۷-۱	کاربرد ندارد	--
۸-۷-۲	کاربرد ندارد	--
۹- ارزشیابی عملکرد		
۹-۱ پایش، اندازه‌گیری، تحلیل و ارزشیابی		
۹-۱-۱ کلیات	کاربرد ندارد	--
۹-۱-۲ رضایت مشتری	داده‌های رضایت مشتری	آمار توصیفی آزمون فرضیه نمونه‌گیری تحلیل رگرسیون
۹-۱-۳ تحلیل و ارزشیابی	داده‌های مربوط به عملکرد سیستم مدیریت کیفیت	آمار توصیفی طرح آزمایش‌ها آزمون فرضیه تحلیل سیستم اندازه‌گیری

بند/ زیربند استاندارد ملی ایران -ایزو ۹۰۰۱	داده‌های کمّی دخیل	فن (های) آماری
		تحلیل قابلیت فرایند تحلیل قابلیت اعتماد نمونه‌گیری کنترل فرایند آماری تحلیل سری‌های زمانی
۹-۲ ممیزی داخلی		
۹-۲-۱	کاربرد ندارد	--
۹-۲-۲	داده‌ای که به عنوان درونداد برای طرح‌ریزی ممیزی عمل می‌کند	آمار توصیفی نمونه‌گیری تحلیل سری‌های زمانی
۹-۳ بازنگری مدیریت		
۹-۳-۱ کلیات	کاربرد ندارد	--
۹-۳-۲ درونداد‌های بازنگری مدیریت	داده‌های کالا، فرایند و رضایت مشتری	آمار توصیفی تحلیل سری‌های زمانی
۹-۳-۳ برونداد‌های بازنگری مدیریت	کاربرد ندارد	--
۱۰- بهبود		
۱۰-۱ کلیات	کاربرد ندارد	--
۱۰-۲ عدم انطباق و اقدام اصلاحی		
۱۰-۲-۱	داده‌های مربوط به عدم انطباق‌ها	آمار توصیفی طرح آزمایش‌ها آزمون فرضیه تحلیل سیستم اندازه‌گیری تحلیل قابلیت فرایند تحلیل رگرسیون تحلیل قابلیت اعتماد نمونه‌گیری شبیه‌سازی کنترل فرایند آماری تحمل آماری تحلیل سری‌های زمانی
۱۰-۲-۲	کاربرد ندارد	--
۱۰-۳ بهبود مستمر	داده‌های مربوط به وضعیت سیستم مدیریت کیفیت	آمار توصیفی طرح آزمایش‌ها

بند/ زیربند استاندارد ملی ایران -ایزو ۹۰۰۱	داده‌های کمّی دخیل	فن (های) آماری
		آزمون فرضیه تحلیل سیستم اندازه‌گیری تحلیل قابلیت فرایند تحلیل رگرسیون تحلیل قابلیت اعتماد نمونه‌گیری شبیه‌سازی کنترل فرایند آماری تحمل آماری تحلیل سری‌های زمانی

۶ قابلیت اجرایی فنون انتخابی

شرح مختصری از هر فن آماری یا خانواده فنون (به جدول ۱ مراجعه شود)، درزیربندهای ۷-۱ تا ۷-۱۲ ارائه شده است. این توصیفات به منظور کمک به یک فرد غیرمتخصص جهت ارزیابی منافع و قابلیت اجرایی بالقوه استفاده از فنون آماری در بافتار سیستم مدیریت کیفیت است.

انتخاب فن و نحوه کاربرد آن به شرایط و هدف تمرین، اندازه و پیچیدگی سازمان و منافع بالقوه برای سازمان بستگی دارد.

کاربرد واقعی فنون آماری به راهنمایی و تخصص بیشتری نسبت به آن‌چه در این استاندارد راهنما ارائه شده، نیاز خواهد داشت. اطلاعات زیادی در مورد فنون آماری موجود در حوزه عمومی، شامل کتاب‌های درسی، مجله‌ها، گزارش‌ها، کتاب‌های راهنمای صنعت، استانداردهای بین‌المللی و سایر منابع اطلاعات وجود دارد که می‌تواند در استفاده از فنون آماری به سازمان کمک کند.

علاوه بر فنون ذکر شده در این استاندارد، خواننده به ملاحظه فنون آماری دیگری که می‌تواند نیازهای سازمان را برآورده کند، ترغیب می‌شود.

یادآوری۱- استانداردهای ISO و IEC و گزارش‌های فنی مربوط به فنون آماری در کتاب‌نامه ذکر شده است. آن‌ها برای اطلاع ذکر شده و این استاندارد انطباق با آن‌ها را تعیین نمی‌کند.

یادآوری۲- بسیاری از فنون آماری ذکر شده در این‌جا در ابتکارات تولید، کالا، خدمات، فرایند یا بهبود سیستم مانند «شش سیگما» کاربرد دارد.

۷ تشریح فنون آماری

۷-۱ آمار توصیفی

۷-۱-۱ شرح کلی

۷-۱-۱-۱ مشخصه‌های داده

اصطلاح «آمار توصیفی» به طیف وسیعی از فنون برای خلاصه‌سازی و توصیف داده‌ها اشاره دارد که به طور معمول اولین گام در تحلیل داده‌های کمّی و اغلب اولین گام در جهت استفاده از سایر فنون آماری است و توصیه می‌شود به عنوان یک مولفه اساسی تحلیل آماری در نظر گرفته شود.

در حالی که نقش آمار توصیفی ثبت و نمایش داده‌ها است، رویه‌های طراحی یک استنباط از داده‌ها «آمار استنباطی» را شکل می‌دهد و چنین رویه‌هایی در آزمون فرضیه مورد استناد قرار می‌گیرند (به زیربند ۷-۳ مراجعه شود).

مشخصه‌های داده‌های به‌دست آمده از یک نمونه می‌تواند به عنوان مبنایی برای استنباط در مورد مشخصه‌های جوامع آماری که نمونه‌ها از آن‌ها گرفته شده‌اند، با محدوده خطا و سطح اطمینان تعیین شده، عمل کند.

مشخصه‌های توزیع داده‌ها می‌توانند به صورت عددی (به زیربند ۷-۱-۲ مراجعه شود) یا به صورت گرافیکی (به زیربند ۷-۱-۳ مراجعه شود)، یا هر دو ارائه شوند.

۷-۱-۱-۲ عددی

مشخصه‌های داده‌هایی که به طور معمول مورد توجه قرار می‌گیرند مقدار مرکزی آن‌ها (اغلب با متوسط یا «میانگین» توصیف می‌شوند)، و پراکنش یا پراکندگی (به طور معمول با دامنه یا «انحراف استاندارد» اندازه‌گیری می‌شود) می‌باشند. یکی دیگر از مشخصه‌های مورد توجه، توزیع داده‌ها است که برای آن‌ها سنجه‌های کمّی وجود دارد و شکل توزیع را توصیف می‌کند (مانند درجه «چولگی»).

۷-۱-۱-۳ گرافیکی

اطلاعات مربوط به توزیع داده‌ها اغلب می‌توانند به آسانی و به طور موثر با روش‌های گرافیکی مختلفی که شامل نمایش نسبتاً ساده‌ای از داده‌ها هستند، بیان شوند مانند:

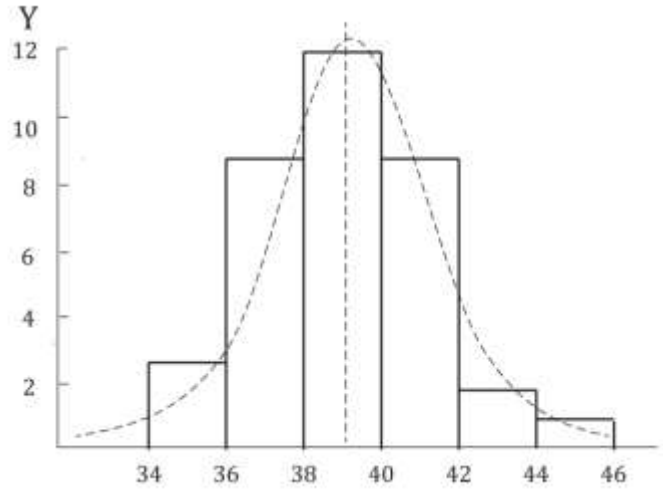
– یک بافت‌نگار[1]، که یک نمایش بصری از توزیع مقادیر مشخصه مورد نظر است (به شکل ۱ مراجعه شود)؛

– نمودار پراکنش، که مقادیر دو متغیر را برای برآورد رابطه احتمالی آن‌ها نمایش می‌دهد (به شکل ۲ مراجعه شود)؛

1- Histogram

– نمودار روند، که «نمودار گردش» هم نامیده می‌شود، نمودار مقادیر مشخصه مورد نظر در طول زمان است (به شکل ۳ مراجعه شود).

40,3	40,6	37,9	44,0
39,8	42,2	38,9	41,1
39,6	38,1	39,2	40,7
38,7	40,4	39,4	40,1
41,3	38,7	37,2	38,4
37,1	39,2	34,1	35,6
42,5	40,4	36,0	35,9
39,3	36,1	37,7	37,2
39,4	37,2	40,3	36,5



راهنما

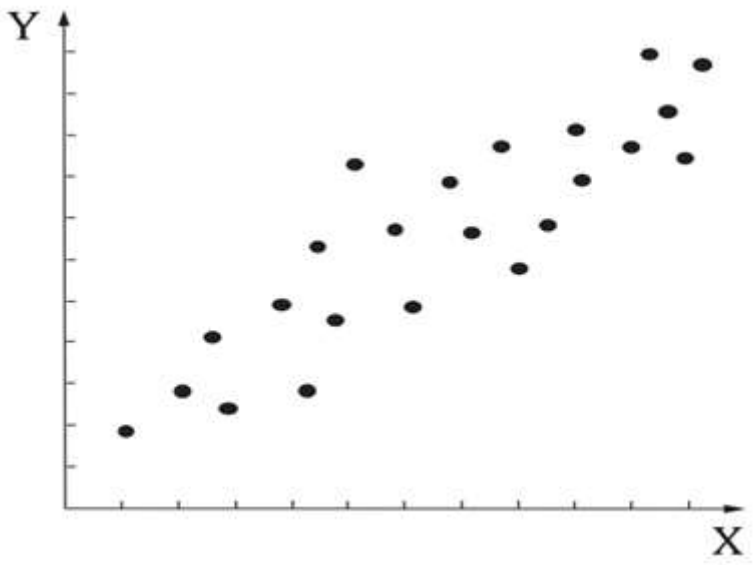
X مقادیر عددی

Y فراوانی

شکل۱- نمایش گرافیکی داده‌ها به‌وسیله بافت‌نگار

طیف گسترده‌ای از نمایش‌های گرافیکی وجود دارد که می‌تواند به تفسیر و تحلیل داده‌ها کمک کند. این طیف، ابزارهای نسبتاً ساده ذکر شده در بالا تا فنون با ماهیت پیچیده‌تر را شامل می‌شود.

روش‌های گرافیکی اغلب می‌توانند ویژگی‌های غیرمعمول داده‌ها را که بلافاصله در تحلیل عددی تشخیص داده نمی‌شوند، آشکار کنند. آن‌ها می‌توانند در خلاصه‌سازی و نمایش داده‌های پیچیده و آشکارسازی روابط داده‌ها و در تبادل موثر چنین اطلاعاتی برای مخاطبان غیرمتخصص بسیار مفید باشند.

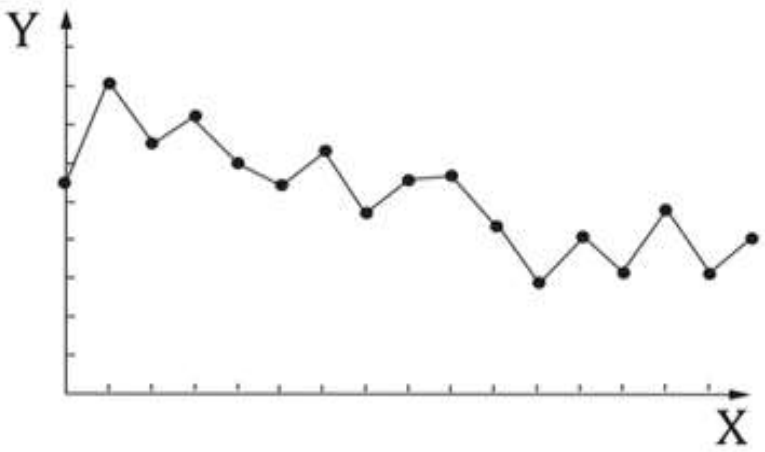


راهنما

X متغیر A

Y متغیر B

شکل۲- نمودار پراکنش



راهنما

X زمان

Y داده‌های مربوط به کالا/ فرایند/ خدمت

شکل ۳- نمودار روند

۷-۱-۲ مزایا

آمار توصیفی روشی کارآمد و نسبتاً ساده برای خلاصه‌سازی و توصیف داده‌ها ارائه می‌دهد.

آمار توصیفی به طور بالقوه برای همه شرایطی که شامل استفاده از داده‌ها می‌شود، کاربرد دارد که می‌تواند به تحلیل و تفسیر داده‌ها کمک کند و یک کمک ارزشمند در تصمیم‌گیری است.

۷-۱-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها

آمار توصیفی سنجه‌های کمّی از مشخصه‌های داده‌های نمونه (مانند میانگین و پراکنش) را ارائه می‌کند که برخی اوقات به‌عنوان برآورد جامعه مورد استفاده قرار می‌گیرد. با این حال، این سنجه‌ها به محدودیت‌های اندازه نمونه و روش نمونه‌گیری وابسته می‌باشد. نتیجه‌گیری منوط به برقراری مفروض‌های خاصی در مورد جامعه است.

۷-۱-۴ نمونه‌هایی از کاربردها

آمار توصیفی تقریباً در همه زمینه‌هایی که داده‌های کمّی جمع‌آوری شده، کاربرد مفیدی دارد که می‌تواند اطلاعاتی در مورد سیستم مدیریت کیفیت، فرایندها و بروندادهای آن ارائه دهد و اغلب نقش مفیدی در بازنگری‌های مدیریت دارد. نمونه‌هایی از این کاربردها عبارتند از:

- خلاصه کردن سنجه‌های کلیدی مشخصه‌های کالا، خدمت یا فرایند، مانند مقدار میانگین و پراکنش؛
- پایش عملکرد کالا، خدمت یا فرایند در طول زمان با استفاده از نمودار روند؛
- مشخص کردن و پایش یک پارامتر فرایند، مانند دمای کوره؛
- مشخص کردن زمان تحویل یا زمان پاسخگویی در صنعت خدمات؛
- خلاصه کردن داده‌های آمارگیری از مشتریان، مانند رضایت مشتری؛
- نشان دادن داده‌های اندازه‌گیری، مانند داده‌های کالیبراسیون تجهیزات؛
- گزارش داده‌های عملکرد مالی، مانند نوسان قیمت سهام در طول زمان؛
- نشان دادن رابطه احتمالی بین متغیرهایی مانند، به عنوان مثال، رضایت کارمندان و کیفیت خدمات ارائه شده به‌وسیله یک نمودار پراکنش؛
- گزارش روندها و شاخص‌های اقتصادی مانند تولید ناخالص داخلی (GDP[1])، شاخص قیمت مصرف‌کننده، هزینه زندگی و غیره؛
- گزارش و ردیابی داده‌های منابع انسانی مانند گردش مالی کارمندان، عملکرد کارکنان و غیره.

1- Gross Domestic Product

۷-۲ طرح آزمایش‌ها

۷-۲-۱ شرح کلی

طرح آزمایش‌ها (DOE) می‌تواند برای ارزشیابی و یا بهبود یک یا چند مشخصه یک کالا، خدمات، فرایند یا سیستم مانند عیب، بازده یا تغییرپذیری مورد استفاده قرار گیرد.

DOE برای بررسی سیستم‌های پیچیده به‌ویژه برای سیستم‌های که پیامد آن‌ها می‌تواند تحت تاثیر عوامل زیادی قرار گیرد، مفید است. DOE می‌تواند به شناسایی عوامل موثرتر، میزان تاثیر آن‌ها و روابط بین عوامل (در صورت وجود) کمک کند. از یافته‌ها می‌توان برای تسهیل طراحی، توسعه و بهبود یک کالا، خدمت یا فرایند، یا کنترل یا بهبود سیستم موجود استفاده کرد.

DOE هم‌چنین می‌تواند برای اعتبارسنجی یک مشخصه مورد علاقه در برابر یک استاندارد مشخص، یا برای ارزیابی مقایسه‌ای چندین سیستم استفاده شود.

فنون متعددی وجود دارد که می‌توانند برای تحلیل داده‌های حاصل از یک آزمایش استفاده شوند. این دامنه، از فنون عددی تا فنونی که ماهیت گرافیکی دارند، گسترش دارد.

DOE کارآمدترین روش برای دستیابی به بینشی در مورد یک فرایند است. اطلاعات حاصل از یک آزمایش طراحی شده می‌تواند برای فرموله کردن یک مدل ریاضی مورد استفاده قرار گیرد که مشخصه مورد نظر را به عنوان تابعی از عوامل تأثیرگذار توصیف می‌کند. چنین مدلی را می‌توان با هدف پیش‌بینی یک پیامد در یک سطح اطمینان اظهارشده استفاده کرد.

۷-۲-۲ مزایا

هنگام برآورد یا اعتباردهی مشخصه مورد نظر، باید اطمینان حاصل شود که نتایج به‌دست آمده صرفاً ناشی از تغییرات شانسی نیست. این امر در مورد ارزیابی‌هایی که بر اساس برخی استانداردهای تجویز شده یا هنگام مقایسه دو یا چند سیستم انجام می‌شود، صدق می‌کند. DOE اجازه می‌دهد تا چنین ارزیابی‌هایی با سطح اطمینان تعیین شده، انجام شود.

مزیت عمده DOE کارآیی و صرفه اقتصادی نسبی آن در بررسی تاثیر عوامل متعدد در یک فرایند در مقایسه با بررسی هر عامل به صورت جداگانه است. هم‌چنین، توانایی آن در شناسایی اثرات متقابل بین عوامل معین می‌تواند منجر به درک عمیق‌تری از فرایند شود. چنین منافعی به ویژه هنگام بررسی فرایندهای پیچیده (به عنوان مثال فرایندهایی که شامل بسیاری از عوامل بالقوه تاثیرگذار هستند) اهمیت بیشتری می‌یابند.

در نهایت، هنگام بررسی یک سیستم، ریسک فرض اشتباه علیت، فقط در جایی وجود دارد که بین دو یا چند متغیر، همبستگی شانسی وجود داشته باشد. با استفاده از اصول صحیح طرح آزمایش می‌توان ریسک چنین خطایی را کاهش داد.

۷-۲-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها

برخی سطوح تغییرات ذاتی (اغلب به درستی «نوفه» نامیده می‌شود) در همه سیستم‌ها وجود دارد و گاهی اوقات می‌تواند روی نتایج تحقیقات سایه افکنده و به نتیجه‌گیری نادرست منجر شود. سایر منابع بالقوه خطا شامل تاثیر مخدوش‌کننده عوامل ناشناخته (یا به سادگی غیرقابل تشخیص) که ممکن است وجود داشته باشند، یا تاثیر مخدوش‌کننده وابستگی بین عوامل مختلف در یک سیستم هستند. ریسک ناشی از چنین خطاهایی را می‌توان با عواملی مثل انتخاب اندازه نمونه یا ملاحظات دیگر در طرح آزمایش، کاهش داد. با این حال، چنین ریسک‌هایی هرگز قابل حذف نیستند و بنابراین توصیه می‌شود هنگام نتیجه‌گیری درنظر گرفته شوند.

در پایان، یافته‌های آزمایش فقط برای عوامل و محدوده مقادیر در نظر گرفته شده در آزمایش معتبر هستند. بنابراین، توصیه می‌شود در برون‌یابی (یا درون‌یابی) بسیار فراتر از محدوده مقادیر در نظر گرفته شده در آزمایش احتیاط شود.

۷-۲-۴ نمونه‌هایی از کاربردها

نمونه بارز کاربردهای آزمایش‌های طراحی‌شده عبارتند از:

- اعتباردهی اثر درمان دارویی یا ارزیابی اثربخشی نسبی چندین نوع درمان؛
- تصدیق مشخصه‌های یک کالا، خدمت یا فرایند بر اساس برخی استانداردهای عملکرد مشخص‌شده؛
- شناسایی عوامل موثر در فرایندهای پیچیده برای دستیابی به پیامدهای مطلوب، شامل بهبود در مقدار میانگین، یا تغییرپذیری کاهش‌یافته مشخصه‌ها مانند بازده فرایند، استحکام کالا، دوام، سطح نوفه و غیره؛
- حل مشکلات در فرایندهای پیچیده، با کمک به شناسایی عوامل معنی‌دار فرایند در فرایندهای پیچیده به همراه ارتباط بین عوامل؛
- اطمینان‌دهی به این که یک کالای تازه طراحی‌شده می‌تواند تغییرپذیری در تولید و در نهایت استفاده را دربرگیرد؛
- بهبود پیامدها در کشاورزی با تعیین تاثیر برخی اقدامات در محیط‌هایی با متغیرهای غیرقابل کنترل شامل باران، خورشید، خاک و غیره؛
- تعیین تنظیمات فرایند و مواد تشکیل‌دهنده برای نتایج بهینه در تولید محصولات غذایی؛
- ارزیابی اثربخشی آزمایش‌های بازاریابی کالاهای مصرفی، استفاده از ترویج‌های مختلف و کارزارهای[1] تبلیغاتی در مناطق مختلف؛
- بررسی تاثیر تغییرات رویه‌های اداری و دفتری بر پیامدهای فرایند.

1- Campaigns

۷-۳ آزمون فرضیه

۷-۳-۱ شرح کلی

از آزمون فرضیه برای تعیین (در سطح معنی‌داری مشخص شده) این‌که آیا فرضیه مربوط به یک پارامتر در جامعه درست است یا نه، استفاده می‌شود. بنابراین این رویه می‌تواند برای آزمون این‌که آیا یک پارامتر در جامعه با استاندارد خاصی مطابقت دارد یا نه، یا برای آزمون تفاوت‌ها در دو یا چند جامعه، استفاده شود. بنابراین در تصمیم‌گیری مفید است.

آزمون فرضیه هم‌چنین برای آزمون مفروضات مدل، شامل این‌که آیا توزیع جامعه نرمال است یا خیر یا داده‌های نمونه تصادفی هستند، استفاده می‌شود.

آزمون فرضیه به طور صریح یا ضمنی در بسیاری از فنون آماری ذکر شده در این استاندارد شامل طرح آزمایش‌ها (DOE)، نمونه‌گیری، کنترل فرایند آماری (SPC)، تحلیل رگرسیون و تحلیل سیستم اندازه‌گیری (MSA) مورد استناد قرار گرفته است.

۷-۳-۲ مزایا

آزمون فرضیه اجازه می‌دهد تا ادعایی را در مورد برخی از پارامترهای یک جامعه در یک سطح معنی‌داری تعریف شده، عنوان کرد. به این ترتیب، آزمون فرضیه می‌تواند در تصمیم‌گیری‌های وابسته به پارامتر کمک-کننده باشد.

آزمون فرضیه می‌تواند به طور مشابه اجازه دهد تا ادعاهایی در مورد ماهیت توزیع جامعه صورت گیرد.

۷-۳-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها

نتیجه‌گیری‌های به‌دست‌آمده از طریق آزمون فرضیه بر اساس مفروضات آماری متعدد است، به ویژه این‌که نمونه‌ها به طور مستقل و تصادفی گرفته شده و دارای توزیع نرمال هستند. هم‌چنین، سطح معنی‌داری نتیجه‌گیری، تابع اندازه نمونه قرار می‌گیرد.

۷-۳-۴ نمونه‌هایی از کاربردها

آزمون فرضیه هنگامی‌که نیاز است در مورد یک پارامتر یا توزیع یک یا چند جامعه (که به‌وسیله یک نمونه برآورد شده است) یا در ارزیابی خود داده‌های نمونه، ادعایی صورت بگیرد، کاربرد کلی دارد. به عنوان مثال، این رویه می‌تواند در روش‌های زیر مورد استفاده قرار گیرد:

- برای آزمون این‌که آیا مقدار متوسط (میانگین) یا پراکنش (انحراف استاندارد) یک جامعه با مقدار معینی مانند یک مقدار هدف یا یک مقدار استاندارد مطابقت دارد یا خیر؛
- برای آزمون این‌که آیا میانگین دو (یا چند) جامعه متفاوت است، مانند مقایسه دسته‌های مختلف اجزا؛

- برای آزمون این‌که نسبت جامعه معیوب از مقدار معینی تجاوز نکند؛
- برای آزمون تفاوت‌ها در نسبت واحدهای معیوب در پیامدهای دو فرایند؛
- برای آزمون این‌که آیا داده‌های نمونه به طور تصادفی از یک جامعه واحد اخذ شده‌اند یا خیر؛
- برای آزمون این‌که آیا توزیع یک جامعه نرمال است؛
- برای آزمون این‌که آیا یک مشاهده در یک نمونه «دورافتاده» است، یعنی یک مقدار کران‌گین که اعتبار آن ابهام دارد؛
- برای آزمون این‌که آیا در برخی از مشخصه‌های کالا، خدمت یا فرایند، بهبودی صورت گرفته یا خیر؛
- برای تعیین اندازه نمونه مورد نیاز برای رد کردن (یا رد نکردن) یک فرضیه، در یک سطح معنی‌داری بیان شده؛
- برای آزمون این‌که آیا تغییرات در فرایندهای دفتری، اداری، حمل و نقل و تحویل از نظر آماری اثر معنی‌داری بر پیامدها دارد، مانند زمان تکمیل، نرخ‌های خطا، رضایت کارکنان، رضایت مشتری و غیره.

۷-۴ تحلیل سیستم اندازه‌گیری

۷-۴-۱ شرح کلی

تحلیل سیستم اندازه‌گیری (MSA)، که به آن «تحلیل عدم قطعیت اندازه‌گیری» نیز گفته می‌شود، مجموعه‌ای از رویه‌ها برای ارزشیابی عدم قطعیت سیستم‌های اندازه‌گیری در محدوده شرایطی است که سیستم در آن کار می‌کند. توصیه می‌شود عدم قطعیت اندازه‌گیری در هر جایی که داده‌ها جمع‌آوری می‌شوند لحاظ شود.

MSA در سطح اطمینان تعیین شده، برای ارزیابی این‌که آیا سیستم اندازه‌گیری برای هدف مورد نظر مناسب است یا نه، مورد استفاده قرار می‌گیرد که شامل کمیّت بخشی تغییرات ناشی از یک تنوع منابع، مانند تغییرات ناشی از ارزیاب (یعنی شخصی که اندازه‌گیری را انجام می‌دهد)، یا تغییرات در فرایند اندازه-گیری یا خود ابزار اندازه‌گیری است. هم‌چنین می‌تواند برای اندازه‌گیری تغییرات ناشی از سیستم اندازه‌گیری به عنوان نسبتی از کل تغییرات فرایند یا کل تغییرات مجاز، استفاده شود.

۷-۴-۲ مزایا

MSA، از طریق تعیین کمیّت عدم قطعیت اندازه‌گیری، منافع مختلفی را ارائه می‌دهد. به عنوان مثال می‌تواند:

الف- تغییرپذیری را در زمینه‌هایی که برای کیفیت کالا حیاتی هستند، آشکار کرده و در نتیجه سازمان را در تخصیص منابع در آن زمینه‌ها جهت بهبود یا حفظ کیفیت راهنمایی کند؛

ب- در تعیین این‌که آیا یک ابزار به صورت رضایت‌بخشی قادر است پارامتر کالا یا فرایند مدنظر را اندازه‌گیری کند و یک مبنای کمّی و مقرون به صرفه برای انتخاب یک ابزار اندازه‌گیری جدید فراهم می‌کند؛

پ- برای اطمینان‌دهی به مشتریان (داخلی یا خارجی) در مورد این‌که تجهیزات اندازه‌گیری، روش‌ها و فرایندها قادر به اندازه‌گیری مناسب سطح کیفیت دست‌یافتنی هستند، مورد استفاده قرار می‌گیرد؛

ت- در انتخاب مناسب‌ترین و مقرون به صرفه‌ترین روش (های) اندازه‌گیری (از نظر صحت، تکرارپذیری و غیره) برای استفاده در راستای حصول اطمینان از کیفیت کالا، کمک می‌کند؛

ث- به ارزیابی و کمّی‌سازی سیستم اندازه‌گیری یک سازمان با مقایسه نتایج اندازه‌گیری آن با نتایج به دست آمده از سایر سیستم‌های اندازه‌گیری («آزمون مهارت») کمک می‌کند.

به طور خلاصه، MSA می‌تواند یک سازمان را به ارزشیابی و بهبود تجهیزات اندازه‌گیری، روش‌ها و فرایندهای خود توانمند ساخته تا یاری نماید و بدین‌طریق به حفظ یا بهبود کیفیت کالا و فرایند و ارائه اطمینان به مشتریان سازمان کمک کند.

۷-۴-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها

در همه موارد به جز ساده‌ترین‌ها، MSA در کاربرد نیاز به تخصص دارد، زیرا نتایج می‌تواند موجب خوش‌بینی کاذب بیش از حد و زیان‌بار بالقوه در نتایج اندازه‌گیری و هم در مورد قابلیت پذیرش مورد در حال اندازه‌گیری شود. برعکس، بدبینی بیش از حد می‌تواند منجر به جایگزینی غیرضروری سیستم‌های اندازه‌گیری مناسب شود.

۷-۴-۴ نمونه‌هایی از کاربردها

MSA در بخش‌های صنعتی، پزشکی، دارویی، خدماتی و سایر بخش‌ها که به‌طور ویژه نیازمند سطوح بالایی از سازگاری و دقت اندازه‌گیری در کالاها و خدمات هستند، کاربرد مفیدی دارد. سودمندی MSA در مثال‌های ذکر شده در زیر فهرست شده است:

الف- ارزیابی سازگاری بازرسی درون‌گروهی از کارورها[1]، به منظور آشکارنمودن یک درک متفاوت از معیارهای پذیرش و نیاز به رویه‌های آموزشی بهتر؛

ب- آشکار شدن ناکافی بودن یک ابزار اندازه‌گیری ضخامت آبکاری طلا، برای ارزیابی مناسب پارامتر موردنظر، به لحاظ تمایز و تشخیص در اندازه‌گیری؛

پ- یک تحلیل مقایسه‌ای از کالاهای آزمون‌شده با استفاده از تجهیزات مختلف آزمون، به منظور آشکار شدن مسئله‌ای در سخت‌افزار آزمون.

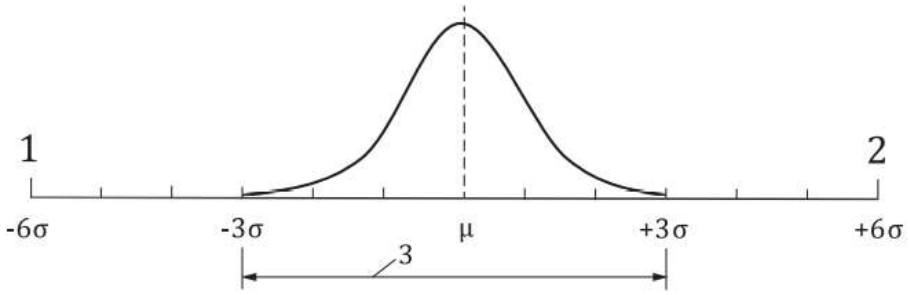
---

1 -Operators

۷-۵ تحلیل قابلیت فرایند

۷-۵-۱ شرح کلی

تحلیل قابلیت فرایند (به شکل ۴ مراجعه شود) شامل اندازه‌گیری پراکندگی (یا پراکنش) پارامتر کالا نسبت به محدوده مجاز تغییرپذیری تعیین شده به‌وسیله مشخصات، برای ارزیابی توانایی فرایند به منظور برآوردن این مشخصات است.



راهنما

1 حد پایین مشخصات

2 حد بالای مشخصات

3 پراکنش فرایند

شکل۴- قابلیت فرایند

یک سنجه معمول برای پراکندگی فرایند، انحراف معیار (σ ، «سیگما») داده‌های فرایند است. اگر توزیع داده‌های فرایند «نرمال» (یعنی زنگوله‌ای شکل) و مقدار میانگین آن به صورت «μ» نوشته شود، آن‌گاه برونداد فرایند به طور معمول به‌صورت $\mu \pm 3\sigma$ تعریف می‌شود. این محدوده از مقادیر، که «پراکنش فرایند» نامیده می‌شود، (از لحاظ تئوری) ٪۹۹٫۷۳ از برونداد فرایند را هنگامی که پایدار است، دربرخواهد گرفت.

یک سنجه مناسب برای قابلیت فرایند، $C_{P\square}$ است، شاخص قابلیت که نسبت پراکنش فرایند ($\mu \pm 3\sigma$) به مشخصات مجاز، هنگامی که میانه فرایند بین مشخصات متمرکز است، می‌باشد. جایی‌که میانه فرایند بین مشخصات متمرکز نباشد، سنجه متناظر قابلیت فرایند، C_{pk} است. این مفاهیم زیربنای برنامه بهبود کسب-وکار است که «شش سیگما» نامیده می‌شود.

هنگامی‌که داده‌های فرایند شامل «صفات کیفی» (به عنوان مثال درصد نامنطبق یا تعداد عدم انطباق‌ها) است، قابلیت فرایند به عنوان میانگین نسبت واحدهای نامنطبق یا میانگین نرخ عدم‌انطباق‌ها بیان می‌شود.

این مفهوم را می‌توان برای ارزیابی قابلیت کل یک سیستم یا فرایند، یا هر زیرمجموعه‌ای از یک فرایند مانند یک ماشین خاص به کار برد (در چنین موردی، ارزیابی «تحلیل عملکرد ماشین» نامیده می‌شود).

۷-۵-۲ مزایا

تحلیل قابلیت فرایند، سازمان را قادر می‌سازد تا سطح عدم انطباق و هزینه‌های مرتبط را تخمین بزند و می‌تواند به تصمیمات راهنمای مربوط به اصلاح، بهبود فرایند و تخصیص منابع کمک کند.

تعیین حداقل استانداردها برای قابلیت فرایند می‌تواند سازمان را در انتخاب فرایندها و تجهیزاتی که ریسک تولید کالا و خدمات غیرقابل قبول را کاهش می‌دهد، راهنمایی کند.

تحلیل عملکرد ماشین برای ارزیابی قابلیت ماشین در تولید یا انجام مطابق با الزامات بیان شده، استفاده می‌شود. این امر در تصمیم‌گیری در مورد خرید یا تعمیر مفید است.

صنایع خودرویی، هوا فضا، الکترونیک، مواد غذایی، داروسازی، پزشکی و سایر بخش‌ها به طور معمول از قابلیت فرایند به عنوان یک معیار اصلی برای ارزیابی تامین‌کنندگان و کالاها استفاده می‌کنند که به مشتری اجازه می‌دهد تا بازرسی مستقیم کالاها و مواد خریداری شده را کمینه نمایند.

۷-۵-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها

تحلیل قابلیت فرایند فرض می‌کند که فرایند به طور قابل اثباتی، پایدار است. بنابراین، توصیه می‌شود تحلیل قابلیت فرایند همراه با روش‌های کنترل انجام گیرد تا از تأیید مداوم کنترل اطمینان حاصل شود.

برآورد درصد کالاهای نامنطبق تابع فرض‌های یک توزیع نرمال است. هنگامی‌که این امر درعمل محقق نشود، بهتر است با چنین برآوردهایی با احتیاط برخورد کرد.

به همین ترتیب، در مورد فرایندهایی مانند استهلاک ابزار که در معرض علل معین و نظام‌مند تغییرپذیر هستند، توصیه می‌شود از رویکردهای تخصصی‌شده برای محاسبه و تفسیر قابلیت استفاده شود.

۷-۵-۴ نمونه‌هایی از کاربردها

سودمندی تحلیل قابلیت فرایند به‌وسیله نمونه‌های زیر روشن می‌شود.

الف- قابلیت فرایند برای پایه‌گذاری مشخصه‌های مهندسی منطقی برای کالاهای تولید شده با ایجاد اطمینان در سازگاری تغییرات اجزاء به‌وسیله افزایش تحمل در کالای مونتاژ شده، استفاده می‌شود. هنگامی‌که تحمل خیلی کم لازم باشد، تولیدکنندگان قطعات برای اطمینان از بازده بالا و کمینه نمودن ضایعات، ملزم به دستیابی به سطوح مشخصی از قابلیت فرایند هستند.

ب- اهداف شاخص قابلیت فرایند بالا (به عنوان مثال $C_p > 2$) گاهی در سطح جزء و زیرسیستم برای دستیابی به کیفیت تجمعی مطلوب و قابلیت اعتماد سیستم‌های پیچیده استفاده می‌شود.

پ- تحلیل قابلیت فرایند به‌طورگسترده‌ای در فرایندهای تولید با حجم بالا و حالت پایدار که در آن، به عنوان مثال، یک هدف، یک مقدار بیشینه و یا کمینهٔ یک مشخصه خاص تعیین شده، استفاده می‌شود.

ت- شرکت‌های صنایع تولیدی و خدماتی شاخص‌های قابلیت فرایند را برای شناسایی نیاز به بهبود فرایند یا تأیید اثربخشی چنین بهبودهایی دنبال می‌کنند.

ث- تحلیل قابلیت فرایند می‌تواند نشان دهد که آیا سیستم قادر به تحقق اهداف بیان شده یا برآورده نمودن تعهدات مشتری، به عنوان مثال، تحویل خدمات است یا خیر.

ج- تحلیل قابلیت فرایند می‌تواند در تعیین سطح تقاضا که یک مرکز خدمات IT[1] می‌تواند فراهم کند، کمک کرده و بدین‌طریق به تعیین منابع برای رسیدگی به تقاضا یاری کند.

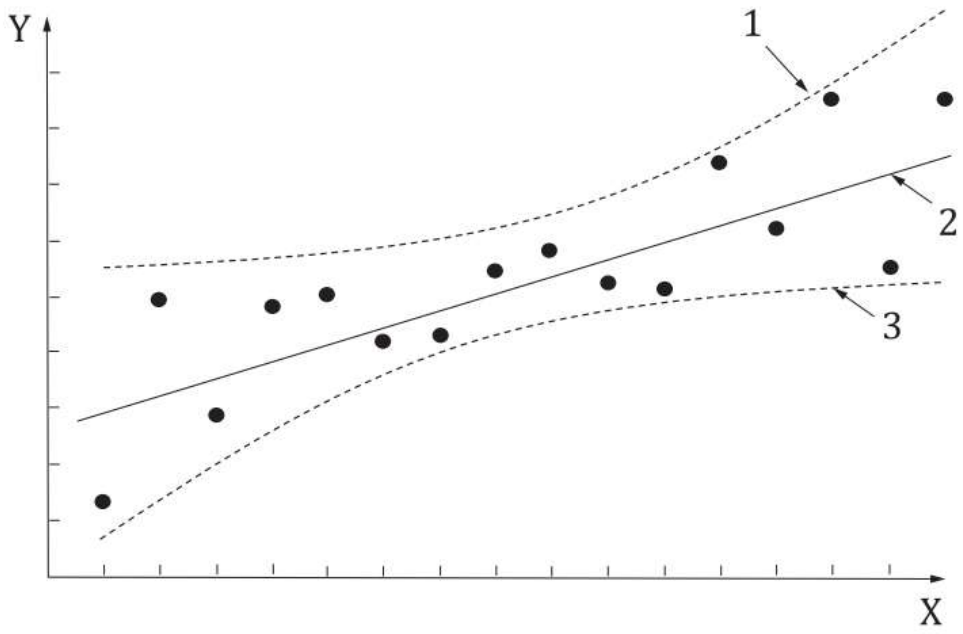
۷-۶ تحلیل رگرسیون

۷-۶-۱ شرح کلی

تحلیل رگرسیون (به شکل ۵ مراجعه شود) به تعیین تأثیر عوامل مختلف (که معمولاً متغیرهای «تبیینی» یا «مستقل» نامیده می‌شوند) بر مشخصه موردنظر (که معمولاً متغیر «پاسخ» یا «وابسته» نامیده می‌شود) کمک می‌کند.

تحلیل رگرسیون اجازه می‌دهد تا یک مدل به صورت تجربی توسعه یابد. هم‌چنین می‌تواند برای آزمون مدلی که از علوم، اقتصاد، مهندسی و غیره به دست می‌آید، استفاده شود.

1-Information Technology



راهنما

X متغیر تبیینی

Y متغیر پاسخ

1 نوار اطمینان ٪۹۵

2 خط رگرسیون «بهترین برازش»

3 نوار اطمینان ٪۹۵

شکل۵- نمودار رگرسیون

تحلیل رگرسیون امکان انجام موارد ذیل را به کاربر می‌دهد، برای مثال:

– پیش‌بینی مقدار متغیر پاسخ، به ازای مقادیر خاص متغیرهای تبیینی؛

– پیش‌بینی (در سطح اطمینان بیان شده) محدودهٔ مقادیری که انتظار می‌رود پاسخ با توجه به مقادیر خاص متغیرهای تبیینی، در آن قرار گیرد.

– آزمون فرضیه‌های مربوط به تأثیر متغیرهای تبیینی بالقوه بر پاسخ.

یادآوری- یک روش‌کار مرتبط «تحلیل همبستگی» است که برای برآورد ماهیت و میزان ارتباط بین دو متغیر استفاده می‌شود. چنین ارتباطی به معنی علیت نیست.

۷-۶-۲ مزایا

تحلیل رگرسیون می‌تواند بینشی در رابطهٔ بین عوامل مختلف فرایند و پاسخ مورد نظر ارائه دهد و چنین بینشی می‌تواند به تصمیم‌های راهنمای مربوط به فرایند و در نهایت بهبود فرایند کمک کند.

این کار به فرد امکان می‌دهد تا زیرمجموعه‌های مختلف اما مرتبط داده را برای تحلیل روابط علّی و معلولی بالقوه، کاوش یا مقایسه کند. این اطلاعات به طور بالقوه در کنترل یا بهبود پیامدهای فرایند مفید هستند.

۷-۶-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها

هنگام مدل‌سازی فرایند، مهارت در تعیین مدل رگرسیون مناسب (به عنوان مثال خطی، نمایی، چندمتغیره) و استفاده از تشخیص برای بهبود مدل، مورد نیاز است. وجود متغیرهای حذف‌شده، خطا (های) اندازه‌گیری و سایر منابع تغییرهای تبیین نشده در پاسخ می‌تواند منجر به نتیجه‌گیری نادرست شود. ریسک‌های دیگر در مفروضات ایجاد شده، مشخصه‌های داده‌های در دسترس و در فن برآورد، قرار دارد.

مشکلی که گاهی در توسعه یک مدل رگرسیونی با آن روبرو می‌شویم، وجود داده‌هایی است که اعتبار آن‌ها مورد تردید است. توصیه می‌شود چنین داده‌هایی در صورت امکان بررسی شوند، زیرا گنجاندن یا حذف داده‌ها از تحلیل می‌تواند بر برآورد پارامترهای مدل و در نتیجه پاسخ، تأثیر بگذارد.

ساده‌سازی مدل، با کمینه کردن تعداد متغیرهای تبیینی، در مدل‌سازی مهم است. گنجاندن متغیرهای غیرضروری می‌تواند تأثیر متغیرهای تبیینی را مبهم کرده و دقت پیش‌بینی‌های مدل را کاهش دهد.

۷-۶-۴ نمونه‌هایی از کاربردها

از تحلیل رگرسیون می‌توان به عنوان مثال در موارد زیر استفاده کرد:

الف- برای مدل‌سازی مشخصه‌های تولید مانند بازده، توان عملیاتی، کیفیت عملکرد، مدت چرخه، احتمال شکست یک آزمون یا بازرسی و الگوهای مختلف نقص در فرایندها؛

ب- برای شناسایی مهمترین عوامل در یک فرایند، و میزان و ماهیت سهم آن‌ها در تغییرات مشخصه‌مورد نظر؛

پ- برای پیش‌بینی پیامدهای حاصل از یک آزمایش یا یک مطالعه گذشته‌نگر برای داده‌های موجود؛

ت- برای تأیید جایگزینی یک روش اندازه‌گیری با روش دیگر(به عنوان مثال جایگزینی روش مخرب یا زمان‌بر با روش غیرمخرب یا صرفه‌جویی کننده زمانی)؛

ث- برای مدل‌سازی غلظت داروها به عنوان توابعی از زمان و وزن پاسخ‌دهندگان یا مدل‌سازی واکنش‌های شیمیایی به عنوان تابعی از زمان، دما و فشار؛

ج- برای درک بهتر این‌که کدام عنصر طراحی باعث ایجاد حس زیبایی مطلوب محصول می‌شود؛

چ- برای شناسایی تأثیر آموزش کارکنان (در صورت وجود) بر پیامدهای فرایند.

۷-۷ تحلیل قابلیت اعتماد

۷-۷-۱ شرح کلی

تحلیل قابلیت اعتماد، کاربرد روش‌های مهندسی و تحلیلی برای ارزیابی، پیش‌بینی و اطمینان از عملکرد بدون مشکل یک محصول یا سیستم مورد مطالعه در طول زمان است.

روش‌های مورد استفاده در تحلیل قابلیت اعتماد اغلب برای مواجهه با عدم‌قطعیت‌ها، مشخصه‌های تصادفی یا احتمال وقوع (شکست‌ها و غیره) در طول زمان مستلزم استفاده از فنون آماری هستند. چنین تحلیل‌هایی به طور کلی شامل استفاده از مدل‌های آماری مناسب برای مشخص کردن متغیرهای مورد نظر، مانند زمان شکست یا میانگین زمان بین شکست‌ها می‌شود. پارامترهای این مدل‌های آماری از داده‌های تجربی به‌دست آمده از طریق آزمایشگاه یا آزمون کارخانه یا از عملیات میدانی برآورد می‌شوند.

تحلیل قابلیت اعتماد، طیف وسیعی از ابزارها و فنون مانند تجزیه‌وتحلیل حالت شکست و اثرات (FMEA[1]) را به کار می‌گیرد که ماهیت فیزیکی و دلایل شکست و پیشگیری یا کاهش شکست‌های آینده را بررسی می‌کند. فنونی از این دست، چه کمّی و چه کیفی، همراه با فنون آماری استفاده می‌شوند.

از تحلیل قابلیت اعتماد می‌توان برای مثال در موارد ذیل استفاده کرد:

- برای تایید دستیابی به اهداف مشخص شده قابلیت اعتماد، بر اساس داده‌های یک آزمون با مدت زمان محدود و شامل تعداد خاصی از واحدهای آزمون؛

- برای پیش‌بینی احتمال عملکرد بدون مشکل، یا سایر سنجه‌های قابلیت اعتماد مانند نرخ شکست یا میانگین زمان بین شکست مولفه‌ها یا سیستم‌ها؛

- برای مدل‌بندی الگوهای شکست و ایجاد سناریوهای عملکرد کالا یا خدمت؛

– برای ارائه داده‌ها در مورد پارامترهای طرح، مانند تنش و مقاومت، که برای طرح‌های احتمالی مفید هستند؛

- برای شناسایی مولفه‌های حیاتی یا پرریسک و حالت‌ها و سازوکارهای احتمالی شکست و پشتیبانی از جستجوی دلایل و سنجه‌های پیشگیرانه.

فنون آماری مورد استفاده در تحلیل قابلیت اعتماد اجازه می‌دهد تا سطح معنی‌داری آماری به برآورد پارامترهای مدل‌های قابلیت اعتماد که توسعه یافته‌اند و به پیش‌بینی‌هایی که با استفاده از چنین مدل‌هایی انجام می‌شود، متصل شود.

1- Failure Mode And Effects Analysis

یادآوری- تحلیل قابلیت اعتماد ارتباط نزدیکی با زمینه وسیع‌تری از «اطمینان‌پذیری» دارد که شامل قابلیت نگهداری و در دسترس‌پذیری می‌شود. این حوزه و سایر فنون و رویکردهای مرتبط در نشریات IEC ذکر شده در کتاب‌نامه، تعریف شده و مورد بحث قرار گرفته است.

۷-۷-۲ مزایا

تحلیل قابلیت اعتماد سنجه کمّی عملکرد کالا و خدمت را بدون شکست یا وقفه در خدمات فراهم می‌نماید. تحلیل قابلیت اعتماد یک کمک برای مهار ریسک در عملکرد سیستم است. قابلیت اعتماد یک عامل موثر در درک کیفیت کالا یا خدمت و هم‌چنین رضایت مشتری است.

منافع استفاده از فنون آماری در تحلیل قابلیت اعتماد عبارتند از:

- پیش‌بینی و کمّی‌سازی احتمال شکست و سایر سنجه‌های قابلیت اعتماد در سطوح معنی‌داری بیان شده و این‌ها می‌تواند به هدایت ابتکارات بهبود دهنده آینده کمک کند؛

- ایجاد معیارهای پذیرش یا رد عینی برای اجرای آزمون‌های انطباق جهت نشان دادن برقراری الزامات قابلیت اعتماد؛

- ارائه برآوردهای قابلیت اعتماد سیستم/ کالا/ خدمت که می‌تواند تعهدات و ضمانت‌های مشتری را هدایت کند.

۷-۷-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها

یک فرض اساسی تحلیل قابلیت اعتماد این است که عملکرد یک سیستم مورد مطالعه می‌تواند به طورمنطقی با یک توزیع آماری مشخص شود. بنابراین درستی برآورد قابلیت اعتماد به اعتبار این فرض بستگی خواهد داشت.

پیچیدگی تحلیل قابلیت اعتماد هنگامی‌که چندین حالت شکست وجود داشته باشد و مشخص نباشد که آیا آن‌ها از توزیع آماری یکسانی پیروی می‌کنند یا خیر، افزایش می‌یابد. هم‌چنین، هنگامی که تعداد شکست-های مشاهده شده در یک آزمون تنش قابلیت اعتماد کم است، می‌تواند به طور معنی‌داری بر اطمینان آماری و دقت برآورد قابلیت اعتماد، تأثیر گذارد.

شرایطی که تحت آن آزمون قابلیت انجام می‌شود از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، به ویژه هنگامی که آزمون شامل نوعی از استرس «افزایش یافته» (یعنی استرسی که به طور معنی‌داری بیشتر از آن چیزی است که کالا در استفاده عادی تجربه می‌کند) برای تسریع شکست است. تعیین رابطه بین شکست‌های مشاهده شده تحت آزمون استرس و عملکرد کالا درشرایط عملکرد عادی می‌تواند دشوار باشد و این بر عدم‌قطعیت پیش‌بینی‌های قابلیت اعتماد می‌افزاید.

۷-۷-۴ نمونه‌هایی از کاربردها

نمونه‌های معمول از کاربردهای تحلیل قابلیت اعتماد عبارتند از:

- تأیید این‌که مولفه‌ها یا کالاها می‌توانند الزامات قابلیت اعتماد اعلام شده را برآورده کنند؛

- پیش‌بینی هزینه چرخه‌حیات کالابراساس یک تحلیل قابلیت اعتماد برای داده‌های آزمون‌ها،درمعرفی کالای جدید؛

- راهنمایی در تصمیم‌گیری‌ها برای ساخت یا خرید کالاهای غیرسفارشی، بر اساس تحلیل قابلیت اعتماد آن‌ها و تاثیر برآورد شده بر اهداف تحویل و هزینه‌های پایین دستی مرتبط با شکست‌های پیش‌بینی شده؛

– پیش‌بینی موعد کالای نرم‌افزاری بر اساس نتایج آزمون، بهبود کیفیت و افزایش قابلیت اعتماد، و تعیین اهداف انتشار نرم‌افزار سازگار با نیاز بازار؛

- تعیین مشخصه‌های اصلی فرسودگی کالا برای کمک به بهبود طراحی کالا یا طرح‌ریزی برنامه نگهداری خدمات مناسب و تلاش مورد نیاز؛

- تحلیل یا تأیید ماندگاری کالاهای مواد غذایی در فروشگاه‌ها؛

- تعیین و بهینه‌سازی نگهداری و جایگزینی راهبردها و منابع برای ابزارها، تعمیرات، پشتیبانی مشتری، خدمات و غیره؛

- پیگیری زمان پاسخگویی به مسائل مربوط به خدمات، یا زمان برای حل مسائل، به منظور تخصیص منابع برای پیامدهای بهینه.

۷-۸ نمونه‌گیری

۷-۸-۱ شرح کلی

نمونه‌گیری یک روش آماری برای برآورد اطلاعات در مورد برخی مشخصه‌های یک جامعه با مطالعه یک کسر نماینده‌ای که معرف جامعه (یعنی نمونه) است. فنون مختلف نمونه‌گیری وجود دارد که می‌توانند به کار روند، از جمله نمونه‌گیری تصادفی ساده، نمونه‌گیری طبقه‌بندی‌شده، نمونه‌گیری نظام‌مند، نمونه‌گیری دنباله‌ای و نمونه‌گیری توده کالا با ندیده‌گیری. انتخاب فن با توجه به هدف نمونه‌گیری و شرایطی که بهتر است تحت آن انجام شود، تعیین می‌شود.

نمونه‌گیری را می‌توان به دو بخش وسیع و غیراختصاصی تقسیم کرد: «نمونه‌گیری پذیرشی» و «نمونه‌گیری پیمایشی».

نمونه‌گیری پذیرشی مربوط به تصمیم‌گیری در مورد پذیرش یا عدم پذیرش «محموله» (یعنی گروهی از اقلام) بر اساس نتیجه نمونه(های) انتخاب شده از آن محموله است. طیف گسترده‌ای از طرح‌های نمونه‌گیری پذیرشی برای برآوردن الزامات و برنامه‌های کاربردی در دسترس است.

نمونه‌گیری پیمایشی در مطالعات شمارشی یا تحلیلی برای برآورد مقادیر یک یا چند مشخصه در یک جامعه یا برای برآورد چگونگی توزیع این مشخصه‌ها در جامعه استفاده می‌شود. نمونه‌گیری پیمایشی اغلب با

نظرسنجی‌هایی همراه است که اطلاعات نظرات مردم در مورد یک موضوع جمع‌آوری می‌شود، مانند نظرسنجی از مشتریان. هم‌چنین می‌تواند برای جمع‌آوری داده‌ها برای اهداف دیگر مانند ممیزی استفاده شود.

کاربردهای تخصصی نمونه‌گیری پیمایشی برای مثال شامل موارد زیر است:

الف- نمونه‌گیری کاوش‌گرانه، برای به دست آوردن اطلاعات در مورد یک یا چند مشخصه یک جامعه یا زیرمجموعه‌ای از جامعه انجام شود؛

ب- نمونه‌گیری از تولید، که می‌تواند برای ارزیابی قابلیت فرایند انجام شود؛

پ- نمونه‌گیری فلّه‌ای از مواد (به عنوان مثال مواد معدنی، مایعات، گازها) برای ارزیابی ویژگی‌های یک دسته ارسال شده، انجام گیرد.

۷-۸-۲ مزایا

یک طرح نمونه‌گیری مناسب در مقایسه با مثلاً سرشماری از کل جامعه یا بازرسی ٪۱۰۰ از محموله، باعث صرفه‌جویی در زمان، هزینه و نیروی کار می‌شود. در مواردی که بازرسی کالا شامل آزمون‌های مخرب است، نمونه‌گیری تنها راه عملی برای به دست آوردن اطلاعات مربوطه است.

نمونه‌گیری روشی مقرون‌به‌صرفه و به موقع برای به دست آوردن اطلاعات در مورد مقدار یا توزیع مشخصه‌های مورد نظر در جامعه ارائه می‌دهد.

۷-۸-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها

هنگام تهیه یک طرح نمونه‌گیری، توصیه می‌شود در تصمیمات مربوط به اندازه نمونه، فراوانی نمونه‌گیری، انتخاب نمونه، اساس زیر گروه‌بندی و سایر جنبه‌های روش نمونه‌گیری مورد توجه ویژه قرارگیرد.

نمونه‌گیری مستلزم این است که نمونه به شیوه‌ای بی‌طرفانه انتخاب شود، یعنی نمونه نماینده جامعه‌ای است که از آن گرفته شده است. اگر این کار انجام نشود، نتیجه آن برآورد ضعیفی از مشخصه‌های جامعه خواهدبود. در مورد نمونه‌گیری پذیرشی، نمونه‌های غیرنماینده می‌توانند منجر به رد غیرضروری محموله‌های با کیفیت قابل قبول یا پذیرش ناخواسته محموله‌های با کیفیت غیرقابل قبول شوند.

حتی در مورد نمونه‌های بی‌طرفانه، اطلاعات به دست آمده از نمونه‌ها تابعی از یک درجه خطا است. میزان این خطا را می‌توان با نمونه‌گیری در اندازه بزرگتر کاهش داد، اما نمی‌توان آن را حذف کرد. بسته به سوال و بافتار خاص نمونه‌گیری، اندازه نمونه مورد نیاز برای دستیابی به سطح اطمینان و دقت مطلوب، گاهی اوقات بسیار بزرگ‌تر از مقدار عملی است.

۷-۸-۴ نمونه‌هایی از کاربردها

نمونه‌هایی از کاربردهای نمونه‌گیری شامل موارد زیر است.

الف- استفاده مکرر از نمونه‌گیری پیمایشی در تحقیقات بازار، به عنوان مثال، برای برآورد نسبت یک جامعه آماری که ممکن است کالا/ خدمت خاصی را خریداری کنند.

ب- یکی دیگر از کاربردهای نمونه‌گیری پیمایشی، در ممیزی کالاهای موجود برای برآورد درصد اقلامی است که معیارهای تعیین شده را برآورده می‌کنند.

پ- نمونه‌گیری برای بررسی فرایند ماشین‌آلات، کالا یا خدمات به منظور پایش تغییرپذیری و تعریف اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه استفاده می‌شود.

ت- نمونه‌گیری پذیرشی به طور گسترده‌ای در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد تا اطمینان حاصل شود که مواد اولیه الزامات از پیش تعیین شده را برآورده می‌کند.

ث- با استفاده از نمونه‌گیری فلّه‌ای، می‌توان مقدار یا ویژگی‌های اجزاء موجود در مواد فلّه (مانند مواد معدنی، مایعات، گازها) را برآورد کرد.

ج- نمونه‌گیری می‌تواند جایگزین مقرون‌به‌صرفه‌ای برای آمارگیری‌های انبوه باشد و تقریباً در هر بخش برای برآورد مشخصه‌های مورد نظر، مانند مزیت کالا، رضایت مشتری، رضایت کارکنان و غیره کاربرد گسترده‌ای دارد.

۷-۹ شبیه‌سازی

۷-۹-۱ شرح کلی

شبیه‌سازی یک اصطلاح جمعی برای رویه‌هایی است که با آن یک سیستم (نظری یا تجربی) توسط یک برنامه کامپیوتری برای تعریف (حل متعاقب) یک مشکل به صورت ریاضی‌وار نشان داده می‌شود. اگر نمایش شامل مفاهیم نظریه احتمال، به ویژه متغیرهای تصادفی باشد، شبیه‌سازی را می‌توان «روش مونت کارلو[1]» نامید.

در بافتار علم نظری، اگر نظریه جامعی برای حل مسئله معلوم نباشد (یا اگر معلوم باشد حل آن غیرممکن یا دشوار است) و در جایی که راه‌حل را می‌توان از طریق رایانه به‌دست آورد، از شبیه‌سازی استفاده می‌شود. در بافتار تجربی، اگر سیستم بتواند به حد کافی توسط یک برنامه رایانه‌ای توصیف شود، از شبیه‌سازی استفاده می‌شود. شبیه‌سازی هم‌چنین یک ابزار مفید در تدریس آمار است.

تکامل قابلیت محاسبات نسبتاً ارزان، منجر به افزایش کاربرد شبیه‌سازی در مسائلی می‌شود که تا کنون به آن‌ها پرداخته نشده است.

1- Monte Carlo Method

۷-۹-۲ مزایا

در علوم نظری، از شبیه‌سازی (به ویژه روش مونت کارلو) در صورتی استفاده می‌شود که محاسبات صریح راه‌حل‌های مشکلات غیرممکن باشد یا انجام مستقیم آن بسیار دشوار باشد. همین‌طور، در بافتار تجربی، شبیه‌سازی زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که تحقیقات تجربی بسیار پرهزینه یا غیرممکن است. منفعت شبیه‌سازی این است که راه‌حلی را با صرفه‌جویی در زمان و پول امکان‌پذیر می‌کند، یا این که به طور کلی راه‌حلی را امکان‌پذیر می‌سازد.

۷-۹-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها

در علم نظری، توصیه می‌شود برهان‌های مبتنی بر استدلال مفهومی بر شبیه‌سازی ترجیح داده شوند، چرا که شبیه‌سازی اغلب درکی از دلایل برای نتیجه ارائه نمی‌دهد.

شبیه‌سازی رایانه‌ای مدل‌های تجربی، تابع این محدودیت است که مدل الزاماً کافی نیست (یعنی ممکن است مشکل را به اندازه کافی نشان ندهد). بنابراین، نمی‌توان آن را جایگزین تحقیقات و آزمایش‌های تجربی واقعی دانست.

۷-۹-۴ نمونه‌هایی از کاربردها

پروژه‌های با مقیاس بزرگ (مانند برنامه فضایی) به طور معمول از روش مونت کارلو استفاده می‌کنند. کاربردها محدود به نوع خاصی از صنعت نیستند. زمینه‌های معمول کاربردها شامل تحمل آماری، ارزشیابی فرایند، بهینه‌سازی سیستم، نظریه قابلیت اعتماد و پیش‌بینی است. نمونه‌هایی از کاربردها عبارتند از:

- مدل‌بندی تغییرپذیری در زیرمجموعه‌های مکانیکی؛
- مدل‌بندی ویژگی‌های ارتعاش در مجموعه‌های پیچیده؛
- تعیین برنامه زمان‌بندی نگهداری و تعمیرات بهینه پیش‌گیرانه؛
- تحلیل هزینه اجرا و سایر تحلیل‌ها در طراحی و تولید فرایندها برای بهینه‌سازی تخصیص منابع؛
- مطالعه یک فرایند تحویل پیچیده به عنوان جایگزین مقرون‌به‌صرفه برای آزمایش‌های میدانی.

۷-۱۰ کنترل فرایند آماری

۷-۱۰-۱ شرح کلی

کنترل فرایند آماری (SPC) به استفاده از داده‌های فرایند برای پایش، کنترل، ارزشیابی و بهبود فرایند و کالا/ خدمت حاصله اشاره دارد.

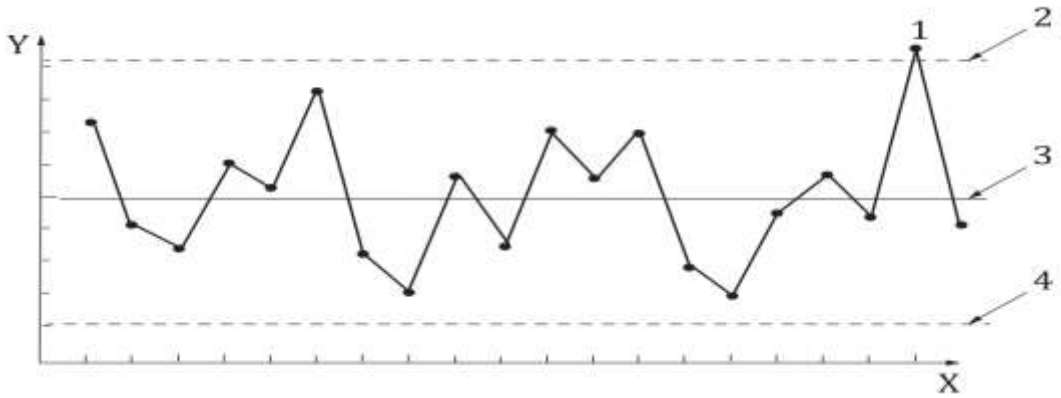
نمودار کنترل فرایند آماری (گاهی اوقات به اختصار «نمودار کنترل» گفته می‌شود) نقشه داده‌های به دست آمده از نمونه‌هایی است که به صورت دوره‌ای از یک فرایند گرفته شده و به ترتیب زمانی ترسیم شده است

(به شکل ۶ مراجعه شود). هم‌چنین خطوطی که به عنوان «محدودیت‌های کنترل» توصیف شده‌اند، در نمودار SPC ترسیم شده‌اند و تغییرپذیری ذاتی فرایند را در شرایط پایدار توصیف می‌کنند. کارکرد نمودار کنترل کمک به ارزیابی ثبات فرایند بوده و این امر با بررسی داده‌های ترسیم شده در رابطه با محدودیت‌های کنترل انجام می‌شود.

در ساده‌ترین سطح، یک نقطه ترسیم شده که احتمالاً به دلیل «علت اِسنادپذیر» خارج از محدوده کنترل قرار می‌گیرد، نشان‌دهنده تغییر احتمالی در فرایند است که به ضرورت بررسی دلیل نقطه «خارج از کنترل» و انجام اصلاحات فرایند در صورت لزوم اشاره می‌کند. این به حفظ ثبات فرایند و بهبود فرایندها در درازمدت کمک می‌کند.

هر متغیری (داده‌های اندازه‌گیری) که نشان‌دهنده یک مشخصه مورد نظر یک کالا، خدمت یا فرایند است، می‌تواند ترسیم شود.

در مورد داده‌های صفت، نمودارهای کنترل معمولاً از تعداد یا نسبت واحدهای نامنطبق یا تعداد یا نسبت عدم‌انطباق‌هایی که در نمونه‌های گرفته شده از فرایند یافت می‌شود، حفظ می‌گردد.



راهنما

X زمان

Y داده

1 زمان

2 حد بالای کنترل

3 میانگین

4 حد پایین کنترل

شکل۶- نمودار کنترل فرایند آماری

شکل متداول یک نمودار کنترل برای داده‌های متغیر، نمودار «شوهارت[1]» نامیده می‌شود. استفاده از چنین نمودارهای کنترلی را می‌توان با استفاده از ضوابط تکمیلی در تفسیر روندها و الگوهای داده‌های ترسیم شده، به منظور نشان دادن سریع‌تر تغییرات فرایند یا افزایش حساسیت نسبت به تغییرات کوچک بهبود بخشید.

اشکال دیگری از نمودارهای کنترل وجود دارد که هریک دارای ویژگی‌هایی می‌باشند که برای کاربردهایی در شرایط خاص مناسب هستند. نمونه‌هایی از این موارد عبارتند از «نمودارهای کنترل جمع تجمعی» که باعث افزایش حساسیت نسبت به انتقال‌های کوچک در این فرایند می‌شود و «نمودارهای میانگین متحرک» (یکنواخت یا موزون) که برای هموارسازی تغییرات کوتاه مدت برای آشکارسازی روندهای مداوم استفاده می‌شود.

۷-۱۰-۲ مزایا

نمودارهای کنترل علاوه بر ارائه داده‌ها به شکل قابل مشاهده برای کاربر، پاسخ مناسب به تغییرات فرایند را تسهیل می‌کنند. آن‌ها به کاربر کمک می‌کنند تا تغییرات تصادفی که ذاتی یک فرایند پایدار است را از تغییراتی که می‌تواند ناشی از «علل قابل تعیین» باشد (یعنی تغییری که علت خاصی می‌تواند به آن نسبت داده شود) تمییز دهند و تشخیص و تصحیح به موقع آن‌ها می‌تواند به بهبود فرایند کمک کند.

ارزش نمودارهای کنترل در بافتارهای مختلف در مثال‌های زیر نشان داده شده است:

- کنترل فرایند: نمودارهای کنترل متغیر می‌توانند برای تشخیص تغییرات در مرکز فرایند یا تغییرپذیری فرایند و شروع اقدامات اصلاحی، در نتیجه حفظ یا بازگرداندن ثبات فرایند استفاده شوند. نمودارهای کنترل هم‌چنین با قادر ساختن کاربر به توانایی تمییز بین تغییراتی که ذاتی فرایند است و تغییراتی که می‌توان آن را به «علل اِسنادپذیر» نسبت داد، به اجتناب در دخالت فرایند تک‌کاره یا غیرضروری کمک می‌کنند.

- تحلیل قابلیت فرایند: اگر فرایند در حالت پایدار باشد، داده‌های نمودار کنترل می‌توانند به‌طوردنباله‌دار برای برآورد قابلیت فرایند مورد استفاده قرار گیرد (به زیربند ۷-۵ مراجعه شود).

- تحلیل علت و معلول: همبستگی بین پیشامدهای فرایند و الگوهای نمودار کنترل می‌تواند به استنباط دلایل قابل تعیین و طرح‌ریزی اقدام اصلاحی موثر کمک کند.

- بهبود مستمر: نمودارهای کنترل برای پایش تغییر فرایند استفاده می‌شوند و می‌توانند به شناسایی و رفع علل تغییر کمک کنند. وقتی آن‌ها به عنوان بخشی از برنامه بهبود مستمر در یک سازمان مورد استفاده قرار گیرند، موثر واقع می‌شوند.

1- Shewhart

۷-۱۰-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها

مهم است که نمونه‌های فرایند را به گونه‌ای ترسیم کنیم که تغییرات مورد نظر به بهترین نحو آشکار شوند، و به چنین نمونه‌ای «زیرگروه گویا» می‌گویند. این امر برای استفاده و تفسیر موثر نمودارهای SPC و درک منابع تغییرات فرایند مهم است.

فرایندهای کوتاه‌مدت مشکلات خاصی را به همراه دارند زیرا گاهی داده‌های کافی برای تعیین محدودیت‌های کنترل مناسب وجود ندارد. در چنین مواردی، رویکردهای عملی مختلفی برای رفع این محدودیت وجود دارد.

هنگام تفسیر نمودارهای کنترل ریسک «هشدارهای کاذب» وجود دارد (به عنوان مثال ریسک نتیجه‌گیری مبنی بر این‌که تغییر اتفاق افتاده در حالی‌که چنین نیست). هم‌چنین ریسک عدم شناسایی تغییر رخ داده وجود دارد. این ریسک‌ها را می‌توان کاهش داد اما هرگز حذف نخواهند شد.

۷-۱۰-۴ نمونه‌هایی از کاربردها

در زیر نمونه‌هایی از کاربردهای SPC ذکر شده است.

الف- شرکت‌های حوزه خودروسازی، الکترونیک، دفاعی و دیگر بخش‌ها اغلب از نمودارهای کنترل (برای مشخصه‌های مهم) برای دستیابی و نشان دادن ثبات و قابلیت فرایند مداوم استفاده می‌کنند. در صورت دریافت کالا/ خدمات نامنطبق، نمودارها برای اثبات ریسک و تعیین دامنه اقدام اصلاحی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ب- نمودارهای کنترل در حل مشکلات در محل کار استفاده می‌شوند. آن‌ها در همه سطوح سازمان‌ها برای پشتیبانی از تشخیص مشکلات و تحلیل ریشه‌ای علت استفاده می‌شوند.

پ- نمودارهای کنترل مشخصه‌های نمونه، مانند میانگین زمان پاسخگویی، نرخ خطا و فراوانی شکایت، برای اندازه‌گیری، تشخیص و بهبود عملکرد در صنایع خدمات (به عنوان مثال، زمان پاسخ آمبولانس، زمان تحویل کالای مبادله شده، خطاهای حمل و نقل) استفاده می‌شوند.

ت- نمودارهای کنترل در تحلیل سیستم اندازه‌گیری استفاده می‌شوند تا مشخص شود آیا سیستم اندازه‌گیری به اندازه کافی قادر به تشخیص تغییرپذیری فرایند یا کالا/خدمات مورد نظر است. نمودارهای کنترل هم‌چنین برای پایش خود فرایند اندازه‌گیری نیز استفاده می‌شوند (به زیربند ۷-۴ مراجعه شود).

۷-۱۱ تحمل آماری

۷-۱۱-۱ شرح کلی

تحمل آماری به رویه‌ای مبتنی بر اصول آماری اشاره دارد که برای برقراری تحمل استفاده می‌شود. تحمل آماری از توزیع‌های آماری، ابعاد مرتبط مولفه‌های تکی برای تعیین تحمل کلی در واحد مونتاژ شده استفاده می‌کند.

هنگام مونتاژ چندین مولفه جداگانه در یک ماژول، عامل یا نیاز بحرانی (از نظر مونتاژ و تعویض‌پذیری) چنین ماژول‌هایی اغلب ابعاد مولفه‌های تکی نبوده بلکه بُعد کل حاصل به‌عنوان نتیجه‌ای از مونتاژ است.

برای تعیین آماری تحمل‌های کل، در مونتاژهایی که شامل تعداد زیادی از مولفه‌های تکی هستند، فرض بر این است که ابعاد یک انتهای دامنه تحمل‌های تکی توسط ابعاد انتهای دیگر دامنه‌های تحمل متعادل خواهد شد. به عنوان مثال، یک بُعد تکی که در انتهای پایینی دامنه تحمل قرار دارد می‌تواند با یک بُعد دیگر (یا ترکیبی از ابعاد) در انتهای بالایی دامنه تحمل مطابقت داشته باشد.

از نظر آماری، تحت شرایط خاص بُعد کل دارای یک توزیع تقریباً نرمال خواهد بود. این واقعیت مستقل از توزیع ابعاد تکی بوده و بنابراین می‌تواند برای برآورد دامنه تحمل بُعد کل ماژول مونتاژشده استفاده شود.

به همین ترتیب، وقتی تحمل بُعد کل در دست باشد، می‌توان از آن برای تعیین دامنه تحمل مولفه‌های تکی استفاده کرد.

۷-۱۱-۲ مزایا

با معلوم بودن مجموعه‌ای از تحمل‌ها برای مولفه‌های تکی (که لازم نیست یکسان باشند)، محاسبه تحمل آماری کل، تحمل ابعادی کل را ایجاد خواهد کرد که معمولاً به طور معنی‌داری کوچکتر از تحمل ابعادی کل است که به طور حسابی محاسبه شده است.

این بدان معناست که با معلوم بودن تحمل ابعادی کل، تحمل آماری اجازه استفاده از مولفه‌های تکی با تحمل وسیع‌تر نسبت به مواردی که با روش حسابی تعیین می‌شود، خواهد داد. از نظر عملی، این می‌تواند یک مزیت قابل توجه باشد زیرا تحمل‌های گسترده‌تر با روش‌های تولید کم هزینه‌تر مرتبط هستند.

۷-۱۱-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها

اولین گام در تحمل‌گیری آماری، تعیین نسبت ماژول‌های مونتاژ شده است که می‌توانند به طور قابل قبولی خارج از دامنه تحمل بُعد کل قرار گیرند. تحمل‌گیری آماری، برای عملی شدن بدون نیاز به روش‌های پیشرفته، منوط به شرایط ذیل است:

- ابعاد واقعی تکی بتوانند به عنوان متغیرهای تصادفی ناهمبسته در نظر گرفته شوند؛

- زنجیره بُعد، خطی باشد؛

- زنجیره بُعد حداقل دارای چهار واحد باشد؛

- تحمل‌های تکی از نظر بزرگی یکسان باشند؛

- توزیع‌های ابعاد تکی، زنجیر بُعد معلوم باشند.

بدیهی است که برخی از این الزامات تنها در صورتی برقرار هستند که بتوان تولید مولفه‌های تکی مورد نظر را کنترل و به طور مستمر تحت پایش قرار داد. در مورد کالایی که هنوز در دست تکوین است، بهتر است تجربه و دانش مهندسی کاربرد تحمل آماری را هدایت کند.

۷-۱۱-۴ نمونه‌هایی از کاربردها

نظریه تحمل آماری به طور معمول در مونتاژ بخش‌هایی که شامل روابط افزودنی یا موارد مربوط با کاهش ساده است (به عنوان مثال میله و حفره)، استفاده می‌شود. بخش‌های صنعتی که از تحمل آماری استفاده می‌کنند شامل صنایع مکانیک، الکترونیک و شیمیایی هستند. این نظریه هم‌چنین در شبیه‌سازی رایانه‌ای برای تعیین تحمل بهینه استفاده می‌شود.

۷-۱۲ تحلیل سری‌های زمانی

۷-۱۲-۱ شرح کلی

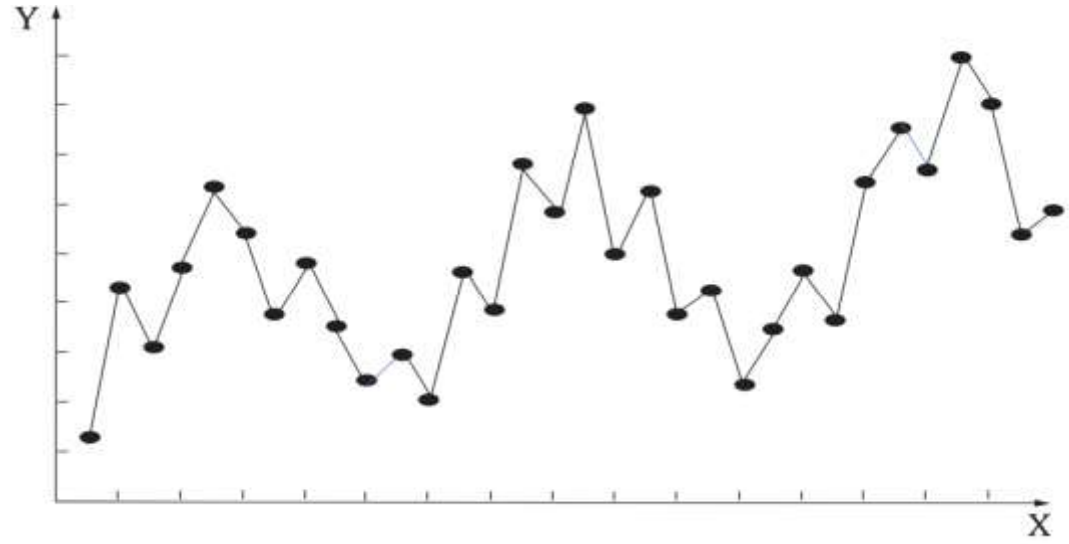
سری‌های زمانی دنباله‌ای از مشاهده‌های مرتب شده در زمان هستند و تحلیل چنین داده‌هایی «تحلیل سری‌های زمانی» نامیده می‌شود. از این روش برای توصیف الگوها در داده‌های سری زمانی، برای شناسایی «نقاط دورافتاده» (یعنی مقادیر کرانگین که اعتبار آن‌ها بهتر است مورد بررسی قرار گیرد) به منظور کمک به درک الگوها یا ایجاد تنظیمات فرایند، و برای کشف نقاط عطف در یک روند استفاده می‌شود. کاربرد دیگر برای بیان الگوهای یک سری زمانی با الگوهای سری زمانی دیگر، با استفاده از همه حالت‌های ذاتی موجود در تحلیل رگرسیون است (به زیربند ۷-۶ مراجعه شود).

تحلیل سری‌های زمانی (به شکل ۷ مراجعه شود) در کاربردهای مانند موارد ذیل به فنون تحلیلی اشاره دارد:

- یافتن الگوهای «تاخیر» با نگاه آماری به نحوه ارتباط هر مشاهده با مشاهده بلافاصله پیش از آن، و تکرار آن برای هر دوره تاخیردار بعدی؛

- یافتن الگوهای چرخه‌ای یا فصلی (به عنوان مثال، فروش)، برای درک این‌که چگونه عوامل علّی گذشته می‌توانند تأثیرات مکرر در آینده داشته باشند؛

- استفاده از ابزارهای آماری برای پیش‌بینی مشاهده‌های آینده یا درک این‌که کدام عوامل علّی، در تغییرات سری زمانی بیشتر نقش داشته‌اند.



راهنما

X زمان

Y مشخصه

شکل۷- نمودار سری‌های زمانی

اگرچه فنون به‌کاررفته درتحلیل سری‌های زمانی می‌توانند«نمودارهای روند»ساده را دربرگیرند، اما نمودارهای ابتدایی این‌چنینی در بین روش‌های ساده گرافیکی ذکر شده در زیربند ۷-۱ فهرست شده‌اند.

تحلیل سری‌های زمانی می‌تواند برای پیش‌بینی مقادیر آینده مورد استفاده قرار گیرد، که معمولاً به مقادیر حد بالا و حد پایین که به عنوان «بازه پیش‌بینی» شناخته می‌شوند، محدود هستند. تحلیل سری‌های زمانی کاربرد گسترده‌ای در زمینه کنترل دارد و اغلب یکی از ویژگی‌های فرایندهای خودکار است. در این موارد، برای پیش‌بینی مقادیر آینده، یک مدل احتمال برای سری‌های زمانی تاریخی در نظر گرفته می‌شود. سپس پارامترهای فرایند خاص تعدیل می‌شوند تا فرایندرا تا آنجا که ممکن است با تغییرات کم، روی هدف-نگهدارند.

۷-۱۲-۲ مزایا

روش‌های تحلیل سری‌های زمانی در طرح‌ریزی، مهندسی کنترل، شناسایی تغییر در یک فرایند، ایجاد پیش‌بینی و اندازه‌گیری تاثیر برخی مداخلات یا اقدامات خارجی مفید هستند.

تحلیل سری‌های زمانی هم‌چنین در صورت ایجاد تغییر خاص، برای مقایسه عملکرد پیش‌بینی‌شده یک فرایند با مقادیر پیش‌بینی‌شده در سری‌های زمانی مفید است.

روش‌های سری زمانی می‌توانند بینشی در مورد الگوهای علت و معلولی احتمالی ارائه دهند. روش‌هایی برای تفکیک علل نظام‌مند (یا تخصیص‌پذیر) از علل تصادفی و تجزیه الگوها در یک سری زمانی به مولفه‌های چرخه‌ای، فصلی، روند و سطحی وجود دارد.

تحلیل سری‌های زمانی می‌تواند برای تعیین چگونگی رفتار یک فرایند تحت شرایط مشخص و این‌که چه تعدیل‌هایی (در صورت وجود) نسبت به مقدار هدف می‌تواند بر فرایند تأثیر بگذارد یا این‌که چه تعدیل‌هایی می‌تواند تغییرپذیری فرایند را کاهش دهند، استفاده شود.

۷-۱۲-۳ محدودیت‌ها و احتیاط‌ها

محدودیت‌ها و احتیاط‌های ذکر شده برای تحلیل رگرسیون در مورد تحلیل سری‌های زمانی نیز صدق می‌کند. هنگام مدل‌بندی یک فرایند به منظور درک علت‌ها و معلول‌ها، برای انتخاب مناسب‌ترین مدل و استفاده از ابزارهای تشخیصی برای بهبود مدل، سطح قابل توجهی از مهارت مورد نیاز است.

یک مشاهده واحد یا مجموعه‌ای کوچک از مشاهده‌ها، صرف‌نظر از این‌که شامل تحلیل یا حذف شده باشد، می‌تواند تاثیر معنی‌داری بر مدل داشته باشد. بنابراین، توصیه می‌شود مشاهده‌های تأثیرگذار درک شوند و از «نقاط دورافتاده» در داده‌ها متمایز شوند.

بسته به الگوهای سری زمانی و تعداد دوره‌هایی که برای پیش‌بینی‌های موردنظر، نسبت به تعداد دوره‌هایی که برای آن‌ها داده‌های سری زمانی در دسترس است، فنون مختلف برآورد سری زمانی، می‌توانند درجه‌های متفاوتی از موفقیت را داشته باشند. توصیه می‌شود در انتخاب یک مدل، هدف تحلیل، ماهیت داده‌ها، هزینه نسبی و ویژگی‌های تحلیلی و پیش‌بینی مدل‌های مختلف در نظر گرفته شود

۷-۱۲-۴ نمونه‌هایی از کاربردها

در زیر نمونه‌هایی از کاربردهای تحلیل سری‌های زمانی ذکر شده است.

الف- تحلیل سری‌های زمانی برای مطالعه الگوهای عملکرد در طول زمان به کار می‌رود. به عنوان مثال، اندازه‌گیری‌های فرایند، شکایت‌های مشتریان، عدم انطباق، بهره‌وری و نتایج آزمون.

ب- کاربردهای پیش‌بینی شامل پیش‌بینی قطعات یدکی، تمایل به غیبت، سفارش‌های مشتری، نیازهای مادی و مصرف نیروی برق.

پ- از تحلیل سری‌های زمانی علّی برای توسعه مدل‌های پیش‌بینی‌کننده تقاضا استفاده می‌شود. به عنوان مثال، در زمینه قابلیت اعتماد، از آن برای پیش‌بینی تعداد پیشامدها در یک دوره زمانی معین و توزیع بازه‌های زمانی بین پیشامدها استفاده می‌شود، به عنوان مثال، خاموشی تجهیزات.

ت- استفاده از تحلیل سری‌های زمانی برای متمایز کردن تغییرات ناشی از علت‌های تخصیص‌پذیر از تغییرات ناشی از وقایع تصادفی.

ث- استفاده از تحلیل سری‌های زمانی برای پایش تغییرات فصلی در فرایندهای فروش با ردیابی تاریخ سفارش‌های از دست رفته و منتقل شده.

کتاب‌نامه

[۱] استاندارد ملی ایران – ایزو ۹۰۰۱: سال ۱۳۹۶، سیستم‌های مدیریت کیفیت- الزامات، با استفاده از استاندارد ISO9001: 2015 تدوین شده است.

[2] ISO 2602, Statistical interpretation of test results — Estimation of the mean — Confidence interval

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۴۰، کنترل کیفیت آماری - تعبیر آماری نتیجه های آزمون برآورد میانگین - بازده فاصله ی اطمینان، با استفاده از استاندارد ISO 2602: 1973 تدوین شده است.

[3] ISO 2854, Statistical interpretation of data — Techniques of estimation and tests relating to means and variances

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۴۰، کنترل کیفیت آماری - تعبیر آماری نتیجه های آزمون برآورد میانگین - بازده فاصله ی اطمینان، با استفاده از استاندارد ISO 2602: 1973 تدوین شده است.

[4] ISO 2859 (all parts), Sampling procedures for inspection by attributes

یادآوری- مجموعهٔ استانداردهای ملی ایران شماره ۶۶۶۵، رویه‌های نمونه‌گیری برای بازرسی بر اساس ویژگی‌های منسوب، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد ISO 2859 تدوین شده است.

[5] ISO 3301, Statistical interpretation of data — Comparison of two means in the case of paired observations

[6] ISO 3494, Statistical interpretation of data — Power of tests relating to means and variances

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۶۱۱۵، کنترل کیفیت آماری - تعبیر آماری داده‌ها – توان آزمون‌های مربوط به میانگین و واریانس‌ها، با استفاده از استاندارد ISO 3494: 1976 تدوین شده است.

[7] ISO 3951 (all parts), Sampling procedures for inspection by variables

یادآوری- مجموعهٔ استانداردهای ملی ایران شماره ۱۱۴۹۶، رویه‌های نمونه‌گیری برای بازرسی از طریق متغیرها، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد ISO 3494 تدوین شده است.

[8] ISO 5479, Statistical interpretation of data — Tests for departure from the normal distribution

[9] ISO 5725 (all parts), Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results

یادآوری- مجموعهٔ استانداردهای ملی ایران شماره ۷۴۴۲، درستی(صحت و دقت) روش‌ها و نتایج اندازه‌گیری، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد ISO 5725 تدوین شده است.

[10] ISO 7870 (all parts), Control charts

یادآوری- مجموعهٔ استانداردهای ملی ایران شماره ۷۵۳۲، نمودارهای کنترل، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد ISO 7870 تدوین شده است.

[11] ISO 10012, Measurement management systems — Requirements for measurement processes and measuring equipment

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۰۱۲، سیستم‌های مدیریت اندازه‌گیری – الزامات فرایندهای اندازه‌گیری و تجهیزات اندازه‌گیری، با استفاده از استاندارد ISO 10012: 2003 تدوین شده است.

[12] ISO 10725, Acceptance sampling plans and procedures for the inspection of bulk materials

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۲۸۷: سال ۱۳۸۹، طرح‌های نمونه‌برداری پذیرشی و رویه‌های بازرسی مواد فله‌ای، با استفاده از استاندارد ISO 10725: 2000 تدوین شده است.

[13] ISO 11095, Linear calibration using reference materials

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۵۴۲، کالیبراسیون خطی با استفاده از مواد مرجع، با استفاده از استاندارد ISO 11095: 1995 تدوین شده است.

[14] ISO 11453, Statistical interpretation of data — Tests and confidence intervals relating to proportions

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۶۶۳۶: سال ۱۳۸۱، تعبیر آماری داده‌ها - آزمون‌ها و بازه‌های اطمینان مربوط به نسبت-ها، با استفاده از استاندارد ISO 11456: 1996 تدوین شده است.

[15] ISO 11462 (all parts), Guidelines for implementation of statistical process control (SPC)

یادآوری- مجموعهٔ استانداردهای ملی ایران شماره ۱۷۴۶۲، استقرار کنترل فرایند آماری (SPC)، با استفاده از برخی قسمت-های مجموعه استاندارد ISO 11462 تدوین شده است.

[16] ISO 11648-2, Statistical aspects of sampling from bulk materials — Part 2: Sampling of particulate materials

[17] ISO 11843 (all parts), Capability of detection

یادآوری- مجموعهٔ استانداردهای ملی ایران شماره ۹۲۹۹، قابلیت تشخیص، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد ISO 11843 تدوین شده است.

[18] ISO/TR 12845, Selected illustrations of fractional factorial screening experiments

[19] ISO/TR 12888, Selected illustrations of gauge repeatability and reproducibility studies

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۱۵۵: سال ۱۳۹۶، تشریح مثال‌های منتخب مربوط به مطالعات شاخص تکرارپذیری و تجدیدپذیری، با استفاده از استاندارد ISO/TR 12888: 2011 تدوین شده است.

[20] ISO 13053 (all parts), Quantitative methods in process improvement — Six Sigma

یادآوری- مجموعهٔ استانداردهای ملی ایران شماره ۱۸۲۲۶، روش‌های کمّی در بهبود فرایند- شش‌سیگما، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد ISO 13053 تدوین شده است.

[21] ISO/TR 13195, Selected illustrations of response surface method — Central composite design

[22] ISO 16269 (all parts), Statistical interpretation of data

یادآوری- مجموعهٔ استانداردهای ملی ایران شماره ۷۰۷۱، تعبیر آماری داده‌ها، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد ISO 16269 تدوین شده است.

[23] ISO 16336, Applications of statistical and related methods to new technology and product development process — Robust parameter design (RPD)

[24] ISO 16355 (all parts), Applications of statistical and related methods to new technology and product development process

یادآوری- مجموعهٔ استانداردهای ملی ایران شماره ۲۲۲۴۶، کاربرد روش‌های آماری و مرتبط با فناوری و فرایند تکوین محصول جدید، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد ISO 16355 تدوین شده است.

[25] ISO 18404, Quantitative methods in process improvement — Six Sigma — Competencies for key personnel and their organizations in relation to Six Sigma and Lean implementation

[26] ISO/TS 21749, Measurement uncertainty for metrological applications — Repeated measurements and nested experiments © ISO 2021 – All rights reserved 29 ISO 10017:2021(E)

[27] ISO 22514 (all parts), Statistical methods in process management — Capability and performance

یادآوری- مجموعهٔ استانداردهای ملی ایران شماره ۱۱۵۰۲، روش‌های آماری در مدیریت فرایند- قابلیت و عملکرد، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد ISO 22514 تدوین شده است.

[28] ISO 28590, Sampling procedures for inspection by attributes — Introduction to the ISO 2859 series of standards for sampling for inspection by attributes

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۸۹۷: سال ۱۳۹۷، روش‌های نمونه‌گیری برای بازرسی به روش وصفی‌ها- مقدمه‌ای بر سری استانداردهای ISO 2859 برای نمونه‌گیری به منظور بازرسی به روش وصفی‌ها، با استفاده از استاندارد ISO 28590: 2017 تدوین شده است.

[29] ISO/TR 29901, Selected illustrations of full factorial experiments with four factors

[30] ISO/IEC Guide 98-1, Uncertainty of measurement — Part 1: Introduction to the expression of uncertainty in measurement

[31] IEC 31010, Risk management — Risk assessment techniques

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۵۶۰: سال ۱۳۹۱، مدیریت ریسک- تکنیک‌های ارزیابی ریسک، با استفاده از استاندارد ISO/IEC 31010: 2009 تدوین شده است.

[32] IEC 60050-192, International Electrotechnical Vocabulary — Part 192: Dependability

[33] IEC 61070, Compliance test procedures for steady-state availability

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۹۰۱: سال ۱۳۸۹، روش‌های اجرایی آزمون انطباق برای آمادگی حالت پایدار، با استفاده از استاندارد IEC 61070: 1991 تدوین شده است.

[34] IEC 61123, Reliability testing — Compliance test plans for success ratio

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۷۴۹: سال ۱۳۸۷، آزمون قابلیت اطمینان- طرح‌های آزمون انطباق در نسبت موفقیت، با استفاده از استاندارد IEC 61123: 1991 تدوین شده است.

[35] IEC 61649, Weibull analysis

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۷۴۶: سال ۱۳۸۷، تحلیل وایبول، با استفاده از استاندارد IEC 61649: 2008 تدوین شده است.