www.takbook.com

دانشگاه شمال

الفبای کیفیت

محمد خراسانی
(عضو هیأت علمی دانشگاه شمال)
فاطمه نوری
(کارشناسی ارشد مدیریت تکنولوژی)

www.takbook.com

A B C Quality

M.Khurasani
F.Noori

www.takbook.com

به نام خدا

الفـــبای کیفیت

مولفین:

محمدخراسانی(عضو هیأت علمی دانشگاه شمال)

فاطمه نوری(کارشناسی ارشد مدیریت تکنولوژی)

پاییز ۹۵

www.takbook.com

Quality.....

خراسانی ، محمد.
الفبای کیفیت/ مولفان و گرداورندگان محمد خراسانی و فاطمه نوری. _ تهران :آمل: ناشر مؤلف،۱۳۹۵.
۲۳۳ص.: مصور،جدول،نمودار.

ISBN: ۹۷۸-۶۰۰-۰۴-۷۹۴۴-۲

۱.کنترل کیفیت. الف. نوری ،فاطمه،نویسنده همکار.ب.عنوان
Ts.۱۷۸/۷الف۴خ

نام کتاب : الفبای کیفت
مولفین : محمد خراسانی، فاطمه نوری
ویراستار : فاطمه نوری
ناشر : ناشر مولف
نوبت چاپ : اول
تیراژ : ۱۰۰۰
چاپ : اول
طراح جلد : فاطمه نوری
قیمت : ۲۸۰۰۰ تومان
شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۰۴-۷۹۴۴-۲

کلیهٔ حقوق این اثر برای مؤلفین محفوظ است.

www.takbook.com

پیشگفتار:

امروزه در جهان صنعتی، مسأله رقابت جهت فروش محصولات تولیدی، امری مهم و تعیین کننده برای ادامه حیات صنایع آن کشور محسوب می شود و صنعتی قابل استمرار است و امکان رشد و گسترش دارد که بتواند با همتاهای داخلی و یا خارجی خود رقابت کند و این مهم میسر نیست؛ مگر با بالا بردن کیفیت محصولات تولیدی. زمانی که فرآیندها برای تولید محصول یا ارایه خدمت عمل می کنند، دوباره کاری، کارهای اضافی، کارهای موازی اتفاق افتاده و اتلاف منابع نیز وجود دارد. با انجام صحیح امور می توان دوباره کاری ها، موازی‌کاری ها و اتلاف منابع را به حداقل رساند. در نهایت این نگاه متضمن ارتقای مستمر نیز خواهد بود. زیرا کارهای درستی که بار اول صحیح انجام شده‌اند، در دفعات بعد بهتر از بارهای قبل صورت می گیرند و تلاش بر این است که دوباره کاری و کارهای اضافی و اتلاف منابع در دفعات بعد کمتر از دفعات قبل ارایه خدمت یا تولید محصول باشند و این مفهوم ارتقای مستمر را بیان می کند. سخن حضرت علی(ع) که می فرمایند: هر کسی دو روزش یکسان باشد، او زیان کار خواهد بود. تأییدی بر ارتقای مستمر و پیشگیری از زیان است.

توانایی فرایند از یکسو و نقطه نظرات مصرف کننده از سوی دیگر، موجب می شود که تولید کننده و مصرف کننده در تعریف کیفیت قابل قبول، علمی و اقتصادی همکاری نمایند. با توجه به به نقش تولید در توسعه و پیشرفت اقتصادی، بهره گیری بهینه از امکانات دارای اهمیت اساسی است. در این میان پرداختن به امر کیفیت نه تنها از آن جهت که مصرف کننده را راضی نموده ضروری به حساب می آید، بلکه رقابت سالم میان تولید کنندگان را بوجود آورده و محیطی باز را برای رشد افکار خلاق و سازنده ایجاد می کند.

امروزه در کشور مبلغی حدود ۲۰ درصد از تولید ناخالص ملی صرف ضایعات، دوباره کاری و عدم قبول کارهای ساخته شده می شود. برای رشد کیفیت محصولات تولیدی بایستی به عوامل موثر در کیفیت محصولات تولیدی به موازات کنترل کیفیت اهمیت داده شود و در جهت بهبود این عوامل اقدامات اساسی نمود. از جمله این عوامل می توان به کیفیت مواد اولیه، فرایند تولید، مهندسی صنایع و ... اشاره نمود. برای ارتقای کیفیت در کشور نیز باید به مصرف‌کننده اجازه داده شود تا کیفیت مورد انتظار را درخواست کند. اگر مشتری و مصرف‌کننده از حقوق خود بی‌اطلاع باشند طبیعی است که نمی‌توانند مطالبه‌ای از محصولات و خدمات کیفی داشته باشند. در مرحله بعدی باید این اعتقاد در تولیدکنندگان محصولات و ارائه‌دهندگان خدمات نیز پدیدار شود تا در مقابل آنچه که به‌عنوان کیفیت عرضه می‌کنند پاسخگوی واقعی باشند و این پاسخگویی را نیز به نحوی کیفی انجام دهند. باید گفت که کیفیت رابطه‌ای حق‌مدارانه است و قرار نیست یک طرف برنده و طرف دیگر بازنده باشد بلکه الگوی آن الگوی برد متقابل است و براساس این الگوی برد – برد باید بتوان از طرفی به نیازها و انتظارات منطقی مشتری‌ها پاسخ داد و مشتری را حفظ و مشتریان جدیدی جذب کرد و از طرف دیگر زمینه دوام و بقای کسب وکار را فراهم کرد.

در این راستا باید پذیرفت که کیفیت وظیفه فرد یا گروه خاصی نیست و همگان در هر سطح و حوزه کاری مسوول محقق‌سازی اهداف کیفی هستند لذا از این به بعد هم باید زمینه فرهنگ‌سازی برای توسعه مداوم کیفیت در همه ابعاد فردی و اجتماعی فراهم شود و هم عزم و اراده‌ای ملی برای انجام کیفی امور در همه بخش‌ها صورت گیرد.

www.takbook.com

ایجاد بستر قانونی و تجاری مناسب برای رقابت در عرصه صنعت یکی دیگر از تمهیداتی است که در کشورهای پیشرفته برای ارتقای کیفیت به‌کار گرفته می‌شود. در کشوری که رقابت سالم وجود نداشته باشد، نخستین قربانی، کیفیت خواهد بود زیرا سازمان‌ها در جهت افزایش فروش خود، به‌جای تلاش برای بهبود کیفیت به روش‌های دیگری دست خواهند زد که در رقابت برنده شوند و این امر موجب خواهد شد علاوه بر افت کیفیت در آن سازمان، انگیزه بهبود کیفیت از سایر سازمان‌ها نیز گرفته خواهد شد. دولت باید با تنظیم قواعد و مقررات حاکم بر تجارت، تولید و صادرات، زمینه بستری رقابتی مناسب در کشور را مهیا کند.

ایجاد بسترهای مناسب لجستیکی و تجاری نیز بر کیفیت محصولات سازمان‌ها اثر خواهد گذاشت. بسترهای یاد شده هم به طور مستقیم و هم غیرمستقیم سبب ارتقای کیفیت محصولات خواهد شد. بسیاری از محصولات به دلیل نبود زیرساخت‌های لجستیکی، بسته‌بندی و... دچار افت کیفیت خواهند شد و از طرف دیگر، در صورتی‌که زیرساخت‌های مناسب لجستیکی، بسته‌بندی و... وجود داشته باشد، منجر به این خواهد شد که محصولات صنعتی با ارزش افزوده بیشتر و مقبولیت بالاتر به بازار داخلی و خارجی عرضه شوند. تسهیل در ورود به بازارهای بین‌المللی و صادرات نیز نقش بسزایی در ارتقای کیفیت دارد. در صورتی که زمینه‌های ورود به بازارهای بین‌المللی برای بنگاه‌های صنعتی به‌وجود آید، آنها با استانداردها و فضای رقابتی سایر کشورها و همچنین بازار موجود در آنها نیز آشنا شده و ترغیب می‌شوند با بهبود کیفیت و ارتقای سطح استاندارد کالاهای خود، به بازارهای بین‌المللی دست پیدا کنند.

این کتاب به گونه ای طراحی شده که ابتداء با مباحث اولیه کیفیت و سپس با دوره های کیفیت شما را آشنا نموده و در نهایت به کمک ابزارهای قوی کیفیتی چون نمودارهای کیفیت به کنترل کیفیت می پردازد.

بر خود لازم می دانیم هیچ موقع زحمات اساتید برجسته این درس را که همیشه افتخار شاگردی آنها را داریم، فراموش نخواهیم نمود. دکتر محمد تقی فاطمی قمی، دکتر کاظم نقندریان، دکتر رسول نورالسناء، دکتر عبدالحمید صفایی قادیکلایی و دکتر حسنعلی آقاجانی که عمر خود را در جهت رشد و تعالی این علم و تعلیم دانشجویان صرف نموده اند. در خاتمه از اساتید و همکاران گرامی، دانشجویان عزیز و خوانندگان محترم این کتاب استدعا داریم با رهنمودها، انتقادات و پیشنهدهای خود موجبات بهبود کتاب در چاپ های بعدی را فراهم آورند. از ریاست محترم دانشگاه شمال، پروفسور عباسعلی رستمی و معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شمال، دکتر سعید امیر نژاد که مسیر چاپ و داوری کتاب حاضر و همچنین روحیه ی پژوهش محوری را مهیا نمودند و نیز از آقای محسن فلاح، مدیر مرکز نشر دانشگاه شمال بابت همدلی و همراهی ایشان در انجام امور اداری جهت چاپ کتاب حاضر، صمیمانه تشکر و قدردانی می نماییم.

محمد خراسانی- فاطمه نوری

پاییز ۱۳۹۵

www.takbook.com

فصل ۱ ۹

آشنایی با مفاهیم اولیه کیفیت ۹

۱-۱- مقدمه ۹

۱-۲- کیفیت، غذای سحرآمیز ۱۰

۱-۳- تعریف کیفیت ۱۰

۱-۳-۱- دو دیدگاه مفهومی متفاوت به کیفیت ۱۲

۱-۳-۲- طبقه بندی های تعریفی کیفیت ۱۲

۱-۴- دلایل اهمیت کیفیت ۱۳

۱-۵- عوامل اساسی و موثر در کیفیت ۱۳

۱-۵-۱- مدیریت ۱۳

۱-۵-۲- ایجاد انگیزه ۱۳

۱-۵-۳- کارکنان ۱۳

۱-۵-۴- بازار ۱۴

۱-۵-۵- مواد اولیه ۱۴

۱-۵-۶- ماشین آلات و مکانیزاسیون ۱۴

۱-۵-۷- پول ۱۴

۱-۵-۸- روش های اطلاعاتی مدرن ۱۴

۱-۵-۹- فاکتورهای محیطی ۱۵

۱-۶- پند مدیریتی ۱۵

۱-۷- پنج ویژگی در کیفیت ۱۵

۱-۸- ده مورد آمار حیاتی درباره کیفیت ضعیف ۱۷

۱-۹- تاریخچه رشد کنترل کیفیت ۱۸

۱-۹-۱- کنترل کیفیت توسط کارگر ۱۸

۱-۹-۲- کنترل کیفیت سرکارگری ۱۸

۱-۹-۳- کنترل کیفیت بازرسی ۱۸

۱-۹-۴- کنترل کیفیت آماری ۱۹

۱-۹-۵- کنترل کیفیت جامع ۱۹

۱-۱۰- اگر استانداردها وجود نداشتند چه اتفاقی می افتاد؟ ۲۰

۱-۱۱- استاندارد چیست؟ ۲۱

۱-۱۱-۱- مدیریت کیفیت ۲۱

۱-۱۱-۲- استاندارد سیستم کیفیت: ISO ۹۰۰۰ ۲۲

۱-۱۲- ایزو چیست؟ ۲۲

۱-۱۲-۱- استانداردهای ایزو چگونه به جامعه سود می رسانند؟ ۲۳

۱-۱۲-۲- مزایای استقرار استاندارد سیستم کیفیت ایزو: ۲۴

۱-۱۳- اصول مدیریت کیفیت ۲۴

فصل ۲ ۲۷

سیستم های کیفیت ۲۷

۲-۱- مقدمه ۲۷

۲-۲- انواع سیستم های کیفیت ۲۸

۲-۲-۱- نظام پیشنهادات (S.S) ۲۸

۲-۲-۲- حلقه های کنترل کیفیت (Q.C.C) ۳۱

۲-۲-۳- کنترل کیفیت جامع (T.Q.C) ۳۴

۲-۲-۴- تعمیم وظیفه کیفیت (QFD) ۳۹

۲-۲-۵- سیستم نقص صفر (ZD): ۴۱

۲-۲-۶- کنترل کیفیت آماری ۴۵

فصل ۳ ۴۷

چرخه دمینگ، FMEA و کایزن ۴۷

۳-۱- مقدمه ۴۷

۳-۲- کاربرد چرخه دمینگ(PDCA) ۴۸

www.takbook.com

۳-۳- مراحل چرخه دمینگ ۴۹
۳-۴- مثالی در مورد چرخه دمینگ ۵۰
۳-۵- فرآیند حل مسأله با استفاده از چرخه دمینگ ۵۲
۳-۶- پیش بینی و تحلیل حالات خرابی و شکست (FMEA) ۵۴
۳-۷- معرفی تکنیک FMEA و اهداف آن ۵۴
۳-۸- کاربرد FMEA ۵۵
۳-۹- تأثیر FMEA بر نرخ خرابی محصول ۵۵
۳-۱۰- مراحل تهیه FMEA ۵۵
۳-۱۱- فواید اجرای FMEA ۵۶
۳-۱۲- انواع FMEA ۵۷
۳-۱۳- کایزن ۵۷
۳-۱۳-۱- مدیریت و کایزن ۵۸
۳-۱۳-۲- مدل مدیریت کایزنی ۵۸
۳-۱۳-۳- مراحل اجرای کایزن عملی ۵۹
۳-۱۳-۴- اصول بیست گانه مدیریت در کایزن ۶۰
۳-۱۴- ساختار سلسله مراتبی تصمیم در سازمان ۶۱
۳-۱۴-۱- مودا چیست؟ ۶۱
۳-۱۴-۲- اجرای نظام آراستگی(۵S) ۶۲
فصل ۴ ۶۵
مدیریت کیفیت جامع (TQM) ۶۵
۴-۱- مقدمه ۶۵
۴-۲- فلسفه مدیریتی ۶۶
۴-۳- کدام فلسفه مدیریتی ارجح است؟ ۶۶
۴-۴- مدیریت جامع کیفیت فلسفه برتر ۶۷
۴-۵- تعریف مدیریت جامع کیفیت ۶۸
۴-۵-۱- تحول مدیریت کیفیت جامع ۶۸
۴-۵-۲- وضعیت کنونی مدیریت کیفیت جامع ۶۹
۴-۶- ارکان فلسفی مدیریت جامع کیفیت ۶۹
۴-۷- فرضها و اصول مدیریت جامع کیفیت ۷۰
۴-۸- عناصر ساختاری مدیریت جامع کیفیت ۷۲
۴-۹- مراحل اجرایی مدیریت جامع کیفیت ۷۴
۴-۱۰- چرخه های کیفیت ۷۶
۴-۱۰-۱- ساختار سازمانی چرخه کیفیت ۷۶
فصل ۵ ۷۹
کنترل کیفیت آماری (S.Q.C) ۷۹
۵-۱- مقدمه ۷۹
۵-۲- تاریخچه کنترل کیفیت ۸۰
۵-۳- عوامل تاثیر گذار در کیفیت جهت کنترل ۸۳
۵-۴- چرا باید کار کنترل کیفیت انجام گیرد؟ ۸۳
۵-۵- بازرسی و کنترل کیفیت چه تفاوتی دارند؟ ۸۴
۵-۶- چرا روش های آماری کنترل کیفیت اهمیت دارند؟ ۸۴
۵-۷- کنترل فرآیند آماری (SPC) ۸۴
۵-۷-۱- مراحل پایه ای در کنترل فرآیند آماری ۸۵
فصل ۶ ۸۷
تعمیم وظیفه کیفیت(Q.F.D) ۸۷
۶-۱- مبانی تعمیم وظیفه کیفیت ۸۷
۶-۱-۱- مقدمه ۸۷
۶-۱-۲- روش QFD و مزایای آن ۸۸

www.takbook.com

۶-۱-۳- نقش مشتری در فرایند QFD	۸۹
۶-۱-۴- QFD و افزایش کارآیی	۹۰
۶-۲- درک مشتری و خواسته های او	۹۱
۶-۲-۱- مرور اجمالی یک پروژه QFD	۹۱
۶-۲-۲- بررسی مقدماتی ندای مشتری با استفاده از جداول VOCT	۹۳
۶-۲-۳- طبقه بندی و سازمان دهی خواسته های مشتری	۹۴
۶-۲-۴- مدل کانو	۹۶
۶-۳- خانه کیفیت	۹۸
۶-۳-۱- مقدمه	۹۸
۶-۳-۲- مراحل تکمیل خانه کیفیت	۹۹
۶-۴-بازبینی خانه کیفیت	۱۰۴
۶-۵- تشریح روش چهارمرحله ای	۱۰۶
۶-۵-۱- مقدمه	۱۰۶
۶-۵-۲- رویکرد چهار مرحله ای QFD	۱۰۷
۶-۵-۳- تشریح روش چهار مرحله ای	۱۰۷
فصل ۷	۱۱۱
کاربرد آمار و احتمالات در کنترل کیفیت	۱۱۱
۷-۱- مقدمه	۱۱۱
۷-۲- آشنایی با جداول آماری، هیستوگرام فراوانی و توزیع احتمال	۱۱۲
۷-۲-۱- انواع جداول آماری	۱۱۲
الف) جدول فراوانی – جدول فراوانی نسبی:	۱۱۲
ب) جدول فراوانی تجمعی – جدول فراوانی تجمعی نسبی	۱۱۴
۷-۲-۲- هیستوگرام	۱۱۶
۷-۲-۳- ترسیم نمودارهای آماری	۱۱۹
۷-۳- خلاصه کردن داده های آماری	۱۲۳
۷-۳-۱- شاخص های مرکزی	۱۲۳
۷-۳-۲- شاخص های پراکندگی	۱۲۵
۷-۴- توزیع های احتمال	۱۳۴
۷-۴-۱- کاربرد توزیع دو جمله ای در کنترل کیفیت	۱۳۴
۷-۴-۲- کاربرد توزیع فوق هندسی در کنترل کیفیت	۱۳۵
۷-۴-۳- کاربرد توزیع پواسن در کنترل کیفیت	۱۳۶
۷-۵- استنباط آماری	۱۳۷
۷-۵-۱- برآورد پارامترهای فرآیند	۱۳۷
۷-۶- تعیین تغییر حجم نمونه برای برآورد میانگین جامعه	۱۴۴
۷-۷- تعیین حجم نمونه برای برآورد نسبت مورد نظر در جامعه	۱۴۵
۷-۸- آزمون فرضیه	۱۴۶
۷-۸-۱- خطای نوع اول و خطای نوع دوم	۱۴۷
۷-۸-۲- مراحل آزمون فرضیه	۱۴۷
فصل ۸	۱۶۱
نمودارهای کنترل	۱۶۱
۸-۱- مقدمه	۱۶۱
۸-۲- دلایل برای استفاده از نمودارهای کنترل	۱۶۲
۸-۳- ابزارهای کنترل کیفیت آماری	۱۶۲
۸-۳-۱- نمودار هیستوگرام در کنترل کیفیت	۱۶۳
۸-۳-۲- نمودار تمرکز نقص ها	۱۶۳
۸-۳-۳- نمودار علت و معلول	۱۶۴
۸-۳-۴- نمودار پارتو	۱۶۴
۸-۳-۵- برگه کنترل	۱۶۵
۸-۳-۶- نمودار کنترل	۱۶۶

www.takbook.com

۸-۴- مشخصات نمودار های کنترل	۱۶۶
۸-۵- نمودار های کنترل برای مشخصه های کمی	۱۶۷
۸-۵-۱- نمودار کنترل میانگین و دامنه تغییرات (R و $\bar{x}$)	۱۶۷
۸-۵-۲- نمودار کنترل میانگین و انحراف معیار (Σ و $\bar{x}$)	۱۷۲
۸-۶- نمودار های کنترل برای مشخصه های کیفی (وصفی)	۱۷۷
۸-۶-۱- نمودار کنترل نسبت اقلام معیوب یا نمودار کنترل P	۱۷۷
۸-۶-۲- نمودار کنترل تعداد اقلام معیوب یا نمودار کنترل NP	۱۷۹
۸-۶-۳- نمودار های کنترل تعداد نقص ها در واحد محصول	۱۸۱
۸-۶-۴- نمودار کنترل تعداد نقص ها در واحد محصول با حجم متغیر یا نمودار U	۱۸۳
فصل ۹	۱۸۷
نمونه گیری برای رد یا قبول انباشته	۱۸۷
۹-۱- مقدمه	۱۸۷
۹-۲- انواع روش های بازرسی نمونه ای (قبول با استفاده از نمونه گیری)	۱۸۸
۹-۲-۱- تشکیل انباشته	۱۸۸
۹-۳- بازرسی نمونه ای برای مشخصه های وصفی	۱۸۹
۹-۳-۱- روش بازرسی تک نمونه ای برای مشخصه های وصفی	۱۸۹
۹-۳-۲- روش بازرسی جفت نمونه ای برای مشخصه های وصفی	۱۹۰
۹-۳-۳- روش بازرسی چند نمونه ای برای مشخصه های وصفی	۱۹۱
۹-۴- منحنی مشخصه عملکرد یا منحنی OC	۱۹۲
۹-۴-۲- اثر عدد پذیرش بر منحنی مشخصه عملکرد (OC)	۱۹۷
۹-۴-۳- ارتباط حجم نمونه با حجم انباشته	۱۹۸
۹-۵- چگونگی برخورد با انباشته هایی که پذیرفته نمی شوند	۱۹۹
۹-۶- طراحی روش بازرسی نمونه ای	۱۹۹
۹-۶-۱- تعیین حجم نمونه (N) و عدد پذیرش (AC)	۲۰۰
۹-۶-۲- تعیین مقدار AQL و RQL	۲۰۴
۹-۷- بازرسی غربالی یا بازرسی اصلاح شده	۲۰۵
۹-۸- متوسط کیفیت خروجی (AOQ)	۲۰۶
۹-۸-۱- منحنی متوسط کیفیت خروجی (منحنی AOQ)	۲۰۸
۹-۹- متوسط کل بازرسی (ATI)	۲۱۱
پیوست	۲۱۵
جداول آماری و کنترل کیفیت	۲۱۵
فهرست منابع	۲۳۱

www.takbook.com

فصل ۱

آشنایی با مفاهیم اولیه کیفیت

۱-۱- مقدمه

امروزه کیفیت یک لغت شناخته شده در سراسر جهان است و به شدت مورد توجه مشتریان قرار گرفته است، چرا که مشتریان به کیفیت بیش از گذشته اهمیت می دهند و از محصولاتی استقبال می کنند که بیشترین رضایت را در آنها ایجاد نماید، بدینوسیله سازمان ها ساختار تشکیلاتی خود را بر اساس مشتری گرایی تغییر داده اند و کیفیت را مساوی ارضای نیاز مشتریان خود تعریف نموده اند. در نتیجه کیفیت محصول در هر سازمان نقش استراتژیک به خود گرفته است و بحث پیرامون آن تنها یک موضوع مبتلا به صنعت نیست بلکه هر سازمان موفقی در هر زمینه ای طراحی برای ارتقای کیفیت خود دارد و امروزه مفهوم کیفیت به شکلی مطرح است که بیانگر نوع مدیریت یک سازمان است و در واقع کیفیت جوهره مدیریت یک را بیان می کند، اینجاست که آن را به عنوان سیستمی جامع و فراگیر می دانند که با مشارکت کلیه افراد سازمان در پی افزایش بهره وری و بهبود مستمر فرآیندها و فرآورده های سازمان و تامین نیاز ها و انتظارات حال و آینده مشتریان است.

اجرای این نظام نیاز به یک انقلاب فکری در سازمان دارد که نه تنها مدیریت بایستی بدان معتقد باشد بلکه باید امکانات و تسهیلاتی فراهم آورد تا این تحول فکری در تمام سازمان به کار گرفته شود.

www.takbook.com

در جامعه اسلامی ما، کیفیت و رضایت مشتری در گذشته ای نه چندان دور معنا و مفهوم خود را از دست داده بود و تولیدکنندگان به علت شرایط خاص اقتصادی و اجتماعی حاکم بلا منازع بازار بودند؛ ولی امروزه به علت رفع آن شرایط و نیز ورود رقبای خارجی، مجبور شده اند که کیفیت و رضایت مشتری را در دستور کار خود قرار دهند و متعاقب آن به فکر اجرای سیستم های کیفیت و بهره وری بیفتند.

۱-۲- کیفیت، غذای سحرآمیز

یک غذای سحرآمیز وجود دارد که به همه مشتریان لذت خواهد داد؛ روحیه کارکنان را بالا می برد و در عین حال کارفرمایان را خوشحال خواهد کرد،مهمتر اینکه همه انها رایگان است. حال یک سوال مطرح است:

وقتی این غذای سحرآمیز اینقدر موثر است، چرا همه از آن استفاده نمی کنند؟

با این همه تلاش که برای پختن این غذا به عمل می آید خیلی از مردم شروع خوبی برای بدست آوردن آن ندارند و یا اینکه از نیمه راه برمی گردند، خیلی ها نیز به درون آن می افتند بدون اینکه تصور روشنی از نحوه ی استفاده آن داشته باشند.

بعضی ها به فرمول سری دیگران دستبرد می زنند و نهایتا به این نتیجه می رسند که این به درد آنها نمی خورد. بعضی ها از روش سعی و خطا استفاده می کنند و در آخر به این نتیجه می رسند که تمام آنها خطا بوده است. در این کتاب سعی شده رمز این غذای سحرآمیز به طور خلاصه گفته شود. ولی برای ما مقدور نیست کیفیت را به همان دقتی که می توان آب را تعریف کرد، تعریف نماییم. با تهیه این غذای سحرآمیز کیفیت، تمام مشاغل به مشتریان خود لذت ارائه خواهند کرد، کارکنان را خوشحال، بهره وری را افزایش، سهم بازار را متناسب و منافع را افزایش خواهند داد و بدین ترتیب لبخند بر لبان همه ظاهر خواهد شد. پس در گام نخست با این شرح مختصر، برای پخت این غذای سحر آمیز باید این غذا را تعریف نمود.

۱-۳- تعریف کیفیت

این واژه دارای معانی مختلفی است و از جنبه های مختلف قابل تعریف و بررسی است:

واژه کیفیت به معنای چگونگی است که معادل فارسی آن **چونی** است؛ به بیان دیگر، کیفیت در لغت به معنای وضع، حالت و چگونگی معنی می شود. ولی در فلسفه و در نظریه شناخت، منظور از کیفیت، چگونگی یک چیز است. مثال: خواص کمّی و یا خواص کیفی یا چونی.

در زمینه‌های اقتصادی؛ مرغوبیت و مطلوبیت تعریف می شود که به مجموعه ویژگی‌های یک کالا و عرضه کننده آن (نه تنها از لحاظ کیفی بلکه از دیدگاه کمی، بها و غیره) که باعث می‌شوند آن کالا مورد تقاضا قرار گیرد و فروش رود. اما در زمینه‌های اجتماعی و فردی به معنی شایستگی، صلاحیت، لیاقت است. شایستگی و لیاقت یک شرکت و فرآورده‌هایش برای ورود و دوام و پیشرفت در بازار منظور است..

صفت نسبی این واژه «کیفی» و جمع آن «کیفیت‌ها» و گهگاه «کیفیات» است. به اصطلاح «کم و کیف» در فارسی چندوچون گفته می‌شود. کیفیت در مقابل کمیت (چندی) نیز قرار دارد. چگونگی و ماهیت یک پدیده یا شئی را

www.takbook.com

کیفیت شئی یا پدیده می نامند و همچنین محتوا نیز شامل کیفیت است. "کیفیت " در فیزیک به معنی غیر قابل اندازه گیری است.

تاکنون تعاریف متعدد و گوناگونی از کیفیت ارائه شده است که در این قسمت به بعضی از مهمترین آن ها اشاره می شود:

از نظر ارسطو کیفیت عبارت از *تفاوت میان اشیا، خوب و بد بودن شی است.*

دکتر فیگن بام در کتاب خود واژه کیفیت را اینگونه تعریف می کند: *ترکیب جامع ویژگیهای محصول و خدمت که شامل بازاریابی، مهندسی تولید، نگهداری و تعمیر بوده و از طریق استفاده آن محصول و خدمت انتظارات مشتری را برآورده خواهد نمود. کیفیت چیزی است که مشتری می خواهد نه آنچه شرکت یا مهندسین با آگهی های تجارتی اعلام می کنند، بنابراین کیفیت باید همیشه با توجه به نیاز مشتری تعیین شود. وقتی می خواهید کیفیت محصولات خود را تعیین نمایید آنها را از مشتریان خود سوال کنید.*

دکتر کاپلن بیان دارد که *کیفیت عبارت است از مجموعه خواص، توانایی ها یا ویژگی های که یک فرآورده باید دارا باشد.*

ایشی گاوا *کیفیت را چیزی می داند که واقعاً مشتری را راضی نماید.*

دکتر دمینگ، *کیفیت را میزان یکنواختی و یکسانی کالا یا خدمت مربوط تعریف می کند.*

جوزف جوران معتقد است که *کیفیت عبارت است از مطابقت کالا یا خدمت با کاربرد آن، معنای دیگر این عبارت این است که استفاده کننده از کالا یا خدمت باید بتواند نیاز یا خواست خود را از آن کالا یا خدمت برآورده سازد.*

فیلیپ کرازبی معتقد است *کیفیت عبارت است از (کار بی نقص) یا (خرابی صفر). از نظر او کیفیت رایگان است و با تغییر تفکر مدیریت ارشد، کیفیت بهبود می یابد. کرازبی کیفیت را مطابقت یک محصول یا خدمت با الزامات از پیش تعیین شده تعریف کرده است.*

انجمن کنترل کیفیت آمریکا[1] و سازمان اروپائی کنترل کیفیت[2] کیفیت را چنین تعریف می کنند:

مجموعه صفات یا خصوصیات یک فرآورده یا خدمت که در استعداد یا قدرت آن فرآورده یا خدمت در برآورده ساختن نیاز معین موثر است.

تاگوچی در تعریف کیفیت می گوید؛ *کیفیت عبارت است از خسارت وارد نکردن به جامعه وقتی که کالائی از حمل تولید خارج می گردد.*

کیفیت در استاندارد این گونه تعریف می شود: «تمامی جنبه ها و مشخصه های یک محصول یا خدمات در رابطه با توانایی محصول یا خدمات جهت برآورده ساختن نیازهای تصریح شده یا تلویحا بیان شده است.»[3]

در رابطه با تعریف فوق باید برخی از مفاهیم شفاف سازی شوند:

الف) نیازهای تصریح شده معمولا در یک قرارداد یا طرح وجود داشته و به وضوح قابل شناسایی هستند.

---

۱ - ASQC

۲ - IEOQC

۳- مرجع: (ISO۸٤۰۲:۱۹۹٤)

www.takbook.com

ب) نیازهای تلویحی باید شناسایی شوند؛ چرا که در اغلب موارد خریدار نمی داند که به چه سطحی از کیفیت نیاز دارد یا می تواند آن را بپذیرد.

ج) نیازها دارای معیارمشخص شده یا نامشخص هستند و اغلب شامل جنبه هایی نظیر: قابلیت استفاده، قابلیت اتکاء، قابلیت نگهداری، ایمنی، هزینه و محیط زیست هستند.

۱-۳-۱- دو دیدگاه مفهومی متفاوت به کیفیت

الف) دیدگاه مصرف کننده:

توجه مصرف کننده به سرویس، عملکرد و ظاهر و مانند آن است یعنی " مناسب بودن برای استفاده " این نقطه نظر کیفیت ارزش متحرک و معطوف به بازاریابی است.

ب) دیدگاه تولید کننده:

دیدگاه تولید کننده در مورد کیفیت عبارتست از یک مجموعه از استانداردهای مشخصی که همه واحد ها باید بطور ثابت به این استانداردها دست یابند.

۱-۳-۲- طبقه بندی های تعریفی کیفیت

در تعریف کیفیت طبقه بندی های مختلف می توان ارائه داد، که عبارتند از:

الف) محصول محور: کیفیت در قالب مطلوبیتی که در کالا یا خدمات جای داده شده است، توصیف می گردد.

ب) فرآیند محور: کیفیت به عنوان تطابق با الزامات تعریف می شود.

ج) مشتری محور: سطح تطابق خدمات ارائه شده با انتظارات مشتریان

د) ارزش محور: برآوردن نیاز مشتری بر حسب کیفیت، قیمت و در دسترس بودن (هزینه برای تولید کننده و قیمت برای مصرف کننده)

از بین مجموعه های فوق اغلب تعاریف کیفیت خدمات در مقوله مشتری محوری قرار می گیرد. بدین ترتیب نیل به کیفیت برای شرکت ها امکان پذیر نیست، مگر آنکه نظرات مشتری مداوماً مورد سنجش قرار گیرد. سپس نتایج سنجش با وضع موجود مقایسه می شود و شکاف ها می باید مطابق برنامه ریزی رفع شود. تنها در اینصورت می توان ادعا داشت که کیفیت ارائه خدمات رعایت شده است. اما سنجش رضایت مشتری می باید نه به صورت ادواری که در بطن فرآیند ارائه خدمت از مرحله فروش آغاز شده و تا مرحله خدمات پس از فروش تداوم یابد و مداوماً یافته های مربوط به آن به سازمان بازخورد گردد.

❖ **نکته مدیریتی درباره کیفیت:**

از شرکتهایی خرید کنید که با کارکنان، مشتریان و محیط زیست با احترام رفتار می کنند.

www.takbook.com

۱-۴- دلایل اهمیت کیفیت

الف) درآمد و فروش محصولات تولیدی یک کشور عامل بقاء و حیات یک ملت است.

ب) بهترین محصول بهترین عملکرد و بهترین عملکرد بهترین محصول را در پی دارد.

ج) زمانی محصول ارزش و قدرت رقابت می یابد که کیفیت کالا و قیمت آن قابل رقابت باشد.

از طرف دیگر رضایت و مطلوبیت نیز در تکامل و رشد است و محدود و مقید به زمان و مکان و شرایط خاصی نبوده و نیست و روز به روز بر دامنه و درجه و شدت آن نیز افزوده می گردد، پس کیفیت در تمامی ابعاد و زمینه ها به انسان رضایت خاطر می دهد و بشر در جستجوی کمال آن است. بنابراین کیفیت بستگی به نیاز ها و انتظارات یا ادراکات مشتری دارد، مشتریان عملکرد واقعی محصول یا خدمت را با مجموعه انتظارات خودشان مقایسه می کنند و به قضاوت دست می زنند. در نتیجه کیفیت عبارتست از برآورده شدن نیاز ها و انتظارات منطقی مشتریان.

۱-۵- عوامل اساسی و موثر در کیفیت

سازمانها عموماً با داشتن یک برنامه نظام گرا در بازار مشهور می شوند و اولین گام برای داشتن یک برنامه نظام گرا شناسائی عوامل موثر در امر کیفیت است. چون عناوین لاتین این عوامل با حرف "M" شروع می شوند به آنها "M" های کیفیت نیز می گویند که عبارتند از:

۱-۵-۱- مدیریت

مهمترین مسأله ای که در اینجا مطرح است، اعتقاد مدیریت به کیفیت است و اگر چنین آمادگی وجود نداشته باشد، هر گونه مطالعه و بررسی در زمینه کیفیت بیهوده است. چرا که نهایتاً این مدیریت است که دستور اجرا را صادر می کند. مدیریت باید اهداف کیفیتی را با در نظر گرفتن واقعیت ها به درستی بیان نماید و برای دستیابی به آنها حداکثر تلاش خود را به عمل آورد و کلیه اعضای سازمان را در نیل به آن اهداف درگیر نماید. امروزه مدیر کسی نیست که فرمان می دهد؛ بلکه کسی است که میان نیروها برای دستیابی به کیفیت های برتر رابطه برقرار می کند.

۱-۵-۲- ایجاد انگیزه

عامل مهم دیگر انگیزه است، امروزه پیچیدگی مسائل کیفیتی به حدی است که عملکرد تک تک افراد را در بر می گیرد و تحقیقات پیرامون رفتارهای انسانی نشان داده است که علاوه بر تشویق های مادی، بیان اهمیت شغل و وظیفه افراد در دستیابی به اهداف شرکت بسیار موثر است.

۱-۵-۳- کارکنان

توانایی، صلاحیت، مهارت و اهلیت نیروی انسانی، تاثیر مستقیم بر کیفیت خروجی هر فرآیند دارد که همین خاطر امروزه به جای نیروی انسانی از واژه سرمایه انسانی نام برده می شود.

www.takbook.com

۱-۵-۴- بازار

وضعیت محصول رقبا و همچنین تغییرات در سلائق و خواسته های مشتریان، در کیفیت طراحی و محصول موثر است. هنگامی که رضایت مشتری در خرید کالای با طول عمر کم است، تولید کننده برای حفظ بازار خود باید کالایی با کیفیت مورد پسند مشتری عرضه کند و گرنه از صحنه بازار حذف می شود.

۱-۵-۵- مواد اولیه

کیفیت طراحی عبارت است از کیفیتی که تولید کننده بر اساس نیازهای مشتری قرار است، محصول را بر طبق آن به بازار عرضه کند. این کیفیت تحت تاثیر عوامل زیادی از جمله هزینه های تولید و مواد، رقابت با دیگران، خواسته های مشتریان و ... قرار دارد. ممکن است دو محصول با ساختار ظاهری یکسان، یک کار را انجام دهند؛ اما در یک محصول، از مواد و قطعات پر دوام و در دیگری کم دوام استفاده شده باشد. پس نوع مواد تعریف شده در کیفیت طراحی، تاثیر اساسی در کیفیت محصول دارد.

۱-۵-۶- ماشین آلات و مکانیزاسیون

سطح تکنولوژی ماشین آلات و میزان فرسودگی یا آماده کار بودن آن ها در کیفیت محصول تولید شده موثر است.

۱-۵-۷- پول

منظور از پول، هزینه های موثر بر کیفیت است. گرچه هزینه های پیشگیرانه باعث ارتقاء کیفیت و کاهش هزینه کل می شود؛ اما به طور کلی توان مالی سازمان و نیز میزان پولی که مشتری حاضر است بابت محصول یا خدمت پرداخت کند در کیفیت طرح موثر است.

۱-۵-۸- روش های اطلاعاتی مدرن

روش های علمی و استاندارد، مهمترین عامل خوب عمل کردن انسان ها، مواد و ماشین است. چگونگی انجام کار و نحوه تولید و ساخت محصول در کیفیت، قیمت تمام شده و قدرت رقابت محصول موثر است و به قول پیتر دراکر که می گوید: « عصر دانشمندی تمام و عصر روشمندی آغاز شده است. »

مثال) درآمد سرانه مالزی در سال ۱۹۹۶ حدود ۲۰۰۰ دلار بود. این کشور در بررسی های اقتصادی خود به این نتیجه رسید که اگر به روش سنتی عمل کند، درآمد سرانه کشور برای سال ۲۰۲۰ به حدود ۴۰۰۰ دلار می رسد و اگر بر اساس روش سنتی عمل کند، درآمد سرانه برای سال ۲۰۲۰ به حدود ۸۰۰۰ دلار می رسد و چنانچه برای توسعه فناوری اطلاعات عمل کند، درآمد سرانه اش برای سال ۲۰۲۰ به حدود ۱۶۰۰۰ دلار خواهد رسید.

www.takbook.com

۱-۵-۹- فاکتورهای محیطی

محیط شامل کلیه شرایط و امور، اعم از آب، خاک و هوا، منابع طبیعی، گیاهان، جانوران، انسان، الزامات و محدودیت های قانونی و روابط متقابل بین آنهاست که محصول با خدمت در آن تاثیر متقابل داشته باشد یا پیامد زیست محیطی بارزی بگذارد که با معیارهای تعیین شده، انطباق نداشته باشد، مسایلی را در فرآیند تولید پدید می آورد که در کیفیت طرح و نوع محصول موثر است.

۱-۶- پند مدیریتی

یکی از مسئولان پروژه ایجاد یک مرکز فرهنگی، از یک مرکز در حال ساخت بازدید می کرد. او دید که یک مجسمه ساز، در حال ساخت یک مجسمه است و متوجه شد که یک مجسمه ساخته شده مشابه نیز آنجا است.

با تعجب از مجسمه ساز پرسید: «از این مجسمه دو تا نیاز داری؟»

مجسمه ساز بدون نگاه کردن گفت: «نه. فقط یکی می خواهیم، اما اولی در آخرین مرحله آسیب دید.»

مقام مسئول، مجسمه ساخته شده را بررسی کرد و هیچ اشکالی پیدا نکرد و از مجسمه ساز پرسید: «آسیب کجاست؟»

مجسمه ساز در حالی که مشغول کارش بود گفت: «یک خراش روی بینی مجسمه است.»

مقام مسئول پرسید: «این مجسمه را کجا می خواهید نصب کنید؟»

مجسمه ساز گفت: «روی یک ستون به ارتفاع شش متر!»

مقام مسئول پرسید: «اگر در این ارتفاع نصب می شود چه کسی خواهد دانست که یک خراش روی بینی مجسمه است؟»

مجسمه ساز کارش را قطع کرد، به مقام مسئول نگاه کرد، لبخند زد و گفت: «من که می دانم.»

کیفیت؛ یعنی این!!

ارسطو می گوید:

کیفیت یک کار نیست. کیفیت یک عادت است.[۱]

۱-۷- پنج ویژگی در کیفیت

اگر کسی از شما بپرسد: «کیفیت چیست؟» شما چه خواهید گفت؟ شما ممکن است با موقعیتی که دارید جوابی بدهید؛ مثلا اگر شما در یک رستوران باشید، کیفیت از نظر شما ممکن است غذای خوب، سرویس بدون عیب و نقص، لباس مناسب سرویس دهنده ها و چیزهایی از این قبیل معنی بدهد و اگر در یک ساندویچ فروشی باشید، شما ممکن است کیفیت را در غذای خوب، محیط و لوازم سرویس تمیز معنی کنید. توجه داشته باشید معنی کیفیت نسبت به موقعیت ها متفاوت است. همچنین نسبت به سلیقه انسانها نیز فرق می کند. مثلا، در یک مهمانی ممکن است یک نفر قهوه ی خوب را در غلیظ و شیرین بودن آن بداند و یک نفر دیگر در شیر زیاد داشتن و شیرین

۱ - Don't wait for the one you can live with, wait for the one you can't live without.

www.takbook.com

نبودن آن. بعلاوه ذائقه های متفاوت مردم می تواند در تعریف کیفیت اثرپذیر باشد. این مثال یک حقیقت مهم را درباره کیفیت بیان می کند: «کیفیت توسط مشتری تعیین می گردد نه توسط تولید کننده یا سرویس دهنده» به عبارت روشن تر «کیفیت مجموعه ای از خصوصیات و مشخصات یک کالا یا خدمات است که احتیاجات و رضایت مصرف کننده را تامین می کند.» حال با نگاهی به موارد ذیل می توانیم مفهوم کیفیت را بهتر درک کنیم:

الف) کیفیت توسط مشتری تعریف می شود.

مهمترین ویژگی کیفیت پیوند آن با مشتری است. کیفیت همان چیزی است که مشتری می گوید؛ یعنی، باید درست همان چیزی که او می خواهد به او داده شود. بنابراین رضایت مشتری بستگی به کیفیت کالا و خدمات ما دارد. ارتباط این دو مفهوم را می توان به شکل زیر نمایش داد:

رضایت مشتری ← کیفیت خروجی (محصول یا سرویس) + کیفیت ورودی (فرآیند)

ب) کیفیت باید هم مشتری درونی و هم مشتری بیرونی را راضی کند:

ما دو نوع مشتری داریم؛ درونی و بیرونی. مشتریان بیرونی کسانی در خارج شرکت هستند که کالا یا خدمات را از ما دریافت می کنند و مشتریان درونی کسانی از همکاران ما هستند که فرآیند بعدی کار ما را انجام می دهند.

ج) کیفیت باید در فرآیند کار نیز همانند محصول و خدمات تواما اعمال شود.

کیفیت در فرآیند به مواردی اطلاق می شود که ما در انجام کار خود مراعات می کنیم تا نیاز مشتریان تامین گردد. کیفیت کالا و خدمات ما بستگی به آن دارد که آیا مشخصات کالاها یا خدمات ما مطابق با خواسته های مشتری هست یا خیر؟ معمولا مشتری محصولی را ترجیح می دهد که بطور مناسب کار کرده و با خواسته های او مطابقت داشته باشد. دیگر خصوصیات کیفیت یک محصول عبارتند از: بی نقص بودن، قابل اطمینان بودن، قیمت منطقی و معقول داشتن، بادوام بودن، خوش جلوه بودن.

کیفیت خدمات به این معنی است که خدماتی که به مشتری می دهیم باید او را خوشحال کند، اطلاعات صحیح و دقیق به او بدهد، خدمات مطابق برنامه او بوده و اطمینان بخش باشد، همواره توجه خاص به وی داده شود.

کیفیت فرآیند،کیفیت محصول و کیفیت خدمات هرسه ارتباط کاملا نزدیکی به یکدیگر دارند و هر کدام از دیگری تاثیر می پذیرد. بنابراین کافی نیست که تنها در یکی از موارد فوق درجه یک باشید. اگر بهترین تلویزیون دنیا را تولید می کنیم، ما باید مطمئن باشیم که فرآیند ساخت و فرآیند خدمات ما درجه یک است.

د) کیفیت یعنی انجام کار درست و صحیح در دفعه اول و برای همیشه.

برای تامین احتیاجات مشتریان درونی خود و همچنین مشتریان بیرونی ما نیاز به داشتن استاندارد «صد در صد درست» داریم. وقتی ما درباره دستیابی به هدف «صد در صد درست» صحبت می کنیم؛ منظورمان فکر کردن در مورد پروژه های بزرگ نیست. مهم این است که ما در کارهای کوچکی که انجام می دهیم هدف «صد در صد درست» را رعایت کنیم، هر کاری که انجام می دهیم می تواند صد در صد درست باشد، هم بار اول و هم در دفعات بعدی.

www.takbook.com

هـ) کیفیت یک طریقه زندگی است.

کیفیت چیزی نیست که ما فقط در طول یک مسابقه نیل به کیفیت، به آن بپردازیم. کیفیت باید جزئی از فرهنگ کاری یک شرکت باشد. هر یک از افراد یک شرکت اعم از مدیر، سرپرست، مدیر عامل و کارگران باید نسبت به آن مسوول باشند و هر روز روی آن کار کنند.

۱-۸- ده مورد آمار حیاتی درباره کیفیت ضعیف

کیفیت مجانی است وقتی کیفیتی وجود نداشته باشد برای ما هزینه ایجاد می شود چرا که ما برای دوباره کاری در مورد ضایعات و از دست دادن مشتری مجبور به صرف هزینه هستیم.خسارات و جرایم ناشی ازعدم انطباق برای کیفیت بسیار بالا هستند. موارد زیر نتایج مطالعات انجام شده در ایالات متحده آمریکا است.

اول) کیفیت ضعیف هزینه ای به میزان ۲۰ درصد هزینه ملی را شامل می شود.

دو نوع هزینه وجود دارد، هزینه ناشی از ناکامی خارجی که «در اثر محصولات ناقص که به مشتری ها فرستاده می شود (شامل شکایات مشتری ها و ضمانت تعمیرات آنها) بوجود می آید و دوم هزینه های ناشی از ناکامی داخلی است که در اثر تولید محصول معیوب و دوباره کاری روی آنها برای انطباق کیفیت آنها با مشخصات لازم بوجود می آید.

دوم) یک کارخانه نمونه در ایالات متحده آمریکا ۲۰ تا ۲۵درصد بودجه عملیاتی خود را صرف پیدا کردن و تصحیح اشتباهات می کند.

سوم) به ازای هر یک نفر که شکایت و نارضایتی خود را به دیگران منتقل می کند حدود ۲۵ تا۳۰ نفر وجود دارند که به سوی رقبای شما کشیده شده و شکایت خواهند کرد.

چهارم) هر مشتری ناراضی ماجرای خود را نهایتا برای ۹نفرتعریف می کند درحالیکه یک مشتری راضی موضوع رضایت خود را فقط به ۵ نفرخواهد گفت.

پنجم) ۸۰ درصد مشتریان محصولات خراب را برای تعویض یا پس گرفتن پول عودت خواهند داد.

ششم) ۵۶درصد مشتریان از مغازه ای که جنس خراب خریده اند مجددا خرید نخواهند کرد.

هفتم) ۴۹ درصد مشتریان به دیگران خواهند گفت که جنس معیوب را از کدام فروشگاه خریده اند.

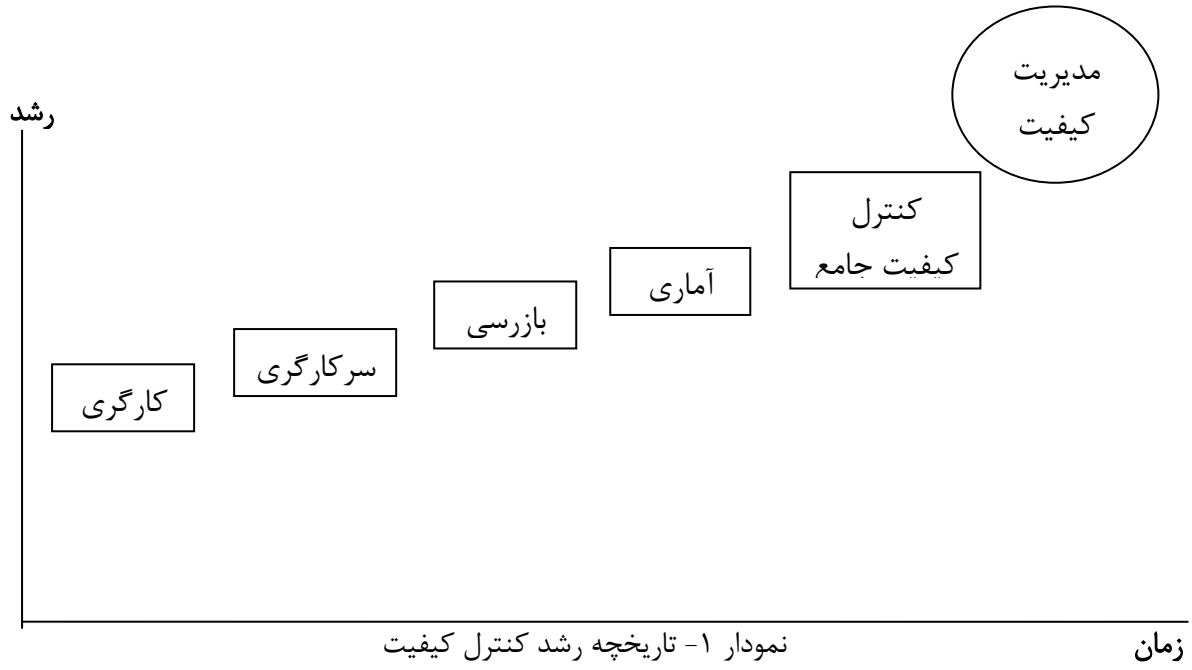
هشتم) ۷۷ درصد مشتریان یک رستوران،یک فروشگاه و یا مرکز خدمات در صورتیکه خدمات ضعیف ببینند مجددا باز نخواهند گشت.

نهم) ۵۴ درصد مشتریان به دیگران توصیه خواهند کرد به شرکتی که از آن خدمات ضعیف گرفته اند نروند.

دهم) ۲۵ درصد از مشتریانی که سرویس ضعیف دریافت می کنند به علت اینکه احساس می کنند شکایت کردن دردسرو زحمت دارد هیچ کاری نخواهند کرد (اینها مشتریانی هستند که بدون اینکه علت را بدانیم از دست خواهیم داد).

www.takbook.com

۱-۹- تاریخچه رشد کنترل کیفیت



نمودار ۱- تاریخچه رشد کنترل کیفیت

۱-۹-۱- کنترل کیفیت توسط کارگر

اولین گام در توسعه و گسترش کیفیت، کنترل کیفی توسط کارگر در اواخر قرن نوزدهم بود. تحت این سیستم، یک کارگر یا حداقل یک گروه کوچک از کارگران مسئول تولید محصول سالم و بی عیب بودند و بنابراین هر کارگر به طور کامل کیفیت کار خودش را کنترل می کرد. در این مرحله تبدیل فعالیت های اندازه گیری از حالت چشمی به حالت ابزاری صورت گرفته و در این مقطع کارگران خط تولید موظف بودند با شاخص های از پیش تعیین شده عملکرد خود را مورد ارزیابی قرار دهند.

۱-۹-۲- کنترل کیفیت سرکارگری

در اوایل قرن بیستم کنترل کیفیت کارگری به سمت کنترل کیفیت توسط سرکارگر رشد نمود. در این دوره کارگرانی که کارهای مشابهی را انجام می دادند و هر گروه تحت یک سرکارگر یا فورمن کار می کردند، مسئولیت کنترل کیفیت کارشان به عهده آن سرکارگر بود.

۱-۹-۳- کنترل کیفیت بازرسی

در طی سال های جنگ جهانی اول به علت محدودتر شدن تولید، تعداد بیشتری کارگر تحت نظارت یک سرکارگر قرار می گرفت؛ بنابراین بازرسی های تمام وقت در محل کار ظاهر شدند و مرحله سوم از تاریخ کنترل کیفیت به نام

www.takbook.com

کنترل کیفیت توسط بازرس ها به وجود آمد. در این مرحله کنترل کیفیت به طور جداگانه سازماندهی شد و منجر به تشکیل گروه بازرسان گردید. این امر تا سال ۱۹۳۰ ادامه داشت با وجود این پیشرفت ها هنوز بررسی های لازم نسبت به مطالعه عامل انسانی صورت نگرفته بود.

۱-۹-۴- کنترل کیفیت آماری[۱]

از زمان جنگ جهانی دوم، موقعی که تولید انبوه در مفهوم وسیعی مطرح شد، مرحله جدیدی از کنترل کیفیت به نام کنترل کیفیت آماری پا به عرصه ظهور نهاد، در واقع این مرحله حالت توسعه یافته تری نسبت به مرحله قبل بود به طوری که سازمان های بازرسی را کاراتر می ساخت، بازرسان به ابزارهای آماری اندکی چون روش های نمونه گیری و چارت های کنترلی مجهز شدند. مهم ترین خاصیت این روش ها استفاده از نمونه گیری به جای بازرسی صد در صد بود، که کنترل کیفیت آماری را به معنای کاربرد اصول و تکنیک های آماری در کلیه مراحل تولیدی نگهداری و خدمات به منظور ارضای تقاضا به طور اقتصادی نامیدند.

در این مرحله، کنترل کیفیت با رشدی آرام فقط در محیط تولید مطرح بود. رشد آهسته کنترل کیفیت هیچگاه سدی برای توسعه روش های آماری و تکنیکی نبوده ولی آنچه که باعث می شد تا نتایج این روش ها به کار گرفته نشوند دید محدود نسبت به کنترل کیفیت و فرآیند تصمیم گیری بود. ضعف بیان شده در این مرحله منجر به ظهور پنجمین مرحله و آن کنترل کیفیت جامع بود.

۱-۹-۵- کنترل کیفیت جامع[۲]

تنها زمانی که شرکت ها شروع به توسعه تصمیم گیری و عملیات مربوط به کیفیت محصول در سطح کل شرکت گرفتند نتایج موثری در بهبود کیفیت محصول و کاهش هزینه حاصل گردید. نگرش کیفیت جامع باعث شد که بازنگری در طراحی به طور منظم و نه اتفاقی صورت گیرد و تجزیه و تحلیل فرآیند تولید و اعمال کنترل در امور تولید انجام شود و هرگاه لازم باشد، تولید متوقف شود. این نگرش باعث شد که کنترل کیفیت آماری در کنار تکنیک های دیگری چون قابلیت اطمینان، سیستم های اطلاعاتی کیفیت، ایجاد انگیزه کیفیت، که امروزه در صنایع مدرن به کار گرفته می شوند، قرار گیرد. در نتیجه کنترل کیفیت جامع عبارت است از یک سیستم موثر و کارآمد برای ترکیب تلاش بخش های مختلف سازمان اعم از بازاریابی، مهندسی، تولید و خدمات پس از فروش در زمینه های توسعه و حفظ و بهبود کیفیت محصولات و خدمات با رعایت اصول اقتصادی و صرفه جویی که رضایت کامل مشتری را به دنبال داشته باشد.

فلسفه سیستم کنترل کیفیت جامع این است که مسئولیت کیفیت هر کالا یا خدمت به عهده انجام دهنده آن است و چنانچه انگیزه مناسب و آموزش لازم برای کارکنان که انجام دهنده در شرکت ها هستند فراهم گردد، باعث خواهد

---

۱ -Statistical Quality Control (S.Q.C)
۲ -Total Quality Control (T.Q.C)

www.takbook.com

شد که فر فرد آنها سعی نمایند در کار روزانه به بهبود کیفیت کمک کنند. بنابراین مدیریت بایستی وسایلی فراهم سازد که از نیروی فکری و هوش کارکنان به طور مطلوب و مناسب استفاده شود.

این دیدگاه تأثیر عمیقی روی فعالیت های مدیریتی و مهندسی گذاشت طوری که از اوایل دهه ۱۹۸۵ مفهوم جدیدی به نام مدیریت کیفیت جامع مطرح شده است که در آن از کیفیت به عنوان یک استراتژی کاری برای مدیریت نام می برند، چرا که کیفیت محصولات در یک شرکت به وسیله فلسفه، تعهد و سیاست کیفیت مدیریت عالی و میزان اجرای واقعی این سیاست، حاصل می گردد و از آنجایی که اساساً وظیفه مدیریت عالی در اینجا، هدایت و رهبری و هماهنگی کلیه فعالیت های مربوط به کیفیت از طریق شرکت است، مدیریت کیفیت جامع اصطلاح مناسبی است که این مفهوم کنترل کیفیت را تشریح می نماید.

۱۰-۱- اگر استانداردها وجود نداشتند چه اتفاقی می افتاد؟

اگر استانداردها وجود نداشتند ما به سرعت متوجه این موضوع می شدیم. استانداردها در زندگی انسانها نقش بزرگی را ایفا می کنند اگر چه این نقش در اغلب اوقات به صورت نا مرئی عمل می کند. در غیاب آنها اهمییتشان آشکار می شود. به عنوان مثال به عنوان مصرف کننده یک کالا در نبود استاندارد ها از بد شدن کیفیت یک کالا مطلع میشویم.ما اغلب از اهمیت استانداردها در ارتقاء سطح کیفیت، راحتی استفاده، بازده و قابلیت تعویض ناآگاه هستیم، همچنان که از فراهم آوردن این امکانات با قیمت اقتصادی تا آگاه هستیم. ایزو بزرگترین توسعه دهنده استاندارد در دنیا است. اگر چه فعالیت عمده ایزو توسعه فنی استانداردها است در عین حال استانداردهای ایزو دارای انعکاس زیاد اقتصادی و اجتماعی است. استانداردهای ایزو باعث تغییرات مثبت میشوند; نه تنها برای مهندسان و صاحبان شرکت بلکه برای کسانی که مشکلات ساده را در تولید و توزیع حل میکنند و در کل برای عموم مردم. استانداردهای بین المللی که ایزو آنها را توسعه میدهد بسیار مورد استفاده و کاربردی هستند.آنها برای انواع سازمانهای تجاری، دولتها، مدیران فروش، متخصصان تنظیم اظهارنامه های مالی، تامین کنندگان مواد اولیه، سرویس دهندگان عمومی و خصوصی و در نهایت خریداران و مصرف کنندگان نهایی مفید اند. استانداردهای ایزو در توسعه، تولید و تهیه محصولات و سرویس های کارآمد، ایمنتر و تمیزتر به ما کمک می کنند. آنها معامله بین کشور ها را آسان تر می کنند. آنها برای دولتها سلامتی، ایمنی و قوانین محیط زیستی را فراهم می کنند. انتقال تکنولوژی را به کشورهای در حال توسعه آسانتر می کنند. همچنین استانداردهای ایزو از مشتریان و مصرف کنندگان عمومی در برابر محصولات و سرویس های ارائه شده محافظت می کند و در کل زندگی را برای آنها ساده تر می کند. وقتی همه کارها درست انجام می شود؛ مثلا سیستمها، ماشینها و دستگاه ها درست و مطمئن کار می کنند، اغلب به این دلیل است که استاندارد ها پیاده سازی شده اند و سازمانها مسوول استفاده از هزاران استاندارد هستند که آنه ISO نام دارند.

www.takbook.com

۱-۱۱- استاندارد چیست؟

همه ما تاکنون بارها لفظ استاندارد را در صحبتهای روزمره خود بکار برده ایم؛ اما به راستی واژه استاندارد به چه معنی است؟ همانطور که از کاربرد عامیانه این کلمه بر می آید، می توان استاندارد را به معنی مجموعه‌ای از الزامات (باید ها) درنظرگرفت که چارچوب انجام کار را مشخص می سازد. به طور کلی در انجام یک فعالیت که منجر به ایجاد یک محصول می گردد، چهار نوع الزام وجود دارد. این چهار الزام عبارتند از:

۱. الزامات مربوط به محصول: به عنوان مثال ولتاژ تغذیه کلیه وسایل برقی خانگی باید برابر ۲۲۰ ولت باشد.
۲. الزامات مربوط به فرآیند: به عنوان نمونه ، در فرآیند طراحی محصول ، سوابق طراحی باید حفظ و نگهداری شوند .
۳. الزامات مربوط به سازمان: به عنوان مثال تعیین نرخ مکالمه مشترکین تلفن ثابت شرکت مخابرات اصفهان تابع مصوبات وزارتخانه است.
۴. الزامات مربوط به مشتری: مربوط به مواردی است که مشخصات کالا توسط مشتری تعیین می شود.

۱-۱۱-۱- مدیریت کیفیت

واژه کیفیت نیز از واژه هایی است که به وفور مورد استفاده قرار می گیرد اما چه تعریفی می توان برای آن در نظر گرفت؟ از دیدگاه افراد مختلف، کیفیت معانی مختلفی دارد که قبلا نیز بدان اشاره گردید؛ اما به عنوان خلاصه می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- کیفیت یعنی مطابقت با مشخصات و نیازمندیها
- کیفیت یعنی رضایت مشتری - کیفیت یعنی به وجد آوردن مشتری
- کیفیت یعنی مناسب بودن برای کاربرد مورد نظر
- کیفیت یعنی مشتری برگردد اما محصول بر نگردد
- کیفیت یعنی قابلیت نگهداری و تعمیر
- کیفیت یعنی قابلیت اعتماد ودوام محصول
- کیفیت یعنی تحویل به موقع
- کیفیت یعنی بی نقص بودن
- استاندارد ISO ۹۰۰۰ : ۲۰۰۰ کیفیت را اینگونه تعریف می کند:

میزانی که مجموعه ای از ویژگیهای ماهیتی، الزامات و یا خواسته ها را برآورده می سازد.

بنابر تعریف فوق، کیفیت شاخصی است که نشان می دهد تا چه اندازه ویژگیهای ماهیتی (همان الزامات مربوط به محصول) و سایر الزامات و خواسته های مشتری برآورده شده اند. هر چه محصول ایجاد شده، تطابق بیشتری با الزامات چهار گانه تعریف شده قبل داشته باشد، می توان گفت آن محصول کیفیت بالاتری دارد و بالعکس. به عبارت ساده تر، تمایل یک فرد به خرید یک کالا در صورتیکه اجباری در کار نباشد، نشان دهنده این است که آن کالا

www.takbook.com

کیفیت مورد نظرخریدار را دارد. اکنون با مشخص شدن مفهوم کیفیت، می توان مدیریت کیفیت را به صورت زیر تعریف کرد.

کلیه فعالیتهای هماهنگ برای جهت دهی و کنترل یک سازمان در رابطه با کیفیت را مدیریت کیفیت می نامند. در نتیجه، استاندارد های مدیریت کیفیت الگوهایی هستند که چارچوب و شیوه صحیح انجام فعالیتهای یک سازمان برای دستیابی به کیفیت را تعیین می نمایند.

۱-۱۱-۲- استاندارد سیستم کیفیت: ISO ۹۰۰۰

این استاندارد الگویی برای هدایت و راهبری فعالیتهای مرتبط با کیفیت در سطح کل سازمان ارائه می نماید. درتقسیم بندی استانداردها، این استاندارد از استانداردهای تشویقی (نه اجباری) بین المللی است که در سطح کل سازمان مطرح می شود. ISO ۹۰۰۰ ویرایش سال ۲۰۰۰ در برگیرنده خانواده ای از استانداردها است که هر کدام کاربرد ویژه ای دارند. به عنوان نمونه به برخی از آنها اشاره می شود:

- ایزو ۹۰۰۰ مبانی سیستم مدیریت کیفیت را تشریح و اصطلاحات مربوط به سیستمهای مدیریت کیفیت را بیان می نماید.
- ایزو ۹۰۰۱ الزامات یک سیستم مدیریت کیفیت را برای مواردی مشخص می کند که سازمان نیازمند اثبات توانائی خود در ارائه محصولاتی است که خواسته های مشتری و الزامات قانونی مربوطه را برآورده می نماید و هدف آن ارتقای رضایت مشتری است.
- ایزو ۹۰۰۴ راهنمائی هایی برای در نظرگرفتن اثر بخشی و نیز کارائی سیستم مدیریت کیفیت ارائه می کند. هدف این استاندارد بهبود عملکرد سازمان و رضایت مشتریان و سایر افراد ذینفع است. این استاندارد برای دریافت گواهینامه یا مقاصد مرتبط با قراردادها کاربرد ندارد.
- ایزو ۱۹۰۱۱ راهنمایی هایی برای ممیزی سیستمهای مدیریت کیفیت ومدیریت زیست محیطی ارائه می کند.

۱-۱۲- ایزو[۱] چیست؟

ایزو یک شبکه از موسسات استاندارد ملی در ۱۴۷ کشور دنیا است که بر پایه یک مرکز در هر کشور و یک مرکز اصلی در شهر ژنو – سویس- است که وظیفه هماهنگی مراکز مختلف را دارد. ایزو یک موسسه غیر دولتی است؛ یعنی، مانند سازمان ملل اعضای ان هر کدام نماینده ملی کشور خود نیستند. با این همه ایزو یک نقش مهم بین قسمتهای خصمصی و عمومی بازی می کند. دلیل اول آنکه اعضای ان یا در دولت و موسسات دولتی دارای سمت هستند و یا نامیده دولت هستند. از طرف دیگر بقیه اعضا که نقش خصوصی دارند دارای نقش مهم در ارتباطات صنعتی هستند. بنابراین ایزو مانند یک پل ارتباطی عمل می کند که رضایت کسب و کار و همچنین درخواست

۱ - International Organization for Standardization

www.takbook.com

عموم را هر دو تامین می کند. ایزو به چه معنی است؟ به دلیل آن که ایزو دارای اختصارات متعددی در زبانهای متعدد است (IOS در انگلیسی و یا OIN در زبان فرانسوی معادلی برای آن در نظر گرفته شد: Organisation internationale de normalization)، به همین دلیل تصمیم گرفته شده تا از لغت یونانی **isos** به معنی برابر استفاده شود.

۱-۱۲-۱- استانداردهای ایزو چگونه به جامعه سود می رسانند؟

الف) برای تجارت:

پذیرش عمومی استانداردهای بین المللی باعث می شود که تولید کننده اساس توسعه محصولات و سرویسهای خود را بر این اساس گذاشته و در نتیجه به مقبولیت عمومی دست پیدا کند. همچنین باعث می شود که کسب و کارهایی که بر اساس استانداردهای بین المللی ایجاد شده اند به راحتی در نقاط مختلف دنیا قابل رقابت باشند.

ب) برای خریداران:

مطابقت و سازگاری عمومی محصولات در جهان که در اثر پیروی از استانداردهای بین المللی بوجود آمده است باعث شده است تا مصرف کنندگان دارای قدرت انتخاب بیشتر شوند و همچنین از قیمت پا یین تر که در اثر رقابت بوجود آمده است بهره برند.

ج) برای دولتها:

استانداردهای بین المللی پایه های تکنولوژیکی و علمی را فراهم می کند که باعث پایه ریزی سلامتی، امنیت و حفظ طبیعت می شود.

د) برای کشور های توسعه یافته:

استانداردهای بین المللی به کشورهای توسعه یافته این امکان را می دهد که که با سرمایه گذاری صحیح بر روی منابع کمیاب خود از اتلاف آنها جلوگیری کنند.

هـ) برای مصرف کنندگان:

انطباق محصولات و سرویس ها با استانداردهای بین المللی مصرف کننده را از کیفیت، امنیت و راحتی مطمئن می سازد.

و) برای همه افراد:

استانداردهای بین المللی به همه کمک می کند تا از امنیت حمل و نقل، دستگاه ها و لوازمی که استفاده می کنند، مطمئن باشند.

ز) برای محیط زیست:

برای محیط زیستی که در آن ساکن شدیم، استاندارد های بین المللی برای هوا، آب و کیفیت خاک و انتشار گازها و تشعشعات می تواند به ما در حفظ محیط زیست کمک کند.

www.takbook.com

۱-۱۲-۲- مزایای استقرار استاندارد سیستم کیفیت ایزو:

- کاهش دوباره کاری ها
- بهبود فرآیندها
- بهبود بهره وری و کارایی
- بهبود ارتباطات داخل سازمانی
- بهبود وضعیت مستندات
- شفاف سازی حدود مسئولیتها و اختیارات
- افزایش قابلیت رقابت
- کاهش شکایات مشتریان
- افزایش سود آوری

۱-۱۳- اصول مدیریت کیفیت

اصول هشت گانه زیر مبانی فکری مدیریت کفیت را در بر می گیرند. در واقع هر سیستم مدیریت کیفیت باید بر مبنای اصول زیر پی ریزی گردد:

اصل اول: مشتری مداری

این اصل در واقع مهمترین اصل یک سیستم مدیریت کیفیت است. در دنیای امروز رضایت مشتری مهمترین هدف هر سازمان بوده و هر فعالیتی از مشتری شروع شده و به مشتری ختم می گردد. سازمان بایستی نیازهای امروز و آینده مشتری را شناسائی نموده، نیازمندیهای مشتری را برآورده کند و از انتظارات وی فراتر رود. فواید این اصل برای سازمان، عبارتند از:

- افزایش سهم بازار بدنبال پاسخ سریع وانعطاف پذیر به نیازهای بازار.
- استفاده موثر از منابع سازمان برای ارتقاء رضایت مشتری.
- ایجاد وفاداری و ماندگاری مشتری برای عقد قراردادهای جدید.

شایان ذکر است که توجه به نیازمندیهای مشتری و برآورده نمودن آنها اساسا یک بحث فرهنگی – اخلاقی است که در تمام فرهنگها و تمدنها جلوه هایی از آنرا می توان مشاهده کرد. به عنوان نمونه تعریف مشتری از دیدگاه گاندی را مرور می کنیم:

مشتری مهم ترین ناظر در محدوده کار ما است. او به ما وابسته نیست، ما به او وابسته ایم. مزاحم کار ما نیست، هدف کار ماست، بیگانه ای درکار ما نیست، بخشی از کار ماست. این ما نیستیم که با انجام کار او لطفی در حقش می کنیم، اوست که با فراهم کردن فرصت در حق ما لطف می کند. " ماهاتما گاندی "

www.takbook.com

اصل دوم: رهبری

رهبران یگانگی در هدف و سمت و سوی حرکت سازمان را ایجاد می نمایند. آنها بایستی محیطی را در داخل سازمان ایجاد نمایند که در آن کارکنان بتوانند در دستیابی به اهداف کلان، مشارکت کامل داشته باشند. فواید این اصل برای سازمان عبارتند از:

- ✓ کارکنان اهداف سازمان را درک کرده و در راستای دستیابی به آنها تشویق و ترغیب می شوند.
- ✓ فعالیتها به طور یکسان ارزیابی، برنامه ریزی و اجرا می شوند.
- ✓ ارتباطات غلط بین سطوح مختلف سازمان به حداقل کاهش پیدا می کند.

اصل سوم: مشارکت کارکنان

کارکنان در تمام سطوح، پایه و مبنای یک سازمان را تشکیل می دهند و مشارکت کامل آنها امکان بهره مندی سازمان از قابلیت های کارکنان را فراهم می آورد. در واقع براساس نظریه مدیریت کیفیت، مهمترین منابع یک سازمان، منابع انسانی هستند. دستاوردهای این اصل برای سازمان عبارتند از:

- ❖ کارکنان با انگیزه، متعهد و دخیل درسازمان
- ❖ نوآوری و خلاقیت درپیشبرد اهداف کلان سازمان
- ❖ پاسخگویی و پذیرش مسئولیت کارکنان در مقابل عملکرد خود
- ❖ اشتیاق کارکنان به مشارکت و سهیم بودن در بهبود مستمر

اصل چهارم: نگرش فرآیندی

زمانی که کلیه فعالیتها و منابع مرتبط با آنها در سازمان بعنوان مجموعه ای از فرآیندهای مرتبط با یکدیگر تلقی شده و مدیریت گردند، دستیابی به نتایج دلخواه موثر و کارآتری حاصل می گردد. نگرش فرآیندی معمولا در مقابل دیدگاه بخشی مطرح می گردد. نتایج نگرش فرآیندی در یک سازمان عبارتند از:

- ▪ هزینه های کمتر و کاهش زمان انجام کار از طریق استفاده موثرتر از منابع
- ▪ نتایج بهبود یافته، سازگار و قابل پیش بینی
- ▪ تمرکز و الویت بندی فرصتهای بهبود

اصل پنجم: نگرش سیستمی در مدیریت

شناسائی، درک و مدیریت فرآیندی مرتبط با یکدیگر بعنوان یک سیستم، به موثر بودن و کارآیی سازمان در دستیابی به اهداف کلان خود، کمک می نماید. با نهادینه کردن این نگرش نتایج زیر بدست می آید:

- ادغام و هم راستا کردن فرآیندها که به بهترین شکل دستیابی به نتایج دلخواه را امکان پذیر می سازد.
- قابلیت متمرکز کردن تلاشها بر فرآیندهای کلیدی

www.takbook.com

- ایجاد اطمینان در طرفهای علاقه مند از نظر سازگاری، موثر بودن و کارآیی سازمان

اصل ششم: بهبود مداوم بهبود مداوم

عملکرد کلی سازمان بایستی یک هدف کلان همیشگی برای سازمان باشد. این اصل تاثیرات و نتایج مثبت فراوانی برجای خواهد گذاشت از جمله :

- فواید عملکردی به دنبال قابلیت های بهبود یافته سازمانی
- هم راستا کردن فعالیت های بهبود در تمام سطوح در جهت هدف استراتژیک سازمان
- انعطاف پذیری در واکنش سریع به فرصتها

اصل هفتم: تصمیم گیری بر مبنای واقعیات

برای تصیم گیری موثر و حصول به نتایج مطلوب در یک سازمان اولا باید آمار و ارقام درستی از عملکرد مجموعه موجود باشد و ثانیا تصمیم گیریها باید مبتنی بر تجزیه و تحلیل این اطلاعات و داده ها باشد. آثار مثبت این اصل عبارتند از:

- تصمیمات مبتنی بر اطلاعات درست و قابل اعتماد.
- توانایی بیشتر برای اثبات موثر بودن تصمیمات گذشته از طریق ارجاع به سوابق واقعی
- توانائی بیشتر برای بازنگری، رویارویی و تغییر دیدگاهها و تصمیمات

اصل هشتم: روابط متقابلا سودمند تامین کنندگان

سازمان و تامین کنندگان (پیمانکاران) آن به یکدیگر وابسته بوده و بهره مندی متقابل و دوجانبه در ارتباطات بین آنها، توانائی هر دو را برای ایجاد ارزش افزوده ارتقاء می بخشد. فواید این اصل عبارتند از:

- ارتقاء توانائی های سازمان و تامین کنندگان برای ایجاد ارزش
- انعطاف پذیری و سرعت در پاسخ ها و واکنش های مشترک به تغییرات بازار یا نیازها و انتظارات مشتریان
- بهینه کردن هزینه ها و منابع

www.takbook.com

فصل ۲

سیستم های کیفیت

۲-۱- مقدمه

احتمالا بشر اولیه نیز همواره دغدغه کیفیت ابزارها و لوازم مصرفی خود را داشته است و لذا نمی توان تاریخی برای شروع سیستم های کیفیت معین کرد، اما توجه جدی به مساله کیفیت با استفاده از دیدگاههای علمی از اواسط قرن بیستم و با گسترش سریع سیستمهای تولید انبوه آغاز شد. زمانی که ظرفیت عرضه کالاها و خدمات از میزان تقاضا بیشتر شد و رقابت جدی بین عرضه کنندگان پیش آمد، توجه به کیفیت برای افزایش سهم بازار اهمیت زیادی پیدا کرد. عوامل زیادی بر تغییر نگرش به کیفیت تاثیر گذاشته اند. رشد روز افزون تکنولوژی که تنوع محصولات وظرفیت عرضه شده آنها را به شدت افزایش داده است در مقابل تقاضای ظاهرا محدود فعلی که توان جذب همه محصولات عرضه را ندارد، منجر به رقابت شدیدی بین عرضه کنندگان محصولات و خدمات برای کسب سهم بیشتری از بازار شده است. از طرف دیگر تصویب قوانین جدید در حمایت از مصرف کنندگان و تغییر انتظارات و خواسته های مشتریان و مصرف کنندگان، عرضه کنندگان را بر آن داشته است که توجه ویژه ای به مقوله رضایتمندی مشتریان داشته باشند. نکته بسیار مهمی که باید به آن توجه نمود این است که الگوهای سیستم کیفیت تماما با دید اقتصادی مطرح شده اند. لذا برای راهبری و اداره موفق یک سازمان، ضروری است که آن سازمان به طریقی نظاممند و شفاف،

www.takbook.com

هدایت و کنترل گردد. موفقیت می تواند ناشی از استقرار و برقرار نگه داشتن سیستم کیفیتی باشد که برای بهبود داوم سازمان طراحی شده و در عین حال به نیازهای تمامی طرفهای ذینفع نیز توجه دارد.

۲-۲- انواع سیستم های کیفیت

سیستم های کیفیت، به صورت زیر تقسیم بندی می گردد که هر یک را به طور کامل تشریح می کنیم:

- نظام پیشنهادات (S.S)
- حلقه های کنترل کیفیت (Q.C.C)
- کنترل کیفیت جامع (T.Q.C)
- تعمیم وظیفه کیفیت (Q.F.D)
- سیستم نقص صفر (Z.D)
- کنترل کیفیت آماری (S.Q.C)

۲-۲-۱- نظام پیشنهادات[۱] (S.S)

سیستم پیشنهادات قسمتی از یک نظام کلی برای بوجود آوردن روحیهٔ مشارکت فردی و گروهی در بین کلیه کارکنان شر کت و ایجاد پویایی و جو همکاری در بین آنها برای بهبود فرآیندها و فرآورده ها است. برای اولین بار در سال ۱۸۸۰ میلادی شرکت کشتی سازی ویلیام دنی اقدام به ایجاد یک سیستم پیشنهادات نمود. در آمریکا، شرکت برادران پاترسون که معدن زغال سنگ داشتند، در سال ۱۸۹۴ صندوق پیشنهادات رادایر کردند. همچنین شرکت کداک در سال ۱۹۹۸ سیستم پیشنهادات را بوجود آورد. در سیستم پیشنهادات «مشارکت و نظم از عوامل مهم در کارآیی سیستم مشارکت است.»

در سیستم پیشنهادات، پیشنهادها به دو دسته تقسیم می شوند:

الف) پیشنهادهای کمی: پیشنهادهایی که سودعاید شرکت می نماید و قابل محاسبه هستند.

ب) پیشنهادهایی که شرایط کار را بهبود می بخشد و سود عاید شرکت نمی نماید.

این سیستم توجه اصلی خود را بر ارتقاء و ارضا کارکنان گذارده است. این نظام به عنوان جزء اصلی نظام مدیریتی موجود در سازمان های ژاپنی است و به عنوان برنامه اصلی و استراتژیک شرکت های ژاپنی به دقت طراحی، اجرا و مورد ارزیابی قرار می گیرد. وظیفه اصلی مدیریت ارشد سازمان اجرا و به کارگیری روش هایی مناسب برای جمع آوری پیشنهادات کارکنان است. هدف این نظام افزایش روحیه کاری و مشارکت مثبت کارکنان است. این نظام زمانی ثمربخش است که شرایط لازم جهت فعال نمودن آن برقرار باشد که از جمله آن موارد زیر است:

۱- مدیریت باید به منظور شرایط محیط تمام سعی خود را جهت تشویق کارکنان به ارائه پیشنهاد بنماید.

۱ - Suggestion System

www.takbook.com

۲- *مدیریت باید در ارتقاء دانش کارکنان بکوشد تا قادر به تشخیص و تجزیه و تحلیل مسائل پیرامون خود شوند.*

شرکت ماتسوشیتا در سال ۱۹۸۵ بیش از ۶ میلیون پیشنهاد دریافت نمود. از هدف های نظام پیشنهادات این است که اجرای پیشنهادات رسیده افزایش سطح استانداردها را هم همراه خواهد داشت. مثلاً وقتی کارگیری پیشنهاد می کند که بهتر است قطعه ویژه ای روی ماشین نصب شود، این مورد مستلزم آن است که کارگر کارش را بهتر و با دقت بیشتری نسبت به گذشته انجام دهد. از آنجا که استاندارد جدید با میل و اراده خود کارگر افزایش یافته، پس به وسیله خود او هم رعایت می شود؛ در نتیجه، اگر به کارگران دستور داده شود که استانداردهای تعیین شده به وسیله مدیریت را رعایت کند آنها ممکن است تمایلی به انجام این کار نداشته باشد. به این طریق کارگران در بهسازی محیط کار خود مشارکت می کنند. جی.تویودا رئیس شرکت اتومبیل سازی تویوتا می گوید:

«از ویژگی های کارگران ژاپنی آن است که آنها از نیروی فکر خود بمانند دستهایشان در کار استفاده می کنند.»

نظام پیشنهادات در کنار عواملی چون کنترل کیفی، مدیریت انسان مدار، دوائر کیفی از جمله عوامل موفقیت سیستم بهره وری ژاپنی است. این نظام دارای شعارهایی به شرح ذیل به فعالیت هایش می پردازد:

« هر کارگر را یک مدیر بسازید. »، « هر کارگر را یک مهندس بسازید.»

۲-۲-۱-۱- تعریف پیشنهاد

پیشنهاد، طرحی است که بوسیله یک یا چند نفر ازکارکنان یا شهروندان واجد شرایط به منظور کاهش یا حذف هزینه ها یا بهبود عملکرد در سازمان و مدیریت شهری و .... ارایه می شود، یک ایده و پیشنهاد مناسب بایستی ضمن توجه به مشکلات موجود و مطرح راه حلهای مناسبی را نیز ارایه دهد. پیشنهاد بایستی عملی و کارا باشد. موضوعاتی که پیشنهاد تلقی نمی شود شامل موارد زیر است:

- شکایتها یا تقاضاها از افراد و واحدها
- موضوعاتی که قبلا توسط شخص دیگری پیشنهاد شده و یا به اجرا درآمده یا در دست اجرا باشد .
- موضوعات بی ربط با مسایل و فعالیتهای سازمان
- پیشنهادهای مبهم یا بیان موارد روشن
- بیان مشکلات بدون ارائه راه حل
- درخواستهای اداری از قبیل خرید تجهیزات و ملزومات اداری و ...

۲-۲-۱-۲- فلسفه سیستم پیشنهادات:

- ✓ ارج نهادن به فضایل و توانایی های انسان در محیط کار و برخورد با مشکلات
- ✓ افزایش حس تعلق سازمانی در کارکنان
- ✓ همسو کردن اهداف شرکت با اهداف کارکنان
- ✓ اشاعه فرهن گ کار جمعی و گروهی برای حل مشکلات و نارسایی ها و ارتقاء روابط سازمانی و فرآیندها.

www.takbook.com

۲-۲-۱-۳- اهداف سیستم پیشنهادات:

- ❖ افزایش سلامت، انعطاف پذیری، ریسک پذیری و اثر بخشی سازمانی در مقابل خواست مشتریان (داخلی و خارجی)
- ❖ زمینه سازی برای بروز خلاقیت ها و به فعل درآمدن استعدادهای کارکنان
- ❖ مشارکت کارکنان برای بهبود فرآیندها و فرآورده ها از طریق ارائه پیشنهاد
- ❖ بهبود شرایط محیطی کار
- ❖ افزایش انگیزه در کارکنان
- ❖ ارتقاء کمی و کیفی فعالیت های شرکت
- ❖ افزایش رضایت مشتری و به دست آوردن سهم بیشتر بازار

۲-۲-۱-۴- مراحل مختلف پیاده کردن نظام مشارکت:

مرحله اول) تهیه و انتشار اطلاعیه در مورد شروع استقرار نظام پیشنهادات در شرکت، توسط مدیریت محترم عامل

مرحله دوم) تعیین یک نفر به عنوان مدیر مشارکت

مرحله سوم) تهیه یک برنامه زمان بندی یکساله توسط مدیر مشارکت و تصویب آن توسط شورای کیفیت

مرحله چهارم) تعیین محلی به نام مشارکت

مرحله پنجم) تهیه آیین نامه نظام مشارکت از طریق سیستم پیشنهادات

مرحله ششم) تهیه شرح وظایف افراد شاغل در تشکیلات نظام مشارکت

مرحله هفتم) برگزاری سمینار و آموزش برای کلیه رده های سازمانی

مرحله هشتم) تعیین هسته های همیاری تخصصی برای ارزیابی پیشنهادات

مرحله نهم) دریافت پیشنهادات

سیستم پیشنهادات، تهییج حس ابتکار کارگران رده های پایین تر را مورد تأکید قرار می دهد، برای ایجاد این هیجانات تشویق های روانی و نقدی به کار گرفته شد. نظام پیشنهادات که کار خود را با پیشنهادات فردی آغاز می کند، در نهایت چاره ای نمی بیند که به نظام پیشنهادات گروهی بپیوندد و از همین نقطه است که پدیده حلقه های کنترل کیفیت در سیستم مدیریت کیفی ژاپن متولد گردید.

www.takbook.com

۲-۲-۲- حلقه های کنترل کیفیت[۱] (Q.C.C)

این دوائر کیفی که از دهه ۱۹۶۰ در صنایع ژاپن تأسیس گردید، در واقع محل اجتماعی را فراهم می سازد تا در محیط های کاری ایده ها با هم تبادل یابند و کارکنان یکدیگر را جهت کار بهتر برانگیزند. جوران در دهه ۱۹۶۰ درباره نهضت Q.C.C مطلب زیر را دارد:

نهضت Q.C.C نهضتی عجیب، عظیم و حیرت آور است که به نظر می آید هیچ کشور دیگر «قادر به تقلید از آن نباشد. از طریق توسعه این نهضت ژاپن مایل است که رهبری کیفیت را در جهان به دست آورد.»

به لحاظ ریشه های تاریخی باید گفت که این حلقه ها ابتداعاً در سال ۱۹۶۲ در ژاپن بنیان گذارده شد. کائورو ایشی کاوا به جهت حل مسائل روابط صنعتی پیشنهاد کرد که رضایت شغلی بهترین وسیله برای از بین بردن این نوع مسائل است. در همین سال مرکز حلقه های کنترل کیفی ایجاد شد. ژاپنی ها علاوه بر آموزش سرپرستان، تشخیص دادند که حضور مدیران در این حلقه ها جهت موثر بودن فعالیت آنها بسیار ضروری است. رشد این حلقه ها ناگاه در سال های ۱۹۶۷ به بعد سرعت گرفت.

این حلقه ها از ۵ تا ۱۰ نفر عضو در محدوده یک کارگاه که به طور داوطلبانه به مشارکت با هم جهت حل مشکلات و مسائل محیط کاری خود فعالیت می کنند تشکیل می شود. در حال حاضر تقریباً از هر ۸ کارگر ژاپنی یک نفر از آنها در این حلقه ها عضویت دارد. به طور مختصر و فشرده می توان QCC را اینگونه تعریف کرد:

QCC مشارکت داوطلبانه گروه های کوچکی از کارکنان در محدوده یک کارگاه جهت انجام فعالیت های کنترل کیفی است. پنج اصطلاح و نکته در این تعریف وجود دارد:

۱- گروه کوچک

۲- داوطلبانه بودن

۳- مشارکت در کارها

۴- در محدوده یک کارگاه بودن

۵- فعالیت های کیفی محیط کاری را انجام دادن.

این حلقه ها فی الواقع تلاشی مثبت را جهت جستجوی مسأله و به کارگیری ابزارهای آماری جهت حل مسأله به کار می بندند. امروزه این حلقه ها نه تنها در کارخانه های تولیدی کاربرد دارند بلکه در ادارات، هتل ها، بانک ها و دیگر حوزه های خدماتی هم به کار گرفته شده اند. این حلقه ها به طور پیوسته در اندیشه افزایش توانایی های شخصی، آموزش های چندگانه و کنترل فرآیند تولید و بهسازی در محیط کار خود هستند. این حلقه ها علاوه بر مسائل کیفی در زمینه های کاهش هزینه، افزایش ایمنی و افزایش بهره وری در محیط کار فعالیت می کنند. اعضای این حلقه ها از گروه های آموزش یافته متخصص نیستند؛ بلکه کارگران و سرپرستانی هستند که پاره ای دوره های آموزشی را گذرانده اند.

این نکته باید مورد توجه قرار گیرد که استفاده از این حلقه ها تنها برای بهبود دادن به روش کار نیست؛ بلکه نکته اصلی در آن ارتقاء سلامت روانی کارگر است. حمایت مدیران عالی جهت موثر شدن فعالیت های QCC بسیار

۱ - Quality Control Circles

www.takbook.com

حیاتی است. تأمین مخارج کنفرانس ها و تشویق به اینکه جلسات QCC در ساعات اداری تشکیل شود خود در کارایی بالاتر فعالیت های این حلقه ها بسیار موثر است.

این مطلب مهم است که هدف ها به مدد کارگران فرموله شود که به این ترتیب کارگران با شناختی که از اهداف به دست می آورند به آن علاقه مند شده و احساس راحتی خواهند کرد. با ایجاد این حلقه ها کارگر ژاپنی خود را عضوی از خانواده بزرگتر؛ یعنی، کارخانه می داند که به اظهار نظرها و عقایدش در آنجا اهمیت داده می شود و به او این امکان ارائه می گردد که استعدادهای خود را بروز دهد. منافع حاصل از ایجاد QCC را برای مدیران می توان به شرح زیر فهرست نمود:

۱- بهبود روحیه کارکنان
۲- اصلاح وضع ایمنی
۳- تقویت تیم های کاری
۴- بهبود کیفیت
۵- برقراری ارتباطات انسانی بهتر

اما این حلقه ها برای سرپرستان هم منافعی به شرح زیر دارد:

۱- فراهم شدن موقعیت یادگیری
۲- بهبود ارتباطات با مافوق
۳- اشراف بیشتر بر مشکلات
۴- بهتر شدن شرایط کار

به کمک این حلقه ها می توان مسائل را در سرچشمه های آن تحت کنترل در آورد. در طرح مدل راه اندازی این حلقه ها بر هفت نکته به شرح زیر تأکید شده است:

۱- درک مفاهیم QC , QCC توسط مدیران عالی
۲- شرکت سرپرستان QCC به اتفاق مدیران در سمینارهای کنترل کیفی و بازدید از کارخانه هایی که این فعالیت در آنها صورت گرفته است.
۳- باید فردی به عنوان مروج QC انتخاب شود که مهندس باشد و از وی درخواست شود که جزوه ای راجع به فعالیت های شرکت تهیه کنند که برای سرپرستان و اعضای QCC قابل استفاده باشد. از این طریق می توان فهمید که مهندسین درباره شرکت و فعالیت های آن تا چه حد اطلاع دارند.
۴- به متقاضیان سرپرستی QCC آموزش داده شود.
۵- سرپرستان تعلیم دیده به محل کار خود برگشته و به کمک کارگران خود QCC را تشکیل دهند.
۶- سرپرستان آموخته های خود را به اعضای حلقه های آموزش دهند. به این شکل کنترل و نظارت سرپرست بر کل کار حفظ می شود. چرا که اگر مهندسین آموزش دهند ممکن است کارگران با هوش از سرپرستان خود جلو افتند و کار سرپرستی وی را دچار مشکل سازند.

www.takbook.com

۷- موضوع انتخاب شده برای بحث آشنای همه باشد. در هر زمینه بعد از اطلاع کافی اجازه بحث داده شود.

❖ اما در کجا می توان این حلقه ها را تأسیس کرد:

۱- در جایی که سرپرست و مافوق او هر دو از نوع Y باشند.

۲- رئیس شرکت قانع شده باشد که QCC ضروری است.

۳- نوع ریاست شرکت اقتدار طلبانه (تیلوریسم) نباشد.

۴- ساختار سازمان وارونه شود؛ یعنی با فعال شدن QCC رده های پایین تر اهمیت یابند و سطوح میانی، نقش رابط و سطوح عالی، نقش حامی را ایفا کنند.

❖ سه مقصد اصلی در باطن تأسیس این حلقه ها را ایشی کاوا پدر حلقه های کنترل کیفیت به شرح زیر فهرست می کند:

۱- تشریک مساعی و همکاری گروهی به منظور توسعه و گسترش فعالیت های سازمانی

۲- حرمت گذاری به نیروی انسانی و ایجاد محیط کاری لذت بخش

۳- توجه به استعدادهای افراد و فراهم ساختن زمینه های لازم جهت بروز حداکثر خلاقیت در افراد.

به طور کلی تشویق سرپرستان به فراگیری مهارت های جدید و افزایش روحیه کارکنان و ارتقاء آموزش آنها و تلاش برای همه فعالیت های سطح شرکت از طریق گسترش مشارکت بین بخش ها و کارکنان و تشویق به فعالیت های گروهی از جمله نکات اساسی مورد توجه این حلقه ها هستند.

قبل از آغاز فعالیت حلقه های کنترل کیفیت، پیش فرض هایی وجود دارد که حتماً باید مورد توجه قرار گیرد:

الف) بعد از اطلاع کافی قضاوت صورت گیرد.

ب) مشکلات به همکاران و بخش ها نسبت داده نشود.

ج) به مسائلی پرداخته شود که درباره آنها توانایی و بینش لازم وجود دارد.

❖ فعالیت حلقه های کنترل کیفیت ده مرحله ای طراحی شده است که به شرح زیر است:

مرحله اول: *با استفاده از تکنیک طوفان ذهنی تعیین مسأله صورت می گیرد.*

این روش در ۱۹۳۰ توسط الکسی آزبرن مطرح شد. در این روش ایده ها به مشارکت گذاشته می شود و اساس آن تشویق تفکر آزاد است؛ بنابراین انتقاد ممنوع است. برای اینکه ابداعات و ابتکارات در فضایی که در آن دودلی و درنگ وجود داشته باشد، خفه می شود. از نظر تعداد ارائه فکر در این روش هیچگونه محدودیتی وجود ندارد و تمام ایده ها هر چند ظاهراً بی ربط ثبت می گردد.

مرحله دوم: *مسائل اصلی با استفاده از اصل پارتو مشخص می گردند.*

اصل پارتو بیان می دارد که زیان های ناشی از بدی کیفیت هرگز به طور یکنواخت بین مشخصات کیفی مختلف توزیع نمی گردند. این زیان ها دارای توزیع نامتقارن هستند، به نحوی که درصد کوچکی از مشخصه های کیفی

www.takbook.com

همواره درصد بالایی از زبان های کیفیت را موجب می گردد. این اصل اولویت بررسی حلقه های کیفی را در زمینه مشکل زدایی مشخص می کند.

مرحله سوم: *تجزیه و تحلیل مسأله انتخاب شده تا روش مناسب برای حل به دست آید.*

در این مرحله از روش های دیاگرام علت و معلول و یا روش (۵W , ۱H) استفاده می شود که پرسش های (چه، چرا و کجا، چه کسی، چطور) را مطرح می کند.

مرحله چهارم: *تعیین اطلاعات مورد نیاز*

مرحله پنجم: *تهیه اطلاعات مورد نیاز به مقدار کافی و در زمان مناسب.*

در این مرحله از برگه های کنترل استفاده می گردد.

مرحله ششم: *تفسیر و ارزیابی اطلاعات با مشارکت اعضا*

مرحله هفتم: *ارائه راه حل مناسب و تعیین تمهیدات اجرای راه حل با استفاده از تکنیک Whatif است.*

تمهیدات با طرح پرسش هایی به این شرح که « اگر ... رخ دهد، آنگاه راه حل چه وضعیتی خواهد داشت. »

مرحله هشتم: *تدوین و ارائه راه حل مناسب به مدیریت.*

مرحله نهم: *اجرای راه حل مصوب.*

مرحله دهم: *تعیین و ثبت نتایج حاصل از اجرای راه حل.*

۲-۲-۳- کنترل کیفیت جامع[۱] (T.Q.C)

فلسفه آگاهی از جنبه های گوناگون کیفیت کالا یا خدمت، کنترل کیفیت فراگیر بر جزئیات عملیات، خود نظمی در تأمین کیفیت در کلیه مرحله ها و تشویق همه اعضای سازمان برای رسیدن به هدف بهبود کیفیت تأکید دارد. این فلسفه که در دوران بعد از جنگ توسط دمینگ در ژاپن ابداع شد و در عملیات تولیدی و ساخت و ارائه خدمات، به کار می رود. این ایده از این نکته رشد یافت که هر چیزی یک نقشی در تحصیل کیفیت بازی می کند، لذا TQC باید شامل هر کس و هر فعالیت موجود در سازمان باشد. اگر هر حلقه از زنجیره ضعیف باشد، کل زنجیره از هم می پاشد، مهمترین نکته نهفته در این مفهوم اتحاد و هم سخنی «مشتری – عرضه کننده – تولید کننده» است.

کورو ایشی کاوا در کتاب کنترل کیفیت فراگیر شیوه ژاپنی، کنترل کیفیت را چنین تعریف نموده است:

"کنترل کیفیت یعنی توسعه، طراحی، تولید و ارائه خدمات به محصولات با کیفیت، اقتصادی و قابل استفاده ای که باعث رضایت همیشگی مصرف کننده شود."

لذا اولین گام در کنترل کیفیت آگاهی از نیازهای مصرف کنندگان است. سازندگان درگیر کنترل کیفیت می‌شوند تا محصولاتشان را با کیفیتی مطابق با الزامات مصرف‌کنندگان بسازند. چراکه تطبیق با استانداردهای ملی (بین‌المللی) و یا مشخصه های فنی به تنهایی کافی نیست. استانداردهای ملی یا استانداردهای بین المللی برقرار شده بوسیله سازمان جهانی استاندارد (ISO) یا کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC) استانداردهای کاملی نبوده و

۱ - Total Quality Control

www.takbook.com

کمبودها و نواقص زیادی در آنها وجود دارد و محصولی که در چهارچوب آنها تولید شده باشد مصرف کنندگانش را راضی نخواهد ساخت.

بایستی توجه داشت که نیازهای مصرف‌کنندگان هر ساله تغییر می کند. بطور کلی حتی وقتی استانداردها اصلاح می‌گردند باز نمی توانند پا به پای نیازهای مصرف کننده حرکت کنند.

استانداردهای سیستم مدیریت کیفیت همچون ایزو ۹۰۰۱ نیز بر پایه ارتقای رضایت مشتری و مشتری مداری بنا شده اند و تاکید فراوانی در برآورده نمودن خواسته های مشتری بعنوان هدف سیستم مدیریت کیفیت داشته اند. بقول معروف مشتری، پادشاه است و حق انتخاب محصول در هر حال با مشتریان است. اصطلاحاً به این گونه سیستم ها بازارگرا می گویند که بر روش محصول گرا ترجیح داده می شود.

البته کیفیت را نبایستی فقط کیفیت محصول تلقی نمود بلکه وقتی با دید وسیع به این موضوع نگاه کنیم. کیفیت به معنی کیفیت کار، کیفیت خدمات، کیفیت اطلاعات، کیفیت فرایند، کیفیت واحدها، کیفیت افراد (از جمله کارگران، مهندسان، مدیران و مجریان)، کیفیت سیستم، کیفیت شرکت، کیفیت اهداف و ... است.

شرکتهایی که بر اصل «اول کیفیت» پافشاری می کردند، قادر شده اند کیفیت را بطور شگفت انگیزی ارتقاء بخشند. این کار طی یک دوره معین باعث افزایش قابل توجه بهره وری و به تبع آن کاهش هزینه و افزایش فروش و سود گردیده است.

مفهومی که از TQC در غرب مطرح است، با مفهوم ژاپنی آن متفاوت است. در فرهنگ ژاپن این اصطلاح تمام فعالیت های شرکت را در بر می گیرد. از عرضه کننده قطعات اولیه تا مصرف کننده نهایی یا به عبارت دیگر از مرحله خلق ایده محصول تا سال های مصرف توسط مصرف کننده تماماً در مفهوم TQC ژاپنی مورد لحاظ قرار می گیرد. در فرهنگ غربی کنترل یکی از وظایف مدیر محسوب می شود و در حالی که مدیر علاوه بر کنترل وظایف دیگر هم دارد. کنترل یک زیر سیستم برای سیستم مدیریت غربی معنی می شود در حالی که در فرهنگ ژاپنی کنترل معنایی مانند مفهوم مدیریت دارد و معنای غربی از کنترل را متبادر ذهن نمی کند. به همین خاطر است که TQC در ژاپن به لحاظ معنا همان مفهوم TQM غربی است.

به این ترتیب کنترل کیفیت از انحصار واحد ساخت خارج شده و به مسئولیت عمده و مشترک در تمام سطوح سازمان تبدیل شد. همه افراد در بهبود کیفیت تا حصول کامل رضایت مشتری مشارکت دارند.

TQC را هم می توان در دو بخش مفهومی و اجرا مطرح کرد. در بخش مفهومی ویژگی های آن به قرار زیر است:

الف) گرایش به سمت مشتری:

باید به خاطر داشت، کالایی که برای مشتری تهیه می شود، باید رضایت مشتری را تأمین کند؛ در غیر این صورت، موجبات خسارت در شهرت و همچنین زیان مالی را به شرکت، ناگزیر تحمیل خواهد نمود. کیفیت خوب در فرهنگ TQC کیفیتی است که مشتری آن بپسندد و به این معنی کیفیت دیگر تطبیق ساخت با استانداردها نیست. کیفیت در این دیدگاه همه هستی سازمان است که در هستی محصول ظاهر می گردد. در TQC دیدگاه مبتنی بر حاکمیت کیفیت غلبه دارد. میرونف هدف تولید صنعتی را عرضه محصول یا خدمت به مشتری، به مقدار، در زمان و جایی که مشتری می خواهد، تعریف می کند.

www.takbook.com

ب) گرایش به سمت نقص صفر:

یعنی در این روش دیگر وجود یک حداقل عیب هم مورد قبول نیست و جهت حرکت باید به سوی حذف کامل ضایعات از تولید باشد.

ج) مشارکت عمومی:

TQC تنها از طریق مشارکت همه کارکنان در سطح بالا به دست می آید. در این نگرش کیفیت یک مسئولیت مشترک است. TQC نیازمند حس اعتماد و یکی شدن در سطح است، لذا نقش انسان، روابط انسانی و مشارکت زیربنایی مدیریتی آن را تشکیل می دهد. عوامل ترویج TQC بیش از آنکه تکنیکی باشند، انسانی و فرهنگی هستند. عامل انسانی در TQC از طریق QCC مطرح می شود.

د) حمایت مدیران عالی:

کار مدیر صحبت کردن با کارگران جهت تعیین بهترین شکل انجام کار، تعیین استانداردهای کار، جستجو و کشف علل مسائل و تعیین چگونگی جلوگیری از رخ دادن آنهاست. نظام TQC منوط به حمایت کامل مدیران عالی است.

ه) گرایش به سمت اجتماع و محیط زیست:

میزونو نکته جالبی را در کتاب خود بیان می دارد که موید همین نکته است:

«TQC نیازمند آن است که به عنوان یک وسیله جهت اطمینان از شرکت به عنوان یک عضو مسئول جامعه شناخته شود و نه به عنوان یک ابزار برای قابلیت سودآوری بیشتر.»

۲-۲-۳-۱- اهداف چهارگانه TQC:

- تغییر دادن مسیر تلاش ها از افزایش صرف تولید به توسعه در ایمنی کیفیت بالا.
- مساعدت به کارگران جهت تحصیل علوم فنی مورد نیاز در ارتباط با تکنولوژی های درجه بالا و ارتقاء تحقیق و توسعه تکنولوژی شرکت برای حذف شکاف های تکنولوژیک و تبدیل شرکت به عنوان رهبر در کیفیت محصول.
- فشارهای ساختاری بر شرکت جهت انطباق پذیری برای تغییر و ترقی فزون تر.
- استقرار یک تأکید بر مسئولیت های عمومی و اجتماعی شرکت جهت جلوگیری از آلودگی و تضمین سلامت.

۲-۲-۳-۲- اصول مندرج در TQC:

- ✓ افراد علاقه مند و حساس به کیفیت از متخصصین این امر در بهبود کیفی موثرترند.
- ✓ تولید با کیفیت توسط انسان با کیفیت ایجاد می شود.
- ✓ انسان با کیفیت کار را زا روی علاقه انجام می دهد نه تکلیف.
- ✓ انسان با کیفیت کار را از روی علاقه و انگیزه قوی توانایی انجام کار با کیفیت را هم دارد.
- ✓ انسان با کیفیت مدیریت خود کنترلی را اعمال می کند.

www.takbook.com

- ✓ انسان با کیفیت همچون قطار برقی هر واگن قوه محرکه خود را با خود دارد بر خلاف قطارهای دیزلی که همه واگن ها توسط لوگوموتیو اصلی یعنی مدیریت کشیده می شود.
- ✓ انسان های با کیفیت مطیع کور نیستند در باره دستورات می اندیشند، بهبود می دهند و از نواقص آن می کاهند.
- ✓ مسئولیت پرورش انسان با کیفیت در TQC با مدیران عالی و میانی است.

۲-۲-۳-۴- عناصر اصلی روش TQC

جان ساتن عناصر اصلی روش TQC را به شرح زیر بر می شمرد:

۱- تأمین و ارضای مناسب نیازهای مشتری

۲- پرداختن به مشتریان بالقوه

۳- درجه بندی اولویت ها

۴- جلوگیری یا به حداقل راسندن عیوب در کالاها و فرآیندها

۵- توجه به بازاریابی

نکته اصلی در این مطلب همان توجه به بازاریابی است که در ادامه بحث بیشتر توضیح داده خواهد شد. تنها ۱۵ تا ۲۰ درصد مسائل مربوط به کیفیت حاصل عوامل تولیدی است و ۸۰ تا ۸۵ درصد عوامل باقیمانده به نحوه مدیریت و اداره سایر فعالیت ها و امور شرکت که غیر تولیدی هستند مربوط می شود.

کنترل کیفیت جامع وسیله ارتباطی قوی برای تعیین نیازهای بازار و توسعه ایده های طراحی و تولیدی برای رفع این نیازهاست. لازم است بخش های تولید و بازاریابی به طور مستمر با یکدیگر ارتباط داشته باشند. بنابراین کیفیت چیزی فراتر از چارچوب شرکت است و راه حل های مناسب هم باید در این سطح گسترده مورد توجه قرار گیرد.

۲-۲-۳-۵- مرحله اجرایی نظام TQC:

مرحله اول) طرح کنترل کیفی

بررسی و مرور مجدد روش های مرسوم کنترل کیفی و اهداف مالی مرتبط بر آنها را، مورد توجه قرار می دهد.

مرحله دوم) برنامه ریزی استراتژیک کیفی

نیازهای بازار تعیین می شود و بعد به زبان فنی ترجمه می گردند. اهداف مشترک بخش ها در کوتاه مدت و بلند مدت نیز تدوین می گردند. جلب حمایت کارکنان از فعالیت های کنترل کیفی هم در این مرحله برنامه ریزی می شود.

مرحله سوم) برنامه ریزی اجرایی

اولویت های هزینه ای در کیفیت محصول تعیین شده و ارتباط اهداف اجرایی با اهداف استراتژیک کیفی تعیین می گردند. طرح اجرایی باید مورد قبول اتحادیه های کارگری و مدیریت هر دو باشد.

www.takbook.com

مرحله چهارم) تهیه طرح های کاربردی

گروه های کیفی آموزش ها را تحصیل می کنند و طرح های اجرایی در سطح واحد تولیدی تهیه می شوند.

مرحله پنجم) اجرا

بررسی دقیق محصولات و فرآیند تولید و اصلاح روش های کاری از جمله اقدامات مطرح در این مرحله است. اجرای آزمایشی TQC صورت می گیرد و بعد با توجه به نتایج حاصله پروژه نهایی تهیه می گردد.

مرحله ششم)

کنترل و بررسی نتایج حاصل از اجرا توسط گروه های مالی و حسابداری.

مرحله هفتم)

مرور و بازبینی مستمر معیارهای موردنظر در راهبرد اصلی شرکت.

۲-۲-۳-۵-۱- مزایای حاصل از اجرای TQC:

۱- تأکید بر پیشگیری به جای جلوگیری

۲- کمک به شناسایی علل اصلی مشکلات

۳- کمک به کاهش هزینه ها و دوباره کاری ها

۴- افزایش روحیه کارکنان

۲-۲-۳-۶- پیامدهای حاصل از اجرای TQC:

بسیاری از نتایج حاصل از اجرای TQC را نمی توان اندازه گیری نمود. به طور مختصر می توان به کاهش ضایعات، کاهش نرخ کالاهای برگشتی، افزایش سهم بازار، کاهش هزینه گارانتی اشاره کرد. TQC مزایای بلند مدت دیگری را هم ایجاد می کند که امکان نمایش آنها در ترازنامه نیست.

ایجاد نظام اطلاعاتی قدرتمند که ضمن ارائه به موقع اطلاعات در کلیه سطوح سازمان هم به اجرا درآید در میزان کارآیی TQC بسیار موثر است. نموداری که ذیلاً آمده است شرح چرخه TQC جهت بهسازی مستمر در سازمان است.

دو مطلب دیگر هم در مفهوم TQC ژاپنی مندرج است که در فهم بیشتر TQC می تواند به ما کمک کند. واروساکاگن و تعمیم وظیفه کیفیت دو مفهوم مندرج در TQC هستند که ذیلاً شرح آنها خواهد آمد:

www.takbook.com

۲-۲-۳-۷- واروسا کاگن[۱] (زمینه های احتمالی مشکل زا):

ممکن است موردی هنوز به صورت مشکل در نیامده باشد؛ ولی از طرف دیگر در مجرای صحیح خود هم قرار نداشته باشد، به طوری که اگر از آن غفلت شود، ممکن است در آینده موجب مشکل جدی برای سازمان ایجاد شود. در اینجا است که این اصطلاح معنا پیدا می کند. واروسا-کاگن اغلب نقطه ی آغازین فعالیت بهسازی در شرکت هاست. در شرکت ها اغلب این کارگران هستند که متوجه این زمینه های احتمالی مشکل زا می شوند. شاید به همین خاطر باشد که کارگران، اصلی ترین عنصر فعال در فعالیت های اصلاح و بازسازی هستند.

۲-۲-۴- تعمیم وظیفه کیفیت[۲] (QFD)

QFD روشی است برای درک خواسته ها و نیازهای مشتریان و تبدیل آنها به نیازهای طراحی و فرایند؛ QFD ابزار طراحی TQM است . QFD یک فرایند سیستماتیک برای ایجاد انگیزه جهت تمرکز روی مشتریان است. QFD روشی است که به شرکت ها کمک می کند که بتوانند محصولات رقابتی، در زمان کوتاهتر و با هزینه کمتر تولید نمایند. QFD یکی از ابزارهای طرح ریزی کیفیت است؛ در واقع روشی نظام مند و ساخت یافته برای شناسایی، درک واستقرار نیازها وخواسته های مشتریان در تمامی مراحل طراحی، ساخت، توزیع و پشتیبانی خدمات و محصولات. استقرار این روش نیازمند همکاری، کار گروهی و تلاش همه جانبه واحدهای مختلف سازمان از جمله بازاریابی، فروش، برنامه ریزی، مهندسی، تولید، خدمات پس از فروش و... است. QFD روشی است:

۱) برای کاهش هزینه های قبل از تولید، هزینه های اولیه تولید و تغییرات در طراحی محصول.

۲) برای کمک بکاهش تفاوت نگرش در مورد محصولات تولیدی.

۳) برای بهبود ارتباط بین مشتری و تولید کننده.

۴) ایجاد انعطاف پذیری در سازمان.

۵) بوجود آوردن یک ابزار سیستماتیک جهت ارزیابی نحوه دستیابی ما و رقبا به نیازهای مشتری.

۶) برای بهبود دستیابی به نیازها و مشخصات و ارتباط آن به یک ویژگی ها و مشخصه های فنی.

۷) توجه به صدای مشتری[۳].

QFD سیستمی است که جهت شکستن و خرد کردن سیاست ها و برنامه های کلی کیفیت در سطوح و بخش های سازمان به کار می رود. این سیستم سه دهه است که در ژاپن سابقه دارد. سیستم QFD از سال ۱۹۸۴ در آمریکا هم به خدمت گرفته شد. کار این سیستم ترجمه است. ترجمه احتیاجات مشتری به زبان اصطلاحات فنی و طرح اینکه چگونه باید با این نیازها برخورد شود. در واقع QFD چرخه ای برای عملیاتی کردن مفهوم بازاریابی را فراهم می سازد. QFD روی دو مورد توامان تأکید دارد:

الف) تعیین نیازهای مشتری

---

۱ - Warusa Kagen

۲ - Quality Function Deployement

۳ - Voive of the Customers

www.takbook.com

ب) تعهد گسترده سازمان جهت ارضاء این نیازها.

این فرآیند با دادن نقش کلیدی به بازاریابی سعی در تسهیل فرآیند دارد. ستانده این فرآیند سازگاری هرچه بیشتر و دقیق تر با خواسته های مشتری است. این سیستم یک لیست ساختاری از نیازهای مشتری و نحوه ارزیابی آنها از خصوصیات محصول و اثر این خصوصیات و ویژگی ها بر خواسته ها و نیازهای مشتریان را به دست می دهد که از این طریق می توان اقدام به برنامه ریزی فرآیند نمود.

فرآیند QFD گرچه نسبتاً پیچیده است؛ ولی مزایای مهمی دارد. برای مثال تویوتا با استفاده از آن یک کاهش ۶۷ درصدی را در هزینه های شروع کار و یک کاهش ۳۳ درصدی را در سیکل توسعه محصول در تولید مدل های «مینی وان بین» بین ژوئن ۱۹۷۷ و آوریل ۱۹۸۴ گزارش کرد.

یک بررسی در سال ۱۹۸۶ نتایج استقرار QFD را به شرح زیر بر می شمرد:

- *تعیین طراحی کیفیت آسان تر شد.*
- *مشکلات کیفیت خیلی زود کاهش یافت.*
- *برنامه ریزی کیفی محصول آسان تر گردید.*
- *مقایسه و تحلیل محصول رقبا میسر گردید.*
- *ارتباطات به نحو بهتری بین بخش ها توسعه یافت.*

سه مشکل عمده این روش نیاز به زمان، طاقت و نظم زیاد است. تعیین نیازها و ترجمه آنها به زبان فنی زمان زیادی می طلبد ضمن آنکه این روش برگشت سریع فراتر از حد مجاز هم ندارد.

۲-۲-۴-۱- اهداف QFD:

هدف QFD، پاسخگویی به سوالات زیر است:

- ✓ کیفیت مورد انتظار مشتری چیست؟
- ✓ محصولات ما چه کارکردی دارند و ما برای بهبود آنها چه کارهایی بایستی انجام دهیم؟
- ✓ با توجه به منابع موجود چگونه می توان خواسته های مشتری را به بهترین شکل ممکن تامین نمود؟

۲-۲-۴-۲- مزایای QFD:

- ❖ کاهش قابل توجه حجم تغییرات محصول.
- ❖ به حداقل رساندن تغییرات در طراحی پس از شروع تولید.
- ❖ اعمال درصد زیادی از تغییرات در مراحل اولیه تکوین محصول و کاهش چشمگیر آنها پس از آن.
- ❖ ترویج فرهنگ کار گروهی و بهبود ارتباطات درون سازمانی.
- ❖ اطلاع و آگاهی واحدهای مختلف از اهداف، منابع و محدودیت های دیگر واحدها در مورد حل مشکلات سازمان.

www.takbook.com

- ❖ بررسی، تحلیل و اولویت بندی خواسته ها و نیازهای کیفی مشتریان.
- ❖ تعیین اهداف کوتاه مدت و استراتژیک سازمان با توجه به محدودیت منابع موجود.
- ❖ تحلیل وضعیت رقبا و مقایسه میزان رضایت مشتریان از محصولات آنها در مقابل محصولات خودی.
- ❖ کاهش شکایات مشتریان (بین ۲۰ تا ۵۰ درصد) و افزایش رضایت آنها به دلیل اعمال خواسته های آنان در مشخصات محصول.
- ❖ کاهش دوره زمانی طراحی و توسعه محصولات جدید (بین ۲۰ تا ۶۰ درصد).

۲-۲-۴-۳- عوامل موثر بر QFD:

۱) تعهد و پشتیبانی مدیریت سازمان در وهله اول ضروری و حمایت کل سازمان ایده آل است.

۲) مشارکت همه جانبه کلیه واحدهای سازمان در تیم QFD (یک تیم ۱۲ تا ۱۵ نفره) اعضای اصلی تیم: مهندسی طراحی، مهندسی فرایندتولید، تضمین کیفیت، بازاریابی و فروش؛ و اعضای فرعی تیم: خرید، توزیع کننده ها، منابع انسانی، تامین کنندگان، مشتریان و حسابداران.

۲-۲-۴-۴- مراحل QFD

۱) طرحریزی محصول[۱]:

ترجمه و تبدیل خواسته ها و نیازهای مشتریان , به نیازمندی های فنی یا مشخصه های طراحی یازبان فنی کارخانه.

۲) طراحی محصول[۲]:

تبدیل نیازمندی های فنی به مشخصات وقطعات و اجزائ محصول.

۳) طرح ریزی فرآیند[۳]:

تبدیل مشخصات قطعات و اجزاء محصول به مشخصات فرآیند.

۴) طرح ریزی کنترل فرآیند[۴]:

طراحی روشهای کنترل بر اساس مشخصات فرآیند.

۲-۲-۵- سیستم نقص صفر[۵] (ZD):

در اواسط قرن ۲۰ تا کنون مدیریت کیفیت در مسیری پیش رفته است که نقص صفر در محصولات تضمین شود یعنی محصولا کاملا بدون عیب تولید شود و هر خطایی قبل از اینکه به یک مشکل تبدیل شود پیشگیری و درمان

---

۱ - Product Planning
۲ - Product Design
۳ - Process Planning
٤ - Process Control Plannin
٥ - Zero Defect

www.takbook.com

شود. در این روش ابتدا باید عیوب پیدا شود و سپس در جهت پیشگیری و درمان آنها قدم برداشت و برای موارد زیر کارایی دارد:

- ✓ *حفظ رضایت و وفاداری مشتریان*
- ✓ *کاهش ضرر حاصل از عیوب محصول*
- ✓ *رقابتی بودن شرکت ها*
- ✓ *جلوگیری از صرف هزینه های اضافی*

ظاهراً این اندیشه ابتدایی حوالی سال ۱۹۶۰ به وسیله یک مهندس آمریکایی به نام **PHIL CROSBY** پیشنهاد شد. پیشنهاد وی این بود که کلیه کارکنان رده بالا و رده متوسط از مسائل و مشکلات مربوط به کیفیت و مشارکت کامل جهت آنها آگاه و تشویق شوند. این طرح بعدها توسط سازمان مدیریت ژاپنی (JMA) در سال ۱۹۶۵ در آن کشور مطرح و معرفی شد. البته در آن تغییراتی داده شد که وجه تمایز اصلی آن با نمونه آمریکایی اش در مشارکت کارگران در این امر بود، همان چیزی که رمز اصلی تفاوت دید ژاپنی و آمریکایی محسوب می گردد. در واقع سیستم نقص صفر توأمان روی دو نکته تمرکز دارد:

الف) حرکت به سمت تولید بدون نقص

راههایی جهت بهره ورتر شدن و انجام راحت تر کارها که در آن خطای انسان و دستگاه از بین رفته و محصولاتی بدون عیب و نقص تولید می شوند. این روش تولید را خطا ناپذیر کننده یا اصطلاحا ZQC یا کنترل کیفیت پذیرش نقص صفر[۱] می نامند.

ب) تفکر حذف اتلاف و خطا

ZQC روشی است که بر افراد و ماشین آلات تکیه نمی کند زیرا می داند احتمال بروز خطا در هر دو حالت وجود دارد، لذا راههایی پیدا می کند تا این خطاها منجر به خرابیها و ضایعات نشوند و روشی جهت خطا ناپذیر کردن فرایندها است.

مفاهیم و روش های این سیستم بعدها توسط آقای شی گئو[۲] که مشاور شرکت تویوتا موتور بود، توسعه پیدا کرد. این نظریه به همه کارکنان می گوید که چطور در راستای کار بدون نقص بیاندیشند و کار کنند. تولید بی نقص یک فعالیت پیوسته و دائمی است که از وضع موجود شروع می شود و به سوی تولید بی عیب در آینده پیش می رود.

این روش برخلاف نظام TQC به روش سبک مدیریت استثنا کار می کند؛ بدین معنی که تنها وقتی انحراف یا مشکلی در سیستم به وجود می آید دست به کار می شود. این انحراف از طریق مقایسه سیستماتیک بین اطلاعات علمی و استانداردهای اجرایی به دست می آید.

۱ - Zero Defect Quality
۲ - SHIGEO

www.takbook.com

۲-۲-۵-۱- مدیریت کیفیت و حرکت به سمت نقص و خطای صفر

مدیریت کیفیت جامع از طریق اصلاح مستمر فرآیندها پیوسته سعی در تامین رضایت مشتری و کاهش دامنه تغییرات است ،بدین ترتیب هزینه ها کاهش می یابند و کیفیت محصول افزایش می یابد . تحول و تکامل مفهوم TQM همراه با نیازها و الزامات کسب و کار صورت گرفته و بر این پایه بوده است که TQM روش شناسی جامع بهبود مستمر سازمان می باشد. در روش شناسی مدیریت کیفیت، جان مایه فرآیند بهبود مستمر در سازمان بر پایه تفکرحذف اتلاف و خطا قرار داده شده است.

۲-۲-۵-۲- تکنیکهای کنترل و تولید بدون نقص:

امروزه بسیاری از شرکتهای پیشتاز غربی نیز از تکنیکهای خطاناپذیرسازی ZQC و روشهای حل مساله JIT استفاده می کنند . این روشها می توانند اتلافهای مربوط به کیفیت مانند دوباره کاریها، ضایعات، ازکارافتادگیها و خرابیهای دستگاهها را حذف کنند. امروزه تقریبا در تمامی شرکتها و کارخانجات واحدی بنام واحد کنترل کیفیت QC وجود دارد. وظیفه این واحد بازرسی نهایی محصول و یا بازرسی محصولات نیمه ساخته و در حین تولید است ولی متاسفانه کمتر شرکتی به فکر اصلاح فرایندها به گونه ای است که اساسا محصول معیوبی در آن تولید نشود. تکنیک ها و روشهای مطرح شده، ما را قادر می سازد تا بهترین و مؤثرترین راه کنترل کیفیت را بر محصولات هر شرکتی اعمال کنیم. ZQC یک روش کنترل کیفیت جهت رسیدن به خرابی صفر است کلمه صفر به ایجاد تولیداتی با ضایعات صفر اشاره می کند. عامل مهم جهت بهبود کیفیت با استفاده از ابزار ZQC و خطاناپذیر سازی (پوکا یوکه) باشد.

۲-۲-۵-۳- نقص صفر و کنترل کیفیت:

این روش به معنی نداشتن کنترل کیفیت نیست بلکه به معنی کنترل کیفیتی است که تولید محصولات بدون عیب را ضمانت می کند. این روش می تواند اتلاف مربوط به کیفیت (دوباره کاری ها- ضایعات از کار افتادگی های دستگاهها) را حذف کند. یکی از نکات مورد توجه در ZQC اصلاح شرایط فرایند به جای سرزنش کردن افراد، به خاطر اشتباهاتشان است.

هدف ZQC پیشگیری از تمامی خطاهاست که کاهش آنها را ZQC می گوید، که در این حالت یک عیب را باید قبل از آنکه منجر به خرابی شود تشخیص داد و از یک عملیات کنترلی جهت اطمینان از ایجاد شرایط مورد نیاز برای تولید محصولات سالم استفاده کرد .

در چرخه بهبود کیفیت سنتی غالبا چرخه Plan , Do , Check نشان داده شده که در این سه مرحله بهینه، فرایند در مرحله Plan تشخیص داده می شود. فعالیتهای طرح ریزی شده در مرحله Plan در مرحله Do انجام می شود و نهایتا پایش کیفیت در مرحله Check. در این روش اگر خرابی اتفاق افتد، بوسیله فیدبک اعلام و در مرحله Plan اقدام اصلاحی انجام می شود البته این روش مناسب است ولی هیچگاه به نقص صفر نخواهیم رسید. ZQC با قرار دادن مراحل DO و Check در کنار یک از ایجاد اشتباه قبل از اینکه منجر به خرابی شوند جلوگیری می کند.

www.takbook.com

ZQC از چهار عنصر اساسی تشکیل شده است: بازرسی در مبداء، بازرسی ۱۰۰٪، یک حلقه فیدبک کوتاه و سیستمهای خطاناپذیر کننده پوکا یوکه، که در زیر به توضیح مختر درباره هر کدام می پردازیم:

- بازرسی در مبدأ:

این مبحث بسیار ساده بوده و از توضیح درباره آن اجتناب می کنیم، فقط بدانید که سه نوع قضاوتی، نظارتی و بازرسی در مبدأ را شامل می شود.

- بازرسی صد در صد:

این عنصر با این دید کار می کند که نمونه گیری کار درستی نیست و باید تمام قطعات مورد بررسی قرار بگیرند.

- حلقه فیدبک کوتاه:

در این عنصر باید در کوتاهترین زمان عمل عیب یابی و رفع عیب صورت پذیرد

- سیستم های پوکایوکه:

می گوید که منشأ همه خطا ها از انسان و تجهیزات موجود است و سعی دارد بعد از شناسایی عیوب آنها را از ریشه و به صورت دائمی حل نماید. سیستمهای پوکا یوکه از سنسورها یا ابزار کنترلی در فرایند استفاده می کنند تا اشتباهاتی که ممکن است از دید اپراتور یا مونتاژکاران مخفی بماند را شناسایی کنند. پوکا یوکه معمولا در بازرسی ۱۰۰٪ و فیدبک سریع جهت انجام اقدام اصلاحی کاربرد دارد، میزان تاثیر این سیستم در جلوگیری از بروز عیب بستگی به مورد استفاده آن دارد که آیا جهت بازرسی منشائی در حین فرایند استفاده می شود یا اینکه جهت بازرسی آموزنده پس از انجام فرایند استفاده می شود، در نتیجه برای جلوگیری از بروز اشتباه چنانچه سیستم پوکا یوکه در بازرسیهای منشائی استفاده شود، جلوی اشتباه را قبل از اینکه فرایند قطعه معیوبی تولید کند را می گیرد. این سیستم با دو روش فرایند را تنظیم می کند تا از ایجاد خطا در فرایند جلوگیری کند:

روش اول) در یک سیستم کنترلی هنگامی که یک بی نظمی اتفاق بیفتد ابزار را متوقف می کند و یا یک گیره را بر روی قطعه قفل می کند و جلوی حرکت آن را می گیرد.

روش دوم) یک سیستم هشدار دهنده به اپراتور هشدار می دهد تا ماشین را متوقف کند و یا مشکل را ردیابی کند. نکته مهم اینکه روش اول، از این جهت که موجب رسیدن به تولید کاملا بدون عیب می شود، برتری دارد.

سه روش عمده در استفاده از سیستمهای پوکا یوکه وجود دارد:

الف) روشهای تماسی:

در روشهای تماسی، تماس فیزیکی یا تماس انرژی یک محصول شناسایی می شود در این روش از شکل نامنظم قطعات می توان حداکثر بهره را برد.

www.takbook.com

ب) روشهای مقدار ثابت:

در روشهای مقدار ثابت، تعداد دفعات انجام یککار شمرده شده، سیگنالی جهت توقف عملیات فرستاده می شود.

ج) روشهای گام – حرکت:

در روش گام حرکت این مسأله که یک مرحله و یا یک حرکت از پیش تعیین شده در زمان خاص انجام شود، کنترل می شود.

سنسورهایی که در سیستم پوکا یوکه استفاده می شوند، به سه گروه عمده تقسیم می شوند:

۱) سنسورهای تماس فیزیکی ۲) سنسورهای انرژی ۳) ابزار کنترل کننده تغییرات شرایط فیزیکی

۲-۲-۵-۴- دسته بندی کلی خطاها:

- *در طراحی فرآیند اصول استاندارد رعایت نشود*
- *تغییر پذیری در شکل ساختار ها و دستگاهها بعد از استفاده های طولانی مدت*
- *استفاده از مواد آسیب دیده*
- *قطعات فرسوده و عدم تعویض به موقع*
- *اشتباهات عمدی یا سهوی اپراتور و خطای انسانی*
-

۲-۲-۵-۵- جی دو کا[۱]:

این اصطلاح برای یکی از ویژگی های نظام تولیدی شرکت تویوتا به کار می رود که بر اساس آن، هر وقت قطعه ای از محصول ناموزون و معیوب توسط ماشینی تولید می شود، آن ماشین به طور خودکار متوقف می شود. این روش را کنترل کیفی در مبدأ یا نقطه شروع کار هم گفته اند. در این روش بازرسان تولید حذف و کنترل کیفیت محصول جزء وظایف و مسئولیت های هر یک از کارگران محسوب می شود. البته در این روش عمده توجه بر خودکار سازی فعالیت ها است.

۲-۲-۶- کنترل کیفیت آماری

این حرکت تأکید بر استفاده از روش های آماری در مسایل تولید دارد. آغاز استفاده از کنترل کیفیت آماری به سال ۱۹۲۴ بر می گردد، زمانی که آقای والتر شوهارت در لابراتوار شرکت بل با رسم اطلاعات آماری جداولی به وجود آورد که بعدها جداول شوهارت نامیده شدند. در روش فوق کیفیت محصول به طریق رسم اطلاعات کنترل می گردید. تحقیقات آماری شوهارت توسط داج و رومیگ ادامه یافت که نتیجه آن چاپ جداولی برای رسم نمونه ها جهت پذیرش یا رد می باشد. این جداول که به نام جداول دوج و رمیگ معروف هستند، کماکان در نمونه برداری برای کنترل کیفیت به عنوان مرجع مورد استفاده قرار می گیرند.

---

۱ - JIDOKA

www.takbook.com

آغاز جنگ جهانی دوم باعث گردید که تکنیک های کنترل کیفیت آماری در حد بسیار وسیعی مورد استفاده قرار گیرد. به منظور ادامه جنگ دولت های اروپایی و آمریکا نیاز به تولید اسلحه و مهمات با کیفیت قابل قبولی داشتند، برای دستیابی به این منظور به دوره های آموزشی کوتاه مدتی در حضور صاحب نظران تکنیک های کنترل کیفیت آماری برقرار گردید. لازم به ذکر است که در فصلهای آتی، کنترل کیفیت آماری به طور کامل تشریح خواهد شد.

www.takbook.com

فصل ۳

چرخه دمینگ[۱]، FMEA و کایزن

۳-۱- مقدمه

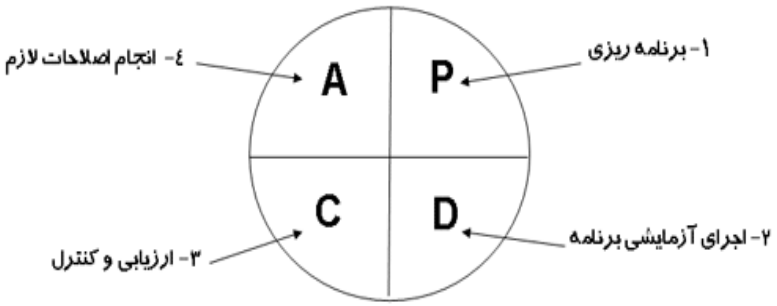
دکتر ویلیام ادواردز دمینگ نخستین آغازگر جدی و نظریه پرداز مدیریت نوین جهان بر اساس مشارکت تمامی کارکنان ،مدیران و مشتریان یک سازمان است که با مکتب جدید خود تحولی شگرف پدید آورده است. مشارکت و همکاری وی با مدیران ژاپنی در توفیق آنها برای تولید یک کیفیت غبطه‌آور، مورد تأیید و قبول صاحب نظران جهان پیشرفته امروز است. وی متولد سال ۱۹۰۰ در منطقه " آیووا " آمریکا است. دارای مدرک دکترا دررشته فیزیک و ریاضی از دانشگاه ییل بود. دکتر دمینگ که نظریاتش در دهه ۱۹۵۰ میلادی چندان مورد توجه آمریکایی ها واقع نشد، در کشور ژاپن به گرمی پذیرفته شد و به تدریج راهبردهای پیشنهادی وی برای بهبود کیفیت کالاهای ژاپنی، این کشور را به یکی از کشورهای پیشرفته و برتر اقتصاد جهانی تبدیل نمود. چرخه دمینگ توسط دکتر دمینگ مطرح شده و شامل چهار مرحله برنامه ریزی، اجراء، کنترل و بررسی و در نهایت اقدام است. چرخه « Deming – P-D-C-A» یک روش ساده و موثر برای حل مساله و رویکرد فرآیندی است، چرخه دمینگ در سیستم ها و استانداردهای مدیریتی ایزو مورد توجه قرار گرفته است.

۱ - Deming Cycle

www.takbook.com

در رویکرد فرآیندی، چرخه دمینگ به منظور بهبود مستمر در فرآیند های سازمان و اجرای تغییرات مورد استفاده قرار می گیرد. چرخه دمینگ PDCA را می توان در تمامی محیط های توسعه محصول جدید، بازاریابی و سیاست ها استفاده نمود. چرخه دمینگ با فاز «برنامه ریزی»[۱] شروع شده و برنامه های در نظر گرفته شده در یک مقیاس کوچک در مرحله «اجرا»[۲] آزمایش شده و نتایج حاصل از این آزمایش در مرحله ورود به فاز «بررسی و کنترل»[۳] قبل از انجام فاز «اقدام»[۴] چندین بار بررسی می شود و سپس در فاز «اقدام»، اقدام لازم جهت بهبود در قالب اقدام اصلاحی یا اقدام پیشگیرانه صورت می گیرد.

این روش شناسی چهار مرحله ای به عنوان فرآیندی تلقی می شود که فنون یا ابزار هفت گانه کیفیت را مورد استفاده قرار می دهد. این فرآیند با مرحله برنامه ریزی که در آن وضعیت فعلی، تجزیه و تحلیل می شود شروع می گردد، داده هاجمع آوری می شوند و برنامه هایی برای بهبود تنظیم و تدوین می گردد. مرحله انجام یا اجرا معمولا شامل بعضی از راه های آزمایشی یا مقدماتی است؛ مثلا: بخش جزیی از یک فرآیند تولیدی یا خدماتی یا گروه کوچکی از مشتریان یا ارباب رجوع. این دوره آزمایشی در خلال مرحله مطالعه و بررسی به طور نقادانه ارزشیابی می شود و مشکلات یا فرصت های دیگر مورد بررسی قرار می گیرد. در مرحله نهایی سازمان اطمینان می یابد که بهبود کیفیت به عنوان شیوه ای استاندارد و مستمر پیش از شروع چرخه (برنامه ریزی بعدی) اجرا می شود. بنابراین در فرآیند تاکید بر بهبود مستمر با چرخه بسته است.



نمودار ۱) چرخه دمینگ

۳-۲- کاربرد چرخه دمینگ(PDCA)

- *به عنوان یک مدل برای بهبود مستمر*
- *شروع یک پروژه بهبود جدید*
- *طرحریزی یک فرآیند، محصول یا خدمات*
- *جمع آوری داده ها و تجزیه و تحلیل به منظور بررسی و اولویت بندی مشکلات و تعیین علل ریشه ای.*

۱ - Plan
۲ - Do
۳- Check
٤ - Act

www.takbook.com

- *اجرای هر تغییر.*
- *ارزیابی فعالیت های سازمان ها بر اساس قدم های چرخه دمینگ PDCA.*

۳-۳- مراحل چرخه دمینگ

مرحله اول) برنامه:

ابتدا شناسایی دقیق مشکلات است. برخی از ابزارهایی که می توان در این مرحله چرخه دمینگ استفاده نمود؛ این ابزارها برای ریشه یابی مشکلات کمک می کنند که شامل:

- ✓ نمودار علت و معلول
- ✓ نمودار استخوان ماهی
- ✓ ابزار Drill Down
- ✓ Why ۵s

مرحله دوم) اجرا:

در این مرحله از چرخه دمینگ چندین فعالیت انجام می شود:

- ❖ ایجاد راه حل های ممکن
- ❖ انتخاب بهترین راه حل، بکارگیری تکنیک هایی مانند تجزیه و تحلیل حالات خرابی فرآیند / سیستم
- ❖ پیاده سازی یک پروژه آزمایشی در مقیاس کوچک، با یک گروه کوچک و یا در یک منطقه جغرافیایی محدود و یا با استفاده از روش هایی نظیر طرحی آزمایشات DOE
- ❖ در این مرحله از چرخه دمینگ با استفاده از خلاقیت عملی به تولید ایده ها و راه حل های مناسب خواهید رسید.

- توجه:

منظور از اجرا، " تست" یا " سعی " است؛ این به معنی اجرای کامل نیست و اجرای کامل در مرحله Check اتفاق می افتد.

مرحله سوم) کنترل:

در این مرحله از چرخه دمینگ اثربخشی راه حل های آزمایشی اندازه گیری شده و سپس جمع آوری آموخته ها انجام می شود. در مرحله کنترل راه حل خود را کامل استقرار نمایید.

مرحله چهارم) اقدام:

در صورتی که شما از چرخه PDCA دمینگ برای بهبود مستمر استفاده می کنید، ممکن است شما نیاز به بازگشت به فاز یک چرخه دمینگ جهت یافتن نواحی بهبود داشته باشید.

www.takbook.com

امروزه در طراحی سایر مدل ها و منطق های ارزیابی نیز از چرخه دمینگ PDCA، الگوبرداری شده است؛ نظیر: عناصر منطق رادار (RADAR)، مدل تعالی سازمانی (EFQM) .

سازمان ها با استفاده از چرخه دمینگ اقدامات لازم جهت بهبود مستمر فرآیند های خود را انجام می دهند.

به منظور درک بهتر چرخه دمینگ با ذکر یک مثال به تشریح آن می‌پردازیم.

۳-۴- مثالی در مورد چرخه دمینگ

خانم X زن ۵۰ ساله سفید پوست، ۱۰ کیلو گرم اضافه وزن دارد و از فشار خون بالا رنج می‌برد و قصد دارد وزن کم کند. خانم X درصدد دستیابی به چه چیزی است؟ او و پزشکش در تلاش برای تنظیم یک برنامه ورزشی هستند. هدف، تنظیم یک برنامه ورزشی است که بیمار بتواند علی رغم چهار روز سفر کاری در هفته، آن را به طور مستمر انجام دهد. خانم X چگونه دریابد که هر تغییر، یک بهبود محسوب می‌شود؟ (با طرح چنین سئوالاتی می‌توان بهبود را ارزیابی کرد) او تا چه میزان تابع نظم در برنامه و روش خود است؟ چه مدت زمانی ورزش می‌کند؟ آیا ورزش به کاهش فشار خون او می‌انجامد یا نه؟ ....

خانم X چه تغییراتی را می‌توان اعمال کند که منتج به بهبود شود؟ پزشک بیمار لازم است طرحی را برنامه‌ریزی کند که برای بیمار لذت بخش باشد تا جایی که حتی در طول سفر به آن استمرار بخشد.

دور اول چرخه دمینگ:

- **مرحله اول چرخه دمینگ (برنامه)**

برای خانم X، دوچرخه سواری چهار روز در هفته به مدت روزانه بیست دقیقه برنامه ریزی گردید. خانم X برای اینکه بتواند ورزش را در طول سفر ادامه دهد، باید صرفاً در هتل هایی جا رزرو کند که دارای سالن ورزشی باشند، او همچنین باید دوچرخه‌ای را برای منزل کرایه کند.

- **مرحله دوم چرخه دمینگ (اجراء)**

خانم X تلاش می‌کند چهار روز در هفته به مدت ۲۰ دقیقه ورزش کند. او متوجه می‌شود که سختی دوچرخه سواری آزارش می‌دهد، به همین دلیل تنها پس از سه دقیقه ورزش، خسته می‌شود. مشکل دیگر او، رزرو وقت دوچرخه سواری در هتل هاست که کار آسانی نیست. چرا که همواره مشتریانی برای آن وجود دارد.

- **مرحله سوم چرخه دمینگ (بررسی)**

خانم X فقط یک روز در هفته به مدت ۳ دقیقه ورزش می‌کند. او انگیزه‌ای برای دوچرخه سواری ندارد؛ زیرا از آن لذت نمی‌برد. درگیری برای استفاده از دوچرخه در هتل ها مانع بزرگی است. خانم X به ورزشی نیاز دارد که محدودیت مکانی و زمانی خاصی نداشته باشد.

www.takbook.com

➢ **مرحله چهارم چرخه دمینگ (اقدام)**

خانم X و پزشک او به برنامه‌ریزی جدیدی نیاز دارند.

دور دوم چرخه دمینگ:

❖ **مرحله اول چرخه دمینگ (برنامه)**

خانم X تصمیم می‌گیرد به جای دوچرخه‌سواری به تردمیل بپردازد. او باید ۴ روز در هفته روزانه ۲۰ دقیقه ورزش کند.

❖ **مرحله دوم چرخه دمینگ (اجراء)**

خانم X پس از ۵ دقیقه ورزش توان ادامه ندارد. اگرچه مشکل مکان در هتل‌ها را ندارد؛ اما بعد از ورزش دچار تهوع می‌شود.

❖ **مرحله سوم چرخه دمینگ (بررسی)**

اگرچه خانم X از این ورزش لذت نمی برد؛ اما او یک روز در هفته به مدت ۵ دقیقه به آن ادامه داد. او از قدم زدن لذت می‌برد؛ اما هنوز تهوع آزارش می‌دهد.

❖ **مرحله چهارم چرخه دمینگ (اقدام)**

خانم X برای جلوگیری از تهوع و نیز به دلیل بی موقع بودن ساعات باشگاه به قدم زدن در هوای آزاد ادامه می‌دهد. او برای لذت بخش‌تر کردن پیاده روی و حفظ انگیزه، تصمیم می‌گیرد، از یک حیوان خانگی نگهداری کند.

دور سوم چرخه دمینگ:

✓ **مرحله اول چرخه دمینگ (برنامه)**

خانم X تا جائی که ممکن است به طور مداوم ورزش می‌کند. از نظر او قدم زدن به همراه حیوان مورد علاقه‌اش بسیار لذت بخش است.

✓ **مرحله دوم چرخه دمینگ (اجراء)**

خانم X زمانی که در منزل است، تقریباً سه روز در هفته به این کار مبادرت می ورزد و در ایام سفر می‌کوشد در شهر قدم زده و از اماکن دیدنی بازدید کند. گرچه این کار همیشه امکان پذیر نیست؛ اما غالباً میسر است.

✓ **مرحله سوم چرخه دمینگ (بررسی)**

خانم X سه روز در هفته روزانه حداقل ۲۰ دقیقه ورزش می‌کند. او معتقد است با وجود هوای تازه صبحگاهی، قدم زدن به همراه این حیوان، بسیار لذت بخش است و از افزایش فشار خون جلوگیری می‌کند.

www.takbook.com

✓ **مرحله چهارم چرخه دمینگ (اقدام)**

اکنون که خانم X برنامه لذت بخشی یافته است، سعی می‌کند خود را به ورزش جدید مقید سازد؛ قدم زدن و بازدید از جاهای دیدنی با پای پیاده. با توجه به علایق و نیازهای این خانم، او و پزشک هر دو توانستند برنامه ورزشی – گرچه غیر معمول – اما بسیار مؤثر تنظیم کنند. برنامه‌ای که سلامت جسمی و روحی خانم X را بهبود بخشید.

۳-۵- فرآیند حل مسأله با استفاده از چرخه دمینگ

گام اول) شناخت مسأله:

- انتخاب مسأله برای تجزیه و تحلیل
- تعریف شفاف مسأله و ارائه آن به‌صورت یک عبارت دقیق
- تعیین یک هدف قابل اندازه‌گیری برای حل مسأله
- تنظیم یک فرآیند برای هماهنگی و کسب موافقت رهبری

➢ **برنامه:**

گام دوم) تجزیه و تحلیل مسأله

- شناخت فرآیندهائی که بر مسأله تأثیر می‌گذارند و انتخاب یکی از آن‌ها
- فهرست نمودن گام‌های فرآیند به همان صورتی که وجود دارند.
- تهیه نقشه فرآیند
- تائید نقشه فرآیند
- شناخت علت‌های بالقوه فرآیند
- جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات مربوط به مسأله
- تائید یا اصلاح عبارت اصلی مسأله
- شناخت علت‌های ریشه (اصلی) مسأله
- در صورت نیاز به تائید علت‌های ریشه (اصلی) نسبت به جمع‌آوری اطلاعات اضافی اقدام شود.

➢ **اجراء:**

گام سوم) تبیین راه حل ها

- تعیین معیار برای انتخاب راه حل
- یافتن راه‌حل‌های بالقوه‌ای که به‌علت‌های اصلی مسأله مربوط می‌شوند.
- انتخاب یک راه حل

www.takbook.com

- تایید و پشتیبانی راه حل انتخاب شده
- برنامه ریزی راه حل مسأله

➢ **اجراء:**

گام چهارم) اجرای راه حل

- اجرای راه حل انتخاب شده مبتنی بر یک تجربه یا پایگاه آزمایشی (پایلوت)
- اگر فرآیند حل مسأله در تلفیق با فرآیند بهبود مستمر استفاده می‌شود، به گام ششم فرآیند بهبود مستمر مراجعه کنید.
- اگر فرآیند حل مسأله به صورت مستقل مورد استفاده قرار می‌گیرد، گام پنجم را ادامه دهید.

➢ **بررسی:**

گام پنجم) ارزیابی نتایج

- جمع‌آوری اطلاعات مربوط به راه حل
- تجزیه و تحلیل اطلاعات مربوط به راه حل
- آیا هدف مورد نظر تحقق یافته است؟
- چنانچه پاسخ به این سئوال مثبت است به گام بعدی رجوع شود.
- در صورتی که پاسخ منفی است لازم است که به گام اول مراجعه شود.

➢ **اقدام:**

گام ششم) استاندارد کردن راه حل ها (و سرمایه گذاری روی فرصت های جدید)

- شناخت تغییرات سیستماتیک و نیازهای آموزشی برای اجراء کامل برنامه
- تطبیق راه حل‌های ممکن با نیازها
- برنامه ریزی و ارزیابی مستمر راه حل
- ادامه جستجوی بهبودهای فزاینده به منظور بهسازی راه حل
- جستجو به منظور یافتن سایر فرصت های بهبود

در سیستم های پیچیده، مسئولیت افراد به همراه یک برنامه ریزی زمان بندی شده به منظور اجرای فعالیت ها نیز تعیین می شود و علاوه بر آن ممیزی برای اجرای اقدامات اصلاحی نیز انجام می شود تا سازمان دارای بهبودی مستمر باشد.

نکته قابل ذکر در این چرخه آن است که وضعیت موجود همیشه موضوع اصلی برای برنامه ریزی است. پس از برنامه ریزی برای گذار از وضعیت فعلی اقدامات اجرایی برای دست یابی به اهداف پیش بینی شده در برنامه آغاز می شود و در ادامه با بررسی نحوه اجرای برنامه نقاط قوت و ضعف آن آشکار می گردد.

www.takbook.com

در مرحله آخر اقدامات اصلاحی برای بهبود فعالیت های انجام گرفته آغاز و این چرخه به همین ترتیب ادامه می باید. به عبارتی در نگاه چرخه دمینگ وضعیت موجود هیچگاه کاملا راضی کننده نیست و همواره باید به دنبال بهبود وضعیت باشیم.

۳-۶- پیش بینی و تحلیل حالات خرابی و شکست[۱] (FMEA)

پیش بینی و تحلیل حالات خرابی و شکست یعنی قبل از انجام هر کاری به حالات خرابی و مواردی که می تواند نتیجه مورد نظر را با شکست مواجه کنند، فکر کرده و نسبت به حل آنها اقدام شود. یعنی نوش دارو قبل از مرگ سهراب نه بعد از مرگ ... این تکنینک برای بعد از به وقوع پیوستن خرابی و مشکل نیست.

کاربرد این تکنیک در صنایع نظامی، هوافضا، هسته ای، پزشکی - دارویی و صنایع خودرو بیش از سایر صنایع متداول است. اهمیت آن هم از این جهت است که یکسری خطاها و مشکلات و خرابی ها قابل جبران نیست. وقتی فضاپیمایی ساخته شده و به فضا پرتاب می شود، دیگر جایی برای جبران خطاهای طراحی و تولید نیست؛ بنابراین قبل از بروز مشکل باید برای آن چاره ای اندیشید. این تکنیک این مشکل را حل خواهد کرد.

۳-۷- معرفی تکنیک FMEA و اهداف آن

FMEA، متدولوژی یا روشی است سیستماتیک که به دلایل زیر به کار می رود:

الف) شناسایی واولویت بندی حالات بالقوه خرابی در یک سیستم محصول، فرایند و یا سرویس.

ب) تعریف و اجرای اقداماتی به منظورحذف و یا کاهش میزان وقوع حالات بالقوه خرابی.

ج) ثبت نتایج تحلیل های انجام شده به منظور فراهم کردن مرجعی کامل برای حل مشکلات درآینده.

FMEA تکنیکی تحلیلی و متکی بر قانون «پیشگیری قبل از وقوع» است که برای شناسایی عوامل بالقوه خرابی به کار می رود. توجه این تکنیک بر بالابردن ضریب امنیت و در نهایت رضایت مشتری، از طریق پیشگیری از وقوع خرابی است. FMEA ابزاری است که با کمترین ریسک، برای پیش بینی مشکلات و نقص ها در مراحل طراحی و یا توسعه فرایندها و خدمات در سازمان به کار می رود.

یکی از عوامل موفقیت FMEA زمان اجرای آن است. این تکنیک برای آن طرح ریزی شده که «یک اقدام قبل از واقعه باشد» نه «یک تمرین بعد از آشکارشدن مشکلات» به بیانی دیگر، یکی از تفاوت های اساسی FMEA با سایر تکنیک های کیفی این است که FMEA یک اقدام کنشی است، نه واکنشی.

FMEA اگر درست و به موقع اجراشود، فرایندی زنده و همیشگی است؛ یعنی، هر زمان که قرار است تغییرات بنیادی در طراحی محصول و یا فرایند تولید (یا مونتاژ) انجام گیرد، باید بروز شوند و لذا هموار ابزاری پویاست که در چرخه بهبود مستمر به کار می رود.

---

۱ - Failure Modes and Effects Analysis

www.takbook.com

هدف از اجرای FMEA جستجوی تمام مواردی است که باعث شکست یک محصول یا فرایند می شود، قبل از اینکه آن محصول به مرحله تولید برسد و یا فرایند آماده تولید شود FMEA، به تنهایی مسایل و مشکلات را بر طرف نمی کند، بلکه باید در کنار سایر تکنیک های حل مسأله مورد استفاده قرار گیرد. تهیه FMEA فرصت هایی را برای سازمان فراهم می کند که اگر فقط در قابل یک فرم مستند شوند، هرگز مشکلات راحل نمی کنند.

۳-۸- کاربرد FMEA

FMEA درهریک از شرایط زیر اجرا می شود:

۱. در زمان طراحی سیستمی جدید، محصولی جدید و یا فرایندی جدید
۲. زمانی که قرار است طرح های موجود و یا فرایند تولید/ مونتاژ تغییر کند
۳. زمانی که فرایند های تولید یا مونتاژ و یا یک محصول در محیطی جدید و یا شرایط کاری جدید قرار می گیرد[۱]
۴. برنامه های بهبود مستمر

۳-۹- تأثیر FMEA بر نرخ خرابی محصول

استفاده از FMEA در مراحل مختلف، موجب کاهش نرخ خرابی محصول در زمان مصرف می شود:

الف) اجرای (System)–FMEA/ Designs: فرایند طراحی را با کاهش میزان ریسک خرابی استحکام می بخشد. همچنین با تصحیح نقص ها و اشکالت طراحی محصول (یا سیستم)، میزان خرابی را دردوره «عمر مفید» کاهش داده و شکست های متحمل در زمان فرسودگی را نیز به تعویق می اندازد.

ب) اجرای Processes -FMEA: عوامل بالقوه خرابی فرایند ساخت یا مونتاژ را که منجر به تولید محصول را با کاهش ریسک خرابی، استحکام می بخشد. P-FMEA با اصلاح نقص های فرایند ساخت و یا مونتاژ، نرخ خرابی های محصول را در دوره «عمرآغازین» محصول کاهش می دهد.

۳-۱۰- مراحل تهیه FMEA

تهیه FMEA نیازمند فعالیت تیمی است. تعداد ترکیب افراد در تیم FMEA به پیچیدگی فرایند یا محصول تحت بررسی بستگی دارد؛ اما تعداد افراد تیم بیشتر از ۶ نفر نباشد. در صورت پیچیدگی محصول یا فرایند، بهتر است کمیته های متعددی تشکیل شوند و هر تیم فرعی، قسمتی از موضوع را به عهده بگیرد. تیم ها از افراد خبره که بیشترین شناخت را از محصول / فرایند دارند، تشکیل می شود؛ افرادی چون مهندسین، متخصصین طراحی، ساخت و مونتاژ کیفیت، خدمات پس از فروش، بازاریابی و تدارکات. این تیم ها از مراحل آغازین کار تا زمان اجرای اقدامات پیشنهادی و بررسی نتایج آنها و نهایتاً تکمیل FMEA، مسئولیت تمام فعالیت های مربوط را بر عهده خواهند داشت. یکی از فواید این رویکرد تیمی این است که هر فعالیتی که تعریف می شود، همواره مورد توافق همه

۱ - Carry Over Designs /Processes

www.takbook.com

واحدهای سازمان خواهد بود و بنابراین، اجرای آنها هیچ گونه مشکل و یا مقاومتی را در پی نخواهد داشت. به منظور تکمیل فرم FMEA تیم باید برای سؤالات زیر پاسخ های کاملی تهیه کند:

الف) تحت چه شرایطی محصول نمی تواند اهداف و مقاصد طراحی را برآورده سازد و یا نیازهای فرایند تحقق نمی یابد؟

ب) حالات خرابی چه تأثیری بر مشتری و یا فعالیت های بعدی خواهند داشت؟

پ) اثر خرابی (براساس رتبه بندی۱ تا ۱۰) چه شدتی دارد؟ (عدد شدت)

ت) علل بالقوه خرابی کدامند؟

ث) احتمال وقوع علل خرابی (بر اساس رتبه بندی ۱ تا ۱۰) چقدر است؟ (عدد وقوع)

ج) درحال حاضر چه کنترل هایی به منظور پیشگیریی و یا تشخیص حالات خرابی و علل آن انجام می شود؟

چ) قدرت تشخیص کنترل های موجود (براساس رتبه بندی ۱ تا ۱۰) چه میزان است؟ (عدد تشخیص)

ح) میزان خطرپذیری حالات بالقوه به ازای علل مختلف چه مقدار است؟

- محاسبه RPN:

(تشخیص) * (وقوع) * (شدت) = RPN (نمره اولویت ریسک)

خ) به منظورکاهش میزان خطر پذیری چه اقداماتی می تواند صورت گیرد؟

FMEA به دلایل زیر به عنوان سوابق محصول و یا فرایند مستند می شود:

- ✓ ارتباطات به سادگی برقرارمی شود (بعنوان یک زبان مشترک برای همه افراد).
- ✓ به عنوان یک منبع اطلاعاتی مفید برای تهیه FMEA آتی قابل استفاده است.
- ✓ تمامی تفکرات ونظرهای افراد جمع آوری می شود.
- ✓ یکی ازمنابع مهم بهبود مستمر است

۳-۱۱- فواید اجرای FMEA

پاره ای از فواید اجرای FMEA عبارتند از:

۱- بهبود کیفیت، افزایش درجه اطمینان کالا و ایمنی محصولاتی که تولید خواهند شد.

۲- کاهش زمان معرفی محصول به بازار، دیر رفتن محصول به بازار معمولا ناشی از بروز مسائل و مشکلاتی در مراحل نهایی طراحی و یا مراحل اولیه تولید است. اجرای FMEA با شناسایی چنین مشکلاتی در مراحل آغازین کار از وقوع آنها جلوگیری می کند.

۳- نیاز به تغییرات ضرروی در فرایند و یا محصول در زمان تولید انبوه کاهش می یابد.

۴- بهبود تصویر سازمان در نظر مشتری، چرا که مشتری عیوب کمتری را تجربه می کند و موجب افزایش رقابت پذیری سازمان در بازارمی شود.

www.takbook.com

۵- کاهش هزینه های مرتبط با محصولات خراب و یا نامنطبق.

۶- رواج فرهنگ کارتیمی در درون سازمان.

۳-۱۲- انواع FMEA

درحال حاضر بیشترین کاربرد FMEA شامل موارد زیر است:

۱. طراحی سیستم ها و زیر سیستم ها از ابتدایی ترین مرحله (System–FMEA)

۲. طراحی قطعات جدید و یا اعمال تغییرات در طرحهای جاری (Design -FMEA)

۳. طراحی و یا توسعه فرایندهای تولید یا مونتاژ (Process–FMEA)

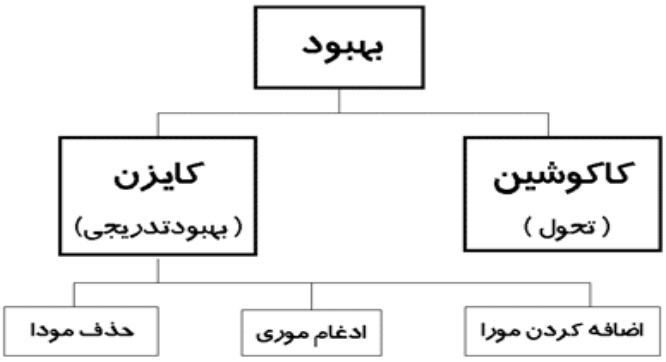
۴. طراحی و یا توسعه فعالیت ها و ارائه خدمات (Service–FMEA)

۵. طراحی ماشین آلات (Machinery–FMEA)

۳-۱۳- کایزن

کایزن ترکیبی دو کلمه ای از یک مفهوم ژاپنی است که تعریف آن تغییر به سمت بهتر شدن یا بهبود مستمر و تدریجی است. در واقع کایزن بر این فلسفه استوار است که برای ایجاد بهبود در سازمان ها لازم نیست به دنبال تغییرات انفجاری یا ناگهانی باشیم، بلکه هر نوع بهبود یا اصلاح به شرط آنکه پیوسته و مداوم باشد، ارتقای بهره وری را در سازمان ها به ارمغان خواهد آورد.

KAI + ZEN = KAIZEN



در نگاه کایزنی برای تحقق بهبود تدریجی و مستمر در سازمان ها باید سه اقدام اساسی زیر صورت بگیرد:

۱- کلیه فعالیت هایی که هزینه زا هستند؛ ولی ارزشی تولید نمی کنند[۱]، باید حذف شوند.

۲- فعالیت هایی که به شکلی در جای دیگری به صورت موازی انجام می شوند[۲]، با یکدیگر تلفیق شوند.

۳- آن دسته از فعالیت هایی که برای تکمیل و بهبود سطح کیفی خدمات لازمند[۳]، به فعالیت های سازمان افزوده شوند. این حرکت یا نهضت ۳Mu اساس اقدامات کارگاه آموزشی گمبا کایزن (کایزن عملی) را

۱ - Muda
۲ - Muri
۳ - Mura

www.takbook.com

تشکیل می دهد. معنی اصلی واژه کایزن ساده و گویاست؛ کایزن یعنی بهبود مستمر، بهبود مستمری که تمامی افراد یعنی مدیران، کارکنان و کارگران را در بر می گیرد. فلسفه کایزن بر این اصل استوار است که شیوه زندگی انسان شامل زندگی شغلی، زندگی اجتماعی و زندگی خانوادگی باید پیوسته و مداوما بهبود یابد. فرهنگ کایزن و تعامل آن در بین لایه ها و سازمانهای مختلف اجتماعی در ژاپن باعث شده است تا کارخانه به دانشگاه تبدیل شود و دانشگاه به کارخانه، کارگر از مدیر بیاموزد و مدیر از ایده های کارگر بهره مند گردد، پژوهشگر لباس کار بپوشد و به جای نشستن در برج عاج به صحنه تولید بیاید و فعالان صحنه های تولید به فکر و تدبیر در باب بهبود کار خویش بپردازند و به پژوهش روی آورند.

۳-۱۳-۱- مدیریت و کایزن

اگر بخواهیم وظایف مدیران را بر شمریم، به فهرست بلند بالایی از اقدامات ریز و درشت می رسیم که بسیاری از آنها در چارچوب هایی قابل دسته بندی است. دانشمندان علوم مدیریت بر همین اساس نظریاتی را خلق کرده اند که مهمترین کاربرد آنها، دسته بندی یا طبقه بندی این وظایف است. یکی از این نظریات پذیرفته شده نظریه فایول است که اهم وظایف مدیران را این گونه بر می شمارد:

۱) هدایت و رهبری
۲) سازماندهی
۳) برنامه ریزی
۴) نظارت و کنترل
۵) هماهنگی

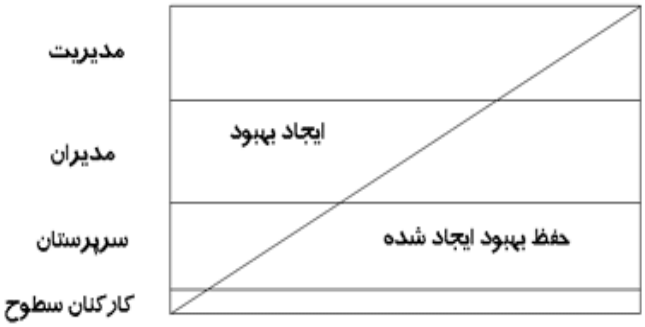
گرچه نظریات دیگری نیز در این حوزه وجود دارد، اما نظریه فایول با توجه به لحاظ کردن و در عین حال نقد اصولی دیدگاههای تیلور، تا کنون به عنوان یکی از معتبرترین اصول در علم مدیریت و حوزه وظایف مدیران پذیرفته شده است. چنانچه فارغ از سایر دیدگاههایی که در این زمینه وجود دارد، اصول فایول را به عنوان مهمترین وظایف مدیران بپذیریم، می خواهیم از دیدگاه کایزنی این اصول را بازبینی کنیم. از نگاه کایزن وظایف مدیریت بر دو دسته اصلی تقسیم بندی می شود. لازم به یادآوری است که در این جا منظور از مدیر تنها جایگاه رسمی و سازمانی وی مورد نظر نیست و هر فردی که در سازمان مسئولیت انجام کاری را دارد، مدیر یا به تعبیری دیگر اداره کننده آن کار فرض می شود. هنری فایول (۱۹۲۵-۱۸۲۱) مهندس معدن که بعدها در حرفه مدیریت ادامه کار داد و نظریات خود را در این زمینه در دهه هفتاد عمر خود منتشر کرد و مورد استقبال علوم مدیریت قرار گرفت.

۳-۱۳-۲- مدل مدیریت کایزنی

در مدل مدیریت کایزنی، هر چه از سطوح بالای مدیریت به سطوح پایین تر سازمان می آییم، از وظایف دسته ایجاد بهبود کاسته و در عوض بر وظایفی که جنبه حفظ و نگهداری بهبود ایجاد دارند، افزوده می شود. به بیان دیگر،

www.takbook.com

مدیران سطوح بالاتر سازمان باید همواره بخش اعظم وقت خود را صرف بهبود سازمان نمایند و امور جاری را که جنبه نگهداری دارند به سطوح پایینتر واگذار کنند. آیا به راستی در سازمانهای ما این گونه عمل می شود؟ مدیری که بیشتر وقت خود را صرف پاراف نامه بازبینی مطالبی که قبلا می بایست توسط کارشناسان انجام شود می گذرد، هیچ وقت فرصت آن را نخواهد داشت که به بهبود سازمان بیاندیشد.



بنابراین از نگاه کایزن، کارکنان یک سازمان همواره باید به فکر بهبود و حفظ دستاوردهای بهبود در سازمان خود باشند، اما سهم آنها از این نهضت در این مدل منعکس شده است.

مدیریت تیلوری که نمود آن را در دیدگاه های فایول نیز ملاحظه می کنیم، بر سازماندهی سلسله مراتبی و وحدت فرماندهی بیشترین تاکید را دارد. در این نظام مدیریت، معمولا ارتباط سازمانی به صورت صدور دستور از بالا و عرضه گزارش از پایین تعریف می شود.

۳-۱۳-۳- مراحل اجرای کایزن عملی

برای اجرای بهبود بهره وری با رویکرد کایزن عملی مراحل زیر پیش بینی شده است که در این کارگاه پنج روزه به تفصیل تشریح می شوند و شرکت کنندگان در دوره، به طور عملی نیز آن را تمرین خواهند نمود:

۱- ناحیه نمونه را انتخاب کنید.
۲- گروه بهبود (تیم کایزن) را ایجاد و سازماندهی کنید.
۳- داده های آماری مورد نیاز را در ناحیه نمونه با کمک اعضای گروه گرد آوری کنید.
۴- اعضای شرکت کننده را در کارگاه آموزشی با مفاهیم و ابزارهای بهبود آشنا کنید.
۵- نظام آراستگی (۵ ت) را آغاز کنید.
۶- مودا (اتلاف) ها را شناسایی و فهرستی از آنها تهیه کنید.
۷- تحلیل علل رویداد اتلاف را در ناحیه نمونه انجام دهید و راه حلهایی را با استفاده از کار گروهی بدست آورید.
۸- راه حل هایی را که عملی ترند، انتخاب کنید.
۹- هر نوع تغییر فیزیکی در آرایش ناحیه نمونه را بدون فوت وقت انجام دهید.
۱۰-بهبود انجام گرفته را به صورت استاندارد درآورید.

www.takbook.com

۱۱-موفقیت حاصله را به اطلاع سایر همکارانتان برسانید.

۱۲-نتایج به دست آمده را ارزیابی کنید تا در مراحل بعدی مورد استفاده قرار گیرند.

۱۳-به سراغ مشکل بعدی بروید.

۳-۱۳-۴- اصول بیست گانه مدیریت در کایزن

۱- نگویید چرا این کار انجام نمی شود، فکر کنید چگونه می توانید آن را انجام دهید.

۲- در مورد مشکل به وجود آمده نگرانی به خود راه ندهید، همین الان برای رفع آن اقدام نمایید.

۳- از وضعیت موجود راضی نباشید، باور داشته باشید که همیشه راه بهتری هم وجود دارد.

۴- اگر مرتکب اشتباه شدید، بلافاصله در صدد رفع اشتباه برآیید.

۵- برای تحقق هدف به دنبال کمال مطلوب نگردید، اگر ۶۰٪ از تحقق هدف اطمینان دارید، دست به کار شوید.

۶- برای پی بردن به ریشه مشکلات ۵ بار بپرسید؛ چرا؟

۷- گمبا محل واقعی رویداد خطاست، سعی نکنید از دفتر کار خود مشکلات محیط را حل کنید.

۸- همیشه برای حل مشکل از داده و اطلاعات کمی و به روز استفاده کنید.

۹- برای حل مشکل بلافاصله به دنبال هزینه کردن نباشید، بلکه از خرد خود استفاده کنید، اگر عقلتان به جایی نمی رسد، آن را در همکارانتان بجویید و از خرد جمعی استفاده کنید.

۱۰- هیچ وقت جزئیات و نکات ریز مسأله را فراموش نکنید، ریشه بسیاری از مشکلات بزرگ همین نکات ریز است.

۱۱- حمایت مدیریت ارشد منحصر به قول و کلام نیست، مدیریت باید حضور مشهود و ملموس داشته باشد.

۱۲- برای حل مسائل هر جا که امکان آن وجود دارد از واگذاری اختیار به زیردستان هراس نکنید.

۱۳- هیچ وقت به دنبال مقصر نگردید، هیچگاه عجولانه قضاوت نکنید.

۱۴- مدیریت دیداری و انتقال اطلاعات بهترین ابزار برای حل مسأله به صورت گروهی است.

۱۵- ارتباط یک طرفه دستوری از بالا به پایین مشکلات سازمان را پیچیده تر می کند، مدیریت ارشد باید با لایه های پایین تر سازمان ارتباط دو جانبه داشته باشد.

۱۶- انسانها توانایی های فراوانی دارند، از الگوهای چند مهارتی و غنی سازی شغلی برای شکوفا شدن آنها استفاده کنید.

۱۷- تنها فعالیت هایی را انجام دهید که برای سازمان شما ارزش افزوده ایجاد می کنند.

۱۸- فراموش نکنید که ۵ ت، پایه و بنیان ایجاد محصولی با کیفیت است.

۱۹-بر اساس الگوهای کار گروهی، مسائل محیط کارتان را حل کنید.

۲۰- حذف مودا (اتلاف) فرآیندی پایان ناپذیر است، هیچوقت از این کار خسته نشوید.

www.takbook.com

۳-۱۴- ساختار سلسله مراتبی تصمیم در سازمان

تیلور با تقسیم وظایف و تخصصی کردن فعالیت های یک سازمان ضمن این که به شیوه ای نظام مند سازمان را قابل اداره می کند، اما در شرایط رقابتی امروز جهان که مشتری حرف اول را در تعیین نوع و کیفیت خدمات مورد نظر می زند دیگر پاسخگو نیست. امروز مشتریان سازمان هایی که خدمات عمومی تولید می کنند، انتظارات دیگری دارند آنها به دنبال خدماتی می گردند که دارای سه ویژگی زیر باشد:

۱- ارزانتر از عرضه کنندگان خصوصی
۲- در مدت زمانی سریعتر از بخش خصوصی
۳- با کیفیتی که مطلوب اوست

در چنین شرایطی پاسخگویی به نیاز مشتری و انجام تغییرات متناسب با تحولات بازار، تنها از عهده سازمان هایی بر می آید که با شیوه های نوین مدیریت و سازماندهی آشنایی دارند. سازمان هایی که همچنان با نظام دیوان سالاری اداره می شوند، نسبت به تغییر و نیاز بازار حساسیتی ندارند و بسیار کند عمل می کنند. مشتری در این سازمان معمولا حق انتخاب ندارد. به طور خلاصه این سازمان ها با مشکلاتی روبرویند که در زیر به آن اشاره می کنیم:

سازمان های سلسله مراتبی با ایجاد دپارتمان های مختلف و لایه های متعدد مدیریتی ،عملا دیوارهای نامرئی در بین کارکنان خود ایجاد می کنند. در این سازمان ها ایستگاههای متعدد کار وجود دارد که برخی از آنها خود به گلوگاه تبدیل می شوند. هر کس مسئول کار خود است و از فعالیت همکاران خود اطلاعی ندارد. گردش اطلاعات و مستندات در سازمان به کندی صورت می گیرد. باین ترتیب اطلاعات مورد نیاز برای تصمیم گیری در لایه های متعدد سازمانی ضمن آنکه دیر به دست مدیر می رسد، به دلیل پالایش های مصلحتی از دقت و روایی هم برخوردار نیست. در بهترین حالت این اطلاعات دیگر به روز نیستند و برای تصمیم گیری از کمترین ارزش ممکن برخوردارند.

در این سازمان ها چه باید کرد که پاسخگوی نیاز مشتری باشیم. آیا بر هم زدن ساختار سلسله مراتبی و ایجاد ساختارهای جدید به سرعت امکان پذیر است؟ تجربه اجرای تکنیک های تغییر از بالا و اجرای یکباره در سراسر سازمان خلاف این امر را ثابت می کند. فرهنگ سازمانی حاکم بر بسیاری از سازمان های کنونی اجازه تغییرات بنیادین را به هیچ وجه نمی دهد. از سوی دیگر دوره مدیریت در سازمان های ما کوتاه است و مدیران ما انتظار دارند در زمان معقولی، به نتایج ملموسی دست پیدا کنند. چه باید کرد؟ راز موفقیت را باید در رویکرد های بهبود که در زیر به آن اشاره می کنیم جستجو کرد.

۳-۱۴-۱- مودا چیست؟

مودا از نگاه ژاپنی ها به هر فعالیتی اطلاق می شود که برای سازمان ها ایجاد هزینه می کند، اما ارزش افزوده ای تولید نمی کند. به عبارتی مودا مجموعه فعالیت هایی است که از نظر مشتری نهایی ارزشی ندارد و مشتری تمایلی به پرداخت پول برای این فعالیت ها ندارد. حال برای آنکه با این بحث بیشتر آشنا شویم به ذکر ویژگی های آن می

www.takbook.com

پردازیم: آقای تایی چی اوهنو معاون تولید شرکت تویوتا موتورز که بعدها به نظریه پرداز نظریه تفکر ناب تبدیل شد، مودا را به هفت دسته زیر تقسیم بندی می کند:

۱- مودای تولید بیش از نیاز بازار
۲- مودای انتظار و تاخیر
۳- مودای حمل و نقل
۴- مودای حرکت های اضافی
۵- مودای انبارش
۶- مودای ایراد در فرآیند
۷- مودای تولید ضایعات و دوباره کاری

گرچه این اصول در صنعت خودروسازی پایه گذاری شد؛ اما مصداقهای آن در بخش های دیگر و ازجمله خدمات نیز وجود دارد. به عنوان مثال کلیه فعالیتهایی که برای صدور یک فقره گواهی نامه پایان دوره آموزشی یا مجوز احداث یک واحد صنعتی و یا معدنی انجام می شود، از نگاه عرضه کننده خدمات (سازمان یا اداره دولتی) لازم و اجتناب ناپذیر است، اما از نگاه مصرف کننده نهایی تنها چیزی که اهمیت دارد، برگه گواهی نامه یا مجوز است که در پایان این فعالیت ها صادر می شود. بنابراین اگر بخواهیم از نگاه مشتری به مسائل مان بنگریم، بسیاری از فعالیت هایی که انجام می دهیم، مودا هستند. مطالعات و بررسی هایی که در شرکتهای برتر دنیا انجام گرفته است، نشان می دهد که در این شرکتها تنها یک فعالیت از ۲۰۰ فعالیت آنها تولید ارزش افزوده می کند و مابقی هزینه به سازمان و نهایتا به مشتری تحمیل می کند.

۳-۱۴-۲- اجرای نظام آراستگی(۵S)

(۵S) که از این به بعد به آن (۵ ت) اطلاق می کنیم، پنج حرف اول کلمات زیر است:

۱) **تشخیص**[۱]: به معنی جدا کردن آنچه ضروری است از غیر ضروری ها
۲) **ترتیب**[۲]: سر و سامان دادن به آنچه که به عنوان ضروری باقی می ماند
۳) **تنظیف (تمیز)**[۳]: پاکسازی و تمیز کردن محل و کلیه اشیا و لوازم مورد نیاز
۴) **تنظیم**[۴]: استاندارد کردن و رویه مند کردن اقداماتی که فوقا شرح داده شد
۵) **تکلیف**[۵]: ایجاد بسترها و سازوکارهای لازم برای رعایت همگانی این استانداردها

۵ت، مصداق بارز احادیث اولیای خداست که می فرمایند « النظافه من الایمان » و « اوصیکم بالتقوی الله و نظم امرکم ».

۱ - Seiri
۲ - Seiton
۳ - Seiso
٤ - Seiketsu
٥ - Shitsuke

www.takbook.com

۳-۱۴-۲-۱- مراحل پیاده سازی ۵S

۱- بسترسازی و فراهم کردن زمینه های فرهنگی لازم

۲- سازماندهی و آغاز رسمی نهضت توسط مدیریت ارشد

۳- پاکسازی عمومی

۴- آغاز فرآیند تشخیص و تفکیک ضروری از غیر ضروری

۵- انجام وظایف روزانه تشخیص، ترتیب و تنظیف

۶- ممیزی دوره ای ۵ ت

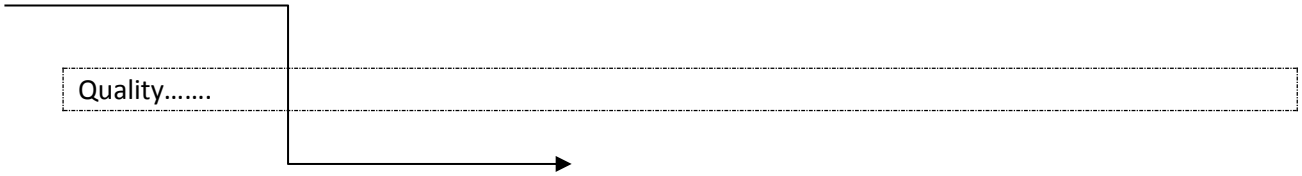
۳-۱۴-۲-۲- نهضت برچسب قرمز

گام اول در اجرای نظام آراستگی تفکیک اقلام ضروری از غیر ضروری است. برای انجام این کار از ابزاری به نام برچسب قرمز استفاده می کنیم که معمولا از پوشه های مستعمل تهیه می شود. در این مرحله اعضای کار گروه برچسبهای لازم را تهیه و بر روی اقلام غیر ضروری نصب می کنند. این برچسب ها در اندازه هایی تقریبا با مقیاس بالا (بسته به ابعاد قلم کالا یا قطعه ای که برچسب بر آن نصب است) ایجاد می شود. در ردیف نخست نام و نام خانوادگی نصب کننده برچسب و در ردیف دوم تاریخ نصب آن درج می شود. شماره سریال شماره ساده ای که نشان دهنده تعداد برچسب های نصب شده در مدت اجرای کارگاه آموزشی است. البته این حرکت بعد از برگزاری کارگاه پنج روزه به عنوان یکی از وظایف اصلی کار گروه دنبال و در مستندات مربوطه ضبط می شود.

در قدم بعدی (ترتیب) آنچه به عنوان ضروری تشخیص داده شده است، ساماندهی و منظم می شود. برای این کار تمامی اعضای کار گروه، بسیج می شوند و پس از تعیین تکلیف اقلام نسبت به ایجاد قید و بست تعمیر یا تعویض تجهیزات و ابزارهای معیوب و بالاخره تعیین جای مناسب برای استقرار وسایل و سایر اقدامات لازم برای ساماندهی انجام می گیرد.

گام بعدی (تنظیف) مربوط به تمیز کردن اقلام و مدارکی است که به تشخیص گروه ضروری تشخیص داده شده و محل مناسب استقرار آن نیز با برچسب و استفاده از الگوهای علمی نگهداری (مانند سامانه FIFO در انبار) نشانه گذاری با استفاده از رنگ و علائم تعیین شد، اکنون باید به نظافت و پاکسازی محیط نمونه و محل استقرار این اقلام اقدام کنیم. پاکسازی با همکاری کلیه اعضای کار گروه و به منظور ایجاد فضای مناسب برای ایجاد فرهنگ کار گروهی صورت می گیرد. لذا سپردن این فعالیت به دیگران مجاز نیست. اجرای مراحل استاندارد سازی و ممیزی نظام آراستگی به زمان بیشتری نیاز دارد.

www.takbook.com



www.takbook.com

فصل ۴

مدیریت کیفیت جامع[۱] (TQM)

۴-۱- مقدمه

هدف کلیه تلاشهای مدیریت کیفیت جامع در سازمان در جهت بهبود و حفظ کیفیت، جلب رضایت کامل مشتری با کمترین هزینه است. بهره وری را باید از مجرای اصلاح و بهبود کیفیت تولید، خدمات و همه فعالیتها ازجمله رضایت کارکنان، میزان مشارکت آنان و درگیرساختن آنها، اصلاح کرد.

مدل مدیریت کیفیت جامع روش متفاوتی را در نحوه نگرش به شیوه مدیریت فراهم می سازد و یک نوع فرهنگ مشارکتی را توسعه می بخشد که در آن هریک از کارکنـــان می تواند مستقیماً در حوزه های مرتبط با کارش و تصمیم سازی در این مورد مشارکت کند. این مدل از طریق چرخه های کیفیت سازمانـــدهی می شود و نگرش مثبت در میان کارکنان نسبت به کیفیت و سازمان ایجاد می کند. و کارکنان بااحترام به یکدیگر می توانند یک محیط کاری بسیار جذاب برای خود فراهم سازند.

۱ - Total Quality Management

www.takbook.com

۴-۲- فلسفه مدیریتی

ارتقای کیفیت از انتخاب فلسفه مدیریتی شروع می شود. در سفر بی پایان ارتقای کیفیت نقطه شروع برای تلاشهای ارتقای کیفیت در یک سازمان انتخاب آگاهانه یک فلسفه مدیریتی است. ابتدا باید مدیران ارشد سازمان از میان فلسفه های مدیریتی رایج فلسفه ای را برای جهت دادن به تلاشهای سازمان خود انتخاب نمایند. فقط انتخاب آگاهانه درست و توام با باور می تواند انرژی لازم را برای جهت گیری جدید سازمان آزاد نماید. باید توجه کرد که انتخاب درست، اگر چه بسیار حائز اهمیت است؛ ولی اگر قرار است فلسفه مدیریتی انتخاب شده موجب تحول اساسی در سازمان گردد، اجرای صحیح آن کمتر از اجرای آن نیست. بدین معنی که مدیران ارشد ممکن است بر اساس تجربیات دیگران، به اثر بخشی یک فلسفه مدیریتی ایمان بیاورند؛ ولی کسی نمی تواند برای اجرای آن فلسفه در سازمانهای مختلف نسخه واحد، بپیچد. باید در هر سازمان با توجه به شرایط موجود، مناسبترین روش اجرایی را پیدا کرد، ممکن است برای اجرای یک فلسفه واحد در سازمان های مختلف روشهای متفاوتی انتخاب گردد.

۴-۳- کدام فلسفه مدیریتی ارجح است؟

برای انتخاب فلسفه مدیریتی مناسب باید معیارهایی ارائه داد تا در پرتوی آنها بتوان انتخاب آگاهانه تری داشت. در زیر تعدادی از این معیارها ارائه می شود، بدیهی است که معیارهای ارائه شده در زیر فهرست کاملی نبوده و می توان معیارهای دیگری را نیز اضافه نمود.

- **معیار اول** برای انتخاب یک فلسفه مدیریتی ارجح این است که فلسفه انتخابی بتواند مشتری محوری، کیفیت و ارتقای مستمر را در فلسفه وجودی یک سازمان و فلسفه شکل گیری آن ادغام کند؛ به عبارت دیگر فلسفه انتخاب شده باید بتواند از نقطه چرا هستم، جهت گیری سازمان را مشخص کند.
- **دومین معیار** انتخاب عبارتست از این که فلسفه مدیریتی انتخاب شده و عناصر اصلی تشکیل دهنده آن ساده شفاف و برای همه قابل درک باشد؛ بدین معنی که درک آن متاثر از موقعیت سازمانی دانش مدیریتی و فنی یا حتی سواد افراد نباشد؛ هر کس، هر کجا قرار گرفته است، آن را به خوبی درک کند و بتواند بر اساس درک درست، آن نقش خود را در جهت گیری سازمان ایفا نماید.
- **معیار سوم** برای انتخاب یک فلسفه مدیریتی مناسب عبارتست از این که فلسفه انتخاب شده بتواند همه اجزاء و عناصر یک سازمان را به عنوان یک سیستم با هم هماهنگ و هم جهت نماید و به تعامل آنها جهت گیری دهد. بدیهی است تنها نگاه سیستماتیک و فرایندی می تواند همه اعضا عناصر و منابع سازمان را حول ارزشهایی چون: مشتری محوری و ارتقای مستمر هماهنگ و هم جهت نماید، هر فلسفه ای که کلیت یک سازمان را خدشه دار کند و افراد و واحدهای سازمانی را به جزء نگری مبتلا کند، سازمان را از حیات ساقط خواهد کرد.
- **معیار چهارم** عبارتست از این که فلسفه مدیریتی انتخاب شده باید بتواند فضاهای خالی بین نمودار سازمانی را که به حریم های مقدس و نفوذ ناپذیر تبدیل شده اند، پر کند؛ به عبارت دیگر، خروج از این

www.takbook.com

فضاها و حریم ها که بنا به ضرورت سازماندهی درونی یک سازمان به وجود آمده اند را نه تنها لازم بلکه واجب بداند و افراد و واحدها را به طور طبیعی کنار هم قرار دهد.

- **معیار پنجم** این که هر فلسفه مدیریتی که بتواند جو سازمانی را به یک جو «یادگیری» تبدیل کند، ارجح است. در اینجا نیز باید یک بستر طبیعی برای یادگیری وجود داشته باشد، باید فلسفه مدیریتی یک میل طبیعی، انگیزه درونی و شوق سازمانی برای یادگیری ایجاد نماید.
- **معیار ششم** برای انتخاب فلسفه مدیریتی مناسب این است که بتواند بدون «اعمال زور» قدرت تصمیم گیری، اقدام و تاثیر گذاری را از رأس سازمان به قاعده آن منتقل نماید؛ به عبارت دیگر، باز هم به طور طبیعی، «رهبری» را در سازمان توزیع نماید. در این صورت هر کس خود را در هدایت و جهت گیری سازمان و بقا و سود و زیان آن سهیم می داند.
- **معیار هفتم** فلسفه ای ارجح است که برای ارتقای عملکرد سازمان یک دیدگاه «استراتژیک»داشته باشد وجود رسوبات ضخیم سنتها، باورها، طرز فکر ها و ارزشها در سازمان ها از یک طرف و پیچیدگی ها و سیال بودن محیط بیرون سازمان ها از طرف دیگر، ما را محتاج یک فلسفه مدیریتی می کند که برای قرار دادن سازمان در یک موقعیت برتر، یک دیدگاه استراتژِیک و بلند مدت را ترغیب و تشویق می کند.
- **معیار هشتم** بالاخره فلسفه ای ارجح خواهد بود که اتکا به اعداد و ارقام و سنجش را ترغیب می کند، با این دیدگاه، علاوه بر این که حرکت سازمان باید جهت دار باشد، باید سازمان برای نشان دادن هر نوع تغییر، اثبات هر نوع ارتقای عملکرد و برداشتن هر گام در راستای پاسخگویی به نیازها و انتظارات مشتری ها، سنجش انجام دهد. به عبارت دیگر، سنجش باید «تار و پود» تلاش های ارتقا را تشکیل دهد.

۴-۴- مدیریت جامع کیفیت فلسفه برتر

به اعتقاد ما، مدیریت جامع کیفیت همه ویژگیهای بالا را شامل می شود، مدیریت جامع کیفیت با داشتن ارکان فلسفی و اصول ساده و قابل درک و فراهم نمودن یک بستر طبیعی برای تلاشها، شاید تنها گزینه در پیش روی مدیران باشد. سه رکن مهم فلسفه مدیریت جامع کیفیت، یعنی مشتری محوری، فرایند گرایی و ارتقای مستمر، هم در رأس یک سازمان و هم در قاعده آن قابل درک و اجراء است. مدیران ارشد سازمان از تحلیل فلسفه وجودی سازمان، دورنما و رسالت آن فرایند های کلیدی را تعیین می کنند و در راستای تحقق رسالت سازمان و پاسخگویی به نیازها و انتظارات مشتری ها همه افراد سازمانی، یعنی «صاحبان فرایند ها» را برای ارتقای عملکرد فرایند ها آماده و بسیج می نماید، کارکنان نیز از قاعده سازمان با ارتقای عملکرد فرایند های کلیدی با مدیران ارشد سازمان همگام و همراه می شوند. برآیند دو حرکت از «بالا به پایین» و از « پایین به بالا » موجب دگرگونی و تحول اساسی و جهت دار در سازمان خواهد بود، تداوم این دو حرکت و حمایت آن دو از هم به نهادینه شدن مدیریت جامع کیفیت خواهد انجامید.

انتخاب و اجرای چنین فلسفه ای است که به روشها و ابزار ارتقا از جمله روش ها و ابزار آماری معنی می بخشد. کسانی که تلاش کرده اند بدون معرفی یک فلسفه مدیریتی از روشها و ابزار برای «حل مشکل» یا «ارتقای کیفیت»

www.takbook.com

استفاده نمایند، هرگز نتوانسته اند موجب تغییرات دائمی شوند، سازمانها شاهد دهها سال، تجربه در زمینه کار برد روشها و ابزارهای مختلف بوده اند که بر سرنوشت آنها تأثیرات استراتژیک نداشته اند. سازمانها قبل از هر چیزی محتاج یک فلسفه مدیریتی مناسب است.

۴-۵- تعریف مدیریت جامع کیفیت

مدیریت جامع کیفیت فرایندی است متمرکز بر روی مشتری ها، کیفیت محور، مبتنی بر حقایق، متکی بر تیمها که برای دستیابی به اهداف استراتژیک سازمان از طریق ارتقای مستمر فرایند ها، توسط مدیریت ارشد سازمان رهبری می شود.

۴-۵-۱- تحول مدیریت کیفیت جامع

«موریس فوستر» و «سوزان واتیل» در مقاله خود (مدیریت کیفیت مارپیچ) به بررسی مدیریت کیفیت فراگیر پرداخته اند. آنها از نقاط مبهمی که در مقالات دیگر در مورد مدیریت کیفیت جامع وجود داشت، دوری کردند و سعی داشتند با شفاف سازی تعاریف مختلف، کیفیت جامع این مبحث را به خوبی مطرح سازند. آنها مدیریت کیفیت جامع را به چهار مرحله اصلی تقسیم کردند:

الف) مرحله کنترل کیفیت:

کنترل کیفیت از طریق بازرسی پس از تولید، به شناسایی محصولات معیوب می پردازد. بازرسیها براساس استانداردهاست. در این مرحله تمامی محصولات معیوب باید مرجوع داده شوند.

ب) مرحله تضمین کیفیت:

در این مرحله اعتقاد اینست که تنها بازرسی کافی نیست بلکه کل فرآیند تولید می بایست در راستای تامین نیازهای کیفی طرح باشد. تضمین کیفیت مرکز بر دستورالعملها، روشها و رعایت استانداردهای محصول است و طی تولید نیز باید تمامی مراحل استاندارد رعایت گردد. برای این منظور می توان از کنترل کیفیت آماری بهره گرفت.

ج) مرحله کنترل کیفیت جامع:

برنامه ریزان کنترل کیفیت جامع تلاش می کنند تا فلسفه تضمین کیفیت را به ورای عملیات ساخت یعنی به بخشهای دیگر سازمانی بسط دهند. کنترل کیفیت جامع بسیاری از ابزارهای استفاده شده در تضمین کیفیت را با هم تلفیق می کند اما هدف از تجزیه و تحلیل یک مشکل تهیـــه و تـــدویـن راه حلهای بلندمدت به جای پاسخ به تغییرات کوتاه مدت است. نگرانیهایی از قبیل کاهش مستقیم هزینه و یا افزایش کارایی، در مباحث کیفیت کنار گذاشته می شوند و مسأله بهسازی و گسترش روشها و سیستم های کنترل کیفیت جایگزین تفکرات سازمانی می شود. سیستم های یکپارچه کامپیوتری بااستفاده از روشهای مناسب مدیریتی می تواند کنترلها را تسهیل سازد. امروزه در بیشتر سازمانها مدیریت سیستم ساخت و دریافت اطلاعات به خارج از درب کارخانه و تا محل ارتباط فروشندگان، توزیع کنندگان و مشتریان در »زنجیره کیفیت« بسط پیدا می کند.

www.takbook.com

اما مشکلاتی در قبول این سیستم مدیریتی رخ می دهد مثل کنتـرل کیفیت جامع که تصور می شود حرکتی در عرصه شرکت باشد اما درواقع عمدتاً به بخش تولید محدود می شود.

د) مرحله مدیریت کیفیت جامع:

مدیریت کیفیت جامع، تغییر اساسی در فعالیتهایی است که قبلاً انجام می شده است. در مدیریت کیفیت جامع، ضرورت آنالیز منظم، طرح و برنامه ریزی و برنامه کاری عملیات همچنان باقی می ماند اما توجه و اهمیت از فرآیندی که به وسیله کنترلهـــای بیرونی در توسعه و انجام راهکـار صـورت می گیرد به فرآیندی که از پیشرفت مرسوم و عادی، جایی که کنتـرل در آن در نظر گرفته شده باشد و به وسیله فرهنگ سازمان به پیش می رود، تغییر می کند. مدیر، نقش حمایت کننده و رهبری را به عهده دارد. در TQM مشتری مداری از طریق بهبود مداوم کیفیت حاصل می شود و یک فضای مناسب ایجاد می گردد که همه در آن سهیم هستند و بدون شک هر دو طرف از آن بهره مناسب می برنـد و به تدریج مشتـــری مداری بـــه عنوان بخشی از فرهنگ سازمـــانی قـــرار می گیرد.

۴-۵-۲- وضعیت کنونی مدیریت کیفیت جامع

در طول نیمه اول قرن بیستم، از مشتریان انتظار می رفت تا هزینه اضافی برای کیفیت را بپردازنـــد. به هرحال در فضای رقابتی تجاری دهه های ۱۹۸۰، دیگر کیفیت به عنوان تنها گزینه نیست؛ بلکه کیفیت نیاز مثبتی است که بدون آن یک سازمان نمی تواند به حیات خود ادامه دهد. محصولات و خدمات نیاز به یک تعهد جامع و سیستم جدید مدیریتی یعنی مدیریت کیفیت جامع دارند.

امروزه بسیاری از سازمانها دریافته اند که باید روش مدیریت کار را، تغییر دهند؛ زیرا آداب و رسوم مشتری ها نیز تغییر یافته است، لذا آنها باید رقابتی تر شوند. در این راستا مدیران ارشد، مدیران میانی و کلیه کارکنان باید فعالیتها را در جهت کیفیت جامع سوق دهند.

با ارائه دلایل فوق، شاید بتوان وضعیت کنونی مدیریت کیفیت جامع را توضیح داد. تحقیقات انجام شده در سال ۱۹۸۱ نشان می دهد که رهبران کسب و کار آمریکایی درباره کیفیت دیدگاهی یکسان داشتند. این بررسی به طور واضح به این مطلب اشاره دارد که مدیران اجرایی تراز اول سازمان به کیفیت اهمیت بسیاری می دهند. ولی برخی اعتقاد دارند که نباید درگیر مدیریت کیفیت شد. این گروه معمولاً اظهارنظر رسمی در مورد کیفیت نمی کنند و به تاثیر سیاستهای کیفیت در اهداف کلیدی کاری ندارند ویا اصولاً آن را درک نکرده اند. آنان تاثیر معیارهای کیفیت را در انجام امور روزانه نادیده می گیرند و همچنین به تاثیر آن در برنامه های بلندمدت و برنامه ریزی های استراتژیک توجه نمی کنند.

۴-۶- ارکان فلسفی مدیریت جامع کیفیت

الف) فرایند گرایی:

www.takbook.com

سازمان را فرایندی می بینیم که در آن درون داد، روند و برون دادی وجود دارد که همه افراد بصورت افقی در مراحلی از فرایند، قرار می گیرد. تقسیم بندی عمودی و سلسله مراتبی وجود ندارد. اگر فرایند برون دادی دارد همه در آن سهیم هستند.

ب) مشتری محوری:

تمامی افرادی که روی فرایند کار می کنند و آنها که نتیجه فرایند را کسب می کنند، در واقع همکار و شریک هستند و باید کار کنند. اگر چنین نگرشی در سازمان حاکم گردد، برای مشتریهای سازمان جایگاه ویژه ای ایجاد می شود. مشتری صاحب حق و احترام می گردد، در این گونه سازمانها سلامت جریان کار و سلامت فرایندها و وابسته به مشتری و اظهار نظر اوست.

ج) ارتقای مستمر و فراگیر فرایندها و سیستمها:

با تمرکز بر ارتقای عملکرد فرایندها و سیستمها و توانمند سازی کارکنان، تلاش می شود. فرایندها و سیستمها بطور دائم در جهت پاسخ به نیازها و انتظارات مشتری ها بهبود یابند.

۴-۷- فرضها و اصول مدیریت جامع کیفیت

مدیریت جامع کیفیت بر روی تعدادی فرضها و اصول استوار است که آن را از سایر رویکردهای مدیریتی متمایز می کند. این فرضها و اصول عبارتند از:

۱) فرایندها و سیستمها، منشأ بیشتر مشکلات مربوط به کیفیت است.

سازمانها شامل سیستمها و کارکنان است. عملکرد کارکنان تحت تأ ثیر تعامل همه اجزا و عناصر سیستمها است. مواد، تجهیزات، نیروی انسانی، سیاستها، روشهای کاری و بالاتر از همه فرهنگ سازمانی که تبلور ارزشها است، بر نحوه ارائه خدمت تأثیر می گذارد.برآوردی محتاطانه ۹۰ درصد مشکلات را ناشی از سیستمها و ۱۰ درصد را مربوط به کارکنان می دانند (دمینگ ۹۶ درصد مشکلات را مربوط به سیستمها و فقط ۴ درصد آنها را ناشی از کارکنان می دانست). کسب دیدگاه سیستماتیک به ما کمک می کند تا بتوانیم مشکلات مربوط به سیستم را از مشکلات مربوط به کارکنان افتراق دهیم.

۲) اگر عملکرد فرایندها و سیستم ها درست باشد، محصول یا خدمت بدون نقض خواهد بود.

ارتقای واقعی عملکرد یک سازمان با درک کامل عملکرد فرایندها و سیستم و اصلاح دائمی آنها، بر مبنای اطلاعات تولید شده توسط خود فرایندها و سیستمها امکان پذیر است. ممکن است سوال شود که صلاحیتهای حرفه ای کارکنان چه نقشی در ارتقای کیفیت دارد. بدیهی است که صلاحیتهای حرفه ای کارکنان حائز اهمیت ست؛ ولی ارزیابی عملکرد آنان باید جزئی از عملکرد فرایندها و سیستم ها باشد تا تأثیر مثبت داشته باشد؛ زیرا بدون توجه به کارآیی فرایندها و سیستمها، نمی توان عملکرد کارکنان را ارزیابی کرد. ریشه مشکلات در سیستم ها است؛ اگر سیستمها درست عمل کنند، عملکرد کارکنان بهبود خواهد یافت.

www.takbook.com

۳) ارتقای کیفیت فرایندی است که پایان ندارد.

ارتقای کیفیت جریانی است که آغاز دارد؛ ولی پایان ندارد.از یک طرف سازمانها، باید به نیازها و انتظارات در حال تغییر مشتری ها پاسخ بگویند و از طرف دیگر اجرای فرایندها و سیستم ها در تعامل دائمی و پویا هستند؛ بنابر این همواره می توان فرصتهایی را برای ارتقای فرایندها و سیستمها پیدا کرد.

۴) مشتری تعیین کننده نهایی کیفیت است.

باید محور همه تلاشها و اقدامات یک سازمان پاسخگویی به نیازها و انتظارات مشتریهای داخلی و خارجی باشد. در اینصورت مشتریهای داخلی (کارکنان و مدیران) علایق و خلاقیتها و استعدادهای خود را در مسیر ارتقای عملکرد فرایندها و سیستمها و یافتن راههای بهتر و موثرتر به کار می گیرند. از طرف دیگر گشوده شدن باب گفتگو با مشتریهای خارجی به ارتقای مستمر کیفیت خدمات منجر می شود. هر کاری بدون در نظر گرفتن نیازها و انتظارات مشتریها (داخلی و خارجی)، اگر چه ممکن است از نظر مدیران کاری مفید و بدون نقض باشد؛ ولی در واقع فاقد ارزش است.

۵) اجرای مدیریت جامع کیفیت به تعهد کامل سازمانی نیاز دارد.

بدون تعهد مدیران ارشد و همه مدیران اجرایی، اتفاقی نخواهد افتاد یا اگر اتفاق افتاد، دوام پیدا نخواهد کرد. باید مدیران شخصاً مسوولیت مدیریت جامع کیفیت را به عهده بگیرند. اولین چیزی که باید اتفاق افتد این است که رهبران فکری سازمان از مدیریت جامع کیفیت، درک درست و یکسانی پیدا کنند، سپس باید محیطی به وجود آورند که تغییر و ارتقا در آن ممکن باشد بدین معنی که هر کس هر روز در اندیشه ارتقا باشد. ارتقای فرایندها و سیستمها با کار روزانه کارکنان ادغام شود، یعنی ارتقا تبدیل به یک ارزش شود و جز عادتها قرار گیرد فقط در چنین شرایطی است که کارکنان به کمال توانایی خود دست می یابند و سازمان چنان توانایی و ظرفیتی پیدا می کند که جلوتر از نیازها و انتظارات مشتریهای خود حرکت کند.

۶) کارکنان کلید موفقیت اجرای مدیریت جامع کیفیت هستند.

اگر چه کارکنان سهم بسیار اندکی در مشکلات مربوط به کیفیت دارند؛ ولی نقش به سزایی در ارتقای کیفیت به عهده دارند. کارکنان سرمایه اصلی سازمان است، آنان کارها را انجام می دهند؛ بنابراین مشارکت آنان در تحقق مدیریت کیفیت امری حیاتی است. اگر نزدیکترین افراد به فرایندها در تحلیل عملکرد و تصمیم گیریهای مربوط به ارتقای آنها دخالت داشته باشند، ارتقای مستمر کیفیت عملی خواهد شد. مشارکت کارکنان حاکی از وجود یک جو مناسب فرهنگی است که می تواند همه کارکنان را در راستای پاسخگویی به نیازها و انتظارات مشتریها بسیج نمایند.

۷) اجرای موفق مدیریت جامع کیفیت محتاج کار تیمی و همکاری است.

کار تیمی یکی از مشخصات کلیدی مشارکت است و بدون آن کسب تعهد و جلب مشارکت افراد مشکل خواهد بود.کار تیمی علاوه بر ترغیب مشارکت افراد هماهنگی و همکاری واحدهای سازمانی را نیز ممکن می سازد.با استقرار تیمهای ارتقا روی فرایندها سد بین واحدهای تولید یا ارائه خدمت از بین می رود;ارتباط بین آنها تسهیل می شود وکارها سریعتر انجام می گیرد;بتدریج از ارتفاع هرم سلسله مراتبی سازمان کاسته می شود و قدرت تصمیم گیری و اقدام از رأس هرم به قاعده آن منتقل می شود.

www.takbook.com

۸) مدیریت جامع کیفیت متکی بر سنجش عملکرد است.

سنجش و ارتقای کیفیت بهم گره خورده اند و هر یک،یک روی سکه است؛ بنابراین ارتقای کیفیت بدون سنجش معنی ندارد. باید عملکرد فرایندها بطور مستمر و بر اساس نشانگرهای کلیدی سنجش و ارتقا داده شوند. هر سنجش باید در راستای ارتقای عملکرد و پاسخگویی به نیازها و انتظارات مشتریهای داخلی و خارجی باشد. اگر چه سنجش های درونی و بیرونی مکمل هم هستند، سنجشهای بیرونی به دلیل انتقال بر داشتها و دیدگاههای مشتریها به درون سازمان حائز اهمیت بیشتری است.

۹) پیشگیری از بروز نقض کلید دستیابی به کیفیت است.

در سازمانهای سنتی بیشترین وقت مدیران و کارکنان صرف حل مشکلاتی می شود که هر روز اینجا و آنجا به وجود می آید و کمترین توجهی به ریشه مشکلات نمی شود. عبارت «مشکلات تمام شدنی نیستند» یک عبارت رایج در میان مدیران سنتی است. در سازمانی که در آن مدیریت جامع کیفیت پیاده شده است، حل ریشه ای مشکلات و پیشگیری از آنها در وظایف روزانه کارکنان ادغام می شود. کارکنان با اصلاح و ارتقای فرایندها سرچشمه مشکلات را می خشکانند. ساده کردن روشهای انجام کار استاندارد کردن آنها و کوتاه کردن فرایندها به پیشگیری از بروز مشکلات کمک می کند.

۱۰) اجرای مدیریت جامع کیفیت محتاج برنامه ریزی است.

برنامه ریزی استراتژیک بر مبنای کیفیت از ضروریات انکار ناپذیر برای پیاده کردن مدیریت جامع کیفیت در سازمانها است. برنامه ریزی بلند مدت حاکی از آن است که مدیریت برای استفاده از منابع کامل مدیریت جامع کیفیت ثبات قدم و عزم راسخ دارد.

اولین قدم برای برنامه ریزی تعیین فلسفه وجودی سازمان (برای چه هستیم؟) دور نما (کجا می خواهیم برسیم؟) و رسالت سازمان (چه می کنیم؟) است. وظیفه مهم برنامه ریزی استراتژیک به عهده مدیران ارشد سازمان است.

۴-۸- عناصر ساختاری مدیریت جامع کیفیت

اهم عناصر ساختاری عبارتند از:

- **تعهد مدیریت ارشد:**

برای رهبری و حمایت از تلاشهای مدیریت جامع کیفیت، فرهنگ سازی و نهادینه کردن آن در سازمان ضروری است.

- **ساختار حمایتی:**

ایجاد یک ساختار مدیریتی جداگانه برای تعیین الویت ها و پایش اجرای مدیریت جامع کیفیت ضروری است. معمولاً شورای کیفیت یا کمیته ارتقای کیفیت به عنوان یک ساختار حمایتی و تسهیل کننده با مشارکت تیم مدیریت ارشد ایجاد می شود.

www.takbook.com

❖ **تیمهای ارتقاء:**

اگر فلسفه مدیریت جامع کیفیت به درستی درک شود باید در اجرای آن تیمهای فرا بخشی با عضویت صاحبان فرایندها از واحدها و بخشهای مختلف سازمانی تشکیل شوند و سنجش، پایش، کنترل و ارتقای عملکرد فرایند های اصلی و کلیدی را به عهده بگیرند.

❖ **روش و ابزار ارتقاء:**

باید برای ارتقای فرایندها یک روش علمی توأم با ابزار ساده و کاربردی وجود داشته باشد و همه مدیران و کارکنان نیز در رابطه با استفاده از روش و ابزار مورد نظر آموزش ببینند.وجود روش و ابزار استاندارد و استفاده از آنها زبان مشترک ایجاد می کند.

❖ **روشها و ابزار آماری:**

استفاده از روشها و ابزار آماری از جمله کنترل آماری فرایند،برای سنجش،پایش،کنترل و ارتقای عملکرد فرایندها ضروری است به عبارت دیگر ارتقای عملکرد فرایندها باید مبتنی بر حقایق باشد.

❖ **مهارتهای انسانی:**

چون مدیریت جامع کیفیت یک رویکرد مدیریتی مبتنی بر کارکنان است؛ بنابراین باید مهارتهای لازم برای برقراری ارتباط انگیزش حل تضادها و ... وجود داشته باشد.

❖ **روشی برای انتقال صدای مشتریان به داخل سازمان:**

برای آن که نیازها و انتظارات مشتریها به ویژگیهای کیفی خدمت تشکیل شود از گسترش عملکرد کیفیت (QFD) استفاده می شود.

❖ **مهندسی مجدد فرایند:**

گاهی لازم است برای پاسخگویی به نیازها و انتظارات مشتریها فرایندها از نو طراحی شوند;این اقدام را مهندسی مجدد فرایند می نامند.

❖ **نظام ارتباطی موثر و کارآمد:**

برای اجرای مدیریت جامع کیفیت وجود یک نظام ارتباطی موثر و کارآمد ضروری است. نظام ارتباطی باید حول محور پاسخگویی به نیازها و انتظارات مشتریها (داخلی و خارجی)شکل گیرد. تاروپود همه تلاشهای ارتقای کیفیت و رشته اتصال مغزها و دلهای کارکنان و مدیران نظام ارتباطی است؛ به همین دلیل در سازمانهایی که مدیریت جامع کیفیت پیاده می شود به کارآمدی نظام ارتباطی اهمیت فوق العاده ای داده می شود.

❖ **نظام تقدیر و تشویق:**

وجود نظام تقدیر و تشویق موثر و حساس نیز یکی از ساختارهای مورد نیاز برای اجرای مدیریت جامع کیفیت می باشد.اگر چه خود فلسفه فرایندگرا ماهیتاً انگیزش درونی کارکنان را تقویت می کند؛ ولی مدیریت نیز برای نشان دادن علاقه و همایت خود باید مناسب ترین روشها را برای تقدیر و تشویق از تیم های ارتقا انتخاب نماید.هر بار تقدیر یا تشویق مناسب، روح جدیدی در کالبد کارکنان می دهد.

www.takbook.com

۴-۹- مراحل اجرایی مدیریت جامع کیفیت

اجرای مدیریت جامع کیفیت باید تدریجی و طی مراحلی انجام گیرد. از زمان زمان تصمیم به اجرای آن تا ادغام کامل با کار روزمره کارکنان سالها طول می کشد. هیچ راه میان بری برای کوتاه کردن این فاصله زمانی وجود ندارد. برای پیاده کردن مدیریت جامع کیفیت الگوهای اجرایی مختلفی به وجود آمده است اما بهترین الگوی اجرایی وجود ندارد. شروع صحیح اجرای مدیریت جامع کیفیت و صبر و شکیبایی شرط اول موفقیت است.

مرحله اول) آگاهی:

در این مرحله توانائی های بالقوه موجود برای اجرا شناسایی می شود و درباره اجرای مدیریت جامع کیفیت تصمیم گیری به عمل می آید. در پایان این مرحله باید مدیریت ارشد درک روشن و کاملی از مدیریت جامع کیفیت و روشهای جامع کیفیت و روشهای دستیابی به آن پیدا کند؛ بدین منظور شرکت در دوره های آموزشی مطالعه مقالات و کتابهایی درباره مدیریت جامع کیفیت ضروری می باشد. تشکیل یک تیم کاری متشکل از مدیران ارشد برای ارزیابی سازمانی و تهیه پیشنهادی برای تصمیم گیری درباره اجرای مدیریت جامع کیفیت لازم است. زمانی که مدیران ارشد تعهد خود را به اجرای مدیریت جامع کیفیت نشان دادند باید به سوالات کارکنان درباره ضرورت تغییر پاسخ دهند. باید باب بحث و گفتگو در سازمان باز شود و مدیریت ارشد با ارائه دلایل انتخاب مدیریت جامع کیفیت ارشد با ارائه دلایل انتخاب مدیریت جامع کیفیت و نتایج مورد انتظار از اجرای آن، زمینه پذیرش آن را در کارکنان به وجود آورد.بنابراین مرحله آگاهی مرحله ایجاد آمادگی برای تغیر می باشد. این مرحله معمولاً بیش از یک سال طول می کشد.

مرحله دوم) کسب دانش و مهارتها:

در این مرحله پایه های مدیریت جامع کیفیت ریخته می شود؛ بدین معنی که ابزار و روشهای ارتقای مستمر کیفیت آموزش داده می شود؛ برای ایجاد جو فرهنگی مناسب جهت پرداختن به ارتقای کیفیت برنامه ریزی می شود؛ اولین علائم کار تیمی ظاهر می شود و بلاخره سازمان به سنجش و پایش کیفیت اقدام می کند.

کارهایی که در این مرحله باید انجام گیرد عبارتند از:

- ایجاد صلاحیتهای لازم در مدیریت از طریق آموزش ابزار و فنون ارتقای مستمر کیفیت و دانش ارتقا
- ایجاد صلاحیتهای لازم در کارکنان از طریق آشنایی با فلسفه و اصول مدیریت جامع کیفیت ویژگیهای فرایندها و اهمیت کار تیمی برای ارتقای آنها
- ارزیابی فرهنگ سازمانی به منظور تغییر در فرهنگ سازگار با ارتقای مستمر کیفیت، بدین منظور باید برنامه ای تدوین و اجرا گردد که در سایه آن جو اعتماد و ارتباط روشن بین مدیران و کارکنان ایجاد شود.

www.takbook.com

- مشخص کردن مشتریها و تعیین نیازها و انتظارات آنان.هر واحد باید فرایندهای کلیدی و مشتریهای آنها را تعیین کند سپس از طریق گفتگوی مستقیم یا کسب پس خوراندهای منظم و نیازها و انتظارات مشتریها تعیین کند.
- انتخاب یک روش ارتقای کیفیت؛ که روش FOCUS-PDCA پیشنهاد می شود.
- تشکیل تیمهای ارتقای کیفیت و آموزش آنان
- ارتقای تعدادی فرایند کلیدی جهت کسب تجربه

مرحله سوم) برنامه ریزی بلند مدت:

مدیریت جامع کیفیت یک فلسفه مدیریتی جامع بلند مدت و پویا است. برای استفاده از منافع کامل آن باید برنامه ریزی بلند مدت به عمل آید، در این مرحله کارهای زیر انجام می گیرد:

- یک ارزیابی درونی کیفیت برای تشخیص نقاط قوت و ضعف
- تعیین رسالت و دورنمای سازمان
- تعیین اهداف بلند مدت و استراتژی های دستیابی به آنها
- تدوین شیوه ارزشیابی برنامه

باید برای تحقق این مرحله از مراحل اجرایی فرهنگ سازمانی با ارزشهای اساسی مدیریت جامع کیفیت سازگار باشد.وجود جو اعتماد ،تفکر قدرت بخشیدن به کارکنان و مشارکت آنان در ارتقای فرایندها،اعتماد به کار تیمی و بهبود عملکرد فرایندها و بطور کلی باور فلسفه مدیریت جامع کیفیت و منافع دراز مدت آن از شرایط اساسی برای برنامه ریزی استراتژیک تلقی می شوند؛بنابراین مرحله دوم یعنی مرحله کسب دانش و مهارت تا زمانی ادامه می یابد که جمیع شرایط برای ورود به این مرحله فراهم گردد.

مرحله چهارم) برنامه ریزی تفصیلی:

در این مرحله همه بخشها و واحدهای سازمانی بر اساس برنامه بلند مدت، برنامه های یک ساله تدوین می کنند. در این مرحله بخشها و واحدها باید کارهای زیر را انجام دهند:

- ✓ فرایندهای اساسی خود را تعیین کنند.
- ✓ مشتریهای فرایندها را مشخص کنند.
- ✓ نیازها و انتظارات مشتریها را تعیین کنند.
- ✓ فرایندهایی را برای ارتقا انتخاب کنند.
- ✓ اهداف اختصاصی ارتقا را تنظیم کنند.
- ✓ تیمهای ارتقای فرایندها را تشکیل دهند.
- ✓ نشانگرهای ارتقای کیفیت را تعیین کنند.

www.takbook.com

مرحله پنجم) اجراء:

در این مرحله بخشها و واحدها برنامه های سالانه خود را اجرا می کنند.در این مرحله باید کارهای زیر انجام شود:

- تیمهای ارتقا فرایندهای خود را ارتقا دهند.
- یک سیستم ارتباطی منظم و قوی برای انتقال تجربیات ایجاد شود.
- یادگیری در عمل ترغیب شود.
- موانع و مشکلات ارتقای فرایندها از میان برداشته شود.
- یک سیستم تقدیر و تشویق کار آمد به وجود آید.
- پیشرفتها پایش شوند.
- دستاوردها حفظ شوند.

مرحله ششم) ارزشیابی:

باید سالانه از برنامه های ارتقای کیفیت ارزشیابی به عمل آید تاعلل موفقیتها و احیاناً شکستها مشخص گردد. اگر چه مدیران و کارکنان اغلب از نتایج مثبت اجرای برنامه ها بیشتر خوشحال می شوند ولی تجربیات مثبت و منفی هر دو آموزنده هستند. هر تجربه منفی شاید فرصت بیشتری را برای کسب تجربه و یادگیری فراهم کند.

۴-۱۰- چرخه های کیفیت

«دکتر هاچینز» چرخه کیفیت را چنین تعریف کرده است: گروه کوچکی از کارگران بین ۳ تا ۱۲ نفر که کار یکسان و مشابهی را انجام می دهند، جلسات داوطلبانه منظم حدود یک ساعت در هفته در ساعات کاری دارند که معمولاً به ریاست ناظر خودشان است و طوری آموزش می بینند که مسائل کاری شان را حل و فصل و شناسایی کنند و برای مدیریت راه حلی ارائه دهند و در صورت امکان راه حلها را خود به اجرا درآورند.

۴-۱۰-۱- ساختار سازمانی چرخه کیفیت

چهار عامل در این فرآیند عبارتند از:

الف) اعضاء:

به اعضای یک چرخه کیفیت، تکنیک های کنترل کیفیت و پیداکردن راه حل مشکلات آموزش داده می شود، از این رو آنان توانایی شناسایی و حل مسایل مربوط به کار را فرا می گیرند.

ب) رهبر:

معمولاً به ناظر یا کارفرمای حاضر اشاره می کند. او آموزش دیده است تا یک چرخه را هدایت کند و مسئولیت موفقیت خود را با هدایت و رهبری فعالیتهای چرخه به اجراء گذارد.

ج) هماهنگ کننده / تسهیل کننده:

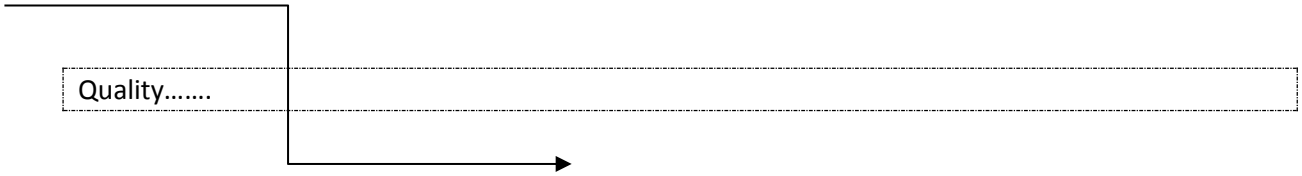
www.takbook.com

وی مدیری (معمولاً از مدیریت سطوح میانی) در برنامه چرخه کیفیت است. شخص هماهنگ کننده مسئول آموزش مدیران و کمک به آنها در آموزش اعضایشان است. او جلسات را هماهنگ می سازد و کمک می کند تا بر هرگونه مشکلات در طول فعالیتهای کاری غلبه شود.

د) کمیته هدایت:

این کمیته از نمایندگان مدیریت سطح بالا با مسئول اجرایی به عنوان رئیس تشکیل می شود. این کمیته راهنمایی و دستورالعمل های لازم برای عملیات کلی فعالیتهای چرخه کیفیت را در شرکت پیش بینی و ترسیم می کند. این کمیته یک هیئت سیاستگذار است و راهکارهای عملیاتی را ارائه می کند.

www.takbook.com



www.takbook.com

فصل ۵

کنترل کیفیت آماری (S.Q.C)

۵-۱- مقدمه

کنترل کیفیت آماری، استفاده از تکنیک‌های آماری در همه مراحل تولید، مونتاژ و خدمات است، تا بدین طریق بتوانیم محصولی با کیفیت و مطابق با مشخصات مطلوب و مورد نظر مصرف‌کنندگان تولید نموده و باعث جلب رضایت مشتری شویم. کیفیت چیزی فراتر از مهارت‌ها، ابزار، فرآیند و شرایط تولیدی است. باید توجه داشت اگر در حین تولید به فرآیند تولید توجه نشود و بازرسی بر روی آن اعمال نشود، امکان ایجاد بسیاری از ضایعات و دوباره کاری‌ها را داریم و محصولی خارج از شرایط کنترلی تولید شده و در نهایت باعث نارضایتی مشتری می‌شود.

در دنیای امروز که رقابت میان تولیدکنندگان بسیار زیاد است، تولید یک محصول خوب و با کیفیت و مورد نظر مشتری می‌تواند باعث حضور شفاف‌تر تولید کننده در بازار شود. البته باید مسأله هزینه‌ها را نیز در نظر گرفت، اگر تولید در شرایط تحت کنترل انجام شود و فرآیند تحت کنترل باشد، ضایعات و دوباره کاری‌ها کمتر شده و از آن طرف می‌توان محصولات را با قیمت مناسب‌تر و کمتر عرضه نمود.

رقابت در بازار جهانی امکان انتخاب به مصرف‌کنندگان را می‌دهد و مصرف‌کنندگان نیز بالطبع محصولی را انتخاب می‌کنند که کیفیت بهتری داشته باشد، شاید فکر کنید که مقوله کیفیت باعث افزایش هزینه‌ها شده و این طور به نظر برسد که محصول با کیفیت، مساوی با محصولی است با قیمت تمام شده بالاتر، ولی دراینجا باید به مسأله

www.takbook.com

هزینه‌های ضایعات و دوباره کاری‌ها توجه فرمایید. باید این دیدگاه‌های سنتی را کنار گذاشته و این واقعیت را درک نماییم:

«بهبود کیفیت می‌تواند با کاهش هزینه‌ها و نه افزایش آن همراه باشد»

با استفاده از فنون آماری می‌توانیم کیفیت فرآورده‌ها را افزایش داده و ضایعات را کم کنیم و این کار باعث کاهش قیمت تمام شده و در نهایت رضایت مشتری را به همراه داشته باشد و این رضایت به معنای افزایش فروش است.

کنترل کیفیت قدمتی برابر با تولید دارد. هر آنچه انسان حتی قرن ها قبل از میلاد تولید کرده است، دارای دقت و ظرافتی است که نشان از توجه سازندگان آن به کیفیت دارد. نگاهی بر دست ساخته های انسان باستان در موزه ها و یا عجایب هفت گانه جهان نظیر: اهرام ثلاثه مصر، مجسمه ابوالهول و دیوار چین تایید خوبی بر این مدعاست. با شروع انقلاب صنعتی در اروپا در اواسط قرن هیجدهم میلادی و استفاده از ماشین آلات و ابزار دقیق در تولید، روش های تولید نیز مدرن تر و پیچیده تر شدند. این تغییرات حجم تولید محصولات را بالا برد و روش های کنترل دقیق بودن و ظرافت نیز در آنها تغییر یافت. مقایسه روش های کنترل کیفیت تولیدات در سال های اولیه انقلاب صنعتی با آنچه که امروزه به چشم می خورد، نشان می دهد که تغییرات در این بخش فوق العاده بوده است. این تغییرات که خواست عمده صاحبان صنایع و مصرف کنندگان بود، در سال ۱۹۲۰ میلادی به ابداع کنترل کیفیت آماری منجر شد.

کنترل کیفیت یک کلمه مرکب از کنترل و کیفیت است که هر کدام تعاریف خاص خود را دارند. کیفیت همانطور که قبلا نیز گفته شد: وجود آن در یک محصول، شایسته بودن آن را به مصرف گننده نشان می دهد. به عبارتی وجود کیفیت به معنای آن است که کالا، انتظارات مصرف کننده را فراهم می آورد و کنترل: به کار اعمال قوانین در پروسه تولید که تولیدکننده را در جهت دسترسی به نتایج مورد نظر مطمئن می سازد، گفته می شود. کنترل کیفیت در مواقعی فقط به بازرسی نهایی و جدا کردن محصولات فاقد کیفیت محدود می شود؛ اما، در مواردی فراتر از آن عمل می کند. به عنوان مثال: به برنامه ریزی کیفیت، کنترل مواد ورودی، کنترل کیفیت در حین تولید، کنترل مواد خروجی، تجزیه و تحلیل و اقدام مقتضی در رابطه با مشکلات کیفی تولید و ... می پردازد. در این حالت گزارشات مربوط به مسایل کیفی کمک بزرگی به حساب می آیند. در کل می توان گفت: کنترل کیفیت سیستمی است که با اتکاء به آن می توان کیفیت یک محصول یا یک فرایند تولید را به حد مناسبی رساند و با برنامه ریزی دقیق، استفاده از ابزراهای کیفی، بازرسی های مداوم و ... آن را حفظ کرد و یا نسبت به بهبود مداوم آن گام برداشت.

۵-۲- تاریخچه کنترل کیفیت

کنترل کیفیت آماری با شروع از سال ۱۹۲۰ میلادی، در طی ۹۶ سال گذشته دچار تغییراتی به شرح زیر شده است:

۱- کنترل کیفیت برای اولین بار در سال ۱۹۲۰ میلادی توسط دانشمندی به نام والتر شوهارت در آزمایشگاه شرکت تلفن بل آمریکا بنیان گذاری شد. وی در ۱۶ام ماه می سال ۱۹۲۰، اولین تصاویر نمودار های کنترلی را رسم کرد و در مطالعات بعدی از آن بهره گرفت. والتر شوهارت بعد از ۱۱ سال کار مداوم در سال

www.takbook.com

۱۹۳۱ میلادی نتایج تحقیقات خود را در کتابی با نام "کنترل اقتصادی کیفیت محصول ساخته شده" منتشر کرد.

۲- بعد از تحقیقات پروفسور شوهارت، دو همکار دیگر وی به نام های داج و رومیگ کاربرد تئوری آمار در نمونه گیری را بررسی کرده و نتایج کار خود را در سال ۱۹۴۴ با نام" جداول بازرسی داج-رومیگ" منشر کردند. این مجموعه بعد ها به عنوان اساس علمی کنترل کیفیت آماری مورد استفاده قرار گرفت.

۳- در دهه ۱۹۳۰، پروفسور شوهارت و همکارانش با همکاری "جامعه آمریکایی برای آزمایش و مواد"، " انجمن استاندارد های آمریکا " و " جامعه مهندسین مکانیک آمریکا " تلاش همه جانبه ای را برای معرفی روش های جدید آماری آغاز کردند. در این دوره علیرغم تبلیغات وسیع در مورد روش های جدید، صنایع آمریکا در این خصوص مقاومت نشان دادند. پروفسور فریمن استاد آمار در انستیتو تکنولوژی ماساچوست، این عدم استقبال را ناشی از دو علت زیر می دانست:

الف) از آنجا که مهندسین بخش های تولیدی اعتقاد راسخ داشتند که اولا وظیفه اصلی آنها تکمیل روش های فنی تا حدی است که در کیفیت محصولات تولیدی هیچگونه تغییر مهمی به وجود نیاید و دوما نظریه تغییرات تصادفی و احتمالات نمی تواند جایگاه مناسبی در روش های تولید داشته باشد لذا در پذیرش آن مقاومت نشان می دادند.

ب) آموزش دیدن آمارشناسان صنعتی در زمینه کاری خود، آنها را در پذیرش روش های جدید دچار مشکل می کرد، لذا آنها نیز از روش های جدید استقبال نمی کردند. مقاومت صنایع آمریکا باعث شد تا سال ۱۹۳۷، تعداد مراکز صنعتی پذیرنده روش های جدید از ۱۲ مرکز تجاوز نکند. در دوران جنگ جهانی دوم که در سال ۱۹۳۹ شروع شد، ایالات متحده آمریکا اهمیت افزایش کارآیی تجهیزات نیرو های مسلح خود را درک کرد. این امر شروعی بر حرکت نیرو های مسلح آمریکا به سمت صنایع بود که نتایجی به شرح زیر داشت:

- نیروهای مسلح به جهت نیاز به بالا بودن کیفیت تسلیحات مورد نیاز، اولین پذیرنده روش های علمی بازرسی از طریق نمونه گیری شدند. این قدمی بود که بلافاصله بعد از وارد شدن آمریکا در جنگ برداشته شد. در این دوره بنا به در خواست دولت آمریکا، گروهی از مهندسین برجسته آزمایشگاههای شرکت تلفن بل برای تدوین یک برنامه بازرسی از طریق نمونه گیری در اداره تدارکات ارتش مشغول به کار شدند. این فعالیت ها به ارایه جداول بازرسی از طریق نمونه گیری اداره تدارکات ارتش و نیرو های مسلح در سال ۱۹۴۲ و ۱۹۴۳ منجر شد. تلاش های گروه فوق با برگزاری دوره های آموزش جداول و روش های جدید برای کارکنان دولت ادامه یافت.
- ارتش یک برنامه وسیع آموزشی برای کارکنان علاقه مند صنایع ترتیب داد. در واقع از اوایل سال ۱۹۴۰، انجمن استاندارد های آمریکا با دعوت وزارت جنگ پروژه ای را شروع کرد که نتیجه آن تدوین استاندارد های " استاندارد های جنگ آمریکا " ، " راهنمای کنترل کیفیت و روش نمودار های کنترل برای تجزیه و تحلیل داده ها " و " روش نمودار های کنترل برای کنترل کیفیت در حین تولید " بود. مطالب این استاندارد ها به عنوان مواد درسی دوره های آموزشی ارایه شده توسط ارتش به کار گرفته شد.

www.takbook.com

۴- در ماه ژوئن سال ۱۹۴۲ یک دوره فشرده ده روزه کنترل کیفیت آماری در دانشگاه استانفورد برای نمایندگان صنایع نظامی و مراکز خرید نیرو های مسلح برگزار شد. در ادامه یک دوره هشت روزه نیز در شهر لس آنجلس برگزار شد.

۵- موفقیت این دوره های آموزشی، اداره توسعه و تحقیقات شورای تولیدات نظامی را به بر گزاری دوره های مشابه در سرتاسر آمریکا ترغیب کرد. از سال ۱۹۴۳ تا ۱۹۴۵، ۸۱۰ سازمان از ۳۵ ایالت مختلف آمریکا، نمایندگانی را جهت شرکت در ۳۲ دوره فشرده آموزش کنترل کیفیت آماری این اداره اعزام کردند. در میان آنها استادان دانشگاه نیز حضور داشتند که در این زمینه آموزش می دیدند.

۶- دوره های آموزشی و برنامه های تحقیقاتی به تشکیل هسته هایی از افراد علاقه مند و آموزش دیده در مراکز مختلف صنعتی منجر شد. به دنبال آن، انجمن های کنترل کیفیت در نقاط مختلف شکل گرفتند و جلسات آنها فضای مناسبی را برای تبادل نظرات و آموزش اعضاء جدید فراهم کرد. بعد ها در شهر بافالو با همکاری دانشگاه بافالو ، انجمن مهندسین کنترل کیفیت تاسیس شد و به انتشار مجله " کنترل کیفیت صنعتی" همت گماشت. پخش این مجله در سراسر کشور و درج مقالاتی از تمامی متخصصین علاقه مند، تلاش ها در جهت استفاده بیشتر از کنترل کیفیت آماری را هماهنگ کرد.

۷- بعد از پایان جنگ، یک تشکیلات ملی به نام انجمن کنترل کیفیت آمریکا تاسیس شد . این انجمن با به دست گرفتن انتشار مجله کنترل کیفیت صنعتی، به بزرگترین مرکز ترویج استفاده از کنترل کیفیت آماری در قاره آمریکا تبدیل شد. این انجمن بعد ها شعبه ای نیز در ژاپن تاسیس کرد.

۸- در سال ۱۹۵۰ با تلفیق روش های نمونه گیری ارتش و جداول بازرسی وصفی ها ، استاندارد مربوطه تهیه و منتشر شد. در سال ۱۹۷۵ نیز استاندارد جداول بازرسی متغیر ها ارایه شد.

۹- در ماه می سال ۱۹۳۲ با سفر شوهارت به لندن، ایگان اس پیرسون مقاله ای درباره کاربرد صنعتی آمار در انجمن سلطنتی آمار قرائت کرد. این مقاله، انجمن را به سمت اختصاص بخشی جداگانه برای تحقیقات صنعتی و آمار سوق داد و مجله انجمن نیز ضمیمه ای در باره آمار منتشر نمود. این حرکت سر آغازی برای کنترل کیفیت در انگلستان بود که رشدی بسیار سریعتر از آمریکا داشت. انجمن استاندارد های انگلستان با انتشار کتابی با عنوان " کاربرد روش های آماری در استاندارد کردن صنایع و کنترل کیفیت " علاقه خود را به روش های جدید نشان داد. این امر باعث شد که صنایع انگلستان تا سال ۱۹۳۷ در مورد بسیاری از محصولات خود از روش های جدید کنترل کیفیت آماری استفاده کنند.

۱۰- بعد ها روش های کنترل کیفیت از آمریکا و انگلستان به سایر کشور های جهان راه یافت . با راهنمایی های دکتر ادواردز دمینگ، روش های کنترل کیفیت آماری در ژاپن تا سطح بهترین سیستم های کنترل کیفیت جهان توسعه یافت. در اروپا نیز انجمن اروپایی کنترل کیفیت به وجود آمد . امروزه تقریبا تمام کشور های صنعتی جهان از روش های کنترل کیفیت آماری استفاده می کنند.

www.takbook.com

۵-۳- عوامل تاثیر گذار در کیفیت جهت کنترل

کیفیت یک محصول در ارتباط با سه عامل زیر تعیین می شود:

الف) کیفیت طرح:

محصولاتی که برای یک کار مشابه طراحی می شوند، معمولا با هم تفاوت هایی دارند. به عنوان مثال ممکن است یک نوع از آن محصولات از مواد اولیه معمولی و با تلورانس های غیر دقیق ساخته شده باشد و در نهایت محصول فوق عمری کوتاه داشته باشد؛ اما محصول دیگر از مواد اولیه خوب و مقاوم و با تلورانس های دقیق ساخته شده باشد و استهلاک کم و عمری طولانی داشته باشد. طبیعی است که بالا بودن کیفیت محصول دوم نسبت به محصول اول به دلیل بهتر بودن طراحی آن است.

ب) کیفیت انطباق:

میزان مطابقت مشخصات محصول با مشخصات استاندارد یا مشخصات درخواستی مشتری، کیفیت انطباق آن محصول را نشان می دهد. اگر محصولی طبق مشخصات و مطابق با حدود کنترل فرایند تولید شود، در صورت رفع نیاز های مشتری از کیفیت انطباق بالایی برخوردار خواهد بود.

ج) کیفیت عملکرد:

تابعی از کیفیت طرح و کیفیت انطباق بوده و قرار گرفتن آن دو کیفیت در سطح بالا، به بالا رفتن کیفیت عملکرد منجر می شود. در صورت ضعیف بودن کیفیت طرح یا عدم تطابق با مشخصات مورد نظر مشتری کیفیت عملکرد نیز پایین می آید.طبیعی است که ضعیف بودن هر کدام از این کیفیت ها می تواند به پایین آمدن کیفیت عملکرد منجر شود.

۵-۴- چرا باید کار کنترل کیفیت انجام گیرد؟

معمولا در محصولات مشابه تولید شده بوسیله یک دستگاه و یک اپراتور یا دستگاهی از همان نوع با اپراتورهای مختلف، اختلافاتی وجود دارد که ناشی از عوامل مختلف است. این عوامل می تواند شامل مواد اولیه، پروسه تولید، عملیات های کاری، وضعیت روحی و جسمی کارگران و ... باشد. در این حالت بهترین کاری که تولید کننده می تواند انجام دهد، شناسایی علل تغییرات و برقراری ضوابطی برای کنترل عوامل موثر در تغییرات و حفظ این تغییرات در محدوده ای مناسب است.

بررسی ها نشان می دهد که حذف کامل تغییرات در تولید امکان پذیر نبوده و در صورت امکان پذیر بودن به صرفه نمی باشد. روی این اصل، سازنده باید توجه خود را به تولید محصولی معطوف کند که در عین عاری از نقص نبودن، قابل قبول بوده و بتواند تغییرات را از لحاظ آماری پیش بینی کند . این تنها دلیل نیاز به کنترل کیفیت است. استفاده از کنترل کیفیت تغییرات ناگهانی و جزیی در کیفیت محصول را نشان داده و با امکان پذیر کردن انجام اقدامات چاره جویانه، از تولید ضایعات جلو گیری می کند.

www.takbook.com

۵-۵- بازرسی و کنترل کیفیت چه تفاوتی دارند؟

در تمامی واحد های صنعتی بازرسی و کنترل کیفیت به صورت توام وجود دارد؛ ولی این دو با هم تفاوت دارند. در بازرسی، به کیفیت محصول ساخته شده اهمیت داده می شود و کار با جدا کردن محصولات خوب از محصولات بد و تولید تا رسیدن به سقف مورد نیاز از آن محصول ادامه می یابد اما در کنترل کیفیت به فرایند تولید که سازنده محصول است توجه می شود به این صورت که سعی می شود تولید به نحوی تنظیم شود که همیشه محصول خوب تولید شود. در این روش، بازرسی به عنوان وسیله ای در اختیار کنترل کیفیت عمل می کند و با بهبود وضعیت، نیاز به بازرسی به صفر میل می کند.

راه های مختلفی برای کنترل کیفیت وجود دارد که روش های آماری یکی از مهمترین آنها است. به عنوان مثال، می توان نمونه های متناوب از محصول ساخته شده را بازرسی و اندازه گیری کرد و در صورت رضایت بخش نبودن (خارج از محدوده بودن)، اقدامات اصلاحی انجام داد. اطلاعات حاصل از این عملیات، کنترل کیفیت را در تصمیم گیری برای ایجاد یا عدم ایجاد تغییرات در فرایند تولید یاری می کند.

۵-۶- چرا روش های آماری کنترل کیفیت اهمیت دارند؟

موثرترین راه برای کنترل کیفی محصولات، روش های آماری است که تصویری از وضعیت کل تولید را ارایه می دهد. در واقع تغییر پذیری به عنوان یک پدیده دائمی و جزء لاینفک محصولات تولیدی، دلیل اصلی استفاده از روش های آماری برای بررسی و کنترل این تغییرات است. در واحد های صنعتی، تا زمانی که از مواد، ماشین آلات، افراد و روش ها برای تولید استفاده شود، مشکل تغییر کیفیت نیز وجود خواهد داشت و تا زمانی که این مشکل وجود داشته باشد، روش های آماری کنترل کیفیت نیز لازم خواهند بود.

روش های فوق در کنترل کیفیت محصولات با تولید انبوه موثر بوده و با تکراری شدن تولید چه به صورت پیوسته (مداوم) و چه به صورت نا پیوسته، روش های فوق اهمیت بیشتری کسب خواهند کرد.

۵-۷- کنترل فرآیند آماری[۱] (SPC)

کنترل فرآیند آماری به معنی اطمینان حاصل نمودن از مورد قبول واقع شدن محصولات در آینده است. برای انجام این امر، لازم است نمونه گیری به صورت دوره ای انجام شود و مورد ارزیابی قرار گیرد. اگر نتیجه مثبت باشد، فرآیند تولید می تواند به کار خود ادامه دهد و اگر مورد قبول نباشد، فرآیند تولید باید متوقف شود تا اقدامات اصلاحی صورت گیرد. از ابزارهای اصلی کنترل کیفیت آماری، نمودارهای کنترل فرآیند را می توان نام برد. نکته اساسی در کنترل فرآیند، تجزیه و تحلیل هزینه- منفعت است. یعنی باید سنجیده شود که اجرای کنترل فرآیند، چه منافعی برای سازمان دارد و کنترل های موجود چه هزینه هایی را در بر خواهد داشتو از سوی دیگر در صورت فقدان سیستم کنترل چه میزان هزینه بر سازمان تحمیل می شود؛ به عبارت دیگر، سازمان مجموع هزینه هایی را که با

[۱] -Statistical Process Control

www.takbook.com

اجرای کنترل متحمل می شود با منافعی که با منافعی که با اجرای کنترل فرآیند حاصل خواهد شد، مقایسه نموده و در صورتی که منافع بیشتر از هزینه ها باشد، کنترل فرآیند را اعمال می کند.

۵-۷-۱- مراحل پایه ای در کنترل فرآیند آماری

گام های پایه ای در SPC به شرح ذیل است:

۱) تعیین استانداردها

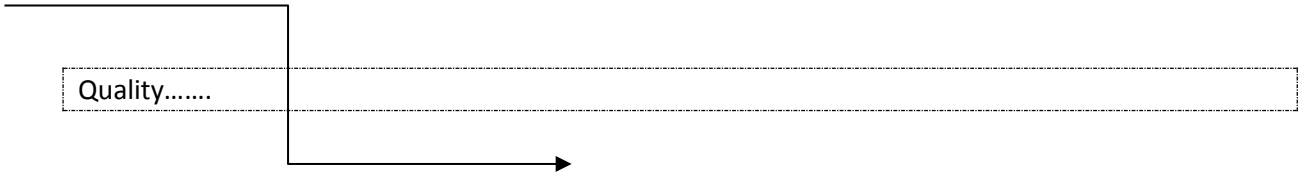
۲) مقایسه موارد تحت کنترل با استانداردها

۳) یافتن انحرافات

۴) انجام اقدامات اصلاحی

به منظور کنترل کالا و خدمت یا فرآیندی از فرآیندهای سازمان، ابتداء باید استانداردها طراحی شوند؛ یعنی مشخص شود که چه محصولی مطلوب است و خدمت ارئه شده، چه ویژگی باید داشته باشد و یا فرآیند مورد نظر چگونه باشد که مورد تایید قرار گیرد. سپس محصول، خدمت یا فرآیند با استاندارد مقایسه می شود. چنانچه محصول، خدمت یا فرآیند در فرآیند در محدوده استاندارد (حداقل و حداکثر مطلوب یک ویژگی) قرار گیرد، مطلوب است و تحت کنترل است و اگر خارج از حدود استاندارد باشد، باید علت مشخص شود و مشکل بر طرف گردد که در فصل هشتم این کتاب به طور کامل تشریح می شود.

www.takbook.com



www.takbook.com

فصل ۶

تعمیم وظیفه کیفیت (Q.F.D)

۶-۱- مبانی تعمیم وظیفه کیفیت

۶-۱-۱- مقدمه

با شروع انقلاب صنعتی و به موازات پیشرفت تمدن بشر، محصولات و وسایل ساخت انسان نیز پیچیده تر شدند. چند هزار سال قبل یک جنگجو برای ساخت زره جنگی خود ضمن مراجعه مستقیم به آهنگر شهر، سفارش خود را به صورت حضوری و شفاهی برای وی عنوان کرد و محصولی مطابق آنچه که مورد نظر وی بود، تولید و عرضه می کرد. علاوه بر مورد فوق، عدم گسترش تجارت جهانی به شکل کنونی و تولید و عرضه محصولات و خدمات درسطح بسیار محدودتر از آنچه که امروزه شاهد آن می باشیم، باعث شده بود که طراحی، ساخت و فروش محصولات، بدون هیچگونه مشکل خاصی انجام پذیرد. اما آیا امروزه و در آغاز قرن بیست و یکم با پیچیدگی روز افزون محصولات تولیدی و فروش آنها درسطح بسیارگسترده، باز هم می توان از الگوهای گذشته پیروی نمود؟ پاسخ سوال فوق بدون هیچ شک و شبهه ای منفی می باشد اما آیا تاکنون به فکر راه حلی برای دریافت و تحلیل خواسته های مشتریان خود بوده ایم؟

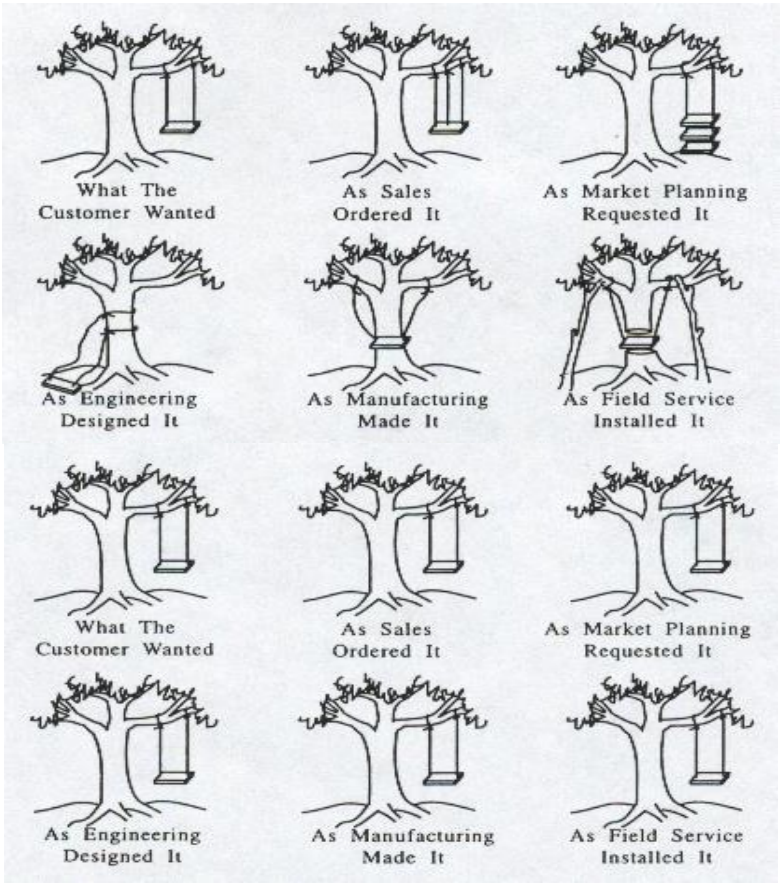
www.takbook.com

ابزار مناسب برای کاهش میزان تغییرات محصول در فرایند طراحی و تولید آزمایشی چیست؟ طراحی محصولات و خدمات جدید مستلزم کار گروهی و تلاش همه جانبه از سوی مسئولان واحدهای مختلف سازمان از جمله بازاریابی فنی ومهندسی تولید، فروش خدمات پس از فروش و ... می باشد. اما زبان مشترک مجموعه مذکورچیست؟ مسئولان واحد بازاریابی برای انتقال خواسته های کیفی مشتریان چگونه و با چه ابزاری با مهندسان طراح محصول ارتباط بر قرار می کنند؟ پاسخ مناسب به تمامی موارد فوق در استفاده موثر و مناسب از روش QFD نهفته است.

QFD به عنوان یکی از روشهای نوین مهندسی کیفیت، ازمطالعه بازار و شناسایی مشتریان محصول و یا خدمت شروع شده و در فرایند بررسی و تحلیل خود ضمن شناسایی خواسته ها و نیازمندیهای مشتریان سعی در لحاظ نمودن آنها در تمامی مراحل طراحی و تولید را دارد.

۶-۱-۲- روش QFD و مزایای آن

به منظور درک فلسفه وجودی QFD بهتر است در ابتدا فرایند طراحی را از دو دیدگاه سنتی و جدید (با استفاده از QFD) مورد مقایسه قرار دهیم.



شکل ۶-۱ مقاسیه طراحی با روش سنتی و روش QFD

www.takbook.com

آنچه که QFD را به عنوان یک برگ برنده برای بسیاری از سازمان های دنیای امروز معرفی نموده است، چیزی جز بررسی دقیق و موشکافانه نیازهای مشتریان از جهات و دیدگاههای مختلف و همچنین تصویری روشن از فرایند طراحی یکپارچه توسط QFD نیست. در نگرش جدید به فرایند طراحی با استفاده از QFD، به محض شناسایی و تعیین نیازمندیهای مشتریان، نسبت به ترجمه و لحاظ کردن آنها در مشخصه های طراحی اقدام می شود و در طی این فرایند، خواسته های ذهنی مشتریان به زبان فنی و مهندسی سازمان تبدیل می شود.

مهمترین فواید قابل انتظار، در صورت استفاده مناسب از QFD در سطح سازمان عبارتند از:

- زمان کوتاهتر توسعه محصول (۳۰تا ۵۰درصد)
- کاهش تعداد دفعات تغییر درطرح های مهندسی(۲۵تا ۵۰درصد)
- کاهش هزینه های اولیه معرفی محصول به بازار
- رضایت مشتریان از تأمین خواسته ها و الزامات آنها
- بهبود قابلیت های ساخت محصول
- ایجاد یک زبان مشترک بین واحدهای مختلف سازمان
- ایجاد یک بانک اطلاعاتی مناسب برای استفاده و کاربردهای آتی

در پایان توجه داشته باشید که QFD جایگزینی برای فرایند طراحی فعلی نیست، بلکه از QFD باید به عنوان ابزاری کارآمد و توانا برای حمایت و پشتیبانی از تمامی فعالیت هایی که در حوزه فرایند طراحی و تولید محصول و خدمت انجام می شود، استفاده کرد.

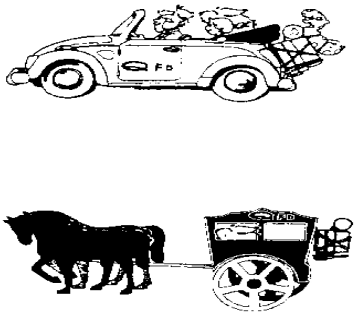
۶-۱-۳- نقش مشتری در فرایند QFD

برای شناسایی و درک دقیق خواسته های مشتریان چه باید کرد؟ آیا مهندسان و کارشناسان طراحی سازمان به تنهایی و در محل دفتر کار خود، قادر به درک خواسته ها، انتظارات و نیازمندیهای مشتری از محصول می باشند؟ پاسخ سوال های فوق را ژاپنی ها با انجام نوع خاصی از تحقیقات بازاریابی با عنوان «رفتن به محل استفاده محصول[۱]» داده اند. این سفر شرایط بسیار مناسبی را برای شناسایی و تعیین زمینه های مختلف کاربرد محصول با توجه به شرایط خاص محیطی، جغرافیایی، فرهنگی و... فراهم می کند، که یکی از پارامترهای اساسی در طراحی محصول به شمار می رود.

شکل (۶-۲) مثالی از نحوه به شکل گیری محصول بر اساس اظهارات مشتری و زمینه های کاربرد مختلف را به تصویر کشیده است. در این مثال سازمان مورد نظر، اقدام به طراحی و ساخت وسایل نقلیه می کند و یکی از مشتریان هفت خواسته را برای وسیله نقلیه مورد نظر خود مطرح می کند. نکته قابل توجه این است که مشتری دیگری دقیقا خواسته های مشتری اول را داشته، اما طراحی مناسب برای وی با فرد اولی متفاوت است. چون مشتری دوم در جایی زندگی می کند که جاده آسفالت یا حتی پمپ بنزین وجود ندارد.

۱- Going to the Gemba

www.takbook.com



شکل ۶-۲ مثالی از رفتن به محل استفاده محصول

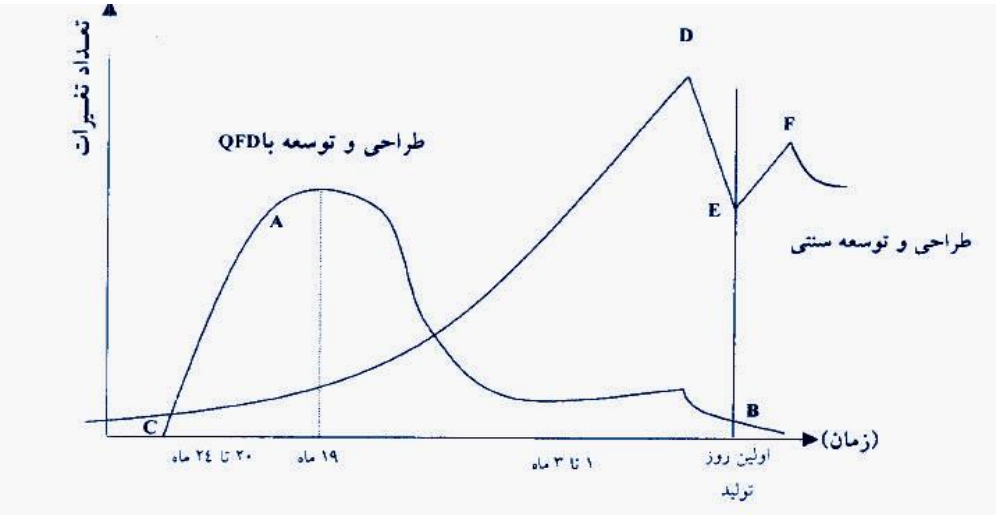
در نتیجه، رفتن به محل استفاده محصول و مشاهده زمینه ها و اشکال مختلف نیازهای مشتری یک قدم ابتدایی ولی اساسی برای خلق و تکوین طراحی های مناسب است.

۶-۱-۴- QFD و افزایش کارآیی

کاهش هزینه های ابتدایی شروع کار در شرکت کیمبرلی –کلارکموید تفاوت های آشکار بین روش QFD و روشهای سنتی تولید است. اتومبیلی که بر اساس روش QFD طراحی شده باشد، تغییرات مهندسی کمتری دارد و بسیار سریع خود را با سیکل توسعه محصول تطبیق می دهد. مطابق شکل (۳-۱) با استفاده از روش QFD، تغییرات مهندسی ۱۹ ماه قبل از اولین روز تولید محصول، به نقطه اوج خود رسیده (نقطه A) و تقریباً پس از اولین روز تولید محصول، هیچگونه تغییری نخواهد داشت (نقطهB). سازمان هایی که از QFD استفاده می کنند تولید نمونه های آزمایشی را نیز برای تأیید طراحی های انجام شده در برنامه خود دارند و برای این منظور فرایند طراحی را از ۲۰ تا ۲۴ ماه قبل از تولید اولین محصول شروع می نمایند (نقطه C).

همانطورکه در شکل دیده می شود، در روش سنتی تغییرات مهندسی تا چند روز قبل از وارد شدن محصول به بازار بیشترین تعداد خود را دارد (نقطه D). روند نزولی تغییرات، از زمان ورود محصول به بازار متوقف می شود که این موضوع بستگی به نوع و تعداد شکایت های مشتریان درباره طراحی محصول دارد (نقطه E). نقطه اوج دوم به فاصله کمی از اولین روز تولید مشاهده می شود (نقطه F). دلیل نقطه اوج اول فرایند طراحی است. این نمودار معرف سازمانی است که طراحی می کند، می سازد، آزمایش می کند و مجدداً نمونه آزمایشی را طراحی می کند. سازمان انتظار دارد که نمونه آزمایشی ساخته شده، احتیاج به بازبینی داشته باشد. کارگران این فرایند را تا زمانی که طراحی قابل قبول باشد یا زمان خاتمه یابد، تکرار می کنند. به عبارت دیگر، این روش به معنای انجام بازرسی ۱۰۰ % فرایند طراحی است؛ اما این بازرسی ۱۰۰ %، هیچ کمکی برای محصولاتی که کیفیت مورد انتظار مشتری از ابتدا درطراحی آنها در نظر گرفته نشده است، در پی نخواهد داشت.

www.takbook.com



شکل ۶-۳ مقایسه تعداد تغییرات مهندسی در دو روش طراحی سنتی و طراحی با QFD

پروفسور یوجی آکائو عنوان می کند که ژاپنی ها از هر دو نمودار استفاده می کنند. به نظر وی نموداری که نشان دهنده نقطه اوج و حداکثر تغییرات در فاصله زمانی ۱۹ ماه مانده به اولین روز تولید است، بیانگر تلاشی است که برای حل ۲۰ مشکلات و مسائل مهم در همان مراحل اولیه فرایند طراحی صرف شده است و نمودار دیگر معرف انرژی است که صرف موضوع هایی با اهمیت کمتر از قبیل رنگ صندلی های ماشین می شود. درارائه خدمت نیز این امر صادق است و بایستی برای طراحی بهتر، ارتباط تنگاتنگ مشتریان داشت تا هزینه معرفی خدمت به بازار کاهش یابد. البته بدلیل اینکه فلسفه وجودی خدمت دارای طول عمر کمتری نسبت به محصول است؛ لذا بایستی همیشه این ارتباط به صورت سیستماتیک، ساختارمند و مستمر دنبال شود و فقط معطوف به طراحی یک خدمت جدید و با دید مقطعی نباشد.

۶-۲- درک مشتری و خواسته های او

۶-۲-۱- مرور اجمالی یک پروژه QFD

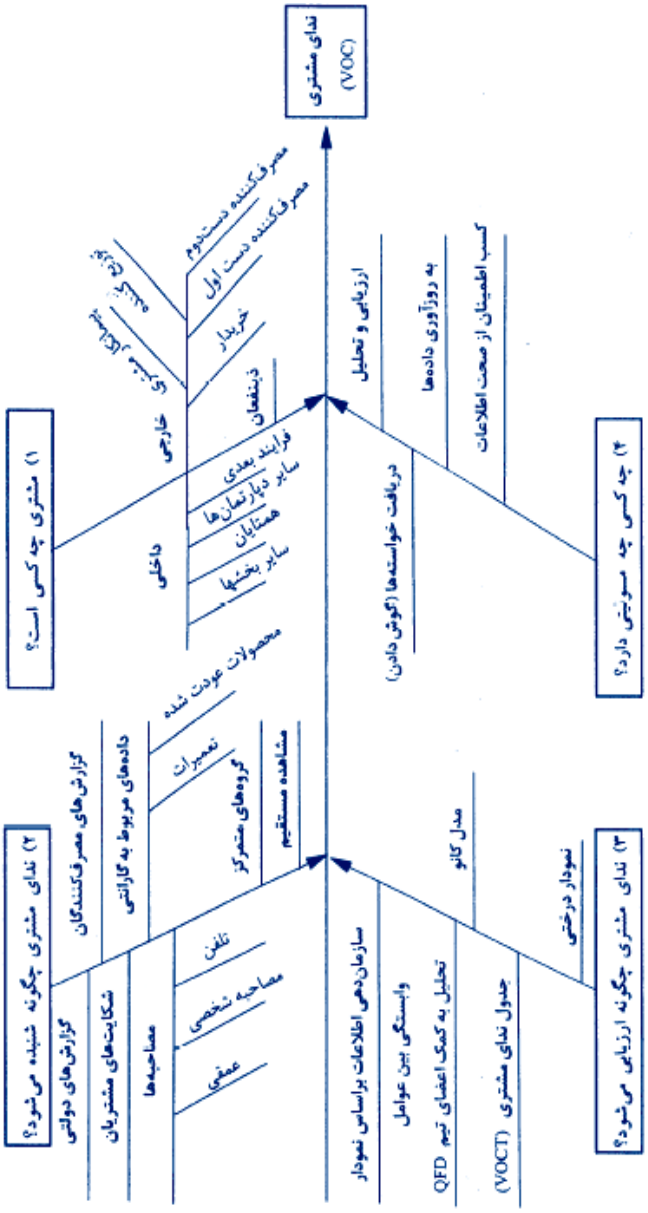
به منظور بررسی اجمالی و کلی یک پروژه QFD و کسب اطمینان از عدم حذف موارد مورد نیاز و ثبت روش و ابزارهای مورد استفاده در یک پروژه عملی QFD، از نموداری شبیه نمودار استخوان ماهی (علت و معلول) مطابق شکل (۶-۴) استفاده می نماییم.

اولین مفهوم مورد بررسی در یک پروژه QFD شناسایی مشتریان محصول (خدمت) مورد بررسی است. برای این منظور گروههای مختلف مشتریان (مصرف کنندگان)، توزیع کنندگان، پیمانکاران فرعی، فروشندگان، تعمیرکاران، کارکنان خدمات پس از فروش، سایر واحدهای سازمان (مونتاژ، تولید و ...) که به نوعی متأثر از ویژگی های کیفی محصول هستند، مورد شناسایی قرار می گیرند.

پس از تعیین و شناسایی مشتریان (تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی متأثر از ویژگیهای محصول یا خدمت)، قدم بعدی در تجلی پروژه QFD، تعیین ابزارها و روش های مورد استفاده به منظور شنیدن ندای مشتریان

www.takbook.com

است. از مهمترین روشهای مورد استفاده در این مرحله می توان به نظرات مصرف کنندگان در مورد نحوه کارکرد محصول، گزارش های مراجع قانونی، مصاحبه (تلفنی، شخصی [۱])، گروههای متمرکز [۲]، داد های حاصل از دوره گارانتی محصول، شکایات مشتریان، مشاهده مستقیم رفتار مصرف کنندگان، مصاحبه عمقی، پرسشنامه و ...اشاره نمود. روشهای فوق که همگی به عنوان ابزارهایی برای دریافت خواسته های مشتریان مورد استفاده قرار می گیرند، به طورکلی به دوگروه کلی تحقیق کمی و کیفی تقسیم بندی می شوند.



شکل۶-۴ نمونه ای از نمودار علت و معلول تکمیل شده

[۱] - Face to Face Interview
[۲] -Focus Groups

www.takbook.com

سومین مرحله از پروژه QFD، پس از دریافت خواسته های مشتری شروع شده و با ارزیابی و تحلیل آنها خاتمه می یابد. آنچه مسلم است خواسته های خام مشتریان بدون انجام هیچگونه تحلیل و بررسی روی آنها، کمک چندانی به سازمان نمی کند. برای رفع این مشکل و طبقه بندی اولویت بندی و تحلیل خواسته های مشتریان ابزارهای مختلفی وجود دارد که از جمله مهمترین آنها می توان به مواردی چون نمودار وابستگی بین عوامل [۱]، نمودار درختی[۲]، مدل کانو[۳]، QFD، جدول ندای مشتری[۴] و ... اشاره نمود. بر خلاف مفاهیم مرحله دوم تمامی ابزارهای فوق مورد بررسی و تحلیل قرار می گیرند. پس از بحث و بررسی پیرامون ابزارهای مورد استفاده به منظور تحلیل خواسته های مشتریان –درقدم سوم –چهارمین مرحله پروژه QFD به تعیین مسئولیت های واحدهای مختلف در ارتباط با هر یک از مراحل پروژه می پردازد. مطابق شکل مهمترین این مسئولیتها عبارتند:

- دریافت خواسته ها (گوش دادن به ندای مشتریان)، بررسی و اطمینان از صحت داده ها، بررسی و تحلیل داده ها و در نهایت به روز رسانی داده های جمع آوری شده.

۶-۲-۲- بررسی مقدماتی ندای مشتری با استفاده از جداول VOCT

جدول ندای مشتری ابزاری مفید جهت ایجاد درکی عمیق ازخواسته ها و انتظارات مشتریان در ارتباط با محصول است.

ردیف	۱	۲
مشخصات مشتری چه کسی (WHO)	خانم ۳۶ ساله متاهل-کارمند	خانم ۲۳ ساله مجرد-دانشجو
ندای مشتری (VOC)	عملکرد مناسب هم روی پله ها، هم روی شیب بازی	نرم بودن و خاصیت ضربه گیری سهولت استفاده
چه چیزی (What)	تا از برخورد جلوگیری کند	دارای شیب گرد باشد (جلوگیری از شتاب زیاد)
چه وقت (When)	هر بار استفاده خردسالان	هر بار استفاده
کجا (Where)	در قسمت بازی روی چمن ها	در قسمت بازی کودکان خردسال
چرا (Why)	شادی بازی	لذت بازی خردسال
چگونه (How)	دارای حفاظ باشد	در چند نقطه قابل تنظیم باشد
بازبینی خواسته های مشتری	عملکرد مناسب سرسره در هنگام بازی کودکان	متریال استفاده شده و عدم وجود نقاط خطرناک
	محل قرارگیری سرسره ها در زمین بازی	ارتفاع پله ها و ارتفاع کلی سرسره
	در نظر گرفتن دستگیره ها (لبه های محافظ)	شیب سرسره و امنیت بچه ها هنگام سرخوردن

جدول ۶-۱ جدول ندای مشتری برای سرسره پارک

جدول VOCT از قسمت های ذیل تشکیل شده است:

- ✓ مشخصات مشتری (WHO)
- ✓ ندای مشتری (VOC) : خواسته ها و نیازمندی های مشتری

[۱] -Affinity Diagram
[۲] -Tree Diagram
[۳] -Kano model
[۴] - Voice of the Customer Table

www.takbook.com

- ✓ چه کاربردی (What) : موارد استفاده محصول یا خدمت و کاربرد های آن چیست؟
- ✓ زمان استفاده (When): محصول یا خدمت در چه مواقعی استفاده می شود
- ✓ محل استفاده (Where)
- ✓ علت انتخاب (Why): علت استفاده محصول یا خدمت مورد بررسی از سوی مشتری در مقایسه با محصولات و یا خدمات مشابه، به طور مثال علت استفاده وسایل بازی پلاستیکی در مقابل فلزی
- ✓ چگونگی استفاده (How)
- ✓ بازبینی خواسته های مشتری

اعضای تیم QFD و یا مشتریان ممکن است در ضمن انجام پروژه، کاربردها و استفاده های جدیدی را برای محصولات و یا خدمات پیشنهاد کنند که این داده ها نیز در جدول ثبت خواهد شد. تجربه ثابت کرده است که مصاحبه و مشاهده تنها پانزده تا بیست مشتری به طور دقیق، برای کسب اطلاعات قابل اطمینان از چگونگی استفاده از محصول، کافی است.

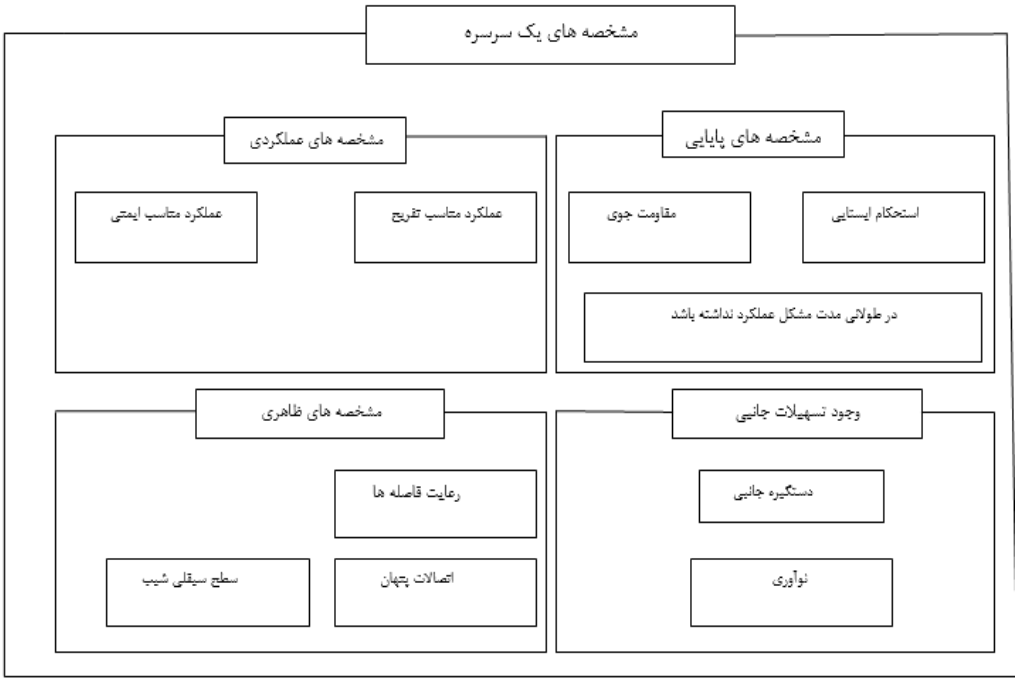
۶-۲-۳- طبقه بندی و سازمان دهی خواسته های مشتری

طبقه بندی و سازمان دهی خواسته های مشتریان ازجمله دیگر قدم های ابتدایی پروژه است که می توان پس از بررسی و تحلیل خواسته ها در جدول VOCT مورد توجه تیم اجرایی QFD واقع شود. طبقه بندی خواسته های مشتریان در بسیاری از موارد به صورت ناخودآگاه از سوی تیم QFD صورت می پذیرد، اما به منظور انجام بهتر و صحیح تر این امر می توان از نمودارهایی موسوم به وابستگی بین عوامل و درختی استفاده کرد.

۶-۲-۳-۱- نمودار وابستگی بین عوامل

استفاده از نمودار وابستگی بین عوامل به ما اجازه می دهد تا بتوانیم داده های خام حاصل از خواسته ها ی کیفی مشتریان را در قالب گروهها و دسته بندی های طبیعی نمایش دهیم. نمودار وابستگی بین عوامل با سازماندهی و ساختاردهی داده های خام، امکان بررسی و تحلیل بیشتر را به نحو قابل توجهی افزایش می دهد.

www.takbook.com



شکل ۶-۵ نمونه ای از یک نمودار وابستگی بین عوامل

برای تهیه این نمودار گام های زیر را اجرا کنید:

- هدف نهایی پروژه QFD را با استفاده از واژه ها و کلماتی ساده بیان کنید.
- داده های خام حاصل از خواسته های مشتریان را که در ارتباط با هدف تبیین شده در قدم اول هستند، جمع آوری کرده و روی کارت های مشابه درج کنید (هر خواسته را روی یک کارت بنویسید).
- تمامی کارت ها را جمع آوری کرده و آنها را با هم مخلوط کنید و به صورت کاملا تصادفی روی میز پخش کنید.
- ضمن بررسی کارت های موجود، آنهایی را که به نحوی در ارتباط با یک موضوع خاص هستند را در یک گروه قرار دهید (عدد ۱۰ به عنوان حداکثر تعداد گروه ها توصیه می گردد).
- یک کارت از هر گروه که به بهترین نحوه موضوع عمومی و اصلی گروه را بیان میکند، انتخاب کرده و از آن برای تعیین عنوان اصلی گروه استفاده کنید. در صورتی که کارت مناسبی را پیدا نکردید، به دلخواه عنوانی مناسب برای گروه مورد نظر انتخاب نمایید.
- اطلاعات حاصل از قدم های فوق را روی کاغذ منتقل کرده و دور هر گروه یک خط بسته رسم نمایید.
- نمودار حاصله را بررسی کرده و در صورت نیاز اقدام به حذف، اضافه یا تغییر دسته های موجود نمایید.

نمودار وابستگی بین عوامل، ابزار مناسبی برای حصول اطمینان از کامل بودن فهرست خواسته ها ی کیفی مشتریان و نیز ثبت دقیق جزییات آنها است. فرایند نمودار وابستگی بین عوامل بسیار شبیه به تکالیف وتمرین های ذهنی است که در مدارس ابتدایی انجام می شود. اشکال مختلفی در اختیار دانش آموزان قرار داده شده و

www.takbook.com

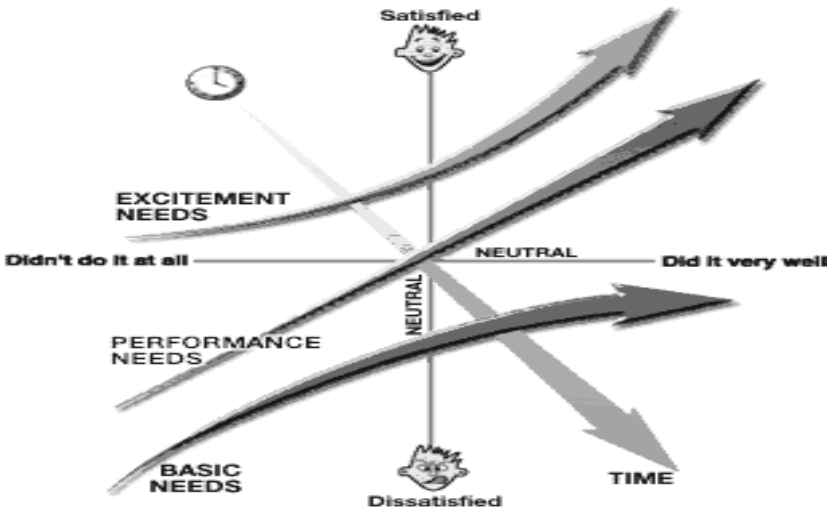
از آنه اخواسته می شود که با پاسخ به پرسش کدامیک از این اشکال یکی هستند؟ و یا کدامیک از این اشکال شبیه هم می باشند؟ نسبت به گروه بندی آنها اقدام نمایند.

۶-۲-۳-۲- نمودار درختی:

هدف کلی استفاده از این ابزار، تهیه و تدوین فهرستی کامل از نیازمندی های محصول که در چند سطر مختلف و به صورت شفاف تشریح شده اند، است. درساده ترین حالت نمودار وابستگی بین عوامل با ۹۰ درجه چرخش به راست، تبدیل به نمودار درختی می شود.

۶-۲-۴- مدل کانو

دکتر نوریاکی کانو یکی از برجسته ترین صاحبنظران علم مدیریت کیفیت، در مدل خود نیازمندی های مشتریان و یا به عبارت دیگر خصوصیات کیفی محصولات را به سه دسته تقسیم می کند. همانطور که در شکل (۶-۶) ملاحظه می فرمایید، وی هر سه نوع نیازمندی های کیفی مورد نظر را در یک نمودار دو بعدی نمایش می دهد. محور عمودی میزان رضایت و خشنودی مشتری و محور افقی میزان ارائه الزام کیفی مورد نظر مشتری را نشان می دهد. بالاترین و پایین ترین نقطه از محور عمودی نمودار، به ترتیب بیانگر نهایت رضایت و عدم رضایت مشتریان است. محل تلاقی محور افقی و عمودی بیانگر جایی است که مشتری در حالتی متعادل از نظر رضایت و عدم رضایت قرار دارد. سمت راست محور افقی، بیانگر جایی است که الزام کیفی مورد نظر به طور کامل عرضه شده است. سمت چپ محور افقی، نقطه ارائه محصولی (خدمتی) است که خصوصیات کیفی مورد انتظار را ندارد و الزام کیفی مورد نظر به هیچ عنوان در محصول یا خدمت لحاظ نشده است. در ادامه به تشریح هر یک از سه دسته الزامات و خصوصیات کیفی مدل کانو می پردازیم.



شکل ۶-۶ مدل کانو

www.takbook.com

۶-۲-۴-۱- الزامات اساسی ۱(BQ):

دسته اول خصوصیات، الزامات اساسی می باشند که از دید دکتر کانو، در صورت لحاظ شدن کامل آنها در محصول، فقط از نارضایتی مشتری جلوگیری می شود و رضایت و خشنودی خاصی را در وی فراهم نمی آورد. به عبارت دیگر ارضای کامل الزمات اساسی محصول، تنها مقدمات حضور محصول را در بازار فراهم می آورد و برای پیروزی بر رقبا و در دست گرفتن بازار محصول به ما کمکی نمی کند، این مشخصه ها به طور کلی مواردی در ارتباط با ایمنی، پایایی و دوام محصول را تشکیل می دهند. نکته قابل توجه در مورد این گروه از الزامات و خصوصیات کیفی، این است که مشتری فرض می کند که این خصوصیات در محصول لحاظ شده اند و به عبارت دیگر این خواسته ها ناگفتنی یا تلویحی هستند. به عنوان مثال مشتری هنگام خرید یک دستگاه الکتریکی پیش فرض هایی از قبیل اینکه محصول مورد نظر با باتری استاندارد، جریان برق شهر و کابل و پریز عادی به خوبی کار می کند را در ذهن دارد. این خواسته ها جزء دسته اول نیازها هستند و حداقل توقعاتی است که از یک ابزار الکترونیکی قابل انتظار است، که آن را کف خواسته ها تعریف می کنند.

۶-۲-۴-۲- الزامات عملکردی۲(PQ) :

دسته دوم خصوصیات کیفی، الزامات عملکردی محصول است که عدم برآورده ساختن آنها موجب نارضایتی مشتریان می شود و در مقابل، برآورده ساختن کامل و مناسب آنها رضایت و خشنودی مشتری را دنبال خواهد داشت. اهمیت الزامات عملکردی محصول درآن است که شناسایی و لحاظ نمودن آنها در محصول، حداقل تلاشی است که موجب حفظ موقعیت تجاری سازمان در بازار رقابتی می شود. از طرف دیگر این نوع خواسته ها برخلاف دسته اول (الزامات اساسی) گفتاری بوده و توسط مشتریان و مصرف کنندگان محصول به طور مستقیم عنوان می گردد. در مورد لاستیک ماشین، قیمت مناسب و میزان کیلومتر گارانتی محصول، از جمله الزامات عملکردی محصول است؛ حال آنکه خصوصیاتی از قبیل: ایمن بودن لاستیک ها در سرعت ۹۰ کیلومتر بر ساعت، ایمنی آنها در هنگام ترکیدن ناگهانی، اندازه مناسب آنها در مقایسه اندازه رینگ چرخ ها و ... از جمله الزامات اساسی هستند.

۶-۲-۴-۳- الزامات انگیزشی۳(EQ) :

دسته سوم خصوصیات کیفی در مدل کانو خواسته های کیفی هستند که در زمان کاربرد محصول به عنوان یک نیاز و الزام دید مشتری تلقی نمی گردند و در نتیجه عدم برآورده ساختن این گروه از الزامات کیفی، موجب عدم رضایت مشتری نمی شود؛ ولی ارائه آنها در محصول هیجان و رضایت بسیار بالایی را در مشتری پدید می آورد. خصوصیت بارز الزامات انگیزشی این است که از طرف مشتری عنوان نمی شوند؛ ولی در صورت شناسایی

---

۱ -Basic Needs (basic quality)
۲ -Performance Needs(Performance quality)
۳ -Excitement Needs

www.takbook.com

و لحاظ شدن آنها در طراحی، محصول مورد نظر با سرعت جایگزین سایر محصولات مشابه رقبا در بازار خواهد شد و موقعیت بسیار مناسبی را برای شرکت ارائه دهنده به ارمغان خواهد آورد. نکته قابل توجه این است که در صورت لحاظ شدن این نوع نیازمندی ها در یک محصول و ارائه آن در حجم بالا به بازار، مشخصه کیفی مورد نظر پس از مدت کوتاهی توسط سایر رقبا کپی برداری شده و به یک نیاز و خواسته عملکردی و یا حتی یک نیاز اساسی محصول تبدیل می شود.

دستیابی به الزامات انگیزشی قدرت رقابتی سازمان ها را بسیار افزایش می دهد و معمولا سازمان های یادگیرنده و پیشرو سعی بر این دارند تا انگیزش خاصی را در مشتریان ایجادکنند و در ارائه محصول یا خدمت خود خاص باشند. نمونه ای از شرکت های یادگیرنده را می توان از شرکت Apple نام برد که با عرضه خدمات بسیار جدید در دنیای الکترونیک و تلفن همراه توانسته نظر افکار عمومی و بخصوص مشتریان سابق خود را هر چه بیشتر جلب کند.

۶-۳- خانه کیفیت

۶-۳-۱- مقدمه

بدون شک نقطه قوت QFD در مقایسه با سایر روشهای مهندسی کیفیت (COQ[۱]، FMEA[۲] و ...) گستردگی و تنوع مفاهیم آن است. QFD به طور کلی با سه دیدگاه و نگرش مختلفی که توسط آکائو، ماکابه و فوکوهارا بنیان گذاری شده اند، شناخته می شود. QFD از دیدگاه آکائو، فرایندی مشتمل بر بررسی سی ماتریس است که بنا به نیاز از تعدادی یا تمامی آنها در تجزیه و تحلیل داده های طراحی محصول استفاده می شود. نگرش ماکابه که اولین بار در آمریکا توسط دونالد وکلازینگو در شرکت فورد مطرح شد، شامل چهار ماتریس پیوسته است که به ترتیب عبارتند از: طرحریزی محصول (خانه کیفیت)[۳]، طراحی محصول[۴]، طرحریزی فرایند[۵] و برنامه ریزی کنترل فرایند[۶].

آخرین مدل معروف و عمومی QFD– ارائه شده توسط فوکوهارا - شامل هجده ماتریس است که اولین بار در شرکت تویوتای ژاپن مورد استفاده قرار گرفت. باتوجه به توضیحات فوق و بنابه دلایل زیر، از بین رویکردهای متفاوتی که نسبت به QFDوجود دارد، رویکرد چهار ماتریسی جهت بررسی و تشریح نحوه کاربرد انتخاب شده است:

- سادگی یادگیری وخلاصه بودن نسبت به سایر رویکردها
- پوشش مراحل مهم تولید محصول (یا ارائه خدمات) با استفاده از چهار ماتریس

---

۱ - Cost of Quality
۲ - Failure mode and effecte analysis
۳ - Product Planning (House of Quality)
٤ - Product Design
٥ - Process Planning
٦ - Production Planning

www.takbook.com

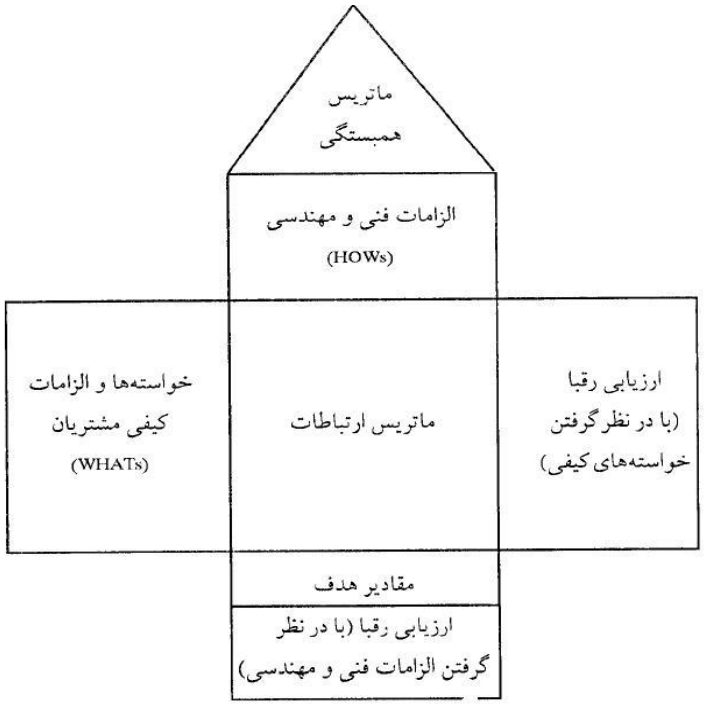
۶-۳-۲- مراحل تکمیل خانه کیفیت

خانه کیفیت ابزاری توانمند برای ترجمه ندای مشتری و خواسته های کیفی او از محصول به الزامات کمی است که به طور چشمگیری قابلیت پیگیری و لحاظ نمودن آن ها را در محصول و یا خدمت، از طرف سازمان بالا می برد.

WHATs (چه ها) شامل خواسته ها و نیازهای مشتریان از محصول و یا خدمت شما هستند (الزامات مشتری).

HOWs (چگونه ها) مبین چگونگی ارائه خواسته های مشتریان (WHATs) در محصول هستند (الزامات فنی محصول).

خانه کیفیت ماتریسی است که در آن رابطهٔ میان WHATs (چه ها) و HOWs (چگونه ها) مشخص می گردد لازم به ذکر است که در منابع و متون مختلف QFD ساختارهای متنوعی از خانه کیفیت ارائه شده است که تمامی آنها ضمن پیروی از اصول و منطق یکسان، در موارد مختلفی به کار گرفته می شوند.



شکل۶-۷- نمونه‌ای از یک ماتریس خانه کیفیت

۶-۳-۲-۱- تعیین خواسته ها و الزامات کیفی مشتریان (WHATs) :

چگونگی تعیین خواسته ها و الزامات کیفی مشتری در مباحث قبلی توضیح داده شد که در نهایت به نمودار درختی محصول دست خواهیم یافت. نکته قابل توجه و مهم در مورد خواسته های کیفی این است که خواسته ها می توانند علاوه بر الزامات کیفی مشتری نهایی، شامل مواردی چون مقررات و قوانین مملکتی در مورد محصول و یا خدمت (مقررات ایمنی، بهداشتی و...) خواسته های فروشندگان محصول (سهولت جابجایی، سرعت

www.takbook.com

فاسد شدن و ...)، خواسته های تعمیرکاران محصول (سهولت مونتاژ، تعمیر و...) باشند. همچنین در هنگام تعیین خواسته ها و الزامات کیفی مشتریان به نیازمندی های اساسی (مدل کانو) که مشتری به آن به صراحت اشاره نمی کند، توجه کافی داشته باشید.

اهم مواردی که در دریافت و تحلیل ابتدایی خواسته ها و نیازمندیهای کیفی مشتریان باید در نظر گرفته شوند، عبارتند از:

- ❖ شناسایی تمامی گروههای مشتریان محصول
- ❖ جمع آوری داده های دقیق ازمشتریان در مورد خواسته ها و نیازهای ایشان از محصول
- ❖ استفاده از روش طوفان ذهنی به منظور شناسایی نیازمندیها و الزامات تکمیلی
- ❖ استفاده از نمودار وابستگی بین عوامل به منظور تبدیل داده های خام حاصل از مشتریان به اطلاعاتی منطقی و گروه بندی آنها
- ❖ استفاده از نمودار درختی به منظور کسب اطمینان از در نظر گرفتن تمامی خواسته های کیفی (دراغلب موارد یک نمودار درختی از الزامات کیفی، شامل سه سطح مختلف ازمشخصه های محصول می باشد).

۶-۳-۲-۲- اولویت بندی نیازمندیهای کیفی:

بدون تردید درجه اهمیت تمامی خواسته های مشتریان با هم یکسان نبوده و از نظر مشتری و تولیدکننده، تعدادی از آنها از اهمیت بیشتری برخوردار هستند. بدین منظور می توان از درجه بندی های متفاوتی مثل ۱ تا ۵ یا ۱ تا ۱۰ استفاده نمود. نکته قابل توجه در این قسمت، استفاده مناسب از نظرات مشتریان و افراد با تجربه سازمان است. در ادامهٔ مثال سرسره بازی خواسته های مشتریان از ۱ تا ۵ وزن دهی شده اند.

اهمیت (وزن)	خواسته مشتری	
	سطح ۲	سطح ۱
۵	عملکرد مناسب برای تفریح	عملکردی
۴	عملکرد مناسب جهت ایمنی	
۵	رعایت فاصله پله ها برای کودکان	ظاهری
۳	شکل ظاهری ومقاومت اتصالات	
۴	داشتن سطح سیقلی وغیربرنده	
۲	وضعیت مناسب محورهای فلزی	
۵	ایستایی و استحکام سرسره	پایایی
۴	عدم بروز مشکل عملکرد در مدت طولانی	
۳	مقومت در شرایط جوی	
۳	وجود دستگیره ایمنی در کنا ر پله ها	تسهیلات جانبی
۲	نوآوری در استفاده از وسیله	

جدول ۶-۲ اولویت بندی خواسته های مشتریان

www.takbook.com

۶-۳-۲-۳- ارزیابی رقبا (با در نظر گرفتن خواسته ها و الزامات کیفی):

سازمانهایی که قصد رقابت و حضور موثر در بازار دارند ، باید بدانند که محصول یا خدمت آنها از دید مشتریان و با توجه به خصوصیات کیفی مورد نظر آنان ، در مقایسه با سایر رقبا درچه جایگاه رتبه ای قرار دارد . برای لحاظ نمودن این امر درخانه کیفیت ، در سمت راست ماتریس ، محصول مورد نظر را با محصول یا خدمت مشابه رقبا مورد ارزیابی قرار می گیرد . پر واضح است که نتایج الگوبرداری در صورتیکه برای گروه های مختلفی از مشتریان انجام شود ، باید به صورت مجزا مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و استفاده گردد . از جمله فواید انجام فرایند الگوبرداری [۱] و استفاده از نتایج آن در خانه کیفیت ، تعیین مواردی است که محصول رقبا و در وضعیت مناسبی نبوده و در صور ارائه محصول مشابه و لحاظ نمودن خصوصیت کیفی مورد نظر در آن ، می توان انتظار استقبال گسترده مشتریان را از محصول خود داشت . برای نمایش خروجی های فرآیند الگوبرداری اغلب از درجه بندی ۱ (برای بدترین) تا ۵ (برای بهترین) استفاده می گردد.

۶-۳-۲-۴- تبدیل خواسته ها و الزامات کیفی به مشخصه های فنی و مهندسی محصول(HOWs) :

واحد بازاریابی ضمن شناسایی ، بررسی و تدوین الزامات مشتریان ، خصوصیات و الزامات "چهبودن" محصول را تعیین نموده ، سپس بخش مهندسی ، "چگونگی" تولید محصولی با خصوصیات مورد انتظار را مشخص می کند . لذا در قسمت بالای ماتریس ، مشخصات فنی و مهندسی ازمحصول که به نحوی با خواسته های کیفی مشتریان مرتبط است، درج می شود.

لازم است تمامی مشخصات مهندسی محصول به طور واضح و شفاف بیان شده و حداقل با یکی از خواسته های مشتریان ارتباط داشته باشد . تمامی مشخصات فنی و مهندسی محصول، (وزن، طول، حجم، قطر و ...) باید قابل اندازه گیری بوده و به طور واضح ، شفاف و بدون ابهام عنوان شده باشند .

درمقابل و زیر هریک از مشخصات مهندسی محصول و یا خدمت، سه علامت Δ،O،• درج شده است. علامت O یا Δ به معنی این است که افزایش یا کاهش هر چه بیشتر خصوصیت مورد نظر، هدف طراحان محصول بوده و علامت نشانه • عدم تمایل طراحان محصول به کاهش یا افزایش (انحراف) خصوصیات مورد نظر از مقدار هدف مربوطه است و تنها رسیدن به هدف تعیین شده برای خصوصیت مورد نظر اهمیت دارد.

۶-۳-۲-۵- تعیین میزان ارتباط میان خواسته ها و الزامات کیفی مشتریان و مشخصه های فنی در ماتریس ارتباطات:

میزان تأثیر هر یک از خصوصیات فنی محصول (HOWs) در خواسته ها و الزامات مشتری (WHATs) باماتریس ارتباطات خانه کیفیت، مشخص ارائه می گردد. تیم اجرایی QFD ارتباطات مورد نظر را با توجه به

[۱] -Benchmnarking

www.takbook.com

نظرات مهندسان و متخصصان با تجربه سازمان، نظرات مشتریان، داده های آماری و ... تعیین می کند. در منابع گوناگون، میزان ارتباط هریک از نیازمندی ها با خصوصیات فنی با علامتها و اشکال متنوعی نشان داده می شود.

۶-۳-۲-۶- ارزیابی رقبا با در نظر گرفتن الزامات فنی و مهندسی:

فرایندی شبیه به آنچه در گام سوم در مورد خواسته ها و الزامات مشتریان انجام شد، این بار در مورد الزامات فنی و مهندسی محصول صورت می گیرد. در انجام این قسمت از خانه کیفیت توصیه می گردد که از متخصصان داخلی و نیروی انسانی با تجربه سازمان، به نحو مطلوب و موثری استفاده گردد. لازم به ذکر است که در برخی از موارد، عملاً امکان ارزیابی و مقایسه شرایط و الزامات فنی محصول یا خدمت خود با محصولات یا خدمات رقبا وجود نداشته و عدم تکمیل این قسمت از خانه کیفیت در مورد برخی از مشخصات فنی، لطمه چشمگیری به خانه کیفیت وارد نمی آورد.

۶-۳-۲-۷- توسعه و بهبود خواسته ها و الزامات کیفی مشتریان:

دراین قسمت از تکمیل خانه کیفیت، پس از تعیین میزان بهبود در هریک از خواسته های کیفی (WHATs) نسبت به وضعیت کنونی، میزان اهمیت نسبی هر یک از الزامات کیفی به منظور تحلیل و بررسی بیشتر در مراحل بعدی QFD، محاسبه می گردد. برای نیل به هدف گام های زیر به ترتیب دنبال می شوند:

- میزان بهبود و افزایش هریک از الزامات کیفی مشتریان (نسبت بهبود) [۱] از حاصل تقسیم ستونی با عنوان برنامه (P) به ستون وضعیت کنونی (N) تعیین می گردد.
- پس از تعیین مقادیر نسبت بهبود (ستون B) برای هریک از نیازمندیهای کیفی، برای تاکید بیشتر در مورد برخی از خواسته های مشتریان ضرایبی با عنوان ضریب تصحیح[۲] (اعداد مندرج در ستون C) به آنها تعلق می گیرد. به این ترتیب که برخی از مشخصه ها که از درجه اهمیت بالایی در نزد مشتریان برخودار بوده و ارائه آنها در سطحی مطلوب موجب ایجاد انگیزه و رضایت بسیار زیادی در آنها می شود، ضریب ۱/۵ را گرفته و مواردی که موجبات رضایت مشتری انرا باعث می شوند؛ ولی نه به اندازه گروه اول، ضریب ۱/۲ به آنها تخصیص می یابد. سایر موارد که نیازی به تصحیح و تأکید بیشتری در مورد آنها نیست ضریب۱ می گیرند.
- در قدم دوم از مراحل تکمیل خانه کیفیت هر یک از مشخصات کیفی محصول با توجه به نظرات مشتریان و از دیدگاه ایشان بدون توجه به شرایط سازمان و شرایط محیطی بازار اولویت بندی شده است. بنابراین در این قسمت هریک از خواسته ها با توجه به شرایط سازمان و از دیدگاه اعضای تیم QFDوزن دهی می شوند . برای این منظور اعداد متناظر با درجه اهمیت هر خواسته، نسبت بهبود و

[۱] -Improvement Ratio
[۲] -Sales Points

www.takbook.com

ضریب تصحیح درهم ضرب شده و حاصل این ضرب، بیانگر میزان اهمیت و وزن مشخصه کیفی مورد نظر است.

(ضریب تصحیح) × (نسبت بهبود) × (درجه اهمیت) = وزن هر خواسته کیفی

۶-۳-۲-۸- الویت بندی مشخصه های فنی و مهندسی محصول:

وزن هریک از خصوصیات فنی و مهندسی محصول(HOWs) با توجه به ارتباط خصوصیت مورد نظر با خواسته های مشتری (WHATs)، تعیین می گردد؛ اگر رابطه میان هر یک از خواسته های کیفی (i) با خصوصیات فنی و مهندسی (j) یا d_{ij} تعریف گردد و W_i درجه اهمیت هر خواسته کیفی باشد، وزن مطلق هر یک از مشخصه های فنی و مهندسی (W_i) محصول با توجه به رابطه ذیل حاصل می شود:

$$W_i \times d_{ij} = W_j$$

I=۱,۲, ... , n خواسته های کیفی محصول (خدمت)

J=۱,۲, ... , m مشخصه های فنی محصول (خدمت)

به طورمثال وزن مطلق مشخصه فنی تست دوام عملکرد سرسره به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$(۳ \times ۲) + (۹ \times ۴) = ۴۲$$

$$\text{وزن نسبی هر مشخصه فنی و مهندسی} = \frac{\text{وزن مطلق هر خواسته کیفی}}{\text{حاصل جمع وزن مشخصات فنی}} \times ۱۰۰$$

۶-۳-۲-۹- بررسی رابطه مشخصه های فنی و مهندسی محصول با یکدیگر:

در برخی از موارد افزایش یا کاهش یکی از خصوصیات مهندسی تأثیر مستقیمی بر خصوصیات مهندسی دیگر محصول می گذارد، برای لحاظ نمودن چنین همبستگی هایی بین خصوصیات مهندسی محصول، در قسمت سقف خانه کیفیت، چگونگی این همبستگی ها با علائم نهایی به شرح زیر مشخص می شود:

? بسیار مثبت

+ مثبت

- منفی

Θ بسیار منفی

در صورت عدم وجود همبستگی بین خصوصیات مهندسی، سلول مرتبط در سقف خانه کیفیت خالی باقی می ماند. در برخی موارد، دو مشخصه مهندسی محصول و یا خدمت، با یکدیگر ارتباط معکوس (بسیار منفی) داشته و لحاظ نمودن یک از آنها در سطحی بالا و مناسب، موجب نایده گرفتن دیگری می شود (به عنوان مثال دو خواسته سرعت و دقت در فرایند بازرسی مواد ورودی به انبار). در برخورد با چنین مواردی، ایجاد نوعی تعادل و

www.takbook.com

مصالحه [1] میان خصوصیات مذکور ساده ترین راه ممکن است. ولی این ساده ترین، در اکثر اوقات بهترین نیست، زیرا در صورت حل مشکل مذکور و ارائه هر دو خصوصیات مهندسی در سطحی بالا، بدون شک محصول مورد نظر موجب ایجاد رضایت مندی بسیار بالایی در مشتری خواهد شد.

۶-۳-۲-۱۰- تعیین مقادیر هدف برای خصوصیات فنی:

ازجمله آخرین مراحل تکمیل خانه کیفیت تعیین مقادیر هدف برای هر یک از مشخصه های فنی و مهندسی محصول می باشد که با توجه دقیق به موارد ذیل صورت می پذیرد:

- میزان همبستگی خصوصیات فنی و مهندسی مورد نظر با سایر الزامات فنی محصول و موارد مندرج در سقف ماتریس.
- نتایج حاصل از انجام الگو برداری از محصول رقبا در خصوص مشخصات و الزامات فنی محصول.
- استفاده مناسب از ابزارهای چون طراحی آزمایشها[2] و روش تاگوچی[3] به منظور تعیین مقادیر بهینه هدف

لازم به ذکراست که تعیین مقادیر هدف، در صورت امکان باید در آخرین مرحله خانه کیفیت صورت پذیرد تا بدین ترتیب حداکثر استفاده از داده های موجود در ماتریس خانه کیفیت شده باشد. توجه به این نکته ضروری است که شیوه یاد شده تنها دیدگاه موجود در این زمینه نیست و این امکان وجود دارد که در منابع و متون مختلف موجود در زمینه QFD، ماتریس های متنوعی برای این منظور مشاهده گردد.

۶-۴-بازبینی خانه کیفیت

بدون شک لازمه کسب نتایج صحیح و مناسب از خانه کیفیت، صحت و اعتبار داده های موجود در آن است. از طرف دیگر در اکثر پروژه های عملی QFD، به واسطه تعداد زیاد سطرهای و ستونهای ماتریس، انجام یک بازبینی جامع ازنحوه تکمیل خانه کیفیت، امری غیر قابل اجتناب به نظر می رسد. در ادامه عمده ترین مشکلاتی را که ممکن است در یک خانه کیفیت به وجود آیند و علت بروز آنها و اقدام اصلاحی مورد نیاز به منظور رفع اشکال پیش آمده را مورد بررسی قرار می دهیم.

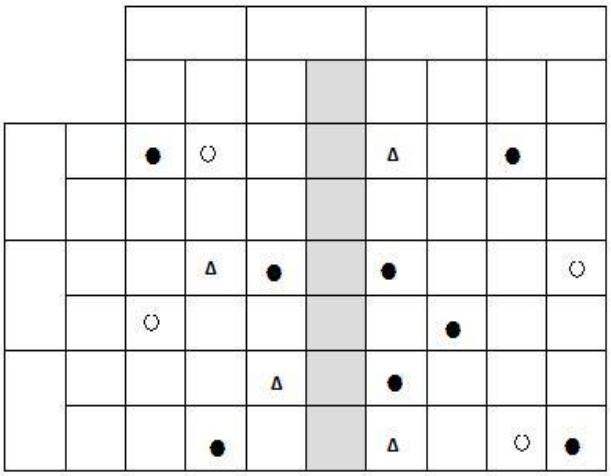
❖ وجودستون خالی (بدون ارتباط باستونهای ماتریس):

بدون شک لحاظ نمودن مشخصات فنی بی مورد در ماتریس خانه کیفیت جز دردسر چیزی به همراه ندارد. لذا در این گونه موارد باید با یک بررسی دقیق اطمینان حاصل نمود که مشخصه فنی مورد نظر در ارتباط با محصول مورد بررسی بوده و در ارتباط با محیط استفاده و یا مصرف کننده آن نیست. دراین گونه موارد، حذف ستون مورد نظر برای اصلاح خانه کیفیت توصیه می گردد.

---

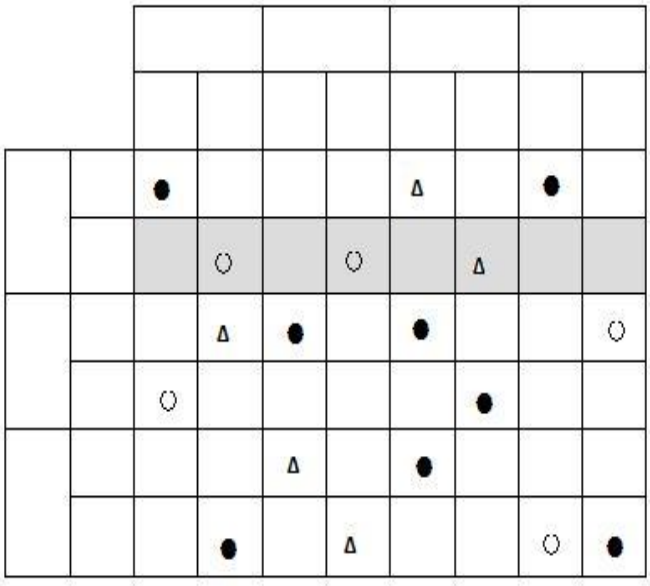
[1] -Trade -off
[2] -Design of Experiments
[3] -Taguchi Method

www.takbook.com



❖ **وجود سطری بدون داشتن ارتباط قوی با ستونهای ماتریس:**

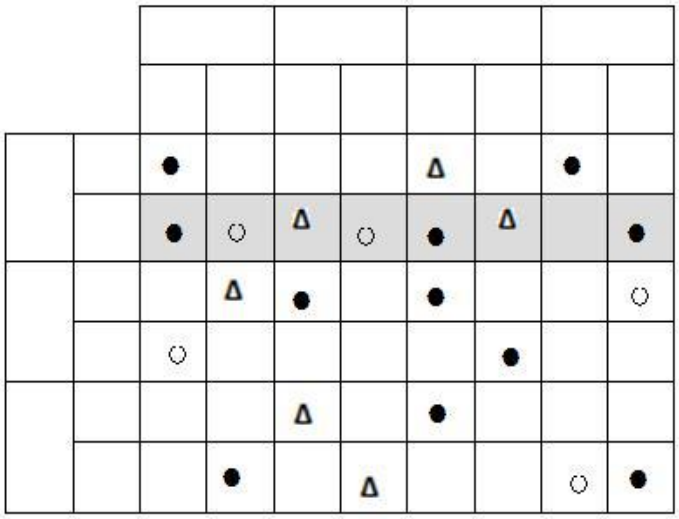
هر یک ازخواسته ها یا الزامات مشتریان، باید حداقل با یکی از مشخصات فنی محصول ارتباط قوی داشته باشند. در صورت عدم وجود چنین ارتباطی، توسعه مشخصات فنی محصول به منظور پوشش مناسب نیازمندی کیفی (سطر) مورد نظر پیشنهاد می گردد.



❖ **وجود سطری با ارتباطات زیاد با ستونهای ماتریس:**

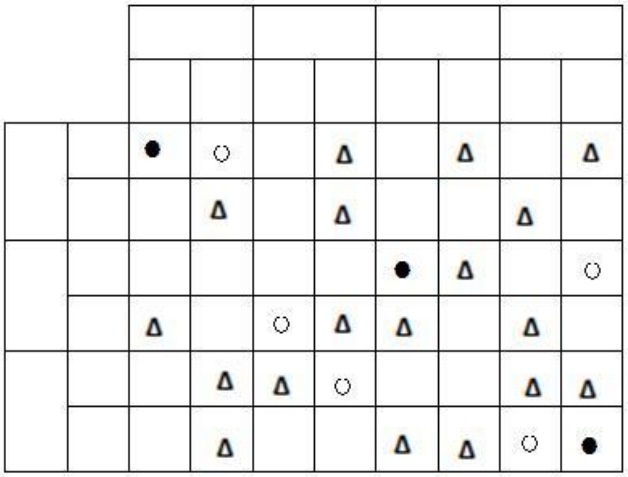
دراین گونه موارد سطر (مشخصه کیفی) مورد نظر در ارتباط با مفاهیمی چون هزینه، پایایی و یا ایمنی محصول است. لذا نیازمندی مورد نظر باید از ماتریس خانه کیفیت حذف و در ماتریس های مربوط به خود بررسی شود. علت دیگر بروز این اشکال طبقه بندی نامناسب سطرهای ماتریس است. به این ترتیب که نیازمندیهای مورد نظر احتمالاً مربوط به سطح اول و یا دوم بوده (در سطح بندی ارائه شده در نمودار درختی) ولی در سطح آخر آورده شده است.

www.takbook.com



❖ **وجود تعداد زیادی ارتباط ضعیف (در ماتریس ارتباطات):**

دریک خانه کیفیت، هریک از مشخصه های فنی و مهندسی (HOWs) باید حداقل با یکی از خواسته ها و الزامات کیفی مشتریان ارتباط قوی داشته باشد، در غیر اینصورت بیان واضح تر و شفاف تر مشخصه های فنی محصول (ستونهای ماتریس) و توسعه و بسط آنها (درصورت نیاز) ضروری است.



۶-۵- تشریح روش چهارمرحله ای

۶-۵-۱- مقدمه

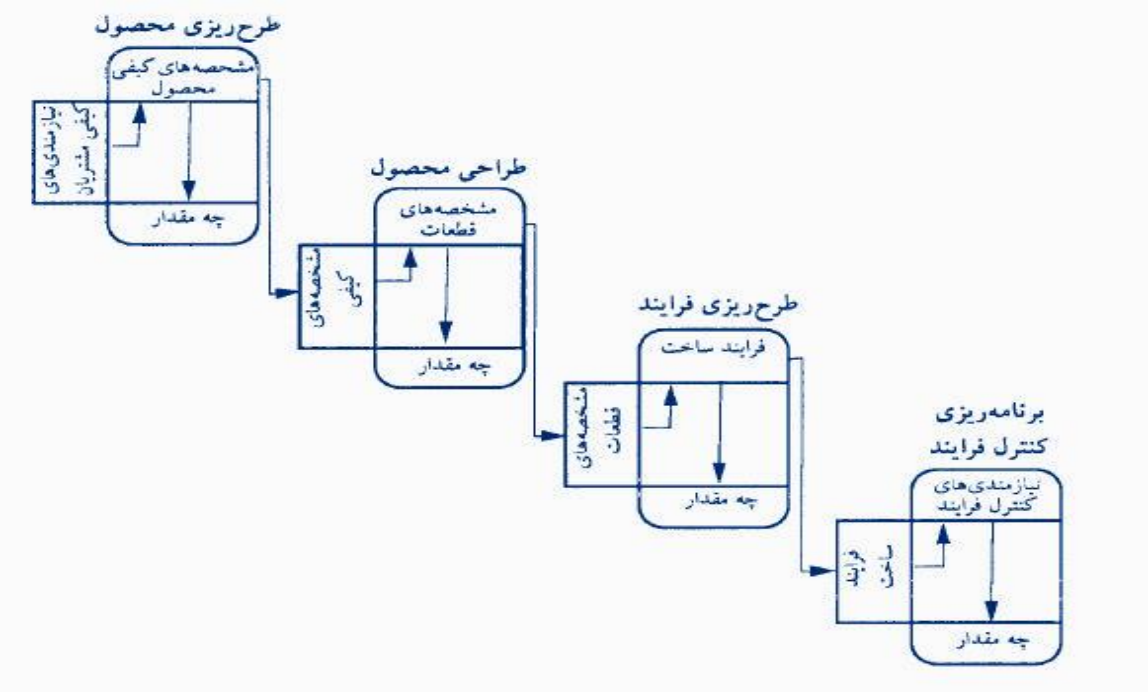
قبل از ارائه مباحث و مفاهیم مربوط به مدل چهار ماتریسی QFD، توجه به این نکته ضروری است که در بسیاری از موارد -و بنا به تشخیص مشاور، مدیر و یا اعضای تیم اجرایی- پروژه QFD در پایان مرحله اول (تکمیل خانه کیفیت) تمام شده تلقی می گردد. در این ارتباط بد نیست بدانید بسیاری از سازمانهای آمریکایی در پروژه ها و بررسی های خود به تکمیل مرحله اول اکتفا می کنند.

www.takbook.com

۶-۵-۲- رویکرد چهار مرحله ای QFD

مطابق شکل زیر روش کار این دیدگاه به صورت بسیار اجمالی و خلاصه به این ترتیب است که:

- ✓ همانگونه که پیش تر عنوان شد اولین گام در دیدگاههای مختلف موجود در مورد QFD، با تهیه و تکمیل خانه کیفیت (طرحریزی محصول) همراه است. در مرحله دوم مشخصه های کیفی (فنی و مهندسی) محصول -ستونهای ماتریس اول- به سطرهای ماتریس دوم منتقل شده و با مشخصه های قطعات و مواد اولیه مورد بررسی قرار می گیرند، در مرحله سوم، مشخصات قطعات –ستونهای ماتریس دوم – به سطرهای این ماتریس منتقل شده و با فرایندها و عملیات کلیدی ساخت و فرآوری محصول – مندرج در ستونهای مرحله سوم– بررسی و تحلیل می شوند و در مرحله چهارم –برنامه ریزی کنترل فرایند– فرایند و عملیات حیاتی منتقل شده از مرحله سوم در سطرهای این مرحله درج شده و نیازمندیهای تولیدی آنها از جمله الزامات نگهداری و تعمیرات، نمودارهای کنترلی، دستورالعملهای کاری و ... مشخص می شوند.



شکل ۶-۸ رویکرد چهار مرحله ای به QFD

۶-۵-۳- تشریح روش چهار مرحله ای

۶-۵-۳-۱- مرحله یک) طرحریزی محصول

اولین مرحله از روش چهار ماتریسی با عنوان طرحریزی محصول با تکمیل ماتریسی موسوم به خانه کیفیت صورت می پذیرد، همانگونه که از قبل عنوان شد، ممکن است انجام آن با تکمیل ماتریسهای متنوعی – ازنظرشکل ظاهری –همراه باشد. در این قسمت به منظور تفهیم هر چه بهتر دیدگاه و مدل چهار ماتریسی، در هر مرحله مفاهیم عنوان شده در قالب یک شکل ارائه می شود. مرحله اول از روش چهار ماتریسی به واسطه اهمیت زیاد آن به طور مجزا و با عنوان خانه کیفیت به طور مبسوط ارائه می شوند.

www.takbook.com

۶-۵-۳-۲- مرحله دو) طراحی محصول

مشخصه های کیفی (HOW ها) از ستونهای ماتریس طرحریزی محصول (مرحله یک) به عنوان سطرهای ماتریس طراحی محصول (مرحله دو) در نظر گرفته می شوند. در این مرحله مشخصه هایی از اجزا و قطعات تشکیل دهنده محصول که ما را در دستیابی به انتظارات مشتریان کمک خواهندکرد، مورد بررسی و تحلیل قرار می گیرند. هدف اصلی این مرحله ترجمه مشخصه های کیفی محصول از خانه کیفیت به مشخصه ها و ویژگی هایی است که اجزا و قطعات محصول باید داشته باشند. منظور از اجزا در این مرحله، اقلام محسوسی هستند که از ترکیب آنها محصول نهایی حاصل می شود (مانند موادخام، عناصر و یا زیر سیستمهای محصول اصلی).

درحالی که اعضای تیم مشغول انتخاب طرحی مناسب برای پاسخگویی جامع به خواسته های مشتریان هستند، الزامات طراحی به طور پیوسته در حال مطالعه و بررسی هستند. برای ایجاد طرح های بالقوه مختلف، در این مرحله تحلیل بسیار دقیق و جزئی برروی محصولات و یا خدمات تولید شده توسط رقبا انجام می شود.

بدون شک درصورتی که هدف از اجزای QFD ایجاد یک بهبود چشمگیر و خیره کننده در محصول باشد، نیاز به اعمال تغییر و بازنگری اساسی در طرح موجود خواهیم داشت. بنابراین تا این مرحله بهترین طرح از بین طرحهای موجود (طرحهای مورد استفاده توسط رقبا یا طراحی که توسط بخش تحقیق و توسعه سازمان ایجاد شده) انتخاب شده است. به محض انتخاب طرح جدید، فهرست قطعات محصول ارائه می شود.

اکنون برای تعیین ستونهای ماتریس دوم، ویژگیهایی از قطعات و اجزا، که در تأمین اهداف تعیین شده برای مشخصه های کیفی لازم و ضروری هستند، شناسایی و تعیین می شوند. به عنوان مثال "مقاومت حرارتی روکش P.V.C" جهت پاسخگویی به تست دوام عمر متریال مصرفی به عنوان عایق این وسیله بازی از اهمیت بسزایی برخوردار است. سایر ویژگی ها از قبیل "دانسیته پایه های پلاستیکی" در استحکام پایه های پلاستیکی و ویژگی "یکسان بودن قطر لوله ها و محورها " در تامین مقاومت مورد نیاز در هنگام استفاده از وسیله موثر هستند. این ویژگی ها به عنوان مشخصه های کلیدی محصول ایده می شوند و ستون های طراحی محصول را تشکیل می دهند. با توجه به نیازمندی های طراحی، طرح های مختلفی از محصول مورد بررسی قرار گرفته است. پس از ارزیابی طرح های مختلف، بهترین طرح انتخاب شده که فهرست مواد مرتبط با طرح نهایی استخراج می گردد.

ردیف	عنوان	مقدار واحد	تایید	رسته	توضیحات
۱	مفتول روکشدار	m۱۸,۸۸	*	مفتول	۱۷ m
۲	ورق سیقلی	۲۹x۵ cm۲	*	ورق فلزی	۶ gr
۳	متریال p.v.c برای کف	۳,۳x۲,۲ cm۲	*	پلاستیک	m۲۳۰
۴	ورق خشدار برای پله	mm۳	*	ورق فلزی	M۵
۵	روکشp.v.c	۴۴x۲۱ cm۲	*	پلاستیک	برای عایق

جدول۶-۳ فهرست مواد سرسره

www.takbook.com

حال نسبت به تعیین ارتباط بین هر WHAT با هر یک از HOWها اقدام کنید. مطابق آنچه در ماتریس طرحریزی محصول معین گردید، وزن هریک از ویژگیهای اجزا و قطعات –ستونهای ماتریس طراحی محصول – محاسبه و تعیین می شود و در ادامه ویژگی های کلیدی اجزا و قطعات که از اولویت بالاتری برخوردارگشته اند و یا بنا به تشخیص اعضای تیم QFD درطی فرایند ساخت محصول از اهمیت ویژه ای برخوردارهستند، انتخاب شده و به عنوان سطرهای ماتریس مرحله بعدی –طرحریزی فرایند –مورد استفاده قرار می گیرند.

۶-۵-۳-۳- مرحله سه) طرحریزی فرآیند

مشخصه های قطعات –ستونها HOWها – از ماتریس طراحی محصول (مرحله دو) به عنوان سطرهای ماتریس طرحریزی فرایند (مرحله سه) در نظر گرفته می شوند. در طی این مرحله مشخصه های قطعات به پارامترهای کلیدی فرایند ترجمه می شوند. هدف مرحله سوم ایجاد اطمینان از بر قراری فرایندی است که قطعات و اجزای محصولات تولیدی به مقادیر هدفی که از پیش برای آنها تعیین شده است، دست می یابند. در وهله اول، باید فرایندی که پاسخگوی نیازهای طرح شده است، انتخاب شود. اگر در طی بررسی و امکان سنجی که صورت می گیرد، ضرورت انتخاب یک فرایند یا تکنولوژی جدید احساس شود، باید راه حلهای مختلف بادقت بررسی شود و در نهایت یک فرایند به عنوان راه حل بهینه انتخاب شود. در ادامه نمودار جریان فرایند را به نحوی که عناوین زیر را پوشش دهد، تهیه نمایید:

- تجهیزات مورد نیاز
- جریان مواد
- جاهایی که مواداضافی به فرایند وارد می شوند
- چه کسانی و در چه مراحلی در فرایند تولید مشارکت دارند.

نمودار فرایند عملیات بایستی در این مرحله ترسیم گردد. ارتباطات نشان داده شده در نمودار جریان اصلی، در امر شناسایی پارامترهای کلیدی فرایند کمک شایانی به متخصصان می نماید. در این مرحله نیز از تکنیک هایی مانند درخت خطای فرایند۱، تجزیه و تحلیل امکان بروز خطا و اثرات آن در فرایند (PFMEA)۲ روش تاگوچی، شما را در شناسایی و تعیین پارامترهای فرایند و همچنین در نظر گرفتن مقادیر هدف برای آنها بسیار کمک می کند.

همانطورکه پیشتر عنوان شد، سطرهای ماتریس طرحریزی فرایند با انتقال مشخصه های کلیدی قطعات و اجزا، مقادیر هدف و وزن آنها از ماتریس طراحی محصول کامل می شود. نمودار جریان اصلی و پارامترهای کلیدی فرایند، ستون های ماتریس طرحریزی فرایند را تشکیل می دهند. حال در این مرحله ارتباط بین کنترل هر یک از پارامترهای کلیدی فرایند و مشخصه های کلیدی قطعات و اجزا در سلولهای ماتریس نمایش داده می شود. همانند ماتریسهای قبلی –ماتریس طرحریزی محصول یاخدمت و طراحی محصول (خدمت)- وزن هر یک از پارامترهای کلیدی محاسبه می گردد و در نهایت با توجه به اطلاعات درج شده در ماتریس، مقداری به عنوان هدف برای هریک از ستونها تعیین می گردد. توجه داشته باشید که گاهی اوقات مقدار هدف می تواند یک روش

---

۱ -Process Fault Tree

۲ -Process Failure Mode and Effects Analysis

www.takbook.com

اجرایی یا دستورالعملی خاص باشد. برای تعیین مقادیر هدف برای پارامترهایی که از اهمیت کمتری برخوردار هستند، می توانید به دانسته ها و تجربیات قبلی اعضای تیم اکتفا نمایید، اما توصیه می شود برای پارامترهایی که از اهمیت بیشتری برخوردار هستند، از روش طراحی آزمایشها[1] برای تعیین مقادیر هدف استفاده نمایید.
همانطور که به طور خلاصه عنوان شد، به هنگام انجام مرحله سه و تکمیل ماتریس طرحریزی فرایند، اجرای روش تجزیه وتحلیل امکان بروز خطا و اثرات آن (FMEA) توصیه می گردد. با انجام FMEA نه تنها تأثیرات بالقوه خطاهای فرایند بر فرایند شناسایی می گردد، بلکه با شناسایی دقیق ترمشخصه های کلیدی فرایند، ابزار مناسبی برای کنترل آنها پیش بینی می شود.

۶-۵-۳-۴- مرحله چهار) برنامه ریزی کنترل فرایند

تعدادی از عملیات ساخت محصول (HOW ها) از ماتریس طرح ریزی فرایند –مرحله سه – به عنوان سطرهای ماتریس برنامه ریزی کنترل فرایند –مرحله چهار – در نظر گرفته می شوند. در این مرحله چهار معیار ارزیابی به قرار ذیل برای هریک از سطرهای ماتریس برنامه ریزی کنترل فرایند با وزنهای، ۱برای غیر بحرانی،۲ برای بحرانی،۳ برای بسیار بحرانی، تعیین می شود:

- سختی کنترل
- تواتر مشکلات
- وخامت مشکلات بالقوه
- توانایی تشخیص مشکلات

با ضرب وزن های چهار عامل فوق، معیار ارزیابی عملیات عددی بین ۱ و ۸۱ برای هر یک از سطرهای ماتریس محاسبه می شود. واضح است که هر چه معیار ارزیابی عملیات عدد بزرگتری باشد، فرایند مورد نظر بحرانی تر تشخیص داده می شود و باید کنترل هر چه بیشتر آن مورد توجه قرار گیرد. هدف کلی این مرحله تعیین نحوه و چگونگی ثابت نگهداشتن مشخصه های کلیدی فرایند است. هدف این نیست که کدامیک از مشخصه های فرایند باید کنترل شوند، بلکه تأکید بیشتر بر روی میزان کنترل مورد نیاز است، به همین دلیل عناوینی که از ماتریس مرحله سه به ماتریس مرحله چهار فرستاده می شود، نسبت به آنچه در مرحله های قبلی دیده شد، به مراتب بیشتر است. پس از تعیین فرایندها و عملیاتهای بحرانی در سطرهای ماتریس، الزامات مربوط به کنترل آنها به منظور پیشگیری از بروز خطا وشکست در آنها، در ستونهای ماتریس برنامه ریزی کنترل فرایند تعیین می شوند؛ دراین مرحله برای رسیدن به حدفاصلی –برنامه ریزی کنترل پارامترهای ویژه فرایند- اغلب فرایندهای بحرانی ازماتریس طرحریزی فرایند به عنوان WHATهای ماتریس برنامه ریزی کنترل فرایند در نظر گرفته می شوند. با استفاده از ماتریس تکمیل شده برنامه ریزی کنترل فرایند می توان نسبت به تهیه و تامین الزامات مورد نیاز برای کنترل هر چه بهتر فرایندهای شکل دهی محصول اهتمام ورزید.

[1] -Design Of Expriments (DOE)

www.takbook.com

فصل ۷

کاربرد آمار و احتمالات در کنترل کیفیت

۷-۱- مقدمه

آمار علم تصمیم گیری درباره ی یک فرآیند یا یک جامعه بر اساس تحلیل اطلاعات موجود در نمونه بدست آمده از آن جامعه است. روشهای آماری نقش اساسی در کنترل کیفیت دارند. با این روشها، نمونه گیری از محصول، ارزیابی و استفاده از اطلاعات بدست آمده از نمونه برای کنترل و اصلاح فرآیند تولید امکان پذیر است. به علاوه آمار زبانی است که با آن مهندسین طراح، تولید، پرسنل تدارکات، مدیریت و سایر بخشهای یک واحد صنعتی می توانند درباره ی کیفیت محصول گفتگو نماید.

پدیده های طبیعی در زندگی ما مملو از عدم اطمینان است و آینده را نمی توان به دقت پیش بینی نمود. تئوری احتمالات وسیله ای است که ما را قادر می سازد، درباره موارد و آزمایشات با در نظر گرفتن نااطمینانی موجود و بر پایه اطلاعات عددی تصمیم گیری نماییم. آمار و احتمالات مدرن رشته ای جدید و بسیار قوی است. آمار علمی است که بر اساس ریاضیات استوار است و خصوصا در آمار پیشرفته از ریاضیات پیشرفته استفاده می شود.

در این فصل ابتدا مقدمه ای از آمار توصیفی بیان می کنیم و در آن با چگونگی استفاده از روش های ساده خلاصه کردن اطلاعات موجود در یک نمونه آشنا خواهیم شد. سپس استفاده از توزیع های احتمال برای مدل سازی رفتار مشخصه های محصول در یک فرآیند را بررسی خواهیم کرد و در نهایت با روشهای آمار استنباطی؛ یعنی چگونگی

www.takbook.com

استفاده از اطلاعات موجود در یک نمونه برای کسب اطلاعات درباره ی جامعه ای که نمونه از آن برداشته شده است، آشنا خواهیم شد.

۷-۲- آشنایی با جداول آماری، هیستوگرام فراوانی و توزیع احتمال

۷-۲-۱- انواع جداول آماری

در این بخش با مهمترین جداول مورد استفاده در علم آمار برای تحلیل نمونه ها آشنا می شویم:

الف) جدول فراوانی - جدول فراوانی نسبی:

فرض کنید n نمونه که در k دسته $C_1 , C_2 , \dots , C_k$ و به ترتیب با تعدادهای $f_1 , f_2 , \dots , f_k$ و قرار گرفته باشند. در این صورت این تعدادها را فراوانی های این دسته ها و مقادیر به صورت: $r_1 = \frac{f_1}{n}, r_2 = \frac{f_2}{n}, \dots, r_k = \frac{f_k}{n}$

را فراوانی های نسبی دسته ها می خوانیم. همچنین جداولی که این فراوانی ها در آن ثبت شده باشند را (به ترتیب) جدول فراوانی و جدول فراوانی نسبی می نامیم.

⌘ **نکته:**

واضح است که روابط زیر برقرار است:

$$\sum_{i=1}^{k} f_i = n \ , \qquad \sum_{i=1}^{k} r_i = 1 \ , \qquad \frac{1}{n} \le r_i < 1$$

⌘ **نکته:**

برای به دست آوردن فاصله مناسب طبقات (دسته) خواهیم داشت:

$$\Delta k = \frac{\alpha_{max} - \alpha_{min}}{1+3/3 \log N}$$

مثال ۱) در آزمایش زمان خرابی (دقیقه) از ۵۰ ماشین خط تولید نتایج زیر به دست آمده است. این داده ها را در ۸ دسته سازماندهی نموده جداول فراوانی و فراوانی نسبی را به دست آورید.

www.takbook.com

۸۰	۹۴	۴۸	۷۲	۶۱	۶۶	۵۴	۳۹	۵۶	۶۸
۲۷	۵۴	۳۸	۷۰	۲۳	۲۹	۷۶	۸۱	۶۰	۳۲
۴۹	۶۴	۵۲	۵۷	۳۶	۴۹	۵۱	۷۶	۵۹	۶۰
۳۹	۴۳	۸۵	۵۵	۳۸	۶۶	۵۸	۴۹	۴۸	۴۳
۴۴	۵۰	۵۷	۸۸	۷۲	۶۰	۶۵	۷۸	۷۱	۵۶

حل) نخستین کاری که انجام می شود به دست آوردن طول هر دسته است. معمولا طول دسته ها یکسان در نظر گرفته می شود. با توجه به اینکه کمترین مقدار نمونه ها ۲۳، بیشترین آنها ۹۴ و تعداد دسته ها ۸ است طول دسته ها از رابطه $\Delta k = \frac{۹۴ - ۲۳}{۸} = ۸/۸۷۵$ به دست می آید. معمولا این عدد را گرد می کنند. در نتیجه L= ۹ . در ادامه جدولی به صورت زیر رسم کنید. در این جدول شماره دسته، محدوده مقادیر آن، فراوانی هر دسته و فراوانی نسبی آن درج خواهد شد:

شماره دسته	محدوده	فروانی	فراوانی نسبی
۱	۲۳-۳۱	۳	٪۶
۲	۳۲-۴۰	۶	٪۱۲
۳	۴۱-۴۹	۸	٪۱۶
۴	۵۰-۵۸	۱۱	٪۲۲

www.takbook.com

۵	۵۹-۶۷	۹	٪۱۸
۶	۶۸-۷۶	۷	٪۱۴
۷	۷۷-۸۵	۴	٪۸
۸	۸۶-۹۴	۲	٪۴

ب) جدول فراوانی تجمعی - جدول فراوانی تجمعی نسبی

فرض کنید n نمونه در k دسته $C_1 , C_2 , \dots , C_k$ به ترتیب با فراوانی های $f_1 , f_2 , \dots , f_k$ و فراوانی های نسبی $r_1 = \frac{f_1}{n}, r_2 = \frac{f_2}{n}, \dots, r_k = \frac{f_k}{n}$ مفروض باشند. در این صورت فراوانی تجمعی و فراوانی تجمعی نسبی را (به ترتیب) با g_i و s_i $(i=1,2,\dots,k)$ نشان داده شده و به صورت زیر تعریف می گردد:

$$g_i = \sum_{j=1}^{i} f_i \qquad\qquad s_i = \sum_{j=1}^{i} r_j$$

مثال ۲) در مثال ۱ جدول را با ذکر فراوانی تجمعی و فراوانی تجمعی نسبی تکمیل کنید.

شماره دسته	محدوده	فراوانی	فراوانی نسبی	فراوانی تجمعی	فراوانی تجمعی نسبی
۱	۳۱-۲۳	۳	٪۶	۳	٪۶
۲	۴۰-۳۲	۶	٪۱۲	۹	٪۱۸
۳	۴۹-۴۱	۸	٪۱۶	۱۷	٪۳۴

www.takbook.com

۴	۵۸-۵۰	۱۱	٪۲۲	۲۸	٪۵۶
۵	۶۷-۵۹	۹	٪۱۸	۳۷	٪۷۴
۶	۷۶-۶۸	۷	٪۱۴	۴۴	٪۸۸
۷	۸۵-۷۷	۴	٪۸	۴۸	٪۹۶
۸	۹۴-۸۶	۲	٪۴	۵۰	٪۱۰۰

⌘ **نکته:**

گاهی اوقات فراوانی نسبی و فراوانی نسبی تجمعی به صورت درصد بیان می شوند.

مثال ۳) با توجه به جدول مثال ۲ به سؤالات زیر پاسخ دهید:

الف) چند درصد از ماشین آلات کارخانه زمان خرابی کمتر از ۵۹ دقیقه دارند.

ب) چند درصد از ماشین آلات کارخانه زمان خرابی بیشتر یا برابر ۵۹ دارند.

ج) چند درصد ماشین آلات کارخانه دارای نمره زمان خرابی بیشتر یا مساوی ۵۰ و کمتر یا مساوی ۸۵ می باشند.

حل:

الف) با توجه به فراوانی تجمعی نسبی به سهولت می توان گفت ٪۵۶ افراد نمره هوشی کمتر از ۵۹ دارند.

ب) ٪۱۰۰ - ٪۵۶ =٪۴۴

ج) در اینجا کافی است، فراوانی نسبی دسته های ۴، ۵، ۶ و ۷ را با هم جمع کنیم:

٪۸+٪۱۴+۱۸٪+٪۲۲= ٪۶۲

www.takbook.com

۷-۲-۲- هیستوگرام

نموداری است مرکب از چند مستطیل که از روی جدول فراوانی داده ساخته می شود. تعداد مستطیل ها با تعداد دسته ها برابر است. قاعده هر مستطیل برابر طول دسته و ارتفاع آن برابر فراوانی نسبی آن دسته می باشد.

مثال ۴) جدول زیر اطلاعات ۷۹۹ ماشین موجود در خطوط ایران خودرو دیزل را که از نظر مدت زمان (ماه) به کارگیری آنها گروه بندی شده اند نشان می دهند. مطلوبست رسم هیستوگرام مربوط به این پدیده.

سن	۲۴-۲۰	۲۹-۲۵	۳۴-۳۰	۳۹-۳۵	۴۴-۴۰	۴۹-۴۵	۵۴-۵۰	۵۹-۵۵
ماشین	۵۰	۷۰	۱۰۰	۱۸۰	۱۵۰	۱۲۰	۷۰	۵۹

حل) فراوانی نسبی دسته ها به صورت زیر به دست می آید:

سن	۲۴-۲۰	۲۹-۲۵	۳۴-۳۰	۳۹-۳۵	۴۴-۴۰	۴۹-۴۵	۵۴-۵۰	۵۹-۵۵
ماشین	۵۰	۷۰	۱۰۰	۱۸۰	۱۵۰	۱۲۰	۷۰	۵۹
فراوانی نسبی	۶/۳٪	۸/۸٪	۱۲/۵٪	۲۲/۵٪	۱۸/۸٪	۱۵٪	۸/۸٪	۷/۳٪

www.takbook.com

با توجه به فراوانی محاسبه شده نمودار هیستوگرام به صورت زیر به دست می آید.

⌘ **نکته:**

هیستوگرام در واقع نمایش نموداری فراوانی نسبی است.

⌘ **نکته:**

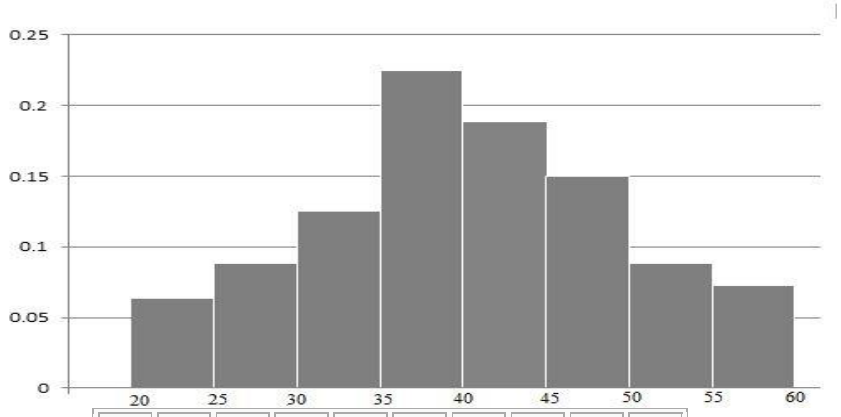
در بعضی موارد به جای نمودار ذکرشده هیستوگرام به صورت خطی یا اشکال دیگر رسم می‌شود.

⌘ **نکته:**

برای داده‌های گسسته می‌توان هر دسته را تنها شامل یک دسته گرفت. در این صورت مستطیل ها به خط تبدیل می‌شوند (نمودار میله‌ای)

مثال ۵) داده های زیر طول عمر ۴۰ لامپ را نشان می دهد که به نزدیک ترین عدد صحیح گرد شده اند.

۱۱	۹	۱۲	۱۵	۲۰	۱۳	۱۴	۱۷	۲۳	۲۲
۸	۱۶	۱۷	۲۱	۱۱	۱۸	۲۱	۱۲	۱۱	۱۰



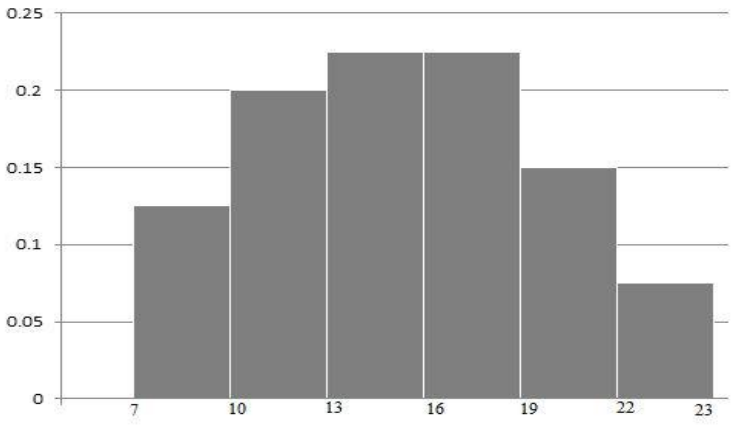
۱۴	۱۳	۱۹	۱۶	۱۵	۱۷	۲۰	۸	۷	۱۳
۱۵	۱۷	۱۶	۱۴	۲۲	۱۲	۱۱	۹	۱۸	۱۹

مطلوبست: **الف)** بزرگترین و کوچکترین مقدار نمونه ها **ب)** دسته بندی داده ها با فرض داشتن ۶ دسته.

www.takbook.com

ج) محاسبه فراوانی، فراوانی نسبی، فراوانی تجمعی و فراوانی تجمعی نسبی **د)** رسم هیستوگرام نمونه ها

حل) الف) ۷ و ۲۳ **ب)** $\frac{۲۳-۷}{۶} = ۲/۷ \simeq ۳$

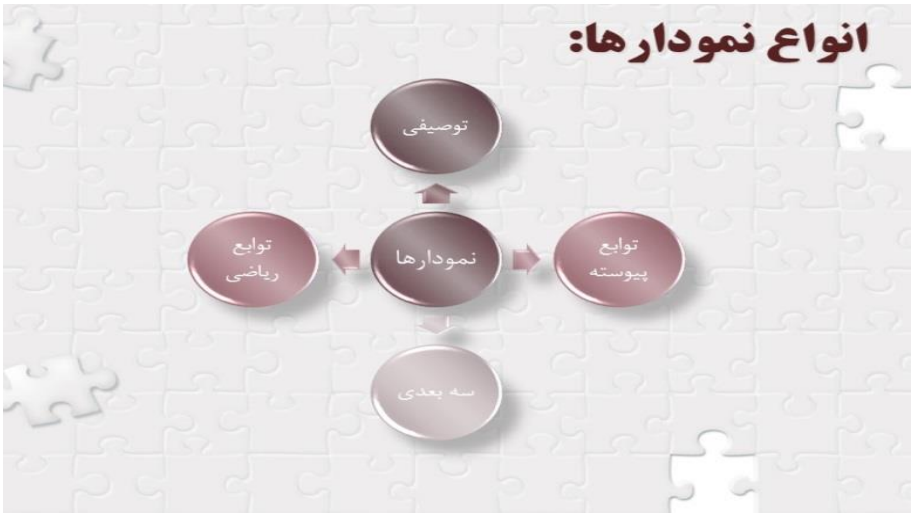


دسته	فراوانی	فراوانی نسبی (درصد)	فراوانی تجمعی	فراوانی نسبی تجمعی(درصد)
۹-۷	۵	۱۲,۵	۵	۱۲,۵
۱۲-۱۰	۸	۲۰	۱۳	۳۲,۵
۱۵-۱۳	۹	۲۲,۵	۲۲	۵۵
۱۸-۱۶	۹	۲۲,۵	۳۱	۷۷,۵
۲۱-۱۹	۶	۱۵	۳۷	۹۲,۵
۲۳-۲۲	۳	۷,۵	۴۰	۱۰۰

www.takbook.com

۷-۲-۳- ترسیم نمودارهای آماری

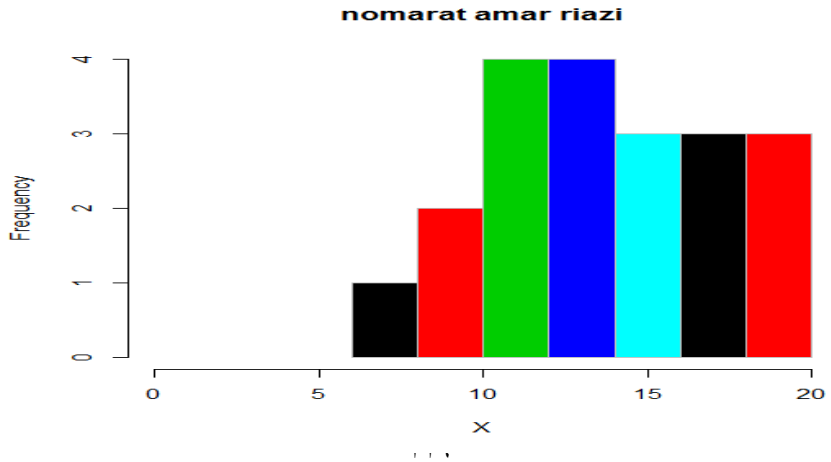
یکی از نقاط ضعف نمایش داده‌ها به صورت جدول فراوانی عدم درک سریع اطلاعات جدول است. نمودارها ابزار مناسبی برای نمایش تصویری اطلاعات هستند. انواع مختلفی از نمودار وجود دارد که از جمله می‌توان به نمودار هیستوگرام، نمودار ستونی، نمودار چند ضلعی تراکمی یا تجمعی، نمودار دایره‌ای، نمودار سریهای زمانی و ...اشاره کرد. نمایش داده ها طبق قراردادهای خاص به صورت هندسی را نمودار آماری گویند. نمودار آماری باید به نحوی ترسیم شود که به راحتی بتوان اطلاعات نهفته در داده ها را از روی آن دید. نمودارهای آماری در امور اقتصادی، صنعتی، بهداشتی و...به کار می روند و بر اساس خواص صفت مورد مطالعه انواع مختلفی از نمودارها رابه کار می بریم. قبل از پرداختن به تجزیه و تحلیل آماری، می توان از نمودارها جهت بررسی داده ها و تعیین روابط بین متغیرها استفاده کرد. نمودارها برای جمع بندی یافته ها و سهولت تفسیر نتایج آماری، مفید هستند.



۷-۲-۳-۱- نمودارهای توصیفی

- **نمودار هیستوگرام**

هیستوگرام نموداری است مرکب از چند مستطیل که از روی جدول فراوانی داده های پیوسته ساخته می شود. در این نمودار تعداد مستطیل ها برابر است با تعداد رده ها و ارتفاع هر مستطیل برابر است با فراوانی نسبی رده مربوط.



www.takbook.com

➢ نمودار ساقه و برگ

اولین بار، توکی در کتاب خود نموداری تحت عنوان نمودار ساقه و برگ معرفی نمودکه همان نقش بافت نگار را با اطلاعات بیشتر ایفا می کند. بافت نگار داده ها نمی تواند یک یک داده ها را نمایش دهد؛ اما نمودار ساقه و برگ این قابلیت را دارد.

۱ | ۰۲۴۵۶۸۹

۲ | ۳۵۷

۳ | ۱۲۴

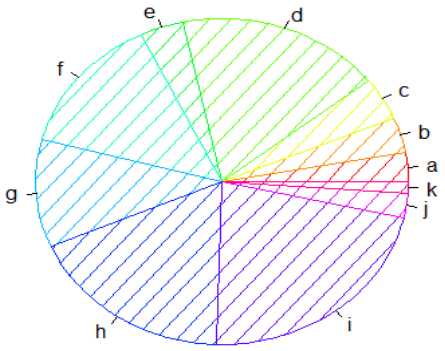
۴ | ۱۳

➢ نمودار دایره ای

معمولا از این نمودار برای نمایش داده هایی که بر حسب صفت کیفی بیان شده اند استفاده می شود در این نوع نمودار هر قطاع متناظر با یک گونه (نوع) است. نموداری مناسب برای تجسم مشاهدات کیفی است. مراحل رسم نمودار دایره ای به شرح ذیل است:

- ✓ فراوانی مطلق را به فراوانی نسبی تبدیل کنید.
- ✓ با استفاده از رابطه زیر مساحت هر قطاع از دایره را حساب کنید:

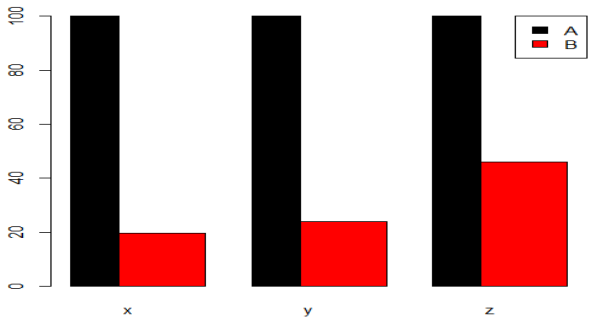
$$S_i = ۳۶۰^{\circ} * f_i$$



➢ نمودار خطی (میله ای)

گاهی داده ها به جای آن که مربوط به کمیت پیوسته باشند، اندازه های ناشی از شمارش آن یا به عبارت دیگر مربوط به متغیرهای گسسته است، مانند تعداد فرزندان خانواده یا تعداد حوادث رانندگی در طول یک روز. درصورتی که تعداد مقادیر متمایز در چنین مجموعه ای از داده ها زیاد نباشد، برای ساختن توزیع فراوانی داده ها به جای آن که رده ها را به صورت فواصل در نظر بگیرید، هر مقداری را به عنوان یک رده به کار ببرید و داده ها را به صورت نمودار خطی فراوانی نسبی نمایش دهید.

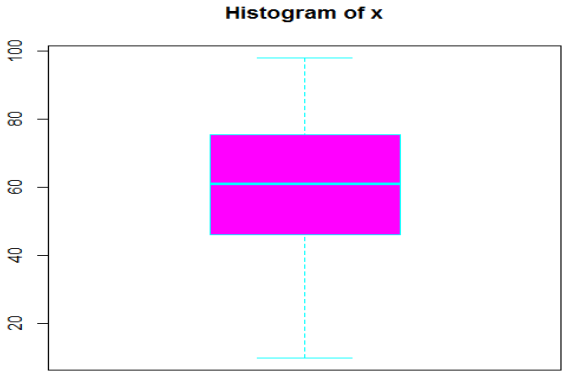
www.takbook.com



➢ نمودار جعبه ای

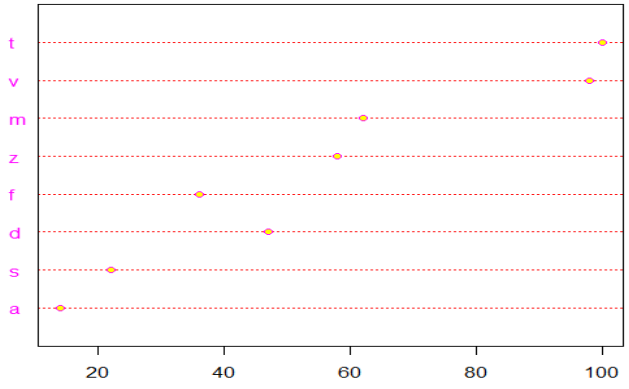
این نمودار برای نشان دادن نحوه پراکندگی داده ها سودمند است. این نمودار برای مقایسه دو یا چند جامعه آماری مناسب است. این نمودار برای نمایش چارکها، حداقل و حد اکثر مشاهدات مناسب است. مراحل تهیه نمودار جعبه ای به شرح ذیل است:

- ✓ حد اکثر داده ها را پیدا کنید.
- ✓ حد اقل داده ها را پیدا کنید.
- ✓ میانه را پیدا کنید.
- ✓ چارک اول را پیدا کنید.
- ✓ چارک سوم را پیدا کنید.



➢ نمودار نقطه ای

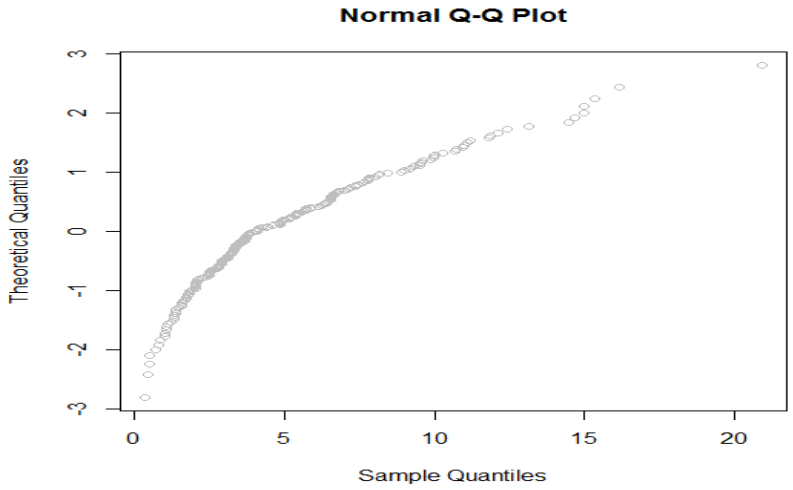
وقتی تعداد داده ها کم است آن ها را می توان به وسیله نمودار نقطه ای نشان داد و به این ترتیب خطی را رسم می کنیم و روی آن مقیاسی که حوزه اندازه ها را در بگیرد، در نظر بگیرید و هر یک از اندازه ها را بر روی این خط به صورت نقطه پر رنگی مشخص کنید.



www.takbook.com

➢ نمودار چندک چندک:

در نمودار چندک چندک، چندک های یک توزیع احتمال خاص در برابر چندک های نمونه رسم می شود. با استفاده از این نمودار می توان توزیع دو مجموعه را مقایسه کرد و تعیین کرد که آیا این دو مجموعه از یک توزیع خاص پیروی می کنند یا نه.



➢ نمودار چند ضلعی

نموداری است که محور افقی شامل نقطه میانی هرطبقه است و فراوانی نسبی یا مطلق بر روی محور عمودی است. برای تحقیقاتی که شامل دو یا چند جامعه آماری هستند، برای مقایسه آنها از نمودار چند ضلعی استفاده می شود.

➢ نمودار فراوانی تجمعی

این نمودار برای محاسبه صدکها، چارکها و دهکها مناسب است. اگر محور افقی نمودار تجمعی بر اساس متوسط طبقات مدرج شود و محور عمودی فراوانی های طبقات را در بر گیرد، نمودار حاصل را پلی گن فراوانی تجمعی می گویند و اگر حدود طبقات در محور افقی قرار گیرد، نموار فراوانی تجمعی خوانده می شود. از نمودار فراوانی تجمعی برای نمایش مسائلی: همچون رشد و یا تورم می توان استفاده نمود. فراوانی تجمعی امکان شناسایی نقاط انفرادی داده ها را نمی دهد.

www.takbook.com

۷-۳- خلاصه کردن داده های آماری

همانطوری که قبلا گفته شد، هیستوگرام یک نمایش تصویری است و این نمایش تصویری سه خصوصیت مهم داده های آماری را بیان می کند؛ شامل: شکل توزیع داده ها، تمایل به مرکزیت داده ها و پراکندگی یا تغییر پذیری داده ها.

۷-۳-۱- شاخص های مرکزی

این شاخص ها برای مقایسه، تعبیر و تفسیر آماری و ... هستند؛ مثلا مقایسه کیفیت در گروه از یک نوع محصول تولیدی، شاخص های مرکزی، نشان دهنده مرکز داده ها در هر یک از نمونه گیری های آماری است.

۱- میانگین:

اگر تمام عناصر یک مجموعه داده های آماری را با هم جمع کنیم و حاصل را بر تعداد عناصر آن مجموعه تقسیم کنیم به دست می آید.

$$\mu_x = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

مثال ۶) برای محاسبه مقاومت یک نوع سیم مسی در برابر پارگی در اثر کشش، هشت قطعه از این نوع سیم به عنوان نمونه انتخاب و اندازه گیری می شود که نتایج حاصل از اندازه گیری در زیر ثبت شده است. میانگین مقاومت در برابر کشیدگی را محاسبه نمایید.

۱۵/۰ ، ۱۸/۹ ، ۱۵/۰ ، ۱۶/۷ ، ۱۹/۱ ، ۱۷/۱ ، ۱۹/۶ ، ۲۰/۹ ، ۱۶/۷ ، ۱۶/۷ ، ۱۶/۰ ، ۱۵/۰:مقادیر اندازه گیری شده

حل)

۲- میانه[1]:

نشان دهنده اندازه ای است که در وسط داده های آماری مرتب شده (صعودی یا نزولی) قرار می گیرد. یعنی نیمی از داده های آماری کوچک تر از این عدد و نیمی بزرگتر از این عدد هستند.

مثال ۷) در مثال فوق میانه را محاسبه نمایید.

حل)

---

۱ - Median

www.takbook.com

۳- نما[۱]:

در یک مجموعه داده ها، نما عبارت است از داده هایی که بیشتر از سایر داده ها تکرار شده است و یا به عبارت دیگر حداکثر فراوانی را دارا باشد.

مثال ۸) در مثال فوق، نما را محاسبه نمایید.

حل)

۴- محاسبه میانگین در داده های طبقه بندی شده به دو روش صورت می گیرد:

الف) روش مستقیم:

$$\mu_x = \frac{\sum f_i . x_i}{n}$$

f_i = فراوانی مطلق

x_i = متوسط طبقات

n = کل مشاهدات

ب) روش غیر مستقیم:

$$\mu = A + \left(\frac{\sum f_i d_i}{n}\right) . I$$

A = عددی دلخواه که به عنوان تقریبی از میانگین جامعه انتخاب می شود.

d_i = کد هر طبقه تلقی می شود و از رابطه زیر بدست می آید:

$$d_i = \frac{x_i - A}{I}$$

I = فاصله طبقات است.

---

۱ - Mode

www.takbook.com

۷-۳-۲- شاخص های پراکندگی

در مبحث شاخص های مرکزی، مرکزیت مجموعه داده ها مهم بوده است؛ ولی دانستن اینکه داده ها تا چه اندازه پراکنده هستند و چگونگی توزیع فراوانی داده ها نیز ضروری است. شاخص های پراکندگی عبارتند از:

۱- دامنه:

بزرگترین اندازه داده ها (ماکزیمم H) منهای کوچکترین اندازه داده ها (مینیمم L) را دامنه گویند و با R نشان می دهند.

$$R = H - L$$

مثال ۹) در مثال قبل دامنه تغییرات را محاسبه نمایید.

حل)

۲- انحراف متوسط یا انحراف میانگین:

اختلاف بین داده های یک مجموعه اطلاعات آماری از میانگین را انحراف می نامند؛ به عبارت دیگر:

$\mu - X$ = انحراف، انحراف متوسط عبارتست از حد وسط قدر مطلق نقاط داده ها از میانگین برابر: $\mathbf{AD} = \frac{\Sigma|x_i-\mu|}{n}$

مثال ۱۰) در مثال قبل انحراف میانگین را محاسبه نمایید.

حل:

۳- انحراف معیار و واریانس:

برای خلاصی جستن از علامت های منفی انحرافات از میانگین در قسمت انحراف متوسط قدر مطلق انحرافات از میانگین را در نظر گرفتیم، راه دیگر آن است که انحرافات را به توان دو برسانیم و به این ترتیب از قید علامت های منفی خلاصی جوئیم.

$$\sigma^2 = \frac{\Sigma(X-\mu)^2}{n}$$

انحراف معیار، جذر واریانس است:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(X-\mu)^2}{n}}$$

مثال ۱۱) در مثال قبل انحراف معیار را محاسبه نمایید.

حل:

---

www.takbook.com

۴- محاسبه انحراف معیار یا واریانس در داده های طبقه بندی شده:

الف) روش اول یا روش مستقیم:

$$\sigma_x^2 = \frac{\sum F_i (x_i - \mu_i)^2}{N}$$

ب) روش دوم یا روش مستقیم:

چنانچه میانگین مشاهدات طبقه بندی شده اعشاری یا چند رقمی باشد از بیشتر از این روش استفاده می شود که داریم:

$$\sigma_x^2 = I^2 \left[\frac{\sum F_i d_i}{N} - \left(\frac{\sum F_i d_i}{N} \right)^2 \right]$$

A= میانگین اختیاری

I = فاصله طبقات

$$\mathbf{d_i = \frac{x_i - A}{I}}$$

مثال ۱۲) قطر ۹۰ قطعه تولیدی یک ماشین توسط بازرس کنترل کیفیت اندازه گیری و ثبت شده است بعد از مرتب کردن این داده ها جدول زیر به دست آمده است. مطلوب است محاسبه میانگین و انحراف معیار و واریانس.

ردیف	اندازه قطر cm	فراوانی مطلق Fi	فراوانی نسبی	فراوانی تجمعی	Fi×xi	|xi-μ|	Fi|xi-μ|	(xi-μ)²	Fi(xi-μ)²
۱	۳۰/۱	۴	۰/۰۴۴۴	۴	۱۲۰/۴	۰/۲۵	۱	۰/۰۶۲۵	۰/۲۵
۲	۳۰/۲	۱۷	۰/۱۸۸۹	۲۱	۵۱۳/۴	۰/۱۵	۲/۵۵	۰/۲۲۵	۰/۳۸۲۵
۳	۳۰/۳	۳۲	۰/۳۵۵۶	۵۳	۹۶۹/۶	۰/۰۵	۱/۶	۰/۰۰۲۵	۰/۰۸
۴	۳۰/۴	۱۷	۰/۱۸۸۹	۷۵	۵۱۶/۸	۰/۰۵	۰/۸۵	۰/۰۰۲۵	۰/۰۴۲۵
۵	۳۰/۵	۱۱	۰/۱۲۲۲	۸۱	۳۳۵/۵	۰/۱۵	۱/۶۵	۰/۰۲۲۵	۰/۲۴۷۵
۶	۳۰/۶	۴	۰/۰۴۴۴	۸۵	۱۲۲/۴	۰/۲۵	۱	۰/۰۶۲۵	۰/۲۵
۷	۳۰/۷	۳	۰/۰۳۳۳	۸۸	۹۲/۱	۰/۳۵	۱/۰۵	۰/۱۲۲۵	۰/۳۶۷۵
۸	۳۰/۸	۲	۰/۰۲۲۲	۹۰	۶۱/۶	۰/۴۵	۰/۹	۰/۲۰۲۵	۰/۴۰۵
		∑Fi=۹۰			۲۷۳۱/۸		۱۰/۶		۲/۰۲۵

حل)

www.takbook.com

$$\bar{x} = \frac{\sum F_i.x_i}{\sum F_i} = \frac{۲۷۳۱/۸}{۹۰} = ۳۰/۳۵$$

$$AD = \frac{\sum F_i.|x_i - \mu|}{\sum F_i} = \frac{۱۰/۶}{۹۰} = ۰/۱۱۷۸$$

قطر یک قطعه ممکن است به طور متوسط ۰/۱۱۷۸cm بیشتر از میانگین و یا کمتر از میانگین قطر قطعات تولیدی باشد.

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum F_i.(x_i - \mu)}{\sum F_i}} = \sqrt{\frac{۲/۰۲۵}{۹۰}} = \sqrt{۰/۰۲۲۵} = ۰/۱۵$$

یعنی میزان پراکندگی اندازه قطر قطعات ۰/۱۵ است؛ یعنی ۰/۱۵ سانتیمتر بیشتر یا کمتر از میانگین قطر قطعات است.

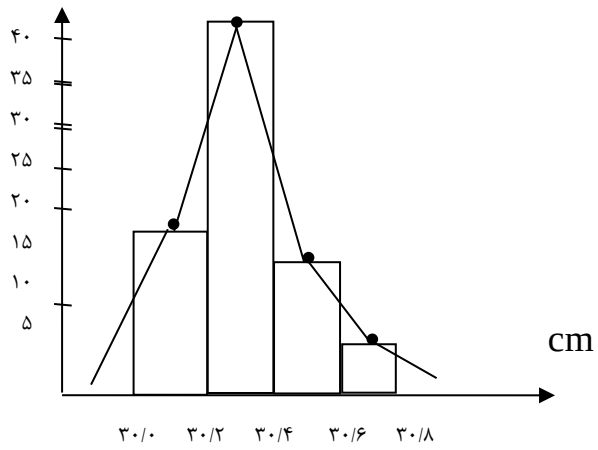
مثال ۱۳) با توجه به جدول زیر، نمودارهای توزیع فراوانی، هیستوگرام، پلی گن، چند ضلعی، نمودار تجمعی (اجایو) را رسم کنید.

* از نظر علائم ریاضی [به معنای فاصله بسته و علامت] به معنای فاصله باز می باشد.

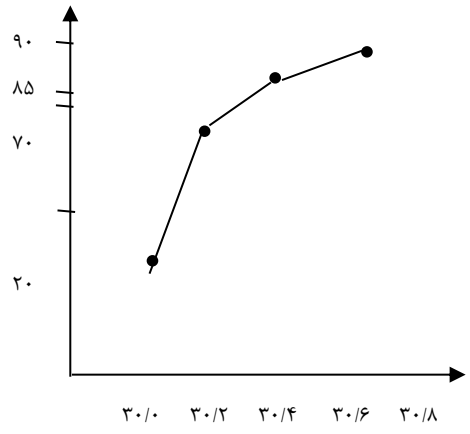
اندازه	فاصله	فراوانی مطلق	فراوانی نسبی	فراوانی تجمعی
۳۰/۱ و ۳۰/۲	(۳۰/۰-۳۰/۲]	۲۱	۰/۲۳۳	۲۱
۳۰/۳ و ۳۰/۴	(۳۰/۲-۳۰/۴]	۴۹	۰/۵۴۴	۷۰
۳۰/۵ و ۳۰/۶	(۳۰/۴-۳۰/۶]	۱۵	۰/۱۶۷	۸۵
۳۰/۷ و ۳۰/۸	(۳۰/۶-۳۰/۸]	۵	۰/۵۶	۹۰
	$\sum$	۹۰	۱/۰۰۰	

حل)

فراوانی



نمودار هیستوگرام و پلی گن و یا چند ضلعی



نمودار اجایو (فراوانی تجمعی)

www.takbook.com

مثال ۱۴) یک ماشین قطعه ای را می سازد (اندازه بر حسب cm است) و قطر این قطعه اندازه گیری شده و از هزار قطعه تولید شده یکصد قطعه را با تقریب یک هزارم اندازه گیری نموده و به صورت زیر است، مطلوب است: نتایج حاصله را در جدولی دسته بندی کنید.

۱/۰۰۴	۱/۰۰۳	۱/۰۰۳	۰/۹۹۷	۰/۹۹۸	۱/۰۰۳	۱/۰۰۰	۱/۰۰۴	۱/۰۰۲	۱/۰۰۳
۱/۰۰۱	۱/۰۰۲	۱/۰۰۳	۱/۰۰۰	۰/۹۹۸	۱/۰۰۰	۱/۰۰۴	۱/۰۰۳	۰/۹۹۹	۰/۹۹۹
۰/۹۹۹	۱/۰۰۰	۱/۰۰۴	۱/۰۰۰	۱/۰۰۳	۱/۰۰۲	۱/۰۰۱	۱/۰۰۱	۰/۹۹۶	۰/۹۹۷
۰/۹۹۸	۰/۹۹۹	۱/۰۰۵	۱/۰۰۱	۱/۰۰۲	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۱	۱/۰۰۰	۱/۰۰۲
۰/۹۹۷	۱/۰۰۰	۱/۰۰۱	۱/۰۰۲	۱/۰۰۱	۰/۹۹۹	۰/۹۹۹	۰/۹۹۸	۱/۰۰۴	۱/۰۰۴
۰/۹۹۹	۱/۰۰۱	۰/۹۹۹	۱/۰۰۱	۰/۹۹۸	۰/۹۹۹	۰/۹۹۶	۰/۹۹۷	۰/۹۹۸	۰/۹۹۸
۱/۰۰۰	۰/۹۹۹	۰/۹۹۶	۰/۹۹۶	۰/۹۹۵	۱/۰۰۲	۰/۹۹۷	۱/۰۰۳	۱/۰۰۳	۱/۰۰۱
۰/۹۹۸	۰/۹۹۷	۰/۹۹۸	۰/۹۹۸	۱/۰۰۰	۱/۰۰۲	۱/۰۰۳	۰/۹۹۶	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
۱/۰۰۱	۰/۹۹۶	۰/۹۹۷	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۴	۱/۰۰۵	۰/۹۹۷	۱/۰۰۲	۰/۹۹۶
۱/۰۰۲	۰/۹۹۸	۱/۰۰۴	۰/۹۹۹	۰/۹۹۹	۰/۹۹۷	۰/۹۹۸	۱/۰۰۱	۰/۹۹۹	۱/۰۰۰

حل)

طبقه	اندازه x_i	F_i	$F_i.x_i$	$x_i-\mu$	$F_i.(x_i-\mu)^2$	اختلاف D	$F_i.D$	D^2	$F_i.D^2$
۱	۰/۹۹۵	۱	۰/۹۹۵	-۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۰۲۵	-۵	-۵	۲۵	۲۵
۲	۰/۹۹۶	۷	۶/۹۷۲	-۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۱۱۲	-۴	-۲۸	۱۶	۱۱۲
۳	۰/۹۹۷	۹	۸/۹۷۳	-۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۰۸۱	-۳	-۲۷	۹	۸۱
۴	۰/۹۹۸	۱۲	۱۱/۹۷۶	-۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۰۴۸	-۲	-۲۴	۴	۴۸
۵	۰/۹۹۹	۱۳	۱۲/۹۸۷	-۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱۳	-۱	-۱۳	۱	۱۳
۶	۱/۰۰۰	۱۶	۱۶/۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۷	۱/۰۰۱	۱۴	۱۴/۰۱۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱۴	۱	۱۴	۱	۱۴
۸	۱/۰۰۲	۱۰	۱۰/۰۲۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۰۴۰	۲	۲۰	۴	۴۰
۹	۱/۰۰۳	۹	۹/۰۲۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۰۸۱	۳	۲۷	۹	۸۱
۱۰	۱/۰۰۴	۷	۷/۰۲۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۰۱۱۲	۴	۲۸	۱۶	۱۱۲
۱۱	۱/۰۰۵	۲	۲/۰۱۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۰۵۰	۵	۱۰	۲۵	۵۰
	جمع	۱۰۰	۱۰۰/۰۰۲	۰	۰/۰۰۰۵۷۶		۲		۵۷۶

www.takbook.com

چون تقریب مورد نظر ما تا یک هزارم است؛ لذا می توان اعشار چهارم و پنجم را حذف نمود پس خواهیم داشت:

$$\bar{x} = \frac{\sum F_i.x_i}{\sum F_i} = \frac{۱۰۰/۰۰۲}{۱۰۰} = ۱/۰۰۰۰۲ \simeq ۱/۰۰۰ \longrightarrow \bar{x} = ۱/۰۰۰$$

$$R = ۱/۰۰۵ - ۰/۹۹۵ = ۰/۰۱$$

$$^{۲}\sigma = \frac{\sum F_i.(xi-\mu)^{۲}}{\sum Fi} = \frac{۰/۰۰۰۵۷۶}{۱۰۰} = ۰/۰۰۰۰۰۵۷۶$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum F_i.(xi-\mu)^{۲}}{\sum Fi}} = \sqrt{\frac{۰/۰۰۰۵۷۶}{۱۰۰}} = \sqrt{۰/۰۰۰۰۰۵۷۶} = ۰/۰۰۲۴$$

✓ ادامه مثال ۱۴ جهت محاسبه میانگین و انحراف معیار با روش کوتاه:

$$\bar{x} = A + (\frac{\sum F_i.D}{\sum F_i})\, i \longrightarrow \qquad A = ۱/۰۰۰ \qquad i=۰/۰۰۲ \qquad i: \text{عرض طبقه}$$

A نماینده طبقه ای است که در مقابل آن صفر قرار گرفته:

$$\bar{x} = (۱/۰۰۰) + (\frac{۲}{۱۰۰})(۰/۰۰۱) = ۱/۰۰۰۲ \simeq ۱/۰۰۰$$

$$^{۲}\sigma = i\,[\frac{\sum FD^{۲}}{\sum F} - (\frac{\sum FD}{\sum F})^{۲}] = ۰/۰۰۱\,[\frac{۵۷۶}{۱۰۰} - (\frac{۲}{۱۰۰})^{۲}] =$$

$$\sigma = ۰/۰۰۱\sqrt{\frac{\sum FD^{۲}}{\sum F} - (\frac{\sum FD}{\sum F})^{۲}} = ۰/۰۰۱\sqrt{\frac{۵۷۶}{۱۰۰} - (\frac{۲}{۱۰۰})^{۲}}$$

$$\sigma = ۰/۰۰۱\sqrt{۵/۷۶ - ۰/۰۰۰۴} = ۰/۰۰۱ \times \sqrt{۵/۷۵۹۶} = ۰/۰۰۱ \times (۲/۴) = ۰/۰۰۲۴$$

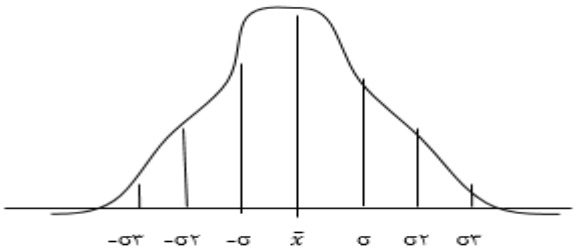
❖ **تفسیر انحراف معیار مثال ۱۴:**

میزان پراکندگی اندازه قطعات تولیدی از میانگین ۰/۰۰۲۴ سانتیمتر است؛ یعنی اندازه قطعات تولیدی ماشین مزبور ۰/۰۰۲۴ سانتیمتر بزرگتر یا کوچکتر از میانگین اندازه قطعات تولیدی (۱/۰۰۰) می باشد. اکنون مقدار پراکندگی اندازه ها را داریم، ببینیم این عدد به ما چه کمکی خواهد کرد. در اغلب موارد میزان تغییرات یک توزیع را به ۶ قسمت تقسیم می کنند. ۳ قسمت یک طرف میانگین و ۳ قسمت یک طرف دیگر میانگین، هر کدام از این قسمت ها به اندازه σ هستند، بنابراین می توانیم تغییرات را به شکل $\bar{x} \pm ۳\,\sigma$ بیان کنیم.

- لازم به تذکر است که مطابق آنچه تاکنون دیده ایم، اغلب نمونه هایی که در صنعت اندازه گیری شده اند به شکل زمان حول یک میانگین ($\bar{x}$) توزیع می شوند.

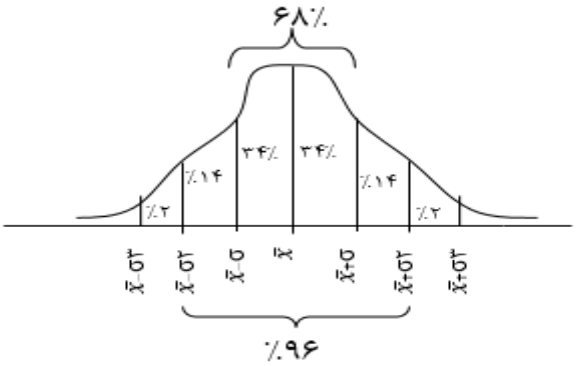
۷-۳-۲-۱- توزیع نرمال و منحنی نرمال:

www.takbook.com

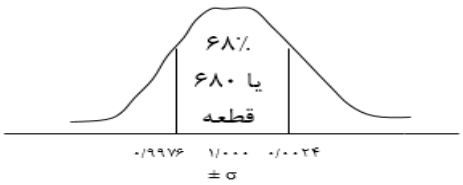


۷-۳-۲-۲- سطح زیر منحنی نرمال:

اهمیت تقسیم توزیع نرمال به واحدهای ($\bar{x}\pm\sigma 3$) در این قسمت که ما را قادر می سازد تا به دقت تمام میزان تغییرات فرایند را پیشگویی کنیم.



برای آنکه مفهوم واقعی این روش را نشان دهیم باید به یاد آوریم که در مثال ۱۴، انحراف استاندارد نمونه ما برابر σ = ۰/۰۰۲۴ است، مفهوم این تقسیم بندی منحنی نرمال در شکل زیر نشان داده شده است.



$\bar{x}\pm\sigma 3$ = ۱/۰۰۰ ± ۰/۰۰۲۴ = ۰/۹۹۷۶ ⟷ ۱/۰۰۲۴

۰/۹۹۷۶ × ۵۰۰ = ۸/۴۹۸

$\frac{۵۰۱/۲}{۱۰۰۰ \text{ قطعه}}$ = ۱/۰۰۲۴ × ۵۰۰

از هر هزار قطعه ای که به وسیله ماشین تولید شده اند ۶۸٪ یا ۶۸۰ قطعه اندازه هایی بین ۰/۹۹۷۶ cm تا ۱/۰۰۲۴cm خواهند داشت و ۹۶٪ یا ۹۶۰ قطعه اندازه هایی بین ۰/۹۹۵۲cm تا ۰/۰۰۴۸cm خواهند داشت.

۰/۹۹۵۲ × ۵۰۰ = ۴۹۷/۶

$\frac{۵۰۲/۴}{۱۰۰۰ \text{ قطعه}}$ = ۱/۰۰۴۸ × ۵۰۰

$\bar{x}\pm\sigma 2$ = ۱/۰۰۰±۲ (۰/۰۰۲۴) = ۰/۹۹۵۲ ⟷ ۱/۰۰۴۸

www.takbook.com

اگر حدود را با ۳± برابر انحراف معیار افزایش دهیم تقریباً تمام ۱۰۰ قطعه در این فاصله خواهند گنجید این که می گوییم تقریباً چون در واقع ۹۹/۷۳٪ از قطعات در این فاصله قرار می گیرند.

$$\bar{x} \pm \sigma 3 = ۱/۰۰۰ \pm ۳ (۰/۰۰۲۴) = ۰/۹۹۲۸ \longleftrightarrow ۱/۰۰۷۲$$

$$۰/۹۹۲۸ \times ۵۰۰ = ۴۹۶/۴$$

$$۱/۰۰۷۲ \times ۵۰۰ = \frac{۵۰۳/۶}{۱۰۰۰ \text{ قطعه}}$$

اکنون بیشتر به ارزش انحراف معیار (استاندارد) پی می بریم و اطلاع جامعی از فرایند تولید، منجمد تصویر دقیقی از شکل آن و حدود تغییراتش و مرکز را در دست داریم.

۷-۳-۲-۳- مقایسه فرایند با مشخصه های داده شده با توجه به مثال ۱۴:

با مقایسه عملکرد فرایند و مشخصه های داده شده در طرح محصول به نتایج جالبی دست می یابیم که این نتایج عبارتند از:

۱) میانگین فرایند درست بر اندازه مطلوب (یک سانتیمتر) منطبق است؛ بنابراین وضعیت برای فرایند بهینه است.

۲) تقریباً ۲ درصد قطعات، بالای مشخصه داده شده هستند.

۳) تقریباً ۲ درصد قطعات، زیر مشخصه داده شده هستند.

۴) نتیجتاً توزیع فرایند طوری است که ۴٪ قطعات را خارج از مشخصات (تلرانس های) داده شده تولید می کند.

میزان اختلاف حد بالایی و حد پایینی مشخصه داده شده ۱٪ سانتیمتر است (۱/۰۰۵-۰/۹۹۵=۰/۰۱)

میزان اختلاف حدود فرایند تولید (یعنی همان σ۶) برابر ۰/۰۱۴۴ سانتیمتر است (۱/۴٪)

$$\bar{x} + \sigma 3 = ۱/۰۰۰ + ۳ (۲/۰۰۲۴) = ۱/۰۰۷۲$$

$$\bar{x} - \sigma 3 = ۱/۰۰۰ - ۳ (۰/۰۰۲۴) = ۰/۹۹۲۸$$

$$\Rightarrow ۱/۰۰۷۲ - ۰/۹۹۲۸ = ۰/۰۱۴۴ \simeq ۱٪۴۴$$

یعنی میزان اختلاف حدود فرایند تولید به اندازه ۰/۰۰۴۴ بیشتر از میزان اختلاف حد بالایی و حد پایینی مشخصه داده شده می باشد.

مثال ۱۵) اگر اندازه میانگین قطعات انتخاب شده مسأله قبل از ۱cm به ۰/۹۹۹cm بیاید و حد پایین تلرانس (LTL) و حد بالایی تلرانس (UTL) به ترتیب ۰/۹۹۵cm و ۱/۰۰۵cm باشد:

الف) چند درصد قطعات تولیدی بالاتر از حد بالایی تلرانس می باشد؟

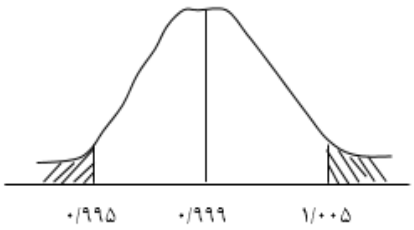
ب) چند درصد قطعات تولیدی پایین تر از حد پایینی تلرانس می باشد؟

ج) چند درصد قطعات تولیدی قابل قبول است؟

حل:

www.takbook.com

$$Z = \frac{\text{میانگین} - \text{حد تلرانس}}{\text{انحراف استاندارد}}$$



الف) درصد قطعات خارج از حد پایینی تلرانس:

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

$$\frac{\text{میانگین} - \text{حد پایینی تلرانس}}{\text{انحراف استاندارد}} = \frac{|T| - \bar{X}}{\sigma} = \frac{۰/۹۹۵ - ۰/۹۹۹}{۰/۰۰۲۴} = -۱/۶۶ \longrightarrow Z = -۱/۶۶$$

سطح زیر منحنی نرمال استاندارد ۱/۶۶- برابر است با:

$$P\ (Z < -۱/۶۶) = ۰/۵ - ۰/۴۵۱۵ = ۰/۰۴۸۵$$

یعنی ۰/۰۴۸۵ قطعات تولیدی پایین تر از حد پایینی تلرانس قرار دارد (۴۹ قطعه از ۱۰۰۰ قطعه تولیدی).

ب) درصد قطعات خارج از حد بالایی تلرانس:

$$\frac{\text{میانگین} - \text{حد بالایی تلرانس}}{\text{انحراف استاندارد}} = \frac{UTL - \bar{X}}{\sigma} = \frac{۱/۰۰۵ - ۰/۹۹۹}{۰/۰۰۲۴} = ۲/۵ \longrightarrow Z = ۲/۵$$

سطح زیر زمینی نرمال استاندارد Z = ۲/۵ ، ۰/۴۹۳۸ لذا خواهیم داشت:

$$P\ (Z > ۲/۵) = ۰/۵ - ۰/۴۹۳۸ = ۰/۰۰۶۲$$

یعنی ۰/۶۲٪ قطعات تولیدی بالاتر از حد بالایی تلرانس قرار دارد (۶ قطعه در هر هزار قطعه).

ج) راه حل اول:

$$\frac{UTL - \bar{X}}{\sigma} = \frac{۰/۹۹۵ - ۰/۹۹۹}{۰/۰۰۲۴} = -۱/۶۶$$

$$P\ (-۱/۶۶ \leq Z \leq ۰) = ۰/۴۵۱۵$$

$$\frac{UTL - \bar{X}}{\sigma} = \frac{۱/۰۰۵ - ۰/۹۹۹}{۰/۰۰۲۴} = ۲/۵ \longrightarrow P\ (۰ \leq Z \leq ۲/۵) = ۰/۴۹۳۸$$

$$۰/۴۵۱۵ + ۰/۴۹۳۸ = ۰/۹۴۵۳$$

یعنی ۹۴/۵۳٪ قطعات تولیدی قابل قبول است. (۹۴۵ قطعه از ۱۰۰۰ قطعه)

راه حل دوم:

چون تقریباً ۴۹ قطعه تولیدی پایین تر از حد پایینی تلرانس قرار دارد و تقریباً ۶ قطعه بالاتر از حد بالایی تلرانس قرار دارد یعنی جمعاً (۵۵=۶+۴۹) ۵۵ قطعه خارج از حد تلرانس قرار دارند لذا از هزار قطعه تولیدی ۹۴۵ قطعه تولیدی قابل قبول است.

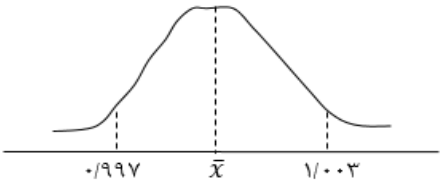
www.takbook.com

مثال ۱۶) اگر میانگین قطعات انتخاب شده مسأله قبل همان ۱cm با انحراف استاندارد ۰/۰۰۲۴cm باشد ولی حد پایین تلرانس ۰/۹۹۷cm و حد بالایی تلرانس ۱/۰۰۳cm باشد چند درصد قطعات بین این دو حد قرار می گیرد یعنی چه تعداد قطعات تولیدی قابل قبول است؟ و چه تعداد قطعات تولیدی رد خواهد شد؟

حل:

$\bar{x} = ۱$ $\sigma = ۰/۰۰۲۴$ $LTL = ۰/۹۹۷$ $UTL = ۱/۰۰۳$

$Z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$ $Z_۱ = \frac{۰/۹۹۷ - ۱}{۰/۰۰۲۴} = -۱/۲۵$ و $Z_۲ = \frac{۱/۰۰۳ - ۱}{۰/۰۰۲۴} = ۱/۲۵$



$P(۰/۹۹۷ \leq x \leq ۱/۰۰۳)$

$= P(-۱/۲۵ \leq Z \leq ۱/۲۵) = ۰/۳۹۴۴ + ۰/۳۹۴۴ = ۰/۷۸۸۸$

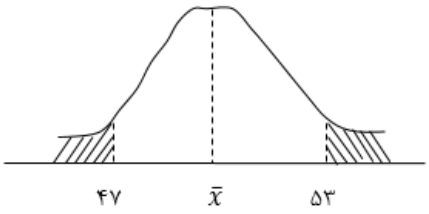
تفسیر حل مثال ۱۶:

۷۸/۸۸٪ از قطعات تولیدی بین دو حد ۰/۹۹۷ و ۱/۰۰۳ قرار دارد یعنی ۷۸۹ قطعه از هزار قطعه قابل قبول است و لذا ۲۱۱ قطعه خارج از حد مشخصه (تلرانس) می باشد که قابل قبول نخواهد بود.

مثال ۱۷) درصد قطعات خارج از حدود یک فرایند که دارای مشخصات زیر است را به دست آورید.

$\bar{x} = ۵۱$ $\sigma = ۱$ $UTL = ۵۳$ $LTL = ۴۷$

$\frac{UTL - \bar{X}}{\sigma} = \frac{۴۷ - ۵۱}{۱} = -۴$ $P(-۴ \leq z \leq ۰) = ۰/۵$



$P(z < -۴) = ۰/۵ - ۰/۵ = ۰$

قطعات تولیدی پایین تر از حد پایینی تلرانس نخواهند بود.

$\frac{UTL - \bar{X}}{\sigma} = \frac{۵۳ - ۵۱}{۱} = ۲$ $P(۰ \leq z \leq ۲) = ۰/۴۷۷۲$

$P(z > ۲) = ۰/۵ - ۰/۴۷۷۲ = ۰/۰۲۲۸$

یعنی ۲/۲۸٪ از قطعات تولیدی بالاتر از حد بالایی تلرانس است.

✓ **نتیجه:**

www.takbook.com

تنها ۲/۲۸٪ از قطعات تولیدی خارج از حدود فرایند است.

۷-۴- توزیع های احتمال

یک توزیع احتمال، یک مدل ریاضی است که مقدار متغییر مورد نظر را به احتمال مشاهده این مقدار در جامعه مرتبط می سازد؛ به بیان دیگر، می توان قطر داخلی یک قطعه را به عنوان یک متغیر تصادفی در نظر گرفت؛ چون قطر می تواند مقادیر مختلفی را در جامعه بر اساس یک مکانیزم تصادفی اختیار کند. در این صورت توزیع قطر داخلی یک قطعه، احتمال مشاهده هر مقداری را برای قطر داخلی یک قطعه در جامعه توصیف می کند. دو نوع توزیع احتمال وجود دارد که عبارتند از:

الف) توزیع های پیوسته:

موقعی که متغیر مورد مطالعه را بتوان در مقیاس پیوسته تعریف نمود، توزیع احتمال آن توزیع پیوسته نامیده می شود. توزیع احتمال مربوط به قطر داخلی یک قطعه، یک توزیع پیوسته است.

ب) توزیع های گسسته (منفصل):

هنگامی که پارامتر یا مشخصه اندازه گیری شده فقط می تواند، مقادیر خاصی را نظیر اعداد صحیح ۰، ۱، ۲، ... دارا باشد؛ آنگاه توزیع احتمال آن، توزیع گسسته نامیده می شود؛ مثلا، توزیع تعداد عدم انطباق ها یا نقص ها در مدارهای چاپ شده، توزیع گسسته است.

۷-۴-۱- کاربرد توزیع دو جمله ای در کنترل کیفیت

تولیدات محصولات در شرکت ها دو حالت دارد؛ سالم و معیوب. در رابطه با دو حالت ممکن اگر حالت مورد نظر را موفقیت و دیگری را شکست یا عدم موفقیت بنامیم آنگاه احتمال تعداد موفقیت های مربوط به یک آزمایش به تجربی تصادفی را می توانیم از توزیع دو جمله ای محاسبه کنیم که فرمول آن به صورت زیر است:

$$P(X = x) = C_x^n \, P^x \, q^{n-x}$$

X = تعداد موفقیت ها

n = تعداد تکرار عمل (نمونه)

P = احتمال موفقیت

q = احتمال عدم موفقیت

- **نکته:**

اگر $n \leq ۰/۰۵ N$ باشد از توزیع دو جمله ای استفاده می شود و نیز اگر نمونه گیری با جایگذاری باشد از این توزیع استفاده می شود.

www.takbook.com

مثال ۱۸) یک پالت ۲۰۰ تایی لامپ تصویر تلویزیون از تولیدات کارخانه ای که ۱۰ درصد آن معیوب است را انتخاب می کنیم و ۱۰ عدد از این محصول را مورد آزمایش قرار می دهیم؛ احتمال اینکه ۶ محصول سالم باشد چقدر است؟

حل)

$n = ۱۰$ $N = ۲۰۰$ $X = ۶$ $P = ۹۰٪$ $q = ۱۰٪$

$$P(X = ۶) = C_{۶}^{۱۰} (۹۰٪)^{۶} (۱۰٪)^{۱۰-۶} = \frac{۱۰!}{۶!(۱۰-۶)!} \times ۰/۵۳۱ \times ۰/۰۰۰۱ = ۱۱۱۵۱٪$$

یعنی میانگین یا کمیت انتظاری تعداد محصول سالم از ۱۰ محصول انتخابی ۹ تاست.

$$\mu_x = n.p = ۱۰ \times ۰/۹ = ۹$$

انحراف استاندارد $\delta = \sqrt{npq} = \sqrt{۱۰ \times ۰/۹ \times ۰/۱} = ۰/۹۵$

۷-۴-۲- کاربرد توزیع فوق هندسی در کنترل کیفیت

وقتی حجم نمونه (n) انتخابی کوچکتر یا مساوی ۵ درصد کل جامعه (N) باشد ($n \leq ٪۵\ N$) و نیز نمونه گیری با جایگزاری باشد از توزیع دو جمله ای استفاده می کنند ولی وقتی حجم نمونه (n) بزرگتر از ۵ درصد کل جامعه (N) باشد ($n > ٪۵\ N$) و نمونه گیری بدون جایگذاری باشد، از توزیع فوق هندسی استفاده می شود. اگر نمونه گیری بدون جایگذاری باشد، دیگر شانس موفقیت در رخ دادن یک حادثه یکسان نخواهد بود و در واقع از توزیع دو جمله ای برای محاسبه احتمالات نمی توان استفاده کرد.

با پذیرفتن دو صفت سالم و معیوب می توان توزیع فوق هندسی را به صورت زیر تعریف کرد:

$$P(X = x) = \frac{C_x^R \, C_{n-x}^{N-R}}{C_n^N}$$

N = تعداد عناصر جامعه (حجم جامعه)

n = تعداد عناصر نمونه (حجم نمونه)

R = تعداد موفقیت ها در جامعه (تعداد مورد نظر در جامعه)

x = تعداد موفقیت ها در نمونه (تعداد مورد نظر در نمونه)

مثال ۱۹) از یک پالت شامل ۱۰۰ کلید اتوماتیک برق یک نمونه به حجم ۶ به طور تصادفی و بدون جایگزاری انتخاب می شود. در صورتی که بدانیم ۲۰ درصد از کلیدهای برق معیوب باشد احتمال اینکه نمونه انتخاب شده دارای ۳ کلید معیوب باشد چقدر است؟

حل)

www.takbook.com

۷-۴-۳- کاربرد توزیع پواسن در کنترل کیفیت

توزیع پوآسن، توزیعی است گسسته که دارای دو کاربرد است:

۱- معمولاً برای تقریب توزیع دو جمله ای مناسب است به خصوص زمانی که تعداد نمونه بسیار بالا و احتمال موفقیت خیلی کم است ($P < ٪۵$ و $n > ۳۰$) یعنی به جای توزیع دو جمله ای، می توان از توزیع پواسن استفاده کرد که به صورت زیر است:

$$P = (X - x) = \frac{e^{-x}(\lambda)^x}{x!}$$

λ = متوسط توزیع یا np

e = عدد پنر = ۲/۷۱۸ است.

۲- کاربرد عمده توزیع پواسن در صنایع ریسندگی، مراکز خدماتی چون هواپیمایی، مراکز آتش نشانی که حجم فعالیت بسیار بالاست و احتمال رخ دادن حادثه بسیار پایین است به کار می رود.

مثال ۲۰) یک ماشین نویس به طور متوسط در هر صفحه تایپ شده دارای دو غلط تایپی است. اگر این ماشین نویس یک گزارش ۳ صفحه ای را تایپ کند، احتمال اینکه در این گزارش دقیقاً چهار غلط تایپی وجود داشته باشد را تعیین کنید.

حل)

❖ **نکته:**

جالب توجه است که هم میانگین و هم واریانس توزیع پواسن برابر λ است؛ یعنی $\sigma_x^2=\lambda$ و $\mu_x=\lambda$.

مثال ۲۱) از مجموعه پیچ های فلزی تولید شده در یک فرایند تولید در یک شیفت تولید نمونه ای به حجم ۵۰ به طور تصادفی انتخاب می شود. در صورتی که بررسی های قبلی نشانگر آن باشد که این فرایند تولید به طور متوسط ۴ درصد محصول معیوب تولید می کند با استفاده از فرمول پواسن تعیین کنید احتمال مشاهده دقیقاً دو قلم معیوب در نمونه.

حل)

---

www.takbook.com

۷-۵- استنباط آماری

به طور کلی، پارامترهای یک فرآیند، معمولا معلوم نیستند و این امکان نیز وجود دارد که آنها با گذشت زمان، تغییر کنند. بنابراین، باید روش های مناسبی را برای تخمین توزیع های احتمال و تصمیم گیریذدر مورد مسایل وابسته به آنها استفاده نماییم. روش های آماری استانداردی که می توان در این گونه موارد استفاده نمود، روش های تخمین پارامتر و آزمون فرضیه هستند.این روش ها پایه و اساس کنترل کیفیت آماری را تشکیل می دهند. هدف یک استنباط آماری، نتیجه گیری در مورد یک جامعه از طریق نمونه گیری از آن جامعه انتخاب شده است. گاهی اوقات به دلایل مختلف دسترسی به کل جامعه (سرشماری) امکان پذیر نیست؛ به ناچار نمونه ای از جامعه انتخاب می شود و سپس ضمن محاسبه آمار، پارامترهای جامعه تخمین زده می شود. برخی از دلایلی که رجوع به جامعه را مشکل می کند عبارتند از:

۱- محدودیت بودجه

۲- محدودیت نیروی انسانی متخصص

۳- محدودیت زمان

۴- دلایل اخلاقی و اجتماعی

بنابراین تعمیم نتایج حاصل از نمونه به جامعه را، استنباط آماری گویند. استنباط های آماری، مقادیری را استفاده می کنند که بر اساس مشاهدات نمونه محاسبه شده اند. یک آماره، تابعی از داده های نمنونه است که پارامترهای نامعلومی را شامل می گردد.

۷-۵-۱- برآورد پارامترهای فرآیند

یک متغیر تصادفی به وسیله توزیع احتمال آن شناسایی یا تعریف می شود. این توزیع به وسیله پارامترهای آن مشخص می شود. در کنترل کیفیت آماری توزیع احتمال به منظور مدل کردن یک مشخصه کیفی نظیر طول یک محصول یا نسبت اقلام معیوب یک فرآیند تولید استفاده می شود؛ به بیان دیگر، می خواهیم در مورد پارامترهای توزیع های احتمال استنباطی بنماییم؛ چون پارامترها معمولا معلوم نیستند، باید آنها را با استفاده از روش های مناسب و اطلاعات موجود در نمونه برآورد نمود. برآورد کننده ی یک پارامتر نامعلوم را می توان به عنوان آماره ای متناظر با آن پارامتر تعریف کرد. یک مقدار عددی خاصی که برای یک برآورد کننده بر اساس داده های نمونه محاسبه گردیده است را یک تخمین یا برآورد می نامند. یک برآورد کننده ی نقطه ای، آماره ای است که یک مقدار عددی برای پارامتر نامعلوم، فراهم می کند. یک برآورد کننده فاصله ای یک فاصله تصادفی است که مقدار واقعی پارامتر با میزان احتمال خاصی در آن فاصله قرار می گیرد. این فواصل تصادفی را معمولا فواصل اطمینان گویند.

متغیر تصادفی x را که دارای توزیع احتمال $f(x)$ است، در نظر بگیرید. فرض کنید میانگین و واریانس این توزیع هر دو نامعلوم هستند. اگر یک نمونه ی تصادفی n تایی از این توزیع انتخاب شود؛ آنگاه میانگین نمونه $\bar{x}$ و واریانس آن S^2 به ترتیب، برآورد کننده های میانگین جامعه μ و واریانس جامعه δ^2 خواهند بود.

www.takbook.com

برآورد فاصله ای برای یک پارامتر، فاصله ای است بین دو آماره که با احتمال خاصی مقدار واقعی پارامتر را در بر می گیرد که می تواند شرایط متفاوتی داشته باشد. ابتداء به فاصله اطمینان برای میانگین جامعه می پردازیم.

۷-۵-۱-۱- برآورد فاصله های اطمینان برای میانگین جامعه

حات اول) فاصله اطمینان برای میانگین با واریانس معلوم:

متغیر تصادفی x که دارای میانگین μ و واریانس δ^2 است را در نظر بگیرید. فرض کنید یک نمونه تصادفی n تایی x_1، x_2، و ... وx_n انتخاب و میانگین آن محاسبه گردیده است. در این صورت برای فاصله اطمینان دو طرفه برای μ از طریق رابطه ی زیر خواهیم داشت:

$$P[\ \bar{x} - Z_{\frac{\alpha}{2}}.\frac{\delta_x}{\sqrt{n}} \le \mu \le \bar{x} + Z_{\frac{\alpha}{2}}.\frac{\delta_x}{\sqrt{n}}\ ] = 1-\alpha$$

مثال ۲۲) نمونه تصادفی به حجم ۱۰۰ عدد میله آهنی از خط تولیدی شرکتی انتخاب شده است. میانگین قطر میله های نمونه ۳/۷cm به دست آمده است. اگر قطر میله های آهنی شرکت دارای توزیع نرمال و انحراف معیار ۰/۳ باشد، فاصله های اطمینان ۹۸٪ میانگین واقعی قطر تمام میله های تولیدی شرکت (جامعه) را تعیین کنید.

حل)

حات دوم) فاصله اطمینان برای میانگین یک توزیع نرمال با واریانس نامعلوم:

در مواردی که انحراف معیار جامعه (σ_x) مشخص نیست، ابتداء باید یک نمونه n تایی گرفته شود و بعد میانگین و انحراف معیار نمونه (S_x) برآورد شود و به جای انحراف معیار جامعه قرار می گیرد و فرمول آن به صورت زیر است:

$$P[\ \bar{x} - t_{\frac{\alpha}{2},d_f}.\frac{S_x}{\sqrt{n}} \le \mu \le \bar{x} + t_{\frac{\alpha}{2},d_f}.\frac{S_x}{\sqrt{n}}\ ] = 1-\alpha$$

مثال ۲۳) یک تکنسین کیفیت می خواهد تحمل فشار یا وزن یک نوع آسانسور تولیدی شرکت را بررسی کند. تحمل فشار تقریباً دارای توزیع نرمال با انحراف معیار ۳۰kg است. از یک نمونه تصادفی شامل ۲۵ آسانسور میانگین تحمل فشار $\bar{x}$=۲۷۸ کیلوگرم به دست آمده است. مطلوبست: یک فاصله اطمینان ۹۵ درصدی دو طرفه برای μ

حل:

www.takbook.com

$$P[\ \bar{x} - t_{\frac{\alpha}{2},d_f}.\frac{S_x}{\sqrt{n}} \le \mu \le \bar{x} + t_{\frac{\alpha}{2},d_f}.\frac{S_x}{\sqrt{n}}\ ] = ۱-\alpha$$

$\alpha = ۵٪ \qquad \bar{x} = ۲۷۸ \qquad \sigma = ۳۰$

$$\begin{cases} d_f = n-۱ = ۲۵-۱ = ۲۴ \\ \\ \dfrac{\alpha}{2} = \dfrac{0/05}{2} = 0/025 \end{cases} \Longrightarrow \qquad t_{۰/۰۲۵\ ,\ ۲۴} = ۲/۰۶$$

$$P[\ ۲۷۸ - t_{0/025,24}.\frac{30}{\sqrt{25}} \le \mu \le 278+ t_{0/025,24}.\frac{30}{\sqrt{25}}\ ] = ۹۵٪ \Longrightarrow$$

$$P\ (۲۶۵/۶۴ \le \mu \le ۲۹۰/۳۶) = ۰/۹۵$$

نتیجه گیری:

پس با اطمینان ۹۵٪ می توان ادعا کرد که میانگین تحمل فشار آسانسورهای تولیدی بین ۲۶۵/۶۴ کیلوگرم تا ۲۹۰/۳۶ کیلوگرم است.

مثال ۲۴) مسئول کنترل کیفیت کارخانه ای مرتباً نمونه های تصادفی به حجم n=۶ از پیچ های تولیدی را انتخاب می کند تا متوسط قطر پیچ ها (μ) را تحت کنترل داشته باشد. قطر پیچ های تولیدی دارای توزیع نرمال است. یک نمونه تصادفی ۶تایی دارای میانگین ۲/۰۰۱۶ و انحراف معیار ۰/۰۰۱۲ سانتیمتر بوده است فاصله اطمینان ۹۹٪ را برای μ به دست آورید. مفهوم این فاصله اطمینان چیست؟

حل)

۷-۵-۱-۲- فاصله اطمینان برای یک واریانس توزیع نرمال

فرض کنید متغیر تصادفی x که دارای توزیع نرمال با میانگین نامعلوم μ و واریانس نامعلوم $\delta^۲$ است. اگر واریانس نمونه $S^۲$ بر اساس یک نمونه تصادفی n تایی محاسبه گردد. در این صورت برای فاصله اطمینان دو طرفه برای واریانس δ بدین صورت محاسبه می گردد:

$$P\left[\frac{(n-۱).S^۲}{\chi_{\frac{\alpha}{۲},n-۱}} \le \delta^۲ \le \frac{(n-۱).S^۲}{\chi_{۱-\frac{\alpha}{۲},n-۱}}\right] = ۱-\alpha$$

که مقادیر $\chi_{\frac{\alpha}{۲},n-۱}$ و $\chi_{۱-\frac{\alpha}{۲},n-۱}$ از جدول توزیع مربع کای تعیین می شود.

مثال ۲۵) میانگین تحمل فشار سیم در برابر پارگی یک نوع آسانسور، یکی از مشخصه های مهم کیفیتی است که تولید کننده در نظر دارد برای آن یک فاصله ۹۵٪ تعیین کند. با توجه به تجارب گذشته، تولید کننده می تواند

www.takbook.com

حدودا فرض کند که تحمل فشار سیم در برابر پارگی دارای توزیع نرمال با میانگین و واریانس نامعلوم است.به منظور تخمین پارامترهای توزیع فوق یک نمونه ۱۶ تایی تهیه می گردد. با توجه به اطلاعات بدست آمده، یک فاصله اطمینان برای وایانس این توزیع بدست آورید.

نمونه	تحمل فشار (نیوتن)
۱	۴۸/۸۹
۲	۵۲/۰۷
۳	۴۹/۲۹
۴	۵۱/۶۶
۵	۵۲/۱۶
۶	۴۹/۷۲
۷	۴۸
۸	۴۹/۹۶
۹	۴۹/۲
۱۰	۴۸/۱
۱۱	۴۷/۹
۱۲	۴۶/۹۴
۱۳	۵۱/۷۶
۱۴	۵۰/۷۵
۱۵	۴۹/۸۶
۱۶	۵۱/۵۷

حل)

۷-۵-۱-۳- برآورد فاصله ای اختلاف بین میانگین دو جامعه

برای آنکه تصمیم بگیریم که فاصله متوسط یک جامعه نسبت به جامعه دیگر چقدر است با استفاده از شاخص های پراکندگی نتیجه لازم را می گرفتیم اما زمانی که میانگین دو جامعه مجهول باشد چاره ای نداریم جز اینکه تفاضل میانگین آن دو جامعه را تخمین بزنیم و سپس با استفاده از برآورد نمونه، تصمیم گیری لازم را داشته باشیم. اصولاً برآورد فاصله ای اختلاف یا تفاضل بین میانگین دو جامعه دارای حالات زیر است:

www.takbook.com

حالت اول) فاصله اطمینان برای اختلاف دو میانگین با واریانس های معلوم:

دو متغیر تصادفی x_1 و x_2 که به ترتیب دارای میانگین های μ_1 و μ_2 با واریانس های δ_1^2 و δ_2^2 هستند را در نظر بگیرید. در اینصورت فاصله اطمینان دو طرفه برای اختلاف میانگین ها از طریق رابطه ی زیر بدست می آید:

$$P\left[(\bar{x}_1-\bar{x}_2)-Z_{\frac{\alpha}{2}}.\sqrt{\frac{\delta_1^2}{n_1}+\frac{\delta_2^2}{n_2}} \le \mu_1-\mu_2 \le (\bar{x}_1-\bar{x}_2)+Z_{\frac{\alpha}{2}}.\sqrt{\frac{\delta_1^2}{n_1}+\frac{\delta_2^2}{n_2}}\right]=1-\alpha$$

که در آن:

n_1 = حجم نمونه اول از جامعه اول

n_2 = حجم نمونه دوم از جامعه دوم

$\bar{x}_1$ = میانگین نمونه اول از جامعه اول

$\bar{x}_2$ = میانگین نمونه دوم از جامعه دوم

μ_1 = میانگین جامعه اول

μ_2 = میانگین جامعه دوم

σ_1^2 = واریانس جامعه اول

σ_2^2 = واریانس جامعه دوم

فاصله اطمینان های یک طرفه بالا و پایین به ترتیب عبارتند از:

$$P\left[\mu_1-\mu_2 \le (\bar{x}_1-\bar{x}_2)+Z_{\alpha}.\sqrt{\frac{\delta_1^2}{n_1}+\frac{\delta_2^2}{n_2}}\right]=1-\alpha$$

$$P\left[(\bar{x}_1-\bar{x}_2)-Z_{\alpha}.\sqrt{\frac{\delta_1^2}{n_1}+\frac{\delta_2^2}{n_2}} \le \mu_1-\mu_2\right]=1-\alpha$$

مثال ۲۶) مأمور خرید شرکت تابان برای تهیه لامپ های مورد نیاز شرکت، دو کارخانه سازنده لامپ را انتخاب می کند. کارخانه الف ادعا می کند انحراف معیار طول عمر لامپ های تولیدی اش ۲۶ ساعت ولی کارخانه ب می گوید انحراف معیار طول عمر لامپ ها ۲۲ ساعت است. مأمور خرید برای انجام کنترل کیفیت محصولات دو کارخانه مزبور نمونه ای به حجم ۴۰ لامپ از کارخانه الف و نمونه ای به حجم ۵۰ لامپ از کارخانه ب خریداری می کند. با کنترل کیفیت لامپ ها متوجه می شود که متوسط طول عمر لامپ های الف ۴۱۸ ساعت و کارخانه ب ۴۰۲ ساعت است. فاصله اطمینان ۹۵٪ را برای اختلاف واقعی بین طول عمر این دو نوع لامپ را به دست آورید و برای مأمور خرید مشخص کنید که به عنوان مسئول کنترل کیفیت از کدام سازنده لامپ های مورد نیاز شرکت را بخرد.

حل)

www.takbook.com

نکته:

سه حالت ممکن برای آزمون تفاضل میانگین دو جامعه به وجود می آید:

۱- هر دو دامنه مثبت باشد؛ در این صورت می گوییم میانگین جامعه اول از جامعه دوم بیشتر است.

۲- هر دو دامنه منفی باشد؛ در این صورت می گوییم میانگین جامعه دوم از جامعه اول بیشتر است.

۳- دامنه پایین منفی و دامنه بالا مثبت باشد؛ در این حالت چون دامنه شامل مقدار صفر هم می شود نم یتوان تصمیم لازم را گرفت چون مقدار صفر نشان دهنده این است که ممکن است که میانگین دو جامعه با هم مساوی باشد.

حالت دوم) فاصله اطمینان برای اختلاف بین میانگین های دو توزیع نرمال با واریانس نامعلوم

اگر انحراف معیار دو جامعه نامشخص باشد، ابتدا باید با استفاده از نمونه، برآورد نقطه ای برای انحراف معیار جامعه اول و جامعه دوم را به دست بیاوریم و با استفاده از رابطه زیر، واریانس ادغام شده برای دو جامعه برابر خواهد بود با:

$$S_P^2 = \frac{(n_1 - 1).S_1^2 + (n_2 - 1).S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

که فاصله اطمینان دو طرفه برابر است با:

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) + t_{\frac{\alpha}{2},n_1+n_2-2}.S_P\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}} \ ] = 1-\alpha$$

$$P\ [\ t_{\frac{\alpha}{2},n_1+n_2-2}.S_P\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}$$

مثال ۲۷) دو نمونه تصادفی مستقل به حجم $n_1=10$ و $n_2=20$ از جامعه نرمال با میانگین μ_1 و μ_2 که دارای واریانس های $\sigma_1^2=90$ و $\sigma_2^2=140$ بوده اند، انتخاب شده است با علم به این مسأله که میانگین نمونه ها $\bar{x}_1=87$ و $\bar{x}_2=62$ بوده باشد، فاصله اطمینان ۹۵٪ را برای μ_2 و μ_1 به دست آورید.

حل)

۷-۵-۱-۴- فاصله اطمینان برای نسبت واریانس های دو توزیع نرمال

با توجه به حالت های بحث شده، فاصله اطمینان برای نسبت واریانس های دو توزیع به صورت زیر تعیین می گردد:

$$P\ [\ \frac{S_1^2}{S_2^2}.F_{1-\frac{\alpha}{2},n_2-1,n_1-1} \leq \frac{\delta_1^2}{\delta_2^2} \leq \frac{S_1^2}{S_2^2}.F_{\frac{\alpha}{2},n_2-1,n_1-1}\ ] = 1-\alpha$$

www.takbook.com

که مقدار $F_{\frac{\alpha}{2},U,V}$ از جدول توزیع F با درجه آزادی های U و V تعیین می گردد.

مثال ۲۸) اخیرا یک تولید کننده رنگ داخلی شروع به ساختن رنگ مخصوص خط کشی خیابان ها کرده است و ادعا می کند رنگ ساخت وی به مراتب مرغوب تر از نوع مشابه خارجی است. شهرداری در خط کشی یک خیابان از هر دو رنگ استفاده کرده است و چند قطعه خط به عنوان نمونه ای تصادفی از هر دو نوع رنگ گرفته است. متوسط طول عمر و انحراف معیار طول عمر هر دو رنگ بر حسب ماه به صورت زیر از نمونه ها محاسبه شده است.

رنگ تولید داخلی:	$S_1 = ۲$	$\bar{x}_1 = ۱۱/۵$	$n_1 = ۲۵$
رنگ تولید خارجی:	$S_2 = ۱/۵$	$\bar{x}_2 = ۱۲$	$n_2 = ۱۳$

و با این فرض که توزیع طول عمر هر دو رنگ نرمال باشد؛ با فاصله اطمینان ۹۵٪، برای نسبت واریانس های دو توزیع طول عمر این دو رنگ بسازید و در مورد ادعای تولید کننده داخلی اظهارنظر کنید.

حل:

مثال ۲۹) شرکت نفت ایران قصد دارد قسمتی از تولیدات خود را از یک ترکیب سرب دار به یک ترکیب بی سرب تغییر دهد که مشخصه مهم کیفیت این سوخت، شماره اکتین جاده است. محصول جدید بدون سرب جدیدی که شرکت تهیه کرده است دارای شماره اکتین یکسانی با محصول با سرب است. با هر یک از محصولات، آزمایشی شامل ۱۰ مشاهده صورت گرفته و شماره اکتین در هر مورد به شرح جدول زیر بدست آمده است:

محصول بدون سرب	محصول با سرب
۸۹/۵	۸۹/۵
۱۹/۵	۹۰
۹۱	۹۱
۸۹	۹۱/۵
۹۱/۵	۹۲/۵
۹۲	۹۱/۵
۹۲	۸۹
۹۰/۵	۸۹/۵
۹۰	۹۱
۹۱	۹۲

یک فاصله اطمینان ۹۹٪ برای تفاوت میانگین های شماره اکتین دو محصول محاسبه کنید.

حل:

---

www.takbook.com

مثال ۳۰) در مثال ۲۹، یک فاصله اطمینان ۹۵٪ دو طرفه در مورد $\frac{\delta_1^2}{\delta_2^2}$ بدست آورید.

حل:

۷-۵-۱-۵- برآورد فاصله اطمینان تقریبی برای نسبت جامعه (P)

غالباً مواردی پیش می آید که لازم است نسبت خاصی را در جامعه تخمین بزنیم و به صورت تقریبی از توزیع نرمال فاصله اطمینان P را محاسبه می کنیم. اگر نسبت جامعه مشخص نباشد، $\bar{P}$ را به عنوان تخمینی از P به کار می بریم و می گوییم اگر $n\bar{P}$ و $n\bar{q}$ هر دو بزرگتر از ۱۵ بود آنگاه می توان به صورت تقریبی از توزیع نرمال به جای توزیع دو جمله ای استفاده کرد. می دانیم نمونه گیری $\bar{P}$ دارای P و انحراف معیار زیر است؛ $\sigma_{\bar{P}} = \sqrt{\frac{pq}{n}}$ وقتی می خواهیم برای P فاصله اطمینان بسازیم به جای p و q از فرمول فوق می باید از $\bar{P}$ و $\bar{q}$ استفاده کرد:

$$S_P = \sqrt{\frac{\bar{p}\bar{q}}{n}}$$

$$P\left(\bar{P} - Z_{\frac{\alpha}{2}}\sqrt{\frac{\bar{p}\bar{q}}{n}} \le P \le \bar{P} + Z_{\frac{\alpha}{2}}\sqrt{\frac{\bar{p}\bar{q}}{n}}\right) = 1 - \alpha$$

مثال ۳۱) نمونه تصادفی به حجم ۴۰۰ قطعه از کالا نشان داده شده است که ۳۲ قطعه معیوب است فاصله اطمینان ۹۵٪ را برای نسبت واقعی قطعات معیوب به دست آورید.

حل)

$$\bar{P} = \frac{x}{n} = \frac{۳۲}{۴۰۰} = ۸٪$$

$$C = ۹۵٪ \longrightarrow \alpha = ۰/۰۵ \longrightarrow \frac{\alpha}{2} = ۰/۰۲۵ \longrightarrow Z_{۲۵٪} = ۱/۹۶$$

$$P\left[۸٪ - ۱/۹۶\sqrt{\frac{۰/۰۸ \times ۰/۹۲}{۴۰۰}} \le P \le ۸٪ + ۱/۹۶\sqrt{\frac{۰/۰۸ \times ۰/۹۲}{۴۰۰}}\right] = ۹۵٪$$

$$P\left(۵۳٪ \le P \le ۰/۱۰۷\right) = ۹۵٪$$

۷-۶- تعیین تغییر حجم نمونه برای برآورد میانگین جامعه

تعیین حجم نمونه یکی از مهمترین مشخصات برای طراحی و انجام هر دو رویه نمونه گیری است که در موقعیت و تضمین صحت نتایج حاصل از نمونه و در نهایت قضاوت در مورد جامعه دارای نقش اساسی است به طور کلی حجم نمونه بستگی به دقت مورد نیاز در تخمین میانگین جامعه دارد. میزان دقت به دو فاکتور بستگی دارد:

الف) میزان اشتباه یا حداکثر اشتباهی که قابل پذیرش است.

ب) میزان اطمینانی که اشتباه تخمین از حداکثر اشتباه قابل پذیرش تجاوز نکند.

در چنین حالتی از رابطه زیر برای محاسبه حجم نمونه (n) استفاده می شود.

www.takbook.com

$$n = \frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}^{2} . \sigma^{2}}{e^{2}}$$

e = حداکثر اشتباه قابل پذیرش

مثال ۳۲) در یک کارخانه تولید کننده بالابرهای سنگین، میانگین مقاومت سیم های نقاله کشش دارای اهمیت بسیار زیاد است. از طرفی انحراف معیار مقاومت این نوع سیم برابر با ۵۰ کیلوگرم تخمین زده می شود. اگر اندازه ای شامل ۱۰۰۰ کلاف سیم آهن به طول ۵۰ متر برای خرید عرضه شود، مدیر کنترل کیفیت کارخانه خریدار، نمونه را با چه حجمی انتخاب کند تا با ۹۹٪ اطمینان اشتباه تخمین از ۱۰ کیلوگرم بیشتر نشود؟

حل)

مثال ۳۳) مدیر کنترل کیفیت یک کارخانه تولید کننده نوشابه های گازدار در نظر دارد برای برآورد میانگین مقاومت در برابر فشار نوع جدیدی از برطی های شیشه ای که دارای ضخامت کمتر بوده ولی از نظر جابجایی دارای سهولت بیشتری است، بررسی انجام دهد برای این منظور از یک اندازه به حجم ۱۰۰۰ بطری، نمونه ای به حجم ۳۶ بطری به طور تصادفی انتخاب و پس از اندازه گیری مقاومت هر یک از اقلام نمونه تا حد ترکیدن، میانگین و انحراف معیار به ترتیب برابر با ۲۷۸ و ۳۰ (PSi) شده است مطلوب است:

الف) تعیین فاصله اطمینان ۹۵ درصد برآورد میانگین.

ب) تعیین حجم نمونه به طوری که با اطمینان ۹۹ درصد، ریسک اشتباه تخمین به میانگین بیشتر از (PSi) تجاوز نکند.

حل)

۷-۷- تعیین حجم نمونه برای برآورد نسبت مورد نظر در جامعه

$$n = \frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}^{2} . p.q}{e^{2}}$$

مثال ۳۴) مدیر شرکت A در نظر دارد شرکت B را که سماور برقی تولید می کند، بخرد. شرکت B ادعا می کند که ۳۰ درصد کل بازار سماور برقی را در اختیار دارد. مدیر شرکت بزرگ A می خواهد توسط نمونه گیری صحت این ادعا را بررسی کند. اگر مدیر شرکت بزرگ A بخواهد کل سهام بازار شرکت B را تا ۰/۰۲۵ اختلاف با ۹۰ درصد اطمینان برآورد حجم نمونه انتخابی چقدر باید باشد؟

حل)

www.takbook.com

$$p = ۳۰٪ \quad q = ۷۰٪ \qquad \text{درجه اطمینان} = ۹۰٪ \longrightarrow (z \mid p = ۹۰٪) = (z \mid \frac{p}{2} = ۰/۴۵) = ۱/۶۵$$

$$n = \frac{z^2 \frac{\alpha}{2} pq}{e^2} = \frac{(۱/۶۵)^۲ (۳۰٪)(۷۰٪)}{۰/۰۲۵} = ۹۱۴/۷۶ \simeq ۹۱۵$$

۷-۸- آزمون فرضیه[۱]

فرض آماری حکمی درباره جامعه است. قابل قبول بودن آن باید بر مبنای اطلاعات حاصل از نمونه گیری از جامعه بررسی شود. در واقع یک فرض آماری، بیانی درباره مقدار پارامتر یک توزیع احتمال است. ادعا در مورد جامعه را فرض تحقیق یا فرض یک گویند و با $H_۱$ نشان می دهند؛ مثال میانگین عمر لامپ های شرکت x برابر ۲۱۰۰ ساعت نیست ($H_۱ : \mu \neq ۲۱۰۰$)؛ چون ادعا ممکن است صحیح یا غلط باشد، فرض مکمل دیگر در ذهن به وجود می آید که فرض صفر یا فرض آماری ($H_۰$) نامیده می شود. در مثال فوق، میانگین عمر لامپ های شرکت x برابر ۲۱۰۰ ساعت است؛ یعنی: ($H_۰ : \mu = ۲۱۰۰$) پس هرگاه بخواهیم یک ادعای حاصل از اطلاعات نمونه را بر کرسی بنشانیم، نفی آن ادعا را فرض $H_۰$ و خود آن ادعا را فرض یک ($H_۱$) در نظر می گیریم.

در آزمون فرض ها روش آنست که $H_۰$ یا فرض آماری را صحیح بدانیم؛ مگر آنکه داده های به دست آمده قویاً بر خلاف آن حکم کنند که در این صورت $H_۰$ باید به نفع $H_۱$ رد شود. برای هر آزمون فرضیه ای می توان یک آماره آزمون مناسب محاسبه کرد. این آماره آزمون میزان نزدیک بودن نتیجه حاصل از نمونه (مثلاً میانگین نمونه) را با فرضیه صفر اندازه گیری می کند. آماره آزمون همان توزیع نرمال، توزیع t استیودنت، توزیع $x^۲$ و ... است.

روش های آزمون فرض در بسیاری از مسایل آماری مورد استفاده قرار می گیرند. این روش ها اساس اغلب فنون کنترل کیفیت آماری را تشکیل می دهند. یک بخش مهم هر مسأله آزمون فرض، تعیین مقدار پارامتر مشخص شده در فرض های صفر و مخالف است. معمولا این کار به سه طریق زیر انجام می شود:

الف) مقدار پارامتر ممکن است از بررسی های انجام شده بدست آید. این وضعیت اغلب در کنترل کیفیت آماری اتفاق می افتد، جایی که از اطلاعات گذشته برای مشخص کردن مقدار یک پارامتر در ارتباط با یک وضعیت تحت کنترل استفاده می شود.

ب) مقدار ممکن است از یک تئوری یا مدل فرآیند بدست آید.

ج) مقدار انتخاب شده برای پارامتر ممکن است نتیجه مشخصات طرح یا قرارداد باشد. این وضعیت، بسیار اتفاق می افتد.

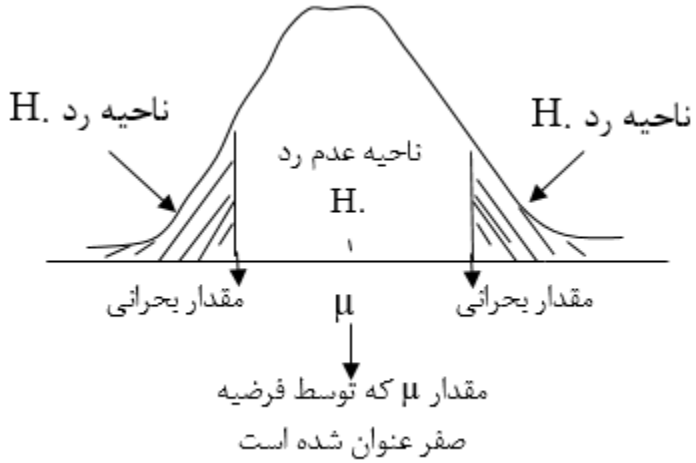
از روش های آزمون فرض های آماری ممکن است برای بررسی تطابق پارامترهای یک فرآیند با مقادیر مشخص شده برای آنها، یا کمک در تعدیل یک فرآیند تا رسیدن به یک مقدار مورد نظر استفاده شود.

برای آزمایش یک فرض، از جامعه تحت مطالعه یک نمونه تصادفی برداشته می شود، آماره آزمون مناسبی محاسبه می گردد و سپس فرض صفر ($H_۰$) یا رد می شود و یا در رد آن توفیقی حاصل نمی گردد. مجموعه مقادیر آماره

۱ - Hypothesis Testing

www.takbook.com

آزمون که منجر به رد (H.) می شود، ناحیه بحرانی یا ناحیه رد آزمایش نامیده می شود؛ به بیان دیگر، توزیع آماره آزمون به دو منطقه تقسیم می شود. یکی ناحیه رد و دیگری ناحیه عدم رد (قبول) مقادیر بحرانی ناحیه رد را از عدم رد جدا می کند. اگر آماره آزمون محاسبه شده در ناحیه رد قرار گیرد فرضیه صفر رد خواهد شد و اگر در ناحیه عدم رد قرار گیرد، فرضیه صفر را نمی توان رد کرد.



۷-۸-۱- خطای نوع اول و خطای نوع دوم

در یک آزمون فرض ممکن است دو نوع خطا صورت گیرد. که عبارتند از:

- خطای نوع اول؛ احتمال رد کردن فرض صفر است، هنگامی که در حقیقت درست باشد و باید قبول شود که به خطای نوع اول (α) سطح معنی دار بودن نیز گفته می شود.
- خطای نوع دوم؛ احتمال عدم رد فرضیه صفر، هنگامی که درحقیقت غلط است و می‌بایست رد شود که به خطای نوع دوم (β) معروف است.

❖ **نکته:**

مقدار α مستقیما کنترل یا انتخاب می شود و مقدار β معمولا تابعی از حجم نمونه است و آن هم مستقیما کنترل می گردد. هر چه حجم نمونه مورد استفاده در آزمون بزرگتر باشد، مقدار β کمتر می شود.

۷-۸-۲- مراحل آزمون فرضیه

۱- عنوان کردن فرضیه صفر
۲- عنوان کردن فرضیه مقابل
۳- مشخص کردن سطح معنی دار بودن (α)
۴- تعیین حجم نمونه
۵- تعیین آماره آزمون
۶- مشخص کردن مقادیر بحرانی و تقسیم توزیع به ناحیه رد و ناحیه عدم رد

www.takbook.com

۷- جمع آوری اطلاعات توسط نمونه گیری و محاسبه آماره آزمون بر اساس نمونه گرفته شده

۸- تعیین اینکه آیا آماره آزمون در ناحیه رد می افتد یا در ناحیه عدم رد

۹- تعیین تصمیم گیری آماری

۱۰- تشریح تصمیم آماری در قالب مسأله تحت بررسی

حال بعد از حل مثال ۳۵، به بررسی چند مسأله آزمون فرض که در کنترل کیفیت آماری کاربرد بیشتری دارند، می پردازیم:

مثال ۳۵) گزارش امور اداری در مورد بیکاری کارگران در یک شرکت لوازم خانگی نشان می دهد که میانگین بیکاران در کارخانه ۳۵ نفر است. مهندسی صنایع که به علم زمان سنجی بیشتر متکی است به این مسأله اعتراض نموده و یا زمان سنجی تصادفی ادعا نموده است که میانگین بیکاران در ۱۰ نمونه گرفته شده برابر با ۲۰ نفر و انحراف معیار ۴ است. آیا ادعای مهندسی صنایع شرکت صحت دارد یا خیر؟ با فاصله اطمینان ۹۹٪ آزمون نمایید.

حل)

الف) آزمون مربوط به میانگین ها، واریانس مشخص:

فرض کنید x یک متغیر تصادفی با میانگین نامعلوم μ و واریانس مشخص δ^2 است و می خواهیم با فرض اینکه میانگین برابر یک مقدار معین مثلا μ_0 است را آزمایش کنیم. فرض را به صورت زیر می توانیم بنویسیم:

$H_0 : \mu = \mu_0$

$H_1 : \mu \neq \mu_0$

برای انجام آزمون، یک نمونه تصادفی شامل مشاهده صورت گرفته و آماره آزمون زیر محاسبه می شود:

$$Z_o = \frac{\bar{x} - \mu_o}{\frac{\delta}{\sqrt{n}}}$$

برای مقادیر $|Z_o| > Z_{\frac{\alpha}{2}}$، H_0 رد می شود، جایی که $Z_{\frac{\alpha}{2}}$ مقدار متغیر Z است؛ بطوری که سطح زیر منحنی در سمت راست آن $\frac{\alpha}{2}$ است.

حال فرض کنید دو جامعه با میانگین های نامعلوم μ_1 و μ_2 و واریانس های معلوم δ_1^2 و δ_2^2 وجود دارند و می خواهیم فرض اینکه دو میانگین برابر هستند را آزمایش کنیم، فرض ها عبارتند از:

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

برای انجام این آزمون نمونه های تصادفی به اندازه n_1 از جامعه اول و به اندازه n_2 از جامعه دوم برداشته و آماره زیر را بدست می آوریم:

www.takbook.com

$$Z_o = \frac{\bar{x}_۱ - \bar{x}_۲}{\sqrt{\frac{\delta_۱^۲}{n_۱} + \frac{\delta_۲^۲}{n_۲}}}$$

برای مقادیر $|Z_o| > Z_{\frac{\alpha}{۲}}$، H_o رد می شود. چنانچه فرض مخالف به صورت $H_۱ : \mu_۱ > \mu_۲$ تعیین گردد، در صورتی H_o رد می شود که $Z_o > Z_\alpha$ شود. اگر فرض مخالف یکطرفه به صورت $H_۱ : \mu_۱ < \mu_۲$ تعیین شود، در صورتی رد می شود که $Z_o < -Z_\alpha$ گردد. خلاصه این آزمون ها در جدول زیر نشان داده شده است:

فرض	آماره آزمون	معیار رد
$\|Z_o\| > Z_{\frac{\alpha}{۲}}$	$Z_o = \frac{\bar{x} - \mu_o}{\frac{\delta}{\sqrt{n}}}$	$H_o : \mu = \mu_o$ $H_۱ : \mu \neq \mu_o$
$Z_o < -Z_\alpha$		$H_o : \mu = \mu_o$ $H_۱ : \mu < \mu_o$
$Z_o > Z_\alpha$		$H_o : \mu = \mu_o$ $H_۱ : \mu > \mu_o$
$\|Z_o\| > Z_{\frac{\alpha}{۲}}$	$Z_o = \frac{\bar{x}_۱ - \bar{x}_۲}{\sqrt{\frac{\delta_۱^۲}{n_۱} + \frac{\delta_۲^۲}{n_۲}}}$	$H_o : \mu_۱ = \mu_۲$ $H_۱ : \mu_۱ \neq \mu_۲$
$Z_o < -Z_\alpha$		$H_o : \mu_۱ = \mu_۲$ $H_۱ : \mu_۱ < \mu_۲$
$Z_o > Z_\alpha$		$H_o : \mu_۱ = \mu_۲$ $H_۱ : \mu_۱ > \mu_۲$

مثال ۳۶) از یک انباشته شامل ترانزیستورهای انتقال برق، یک نمونه به حجم ۳۰ ترانسیتورها انتخاب و مقدار مقاومت بر حسب کیلو اهم برای هر یک از آنها تعیین و در زیر ثبت شده اند:

۹۶-۱۰۸-۹۴-۹۸-۱۰۲-۹۱-۹۲-۱۰۴-۱۰۵-۱۰۱-۱۰۸-۹۶-۹۵-۹۷-۱۰۱-۱۰۷

۹۵-۹۴-۱۰۲-۹۶-۹۵-۱۰۵-۱۰۲-۹۸-۱۰۴-۱۰۱-۹۳-۱۰۴-۱۰۱-۹۱

کارخانه سازنده ادعا نموده که میانگین مقاومت ترانزیستورهای تولیدی بیشتر از ۱۰۰ کیلو اهم است، لذا با توجه به مقادیر حاصل از آزمایش نمونه تعیین کنید ادعای مدیریت کارخانه قابل پذیرش است یا خیر؟ فرض کنید اطلاعات قبلی نشان می دهد که پراکندگی از انباشته ای به انباشته دیگر ثابت بوده و مقدار پراکندگی بر حسب انحراف معیار استاندارد برابر با ۳ کیلو اهم است.

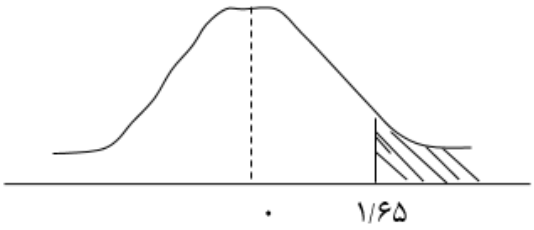
www.takbook.com

حل)

در این مثال فرض صفر عبارت از یکسان بودن یا کوچکتر بودن میانگین مقاومت ترانزیستورهای تولیدی با مقدار مورد نظر و فرض مقابل عبارت از بیشتر بودن مقاومت ترانزیستورها می باشد.

$\alpha : ۰/۰۵$ $n : ۳۰$ $H_۱ : \mu > ۱۰۰$ $H_۰ : \mu \leq ۱۰۰$

$(Z \mid P = ۰/۹۵) = ۱/۶۵$



برای انجام این آزمون از رابطه $\frac{\bar{x}-\mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$ باید استفاده کرد، برای این منظور ابتدا مقدار میانگین نمونه به ترتیب زیر محاسبه می شود:

$$\bar{x} = \frac{\Sigma xi}{n} = \frac{۹۶ + ۱۰۸ + ... + ۱۰۱ + ۹۱}{۳۰} = ۹۹/۲$$

$$Z = \frac{۹۹/۲ - ۱۰۰}{\frac{۳}{\sqrt{۳۰}}} = -۱/۴۶$$

نتیجه گیری:

از آنجا که مقدار Z محاسبه شده یعنی ۱/۴۶- در ناحیه قبول $H_۰$ قرار می گیرد لذا در سطح ۹۵ درصد اطمینان می توان گفت که مقاومت ترانزیستورها کمتر یا مساوی ۱۰۰ کیلو اهم است.

مثال ۳۷) استحکام داخلی پیستون ها، یک مشخصه کیفی مهم است. برای شرکت پیستون هایی قابل قبولند که از حداقل میانگین تحمل فشار ۱۷۵ برخوردار باشند. از تجربه گذشته انحراف استاندارد نیروی فشار ۱۰ معلوم است. تولید کننده پیستون ها، تعدادی از اینها را به کارخانه تولید خودرو که مصرف کننده ی این پیستون ها هستند، فرستاده است. کارخانه مایل است تحمل فشار این پیستون ها را آزمایش کند، تعیین کنید ادعای مدیریت کارخانه قابل پذیرش است یا خیر؟ با فاصله اطمینان ۹۵٪ آزمون نمایید.؛ البته کارخانه سازنده یک نمونه تصادفی شامل ۲۵ پیستون انتخاب نمود و میانگین تحمل فشار نمونه ۱۸۲ بدست آمده است.

حل:

www.takbook.com

ب) آزمون مربوط به میانگین های توزیع های نرمال، واریانس نامعلوم:

فرض کنید x یک متغیر تصادفی نرمال با میانگین نامعلوم μ و واریانس نامعلوم δ^2 است و می خواهیم با فرض اینکه میانگین برابر یک مقدار استاندارد μ_0 است را آزمایش کنیم. فرض را به صورت زیر می توانیم بنویسیم:

$H_0 : \mu = \mu_0$

$H_1 : \mu \neq \mu_0$

این مسأله شبیه آزمون قسمت قبل است با این تفاوت که اکنون واریانس، متغیر نامعلوم است. به خاطر نامعلوم بودن واریانس باید از توزیع x را نرمال فرض کنیم.

δ^2 نامعلوم را می توانیم از S^2 برآورد نماییم؛ اگر در فرمول $Z_o = \frac{\bar{x}-\mu_o}{\frac{\delta}{\sqrt{n}}}$ ، میزان δ را با S جایگزین نماییم، آماره آزمون زیر بدست می آید:

$$t_o = \frac{\bar{x} - \mu_o}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

برای مقادیر $|t_o| > t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$ فرض صفر $H_0 : \mu = \mu_0$ رد می شود، جایی که $t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$ بیانگر مقدار متغیر t را با n-۱ درجه آزادی است؛ بطوری که سطح زیر منحنی در سمت راست آن $\frac{\alpha}{2}$ است.

حال فرض کنید دو جامعه با میانگین های نامعلوم μ_1 و μ_2 و واریانس های نامعلوم δ_1^2 و δ_2^2 وجود دارند و می خواهیم فرض اینکه دو میانگین برابر هستند را آزمایش کنیم، فرض ها عبارتند از:

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

روش آزمون به اینکه دو واریانس برابر هستند یا نه، بستگی دارد. ابتداء حالتی را در نظر می گیریم که دو واریانس برابر هستند. دو نمونه تصادفی به اندازه های و از دو جامعه برداشته و پس از محاسبه واریانس هر نمونه، برآورد واریانس مشترک را به صورت زیر محاسبه می کنیم:

$$S_P^2 = \frac{(n_1 - 1).S_1^2 + (n_2 - 1).S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

جایی که S_1^2 و S_2^2 واریانس های نمونه ها هستند، آماره آزمون از رابطه زیر بدست می آید:

$$t_o = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_P.\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

پس از محاسبه، در صورت صحت رابطه $|t_o| > t_{\frac{\alpha}{2},n_1+n_2-2}$ فرض صفر رد می شود.

www.takbook.com

اگر واریانس ها را نتوانیم برابر فرض کنیم، آماره آزمون باید به صورت زیر تغییر یابد:

$$t_o = \frac{\bar{x}_۱ - \bar{x}_۲}{\sqrt{\frac{S_۱^۲}{n_۱} + \frac{S_۲^۲}{n_۲}}}$$

تعداد درجات آزادی t در اینصورت از رابطه زیر بدست می آید:

$$d_f = \frac{(\frac{S_۱^۲}{n_۱} + \frac{S_۲^۲}{n_۲})^۲}{\frac{(\frac{S_۱^۲}{n_۱})^۲}{n_۱ + ۱} + \frac{(\frac{S_۲^۲}{n_۲})^۲}{n_۲ + ۱}} - ۲$$

مناطق بحرانی برای فرض های جایگزین یک طرفه به صورت جدول زیر است:

فرض	آماره آزمون	معیار رد
$\|t_o\| > t_{\frac{\alpha}{۲},n-۱}$		$H_۰ : \mu = \mu_۰$ $H_۱ : \mu \neq \mu_۰$
$t_o < -t_{\alpha,n-۱}$	$t_o = \frac{\bar{x} - \mu_o}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$	$H_۰ : \mu = \mu_۰$ $H_۱ : \mu < \mu_۰$
$t_o > t_{\alpha,n-۱}$		$H_۰ : \mu = \mu_۰$ $H_۱ : \mu > \mu_۰$
$\|t_o\| > t_{\frac{\alpha}{۲},n_۱+n_۲-۲}$	$t_o = \frac{\bar{x}_۱ - \bar{x}_۲}{S_P.\sqrt{\frac{۱}{n_۱} + \frac{۱}{n_۲}}}$ $d_f = n_۱ + n_۲ - ۲$ یا	$H_۰ : \mu_۱ = \mu_۲$ $H_۱ : \mu_۱ \neq \mu_۲$
$t_o < -t_{\alpha,n_۱+n_۲-۲}$	$t_o = \frac{\bar{x}_۱ - \bar{x}_۲}{\sqrt{\frac{S_۱^۲}{n_۱} + \frac{S_۲^۲}{n_۲}}}$	$H_۰ : \mu_۱ = \mu_۲$ $H_۱ : \mu_۱ < \mu_۲$

www.takbook.com

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 \qquad d_f = \frac{(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2})^2}{\frac{(\frac{S_1^2}{n_1})^2}{n_1 + 1} + \frac{(\frac{S_2^2}{n_2})^2}{n_2 + 1}} - 2 \qquad t_o > t_{\alpha, n_1 + n_2 - 2}$$
$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

مثال ۳۸) کارخانه A تولید کننده سوزن های فلزی مورد استفاده در ماشین های پارچه بافی است. بنابراین مشخصات فنی در صورتی که میانگین قطر سوزن های فلزی برابر با ۲۰mm باشد نشان دهنده مناسب ترین وضعیت تولید است، از محصولات تولید شده توسط یکی از ماشین های تولیدی کارخانه A نمونه ای به حجم ۱۵ به طور تصادفی انتخاب و قطر هر یک اندازه گیری و نتایج در زیر ثبت شده است:

۲۲/۴-۱۹/۷-۱۸/۸-۱۹/۸-۲۰/۱-۲۲/۳-۲۰/۳-۲۱/۸-۲۰/۹-۲۱/۷-۱۶/۹-۱۸/۴-۱۸/۵-۲۱/۷-۱۹/۵

با توجه به مقادیر حاصل از اندازه گیری، مشخص کنید قطر سوزن های تولید شده این ماشین با عدد منظور در سطح معنی دار ۹۵ درصد دارای اختلاف معنی دار است یا خیر؟

حل)

برای انجام آزمون از رابطه زیر استفاده می شود:

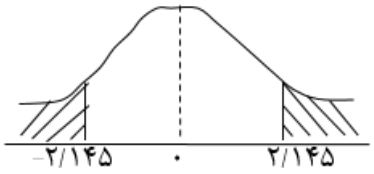
$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$H_1 : \mu \neq ۲۰ \qquad H_0 : \mu = ۲۰ \qquad \alpha = ۵٪ \qquad n = ۱۵$$

$$\begin{cases} \frac{\alpha}{2} = \frac{0/05}{2} = 0/025 \\ \qquad \Longrightarrow \qquad t_{۰/۰۲۵ ,\, ۱۴} = ۲/۱۴۵ \\ d_f = ۱۵ - ۱ = ۱۴ \end{cases}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{۱۹/۵ + ۲۲/۴ + \ldots + ۲۱/۷}{۱۵} = ۲۰/۱۹ \text{ mm}$$

$$S = \sqrt{\frac{(۱۹/۵ - ۲۰/۱۹)^2 + \ldots + (۲۱/۷ - ۲۰/۱۹)^2}{۱۵}} = ۱/۶۲ \text{ mm}$$



با قرار دادن مقادیر محاسبه شده در رابطه t خواهیم داشت:

$$T = \frac{۲۰/۱۹ - ۲۰}{\frac{۱/۶۲}{\sqrt{۱۵}}} = ۰/۴۵۴$$

از آنجا که مقدار t محاسبه شده یعنی ۰/۴۵۴ کمتر از مقدار t حاصل از جدول کتاب ۲/۱۴۵ است، فرض صفر رد نمی شود و با اطمینان ۹۵ درصد می توان پذیرفت اختلاف معنی دار وجود ندارد و میانگین محصولات تولیدی این ماشین با عدد در نظر گرفته شده (مشخصه فنی ۲۰mm) یکسان است.

www.takbook.com

مثال ۳۹) با استفاده از داده های مربوط به مقادیر اکتین دو ترکیب سوخت مثال ۲۹، بررسی کنید که در سطح اطمینان ۹۹٪، آیا میانگین اکتین ترکیب دارای سرب برابر میانگین ترکیب بدون سرب است یا خیر؟

حل:

مثال ۴۰) کارخانه A و B هر دو تولید کننده نخ های نایلونی هستند یک نمونه تصادفی به حجم ۵۰ از نخ های تولیدی کارخانه A و یک نمونه تصادفی به حجم ۴۰ از نخ های تولیدی کارخانه B انتخاب و مقاومت در برابر پارگی برای هر یک از اقلام دو نمونه تعیین شده است. در صورتی که پس از انجام محاسبات مقدار میانگین برای نمونه های انتخاب شده از کارخانه A و B به ترتیب برابر با ۲/۱۷۶ و ۲/۵۲۰ نیوتون شده است و همچنین با توجه به اطلاعات قبلی مقدار انحراف معیار برای تولیدات دو کارخانه معلوم به ترتیب برابر با ۰/۳۳۱۵ و ۰/۳۱۱۲ نیوتون باشد، تعیین کنید آیا بین میانگین مقاومت در برابر بار تولیدات این دو کارخانه در سطح معنی دار ۵ درصد اختلاف وجود دارد یا خیر؟

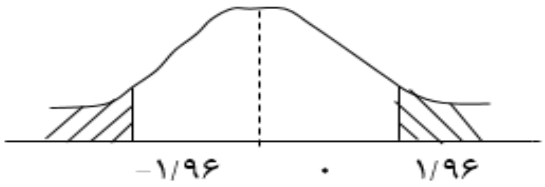
حل)

$$\bar{x}_A = ۲/۱۷۶ \qquad \sigma_A = ۰/۳۳۱۵ \qquad n_A = ۵۰ \qquad \alpha = ۰/۰۵$$

$$\bar{x}_B = ۲/۵۲۰ \qquad \sigma_B = ۰/۳۱۱۲ \qquad n_B = ۴۰$$

$$\begin{cases} H_0 : \mu_A = \mu_B \\ H_1 : \mu_A \neq \mu_B \end{cases} \qquad (z \mid p = ۹۵٪) = (z \mid \frac{p}{2} = ۰/۴۷۵) = ۱/۹۶$$

$$Z = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{\sqrt{\frac{\sigma^2 A}{n_A} + \frac{\sigma^2 B}{n_B}}} = \frac{2/2176 - 2/52}{\sqrt{\frac{(0/3315)^2}{50} + \frac{(0/3112)^2}{40}}} = \frac{-0/344}{\sqrt{\frac{0/10989}{50} + \frac{0/09685}{40}}} = -5/06$$



نتیجه گیری:

از آنجا که مقدار Z محاسبه شده یعنی ۵/۰۶ بزرگتر از مقدار Z حاصل از جدول کتاب برای حجم نمونه بی نهایت در سطح معنی دار ۵ درصد برای آزمون دو طرفه یعنی ۱/۹۶ است، فرض صفر رد می شود و با اطمینان ۹۵ درصد می توان قضاوت کرد که بین مقاومت در برابر پارگی نخ های تولیدی این دو کارخانه اختلاف معنی دار وجود دارد.

www.takbook.com

ج) آزمون مربوط به واریانس های توزیع نرمال:

با توجه به اینکه آزمون های مربوط به میانگین ها نسبت به فرض نرمال بودن جامعه نسبتا غیر حساس هستند؛ ولی آزمون های مربوط به واریانس ها از چنین حساسیتی برخوردار نیستند.

فرض کنید آزمون این فرض که واریانس یک جامعه نرمال برابر یک مقدار ثابت δ_o است، لازم است:

$H_o : \delta^2 = \delta_o^2$

$H_1 \ \delta^2 \neq \delta_o^2$

آماره آزمون برای این فرض عبارت است از:

$$\delta_o^2 = \frac{(n-1).S^2}{\delta_o^2}$$

جایی که S^2 واریانس بدست آمده از نمونه تصادفی به اندازه n است. اگر $\chi_o^2 > \chi^2_{\frac{\alpha}{2},n-1}$ یا اگر $\chi_o^2 < \chi^2_{1-\frac{\alpha}{2},n-1}$ شود، فرض صفر رد می شود.

$\chi^2_{\frac{\alpha}{2},n-1}$ مقدار متغیر χ^2 است، بطوریکه سطح زیر منحنی در سمت راست آن $\frac{\alpha}{2}$ است و $\chi^2_{1-\frac{\alpha}{2},n-1}$ مقدار متغیر χ^2 است، بطوری که سطح زیر منحنی در سمت راست آن $1-\frac{\alpha}{2}$ است. در هر مورد تعداد درجات آزادی n-1 است.

جدول زیر مناطق بحرانی برای فرض های مقابل یک طرفه را نشان می دهد:

فرض	آماره آزمون	معیار رد
$\chi_o^2 > \chi^2_{\frac{\alpha}{2},n-1}$ یا $\chi_o^2 > \chi^2_{1-\frac{\alpha}{2},n-1}$	$\chi_o^2 = \frac{(n-1).S^2}{\delta_o^2}$	$H_o : \delta^2 = \delta_o^2$ $H_1 : \delta^2 \neq \delta_o^2$
$\chi_o^2 < \chi^2_{1-\alpha,n-1}$		$H_o : \delta^2 = \delta_o^2$ $H_1 : \delta^2 < \delta_o^2$
$\chi_o^2 > \chi^2_{\alpha,n-1}$		$H_o : \delta^2 = \delta_o^2$ $H_1 : \delta^2 > \delta_o^2$
$F_o > F_{\frac{\alpha}{2},n_1-1,n_2-1}$ یا $F_o < F_{1-\frac{\alpha}{2},n_1-1,n_2-1}$	$F_o = \frac{S_1^2}{S_2^2}$	$H_o : \delta_1^2 = \delta_2^2$ $H_1 : \delta_1^2 \neq \delta_2^2$
$F_o < F_{\alpha,n_1-1,n_2-1}$	$F_o = \frac{S_1^2}{S_2^2}$	$H_o : \delta_1^2 = \delta_2^2$ $H_1 : \delta_1^2 < \delta_2^2$
$F_o > F_{\alpha,n_1-1,n_2-1}$	$F_o = \frac{S_1^2}{S_2^2}$	$H_o : \delta_1^2 = \delta_2^2$ $H_1 : \delta_1^2 > \delta_2^2$

www.takbook.com

این آزمون در بسیاری از فنون کنترل کیفیت کاربرد دارد. برای مثال، یک متغیر تصادفی نرمال با میانگین μ و واریانس δ^2 را در نظر بگیرید. اگر δ^2 کمتر یا مساوی مقدار مناسبی مانند δ_o^2 باشد، در اینصورت پراکندگی فرآیند به خوبی در محدوده مشخصات طراحی شده قرار داشته و در نتیجه تقریبا کل تولید با مشخصات مطابقت پیدا خواهند نمود. با این حال اگر δ^2 بیشتر از δ_o^2 شود، در اینصورت پراکندگی فرآیند از حدود مشخصات تجاوز نموده و درصد زیادی اقلام معیوب تولید می شوند. بدین ترتیب توانایی فرآیند[1] مستقیما به تغییر پذیری فرآیند[2] بستگی پیدا می کند. حال آزمون برابر بودن واریانس های دو جامعه نرمال را بررسی می کنیم. اگر نمونه های تصادفی به اندازه های n_1 و n_2 به ترتیب از دو جامعه یک و دو برداشته شده باشند، در اینصورت آماره آزمون برای حالت برابر است با:

$$H_0 : \delta_1^2 = \delta_2^2$$
$$H_1 : \delta_1^2 \neq \delta_2^2$$

بر این اساس نسبت دو واریانس نمونه برابر است با:

$$F_o = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

که برای مقادیر $F_o > F_{\frac{\alpha}{2},n_1-1,n_2-1}$ یا $F_o < F_{1-\frac{\alpha}{2},n_1-1,n_2-1}$ ، H_0 رد می شود.

جایی که $F_{\frac{\alpha}{2},n_1-1,n_2-1}$ و $F_{1-\frac{\alpha}{2},n_1-1,n_2-1}$ بیانگر مقادیر متغیر F هستند، بطوری که سطح زیر منحنی در سمت راست آنها به ترتیب $\frac{\alpha}{2}$ و است. درجات آزادی در هر حالت $n_1 - 1, n_2 - 1$ است.

مثال ۴۱) با توجه به مثال ۲۹، در سطح اطمینان ۹۵٪، آیا واریانس های شماره اکتین دو نوع سوخت، با یکدیگر یکسان است؟

حل)

ابتداء فرض H_0 و H_1 را می نویسیم:

$$H_0 : \delta_1^2 = \delta_2^2$$
$$H_1 : \delta_1^2 \neq \delta_2^2$$

از آنجایی که $S_2^2 = ۱/۰۶$ و $S_1^2 = ۱/۳۵$ بدست آمده است، لذا آماره آزمون برابر است با:

$$F_o = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{۱/۳۵}{۱/۰۶} = ۱/۲۷$$

از جدول توزیع F، مقادیر $F_{.,۰۲۵}$ =۴/۰۳ و $F_{.,۹۷۵,۹,۹}$=۰/۲۴۸ بدست می آید؛ در نتیجه هیچ دلیلی محکمی برای رد کردن H_0 ملاحظه نمی گردد.

[1] -Process Capability
[2] -Process Variability

www.takbook.com

د) آزمون مربوط به پارامترهای توزیع دوجمله ای:

حالت اول) فرض کنید بخواهیم فرض اینکه پارامتر $\acute{P}$ یک توزیع دوجمله ای برابر یک مقدار معین برای مثال P_o است را آزمایش کنیم. آزمونی که شرح می دهیم به گونه ای است که به تقریب، توزیع دوجمله ای به سمت توزیع نرمال میل می کند. اگر یک نمونه تصادفی به اندازه n برداشته و x واحد در نمونه به دسته مربوط به P_o ملاحظه شوند، در اینصورت برای آزمایش خواهیم داشت:

$H_0 : \acute{P} = P_o$
$H_1 : \acute{P} \neq P_o$

از آماره زیر استفاده می کنیم:

$$Z = \frac{x - n.p_o}{\sqrt{n.p_o.q_o}}$$

برای مقادیر $|Z_o| > Z_{\frac{\alpha}{2}}$ فرض صفر $H_0 : \acute{P} = P_o$ رد می شود.

مثال ۴۲) یک ریخته گری، قالب های فولادی مورد استفاده در صنایع خودرو سازی را تولید می کند. در این فرآیند یک نمونه تصادفی شامل ۲۵۰ قطعه انتخاب و پس از بررسی، مشاهده شد که ۴۱ قطعه معیوب بوده اند. بررسی نمایید که با ۹۵٪ اطمینان آیا نسبت اقلام معیوب این فرآیند ۱۰٪ است؟

حل)

$H_0 : \acute{P} = P_o$
$H_1 : \acute{P} \neq P_o$

آماره آزمون زیر را محاسبه می کنیم:

$$Z = \frac{x - n.p_o}{\sqrt{n.p_o.q_o}} = \frac{(۴۱) - (۲۵۰ \times ۰/۱)}{\sqrt{۲۵۰ \times ۰/۱ \times (۱ - ۰/۱)}} = ۳/۲۷$$

با استفاده از α = ٪۵، مقدار $Z_{./.۲۵} = ۱/۹۶$ بدست می آید؛ در نتیجه نسبت اقلام معیوب فرآیند برابر ٪۱۰ نیست.

حالت دوم) آزمون فرضیه برای نسبت ها:

با توجه به بحث قبلی از آماره زیر استفاده می کنیم:

$$Z = \frac{\bar{P} - P}{\sqrt{\frac{pq}{n}}} \quad \text{یا} \quad Z = \frac{x - np}{\sqrt{npq}}$$

مثال ۴۳) سازنده یک وسیله خانگی ادعا کرده است که ۶۰ درصد مصنوعات کارخانه که ۱۰ سال قبل فروخته شده است هنوز کار می کنند. برای بررسی این ادعا ۲۰۰ عدد از ساختاه های ۱۰ سال پیش کارخانه به طور تصادفی انتخاب شده و مشاهده شد که ۱۰۰ عدد از آنها هنوز کار می کنند. با توجه به مشاهدات فوق آیا می توان ادعای صاحب کارخانه را پذیرفت؟

www.takbook.com

حل)

$$\bar{P} = \frac{۱۰۰}{۲۰۰} = ۰/۵$$

$$\alpha = ٪۵ \Rightarrow (z \mid p = ٪۹۵) = (z \mid \frac{p}{۲} = ۰/۴۷۵) = ۱/۹۶$$

$$H_۰ : \acute{P} = P_o$$

$$H_۱ : \acute{P} \neq P_o$$

$$Z = \frac{۰/۵ - ۰/۶۰}{\sqrt{\frac{۰/۶ \times ۰/۴}{۲۰۰}}} = \frac{-۰/۱۰}{۰/۰۳۵} = -۲/۸۶$$

نتیجه گیری:

با احتمال ٪۹۵ می توان بیان کرد که به دلیل اینکه آماره آزمون محاسبه شده ۲/۸۶- در ناحیه رد فرض صفر قرار می گیرد؛ لذا این فرض رد می شود.

حالت سوم) آزمون اختلاف بین دو نسبت:

$$Z = \frac{(\bar{P}_۱ - \bar{P}_۲) - (P_۱ - P_۲)}{\sqrt{\bar{P}.\bar{q}.\left[\frac{۱}{n_۱} + \frac{۱}{n_۲}\right]}}$$

$P_۱$ = نسبت مورد نظر در جامعه اول

$P_۲$ = نسبت مورد نظر در جامعه دوم

$\bar{P}_۱$ = نسبت به دست آمده در نمونه اول از جامعه اول

$\bar{P}_۲$ = نسبت به دست آمده در نمونه دوم از جامعه دوم

$\bar{P}$ = جمع نسبت به دست آمده در نمونه اول و دوم

$$\bar{P} = \frac{\text{جمع نسبت به دست آمده دو نمونه}}{n_۱ + n_۲} = \frac{x_۱ + x_۲}{n_۱ + n_۲}$$

مثال ۴۴) در یک کارخانه لاستیک سازی که در دو شیفت صبح و عصر کار می کند، نمونه ای ۱۰۰تایی از لاستیک های شیفت صبح و نمونه ای از لاستیک های شیفت عصر را مورد بررسی قرار می دهیم و نتایج در جدول زیر آمده است:

شیفت صبح (۱)	شیفت عصر (۲)
$n_۱ = ۱۰۰$	$n_۲ = ۱۰۰$
۵ حلقه لاستیک زیر ۱۰۰۰۰km ترکیده است	۱۰ حلقه لاستیک زیر ۱۰۰۰۰km ترکیده است

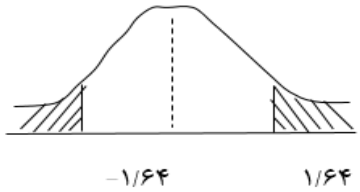
www.takbook.com

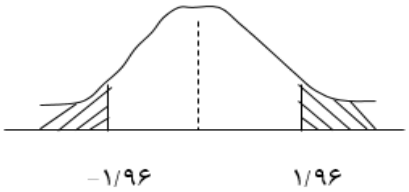
آیا می توان گفت که نسبت لاستیک هایی که زیر ۱۰۰۰۰ کیلومتر می ترکند در دو شیفت صبح و عصر تفاوت دارد؟ با سطح معنی دار ۱۰٪ و ۵٪ آزمون نمایید.

حل)

$$H_0 : P_1 = P_2 \quad \Rightarrow \quad P_1 - P_2 = 0$$
$$H_1 : P_1 \neq P_2 \quad \Rightarrow \quad P_1 - P_2 \neq 0$$

$$\alpha = 0/1 \rightarrow \frac{\alpha}{2} = 0/05 \rightarrow z\frac{\alpha}{2} = 1/64$$
$$\alpha = 0/05 \rightarrow \frac{\alpha}{2} = 0/025 \rightarrow z\frac{\alpha}{2} = 1/96$$



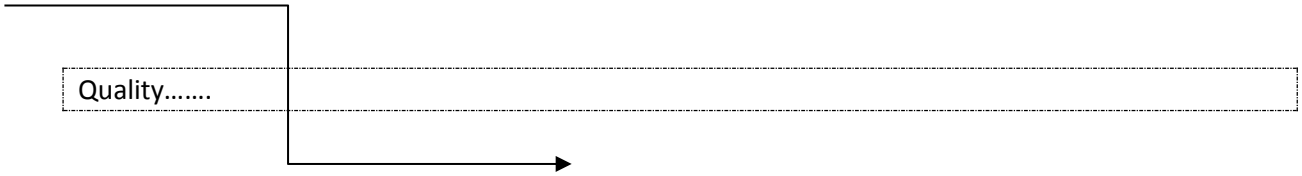


$$\bar{P}_1 = \frac{x_1}{n_1} = \frac{5}{100} = 0/05$$
$$\bar{P}_1 = \frac{x_2}{n_2} = \frac{10}{100} = 0/1$$
$$\bar{P} = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2} = \frac{5 + 10}{100 + 100} = 0/075$$
$$Z = \frac{(\bar{P}_1 - \bar{P}_2) - (P_1 - P_2)}{\sqrt{\bar{P}.\bar{q}.\left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right]}} = \frac{(0/5 - 0/1) - 0}{\sqrt{\left[0/075 \times 0/925 \times \left(\frac{1}{100} + \frac{1}{100}\right)\right]}} = -1/35$$

نتیجه گیری:

از آنجایی که کمیت آماره آزمون در ناحیه قبول H. قرار می گیرد، فرضیه صفر را می توان رد کرد؛ بنابراین نتیجه می گیریم که با توجه به اطلاعات موجود دلیلی وجود ندارد که نسبت لاستیک های تولید در کمتر از ۱۰۰۰۰km در دو شیفت صبح و عصر متفاوت باشند.

www.takbook.com



www.takbook.com

فصل ۸

نمودارهای کنترل[۱]

۸-۱- مقدمه

به منظور کنترل کیفیت محصولات در سال ۱۹۴۲ میلادی دکتر شوهارت روش نمودار کنترل را معرفی نمود تا بتوان از آن به عنوان بخشی وابسته به مراحل تولید استفاده کرد. این روش کنترل کیفیت محصولات بر اساس روش های آماری پایه گذاری شده است. این روش سیستمی است که می تواند به روز نارسائی های خط تولید را نمایان سازد، به این صورت که با یک علامت اخطار کننده به مسئول کنترل یا متصدی ماشین اعلام می کند که باید در این محل هم اکنون اقدام تصحیح کننده لازم را بر روی ماشین و یا در مراحل تولید به منظور رفع اشکال و اطمینان از حفظ کیفیت در مراحل بعدی به عمل آورد.

نمودار های کنترل به طور کلی بر دو نوع هستند:

الف) نمودار های کنترل برای کنترل مشخصه های (مقادیر) کمی

ب) نمودار های کنترل برای کنترل مشخصه های کیفی

۱ - Control Charts

www.takbook.com

در صورتیکه صفت مورد بررسی محصولات با یکی از مقادیر یا مقیاس های فیزیکی مانند طول ، وزن و نظیر آن قابل اندازه گیری باشد می توان از نمودارهای کنترل مشخصه های کمی استفاده کرد . مهمترین این نمودار ها عبارتند از : نمودار کنترل میانگین و دامنه تغییرات(R و $\bar{x}$) و نمودار کنترل میانگین و انحراف معیار(σ و $\bar{x}$).

در صورتیکه صفت مورد بررسی محصولات قابل اندازه گیری به صورت کمی نباشد مانند خوب و بد بودن محصول، سالن یا معیوب بودن محصول و یا اندازه گیری آن از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نباشد از نمودارهای کنترل مشخصه های کیفی استفاده می شود که مهمترین آنها عبارتند از: نمودار کنترل نسبت به نقص ها یا نمودار کنترل P و نمودار کنترل تعداد نقص ها (نمودار کنترل nP)، نمودار کنترل تعداد نقص ها در واحد محصول (نمودار کنترل C) و نمودار کنترل تعداد نقص ها در واحد محصول با حجم متغیر (نمودار کنترل u).

در مبحث کنترل کیفیت آماری، نمودارهای کنترل از اهمیت ویژه ای برخوردارند و به نوعی بخش اصلی فرایند کنترل کیفت را به خود اختصاص می دهند. برخی از مهم ترین کاربردهای نمودارهای کنترل به شرح زیر است:

- تخمین پارامترهای یک فرآیند تولید و استفاده از آن برای تعیین کارایی فرآیند
- تهیه اطلاعات مفید جهت بهبود فرآیند
- معمولاً اگر تمام نقاط بین حدود کنترل باشد، فرایند تحت کنترل است وگرنه باید عملیات اصلاحی روی فرایند ایجاد گردد.
- اگر حتی تمام نقاط در داخل حدود کنترل باشند ولی بطور سیستماتیک باشد، آنگاه فرآیند خارج از کنترل است.

بنابراین در یک فرآیند تحت کنترل، باید روند نقاط بر روی نمودار کنترل به صورت تصادفی باشد.

۸-۲- دلایل برای استفاده از نمودارهای کنترل

- این نمودارها، روشهای اثبات شده ای برای بهبود بهره وری است.
- ابزاری مناسب برای جلوگیری از تولید اقلام مصوب
- نمودارهای کنترل از تنظیم و تغییرات غیر ضروری فرآیند جلوگیری می کند.
- نمودارهای کنترل اطلاعات تشخیص ارائه می دهد.
- نمودارهای کنترل اطلاعاتی را در مورد کارایی فرآیند یا پارامترهای مهم فرآیند و میزان ثبات آنها در طول زمان به ما می دهد.

۸-۳- ابزارهای کنترل کیفیت آماری

ابزارهای کنترل کیفیت به هفت گروه تقسیم می شود که در این قسمت، تعدادی از آنها را تشریح می نماییم:

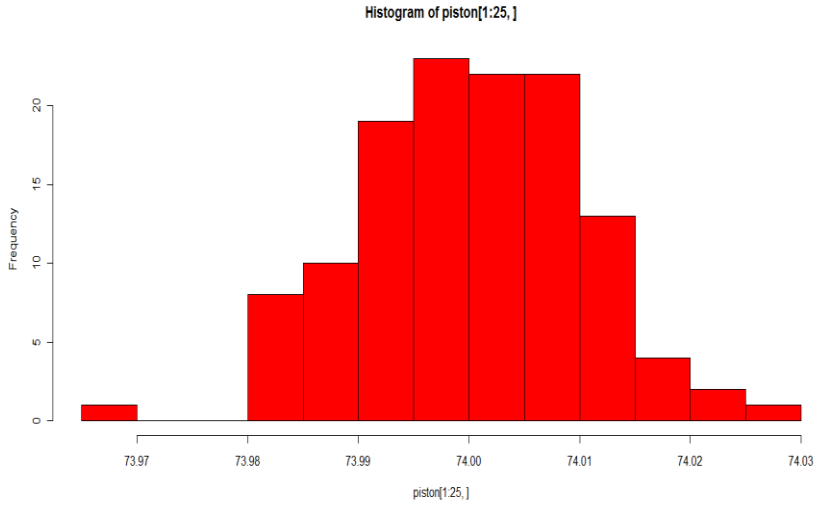
۱. هیستوگرام
۲. برگه کنترل
۳. نمودار پاراتو

www.takbook.com

۴. نمودار علت و معلول
۵. نمودار تمرکز نقص ها
۶. نمودار پراکندگی
۷. نمودار کنترل

۸-۳-۱- نمودار هیستوگرام در کنترل کیفیت

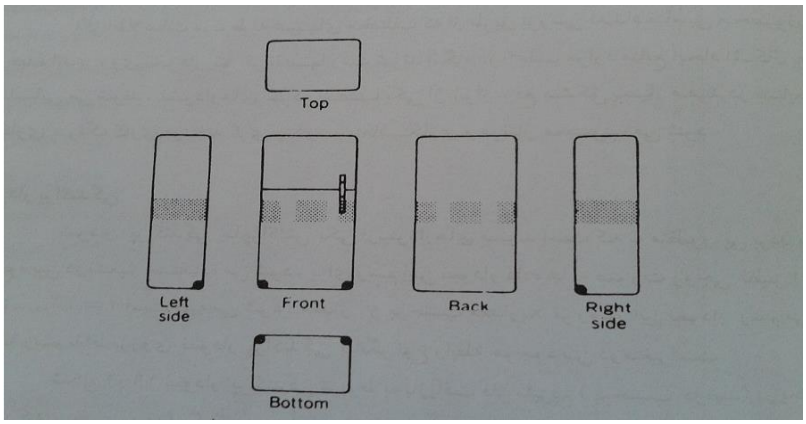
در مبحث کنترل کیفیت رسم نمودار هیستوگرام داده های مربوط به فرایند اطلاعات زیادی در مورد فرایند از قبیل شکل توزیع داده ها، تمایل مرکزی توزیع و پراکندگی توزیع به ما می دهد. اطلاعاتی از هیستوگرام به دست می آید که معمولا از بررسی داده های خام حاصل نمی شوند. به عنوان مثال برای داده های ثبت شده مربوط به قطر پیستون اتومبیل ها که در قالب ۲۵ نمونه ۵ تایی جمع آوری شده اند، نمودار هیستوگرام رسم می کنیم. مشاهده می کنیم توزیع قطر رینگ پیستون ها تقریبا متقارن است و تمایل مرکزی خیلی نزدیک به ۷۴ است. همچنین تغییر پذیری موجود در قطر رینگ ها نسبتا زیاد است.



۸-۳-۲- نمودار تمرکز نقص ها

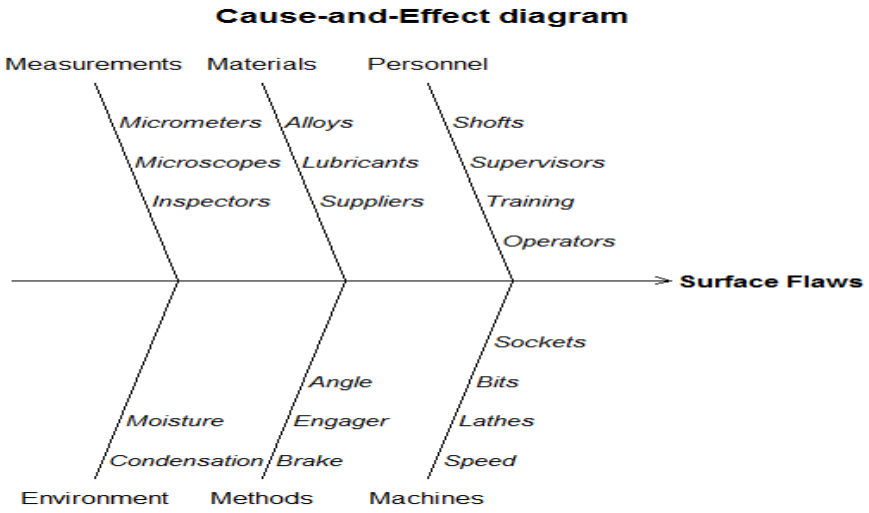
نمودار تمرکز نقص ها به عنوان یکی از ابزارهای هفت گانه کنترل کیفیت آماری بسیار مورد توجه است. نمودار تمرکز نقص ها تصویری از محصول است که کلیه نماهای مورد نظر را نشان می دهد. با رسم این نمودار می توان محل های ایجاد عیب را بر روی محصول مشخص و با تجزیه و تحلیل آن ها اطلاعات مفیدی در مورد علل بالقوه ایجاد آن ها کسب کرد.

www.takbook.com



۸-۳-۳- نمودار علت و معلول

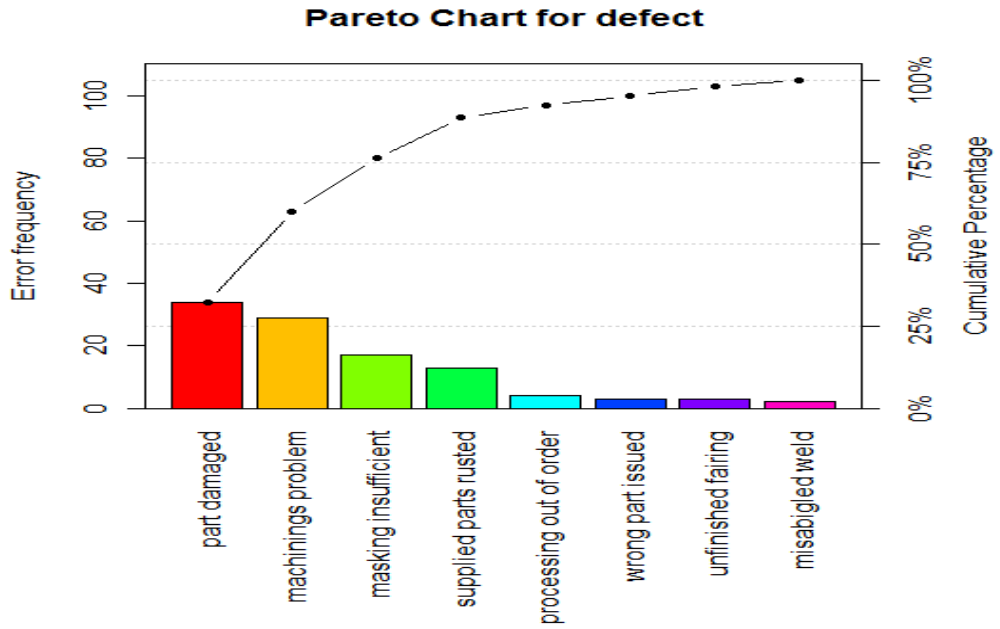
نمودار علت و معلول یکی دیگر از ابزاهای هفت گانه کنترل کیفیت آماری است که وقتی علت بروز مشکل واضح و کاملا مشخص نباشد، نمودار علت و معلول می تواند ابزار مفیدی برای شناسایی علل بالقوه باشد.



۸-۳-۴- نمودار پارتو

نمودار پارتو برای داده های وصفی که بر اساس گروه دسته بندی شده اند، استفاده می شود. به کمک این نمودار می توان براحتی گونه های مختلفی از نقص ها که بیشتر از بقیه مشاهده شده اند را شناسایی کرد. باید توجه داشت که نمودار پاراتو مهم ترین عیب را مشخص نمی کند؛ بلکه تنها بیشترین عیب های مشاهده شده را مشخص می کند. به عنوان مثال برای ۸ عیب نخست ثبت شده در برگه کنترل مربوط به مخزن ها نمودار پاراتو را رسم می کنیم.

www.takbook.com



۸-۳-۵- برگه کنترل

برگه کنترل ابزاری برای جمع آوری و ثبت اطلاعات لازم و مربوط به تولیدات و عیب های مشاهده شده است. در این برگه ها کلیه اطلاعات مربوط به نمونه های اخذ شده و عیب های مشاهده شده ثبت می شوند تا در موقع لزوم از این اطلاعات استفاده شود.

Part No. TAX-41
Location: Bellevue
Study Date: 6/5/89
Analyst: TCB

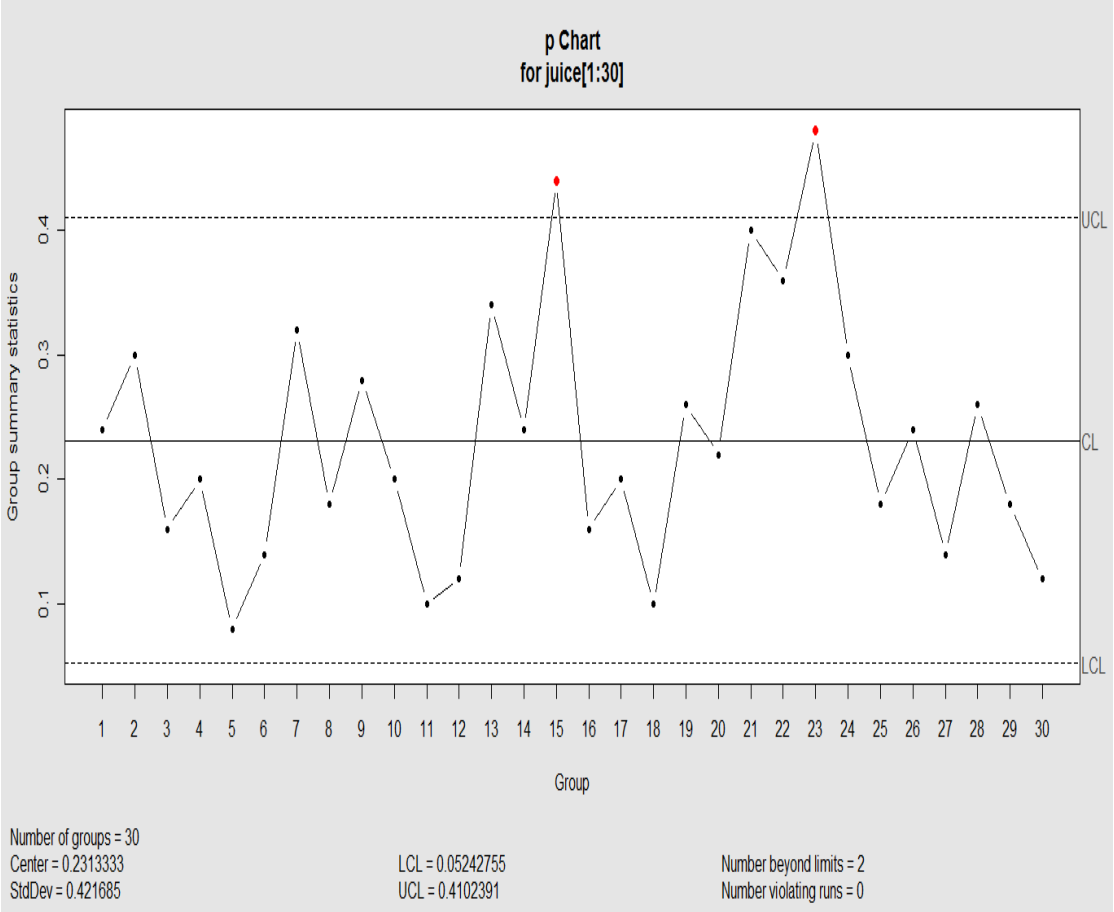
Defect	1988 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1989 1	2	3	4	5	Total
Parts damaged		1		3	1	2		1		10	3		2	2	7	2		34
Machining problems			3	3				1	8		3		8	3				29
Supplied parts rusted			1	1		2	9											13
Masking insufficient		3	6	4	3	1												17
Misaligned weld	2																	2
Processing out of order	2															2		4
Wrong part issued		1						2										3
Unfinished fairing			3															3
Adhesive failure				1							1		2			1	1	6
Powdery alodine					1													1
Paint out of limits						1								1				2
Paint damaged by etching			1															1
Film on parts						3		1	1									5
Primer cans damaged								1										1
Voids in casting									1	1								2
Delaminated composite										2								2
Incorrect dimensions											13	7	13	1		1	1	36
Improper test procedure										1								1
Salt-spray failure													4					4
TOTAL	4	5	14	12	5	9	9	6	10	14	20	7	29	7	7	6	2	166

برگه کنترل جهت ثبت تعداد نقص های مشاهده شده در مخزنی که کاربرد هوافضا دارد

www.takbook.com

۸-۳-۶- نمودار کنترل

رابطه بین نمودارهای کنترل و آزمون فرضیه به گونه است که نمودار کنترل یک آزمون فرضیه است که به منظور شرایط تحت کنترل بودن فرآیند از لحاظ آماری مورد بررسی قرار می گیرد؛ یک نقطه که بین حدود کنترل قرار گیرد برابر است با اینکه فرضیه مربوط کنترل آماری رد نگردد.



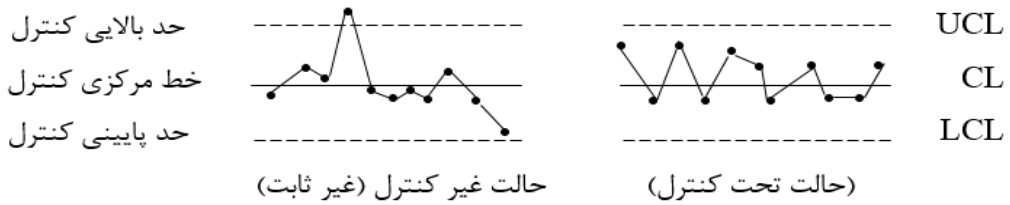
۸-۴- مشخصات نمودار های کنترل

اصولاً نمودار های کنترل یک روش نمایش نموداری آماره های نمونه های متوالی بر حسب زمان است. هر نمودار از یک خط مرکزی "cl" که نشان دهنده مقدار میانگین است و دو حد کنترل در بالا و پایین خط مرکزی که حد بالایی کنترل (UCL) و حد پایینی کنترل (LCL) نامیده می شوند، تشکیل گردیده است. حدهای کنترل از توزیع احتمال آماره های نمونه محاسبه می شوند.

همانطور که می دانیم، یکی از اهداف اصلی نمودارهای کنترل بدست آوردن یک حالت کنترل آماری با مشخص کردن علت های قابل تشخیص و حذف آنها و سپس نگهداشتن تولید در حالتی که اطمینان از ساخت محصولات با کیفیت قابل قبول حاصل گردد . مادامی که نقاط وارد شده در بین حد های کنترل قرار داشته باشند می توان

www.takbook.com

پذیرفت که فرآیند تولید تحت کنترل آماری است، در صورتیکه اگر نقطه ای در زیر حد پایینی یا در ورای حد کنترل بالایی قرار گیرد نشان دهنده وقوع تعدادی علت های مزاخم و یا اشکال در فرآیند تولید بوده که در این حالت ضروری است اقدام لازم برای رفع این علل به عمل آورده شود. شمای یک نمودار کنترل در حالتی که فرآیند تولید تحت کنترل قرار دارد و در حالتی که فرآیند تولید تحت کنترل قرار ندارد در شکل زیر نشان داده شده است.



۸-۵- نمودار های کنترل برای مشخصه های کمی

برای کنترل مشخصه های کمی معمولاً از یک زوج نمودار کنترل به صورت همزمان استفاده می کنند ، بدین ترتیب که یک نمودار کنترل برای کنترل تغییرات مرکزی (شاخص های مرکزی) و دیگری برای کنترل تغییرات پراکندگی (شاخص های پراکندگی) فرآیند تولید.

۸-۵-۱- نمودار کنترل میانگین و دامنه تغییرات (R و $\bar{x}$)

یکی از متداول ترین و ساده ترین نمودارهای کنترل که برای کنترل کیفی اکثر فرآورده های تولیدی می تواند مورد استفاده قرار گیرد، نمودارهای کنترل میانگین و دامنه تغییرات است. این نوع نمودار ها برای کنترل مشخصه های کمی نظیر: طول، وزن، ضخامت، مقاوت و ... و هر نوع مشخصه هایی که بتوان نتیجه حاصل از اندازه گیری، بازرسی و آزمون آن را به صورت مقادیر عدد پیوسته نشان داد قابل استفاده هستند.

- برای تهیه و رسم این نمودار کنترل به ترتیب زیر عمل کنید:

الف) جمع آوری و تجزیه و تحلیل داده ها:

تعداد ۲۰ یا ۲۵ نمونه متوالی به حجم ۲ تا ۱۰ در فواصل زمانی مشخص و یکسان از فرآیند تولیدی که در نظر است کنترل شود جمع آوری کنید و برای سهولت در تجزیه و تحلیل داده های جمع آوری شده را در فرم های خاص قرار دهید.

ب) محاسبه میانگین:

مقدار میانگین را برای هر نمونه محاسبه کنید، برای این منظور از رابطه زیر استفاده کنید.

$$\bar{x} = \frac{x_1, x_2, \ldots, x_n}{n}$$

ج) محاسبه دامنه تغییرات:

مقدار دامنه تغییرات را برای هر نمونه محاسبه کنید، برای این منظور اختلاف بین بزرگترین عدد و کوچکترین آن را در نمونه بدست آورید.

(R = بزرگترین عدد – کوچکترین عدد)

www.takbook.com

د) محاسبه خط مرکزی و حدود کنترل:

برای این منظور ابتدا مقدار میانگین کل (میانگین$\sum$) و میانگین دامنه تغییرات را به ترتیب با استفاده از روابط زیر محاسبه کنید.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{K} \qquad \text{و} \qquad \bar{R} = \frac{\sum R}{K}$$

K: تعداد نمونه متوالی $\bar{R}$: میانگین دامنه تغییرات

$\bar{X}$: میانگین هر نمونه R : دامنه تغییرات هر نمونه

اکنون خط مرکزی و حدود کنترل را برای نمودار کنترل میانگین و دامنه تغییرات به ترتیب با استفاده از روابط زیر بدست آورید.

برای نمودار دامنه تغییرات:

$$\begin{cases} CL_R = \bar{R} \\ UCL_R = D_4\bar{R} \\ LCL_R = D_3\bar{R} \end{cases}$$

برای نمودار میانگین

$$\begin{cases} CL_{\bar{X}} = \bar{\bar{x}} \\ UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R} \\ LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R} \end{cases}$$

ضرایب A_2 و D_3 و D_4 با توجه به حجم نمونه از جدول پیوست کتاب بدست آورده می شود.

هـ) رسم حد های کنترل:

در یک کاغذ یک محور مختصات رسم کنید به طوری که محور عمودی نشان دهنده مقادیر مربوط به حدود کنترل و محور افقی نشان دهنده نمونه های متوالی باشد. در قسمت بالایی این محور مختصات حدود کنترل به دست آمده برای نمودار میانگین و در زیر آن حدود کنترل بدست آمده برای نمودار دامنه تغییرات را رسم کنید . در هنگام وارد کردن آماره های نمونه بر روی نمودار کنترل ضروری است نقطه مربوط به دامنه تغییرات هر نمونه به طور دقیق در زیر نقطه مربوط به میانگین همان نقطه قرار گیرد.

ی) بررسی حالت ثبات یا همگن کردن:

در صورتیکه پس از رسم حدود کنترل، نقاط وارد شده بر روی هر نمودار کنترل در بین حد های کنترل قرار داشته باشد، فرآیند تولید را می توان در حالت کنترل یا داده ها را همگن شده در نظر گرفت، قرار گرفتن یک یا چند نقطه در خارج از حدود کنترل نشان دهنده یک حالت غیر عادی است.

مثال ۱) در یک کارخانه تولید اسید سولفوریک، اسید سولفوریک بر اساس مراحل زیر تولید می شود:

الف) تولید گاز So_2 از طریق سوزاندن سنگ آهن (پیریت)

ب) خالص کردن گاز So_2

ج) تبدیل گاز So_2 به گاز So_3 با استفاده از کاتالیزور وانادیم

www.takbook.com

د) تولید اسید سولفوریک به وسیله جذب So_3

قسمتی از گاز So_2 را که به گاز So_3 تبدیل می شود، نسبت تبدیل گویند و در تولید اسید سولفوریک به عنوان یک فاکتور مهم مطرح است. مدیر کنترل کیفیت برای کنترل این مشخصه کمی در نظر دارد از نمودار کنترل میانگین و دامنه تغییرات استفاده کند و بدین منظور در هر روز در چهار نوبت در ساعات ۴ و ۱۰ صبح و ۴ و ۱۰ بعد از ظهر، نمونه ای به حجم ۴ ($n = ۴$) از فرآیند تولید انتخاب و پی از تعیین نسبت تبدیل برای هر نمونه نتایج حاصل را به ترتیب در جدول ثبت می کند.

با توجه به اطلاعات جدول زیر نمودار کنترل میانگین و دامنه تغییرات را رسم کرده و تحت کنترل بودن تولید را تضمین کرده ودر صورت نیاز نمودارهای اصلاحی جدید را نیز تشکیل دهید.

فرم ثبت داده ها برای کنترل

نام محصول: اسید سولفوریک	حجم نمونه: ۴	شماره تولید:
مشخصه کیفی مورد کنترل:	دفعات نمونه گیری: ۴ بار	بازرس:
نسبت تبدیل:	در شبانه روز:	متصدی:
واحد اندازه گیری:		تاریخ:

تاریخ	شماره نمونه (گروه)	مقادیر اندازه گیری شده ۱	۲	۳	۴	میانگین	دامنه تغییرات	ملاحظات

www.takbook.com

۱	۹۳/۴	۹۴/۰	۹۳/۶	۹۳/۸	۹۳/۷۰	۰/۶
۲	۹۲/۸	۹۲/۴	۹۲/۴	۹۲/۶	۹۲/۵۵	۰/۴
۳	۹۳/۴	۹۴/۶	۹۴/۴	۹۴/۵	۹۴/۲۲	۱/۲
۴	۹۴/۷	۹۴/۲	۹۳/۸	۹۲/۵	۹۳/۸۰	۲/۲
۵	۹۳/۳	۹۳/۸	۹۳/۷	۹۴/۶	۹۳/۸۵	۱/۲
۶	۹۴/۶	۹۳/۰	۹۳/۷	۹۳/۸	۹۳/۷۸	۱/۶
۷	۹۳/۲	۹۲/۸	۹۴/۱	۹۴/۳	۹۳/۶۰	۱/۵
۸	۹۴/۱	۹۲/۷	۹۳/۹	۹۲/۴	۹۳/۵۲	۱/۴
۹	۹۳/۸	۹۳/۷	۹۳/۲	۹۳/۷	۹۳/۶۰	۰/۶
۱۰	۹۳/۵	۹۳/۸	۹۳/۷	۹۳/۳	۹۳/۵۸	۰/۵
۱۱	۹۳/۹	۹۴/۰	۹۳/۶	۹۳/۴	۹۳/۷۲	۰/۶
۱۲	۹۳/۳	۹۳/۴	۹۳/۴	۹۳/۴	۹۳/۳۸	۰/۱
۱۳	۹۳/۳	۹۳/۸	۹۳/۵	۹۳/۵	۹۳/۵۲	۰/۵
۱۴	۹۴/۹	۹۳/۷	۹۳/۱	۹۳/۲	۹۳/۷۲	۱/۸
۱۵	۹۳/۶	۹۳/۲	۹۳/۱	۹۳/۱	۹۳/۲۵	۰/۵
۱۶	۹۳/۲	۹۳/۲	۹۳/۳	۹۳/۸	۹۳/۳۸	۰/۶
۱۷	۹۳/۳	۹۳/۳	۹۳/۵	۹۳/۵	۹۳/۴۰	۰/۲
۱۸	۹۳/۶	۹۳/۴	۹۳/۷	۹۴/۰	۹۳/۶۸	۰/۶
۱۹	۹۳/۶	۹۳/۷	۹۳/۷	۹۴/۰	۹۳/۷۷	۰/۴
۲۰	۹۴/۲	۹۴/۱	۹۳/۸	۹۲/۷	۹۳/۷۰	۱/۵
۲۱	۹۴/۰	۹۲/۲	۹۳/۳	۹۲/۸	۹۳/۰۸	۱/۸
۲۲	۹۳/۱	۹۳/۱	۹۲/۷	۹۲/۸	۹۲/۹۲	۰/۴
۲۳	۹۳/۱	۹۳/۵	۹۳/۳	۹۳/۱	۹۳/۲۵	۰/۴
۲۴	۹۳/۰	۹۴/۳	۹۳/۶	۹۴/۶	۹۳/۸۸	۱/۶

$\sum$ = ۲۲/۳ $\quad \sum$=۲۲۴۴/۸۳

$\bar{R}$=۰/۹۲۹ $\quad \bar{\bar{x}}$=۹۳/۵۳۵

حل:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}}{K} = \frac{۲۲۴۴/۸۳}{۲۴} = ۹۳/۵۳۵$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{K} = \frac{۲۲/۳}{۲۴} = ۰/۹۲۹$$

پس از محاسبه مقدار میانگین کل و مقدار میانگین دامنه تغییرات، خط مرکزی و حدود کنترل به ترتیب زیر محاسبه می شوند:

الف) نمودار میانگین:

www.takbook.com

$CL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} = ۹۳/۵۳۵$

$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_۲\bar{R} = ۹۳/۵۳۵ + ۰/۷۳ \times ۰/۹۲۹ = ۹۴/۲۱۳$

$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_۲\bar{R} = ۹۳/۵۳۵ - ۰/۷۳ \times ۰/۹۲۹ = ۹۲/۸۵۷$

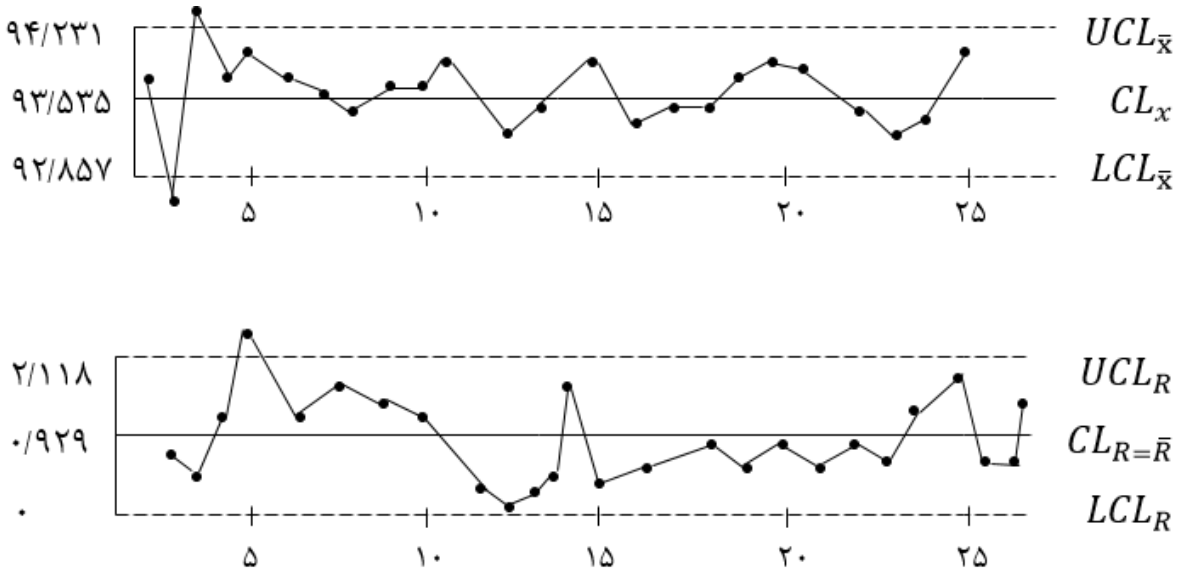
ب) نمودار دامنه تغییرات:

$CL_R = \bar{R} = ۰/۹۲۹$

$UCL_R = D_۴\bar{R} = ۲/۲۸ \times ۰/۹۲۹ = ۲/۱۱۸$

$LCL_R = D_۴\bar{R} = ۰ \times ۰/۹۲۹ = ۰$

ج) رسم نمودار کنترل:



د) بررسی نمودارهای کنترل:

همانطوریکه در نمودار دیدیم، میانگین نمونه های شماره ۲ و ۳ در نمودار کنترل میانگین و همچنین دامنه تغییرات نمونه شماره ۴ در نمودار کنترل دامنه تغییرات خارج شده اند؛ لذا داده های مربوط به این نمونه ها را باید حذف کرد و محاسبات را برای ۲۱ نمونه باقی مانده تکرار کرد که حدود کنترل جدید عبارت خواهد بود:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{۲۲/۳ - (۰/۴ + ۱/۲ + ۲/۲)}{۲۴ - ۳} = ۹۳/۵۳۶$$

$$\bar{R} = \frac{۲۲۴۴/۸۳ - (۹۲/۵۵ + ۹۴/۲۲ + ۹۳/۸)}{۲۴ - ۳} = ۰/۸۸$$

الف) نمودار میانگین:

$CL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} = ۹۳/۵۳۶$

$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_۲\bar{R} = ۹۳/۵۳۶ + (۰/۷۳ \times ۰/۸۸) = ۹۴/۱۷۸$

$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_۲\bar{R} = ۹۳/۵۳۶ - (۰/۷۳ \times ۰/۸۸) = ۹۲/۸۹۴$

www.takbook.com

ب) نمودار دامنه تغییرات:

$CL_R = \overline{R} = ۰/۸۸$

$UCL_R = D_۴\overline{R} = ۲/۲۸ \times ۰/۹۲۹ = ۲/۱۱۸$

$LCL_R = D_۴\overline{R} = ۰ \times ۰/۹۲۹ = ۰$

حال با رسم نمودار میانگین و نمودار دامنه تغییرات جدید با ۲۱ نمونه باقی مانده ملاحظه می شود که تماماً در بین حد های کنترل قرار می گیرند لذا داده ها همگن در نظر گرفته می شود و می توان در این مرحله حدود کنترل مربوط به نمودار میانگین و دامنه تغییرات را امتداد داده و برای کنترل بعدی فرآیند تولید از آن استفاده کرد.

هـ) چگونگی کنترل بعدی فرآیند تولید: برای کنترل بعدی (پیوسته) فرآیند تولید به ترتیب زیر عمل کنید:

۱- امتداد دادن حد های کنترلی: حد های کنترلی را که با استفاده از داده های مقدماتی همگن شده بدست آمده را امتداد دهید.

۲- انتخاب نمونه: در فواصل زمانی معین نمونه ای را از خط تولید مطابق با همان ترتیبی که در قبل عمل کردید انتخاب کنید و پس از اندازه گیری و ثبت مقادیر در فرم ثبت داده ها مقادر میانگین و دامنه تغییرات آن را بدست آورید.

۳- وارد کردن نقاط: مقادیر مربوط به میانگین و دامنه تغییرات هر نمونه را به صورت نقطه ای بر روی نمودار کنترل مربوط به خود وارد کنید.

و) قضاوت در مورد وضعیت فرآیند تولید:

تا هنگامی که نقاط مربوط به میانگین و دامنه تغییرات در بین حد های کنترل قرار دارد نشان دهنده آن است که فرآیند تولید در حالت کنترل قرار دارد و به تولید ادامه دهید.

هنگامی که نقطه ای خارج از حدود کنترلی قرار گیرد (چه در نمودار میانگین، چه در دامنه تغییرات و چه هر دو نمودار) نشان دهنده آن است که اشکالی در فرآیند تولید به وجود آمده و لازم است برای رفع اشکال اقدام مناسب انجام گیرد.

۸-۵-۲- نمودار کنترل میانگین و انحراف معیار (σ و $\overline{x}$)

در صورتی که با توجه به نوع و اهمیت فرآورده تولیدی بخواهیم تغییرات پراکندگی را با دقت بیشتری کنترل کنیم از نمودار کنترل انحراف معیار به جای دامنه تغییرات باید استفاده کنیم. کلیه مطالب عمومی ذکر شده برای نمودار کنترل میانگین و دامنه تغییرات در مورد این نوع نمودار کنترل نیز صادق است. مراحل تهیه و رسم نمودار کنترل میانگین و انحراف معیار به شرح زیر است:

الف) جمع آوری و تجزیه و تحلیل داده ها

www.takbook.com

ب) محاسبه میانگین

ج) محاسبه انحراف معیار $\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n}}$ یا $\sigma = \sqrt{\frac{\sum Fi(x-\bar{x})^2}{\sum Fi}}$

د) محاسبه خط مرکزی و حدود کنترل با استفاده از داده ها:

نمودار میانگین:

$$CL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}}{k}$$
$$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_1\bar{\sigma}$$
$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_1\bar{\sigma}$$

نمودار انحراف معیار:

$$CL_\sigma = \bar{\sigma} = \frac{\sum \sigma}{k}$$
$$UCL_\sigma = B_4\bar{\sigma}$$
$$LCL_\sigma = B_3\bar{\sigma}$$

هـ) رسم نمودار

ی) بررسی حالت ثبات یا همگن کردن

مثال ۲) یک دستگاه اتوماتیک، مهره هایی می سازد که باید قطر آنها کنترل شود. برای این منظور در نظر است از نمودار کنترل میانگین و انحراف معیار استفاده شود؛ لذا مدیر کنترل کیفیت در فواصل زمانی یک ساعت به یک ساعت، تعداد ۲۰ نمونه به حجم ۴ به عنوان داده های مقدماتی از فرآیند تولید انتخاب کرده و قطر هر یک از آنها را اندازه گیری نموده و نتایج را در جدول ثبت کرده است.

مطلوب است:

الف) تعیین میانگین و انحراف معیار برای هر نمونه و تعیین میانگین میانگین ها و میانگین انحراف معیار

ب) رسم نمودار های کنترل

ج) تعیین حدود کنترل همگن شده برای کنترل بعدی فرآیند تولید

www.takbook.com

مقادیر حاصل از اندازه گیری قطر مهره های فلزی

تاریخ	ساعت	شماره نمونه	مقادیر اندازه گیری				میانگین	انحراف معیار	دامنه تغییرات
			X_1	X_2	X_3	X_4			
۵/۱	۸	۱	۳۸/۵	۳۸/۶	۳۷/۱	۳۸/۴	۳۸/۱۵	۰/۷۰۴	۱/۵
۵/۱	۹	۲	۳۷/۷	۳۹/۰	۳۷/۳	۳۷/۴	۳۷/۸۵	۰/۷۸۵	۱/۷
۵/۱	۱۰	۳	۳۷/۷	۳۸/۳	۳۷/۴	۳۹/۵	۳۸/۲۲	۰/۹۲۹	۲/۱
۵/۱	۱۱	۴	۳۶/۳	۳۶/۵	۳۷/۱	۳۷/۴	۳۶/۸۲	۰/۵۱۲	۱/۱
۵/۱	۱۲	۵	۳۸/۲	۳۷/۰	۳۹/۲	۳۸/۰	۳۸/۱	۰/۹۰۲	۲/۲
۵/۱	۱۳	۶	۳۹/۲	۳۸/۳	۳۷/۶	۳۶/۱	۳۷/۸	۱/۳۰۸	۳/۱
۵/۱	۱۴	۷	۳۸/۸	۳۶/۲	۳۸/۲	۳۸/۷	۳۷/۹۵	۱/۲۱۲	۲/۶
۶/۱	۸	۸	۳۹/۸	۳۸/۸	۳۸/۲	۳۸/۵	۳۸/۸۲	۰/۶۹۵	۱/۶
۶/۱	۹	۹	۳۸/۳	۳۶/۷	۳۷/۸	۳۸/۱	۳۷/۷۲	۰/۷۱۳	۱/۶
۶/۱	۱۰	۱۰	۳۸/۸	۳۶/۹	۳۸/۳	۳۹/۰	۳۸/۲۵	۰/۹۴۷	۲/۱
۶/۱	۱۱	۱۱	۳۸/۵	۳۸/۶	۳۷/۱	۳۸/۲	۳۸/۱۵	۰/۷۰۴	۱/۵
۶/۱	۱۲	۱۲	۳۹/۵	۳۷/۲	۳۸/۱	۳۷/۹	۳۸/۱۸	۰/۹۶۴	۲/۳
۶/۱	۱۳	۱۳	۳۸/۱	۳۸/۳	۳۷/۸	۳۶/۷	۳۷/۷۲	۰/۷۱۳	۱/۶
۶/۱	۱۴	۱۴	۳۸/۲	۳۹/۰	۳۷/۲	۳۸/۰	۳۸/۱	۰/۶۴۰	۱/۸
۶/۲	۸	۱۵	۳۹/۰	۳۸/۳	۳۸/۸	۳۶/۹	۳۸/۲۵	۰/۹۴۷	۲/۱
۶/۲	۹	۱۶	۳۶/۹	۳۷/۸	۳۶/۲	۳۷/۰	۳۶/۹۸	۰/۵۶۷	۱/۶
۶/۲	۱۰	۱۷	۳۶/۲	۳۶/۶	۳۷/۲	۳۸/۲	۳۷/۰۵	۰/۷۵۳	۲
۶/۲	۱۱	۱۸	۳۸/۷	۳۹/۰	۳۹/۳	۳۸/۶	۳۸/۹	۰/۲۷۴	۰/۷
۶/۲	۱۲	۱۹	۳۸/۵	۳۸/۲	۳۸/۸	۳۹/۸	۳۸/۸۲	۰/۶۹۵	۱/۶
۶/۲	۱۳	۲۰	۳۷/۴	۳۷/۱	۳۶/۳	۳۶/۵	۳۶/۸۲	۰/۵۱۲	۱/۱

حل)

الف) تعیین شاخص های آماری

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}}{k} = \frac{۷۵۸/۶۵}{۲۰} = ۳۷/۹۳۲$$

$$\bar{\sigma} = \frac{\sum \sigma}{k} = \frac{۱۵/۴۷۶}{۲۰} = ۰/۷۷۴$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{k} = \frac{۳۵/۹}{۲۰} = ۱/۷۹۵$$

ب) تعیین خط مرکزی و حدود کنترل برای نمودارهای کنترل:

www.takbook.com

۱) نمودارهای کنترل میانگین:

$CL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} = ۳۷/۹۳۲$

$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_۱\bar{\sigma} = ۳۷/۹۳۲ + (۱/۸۸ \times ۰/۷۷۴) = ۳۹/۳۸۷$

$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_۱\bar{\sigma} = ۳۷/۹۳۲ - (۱/۸۸ \times ۰/۷۷۴) = ۳۶/۴۷۶$

۲) نمودار کنترل انحراف معیار:

$CL_{\sigma} = \bar{\sigma} = ۳۷/۷۷۴$

$UCL_{\sigma} = \bar{\bar{x}} + B_۴\bar{\sigma} = ۲/۲۶۶ \times ۰/۷۷۴ = ۱۷/۵۴$

$LCL_{\sigma} = B_۱\bar{\sigma} = ۰ \times ۰/۷۷۴ = ۰$

ضرایب $A_۱$ و $B_۳$ و $B_۴$ با توجه به حجم نمونه از جدول کتاب به دست آورده شده است.

ج) رسم نمودار های کنترل:

مثال ۳) برای کنترل مقاومت در برابر شکنندگی یک نوع مهره سرامیکی از دو نمودار کنترل میانگین و دامنه تغییرات و نمودارکنترل میانگین و انحراف معیار استفاده شده است. برای این منظور تعداد ۲۰ نمونه به حجم ۱۰ از فرآیند تولید انتخاب و مقادیر میانگین و انحراف معیار و دامنه تغییرات برای هر نمونه پس از انجام محاسبات $\sum \bar{x}$=۷۵۸/۶۵ و $\sum\sigma$ =۱۵/۴۷۶ و $\sum R$ =۳۵/۹ گرم شده است.

مطلوب است:

الف) تعیین شاخص های آماری

ب) تعیین خط مرکزی و حدود کنترل برای نمودار کنترل میانگین و دامنه تغییرات

ج) تعیین خط مرکزی و حدود کنترل برای نمودار کنترل میانگین و انحراف معیار

د) دو نوع نمودار را با هم مقایسه کنید و با ذکر دلیل مشخص کنید، کدامیک دارای دقت بیشتری است؟

هـ) در صورتیکه کلیه نقاط وارد شده بر روی نمودار های کنترل در بین حدود کنترل قرار داشته باشند یا به عبارت دیگر، فرآیند تولید تحت کنترل آماری قرار داشته باشد، انحراف معیار واقعی فرآیند تولید را تعیین کنید.

حل)

الف) تعیین شاخص های آماری

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum\bar{x}}{k} = \frac{۷۵۸/۶۵}{۲۰} = ۳۷/۹۳۲$$

$$\bar{\sigma} = \frac{\sum\sigma}{k} = \frac{۱۵/۴۷۶}{۲۰} = ۰/۷۷۴$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{k} = \frac{۳۵/۹}{۲۰} = ۱/۷۹۵$$

ب) تعیین خط مرکزی و حدود کنترل نمودار کنترل ($\bar{x}$ و σ):

۱) نمودار کنترل میانگین:

$CL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} = ۳۷/۹۳۲$

$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_۱\bar{\sigma} = ۳۷/۹۳۲ + (۱/۰۲۸ \times ۰/۷۷۴) = ۳۸/۷۲۸$

$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_۱\bar{\sigma} = ۳۷/۹۳۲ - (۱/۰۲۸ \times ۰/۷۷۴) = ۳۷/۱۳۶$

www.takbook.com

۲) نمودار کنترل انحراف معیار:

$CL_{\sigma} = \overline{\sigma} = ۰/۷۷۴$

$UCL_{\sigma} = \bar{\bar{x}} + B_{۴}\overline{\sigma} = ۱/۷۱۶ \times ۰/۷۷۴ = ۱/۳۲۸$

$LCL_{\sigma} = B_{۳}\overline{\sigma} = ۰/۲۸۴ \times ۰/۷۷۴ = ۰/۲۱۹$

ج) تعیین خط مرکزی و حدود نمودار کنترل ($\bar{x}$ و R)

۱) نمودار کنترل میانگین:

$CL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} = ۳۷/۹۳۲$

$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_{۲}\overline{\sigma} = ۳۷/۹۳۲ + (۰/۳۰۸ \times ۱/۷۹۵) = ۳۸/۴۸۵$

$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_{۲}\overline{\sigma} = ۳۷/۹۳۲ - (۰/۳۰۸ \times ۱/۷۹۵) = ۳۷/۳۷۹$

۲) نمودار کنترل دامنه تغییرات:

$CL_{R} = \overline{R} = ۱/۷۹۵$

$UCL_{R} = D_{۴}\overline{\sigma} = ۱/۷۷۷ \times ۱/۷۹۵ = ۳/۱۸۹$

$LCL_{R} = D_{۳}\overline{\sigma} = ۰/۲۲۳ \times ۱/۷۹۵ = ۰/۴۰۰$

د) همانطور که می دانید برای محاسبه انحراف معیار کلیه اعداد حاصل از اندازه گیری در محاسبات وارد می شود ولی در دامنه تغییرات فقط دو عدد بزرگترین و کوچکترین از اعداد نمونه در محاسبات وارد می شود، در نتیجه مقدار انحراف معیار شاخصی گویا تر و دقیق تر برای پراکندگی در مقایسه با دامنه تغییرات است.

این موضوع همچنین از مقایسه فاصله بین حدود کنترل نمودار کنترل انحراف معیار با نمودار کنترل دامنه تغییرات نیز مشخص می شود که نشانگر بیشتر بودن دقت نمودار کنترل انحراف معیار در کشف علت های قابل تشخیص یا مزاحم است.

هـ) هنگامیکه فرآیند تولید تحت کنترل آماری قرار داشته باشد در این حالت انحراف معیار واقعی فرآیند تولید را با استفاده از اطلاعات بدست آمده به عنوان شاخص های پراکندگی برای تهیه و رسم نمودار کنترل می توان محاسبه کرد، برای محاسبه انحراف معیار فرآیند تولید از رابطه های زیر استفاده می شود:

۱- روش انحراف معیار: $\acute{\sigma} = \frac{\overline{\sigma}}{C_{۲}}$

۲- روش دامنه تغییرات: $\acute{\sigma} = \frac{\overline{R}}{d_{۲}}$

ضرایب $c_{۲}$ و $d_{۲}$ با توجه به حجم نمونه از جدول کتاب تعیین می شوند؛ بنابراین برای مثال بالا انحراف معیار واقعی فرآیند تولید به تر تیب زیر محاسبه می شود:

۱- روش انحراف معیار: $\overline{\sigma} = \frac{\overline{\sigma}}{C_2} = \frac{۰/۷۷۴}{۰/۹۲۳} = ۰/۸۳۸$

۲- روش دامنه تغییرات: $\overline{\sigma} = \frac{\overline{R}}{d_2} = \frac{۱/۷۹۵}{۳/۰۷۸} = ۰/۵۸۳$

www.takbook.com

۸-۶- نمودار های کنترل برای مشخصه های کیفی (وصفی)

مشخصه های وصفی مشخصه هایی هستند که نتایج حاصل از بررسی و آزمون آنها نه با عدد و رقم پیوسته که با نام " سالم و معیبوب" یا " مطابق یا غیر مطابق با استاندارد" و یا "خوب و بد" بیان می شود.

بسیاری از مشخصه های کیفی، قابل توصیف با عدد نیستند و تنها می توان آنها را بررسی و با عبارات وصفی ثبت نمود. در هنگام کنترل مشخصه های وصفی، فقط از یک نمودار کنترل استفاده می شود؛ چون این نمودار تابع توزیع دوجمله ای یا پواسون هستند، در حالیکه در مورد نمودارهای کنترل برای مقادیر کمی از یک زوج نمودار استفاده می شد؛ چون این نوع نمودار های کنترل تابع توزیع نرمال هستند. بطور کلی نمودارهای کنترل، برای کنترل مشخصه های کیفی یا وصفی گوناگون اند که در اینجا به مهمترین آنها اشاره می شود.

الف) نمودار کنترل نسبت اقلام معیوب یا نمودار کنترل p

ب) نمودار کنترل تعداد اقلام معیوب یا نمودار کنترل n.p

ج) نمودار کنترل تعداد نقص ها در واحد محصول با حجم نمونه ثابت یا نمودار کنترل C

د) نمودار کنترل نقص ها در واحد محصول با حجم نمونه متغیر یا نمودار کنترل U

۸-۶-۱- نمودار کنترل نسبت اقلام معیوب یا نمودار کنترل P

هنگامی که اقلام موجود در یک نمونه بعد از بازرسی به دو گروه سالم و معیوب یا خوب و بد تقسیم می شوند، در این حالت برای کنترل مشخصه کیفی مورد نظر باید از نمودار کنترل نسبت اقلام معیوب یا نمودار P استفاده کرد. چگونگی تهیه و رسم و نتیجه گیری از این نوع نمودارهای کنترل را با ذکر مثال مرحله به مرحله شرح می دهیم.

مثال ۴) کارخانه صنایع فلزی ایران تولید کننده قوطی های فلزی مورد استفاده در کارخانه های تولیدی کمپوت و کنسرو است. در قوطی های فلزی کامل بودن اتصال حائز اهمیت بسیاری است زیرا در صورت ناقص بودن باعث فاسد شدن مواد غذایی درونشان می شود. مدیر کنترل کیفیت کارخانه تولید کننده کمپوت و کنسرو با توجه به اهمیت مشخصه کیفی اتصال در کیفیت محصول نهایی از مدیر کنترل کیفیت کارخانه صنایع فلزی ایران خواسته است تا در فرآیند تولید از نمودار کنترل نسبت اقلام معیوب استفاده شود. برای این منظور در فواصل زمانی یک ساعت به یک ساعت و در چهار شیفت تولید تعداد ۲۵ نمونه به حجم ۵۰ به عنوان داده های مقدماتی جمع آوری و پس از تعیین تعداد اقلام معیوب در هر نمونه نتایج در پنج ستون اول جدول زیر ثبت شده اند. مطلوب است:

الف) خط مرکزی و حدود کنترل نمودار نسبت اقلام معیوب

ب) تعیین حدود کنترل همگن شده برای کنترل بعدی فرآیند

ج) رسم نمودار کنترل نسبت اقلام معیوب

د) بررسی حالت ثبات یا همگن کردن

www.takbook.com

جدول شماره ۱: فرم ثبت داده ها برای نمودار کنترل نسبت اقلام معیوب

نام محصول: قوطی فلزی یک کیلویی　　روش کنترل:　　دفعات نمونه گیری: یک ساعت

مشخصه کیفی مورد کنترل: اتصال　　مشخصات فنی:　　مدت کنترل: چهار ساعت متوالی تولید

محل کنترل:　　نام بازرس:　　نام بازرس ارشد:

تاریخ	ساعت	تعداد متوسط K	حجم نمونه n	تعداد اقلام معیوب C	نسبت اقلام معیوب P
۶/۱	۸	۱	۵۰	۳	۰/۰۶
۶/۱	۹	۲	۵۰	۸	۰/۱۶
۶/۱	۱۰	۳	۵۰	۳	۰/۰۶
۶/۱	۱۱	۴	۵۰	۵	۰/۱۰
۶/۱	۱۲	۵	۵۰	۴	۰/۰۸
۶/۱	۱۳	۶	۵۰	۱۰	۰/۲۰
۶/۱	۱۴	۷	۵۰	۱۰	۰/۲۰
۶/۲	۸	۸	۵۰	۹	۰/۱۸
۶/۲	۹	۹	۵۰	۴	۰/۰۸
۶/۲	۱۰	۱۰	۵۰	۶	۰/۱۲
۶/۲	۱۱	۱۱	۵۰	۹	۰/۱۸
۶/۲	۱۲	۱۲	۵۰	۸	۰/۱۶
۶/۲	۱۳	۱۳	۵۰	۱۲	۰/۲۴
۶/۲	۱۴	۱۴	۵۰	۶	۰/۱۲
۶/۳	۸	۱۵	۵۰	۸	۰/۱۶
۶/۳	۹	۱۶	۵۰	۸	۰/۱۶
۶/۳	۱۰	۱۷	۵۰	۱۰	۰/۲۰
۶/۳	۱۱	۱۸	۵۰	۱۳	۰/۲۶
۶/۳	۱۲	۱۹	۵۰	۹	۰/۱۸
۶/۳	۱۳	۲۰	۵۰	۵	۰/۱۰
۶/۳	۱۴	۲۱	۵۰	۷	۰/۱۴
۶/۴	۸	۲۲	۵۰	۹	۰/۱۸
۶/۴	۹	۲۳	۵۰	۵	۰/۱۰
۶/۴	۱۰	۲۴	۵۰	۳	۰/۲۶
۶/۴	۱۱	۲۵	۵۰	۱۳	۰/۲۶

www.takbook.com

حل:

الف) تعیین شاخص های آماری

$$\text{نسبت اقلام معیوب} = P = \frac{\text{تعداد اقلام معیوب مشاهده شده در هر نمونه}}{\text{حجم نمونه}}$$

$$\bar{P} = \frac{\text{مجموع تعداد اقلام معیوب مشاهده شده در کل نمونه ها}}{\text{تعداد کل اقلام بازرسی شده}} = \frac{\sum C}{K.n} = \frac{۱۸۷}{۲۵\times۵۰} = ۰/۱۵$$

که در این رابطه:

$\bar{P}$ = میانگین نسبت اقلام معیوب n = حجم نمونه

C = تعداد اقلام معیوب K = تعداد نمونه

برای تعیین میانگین نسبت اقلام معیوب از رابطه زیر می توان بهره برد:

$$\bar{P} = \frac{\text{مجموع نسبت اقلام معیوب در کل نمونه ها}}{\text{تعداد نمونه}} = \frac{\sum P}{K} = \frac{۳/۷۴}{۲۵} = ۰/۱۵$$

ب) تعیین خط مرکزی و حدود کنترل برای نمودار کنترل P

$CL_P = \bar{P}$ $\qquad$ $CL_P = ۰/۱۵$

$UCL_P = \bar{P} + ۳\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$ $\qquad$ $UCL_P = ۰/۱۵ + ۳\sqrt{\frac{۰/۱۵ \times ۰/۸۵}{۵۰}} = ۰/۳۰۲$

$LCL_P = \bar{P} - ۳\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$ $\qquad$ $LCL_P = ۰/۱۵ - ۳\sqrt{\frac{۰/۱۵ \times ۰/۸۵}{۵۰}} = -۰/۰۰۲$

یادآوری: هنگامی که مقدار LCL منفی شود آن را برابر با صفر در نظر می گیریم.

ج) رسم نمودار:

همچنانکه در نمودار دیده می شود؛ چون هیچ یک از مقادیر نسبت اقلام معیوب مربوط به ۲۵ نمونه انتخاب شده به عنوان داده های مقدماتی خارج از حد کنترل بالایی و پایین قرار نگرفته اند؛ لذا داده های مقدماتی در همین مرحله همگن شده در نظر گرفته می شوند و از این حدود کنترل برای کنترل بعدی فرآیند تولید می توان استفاده کرد.

۸-۶-۲- نمودار کنترل تعداد اقلام معیوب یا نمودار کنترل np

نمودار کنترل تعداد اقلام معیوب بسیار مشابه نمودار کنترل نسبت اقلام معیوب است ولی در مقایسه دارای محاسبات کمتر و ساده تری است، از طرف دیگر چون پس از انتخاب نمونه و تعیین اقلام معیوب در آن نتیجه مستقیماً و بدون انجام محاسبه به صورت نقطه ای بر روی نمودار کنترل وارد می شود؛ لذا قضاوت و تعیین وضعیت فرآیند تولید با سرعت و سهولت بیشتری امکان پذیر است، یعنی بجای اینکه نسبت اقلام معیوب را کنترل کنیم تعداد اقلام معیوب را کنترل می کنیم. خط مرکزی و حدود کنترل برای نمودار کنترل تعداد اقلام معیوب با استفاده از روابط زیر بدست آورده می شود:

$$n\bar{P} = \frac{\sum C}{K}$$

$$CL_{nP} = n\bar{P}$$

www.takbook.com

$$UCL_{nP} = n\bar{P} + ۳\sqrt{n\bar{P}(۱ - \bar{P})}$$

$$LCL_{nP} = n\bar{P} - ۳\sqrt{n\bar{P}(۱ - \bar{P})}$$

مثال ۵) با توجه به مثال قبل، اگر کارخانه صنایع فلزی ایران بخواهد فرآیند تولید خود را با استفاده از نمودار کنترل تعداد اقلام معیوب (nP) به جای نمودار کنترل نسبت اقلام معیوب (P) مورد کنترل قرار دهد، در این حالت با در نظر گرفتن فرضیات مثال کارخانه فوق و مشخصات نمونه های اخذ شده در جدول مزبور تعیین کنید:

الف) خط مرکزی و حدود کنترل نمودار کنترل تعداد اقلام معیوب

ب) رسم نمودار حدود کنترل همگن شده برای کنترل بعدی فرایند تولید

$$\bar{P} = \frac{\sum C}{K.n} = \frac{۱۸۷}{۲۵\times۵۰} = ۰/۱۵$$

$$n\bar{P} = \frac{\sum C}{K.n} = \frac{۱۸۷}{۲۵} = ۷/۵$$

یا $n\bar{P} = ۵۰ \times ۰/۱۵ = ۷/۵$

$$CL_{nP} = n\bar{P} = ۵۰ \times ۰/۱۵ = ۷/۵$$

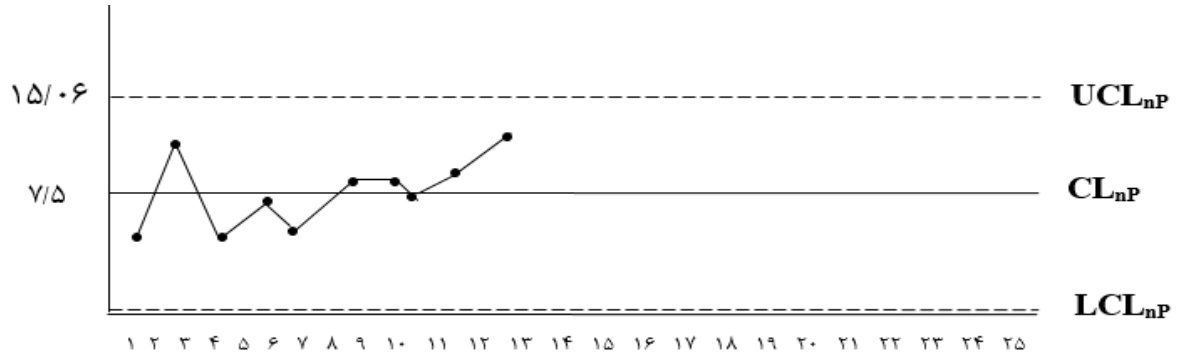
$$UCL_{nP} = n\bar{P} + ۳\sqrt{n\bar{P}(1 - \bar{P})} \quad \Rightarrow \quad ۷/۵+۳\sqrt{۷/۵\ (۱ - ۰/۱۵)} = ۱۵/۰۶$$

$$LCL_{nP} = n\bar{P} - ۳\sqrt{n\bar{P}(1 - \bar{P})} \quad \Rightarrow \quad ۷/۵-۳\sqrt{۷/۵\ (۱ - ۰/۱۵)} = -۰/۰۶$$

یادآوری: چون مقدار حد پایین منفی شده است برابر صفر در نظر گرفته می شود.

ب) رسم نمودار کنترل np:

برای رسم نمودار کنترل np، مشابه با سایر نمودار های کنترل، محور مختصات را رسم کرده و سپس خط مرکزی و حدود کنترل را به صورت خط مستقیم بر روی آن مشخص می کنیم. حال تعداد اقلام معیوب مربوط به هر نمونه را به ترتیب به صورت نقطه ای بر روی نمودار رسم شده وارد می کنیم.



نتیجه:

چون کلیه نقاط مربوط به ۲۵ نمونه در بین حدود کنترل قرار دارند؛ لذا داده های مقدماتی را همگن شده می توان در نظر گرفت و از حدود کنترل تعیین شده برای کنترل بعدی فرآیند تولید می توان استفاده کرد.

www.takbook.com

۸-۶-۳- نمودار های کنترل تعداد نقص ها در واحد محصول

از این نوع نمودار ها ی کنترلی برای کنترل تعداد نقایص در واحد محصول برای مثال تعداد زدگی در سطح معینی از سیم و کابل الکتریکی، تعداد خراش های سطحی بدنه یخچال، تعداد اتصالات ناقص در یک بُرد الکتریکی، تعداد حوادث روزانه در جاده ها و سایر نواقص مشابه استفاده می شود، این نمودار های کنترلی بر دو نوع هستند:

الف) نمودار کنترل تعداد نقص ها در واحد محصول با حجم ثابت یا نمودار C

ب) نمودار کنترل تعداد نقص ها در واحد محصول با حجم متغیر یا نمودار u

بدیهی است نمودار کنترل C به دلیل سهولت محاسبات دارای کاربد بیشتری است . در نمودار کنترل u حدود کنترل به صورت خط مستقیم نیست. چگونگی تهیه و ترسیم و نتیجه گیری از این نوع نمودار های کنترل را با ذکر چند مثال شرح می دهیم.

۸-۶-۳-۱- نمودار کنترل تعداد نقص ها در واحد محصول با حجم ثابت یا نمودار C

چگونگی تهیه و رسم و نتیجه گیری از این نوع نمودارهای کنترل را با ذکر مثال مرحله به مرحله شرح می دهیم.

مثال ۶) در یک کارخانه تولید بطری های شیشه ای برای کنترل حباب های هوا در هر بطری در نظر است از نمودار کنترل تعداد نقص در واحد محصول (نمودار C) استفاده شود ، برای این منظور تعداد ۳۰ نمونه به حجم ۵ بطری در فواصل زمانی یک ساعت به یک ساعت در مدت پنج روز متوالی تولید به عنوان داده های مقدماتی از تولیدات کارخانه انتخاب و پس از شمارش تعداد حباب های هوا در هر نمونه نتایج در جدول زیر ثبت شده است ، مطلوب است :

الف) تعیین خط مرکزی و حدود کنترل برای نمودار کنترل C

ب) تعیین حدود کنترل همگن شده برای کنترل بعدی فرآیند تولید

جدول شماره ۲: فرم ثبت داده ها برای نمودار کنترل نسبت اقلام معیوب

نام محصول: بطری شیشه ای	روش کنترل: چشمی	دفعات نمونه گیری: ۱ساعت‌به ۱ساعت
مشخصه کیفی مورد کنترل: تعداد حباب های هوا		مدت کنترل: ۵ روز متوالی تولید
محل کنترل: انتهای خط تولید	نام بازرس:	نام بازرس ارشد:
حجم واحد محصول: ۵ بطری شیشه ای		

www.takbook.com

تاریخ	ساعت	شماره نمونه	تعداد نقایص C
۲/۱	۸	۱	۱
۲/۱	۹	۲	۱
۲/۱	۱۰	۳	۳
۲/۱	۱۱	۴	۷
۲/۱	۱۲	۵	۸
۲/۱	۱۳	۶	۱
۲/۱	۱۴	۷	۲
۲/۲	۸	۸	۶
۲/۲	۹	۹	۱
۲/۲	۱۰	۱۰	۱
۲/۲	۱۱	۱۱	۱۰
۲/۲	۱۲	۱۲	۵
۲/۲	۱۳	۱۳	۰
۲/۲	۱۴	۱۴	۱۹
۲/۳	۸	۱۵	۱۶
۲/۳	۹	۱۶	۲۰
۲/۳	۱۰	۱۷	۱
۲/۳	۱۱	۱۸	۶
۲/۳	۱۲	۱۹	۱۲
۲/۳	۱۳	۲۰	۴
۲/۳	۱۴	۲۱	۵
۲/۴	۸	۲۲	۱
۲/۴	۹	۲۳	۸
۲/۴	۱۰	۲۴	۷
۲/۴	۱۱	۲۵	۹
۲/۴	۱۲	۲۶	۲
۲/۴	۱۳	۲۷	۳
۲/۴	۱۴	۲۸	۱۴
۲/۵	۸	۲۹	۶
۲/۵	۹	۳۰	۸

حل:

در نمودار C، تعداد نقص در واحد محصول مورد کنترل قرار می گیرد و ممکن است در بعضی از موارد بر طبق مشخصات فنی وجود یک یا تعدادی نقص در واحد محصول مجاز باشد و باعث معیوب شدن محصول گردد. از این نوع نمودار کنترل فقط هنگامی می توان استفاده کرد که حجم واحد محصول برای تمام نمونه ها ثابت باشد، واحد محصول از یک یا چند قطعه می تواند تشکیل شود. خط مرکزی و حدود کنترل برای نمودار کنترل تعداد نقص در واحد محصول با حجم ثابت با استفاده از روابط زیر به دست می آید:

$$\bar{C} = \frac{\sum C}{K} \quad \text{و} \quad L_C = \bar{C} \quad \text{و} \quad UCL_C = \bar{C} + ۳\sqrt{\bar{C}} \quad \text{و} \quad LCL_C = \bar{C} - ۳\sqrt{\bar{C}}$$

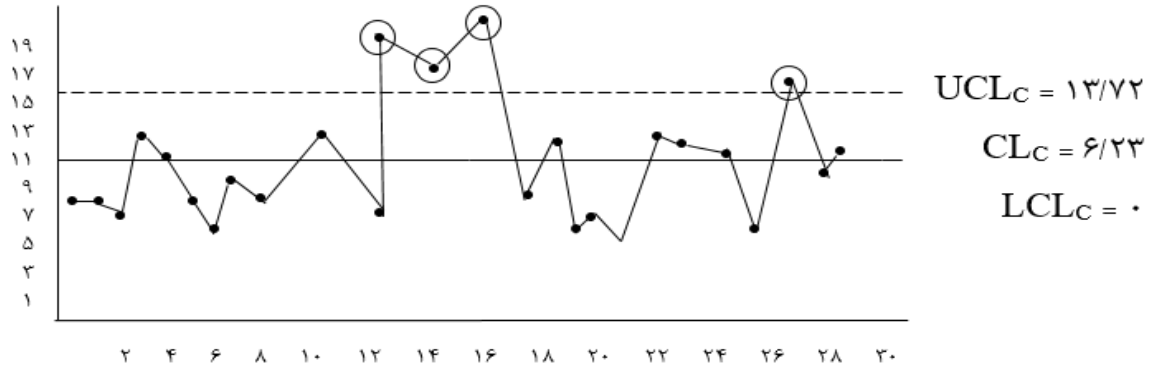
بنابراین خواهیم داشت:

www.takbook.com

الف)

$\bar{C} = {}^{۱۸۷}/_{۳۰} = ۶/۲۳$ $\quad CL_C = ۶/۲۳$

$UCL_C = ۶/۲۳ + ۳\sqrt{۶/۲۳} = ۱۳/۷۲$ $\quad LCL_C = ۶/۲۳ - ۳\sqrt{۶/۲۳} = -۱/۲۶$



با توجه به نمودار فوق مشاهده می شود که نقاط مربوط به نمونه های ۱۴ و ۱۵ و ۱۶ و ۲۸ از حد کنترل بالایی خارج شده اند لذا داده های مقدماتی همگن نمی باشند و برای همگن کردن آنها باید داده های مربوط به نمونه های ذکر شده از کل داده ها خارج شده و برای داده های باقی مانده (۲۶ نمونه) مجدداً محاسبات تکرار شود لذا در این حالت خواهیم داشت:

$$\bar{C} = \frac{۱۸۷-(۱۹+۱۶+۲۰+۱۴)}{۳۰-۴} = \frac{۱۱۸}{۲۶} = ۴/۵۴$$

$CL_C = ۴/۵۴$ $\quad UCL_C = ۴/۵۴ + ۳\sqrt{۴/۵۴} = ۱۰/۹۳$

$LCL_C = ۴/۵۴ - ۳\sqrt{۴/۵۴} = -۱/۸۵$

چون مقدار LCL منفی شده است آن را صفر در نظر می گیریم. حالا تعداد نقایص هر نمونه را با حدود کنترل جدید مقایسه می کنیم، در این حالت نیز چون نقطه مربوط به نمونه ۱۹ از حد کنترل بالایی خارج شده است هنوز داده های مقدماتی همگن نبوده و برای همگن کردن این نمونه را نیز حذف کرده و برای ۲۵ نمونه باقی مانده مجدداً محاسبات را تکرار می کنیم، بنابراین خواهیم داشت:

$$\bar{C} = \frac{۱۱۸-۱۲}{۲۶-۱} = \frac{۱۰۶}{۲۵} = ۴/۲۴$$

$CL_C = ۴/۲۴$

$UCL_C = ۴/۲۴ + ۳\sqrt{۴/۲۴} = ۱۰/۴۲$ $\quad LCL_C = ۴/۲۴ - ۳\sqrt{۴/۲۴} = -۱/۹۴$

حد پایینی را صفر در نظر می گیریم زیرا منفی است.

حالا تعداد نقایص هر نمونه را با حدود بالا و پایین کنترل جدید مقایسه می کنیم، لذا در این حالت چون کلیه نقاط مربوط به ۲۵ نمونه در زیر حد کنترل بالایی قرار گرفته بنابراین داده های مقدماتی را همگن شده در نظر می گیریم و حدود کنترل را ادامه می دهیم و از آنها برای کنترل بعدی فرآیند تولید استفاده می کنیم.

۸-۶-۴- نمودار کنترل تعداد نقص ها در واحد محصول با حجم متغیر یا نمودار u

چگونگی تهیه و رسم و نتیجه گیری از این نوع نمودارهای کنترل را با ذکر مثال مرحله به مرحله شرح می دهیم.

www.takbook.com

مثال ۷) در یک کارخانه نساجی برای کنترل تعداد نقص های مربوط به در رفتگی در توپهای پارچه تولیدی در نظر است از نمودار کنترل تعداد نقص ها در واحد محصول استفاده شود. در این کارخانه چون حجم تولید روزانه متفاوت است؛ لذا حجم نمونه هایی که انتخاب می شوند نیز متغیر است، برای این منظور در فواصل زمانی سه ساعت به سه ساعت نمونه هایی با حجم متفاوت در سه روز متوالی تولید به عنوان داده های مقدماتی از تولیدات کارخانه انتخاب و پس از بررسی و شمارش تعداد نقص ها در توپهای پارچه موجود در هر نمونه نتایج در پنج ستون اول در جدول زیر ثبت شده اند. مطلوب است:

الف) تعیین خط مرکزی و حدود کنترل برای نمودار u

ب) تعیین حدود کنترل همگن شده برای کنترل بعدی فرآیند تولید

ج) آیا تعداد نمونه های انتخاب شده به عنوان داده های مقدماتی برای تعیین حدود کنترل همگن شده و قابل اعتماد برای کنترل بعدی فرآیند تولید کافی است یا خیر؟

جدول شماره ۳) فرم ثبت داده ها برای نمودار کنترل تعداد نقایص در واحد محصول (حجم نمونه متغیر)

نام محصول: پارچه فاستونی روش کنترل: چشمی دفعات نمونه گیری: ۳ساعت‌به ۳ساعت

مشخصه کیفی مورد کنترل: تعداد در رفتگی مدت کنترل: ۳ روز متوالی تولید

محل کنترل: انتهای خط تولید نام بازرس: نام بازرس ارشد:

حجم واحد محصول: متغیر

تاریخ	ساعت	شماره نمونه	حجم واحد محصول	تعداد نقایص C	نسبت‌نقص‌در واحد محصول U	حد کنترل بالایی UCL	حد کنترل پایینی LCL
۵/۱	۸	۱	۲۰	۲۷	۱/۳۵	۲/۰۹	۰/۵۵
۵/۱	۱۱	۲	۲۰	۲۳	۱/۱۵	۲/۰۹	۰/۵۵
۵/۱	۱۴	۳	۲۰	۳۰	۱/۵۰	۲/۰۹	۰/۵۵
۵/۲	۸	۴	۲۱	۲۸	۱/۳۳	۲/۰۷	۰/۵۷
۵/۲	۱۱	۵	۲۲	۲۹	۱/۳۲	۲/۰۶	۰/۵۸
۵/۲	۱۴	۶	۲۲	۳۱	۱/۴۱	۲/۰۶	۰/۵۸
۵/۳	۸	۷	۲۳	۳۷	۱/۶۱	۲/۰۴	۰/۶۰
۵/۳	۱۱	۸	۳۳	۲۹	۰/۸۸	۱/۹۲	۰/۷۲
۵/۳	۱۴	۹	۲۳	۳۶	۱/۵۷	۲/۰۴	۰/۶۰
۵/۴	۸	۱۰	۲۱	۲۷	۱/۲۹	۲/۰۷	۰/۵۷
			∑=۲۲۵	∑=۲۹۷			

حل)

www.takbook.com

در این نوع نمودار کنترل تعداد نقص ها در واحد محصول چون حجم نمونه، از نمونه ای به نمونه دیگر متغیر است؛ لذا بر خلاف حالتی که حجم نمونه ثابت است، حدود کنترل به صورت خط مستقیم نیست. به عبارت دیگر هر نمونه با توجه به حجم آن دارای حدود کنترل اختصاصی برای خود است، باتوجه به این موضوع حدهای کنترلی بالایی و پایینی برای هر نمونه با استفاده از رابطه های زیر تعیین و نتایج در ستون های ۷ و ۸ جدول ثبت شده اند. نمودار کنترل حاصل نیز در شکل نشان داده شده است. بنابراین خط مرکزی و حدود کنترل برای نمونه های شماره ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ... عبارتند از:

$$\text{نسبت نقص در واحد محصول} = U = \frac{\text{تعداد نقص ها}}{\text{حجم واحد محصول}}$$

$$\bar{u} = \frac{\sum c}{\sum n} = \frac{۲۹۷}{۲۲۵} = ۱/۳۲$$

$$u_1 = \frac{\text{تعداد نقص ها}}{\text{حجم واحد محصول}} = \frac{۲۷}{۲۰} = ۱/۳۵$$

نمونه اول:

$$CL_C = ۱/۳۲$$

$$LCL_C = \bar{u} - ۳\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} = ۱/۳۲ - ۳\sqrt{\frac{۱/۳۲}{۲۰}} = ۰/۵۵$$

$$UCL_C = \bar{u} + ۳\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} = ۱/۳۲ + ۳\sqrt{\frac{۱/۳۲}{۲۰}} = ۲/۰۹$$

خط مرکزی و حدود کنترل برای نمونه های دوم و سوم نیز مساوی نمونه اول است؛ چرا که حجم نمونه در هر سه مورد برابر است. $u_۲ = \frac{۲۳}{۲۰} = ۱/۱۵$ و $u_۳ = \frac{۳۰}{۲۰} = ۱/۵$ می شود.

نمونه چهارم:

$$u_4 = \frac{۲۸}{۲۱} = ۱/۳۳$$

$$CL_u = \bar{u} = ۱/۳۲$$

$$LCL_C = \bar{u} - ۳\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} = ۱/۳۲ - ۳\sqrt{\frac{۱/۳۲}{۲۱}} = ۰/۵۷$$

$$UCL_C = \bar{u} + ۳\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} = ۱/۳۲ + ۳\sqrt{\frac{۱/۳۲}{۲۱}} = ۲/۰۷$$

نمونه پنجم:

$$u_5 = \frac{۲۹}{۲۲} = ۱/۳۲$$

$$CL_u = \bar{u} = ۱/۳۲$$

$$LCL_C = \bar{u} - ۳\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} = ۱/۳۲ - ۳\sqrt{\frac{1/32}{22}} = ۰/۵۸$$

$$UCL_C = \bar{u} + ۳\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} = ۱/۳۲ + ۳\sqrt{\frac{1/32}{22}} = ۲/۰۶$$

خط مرکزی و حدود کنترل برای نمونه ششم برابر با نمونه پنجم است. $u_۶ = \frac{۳۱}{۲۲} = ۱/۴۱$

نمونه هفتم:

$$u_7 = \frac{۳۷}{۲۳} = ۱/۶۱$$

$$CL_u = \bar{u} = ۱/۳۲$$

$$LCL_C = \bar{u} - ۳\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} = ۱/۳۲ - ۳\sqrt{\frac{1/32}{23}} = ۰/۶۰$$

$$UCL_C = \bar{u} + ۳\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} = ۱/۳۲ + ۳\sqrt{\frac{1/32}{23}} = ۲/۰۴$$

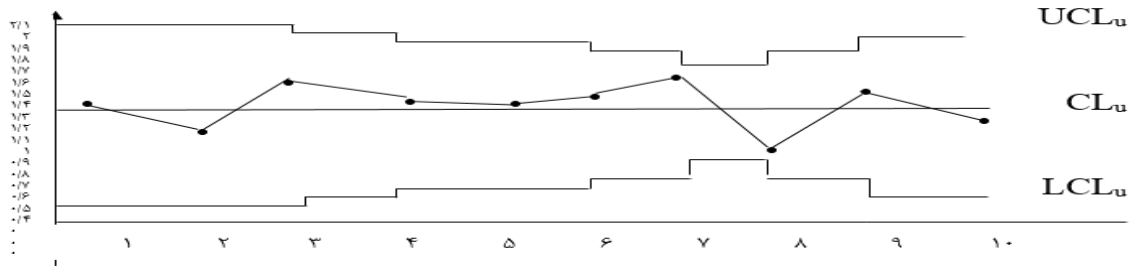
نمونه هشتم:

www.takbook.com

$$u_8 = \frac{۲۹}{۳۳} = ۰/۸۸$$
$$CL_u = \bar{u} = ۱/۳۲$$
$$LCL_C = \bar{u} - ۳\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} = ۱/۳۲ - ۳\sqrt{\frac{1/32}{33}} = ۰/۷۲$$
$$UCL_C = \bar{u} + ۳\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} = ۱/۳۲ + ۳\sqrt{\frac{1/32}{33}} = ۱/۹۲$$

خط مرکزی و حدود کنترل برای نمونه نهم برابر با نمونه هفتم است و خط مرکزی و حدود کنترل نمونه دهم هم مساوی نمونه چهارم است. لذا خواهیم داشت:

$$u_{۱۰} = \frac{۲۷}{۲۱} = ۱/۲۹ \text{ و } u_۹ = \frac{۳۶}{۲۳} = ۱/۵۷$$



در این حالت یا مرحله نسبت نقص ها در واحد محصول (u) مربوط به هر نمونه را به ترتیب بصورت نقطه بر روی نمودار وارد کردیم. چون هیچ یک از نقاط از حدود کنترل خارج نشده اند، می توان نتیجه گرفت که داده های مقدماتی همگن هستند.

ج) خیر، برای اینکه از طریق همگن کردن به حدود کنترل قابل اعتمادی برای کنترل بعدی (دائمی) فرآیند تولید بتوان دست یافت، ضروری است که تعداد نمونه های انتخاب شده به عنوان داده های مقدماتی حداقل بین ۲۰ تا ۳۰ نمونه باشد، لذا در این مثال چون تعداد نمونه های انتخاب شده برابر ۱۰ نمونه است (k =۱۰)، لذا حدود کنترل بدست آمده چندان قابل اعتماد نیست.

- لازم به یادآوری است که از حدود کنترل همگن شده نیز نمی توان بطور دائمی برای کنترل فرآیند تولید استفاده کرد، بلکه برای حفظ دقت کنترل ضروری است بر حسب هر ۲۰۰ نقطه (نمونه) برای فرآیند تولیدی که تحت تاثیر تغییرات زیاد هستند (برای مثال تولید لامپ روشنایی) و هر ۵۰۰ نقطه (نمونه) برای فرآیند های تولیدی که تحت تاثیر تغییرات زیاد نیستند (برای مثال تولید پیچ های فلزی)، داده های مربوط به ۲۵ نمونه آخر مجدداً به عنوان داده های مقدماتی در نظر گرفته شده و حدود کنترل جدید محاسبه و برای کنترل ۲۰۰ یا ۵۰۰ نمونه بعدی از این حدود کنترل استفاده شود. بدیهی است در چنین حالتی اگر تغییرات عمده ای در فرآیند تولید (مثبت یا منفی) رخ نداده باشد، حدود کنترل جدید برابر یا نزدیک به حدود کنترل قبلی خواهند بود، ولی معمولاً چون به تدریج با استفاده از نمودار کنترل، دقت فرآیند تولید افزایش یافته است، حدود کنترل جدید کمی محدود تر از حدود کنترل قبل خواهد بود.

www.takbook.com

فصل ۹

نمونه گیری برای رد یا قبول انباشته

۹-۱- مقدمه

نمونه گیری به منظور رد یا قبول محصولات یک بخش عمده کنترل کیفیت آماری است، به عنوان مثال، یک کارخانه، مواد اولیه، قطعات نیم ساخته یا تمام شده مورد نیاز خود را از یک یا چند کارخانه دیگر خریداری می کند. در یک کارخانه همچنین بخش های مختلف قطعات یا قسمت های نیمه ساخته را از بخش های ما قبل دریافت و با اضافه کردن قطعات یا قسمت هایی که آنها را تکمیل تر کرده و به بخش های بعدی تحویل داده یا آنها را به محصول نهایی تبدیل می کنند. در هر یک از این حالت ها، دو طرف در برابر یکدیگر قرار دارند. تولید کننده و مصرف کننده، فروشنده و خریدار یا تحویل دهنده و تحویل گیرنده.

بطور کلی همواره تولید کننده یا فروشنده یا تحویل دهنده انتظار دارد اگر انباشته ای که عرضه می کند دارای کیفیت در سطح مطلوب یا مورد توافق است ، انباشته از سوی طرف مقابل پذیرفته شود و از طرف دیگر مصرف کننده یا خریدار یا تحویل گیرنده نیز انتظار دارد، اگر انباشته ای دریافت می کند دارای کیفیت در سطح مطلوب یا توافق شده باشد، در غیر اینصورت، انباشته پذیرفته نشود. هنگامی که یک انباشته برای بازرسی عرضه می شود، در نظر گرفتن هزینه های بازرسی، نوع و اهمیت مشخصه های کیفی یا صفت مورد مطالعه، سرعت عمل، قیمت قلم کالا و غیره برای پذیرش یا رد آن می توان به صورت های زیر عمل کرد:

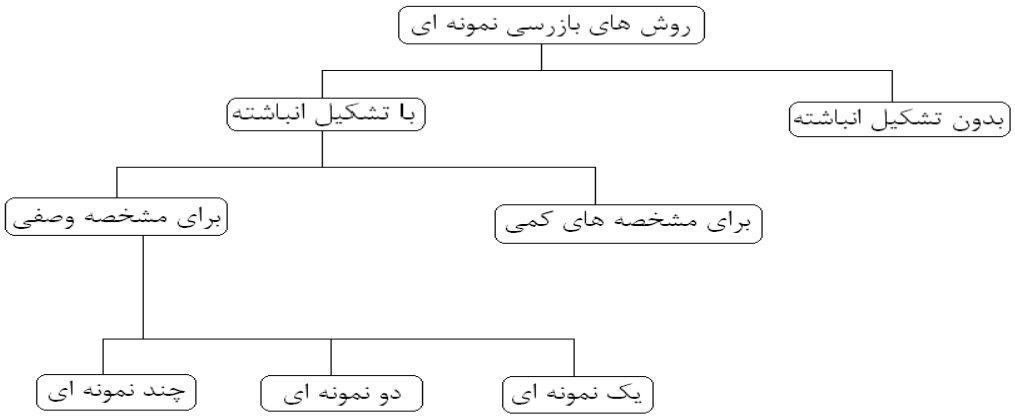
www.takbook.com

۱- *بازرسی صد در صد؛ یعنی بازرسی تک تک اقلام موجود در انباشته*

۲- *نمونه گیری بر پایه آمار که به آن بازرسی نمونه ای یا نمونه گیری به منظور رد یا قبول گویند.*

۹-۲- انواع روش های بازرسی نمونه ای (قبول با استفاده از نمونه گیری)

روش های نمونه گیری برای رد یا قبول یا بازرسی نمونه ای به انواع گوناگون تقسیم بندی شده اند که در نمودار زیر نشان داده شده اند:



۹-۲-۱- تشکیل انباشته

بدین معنی است که انباشته ای از محصول موجود است و مطلوب این است که روشی برای رد و قبول انباشته طرح گردد، امروزه در میان روش های رد یا قبول یا بازرسی نمونه ای با مشخصه های وصفی کاربرد بیشتری دارد.

۹-۲-۱-۱- انواع روش های بازرسی نمونه ای با تشکیل انباشته

الف) بازرسی نمونه ای برای مشخصه های وصفی

در بازرسی برای مشخصه های وصفی، اقلام تشکیل دهنده نمونه پس از بازرسی به دو گروه سالم و معیوب تقسیم و قضاوت در مورد انباشته با توجه به تعداد اقلام معیوب مشاهده شده به عمل می آید.

ب) بازرسی نمونه ای برای مشخصه های کمی

در بازرسی برای مشخصه های کمی بر روی اقلام تشکیل دهنده نمونه یک یا چند اندازه گیری انجام گرفته و قضاوت در مورد انباشته با توجه به مقادیر عددی به دست آمده و تعیین شاخص های آماری مربوطه بعمل می آید.

در بازرسی برای مشخصه های کمی چون با مقادیر عددی حاصل از اندازه گیری اقلام نمونه سر و کار داریم؛ لذا از اطلاعات دقیق تری از وضعیت انباشته یا فرآیند مورد بررسی بدست می آید. در بازرسی برای مشخصه های کمی حجم نمونه نسبت به حجم نمونه در بازرسی برای مشخصه های وصفی کوچکتر است، بی آنکه این موضوع در دقت

www.takbook.com

قضاوت کاهشی بوجود آورد. در بازرسی برای مشخصه های وصفی حجم نمونه بزرگتر است؛ ولی چون روش اجرایی آن از نظر پرسنل – نسبت داده ها – مواد مصرفی و ... ساده تر و کم هزینه تر است؛ لذا در صنعت دارای کاربرد بیشتری نسبت به بازرسی برای مشخصه های کمی است.

۹-۳- بازرسی نمونه ای برای مشخصه های وصفی

۱- روش بازرسی تک نمونه ای ۲- روش بازرسی جفت نمونه ای، ۳- روش بازرسی چند نمونه ای

۹-۳-۱- روش بازرسی تک نمونه ای برای مشخصه های وصفی

دستورالعمل این روش به صورت زیر است:

۱- نمونه ای تصادفی به اندازه n از انباشته گرفته شود. در این حالت تصادفی بودن نمونه به این معنا است که شانس همه قطعات انباشته برای انتخاب شدن در نمونه برابر است.

۲- تک تک اجزای نمونه جهت سالم یا معیوب بودن بررسی شود و تعداد سالم و معیوب مشخص شود.

۳- حداکثر تعداد اقلام معیوب مجاز یا عدد پذیرش (A) تعیین شود.

۴- عدد رومی (R) مشخص شود.

بنابراین یک روش بازرسی تک نمونه ای با چهار نماد؛ یعنی: N (حجم انباشته)، n (حجم نمونه)، C (عدد پذیرش) و R (عدد رومی) معرفی می شود که معمولاً آن را به صورت زیر نمایش می دهند.

$$\begin{bmatrix} N \\ n \\ C \\ R \end{bmatrix}$$

در این روش تصمیم گیری در مورد پذیرش یا رد انباشته بر اساس نتایج حاصل از بازرسی یک نمونه که از انباشته مورد بررسی انتخاب می شود، بعمل می آید و به همین دلیل به این روش تک نمونه ای گویند. در این روش، ابتدا نمونه ای به حجم n بصورت تصادفی از انباشته مورد بررسی به حجم N انتخاب شده و تک تک اقلام تشکیل دهنده نمونه مورد بررسی قرار می گیرند. پس از بازرسی اگر تعداد اقلام معیوب مشاهده شده در نمونه برابر یا کوچکتر از عدد پذیرش باشد، انباشته پذیرفته می شود؛ اگر برابر یا بزرگتر از عدد رومی باشد، انباشته رد می شود. در روش تک نمونه ای چون همواره عدد ردی یک عدد بیشتر از عدد قبولی است؛ لذا در بسیاری از موارد فقط عدد پذیرش را ذکر می کنند و این نماد را به صورت زیر نمایش می دهند.

$$\begin{bmatrix} N \\ n \\ C \end{bmatrix}$$

مثال ۱) یک نماد روش بازرسی نمونه ای به صورت زیر است، آن را تعریف کنید

$$\begin{cases} N = ۱۰۰۰ \\ n = ۱۲۵ \\ C = ۵ \\ R = ۶ \end{cases}$$

حل)

www.takbook.com

نماد نشان داده شده می گوید از یک انباشته شامل ۱۰۰۰ قلم کالا نمونه ای به حجم ۱۲۵ با استفاده از جدول اعدا تصادفی انتخاب کنید و تک تک آنها را نسبت به شاخص مورد نظر مورد بازرسی قرار دهید. اگر پس از بازرسی تعداد اقلام معیوب برابر یا کمتر از ۵ بود، انباشته را بپذیرید و اگر تعداد اقلام معیوب مشاهده شده برابر یا بیشتر از ۶ بود، انباشته را رد کنید. همانطور که ملاحظه شد، روش اجرایی و در نهایت قضاوت در مورد پذیرش یا رد انباشته چندان مشکل نیست و مهمترین موارد کلیدی که با توجه به هزینه، سرعت عمل، دقت و حمایت مورد نظر در تصمیم گیری باید تعیین گردند؛ عبارتند از : حجم انباشته، حجم نمونه، عدد پذیرش و همچنین انتخاب اقلام تشکیل دهنده نمونه به طور کاملاً تصادفی است.

۹-۳-۲- روش بازرسی جفت نمونه ای برای مشخصه های وصفی

یک روش بازرسی جفت نمونه ای با هفت نماد معرفی می شود که معمولاً به صورت کلی زیر نمایش داده می شود:

$$\begin{bmatrix} N & & \\ n_1 & A_1 & R_1 \\ n_2 & A_2 & R_2 \end{bmatrix}$$

N : حجم انباشته

n_1 : حجم نمونه اول

n_2 : حجم نمونه دوم

A_1 : عدد پذیرش نمونه اول

A_2 : عدد پذیرش نمونه دوم

R_1 : عدد رومی نمونه اول

R_2 : عدد رومی نمونه دوم

در این روش تصمیم گیری در مورد رد یا پذیرش انباشته بر اساس نتایج حاصل از بازرسی اولین نمونه یا هر دو نمونه مورد برسی که به صورت تصادفی انتخاب می شوند بعمل می آید. در این روش چون در برخی موارد انتخاب نمونه دوم نیز ضرورت می یابد به آن جفت نمونه ای گویند. در این روش ابتدا نمونه اول به حجم n_1 از انباشته مورد برسی به حجم N به صورت تصادفی انتخاب شده و تک تک اقلام تشکیل دهنده نمونه مورد بازرسی قرار می گیرند، که سه حالت به وجود می آید:

الف) پذیرش انباشته

ب) رد انباشته

ج) انتخاب نمونه دوم

بدین معنی که اگر تعداد اقلام معیوب مشاهده شده در نمونه اول برابر یا کمتر از عدد پذیرش نمونه اول باشد، انباشته با همان نمونه اول مورد پذیرش قرار می گیرد و اگر تعداد اقلام معیوب برابر یا بیشتر از عدد رومی نمونه اول باشد، انباشته با همان نمونه اول رد می شود؛ اما اگر تعداد اقلام معیوب در نمونه اول بین عدد رومی و عدد پذیرش

www.takbook.com

نمونه اول قرار گرفت، می باست نمونه دوم را انتخاب نمود؛ به عبارت دیگر، با نتایج حاصل از بررسی اول نمی توان در مورد رد یا پذیرش نمونه تصمیم گیری کرد.

در بازرسی جفت نمونه ای، همواره بین عدد پذیرش و عدد رومی نمونه اول فاصله وجود دارد. پس در انتخاب نمونه دوم و بازرسی تک تک اقلام تشکیل دهنده آن، اگر تعداد اقلام معیوب مشاهده شده در نمونه اول و دوم برابر یا کوچکتر از عدد پذیرش نمونه دوم باشد، انباشته با نمونه دوم پذیرفته می شود و اگر مجموع اقلام معیوب در نمونه اول و دوم برابر یا بزرگتر از عدد رومی نمونه دوم باشد، انباشته با نمونه دوم رد می شود؛ به عبارت دیگر، در مورد رد یا قبول انباشته با نمونه دوم تصمیم گیری می شود.

عدد رومی نمونه دوم، همواره یک عدد بیشتر از عدد پذیرش نمونه دوم است و به همین دلیل تصمیم گیری با نمونه دوم حتمی است.

مثال ۲) نماد یک روش بازرسی نمونه ای به صورت زیر است، آن را تعریف کنید:

$$\begin{array}{lll} N = ۵۰۰۰ & C_۱ = ۱ & R_۱ = ۴ \\ n_۱ - ۱۲۵ & C_۲ = ۴ & R_۲ = ۵ \\ n_۲ = ۱۲۵ & & \end{array}$$

حل)

با توجه به این نماد چون دارای دو حجم نمونه، عدد پذیرش و عدد رومی است؛ لذا روش بازرسی جفت نمونه ای است و باید ابتدا نمونه اول را به طور تصادفی از انباشته انتخاب و تک تک اقلام نمونه را نسبت به شاخص مورد نظر مورد بررسی قرار داد (پس از انجام بازرسی نمونه اول اگر تعداد اقلام معیوب مشاهده شده برابر یا کمتر از عدد ۱ بود: انباشته با همان نمونه اول پذیرفته می شود و اگر تعداد اقلام معیوب مشاهده شده برابر یا بزرگتر از ۴ بود، انباشته به همان نمونه اول رد می شود، ولی اگر تعداد اقلام معیوب مشاهده شده بین ۱ و ۴ بود با نمونه اول راجع به رد یا پذیرش انباشته نمی توان تصمیم گیری کرد و باید نمونه دوم انتخاب گردد).

۹-۳-۳- روش بازرسی چند نمونه ای برای مشخصه های وصفی

همانطور که در طرح دو نمونه ای ممکن است تصمیم گیری در مورد رد یا قبول انباشته تا گرفتن نمونه دوم به تاخیر افتد، روش های دیگری نیز وجود دارد که امکان تصمیم گیری راجع به انباشته را تا چندین بار نمونه گیری، البته در صورت لزوم به تعویق اندازد. عبارت چند نمونه ای معمولاً هنگامی مورد استفاده قرار می گیرد که تعداد سه بار نمونه گیری یا بیشتر برای اخذ تصمیم در مورد رد یا قبول انباشته مجاز باشد.

www.takbook.com

۹-۴- منحنی مشخصه عملکرد یا منحنی OC

این منحنی همانطور که از نامش بر می آید مشخصات عملیاتی یک روش نمونه گیری را نشان می دهد. هدف اولیه بازرسی نمونه ای این است که میان قطعات و کالاهای خوب و بد فرق گذاشته شود (منحنی OC نشان می دهد که یک روش نمونه گیری چگونه و به چه میزان میان انباشته های خوب و بد تفاوت قائل می شود). این منحنی نشان دهنده رابطه میان درصد ضایعات انباشته و احتمال پذیرش آن با روش بازرسی نمونه ای است؛ بنحوی که محور افقی نشانگر درصد ضایعات انباشته و محور عمودی نشانگر احتمال پذیرش انباشته بوسیله روش بازرسی نمونه ای است.

❖ **تذکر:** یک منحنی مشخصات عملیاتی نشان می دهد که یک نمونه چگونه نماینده مجموعه خود است.

از منحنی مشخصه عملکرد برای مقایسه توانایی یا کارایی یک یا چند روش بازرسی نمونه ای برای جدا کردن انباشته های خوب (در سطح کیفیت مورد نظر) از انباشته های بد (نامرغوب) می توان استفاده کرد، به طوری که هر چه شیب منحنی بیشتر باشد توانایی روش نمونه ای برای جداکردن انباشته های خوب از انباشته های بد بیشتر خواهد بود. برای رسم منحنی مشخصه عملکرد از توزیع پواسن که تخمین مناسبی برای توزیع دوجمله ای است استفاده می شود. بخصوص زمانی که تعداد نمونه بسیار بالا و احتمال موفقیت خیلی کم است. (P < ٪۵ و n>۲۰)

یعنی بجای توزیع دوجمله ای می توان از توزیع پواسن استفاده کرد که به صورت زیر است:

$$P(X = x) = \frac{e^{-\lambda}(\lambda)^x}{x!}$$

np یا $\lambda = \delta_x^2$ = متوسط توزیع

e = عدد نپر یا ۲/۷۱۸

λ را پارامتر پواسن می نامند و در محاسبه منحنی OC این پارامتر با np برابراست که n اندازه نمونه و P درصد ضایعات انباشته است. از طرف دیگر می دانیم که در یک روش بازرسی نمونه ای احتمال پذیرش انباشته برابر است با احتمال کوچکتر بودن یا مساوی تعداد ضایعات نمونه معین؛ یعنی اگر عدد قبولی را با x و احتمال پذیرش را با P_x و تعداد ضایعات را با C نشان دهیم خواهیم داشت :

$$P_x = P(x \leq C)$$

بنابراین با استفاده از فرمول پواسن، فرمول محاسبه P_x در منحنی OC، بدست می آید:

$$P_x = P(x \leq C) = \sum_{x=0}^{C} \frac{e^{-\lambda}(\lambda)^x}{x!}$$

برای سادگی و سهولت بیشتر کار بر اساس رابطه فوق و به ازای مقادیر مختلف C و P و n مقادیر مختلف P_x یا احتمال پذیرش در جدول پیوست کتاب الفبای کیفیت آمده است.

مثال ۳) یک طرح نمونه گیری دارای حجم انباشته N=۳۰۰۰ و اندازه نمونه n=۱۰۰ و عدد پذیرش A=۲ است، منحنی مشخصه عملکرد را برای طرح نمونه گیری رسم کرده و نتایج حاصل از آن را بررسی کنید.

www.takbook.com

حل)

تشکیل جدول به صورتی که در ستون اول به دلخواه اعداد ۱٪ تا ۱۰٪ را به عنوان درصد اقلام معیوب انتخاب و ثبت می کنیم. معمولاً برای رسم منحنی مشخصه عملکرد به هفت نقطه نیاز است و هر عدد کمتر از ۱۰ را می توان به عنوان درصد اقلام معیوب انتخاب کرد. در ستون دوم حاصل ضرب حجم نمونه در درصد اقلام معیوب انتخاب شده را به ترتیب تعیین می کنیم. در ستون سوم با توجه به مقادیر np و با در نظر گرفتن عدد پذیرش $A \leq ۲$ احتمال پذیرش (P_x) را از طریق پواسن تجمعی یا با رجوع به جداول پواسن تجمعی بدست می آوریم.

P	$\lambda = n.p$	Pα
۰/۰۱	۱	۰/۹۲
۰/۰۲	۲	۰/۶۷۷
۰/۰۳	۳	۰/۴۲۳
۰/۰۴	۴	۰/۲۳۸
۰/۰۵	۵	۰/۱۲۵
۰/۰۶	۶	۰/۰۶۲
۰/۰۷	۷	۰/۰۳
۰/۰۸	۸	۰/۰۱۴
۰/۰۹	۹	۰/۰۰۶
۰/۱۰	۱۰	۰/۰۰۳
۰/۱۱	۱۱	۰

اگر $\lambda=۱$

$$P(x) = \frac{e^{-\lambda}(\lambda)^x}{x!}$$

$$P(x = ۰) = \frac{e^{-۱}(۱)^۰}{۰!} = ۰/۳۶۸$$

$$P(x = ۱) = \frac{e^{-۱}(۱)^۱}{۱!} = ۰/۳۶۸$$

$$P(x = ۲) = \frac{e^{-۱}(۱)^۲}{۲!} = ۰/۱۸۴$$

$$P(x\leq ۲) = P(x=۰) + P(x=۱) + P(x=۲) = ۰/۳۶۸ + ۰/۳۶۸ + ۰/۱۸۴ = ۰/۹۲$$

اگر $\lambda=۲$

$$P(x = ۰) = \frac{e^{-۲}(۱)^۰}{۰!} = ۰/۱۳۵$$

$$P(x = ۱) = \frac{e^{-۲}(۱)^۱}{۱!} = ۰/۲۷۱$$

www.takbook.com

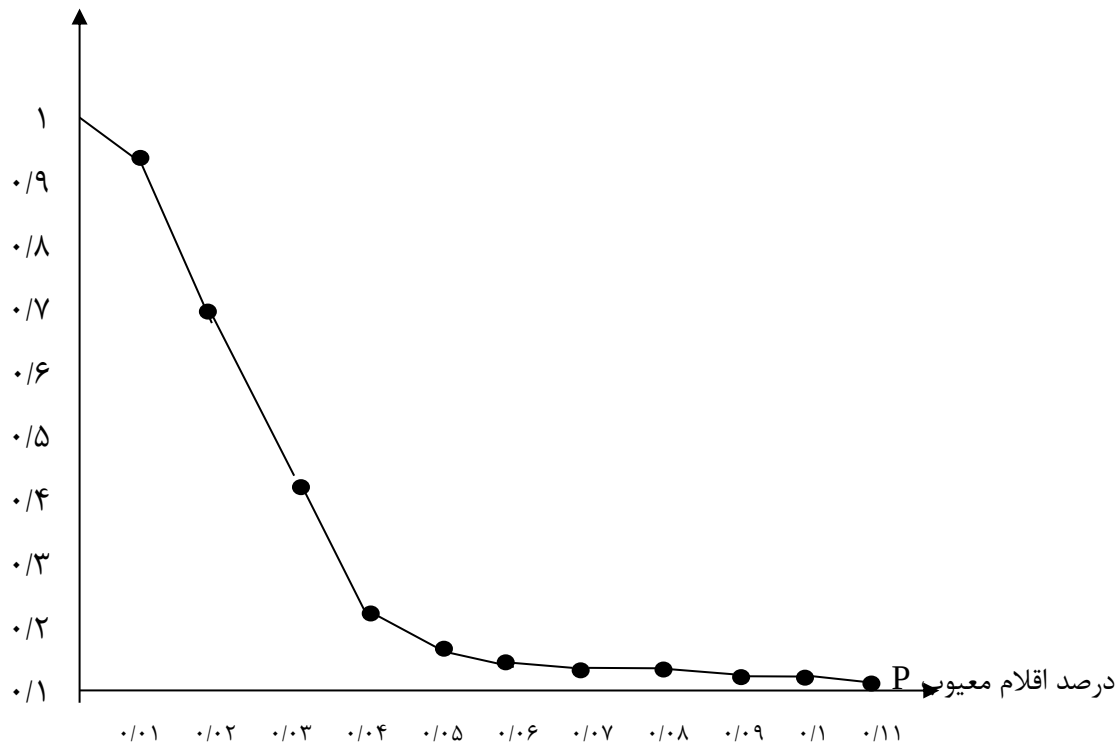
$$P(x=۲) = \frac{e^{-۲}(۱)^{۲}}{۲!} = ۰/۲۷۱$$

$P(x\leq ۲) = P(x=۰) + P(x=۱) + P(x=۲) = ۰/۱۳۵ + ۰/۲۷۱ + ۰/۲۷۱ = ۰/۶۷۷$

حال برای ۱۱ و ... و۳و۴ =λ نیز، محاسبات را بدین گونه انجام می دهیم. جهت سهولت در محاسبات می توان از جدول پواسن که در پیوست کتاب آمده است، استفاده کنیم.

- **رسم منحنی مشخصه مثال ۳:**

اگر فرضاً اقلام معیوب ۲٪ باشد، تقریباً ۶۸٪ از انباشته های عرضه شده بوسیله این رویه بازرسی پذیرفته می شود و ۳۲٪ انباشته ها رد می شود.



مثال ۴) روش بازرسی نمونه ای به صورت زیر تعیین شده است، منحنی مشخصه عملکرد را برای روش بازرسی رسم کرده و نتایج حاصل از آن را بررسی کنید.

$N = ۵۰۰۰$ و $n = ۲۰۰$ و $Ac \leq ۷$ و $R \geq ۸$

اگر ۵۰ انباشته که دارای درصد اقلام معیوب زیر هستند، جهت بازرسی عرضه شوند؛ چه نتایجی از منحنی مشخصه عملکرد گرفته می شود. حالات زیر را بررسی کنید:

www.takbook.com

الف) ۱۰ انباشته دارای صفر درصد اقلام معیوب

ب) ۱۰ انباشته دارای ۲/۳ درصد اقلام معیوب

ج) ۱۰ انباشته دارای ۳/۵ درصد اقلام معیوب

د) ۱۰ انباشته دارای ۶ درصد اقلام معیوب

ه) ۱۰ انباشته دارای ۱۰ درصد اقلام معیوب

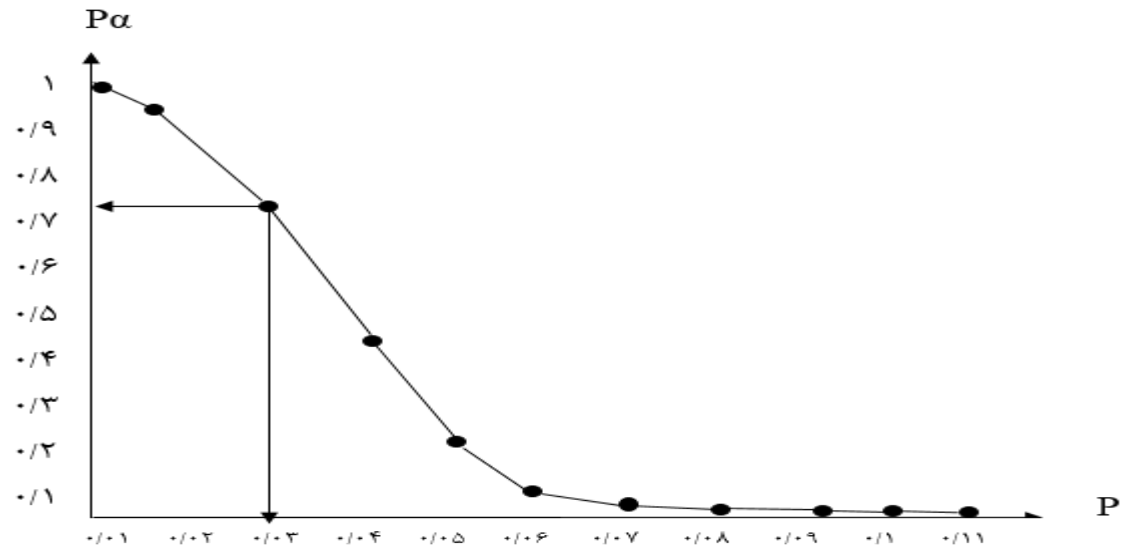
حل)

تشکیل جدول و انتخاب اعداد دلخواه یک تا ده درصد بعنوان درصد اقلام معیوب (P) و تعیین np و محاسبه احتمال پذیرش (Px) با استفاده جدول پواسن تجمعی برای $Ac \leq ۷$ و $n = ۲۰۰$

P درصد اقلام معیوب	٪۱	٪۲	٪۳	٪۴	٪۵	٪۶	٪۷	٪۸	٪۹	۰/۱	۰/۱۱
n.p	۲	۴	۶	۸	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰	۲۲
Pα احتمال پذیرش	۰/۹۹۹	۰/۹۴۹	۰/۷۴۴	۰/۴۵۳	۰/۲۲	۰/۰۹	۰/۰۳۲	۰/۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰

➢ **رسم منحنی مثال ۴:**

اگر اقلام معیوب ۳٪ باشد تقریباً ۷۴٪ از انباشته های عرضه شده بوسیله رویه بازرسی پذیرفته می شوند؛ لذا داریم:



بنابر فرض، اگر تعدادی انباشته که اقلام آن مربوط به فرایند تولیدی است که از قبل می دانیم، دارای ۳٪ معیوب است، جهت بازرسی بر طبق روش بازرسی ذکر شده عرضه شود؛ در این حالت با توجه به نمودار و تعیین درصد اقلام معیوب بر روی محور افقی و اتصال آن به منحنی و سپس محور عمودی، احتمال پذیرش برابر ۷۴٪ خواهد بود؛ به عبارت دیگر، از هر چهار انباشته ارسالی، سه انباشته پذیرفته و یک انباشته رد می شود. نتایج حاصل از بازرسی انباشته های فوق به طور متوسط به ترتیب زیر خواهد بود:

الف) در مورد ۱۰ انباشته دارای صفر درصد اقلام معیوب، هر ده انباشته پذیرفته می شود.

www.takbook.com

ب) در مورد ۱۰ انباشته دارای ۲/۳ درصد اقلام معیوب، نه انباشته پذیرفته و یکی رد می شود.

ج) در مورد ۱۰ انباشته دارای ۳/۵ درصد اقلام معیوب، شش انباشته پذیرفته و چهار انباشته، رد می شود.

د) در مورد ۱۰ انباشته دارای ۶ درصد اقلام معیوب، یک انباشته پذیرفته و نه انباشته، رد می شود.

هـ) در مورد ۱۰ انباشته دارای ۱۰ درصد اقلام معیوب، هر ده انباشته ارسالی، رد می شود.

۹-۴-۱- اثر حجم نمونه و عدد پذیرش بر منحنی عملکرد (منحنی OC):

با افزایش حجم نمونه، منحنی دارای شیب زیادتری می شود و توانایی آن بیشتر می شود و به منحنی ایده آل نزدیکتر می شود؛ یعنی به یک خط مستقیم عمودی نزدیک می شود؛ بنابراین مشتری تعداد کمتری انباشته های با کیفیت بد پذیرفته شده، خواهد داشت و تولید کننده نیز، با تعداد کمتری انباشته های با کیفیت خوب رد شده، مواجه خواهد بود.

مثال ۵) کدامیک از روش های بازرسی نمونه ای زیر مناسب تر است، تفسیر کنید.

(۱)

N = ۵۰۰۰
n = ۱۰۰
AC = ۱

P	n.p	Pα
۱٪	۱	۰/۷۳۶
۲٪	۲	۰/۴۰۶
۳٪	۳	۰/۱۹۹
۴٪	۴	۰/۰۹۲
۵٪	۵	۰/۰۴
۶٪	۶	۰/۰۱۷
۷٪	۷	۰/۰۰۷
۸٪	۸	۰/۰۰۳
۹٪	۹	۰/۰۰۱
۰/۱۰	۱۰	۰

(۲)

N = ۵۰۰۰
n = ۱۴۰
AC = ۱

P	n.p	Pα
۱٪	۱/۴	۰/۵۹۲
۲٪	۲/۸	۰/۲۳۱
۳٪	۴/۷	۰/۰۷۸
۴٪	۵/۶	۰/۰۲۴
۵٪	۷	۰/۰۰۷
۶٪	۸/۴	۰/۰۰۲
۷٪	۹/۸	۰
۸٪	۱۱/۲	۰
۹٪	۱۲/۶	۰
۰/۱۰	۱۴	۰

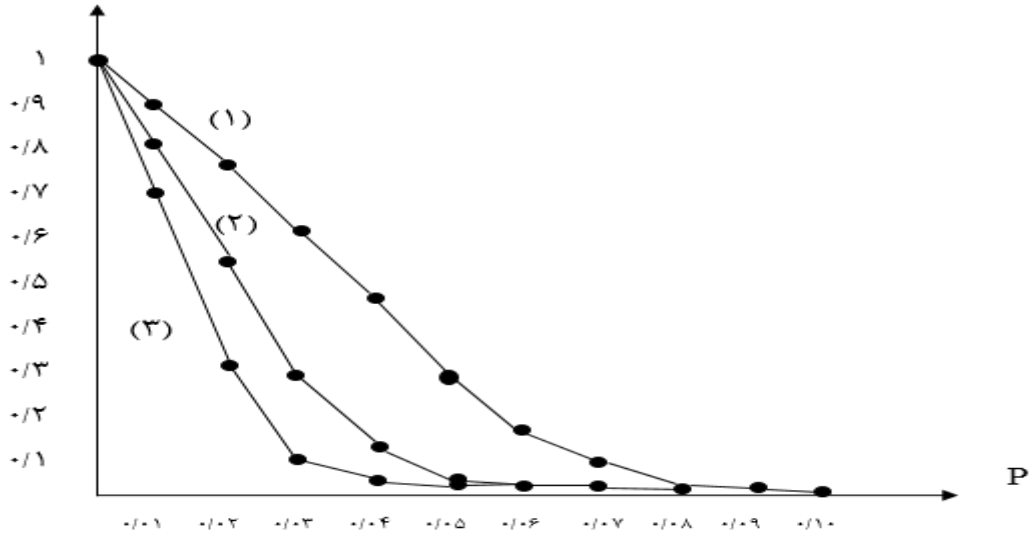
(۳)

N = ۵۰۰۰
n = ۲۰۰
AC = ۱

P	n.p	Pα
۱٪	۲	۰/۴۰۶
۲٪	۴	۰/۰۹۲
۳٪	۶	۰/۰۱۷
۴٪	۸	۰/۰۰۳
۵٪	۱۰	۰
۶٪	۱۲	۰
۷٪	۱۴	۰
۸٪	۱۶	۰
۹٪	۱۸	۰
۰/۱۰	۲۰	۰

حل)

www.takbook.com



با مشاهده نمودار فوق می توان دریافت که با فرض ثابت بودن عدد پذیرش و حجم انباشته، هر چقدر حجم نمونه بیشتر باشد، شیب منحنی عملکرد (OC) بیشتر شده و احتمال پذیرش کاهش می یابد؛ یعنی احتمال اینکه انباشته با کیفیت بد پذیرفته شود، کاهش می یابد.

۹-۴-۲- اثر عدد پذیرش بر منحنی مشخصه عملکرد (OC)

با ثابت بودن حجم نمونه و با کاهش عدد پذیرش، شیب منحنی مشخصه عملکرد زیادتر می شود؛ بنابراین با کاهش عدد پذیرش، روش بازرسی نمونه ای برای جدا کردن انباشته های خوب از بد با درصد اقلام معیوب، کمتر دارای توانایی بیشتری می گردد.

مثال ۶) منحنی مشخصه عملکرد را برای سه حالت زیر ترسیم کرده و آن را تفسیر نمایید.

(۱)
N = ۲۰۰۰
n = ۱۰۰
AC = ۲

P	Pα
۱٪	۰/۷۳۶
۲٪	۰/۴۰۶
۳٪	۰/۱۹۹
۴٪	۰/۰۹۲
۵٪	۰/۰۴
۶٪	۰/۰۱۷
۷٪	۰/۰۰۷
۸٪	۰/۰۰۳
۹٪	۰/۰۰۱
۰/۱۰	۰

(۲)
N = ۲۰۰۰
n = ۱۰۰
AC = ۱

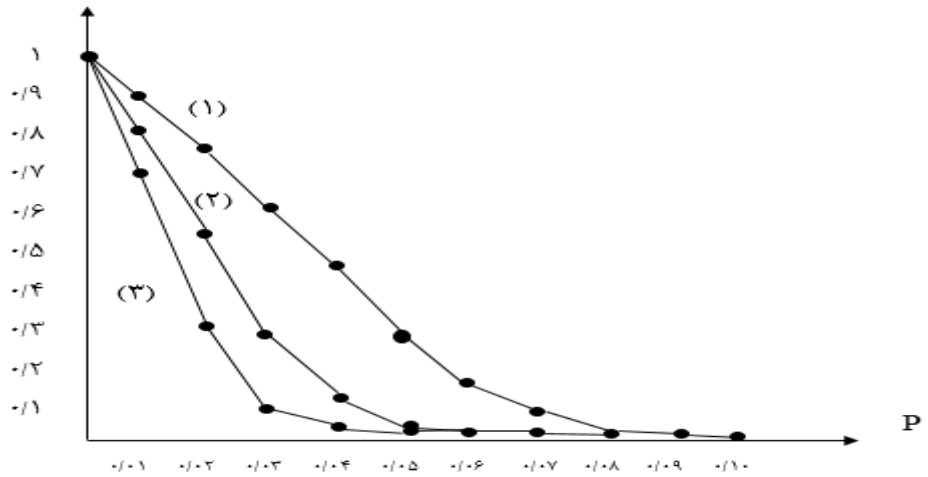
P	Pα
۰/۳۶۸	۰/۹۲۰
۰/۱۳۵	۰/۶۷۷
۰/۰۵	۰/۴۲۳
۰/۰۱۸	۰/۲۳۸
۰/۰۰۷	۰/۱۲۵
۰/۰۰۲	۰/۰۶۲
۱/۰۰	۰/۰۳۰
۰	۰/۰۱۴
۰	۰/۰۰۶
۰	۰/۰۰۳

(۳)
N = ۲۰۰۰
n = ۱۰۰
AC = ۰

P	Pα
۱٪	۰/۳۶۸
۲٪	۰/۱۳۵
۳٪	۰/۰۵
۴٪	۰/۰۱۸
۵٪	۰/۰۰۷
۶٪	۰/۰۰۲
۷٪	۱/۰۰
۸٪	۰
۹٪	۰
۰/۱۰	۰

www.takbook.com

همچنانکه مشاهده می شود حجم نمونه ثابت بوده؛ ولی عدد پذیرش کاهش یافته است، لذا شیب منحنی با کاهش عدد پذیرش زیادتر می شود؛ بنابراین با کاهش عدد پذیرش، روش بازرسی نمونه ای برای جدا کردن انباشته های خوب از بد با درصد اقلام معیوب، کمتر دارای توانایی بیشتر می گردد.

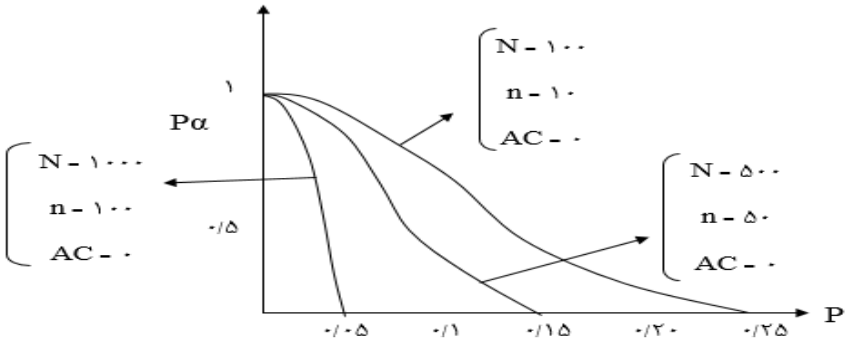


۹-۴-۳- ارتباط حجم نمونه با حجم انباشته

در برخی موارد بعضی از کارخانه ها بر اساس روش های سنتی حجم نمونه را بر حسب درصد ثابتی از حجم انباشته برای مثال ۵ یا ۱۰ یا ۱۵ درصد انتخاب می کنند که در سال های اخیر از این روش تقریباً دیگر استفاده نمی شود و علت اصلی آن در این است که برای درصد اقلام معیوب ثابت، روش های بازرسی نتایج متفاوتی را در شرایط یکسان ارائه می کنند.

مثال ۷) شرکتی منحنی مشخصه عملکرد برای روش های بازرسی نمونه ای را براساس ۱۰٪ ثابت از حجم انباشته انتخاب می کند، اگر حجم انباشته های ۱۰۰ و ۵۰۰ و ۱۰۰۰ تایی موجود باشد، با ترسیم منحنی عملکرد برای مشخصه های فوق روش انتخاب نمونه شرکت را نقد کنید.

$$\begin{cases} N = ۱۰۰ \\ n = ۱۰ \\ AC = ۰ \end{cases}$$



«منحنی مشخصه عملکرد برای روش های بازرسی نمونه ای هنگامی که حجم نمونه به طور ثابت نسبت به حجم انباشته تغییر می کند.»

www.takbook.com

۹-۵- چگونگی برخورد با انباشته هایی که پذیرفته نمی شوند

۱- انباشته رد شده مورد بازرسی صد در صد قرار گرفته و اقلام معیوب از آنان خارج شده و باقی مانده انباشته پذیرفته می شود.

۲- انباشته رد شده مورد بازرسی صد در صد قرار گرفته و اقلام معیوب با اقلام سالم جایگزین شده و سپس کل انباشته پذیرفته می شود.

۳- انباشته رد شده پس از بازرسی بر حسب اقلام معیوب محتوی با قیمت ارزان تری خریداری می شود.

۴- اقلام معیوب معمولاً به وسیله دوباره کاری یا تعویض قطعات رفع نقص شده به صورت اقلام سالم در می آید و در غیر این صورت باقیمانده به عنوان ضایعات در نظر گرفته می شود.

- **یادآوری:** عودت انباشته های رد شده به تولید کننده در برخی موارد ممکن است باعث افزایش دقت تولید کننده شود.

۹-۶- طراحی روش بازرسی نمونه ای

بطور کلی برای طراحی هر روش بازرسی نمونه ای به شش فاکتور اصلی نیاز داریم:

۱- سطح کیفیت قابل پذیرش[۱] (AQL)

این مقدار نشانگر حداکثر درصد اقلام معیوب یا حداکثر تعداد نقص در ۱۰۰ واحد محصول است، که بعنوان متوسط سطح کیفیت در یک فرایند تولید یا یک انباشته رضایت بخش یا قابل قبول تلقی می شود.

۲- سطح کیفیت قابل رد کردن[۲](RQL) یا درصد اقلام معیوب قابل تحمل در انباشته[۳] (LTPD)

این مقدار نشانگر حداقل (بدترین) سطح کیفیت قابل پذیرش است، این سطح کیفیت بسیار پایین در نظر گرفته شده و مصرف کننده امیدوار است که با روش بازرسی انباشته هایی با چنین سطح کیفیت را رد کند.

۳- ریسک تولید کننده[۴] (α- آلفا)

رسیک رد شدن انباشته های قابل پذیرش را ریسک تولید کننده گویند و آن را با α نشان می دهند و مقدار آن نیز معمولاً برابر با ۵٪ در نظر گرفته می شود.

۴- ریسک مصرف کننده[۵] (β- بتا)

ریسک پذیرفتن انباشته های غیر قابل پذیرش را ریسک مصرف کننده نامند و آنرا با β نمایش داده و مقدار آن را معمولاً برابر با ۱۰٪ در نظر می گیرند.

۵- حجم نمونه (n)

---

۱ - Acceptable Quality Level
۲ - Reject able Quality Level
۳ - Lat Tolerance Percent Defective
٤ - Producer's Risk
٥ - Consumer's Risk

www.takbook.com

تعداد اقلامی که باید به طور تصادفی از انباشته ارائه شده برای بازرسی انتخاب گردد.

۶- عدد پذیرش (AC)

حداکثر تعداد اقلام معیوب مجاز که در یک نمونه می تواند وجود داشته باشد و در این صورت باعث پذیرش انباشته می گردد.

چنانچه چهار فاکتور از این شش فاکتور، معلوم باشد، دو فاکتور باقی مانده را به روش های مختلف می توان تعیین کرد و از آنجا که در بین این شش فاکتور، در اکثر موارد دو فاکتور حجم نمونه و عدد پذیرش بیشتر حائز اهمیت است و چهار فاکتور دیگر معمولاً از قبل بین خریدار و فروشنده توافق می گردد؛ لذا ابتدا چگونگی محاسبه حجم نمونه و عدد پذیرش را شرح می دهیم.

۹-۶-۱- تعیین حجم نمونه (n) و عدد پذیرش (AC)

برای محاسبه حجم نمونه و عدد پذیرش از روش های مختلفی استفاده می شود، متداول ترین این روش ها عبارتست از محاسبه حجم نمونه و عدد پذیرش با استفاده از قواعد و جداول توزیع پواسن.

یکی از ساده ترین روش ها برای محاسبه ی حجم نمونه و عدد پذیرش استفاده از جدول ها و قواعد پواسن است. چگونگی روش اجرایی را با ذکر مثال مرحله به مرحله شرح می دهیم.

مثال ۸) اگر بدترین انباشته ای که از نظر کیفیت قابل پذیرش است انباشته ای باشد که دارای ۱۰٪ اقلام معیوب باشد و بخواهیم رسیک احتمال پذیرش چنین انباشته ای بیشتر از ۱۰٪ نباشد از طرف دیگر بخواهیم با احتمال ۹۵٪ هیچ انباشته ای با درصد اقلام معیوب برابر یا کمتر از ۲٪ رد نشود. مطلوبست:

تعیین حجم نمونه و عدد پذیرش به ترتیبی که هم شرایط تولید کننده و هم شرایط منصرف کننده تامین گردد.

حل:

ابتدا یک عدد آزمایشی برای عدد پذیرش انتخاب می کنیم. معمولاً عدد پذیرش را حول و حوش عدد حاصل از تقسیم RQL بر AQL در نظر می گیرند. اگر عدد انتخاب شده با شرایط تعیین شده متناسب نبود با توجه به مقدار خطا و جهت آن از عدد دیگری استفاده می کنند.

حل:

α=٪۵ β=۱۰٪ AQL=۲٪ R.Q.L=۱۰٪

n = ? , AC =?

$\frac{R.Q.L}{A.Q.L} = \frac{٪۱۰}{٪۲} = ۵$

برای مثال فوق بطور فرضی عدد ۴ به عنوان را عدد پذیرش انتخاب می کنیم . حال باید مقدار n را محاسبه کنیم ، در هنگام استفاده از این روش ابتدا فرضیات مربوط به مصرف کننده در نظر گرفته می شود و چون مقدار β=۱۰٪

www.takbook.com

است؛ لذا به جداول توزیع پواسن تجمعی رجوع کرده و در ستون AC ≤۴ به سمت پایین حرکت کرده تا به عدد ۱۰٪ برسیم و سپس عدد مربوط به nP مقابل آنرا می خوانیم. برای مثال مورد بررسی این مقدار برابر (nP = nP' ۸ =) است، حال با استفاده از رابطه زیر و قرار دادن مقادیر مربوطه در آن مقدار n را محاسبه می کنیم:

$$n \times R.Q.L = np \longrightarrow n \times ۱۰٪ = ۸ \longrightarrow n = ۸۰$$

حال رویه نمونه گیری کامل شده است؛ یعنی n = ۸۰ و AC = ۴ ، اما این رویه نمونه گیری به شرطی قابل اتکا است که شرایط مورد نظر تولید کننده را نیز تامین کند؛ یعنی AQL = ۲٪ و α = ۵٪، برای انجام این عمل و اطمینان از تحقق خواسته تولید کننده از رابطه زیر استفاده می کنیم؛ ولی این بار با قرار دادن مقدار n و مقدار AQL در رابطه زیر مقدار nP را بدست می آوریم:

$$n \times A.Q.L = np \longrightarrow ۸۰ \times ۲٪ = np \longrightarrow np = ۱/۶$$

در این مرحله به جداول پواسن تجمعی رجوع کرده و با در نظر گرفتن مقدار np =۱/۶ در ستون مربوط به خود مقدار احتمال متناظر آن در ستون را در ستون AC ≤۴ بدست می آوریم که برابر با ۰/۹۷۵ است و چون مقدار احتمال بدست آمده از مقدار مورد نظر تولید کننده بیشتر است، رویه نمونه گیری شرایط تولید کننده را تامین نمی کند، قابل قبول نیست و باید عملیات را از ابتدا تکرار کرد تا هم شرایط مصرف کننده و هم شرایط تولید کننده تامین شود. در این حالت باید عدد دیگری برای AC انتخاب کرد. برای انتخاب عدد جدید اگر مقدار Pα محاسبه شده (بدست آمده از جدول) بزرگتر از Pα مورد نظر تولید کننده باشد، عدد جدید را کوچکتر از عدد قبلی انتخاب می کنیم و اگر کوچکتر باشد، عدد جدید را بزرگتر در نظر می گیریم. در مثال مورد بررسی چون Pα محاسبه شده؛ یعنی ۰/۹۷۵ بزرگتر از Pα مورد نظر یعنی ۰/۹۵ است، عدد ۳ را بعنوان عدد پذیرش جدید انتخاب و عملیات را از ابتدا مشابه با آنچه ذکر شد تکرار می کنیم.

$$AC \leq ۳ \qquad n \times R.Q.L = np$$
$$n \times ۱۰٪ = ۶/۷ \longrightarrow n = ۶۷$$

بنابراین در این حالت رویه نمونه گیری به صورت n = ۶۷ و AC ≤ ۳ خواهد بود، این رویه به شرطی کامل است که شرایط تولید کننده نیز برآورده شود؛ لذا به ترتیب زیر محاسبات را انجام می دهیم:

$$n \times A.Q.L = np \longrightarrow ۶۷ \times ۲٪ = np \longrightarrow np = ۱/۳۴$$

در این مرحله به جدول پواسن تجمعی رجوع کرده و با در نظر گرفتن مقدار np =۱/۳۴ در ستون مربوط به خود مقدار احتمال متناظر آن را در ستون AC ≤ ۳ بدست می آوریم که بابر با ۰/۹۶ است و این مقدار خیلی به مقدار مورد نظر تولید کننده یعنی ۰/۹۵ نزدیک است، پس رویه نمونه گیری کامل است؛ زیرا هم شرایط تولید کننده و هم شرایط مصرف کننده را تامین می کند؛ بنابراین روش نمونه گیری به صورت n = ۶۷ و AC ≤ ۳ خواهد بود.

مثال ۹) اگر بخواهیم انباشته هایی از یک نوع مهره سرامیکی که دارای درصد اقلام معیوب ۳٪ و کمتر هستند با احتمال ۰,۹۷ پذیرفته شوند و از طرف دیگر بدترین سطح کیفیتی که حاضر به پذیرش آن هستیم ۱۵٪ باشد و

www.takbook.com

بخواهیم احتمال پذیرش انباشته هایی با کیفیت بدتر از این مقدار بیشتر از ۱۰٪ نباشد رویه نمونه گیری مناسب را طراحی کنید که هم شرایط تولید کننده و هم شرایط مصرف کننده تامین شود.

حل:

با توجه به مثال داریم:

$AQL = ۳٪$, $RQL = ۱۵٪$, $P\alpha = ۱-\alpha = ۰/۹۷$, $\beta = ۱۰٪$

ابتدا مقدار مربوط به حاصل تقسیم RQL به AQL را محاسبه می کنیم.

$$\frac{R.Q.L}{A.Q.L} = \frac{٪۱۵}{٪۳} = ۵$$

لذا یک عدد حول و حوش ۵ مثلا (AC = ۴) برای عدد پذیرش انتخاب می کنیم و محاسبات را با در نظر گرفتن شرایط مصرف کننده انجام می دهیم، چون مقدار $\beta = ۱۰٪$ است؛ لذا از جدول توزیع پواسن تجمعی استخراج می کنیم و در ستون $AC \leq ۴$ به سمت پایین حرکت کرده تا به عدد ۱۰٪ برسیم و سپس مقدار مربوط به np مقابل آن را می خوانیم که عبارت است از:

$\beta = ۱۰٪$ و $np = ۸$

$$n \times R.Q.L = nP \longrightarrow n \times ۱۵٪ = ۸$$

$$n = \frac{۸}{۱۵٪} = ۵۳ \longrightarrow \begin{cases} AC \leq ۴ \\ n = ۵۳ \end{cases}$$

حال رویه نمونه گیری تکمیل شده است؛ اما این رویه زمانی قابل اتکاست که شرایط مورد نظر تولید کننده را هم تامین کند؛ یعنی: $AQL = ۳٪$ و $P\alpha = ۱-\alpha = ۰,۹۷$ لذا محاسبات را به ترتیب زیر داریم:

$$n \times A.Q.L = np \longrightarrow ۵۳ \times ۳٪ = np \longrightarrow np = ۱/۵۹ = ۱/۶$$

در این مرحله به جدول پواسن تجمعی رجوع کرده و با در نظر گرفتن مقدار $nP = ۱/۶$ در ستون مربوط به $AC = ۴$ بدست می آوریم که $P\alpha$ برابر ۹۷۶/۰ یا تقریباً برابر ۰/۹۷ است و چون این مقدار خیلی به $P\alpha$ مورد نظر تولید کننده نزدیک است، رویه نمونه گیری کامل شده است.

۹-۶-۱-۱- روش میانه یابی (اینترپولیت)

در برخی موارد ممکن است مقدار np یا مقدار احتمال $P\alpha$ مورد نظر به صورت مستقیم در جدول توزیع پواسن تجمعی وجود نداشته باشد و در این حالت باید با توجه به مقادیر موجود در جدول آنها را محاسبه کرد. برای این منظور مقادیر nP یا $P\alpha$ بالا و پایین موجود در جدول را برای np و $P\alpha$ مورد نظر تعیین می کنیم و سپس با استفاده از رابطه های زیر مقدار np یا $P\alpha$ را برای دو حالت زیر به دست می آوریم:

www.takbook.com

الف) حالتی که باید Pα را محاسبه کنیم، برای این منظور از رابطه زیر استفاده می شود:

$$y = y_1 + \frac{(y_2-y_1)(x-x_1)}{(x_2-x_1)}$$

عدد nP	مقدار احتمال Pα
x_1	y_1
x	y =?
x_2	y_2

مثال ۱۰) اگر np = ۱/۳۴ و AC≤۳ باشد مقدار Pα را محاسبه کنید.

حل:

با مراجعه به جدول پواسن تجمعی چون مقدار np = ۱/۳۴ مستقیماً در ستون np وجود ندارد و این عدد بین دو عدد ۱/۳ و ۱/۴ قرار دارد لذا برای تعیین مقدار Pα متناظر به ترتیب زیر عمل می شود:

عدد nP	مقدار احتمال Pα
x_1 - ۱/۳	۰/۹۵۷ - y_1
x - ۱/۳۴	؟ - y =?
x_2 - ۱/۴	۰/۹۴۶ - y_2

$$y = y_1 + \frac{(y_2-y_1)(x-x_1)}{(x_2-x_1)} = 0/975 + \frac{(0/946-0/957).(1/34-1/3)}{1/4-1/3} = 0/953$$

ب) حالتی که باید مقدار np را محاسبه کنیم، برای این منظور از رابطه زیر استفاده می شود:

$$x = x_1 + \frac{(x_2-x_1)(y-y_1)}{(y_2-y_1)}$$

عدد nP	مقدار احتمال Pα
x_1	y_1
x =?	y
x_2	y_2

مثال ۱۱) اگر Pα = ۱۰٪ و AC ≤ ۵ باشد، مقدا

حل:

با مراجعه به جدول توزیع پواسن تجمعی چون Pα = ۱۰٪ مستقیماً در ستون AC ≤ ۵ وجود ندارد و این مقدار بین دو عدد ۰/۱۱۶ و ۰/۸۹ قرار دارد؛ لذا برای تعیین مقدار np متناظر به ترتیب زیر عمل می شود:

عدد nP	مقدار احتمال Pα
$x_1 = ۹$	۰/۱۱۶ = y_1
x =?	٪۱۰ = y
$x_2 = ۹/۵$	٪۸۹ = y_2

$$x = x_1 + \frac{(x_2-x_1)(y-y_1)}{(y_2-y_1)} = ۹ + \frac{(۹, \quad , ۱۱۶)}{(۰/۸۹-۰/۱۱۶)} = ۹/۳$$

www.takbook.com

۹-۶-۲- تعیین مقدار AQL و RQL

همانطور که قبلاً ذکر شد، برای طراحی هر رویه بازرسی نمونه ای، شش فاکتور نیاز است و اگر چهار فاکتور از این شش فاکتور بر طبق توافق طرفین مشخص شود، مناسب ترین مقادیر را برای دو فاکتور باقی مانده، می توان محاسبه کرد. بنابراین اگر مقادیر α و β و n و AC مشخص باشند، مقادیر مربوط به AQL و RQL را با استفاده از جدول پواسن تجمعی به ترتیب مراحل زیر می توان تعیین کرد:

گام اول) تعیین مقدار np برای AQL:

برای این منظور با مراجعه به جدول توزیع پواسن تجمعی در قسمت افقی، عدد برابر با AC مورد نظر را پیدا کنید. در این ستون به سمت پایین جدول حرکت نموده و عدد مساوی با عدد $P\alpha$ ($P\alpha = ۱ - \alpha$) را بدست آورید و سپس مقدار np مقابل آن را ثبت کنید.

گام دوم) تعیین مقدار np برای RQL:

برای این منظور نیز به جدول توزیع پواسن تجمعی رجوع و در قسمت افقی، عدد برابر با AC مورد نظر را پیدا کنید. در ستون مربوط به آن به سمت پایین جدول حرکت نموده و عدد مساوی با $P\alpha$ ($P\alpha = \beta$) را بدست آورده و سپس مقدار np مقابل آن را ثبت کنید.

- **یادآوری:** در صورتیکه این مقادیر مستقیماً از جدول بدست نیاید، باید از روش میان یابی استفاده کرد.

گام سوم) حال با استفاده از روابط زیر، AQL و RQL را محاسبه می کنیم؛ برای درک بهتر موضوع مثالی می آوریم:

$$A.Q.L = \frac{n.P_\alpha}{n} \qquad R.Q.L = \frac{n.p_\beta}{n}$$

مثال ۱۱) اگر مقادیر $n = ۸۰$ و $AC \leq ۳$ و $\alpha = ۵٪$ و $\beta = ۱۰٪$ باشد مقادیر AQL و RQL را برای کامل شدن روش بازرسی نمونه ای تعیین کنید .

حل:

۱- تعیین مقدار nP برای AQL: برای این منظور در جدول پواسن تجمعی در قسمت افقی عدد $AC = ۳$ را پیدا کنید و چون مقدار $P\alpha = ۰/۹۵$ ($P_n = ۱-\alpha = ۱-٪۵ = ٪۹۵$) است؛ لذا در این ستون به سمت پایین حرکت کرده تا عدد ۰/۹۵ را بدست آورید و سپس مقدار np مقابل آن را ثبت کنید که برای مثال مورد بررسی $np = ۱/۴$ است.

۲- تعیین مقدار nP برای RQL: برای این منظور نیز در جدول پواسن تجمعی در قسمت افقی عدد ۳ را پیدا کنید و چون مقدار $P\alpha = ۱۰٪$ ($P_\alpha = \beta = ٪۱۰$) است، در این ستون به سمت پایین حرکت کرده تا عدد

www.takbook.com

۱۰٪ بدست آید و سپس مقدار np مقابل آن را ثبت کنید که برای مثال مورد بررسی np = ۶/۶ است.

۳- مقادیر مورد نظر با استفاده از رابطه های زیر بدست آورده می شوند:

$$AQL = \frac{nP_\alpha}{n} = \frac{۱/۴}{۸۰} = ۰/۰۱۷۵ \text{ یا } ۲٪$$

$$RQL = \frac{nP_\beta}{n} = \frac{۶/۶}{۸۰} = ۰/۰۸۲۵ \text{ یا } ۸٪$$

۹-۷- بازرسی غربالی[۱] یا بازرسی اصلاح شده

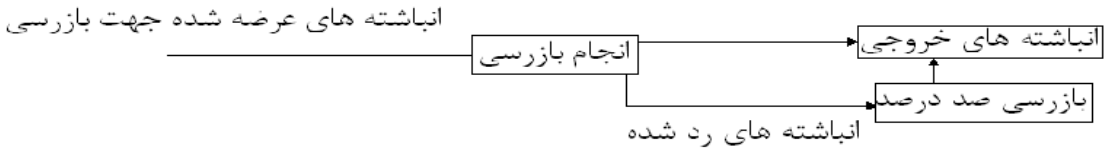
در هنگام بازرسی نمونه ای، انباشته یا انباشته های ارائه شده برای بازرسی پذیرفته یا رد می شوند، انباشته های پذیرفته شده برای بخش بعدی خط تولید یا انبار جهت عرضه به بازار یا مصرف کننده ارسال می گردد، ولی در مورد انباشته یا انباشته های رد شده به سه ترتیب زیر می توان اقدام نمود:

الف) عودت انباشته های رد شده به تولید کننده

ب) انجام عملیات بازرسی صد درصد و خارج کردن اقلام معیوب وسپس پذیرش باقیمانده انباشته

ج) انجام بازرسی صد درصد و خارج کردن اقلام معیوب و جایگزین کردن اقلام سالم به جای آنها و سپس پذیرش انباشته انجام بازرسی صد درصد و خارج کردن اقلام معیوب جهت اصلاح یا عودت به تولید کننده و سپس پذیرش باقیمانده انباشته با جایگزین کردن اقلام معیوب با اقلام سالم را بازرسی غربالی یا اصلاح شده گویند.

این تعریف در شکل زیر نشان داده شده است:



برای درک بهتر شکل فوق فرض کنید، انباشته های عرضه شده برای بازرسی دارای نسبت اقلام معیوب $P_۱$ باشد. در اثر انجام بازرسی تعدادی از انباشته ها پذیرفته شده و تعدادی رد می شود، انباشته های رد شده مورد بازرسی صد درصد قرار گرفته و تمام اقلام معیوب از آنها خارج می شود بنابراین نسبت اقلام معیوب در این انباشته ها پس از بازرسی صد درصد صفر خواهد بود؛ در حالیکه انباشته های پذیرفته شده دارای همان نسبت اقلام معیوب $P_۱$ هستند. حال در بلند مدت مصرف کننده مجموعه ای از انباشته هایی را دریافت می داشته که مخلوطی از انباشته های با نسبت اقلام معیوب $P_۱$ و انباشته هایی با نسبت اقلام معیوب صفر است. بنابراین متوسط کیفیت اقلام معیوب در مجموع انباشته های دریافتی برابر $P_۲$ خواهد بود که این مقدار کوچکتر از $P_۱$ است؛ لذا انجام بازرسی غربالی در بلند مدت باعث بهبود سطح کیفیت در انباشته های عرضه شده برای بازرسی می گردد.

۱ - Screening Inspection

www.takbook.com

۹-۸- متوسط کیفیت خروجی[۱] (AOQ)

متوسط کیفیت خروجی عبارتست از متوسط درصد اقلام معیوب که در بازرسی غربالی به مرحله بعد می رود.

همانطور که شرح داده شد، اگر از روش بازرسی غربالی استفاده شود در بلند مدت مصرف کننده درصد اقلام معیوب کمتری را دریافت می کند و در واقع منافع مصرف کننده بیشتر حفظ می گردد.

متوسط کیفیت خروجی در واقع سطح کیفیتی است که در بلند مدت و در اثر انجام بازرسی غربالی در مورد انباشته هایی با P % اقلام معیوب بدست مصرف کننده می رسد. بطور کلی متوسط کیفیت خروجی را برای سه حالت بازرسی اصلاح شده با استفاده از روابط زیر می توان بدست آورد:

الف) اگر اقلام معیوب شناسای شده در نمونه و انباشته های رد شده فقط خارج شوند (روش بدون جایگذاری سالم بجای معیوب) در این حالت متوسط کیفیت خروجی با استفاده از رابطه زیر بدست می آید:

$$A.O.Q = \frac{P_\alpha P\,(N-n)}{N-nP-(1-P_\alpha)P(N-n)}$$

P_α = احتمال پذیرش

N = حجم انباشته

P = نسبت اقلام معیوب

n = حجم نمونه

ب) اگر اقلام معیوب شناسای شده در نمونه و انباشته های رد شده، خارج شده و اقلام سالم جایگزین شوند (روش جایگذاری اقلام سالم بجای معیوب)، در این حالت متوسط کیفیت خروجی با رابطه زیر محاسبه می شود:

$$A.O.Q = \frac{P_\alpha P\,(N-n)}{N}$$

ج) در صورتی که حجم انباشته نسبت به حجم نمونه بزرگ باشد رابطه ذکر شده در بند «ب» به صورت زیر خلاصه می شود:

$$A.O.Q = P_\alpha P$$

مثال ۱۲) پنجاه انباشته به حجم ۵۰۰۰ به طور متوالی در مدت ۲۰ روز به مصرف کننده تحویل داده شده، اگر نسبت اقلام معیوب در انباشته های ارسالی طبق قرار داد ۳٪ بوده و از روش بازرسی نمونه ای $n = ۸۰$ و $AC \leq ۳$ برای پذیرش یا رد انباشته های ارسالی استفاده شود و بر اساس توافق برای انباشته های رد شده، بازرسی صد درصد صورت گرفته و اقلام معیوب فقط خارج شود، متوسط کیفیت خروجی در بلند مدت چقدر خواهد بود؟

حل:

۱ - Average Outgoing Quality

www.takbook.com

$N = ۵۰۰۰$ $n = ۸۰$ $AC \leq ۳$ $P = ٪۳$ نسبت اقلام معیوب

ابتدا احتمال پذیرش هر انباشته با استفاده از جدول پواسن تجمعی محاسبه می شود:

$$P_{\alpha} = P(AC \leq ۳ \mid n \times P) = P(AC \leq ۳ \mid ۸۰ \times ٪۳) = ۰/۷۷۹$$

بنابراین از ۵۰ انباشته ارسالی ۳۹ انباشته (۰,۷۷۹ ×۵۰ =۳۸,۹۵) پذیرفته شده و ۱۱ انباشته رد می شود انباشته های پذیرفته شده با ٪۳ اقلام معیوب هستند ولی انباشته های رد شده چون مورد بازرسی صد درصد قرار می گیرند در هنگام تحویل مجدد به مصرف کننده دارای صفر درصد اقلام معیوب خواهند بود.

جدول خلاصه شده در مورد نتایج بازرسی غربالی

تعداد انباشته ها	درصد اقلام معیوب	تعداد اقلام بازرسی شده	تعداد اقلام معیوب
۳۹ انباشته پذیرفته می شود	۳ درصد	۳۹×۵۰۰۰=۱۹۵۰۰۰	۱۹۵۰۰۰×٪۳=۵۸۵۰
۱۱ انباشته رد می شود	صفر درصد	۱۱×۵۰۰۰×۰/۹۷=۵۳۳۵۰*	۵۳۳۵۰×۰=۰

* از هر انباشته رد شده که مورد بازرسی صد درصد قرار می گیرند، تعداد ۱۵۰ قلم معیوب (٪۳ × ۵۰۰۰) و در مجموع ۱۶۵۰ قلم معیوب (۱۵۰ × ۱۱) از ۱۱ انباشته بازرسی شده خارج و تعداد ۵۳۳۵۰ قلم کالای سالم پذیرفته می شود (۵۵۰۰۰ - ۱۶۵۰).

متوسط کیفیت خروجی مسأله فوق برابر است با:

$$\text{درصد اقلام معیوب} = \frac{\text{تعداد اقلام معیوب}}{\text{تعداد کل اقلام پذیرفته شده}} = \frac{۵۸۵۰}{۱۹۵۰۰۰ + ۵۳۳۵۰} = ۲۳۵۵٪ \simeq ۲٪/۳$$

بنابراین متوسط کیفیت خروجی ٪۲,۳ است نه ٪۳ .

مثال ۱۳) یک انباشته شامل پیچ های فلزی به حجم $N = ۱۰۰۰۰$ با درصد اقلام معیوب ٪۱ جهت بازرسی ارائه می شود، اگر برای بازرسی از روش $n = ۸۹$ و $AC \leq ۲$ استفاده شود و اقلام معیوب از نمونه ها و انباشته های رد شده (با انجام بازرسی صد درصد) خارج شود و بجای آنها اقلام سالم قرار داده شود، متوسط کیفیت خروجی را در بلند مدت محاسبه کنید.

حل:

چون از روش بازرسی غربالی استفاده شده و روش بازرسی با جایگذاری است، متوسط کیفیت خروجی به صورت زیر محاسبه می شود:

www.takbook.com

$$N = ۱۰۰۰۰ \qquad n = ۸۹ \qquad AC \leq ۲ \qquad P = ۱٪$$

$$P_\alpha\,(AC \leq ۲ \mid ۰/۸۹) \longrightarrow y = ۰/۹۴۵ + \frac{(۰/۹۳۷ - ۰/۹۴۵)\,(۰/۸۹ - ۰/۸۵)}{(۰/۹ - ۰/۸۵)} = ۰/۹۳۸۶$$

$$P_\alpha = P(AC \leq \alpha \mid n \times P) = P(AC \leq ۱ \ldots\ldots)$$

$$A.O.Q = \frac{P_\alpha P\,(N-n)}{N} = \frac{۰/۹۳۸۶ \times ۱٪\,(۱۰۰۰۰ - ۸۹)}{۱۰۰۰۰} = ۰/۰۰۹۳ \simeq ۰٪۹۳$$

از آنجا که حجم نمونه نسبت به حجم انباشته کوچک است، از رابطه زیر نیز می توان استفاده کرد:

$$A.O.Q = P_\alpha P \longrightarrow ۰/۹۳۸۶ \times ۱٪ = ۰/۰۰۹۳ \simeq ۰٪۹۳$$

مثال ۱۴) پنجاه انباشته به حجم ۵۰۰۰ به طور متوالی در مدت ۲۰ روز به مصرف کننده تحویل داده شده، اگر نسبت اقلام معیوب در انباشته های ارسالی طبق قرار داد ۳٪ بوده و از روش بازرسی نمونه ای $n = ۸۰$ و $AC \leq$ ۳ برای پذیرش یا رد انباشته های ارسالی استفاده شود و بر اساس توافق برای انباشته های رد شده، بازرسی صد درصد صورت گرفته و اقلام معیوب فقط خارج شود، متوسط کیفیت خروجی در بلند مدت چقدر خواهد بود؟

حل:

$$N = ۵۰۰۰ \qquad n = ۸۰ \qquad AC \leq ۳ \qquad P = ٪۳$$

چون روش بازرسی بدون جایگذاری اقلام سالم بجای اقلام معیوب است لذا از فرمول زیر استفاده می شود:

$$P_\alpha = P(AC \leq ۳ \mid n \times P) = P(AC \leq ۳ \mid ۸۰ \times ٪۳) = ۰/۷۷۹$$

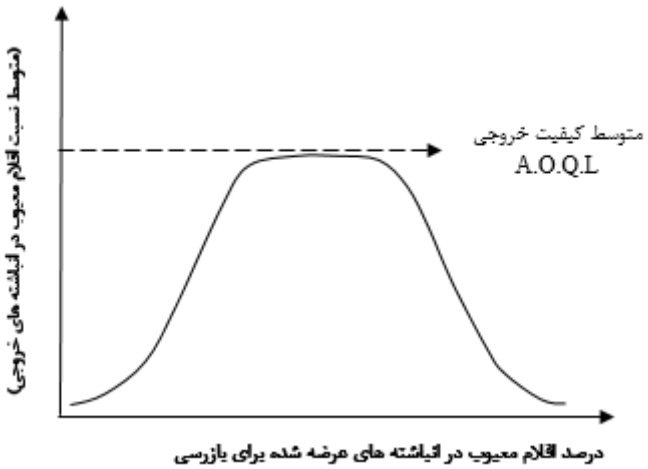
$$AOQ = \frac{P_\alpha P\,(N-n)}{N - nP - (۱ - P_\alpha)P(N-n)} = \frac{۰/۷۷۹ \times ۰/۰۳ \times (۵۰۰۰ - ۸۰)}{۵۰۰۰ - ۸۰ \times ۰/۰۳ - (۱ - ۰/۷۷۹) \times ۰/۰۳ \times (۵۰۰۰ - ۸۰)} = ۰/۰۲۳ = \%۲/۳$$

۹-۸-۱- منحنی متوسط کیفیت خروجی (منحنی AOQ)

از آنجا که مقدار AOQ به P بستگی دارد، می توان برای آن یک نمودار رسم کرد. نکته جالبی که این منحنی به ما نشان می دهد این است که AOQ برای هر روش بازرسی نمونه ای یک مقدار حداکثر دارد و با زیاد شدن درصد ضایعات، مقدار AOQ از این حد معین بالاتر نمی رود. به این حد معین AOQL گفته می شود که به معنای حد متوسط کیفیت خروجی است.

بنابراین AOQL حداکثر مقدار اقلام معیوبی است که در روش بازرسی غربالی و روش بازرسی نمونه ای AC و n و N به مرحله بعد می رود.

www.takbook.com



برای محاسبه حد متوسط کیفیت خروجی (AOQL) و همچنین مقادیر متوسط کیفیت خروجی بر حسب مقادیر مختلف درصد اقلام معیوب به ترتیب مراحل زیر می توان عمل کرد:

۱- مقادیر مختلفی به دلخواه به عنوان درصد اقلام معیوب انتخاب کنید .

۲- احتمال پذیرش با توجه به روش بازرسی نمونه ای مورد نظر برای هریک از مقادیر درصد اقلام معیوب با استفاده از رابطه زیر بدست می آید:

$$P_\alpha = P(AC \le \alpha \mid n \times P)$$

۳- متوسط کیفیت خروجی برای هر یک از مقادیر درصد اقلام معیوب را با استفاده از رابطه زیر بدست آورید .

$$A.O.Q = \frac{P_\alpha P\,(N-n)}{N} = (1-\frac{n}{N})\,P_\alpha P$$

۴- حد متوسط کیفیت خروجی برابر با حداکثر مقدار برای AOQ است. هنگام محاسبه مقادیر مختلف AOQ برحسب درصد اقلام معیوب، ابتدا مقادیر افزایش یافته و در یک نقطه به حداکثر رسیده و سپس کاهش می یابد. برای درک بهتر به مثال زیر توجه کنید.

مثال ۱۵) انباشته هایی شامل تیوپهای قطره استریل چشمی به حجم $N = ۱۰۰۰$ جهت بازرسی عرضه می شوند. اگر برای بازرسی از روش نمونه ای $n = ۷۵$ و $AC \le ۱$ و $P = ۱٪$ استفاده شود و اقلام معیوب در نمونه ها و انباشته های رد شده با انجام بازرسی صد درصد خارج و به جای آنها اقلام سالم قرار داده شود. متوسط کیفیت خروجی را محاسبه کنید و منحنی AOQ را ترسیم نمایید.

حل:

$$N = ۱۰۰۰ \qquad n = ۷۵ \qquad AC \le ۱ \qquad P = ۱٪$$

$$P_\alpha = P(AC \le ۱ \mid n \times P) = P(AC \le ۱ \mid ۰/۷۵) = ۰/۸۲۷$$

$$A.O.Q = \frac{۰/۸۲۷ \times ٪۱\ (۱۰۰۰-۷۵)}{۱۰۰۰} = ۰/۰۰۷۶۵$$

www.takbook.com

۱- ابتدا مقادیر مختلفی را به عنوان درصد اقلام معیوب برای انباشته های عرضه شده برای بازرسی انتخاب کنید (این مقادیر را از ۰/۰۰۲ شروع می کنید).

۲- احتمال پذیرش را با توجه به روش بازرسی $n = ۷۵$ و $AC \leq ۱$ برای هر یک از درصد اقلام معیوب تعیین کنید. برای درصد اقلام ۰/۰۰۲ و ۰/۰۰۴ روش محاسبه در زیر نشان داده شده و بقیه در جدول نشان داده شده است.

$P_\alpha = P(AC \leq \alpha \mid n \times P) = P(AC \leq ۱ \mid ۷۵ \times ۰/۰۰۲) = ۰/۹۹۰$

$P_\alpha = P(AC \leq \alpha \mid n \times P) = P(AC \leq ۱ \mid ۷۵ \times ۰/۰۰۴) = ۰/۹۶۳$

۳- مقادیر AOQ را برای هر یک از انباشته ها تعیین کنید. برای انباشته اول و سوم روش محاسبه در زیر نشان داده شده و بقیه در جدول نشان داده شده است:

$$A.O.Q = \frac{P_\alpha P\,(N-n)}{N} = \frac{۰/۹۹۰ \times ۰/۰۰۲\,(۱۰۰۰-۷۵)}{۱۰۰۰} = ۰/۰۰۰۱۸۳ \text{ یا } ۰٪/۸۳$$

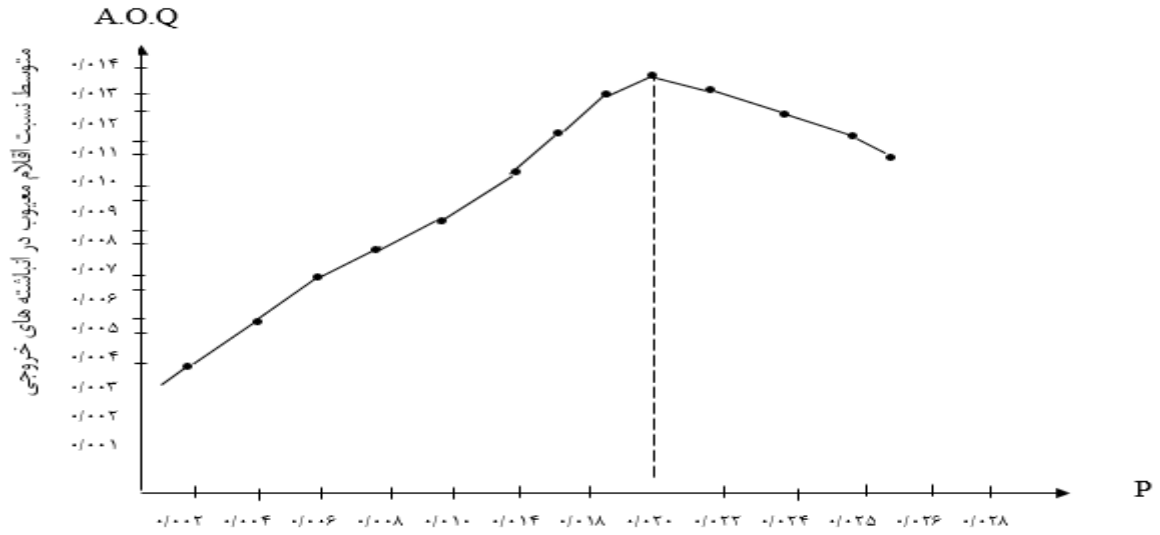
$$A.O.Q = \frac{P_\alpha P\,(N-n)}{N} = \frac{۰/۹۶۳ \times ۰/۰۰۴\,(۱۰۰۰-۷۵)}{۱۰۰۰} = ۰/۰۰۳۵۶ \text{ یا } ٪\ ۰/۳۵۶$$

درصد اقلام معیوب در انباشته‌های عرضه‌شده برای بازرسی			احتمال پذیرش P_α	متوسط کیفیت خروجی A.O.Q		
۰/۰۰۲	یا	٪ ۰/۲	۰/۹۹۰	۰/۰۰۱۸۳	یا	٪ ۰/۱۸۳
۰/۰۰۴	یا	٪ ۰/۴	۰/۹۶۳	۰/۰۰۳۵۶	یا	٪ ۰/۳۵۶
۰/۰۰۶	یا	٪ ۰/۶	۰/۹۲۵	۰/۰۰۵۱۳	یا	٪ ۰/۵۱۳
۰/۰۰۸	یا	٪ ۰/۸	۰/۸۷۸	۰/۰۰۶۴۹	یا	٪ ۰/۶۴۹
۰/ ۰۱	یا	٪ ۰/۱	۰/۸۲۷	۰/۰۰۷۶۵	یا	٪ ۰/۷۶۵
۰/۰۱۴	یا	٪ ۱/۴	۰/۷۱۸	۰/۰۰۹۳۰	یا	٪ ۰/۹۳۰
۰/۰۱۸	یا	٪ ۱/۸	۰/۶۱۰	۰/۰۱۰۱	یا	٪ ۱/۰۱
۰/۰۲	یا	٪ ۰/۲	۰/۵۵۸	۰/۰۱۳۲	یا	٪ ۱/۳۲
۰/۰۲۲	یا	٪ ۲/۲	۰/۵۰۹	۰/۰۱۰۳۶	یا	٪ ۱/۰۳۶
۰/۰۲۴	یا	٪ ۲/۴	۰/۴۶۳	۰/۰۱۰۲۷	یا	٪ ۱/۰۲۷
۰/۰۲۵	یا	٪ ۲/۵	۰/۴۴۱	۰/۰۱۰۱۹	یا	٪ ۱/۰۱۹
۰/۰۲۶	یا	٪ ۲/۶	۰/۴۲۰	۰/۰۱۰۱۰	یا	٪ ۱/۰۱۰
۰/۰۲۸	یا	٪ ۲/۸	۰/۳۸۰	۰/۰۰۹۸۴	یا	٪ ۰/۹۸۴

www.takbook.com

همچنان که مشاهده می شود، ابتدا مقادیر مربوط به متوسط کیفیت خروجی با افزایش درصد اقلام معیوب افزایش یافته و سپس به یک حداکثر می رسد که آن را حد متوسط کیفیت خروجی می نامند و بعد از آن کاهش می یابد. این کاهش بدین دلیل است که از این درصد اقلام معیوب و بیشتر چون روش بازرسی نمونه ای اکثر انباشته های ارائه شده برای بازرسی را رد می کند و انباشته های رد شده مورد بازرسی صد درصد قرار گرفته و اقلام سالم جیگزین اقلام معیوب می شوند؛ لذا مصرف کننده در بلند مدت کیفیت بهتری را در اثر اجرای بازرسی اصلاح شده دریافت می دارد و در واقع بدترین سطح کیفیتی که دریافت می کند برابر با ٪۱,۳۲ = AOQL خواهد بود. برای تکمیل جدول فوق از روش میان یابی نیز استفاده می شود.

منحنی AOQ براساس جدول فوق ترسیم شده است:



منحنی متوسط کیفیت خروجی برای روش بازرسی n=۷۵ و AC ≤۱

۹-۹- متوسط کل بازرسی[۱] (ATI)

اگر انباشته یا انباشته های عرضه شده برای بازرسی بدون اقلام معیوب باشند، در این حالت تمام انباشته ها پذیرفته شده و تعداد بازرسی در هر انباشته برابر با حجم نمونه (n) خواهد بود و اگر تمام اقلام تشکیل دهنده انباشته یا انباشته های عرضه شده برای بازرسی تماماً معیوب باشند، در این حالت تمام انباشته ها رد شده و تحت بازرسی صد درصد قرار می گیرند و تعداد بازرسی در هر انباشته برابر با حجم انباشته (N) خواهد بود. ولی اگر سطح کیفیت انباشته بین صفر و یک باشد (۰<P<۱) در این حالت تعداد بازرسی در هر انباشته بین حجم نمونه متغیر خواهد بود و بنابراین اگر سطح کیفیت در انباشته برابر با P و احتمال پذیرش برابر با P_α باشد، متوسط کل بازرسی را می توان با استفاده از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$A.T.I = n + (1-P_\alpha).(N-n)$$

۱ - Average Total Inspection

www.takbook.com

مثال ۱۶) یک انباشته شامل پیچ های فلزی به حجم N = ۱۰۰۰۰ با درصد اقلام معیوب ۱٪ جهت بازرسی ارائه می شود، اگر برای بازرسی از روش n = ۸۹ و AC ≤ ۲ استفاده شود و اقلام معیوب از نمونه ها و انباشته های رد شده (با انجام بازرسی صد درصد) خارج شود و بجای آنها اقلام سالم قرار داده شود، متوسط کیفیت خروجی و متوسط کل بازرسی را برای بازرسی غربالی محاسبه کنید و منحنی (ATI) کل بازرسی را رسم کنید.

حل:

$$N = ۱۰۰۰ \qquad n = ۸۹ \qquad AC \leq ۲ \qquad P = ۱٪$$

$$P_\alpha = P(AC \leq \alpha \mid n \times P) = P(AC \leq ۲ \mid ۸۹ \times ۱٪) = ۰/۹۳۹۷$$

$$y = y_1 + \frac{(y_2 - y_1)(x - x_1)}{(x_2 - x_1)} \longrightarrow y = ۰/۹۴۵ + \frac{(۰/۹۳۷ - ۰/۹۴۵)(۰/۸۹ - ۰/۸۵)}{۰/۹ - ۰/۸۵} = ۰/۹۳۸۶$$

$$A.O.Q = \frac{P_\alpha P\,(N-n)}{N} = \frac{۰/۹۳۸۶ \times ۱٪\,(۱۰۰۰۰ - ۸۹)}{۱۰۰۰۰} = ۰/۰۰۹۳ \simeq ۰٪/۹۳$$

$$A.T.I = n + (1-P_\alpha)\,(N-n) = ۸۹ + (۱ - ۰/۹۳۸۶)\,(۱۰۰۰۰ - ۸۹) = ۶۹۷/۵ \simeq ۶۹۸$$

بنابراین برای تعداد زیادی از انباشته هایی با P = %۱ که برای بازرسی عرضه می شوند متوسط تعداد اقلام بازرسی شده برابر با ۶۹۸ قلم خواهد بود. رسم منحنی متوسط کل بازرسی به عنوان تابعی از سطح کیفیت انباشته امکان پذیر است.

$$P_\alpha = P\,(AC \leq ۲ \mid ۸۹ \times ۰) = ۱ \longrightarrow A.T.I = ۸۹ + (۱-۱)\,(۱۰۰۰۰ - ۸۹) = ۸۹$$

$$P_\alpha = P\,(AC \leq ۲ \mid ۸۹ \times ۱٪) = ۰/۹۳۹۷ \longrightarrow A.T.I = ۶۸۶ \simeq ۶۹۷$$

$$P_\alpha = P\,(AC \leq ۲ \mid ۸۹ \times ۲٪) = ۰/۷۳۶۲ \longrightarrow y = ۰/۷۵۷ + \frac{(۰/۷۳۱ - ۰/۷۵۷)(۱/۷۸ - ۱/۷)}{(۱/۸ - ۱/۷)} = ۰/۷۳۶۲$$

$$\longrightarrow A.T.I = ۸۹ + (۱ - ۰/۷۳۶۲)\,(۱۰۰۰۰ - ۸۹) = ۲۷۰۳$$

$$P_\alpha = P\,(AC \leq ۲ \mid ۸۹ \times ۳٪) = ۰/۵۰۰۸ \longrightarrow y = ۰/۵۱۸ + \frac{(۰/۴۶۹ - ۰/۵۱۸)\,(۲/۶۷ - ۲/۶)}{(۲/۸ - ۲/۶)} = ۰/۵۰۰۸$$

$$A.T.I = ۸۹ + (۱ - ۰/۵۰۰۸)\,(۱۰۰۰۰ - ۸۹) = ۵۰۳۶$$

$$P_\alpha = P\,(AC \leq ۲ \mid ۸۹ \times ۴٪) = P\,(AC \leq ۲ \mid ۳/۵۶) = ۰/۳۱۰۴۰$$

$$y = ۰/۳۴۰ - \frac{(۰/۳۰۳ - ۰/۳۴۰)\,(۳/۵۶ - ۳/۴)}{(۳/۶ - ۳/۴)} = ۰/۳۱۰۴$$

$$A.T.I = ۸۹ + (۱ - ۰/۳۱۰۴)\,(۱۰۰۰۰ - ۸۹) = ۶۹۲۴$$

$$P_\alpha = P\,(AC \leq ۲ \mid ۸۹ \times ۵٪) = ۰/۱۷۹۵ \longrightarrow y = ۰/۱۸۵ + \frac{(۰/۱۶۳ - ۰/۱۸۵)\,(۴/۴۵ - ۴/۴)}{(۴/۶ - ۴/۴)} = ۰/۱۷۹۵$$

$$A.T.I = ۸۹ + (۱ - ۰/۱۷۹۵)\,(۱۰۰۰۰ - ۸۹) = ۸۲۲۱$$

$$P_\alpha = P\,(AC \leq ۲ \mid ۸۹ \times ۶٪) = ۰/۰۹۹۲ \longrightarrow y = ۰/۱۰۹ + \frac{(۰/۰۹۵ - ۰/۱۰۹)\,(۵/۳۴ - ۵/۲)}{(۵/۴ - ۵/۲)} = ۰/۰۹۹۲$$

www.takbook.com

$P_a = P(AC \leq ۲ \mid ۸۹ \times ۷٪) = ?$

$P_a = P(AC \leq ۲ \mid ۸۹ \times ۸٪) = ۰/۰۲۷ \longrightarrow y = ۰/۰۳۰ + \frac{(۰/۰۲۵-۰/۰۳۰)(۷/۱۲-۷)}{۷/۲-۷} = ۰/۰۲۷$

$A.T.I = ۸۹ + (۱-۰/۰۲۷)(۱۰۰۰۰-۸۹) = ۹۷۳۲$

$P_a = P(AC \leq ۲ \mid ۸۹ \times ۹٪) = ?$

$P_a = P(AC \leq ۲ \mid ۸۹ \times ۱۰٪) = ۰۰۶۶ \longrightarrow y = ۰/۰۰۹ + \frac{(۰/۰۰۶-۰/۰۰۹)(۸/۹-۸/۵)}{۹-۸/۵} = ۰/۰۰۶۶$

$A.T.I = ۸۹ + (۱-۰/۰۰۶۶)(۱۰۰۰۰-۸۹) = ۹۹۳۵$

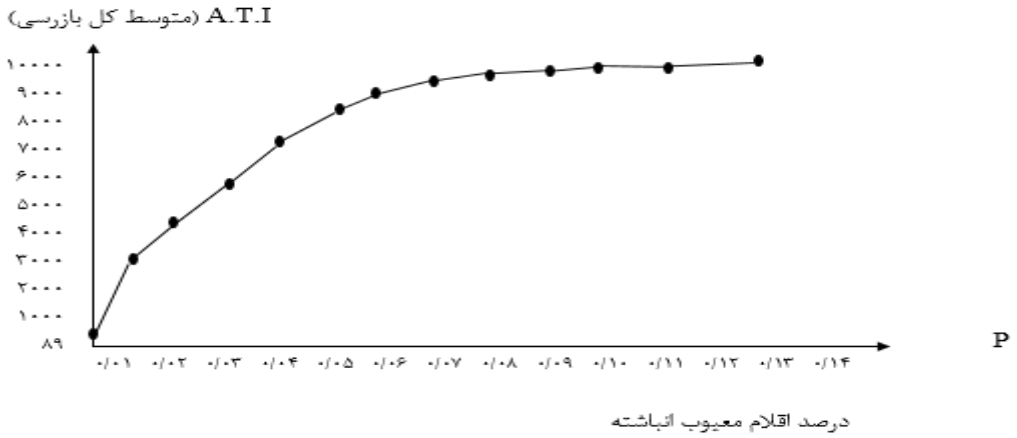
$P_a = P(AC \leq ۲ \mid ۸۹ \times ۱۱٪) = ?$

$P_a = P(AC \leq ۲ \mid ۸۹ \times ۱۲٪) = ۰/۰۰۱۶ \longrightarrow y = ۰/۰۰۲ + \frac{(۰/۰۰۱-۰/۰۰۲)(۱۰/۶۸-۱۰/۵)}{۱۱-۱۰/۵} = ۰/۰۰۱۶$

$A.T.I = ۸۹ + (۱-۰/۰۰۱۶)(۱۰۰۰۰-۸۹) = ۹۹۶۸$

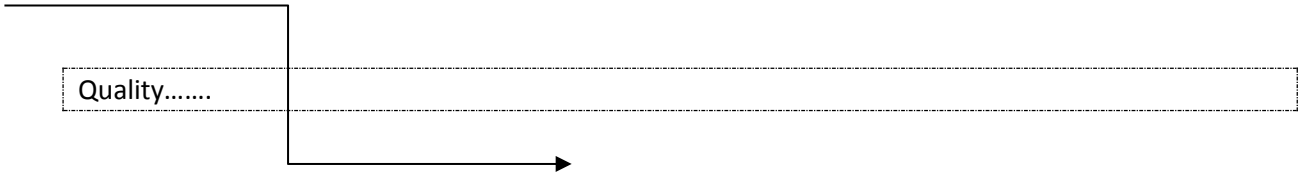
$P_a = P(AC \leq ۲ \mid ۸۹ \times ۱۳٪) = ۰ \longrightarrow A.T.I = ?$

$P_a = P(AC \leq ۲ \mid ۸۹ \times ۱۴٪) = ۰ \rightarrow y = ۰/۰۰۱ + \frac{(۰-۰/۰۰۱)(۱۲/۴۶-۱۲)}{۱۲/۵-۱۲} = ۰/۰۰۰۰۸ \simeq ۰$



بنابراین همچنان که مشاهده می شود در بازرسی غربالی بر حسب نسبت (درصد) اقلام معیوب در انباشته های عرضه شده جهت بازرسی، مقدار متوسط کل بازرسی تغییر می کند. براساس روش نمونه ای $n = ۸۹$ و $AC \leq$ ۲ هر چقدر، درصد اقلام معیوب در انباشته های عرضه شده جهت بازرسی بیشتر شود، مقدار متوسط کل بازرسی نیز بیشتر می شود؛ یعنی با بیشتر شدن درصد اقلام معیوب (پایین آمدن کیفیت انباشته) انباشته ها رد می شوند و تحت بازرسی صد درصد قرار می گیرند، بطوریکه با بازرسی نمونه ای فوق، اگر درصد اقلام معیوب انباشته ای ۱۴٪ باشد، در بلند مدت کل انباشته مورد بازرسی قرار می گیرد؛ بدین معنی که $(N = n = ۱۰۰۰۰)$ و اگر درصد اقلام معیوب انباشته ای ۱٪ باشد، در بلند مدت متوسط کل بازرسی ۶۹۸ خواهد بود و اگر درصد اقلام معیوب صفرباشد، در بلند مدت متوسط کل بازرسی ۸۹ خواهد بود؛ یعنی کل بازرسی در هر انباشته همان $n = ۸۹$ خواهد شد، نه بیشتر.

www.takbook.com



www.takbook.com

پیوست

جداول آماری و کنترل کیفیت

www.takbook.com

پیوست ۱) توزیع تجمعی نرمال استاندارد

$\frac{x_i - \mu}{\sigma}$	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00
-3.5	0.00017	0.00017	0.00018	0.00019	0.00019	0.00020	0.00021	0.00022	0.00022	0.00023
-3.4	0.00024	0.00025	0.00026	0.00027	0.00028	0.00029	0.00030	0.00031	0.00033	0.00034
-3.3	0.00035	0.00036	0.00038	0.00039	0.00040	0.00042	0.00043	0.00045	0.00047	0.00048
-3.2	0.00050	0.00052	0.00054	0.00056	0.00058	0.00060	0.00062	0.00064	0.00066	0.00069
-3.1	0.00071	0.00074	0.00076	0.00079	0.00082	0.00085	0.00087	0.00090	0.00094	0.00097
-3.0	0.00100	0.00104	0.00107	0.00111	0.00114	0.00118	0.00122	0.00126	0.00131	0.00135
-2.9	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0016	0.0016	0.0017	0.0017	0.0018	0.0019
-2.8	0.0019	0.0020	0.0021	0.0021	0.0022	0.0023	0.0023	0.0024	0.0025	0.0026
-2.7	0.0026	0.0027	0.0028	0.0029	0.0030	0.0031	0.0032	0.0033	0.0034	0.0035
-2.6	0.0036	0.0037	0.0038	0.0039	0.0040	0.0041	0.0043	0.0044	0.0045	0.0047
-2.5	0.0048	0.0049	0.0051	0.0052	0.0054	0.0055	0.0057	0.0059	0.0060	0.0062
-2.4	0.0064	0.0066	0.0068	0.0069	0.0071	0.0073	0.0075	0.0078	0.0080	0.0082
-2.3	0.0084	0.0087	0.0089	0.0091	0.0094	0.0096	0.0099	0.0102	0.0104	0.0107
-2.2	0.0110	0.0113	0.0116	0.0119	0.0122	0.0125	0.0129	0.0132	0.0136	0.0139
-2.1	0.0143	0.0146	0.0150	0.0154	0.0158	0.0162	0.0166	0.0170	0.0174	0.0179
-2.0	0.0183	0.0188	0.0192	0.0197	0.0202	0.0207	0.0212	0.0217	0.0222	0.0228
-1.9	0.0233	0.0239	0.0244	0.0250	0.0256	0.0262	0.0268	0.0274	0.0281	0.0287
-1.8	0.0294	0.0301	0.0307	0.0314	0.0322	0.0329	0.0336	0.0344	0.0351	0.0359
-1.7	0.0367	0.0375	0.0384	0.0392	0.0401	0.0409	0.0418	0.0427	0.0436	0.0446
-1.6	0.0455	0.0465	0.0475	0.0485	0.0495	0.0505	0.0516	0.0526	0.0537	0.0548
-1.5	0.0559	0.0571	0.0582	0.0594	0.0606	0.0618	0.0630	0.0643	0.0655	0.0668
-1.4	0.0681	0.0694	0.0708	0.0721	0.0735	0.0749	0.0764	0.0778	0.0793	0.0808
-1.3	0.0823	0.0838	0.0853	0.0869	0.0885	0.0901	0.0918	0.0934	0.0951	0.0968
-1.2	0.0985	0.1003	0.1020	0.1038	0.1057	0.1075	0.1093	0.1112	0.1131	0.1151
-1.1	0.1170	0.1190	0.1210	0.1230	0.1251	0.1271	0.1292	0.1314	0.1335	0.1357
-1.0	0.1379	0.1401	0.1423	0.1446	0.1469	0.1492	0.1515	0.1539	0.1562	0.1587
-0.9	0.1611	0.1635	0.1660	0.1685	0.1711	0.1736	0.1762	0.1788	0.1814	0.1841
-0.8	0.1867	0.1894	0.1922	0.1949	0.1977	0.2005	0.2033	0.2061	0.2090	0.2119
-0.7	0.2148	0.2177	0.2207	0.2236	0.2266	0.2297	0.2327	0.2358	0.2389	0.2420
-0.6	0.2451	0.2483	0.2514	0.2546	0.2578	0.2611	0.2643	0.2676	0.2709	0.2743
-0.5	0.2776	0.2810	0.2843	0.2877	0.2912	0.2946	0.2981	0.3015	0.3050	0.3085
-0.4	0.3121	0.3156	0.3192	0.3228	0.3264	0.3300	0.3336	0.3372	0.3409	0.3446
-0.3	0.3483	0.3520	0.3557	0.3594	0.3632	0.3669	0.3707	0.3745	0.3783	0.3821
-0.2	0.3859	0.3897	0.3936	0.3974	0.4013	0.4052	0.4090	0.4129	0.4168	0.4207
-0.1	0.4247	0.4286	0.4325	0.4364	0.4404	0.4443	0.4483	0.4522	0.4562	0.4602
-0.0	0.4641	0.4681	0.4721	0.4761	0.4801	0.4840	0.4880	0.4920	0.4960	0.5000

www.takbook.com

$\frac{x_i-\mu}{\sigma}$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
+0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
+0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
+0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
+0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
+0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
+0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
+0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
+0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
+0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8079	0.8106	0.8133
+0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
+1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
+1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
+1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
+1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
+1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
+1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
+1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
+1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
+1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
+1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
+2.0	0.9773	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
+2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
+2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
+2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
+2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
+2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
+2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
+2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
+2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
+2.9	0.9981	0.9982	0.9983	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
+3.0	0.99865	0.99869	0.99874	0.99878	0.99882	0.99886	0.99889	0.99893	0.99896	0.99900
+3.1	0.99903	0.99906	0.99910	0.99913	0.99915	0.99918	0.99921	0.99924	0.99926	0.99929
+3.2	0.99931	0.99934	0.99936	0.99938	0.99940	0.99942	0.99944	0.99946	0.99948	0.99950
+3.3	0.99952	0.99953	0.99955	0.99957	0.99958	0.99960	0.99961	0.99962	0.99964	0.99965
+3.4	0.99966	0.99967	0.99969	0.99970	0.99971	0.99972	0.99973	0.99974	0.99975	0.99976
+3.5	0.99977	0.99978	0.99978	0.99979	0.99980	0.99981	0.99981	0.99982	0.99983	0.99983

www.takbook.com

پیوست ۲) توزیع t

ν \ α	.40	.25	.10	.05	.025	.01	.005	.0025	.001	.0005
1	0.325	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	127.32	318.31	636.62
2	0.289	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089	23.326	31.598
3	0.277	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.213	12.924
4	0.271	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173	8.610
5	0.267	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893	6.869
6	0.265	0.727	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208	5.959
7	0.263	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.019	4.785	5.408
8	0.262	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	3.833	4.501	5.041
9	0.261	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690	4.297	4.781
10	0.260	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581	4.144	4.587
11	0.260	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.497	4.025	4.437
12	0.256	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.428	3.930	4.318
13	0.259	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852	4.221
14	0.258	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.326	3.787	4.140
15	0.258	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286	3.733	4.073
16	0.258	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252	3.686	4.015
17	0.257	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222	3.646	3.965
18	0.257	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610	3.922
19	0.257	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579	3.883
20	0.257	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153	3.552	3.850
21	0.257	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527	3.819
22	0.256	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.505	3.792
23	0.256	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485	3.767
24	0.256	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.091	3.467	3.745
25	0.256	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.450	3.725
26	0.256	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.067	3.435	3.707
27	0.256	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057	3.421	3.690
28	0.256	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408	3.674
29	0.256	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038	3.396	3.659
30	0.256	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385	3.646
40	0.255	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307	3.551
60	0.254	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232	3.460
120	0.254	0.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	2.860	3.160	3.373
∞	0.253	0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	2.807	3.090	3.291

www.takbook.com

پیوست ۳) توزیع F

$F_{.25,\nu_1,\nu_2}$

ν_2 \ ν_1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	5.83	7.50	8.20	8.58	8.82	8.98	9.10	9.19	9.26	9.32	9.41	9.49	9.58	9.63	9.67	9.71	9.76	9.80	9.85
2	2.57	3.00	3.15	3.23	3.28	3.31	3.34	3.35	3.37	3.38	3.39	3.41	3.43	3.43	3.44	3.45	3.46	3.47	3.48
3	2.02	2.28	2.36	2.39	2.41	2.42	2.43	2.44	2.44	2.44	2.45	2.46	2.46	2.46	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47
4	1.81	2.00	2.05	2.06	2.07	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08
5	1.69	1.85	1.88	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.88	1.88	1.88	1.88	1.87	1.87	1.87
6	1.62	1.76	1.78	1.79	1.79	1.78	1.78	1.78	1.77	1.77	1.77	1.76	1.76	1.75	1.75	1.75	1.74	1.74	1.74
7	1.57	1.70	1.72	1.72	1.71	1.71	1.70	1.70	1.70	1.69	1.68	1.68	1.67	1.67	1.66	1.66	1.65	1.65	1.65
8	1.54	1.66	1.67	1.66	1.66	1.65	1.64	1.64	1.63	1.63	1.62	1.62	1.61	1.60	1.60	1.59	1.59	1.58	1.58
9	1.51	1.62	1.63	1.63	1.62	1.61	1.60	1.60	1.59	1.59	1.58	1.57	1.56	1.56	1.55	1.54	1.54	1.53	1.53
10	1.49	1.60	1.60	1.59	1.59	1.58	1.57	1.56	1.56	1.55	1.54	1.53	1.52	1.52	1.51	1.51	1.50	1.49	1.48
11	1.47	1.58	1.58	1.57	1.56	1.55	1.54	1.53	1.53	1.52	1.51	1.50	1.49	1.49	1.48	1.47	1.47	1.46	1.45
12	1.46	1.56	1.56	1.55	1.54	1.53	1.52	1.51	1.51	1.50	1.49	1.48	1.47	1.46	1.45	1.45	1.44	1.43	1.42
13	1.45	1.55	1.55	1.53	1.52	1.51	1.50	1.49	1.49	1.48	1.47	1.46	1.45	1.44	1.43	1.42	1.42	1.41	1.40
14	1.44	1.53	1.53	1.52	1.51	1.50	1.49	1.48	1.47	1.46	1.45	1.44	1.43	1.42	1.41	1.41	1.40	1.39	1.38
15	1.43	1.52	1.52	1.51	1.49	1.48	1.47	1.46	1.46	1.45	1.44	1.43	1.41	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36
16	1.42	1.51	1.51	1.50	1.48	1.47	1.46	1.45	1.44	1.44	1.43	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34
17	1.42	1.51	1.50	1.49	1.47	1.46	1.45	1.44	1.43	1.43	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	1.33
18	1.41	1.50	1.49	1.48	1.46	1.45	1.44	1.43	1.42	1.42	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	1.33	1.32
19	1.41	1.49	1.49	1.47	1.46	1.44	1.43	1.42	1.41	1.41	1.40	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	1.33	1.32	1.30
20	1.40	1.49	1.48	1.47	1.45	1.44	1.43	1.42	1.41	1.40	1.39	1.37	1.36	1.35	1.34	1.33	1.32	1.31	1.29
21	1.40	1.48	1.48	1.46	1.44	1.43	1.42	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.35	1.34	1.33	1.32	1.31	1.30	1.28
22	1.40	1.48	1.47	1.45	1.44	1.42	1.41	1.40	1.39	1.39	1.37	1.36	1.34	1.33	1.32	1.31	1.30	1.29	1.28
23	1.39	1.47	1.47	1.45	1.43	1.42	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.35	1.34	1.33	1.32	1.31	1.30	1.28	1.27
24	1.39	1.47	1.46	1.44	1.43	1.41	1.40	1.39	1.38	1.38	1.36	1.35	1.33	1.32	1.31	1.30	1.29	1.28	1.26
25	1.39	1.47	1.46	1.44	1.42	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.34	1.33	1.32	1.31	1.29	1.28	1.27	1.25
26	1.38	1.46	1.45	1.44	1.42	1.41	1.39	1.38	1.37	1.37	1.35	1.34	1.32	1.31	1.30	1.29	1.28	1.26	1.25
27	1.38	1.46	1.45	1.43	1.42	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.33	1.32	1.31	1.30	1.28	1.27	1.26	1.24
28	1.38	1.46	1.45	1.43	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.34	1.33	1.31	1.30	1.29	1.28	1.27	1.25	1.24
29	1.38	1.45	1.45	1.43	1.41	1.40	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	1.32	1.31	1.30	1.29	1.27	1.26	1.25	1.23
30	1.38	1.45	1.44	1.42	1.41	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	1.32	1.30	1.29	1.28	1.27	1.26	1.24	1.23
40	1.36	1.44	1.42	1.40	1.39	1.37	1.36	1.35	1.34	1.33	1.31	1.30	1.28	1.26	1.25	1.24	1.22	1.21	1.19
60	1.35	1.42	1.41	1.38	1.37	1.35	1.33	1.32	1.31	1.30	1.29	1.27	1.25	1.24	1.22	1.21	1.19	1.17	1.15
120	1.34	1.40	1.39	1.37	1.35	1.33	1.31	1.30	1.29	1.28	1.26	1.24	1.22	1.21	1.19	1.18	1.16	1.13	1.10
∞	1.32	1.39	1.37	1.35	1.33	1.31	1.29	1.28	1.27	1.25	1.24	1.22	1.19	1.18	1.16	1.14	1.12	1.08	1.00

Degrees of freedom for the numerator (ν_1)

Degrees of freedom for the denominator (ν_2)

www.takbook.com

Quality.....

Degrees of freedom for the denominator (υ_2)

υ_2 \ υ_1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	39.86	49.50	53.59	55.83	57.24	58.20	58.91	59.44	59.86	60.19	60.71	61.22	61.74	62.00	62.26	62.53	62.79	63.06	63.33
2	8.53	9.00	9.16	9.24	9.29	9.33	9.35	9.37	9.38	9.39	9.41	9.42	9.44	9.45	9.46	9.47	9.47	9.48	9.49
3	5.54	5.46	5.39	5.34	5.31	5.28	5.27	5.25	5.24	5.23	5.22	5.20	5.18	5.18	5.17	5.16	5.15	5.14	5.13
4	4.54	4.32	4.19	4.11	4.05	4.01	3.98	3.95	3.94	3.92	3.90	3.87	3.84	3.83	3.82	3.80	3.79	3.78	3.76
5	4.06	3.78	3.62	3.52	3.45	3.40	3.37	3.34	3.32	3.30	3.27	3.24	3.21	3.19	3.17	3.16	3.14	3.12	3.10
6	3.78	3.46	3.29	3.18	3.11	3.05	3.01	2.98	2.96	2.94	2.90	2.87	2.84	2.82	2.80	2.78	2.76	2.74	2.72
7	3.59	3.26	3.07	2.96	2.88	2.83	2.78	2.75	2.72	2.70	2.67	2.63	2.59	2.58	2.56	2.54	2.51	2.49	2.47
8	3.46	3.11	2.92	2.81	2.73	2.67	2.62	2.59	2.56	2.54	2.50	2.46	2.42	2.40	2.38	2.36	2.34	2.32	2.29
9	3.36	3.01	2.81	2.69	2.61	2.55	2.51	2.47	2.44	2.42	2.38	2.34	2.30	2.28	2.25	2.23	2.21	2.18	2.16
10	3.29	2.92	2.73	2.61	2.52	2.46	2.41	2.38	2.35	2.32	2.28	2.24	2.20	2.18	2.16	2.13	2.11	2.08	2.06
11	3.23	2.86	2.66	2.54	2.45	2.39	2.34	2.30	2.27	2.25	2.25	2.17	2.12	2.10	2.08	2.05	2.03	2.00	1.97
12	3.18	2.81	2.61	2.48	2.39	2.33	2.28	2.24	2.21	2.19	2.15	2.10	2.06	2.04	2.01	1.99	1.96	1.93	1.90
13	3.14	2.76	2.56	2.43	2.35	2.28	2.23	2.20	2.16	2.14	2.10	2.05	2.01	1.98	1.96	1.93	1.90	1.88	1.85
14	3.10	2.73	2.52	2.39	2.31	2.24	2.19	2.15	2.12	2.10	2.05	2.01	1.96	1.94	1.91	1.89	1.86	1.83	1.80
15	3.07	2.70	2.49	2.36	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09	2.06	2.02	1.97	1.92	1.90	1.87	1.85	1.82	1.79	1.76
16	3.05	2.67	2.46	2.33	2.24	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	1.99	1.94	1.89	1.87	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72
17	3.03	2.64	2.44	2.31	2.22	2.15	2.10	2.06	2.03	2.00	1.96	1.91	1.86	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72	1.69
18	3.01	2.62	2.42	2.29	2.20	2.13	2.08	2.04	2.00	1.98	1.93	1.89	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72	1.69	1.66
19	2.99	2.61	2.40	2.27	2.18	2.11	2.06	2.02	1.98	1.96	1.91	1.86	1.81	1.79	1.76	1.73	1.70	1.67	1.63
20	2.97	2.59	2.38	2.25	2.16	2.09	2.04	2.00	1.96	1.94	1.89	1.84	1.79	1.77	1.74	1.71	1.68	1.64	1.61
21	2.96	2.57	2.36	2.23	2.14	2.08	2.02	1.98	1.95	1.92	1.87	1.83	1.78	1.75	1.72	1.69	1.66	1.62	1.59
22	2.95	2.56	2.35	2.22	2.13	2.06	2.01	1.97	1.93	1.90	1.86	1.81	1.76	1.73	1.70	1.67	1.64	1.60	1.57
23	2.94	2.55	2.34	2.21	2.11	2.05	1.99	1.95	1.92	1.89	1.84	1.80	1.74	1.72	1.69	1.66	1.62	1.59	1.55
24	2.93	2.54	2.33	2.19	2.10	2.04	1.98	1.94	1.91	1.88	1.83	1.78	1.73	1.70	1.67	1.64	1.61	1.57	1.53
25	2.92	2.53	2.32	2.18	2.09	2.02	1.97	1.93	1.89	1.87	1.82	1.77	1.72	1.69	1.66	1.63	1.59	1.56	1.52
26	2.91	2.52	2.31	2.17	2.08	2.01	1.96	1.92	1.88	1.86	1.81	1.76	1.71	1.68	1.65	1.61	1.58	1.54	1.50
27	2.90	2.51	2.30	2.17	2.07	2.00	1.95	1.91	1.87	1.85	1.80	1.75	1.70	1.67	1.64	1.60	1.57	1.53	1.49
28	2.89	2.50	2.29	2.16	2.06	2.00	1.94	1.90	1.87	1.84	1.79	1.74	1.69	1.66	1.63	1.59	1.56	1.52	1.48
29	2.89	2.50	2.28	2.15	2.06	1.99	1.93	1.89	1.86	1.83	1.78	1.73	1.68	1.65	1.62	1.58	1.55	1.51	1.47
30	2.88	2.49	2.28	2.14	2.03	1.98	1.93	1.88	1.85	1.82	1.77	1.72	1.67	1.64	1.61	1.57	1.54	1.50	1.46
40	2.84	2.44	2.23	2.09	2.00	1.93	1.87	1.83	1.79	1.76	1.71	1.66	1.61	1.57	1.54	1.51	1.47	1.42	1.38
60	2.79	2.39	2.18	2.04	1.95	1.87	1.82	1.77	1.74	1.71	1.66	1.60	1.54	1.51	1.48	1.44	1.40	1.35	1.29
120	2.75	2.35	2.13	1.99	1.90	1.82	1.77	1.72	1.68	1.65	1.60	1.55	1.48	1.45	1.41	1.37	1.32	1.26	1.19
∞	2.71	2.30	2.08	1.94	1.85	1.77	1.72	1.67	1.63	1.60	1.55	1.49	1.42	1.38	1.34	1.30	1.24	1.17	1.00

Degrees of freedom for the numerator (υ_1)

الفبای کیفیت.....

www.takbook.com

υ_2 \ υ_1	Degrees of freedom for the numerator (υ_1)																		
Degrees of freedom for the denominator (υ_2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3	254.3
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.36
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.55	1.43	1.35	1.25
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00

www.takbook.com

Quality.....

Degrees of freedom for the numerator (v_1)

v_2 \ v_1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	647.8	799.5	864.2	899.6	921.8	937.1	948.2	956.7	963.3	968.6	976.7	984.9	993.1	997.2	1001	1006	1010	1014	1018
2	38.51	39.00	39.17	39.25	39.30	39.33	39.36	39.37	39.39	39.40	39.41	39.43	39.45	39.46	39.46	39.47	39.48	39.49	39.50
3	17.44	16.04	15.44	15.10	14.88	14.73	14.62	14.54	14.47	14.42	14.34	14.25	14.17	14.12	14.08	14.04	13.99	13.95	13.90
4	12.22	10.65	9.98	9.60	9.36	9.20	9.07	8.98	8.90	8.84	8.75	8.66	8.56	8.51	8.46	8.41	8.36	8.31	8.26
5	10.01	8.43	7.76	7.39	7.15	6.98	6.85	6.76	6.68	6.62	6.52	6.43	6.33	6.28	6.23	6.18	6.12	6.07	6.02
6	8.81	7.26	6.60	6.23	5.99	5.82	5.70	5.60	5.52	5.46	5.37	5.27	5.17	5.12	5.07	5.01	4.96	4.90	4.85
7	8.07	6.54	5.89	5.52	5.29	5.12	4.99	4.90	4.82	4.76	4.67	4.57	4.47	4.42	4.36	4.31	4.25	4.20	4.14
8	7.57	6.06	5.42	5.05	4.82	4.65	4.53	4.43	4.36	4.30	4.20	4.10	4.00	3.95	3.89	3.84	3.78	3.73	3.67
9	7.21	5.71	5.08	4.72	4.48	4.32	4.20	4.10	4.03	3.96	3.87	3.77	3.67	3.61	3.56	3.51	3.45	3.39	3.33
10	6.94	5.46	4.83	4.47	4.24	4.07	3.95	3.85	3.78	3.72	3.62	3.52	3.42	3.37	3.31	3.26	3.20	3.14	3.08
11	6.72	5.26	4.63	4.28	4.04	3.88	3.76	3.66	3.59	3.53	3.43	3.33	3.23	3.17	3.12	3.06	3.00	2.94	2.88
12	6.55	5.10	4.47	4.12	3.89	3.73	3.61	3.51	3.44	3.37	3.28	3.18	3.07	3.02	2.96	2.91	2.85	2.79	2.72
13	6.41	4.97	4.35	4.00	3.77	3.60	3.48	3.39	3.31	3.25	3.15	3.05	2.95	2.89	2.84	2.78	2.72	2.66	2.60
14	6.30	4.86	4.24	3.89	3.66	3.50	3.38	3.29	3.21	3.15	3.05	2.95	2.84	2.79	2.73	2.67	2.61	2.55	2.49
15	6.20	4.77	4.15	3.80	3.58	3.41	3.29	3.20	3.12	3.06	2.96	2.86	2.76	2.70	2.64	2.59	2.52	2.46	2.40
16	6.12	4.69	4.08	3.73	3.50	3.34	3.22	3.12	3.05	2.99	2.89	2.79	2.68	2.63	2.57	2.51	2.45	2.38	2.32
17	6.04	4.62	4.01	3.66	3.44	3.28	3.16	3.06	2.98	2.92	2.82	2.72	2.62	2.56	2.50	2.44	2.38	2.32	2.25
18	5.98	4.56	3.95	3.61	3.38	3.22	3.10	3.01	2.93	2.87	2.77	2.67	2.56	2.50	2.44	2.38	2.32	2.26	2.19
19	5.92	4.51	3.90	3.56	3.33	3.17	3.05	2.96	2.88	2.82	2.72	2.62	2.51	2.45	2.39	2.33	2.27	2.20	2.13
20	5.87	4.46	3.86	3.51	3.29	3.13	3.01	2.91	2.84	2.77	2.68	2.57	2.46	2.41	2.35	2.29	2.22	2.16	2.09
21	5.83	4.42	3.82	3.48	3.25	3.09	2.97	2.87	2.80	2.73	2.64	2.53	2.42	2.37	2.31	2.25	2.18	2.11	2.04
22	5.79	4.38	3.78	3.44	3.22	3.05	2.93	2.84	2.76	2.70	2.60	2.50	2.39	2.33	2.27	2.21	2.14	2.08	2.00
23	5.75	4.35	3.75	3.41	3.18	3.02	2.90	2.81	2.73	2.67	2.57	2.47	2.36	2.30	2.24	2.18	2.11	2.04	1.97
24	5.72	4.32	3.72	3.38	3.15	2.99	2.87	2.78	2.70	2.64	2.54	2.44	2.33	2.27	2.21	2.15	2.08	2.01	1.94
25	5.69	4.29	3.69	3.35	3.13	2.97	2.85	2.75	2.68	2.61	2.51	2.41	2.30	2.24	2.18	2.12	2.05	1.98	1.91
26	5.66	4.27	3.67	3.33	3.10	2.94	2.82	2.73	2.65	2.59	2.49	2.39	2.28	2.22	2.16	2.09	2.03	1.95	1.88
27	5.63	4.24	3.65	3.31	3.08	2.92	2.80	2.71	2.63	2.57	2.47	2.36	2.25	2.19	2.13	2.07	2.00	1.93	1.85
28	5.61	4.22	3.63	3.29	3.06	2.90	2.78	2.69	2.61	2.55	2.45	2.34	2.23	2.17	2.11	2.05	1.98	1.91	1.83
29	5.59	4.20	3.61	3.27	3.04	2.88	2.76	2.67	2.59	2.53	2.43	2.32	2.21	2.15	2.09	2.03	1.96	1.89	1.81
30	5.57	4.18	3.59	3.25	3.03	2.87	2.75	2.65	2.57	2.51	2.41	2.31	2.20	2.14	2.07	2.01	1.94	1.87	1.79
40	5.42	4.05	3.46	3.13	2.90	2.74	2.62	2.53	2.45	2.39	2.29	2.18	2.07	2.01	1.94	1.88	1.80	1.72	1.64
60	5.29	3.93	3.34	3.01	2.79	2.63	2.51	2.41	2.33	2.27	2.17	2.06	1.94	1.88	1.82	1.74	1.67	1.58	1.48
120	5.15	3.80	3.23	2.89	2.67	2.52	2.39	2.30	2.22	2.16	2.05	1.94	1.82	1.76	1.69	1.61	1.53	1.43	1.31
∞	5.02	3.69	3.12	2.79	2.57	2.41	2.29	2.19	2.11	2.05	1.94	1.83	1.71	1.64	1.57	1.48	1.39	1.27	1.00

Degrees of freedom for the denominator (v_2)

الفبای کیفیت.....

υ_2 \ υ_1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	4052	4999.5	5403	5625	5764	5859	5928	5982	6022	6056	6106	6157	6209	6235	6261	6287	6313	6339	6366
2	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39	99.40	99.42	99.43	99.45	99.46	99.47	99.47	99.48	99.49	99.50
3	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.35	27.23	27.05	26.87	26.69	26.00	26.50	26.41	26.32	26.22	26.13
4	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.55	14.37	14.20	14.02	13.93	13.84	13.75	13.65	13.56	13.46
5	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16	10.05	9.89	9.72	9.55	9.47	9.38	9.29	9.20	9.11	9.02
6	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.72	7.56	7.40	7.31	7.23	7.14	7.06	6.97	6.88
7	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72	6.62	6.47	6.31	6.16	6.07	5.99	5.91	5.82	5.74	5.65
8	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81	5.67	5.52	5.36	5.28	5.20	5.12	5.03	4.95	4.86
9	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35	5.26	5.11	4.96	4.81	4.73	4.65	4.57	4.48	4.40	4.31
10	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85	4.71	4.56	4.41	4.33	4.25	4.17	4.08	4.00	3.91
11	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63	4.54	4.40	4.25	4.10	4.02	3.94	3.86	3.78	3.69	3.60
12	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.30	4.16	4.01	3.86	3.78	3.70	3.62	3.54	3.45	3.36
13	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	3.96	3.82	3.66	3.59	3.51	3.43	3.34	3.25	3.17
14	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.80	3.66	3.51	3.43	3.35	3.27	3.18	3.09	3.00
15	8.68	6.36	5.42	4.89	4.36	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.67	3.52	3.37	3.29	3.21	3.13	3.05	2.96	2.87
16	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.55	3.41	3.26	3.18	3.10	3.02	2.93	2.84	2.75
17	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.46	3.31	3.16	3.08	3.00	2.92	2.83	2.75	2.65
18	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60	3.51	3.37	3.23	3.08	3.00	2.92	2.84	2.75	2.66	2.57
19	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.30	3.15	3.00	2.92	2.84	2.76	2.67	2.58	2.49
20	8.10	5.58	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.37	3.23	3.09	2.94	2.86	2.78	2.69	2.61	2.52	2.42
21	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.64	3.51	3.40	3.31	3.17	3.03	2.88	2.80	2.72	2.64	2.55	2.46	2.36
22	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	3.12	2.98	2.83	2.75	2.67	2.58	2.50	2.40	2.31
23	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30	3.21	3.07	2.93	2.78	2.70	2.62	2.54	2.45	2.35	2.26
24	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26	3.17	3.03	2.89	2.74	2.66	2.58	2.49	2.40	2.31	2.21
25	7.77	5.57	4.68	4.18	3.85	3.63	3.46	3.32	3.22	3.13	2.99	2.85	2.70	2.62	2.54	2.45	2.36	2.27	2.17
26	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18	3.09	2.96	2.81	2.66	2.58	2.50	2.42	2.33	2.23	2.13
27	7.68	5.49	4.60	4.11	3.78	3.56	3.39	3.26	3.15	3.06	2.93	2.78	2.63	2.55	2.47	2.38	2.29	2.20	2.10
28	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12	3.03	2.90	2.75	2.60	2.52	2.44	2.35	2.26	2.17	2.06
29	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.09	3.00	2.87	2.73	2.57	2.49	2.41	2.33	2.23	2.14	2.03
30	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	2.98	2.84	2.70	2.55	2.47	2.39	2.30	2.21	2.11	2.01
40	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89	2.80	2.66	2.52	2.37	2.29	2.20	2.11	2.02	1.92	1.80
60	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72	2.63	2.50	2.35	2.20	2.12	2.03	1.94	1.84	1.73	1.60
120	6.85	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.79	2.66	2.56	2.47	2.34	2.19	2.03	1.95	1.86	1.76	1.66	1.53	1.38
∞	6.63	4.61	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41	2.32	2.18	2.04	1.88	1.79	1.70	1.59	1.47	1.32	1.00

Degrees of freedom for the numerator (υ_1)

Degrees of freedom for the denominator (υ_2)

www.takbook.com

www.takbook.com

پیوست ٤) توزیع کای دو

v \ α	.995	.990	.975	.950	.900	.500	.100	.050	.025	.010	.005
1	0.00+	0.00+	0.00+	0.00+	0.02	0.45	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88
2	0.01	0.02	0.05	0.10	0.21	1.39	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60
3	0.07	0.11	0.22	0.35	0.58	2.37	6.25	7.81	9.35	11.34	12.84
4	0.21	0.30	0.48	0.71	1.06	3.36	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86
5	0.41	0.55	0.83	1.15	1.61	4.35	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75
6	0.68	0.87	1.24	1.64	2.20	5.35	10.65	12.59	14.45	16.81	18.55
7	0.99	1.24	1.69	2.17	2.83	6.35	12.02	14.07	16.01	18.48	20.28
8	1.34	1.65	2.18	2.73	3.49	7.34	13.36	15.51	17.53	20.09	21.96
9	1.73	2.09	2.70	3.33	4.17	8.34	14.68	16.92	19.02	21.67	23.59
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	9.34	15.99	18.31	20.48	23.21	25.19
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	10.34	17.28	19.68	21.92	24.72	26.76
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	11.34	18.55	21.03	23.34	26.22	28.30
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	12.34	19.81	22.36	24.74	27.69	29.82
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	13.34	21.06	23.68	26.12	29.14	31.32
15	4.60	5.23	6.27	7.26	8.55	14.34	22.31	25.00	27.49	30.58	33.80
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	15.34	23.54	26.30	28.85	32.00	34.27
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.09	16.34	24.77	27.59	30.19	33.41	35.72
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.87	17.34	25.99	28.87	31.53	34.81	37.16
19	6.84	7.63	8.91	10.12	11.65	18.34	27.20	30.14	32.85	36.19	38.58
20	7.43	8.26	9.59	10.85	12.44	19.34	28.41	31.41	34.17	37.57	40.00
21	8.03	8.90	10.28	11.59	13.24	20.34	29.62	32.67	35.48	38.93	41.40
22	8.64	9.54	10.98	12.34	14.04	21.34	30.81	33.92	36.78	40.29	42.80
23	9.26	10.20	11.69	13.09	14.85	22.34	32.01	35.17	38.08	41.64	44.18
24	9.89	10.86	12.40	13.85	15.66	23.34	33.20	36.42	39.36	42.98	45.56
25	10.52	11.52	13.12	14.61	16.47	24.34	34.28	37.65	40.65	44.31	46.93
26	11.16	12.20	13.84	15.38	17.29	25.34	35.56	38.89	41.92	45.64	48.29
27	11.81	12.88	14.57	16.15	18.11	26.34	36.74	40.11	43.19	46.96	49.65
28	12.46	13.57	15.31	16.93	18.94	27.34	37.92	41.34	44.46	48.28	50.99
29	13.12	14.26	16.05	17.71	19.77	28.34	39.09	42.56	45.72	49.59	52.34
30	13.79	14.95	16.79	18.49	20.60	29.34	40.26	43.77	46.98	50.89	53.67
40	20.71	22.16	24.43	26.51	29.05	39.34	51.81	55.76	59.34	63.69	66.77
50	27.99	29.71	32.36	34.76	37.69	49.33	63.17	67.50	71.42	76.15	79.49
60	35.53	37.48	40.48	43.19	46.46	59.33	74.40	79.08	83.30	88.38	91.95
70	43.28	45.44	48.76	51.74	55.33	69.33	85.53	90.53	95.02	100.42	104.22
80	51.17	53.54	57.15	60.39	64.28	79.33	96.58	101.88	106.63	112.33	116.32
90	59.20	61.75	65.65	69.13	73.29	89.33	107.57	113.14	118.14	124.12	128.30
100	67.33	70.06	74.22	77.93	82.36	99.33	118.50	124.34	129.56	135.81	140.17

www.takbook.com

پیوست ۵) توزیع تجمعی پواسن

1,000 × probability of c or less occurrences of event that has average number of occurrences equal to c or np

λ or np \ c	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.02	980	1,000								
0.04	961	999	1,000							
0.06	942	998	1,000							
0.08	923	997	1,000							
0.10	905	995	1,000							
0.15	861	990	999	1,000						
0.20	819	982	999	1,000						
0.25	779	974	998	1,000						
0.30	741	963	996	1,000						
0.35	705	951	994	1,000						
0.40	670	938	992	999	1,000					
0.45	638	925	989	999	1,000					
0.50	607	910	986	998	1,000					
0.55	577	894	982	998	1,000					
0.60	549	878	977	997	1,000					
0.65	522	861	972	996	999	1,000				
0.70	497	844	966	994	999	1,000				
0.75	472	827	959	993	999	1,000				
0.80	449	809	953	991	999	1,000				
0.85	427	791	945	989	998	1,000				
0.90	407	772	937	987	998	1,000				
0.95	387	754	929	984	997	1,000				
1.00	368	736	920	981	996	999	1,000			
1.1	333	699	900	974	995	999	1,000			
1.2	301	663	879	966	992	998	1,000			
1.3	273	627	857	957	989	998	1,000			
1.4	247	592	833	946	986	997	999	1,000		
1.5	223	558	809	934	981	996	999	1,000		
1.6	202	525	783	921	976	994	999	1,000		
1.7	183	493	757	907	970	992	998	1,000		
1.8	165	463	731	891	964	990	997	999	1,000	
1.9	150	434	704	875	956	987	997	999	1,000	
2.0	135	406	677	857	947	983	995	999	1,000	

www.takbook.com

λ or np \ c	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2,2	111	355	623	819	928	975	993	998	1,000	
2.4	091	308	570	779	904	964	988	997	999	1,000
2.6	074	267	518	736	877	951	983	995	999	1,000
2.8	061	231	469	692	848	935	976	992	998	999
3.0	050	199	423	647	815	916	966	988	996	999
3.2	041	171	380	603	781	895	955	983	994	998
3.4	033	147	340	558	744	871	942	977	992	997
3.6	027	126	303	515	706	844	927	969	988	996
3.8	022	107	269	473	668	816	909	960	984	994
4.0	018	092	238	433	629	785	889	949	979	992
4.2	015	078	210	395	590	753	867	936	972	989
4.4	012	066	185	359	551	720	844	921	964	985
4.6	010	056	163	326	513	686	818	905	955	980
4.6	010	056	163	326	513	686	818	905	955	980
4.8	008	048	143	294	476	651	791	887	944	975
5.0	007	040	125	265	440	616	762	867	932	968
5.2	006	034	109	238	406	581	732	845	918	960
5.4	005	029	095	213	373	546	702	822	903	951
5.6	004	024	082	191	342	512	670	797	886	941
5.8	003	021	072	170	313	478	638	771	867	929
6.0	002	017	062	151	285	446	606	744	847	916

	10	11	12	13	14	15	16
2.8	1,000						
3.0	1,000						
3.2	1,000						
3.4	999	1,000					
3.6	999	1,000					
3.8	998	999	1,000				
4.0	997	999	1,000				
4.2	996	999	1,000				
4.4	994	998	999	1,000			
4.6	992	997	999	1,000			
4.8	990	996	999	1,000			
5.0	986	995	998	999	1,000		
5.2	982	993	997	999	1,000		
5.4	977	990	996	999	1,000		
5.6	972	988	995	998	999	1,000	
5.8	965	984	993	997	999	1,000	
6.0	957	980	991	996	999	999	1,000

www.takbook.com

λ or np \ c	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6.2	002	015	054	134	259	414	574	716	826	902
6.4	002	012	046	119	235	384	542	687	803	886
6.6	001	010	040	105	213	355	511	658	780	869
6.8	001	009	034	093	192	327	480	628	755	850
7.0	001	007	030	082	173	301	450	599	729	830
7.2	001	006	025	072	156	276	420	569	703	810
7.4	001	005	022	063	140	253	392	539	676	788
7.6	001	004	019	055	125	231	365	510	648	765
7.8	000	004	016	048	112	210	338	481	620	741
8.0	000	003	014	042	100	191	313	453	593	717
8.5	000	002	009	030	074	150	256	386	523	653
9.0	000	001	006	021	055	116	207	324	456	587
9.5	000	001	004	015	040	089	165	269	393	522
10.0	000	000	003	010	029	067	130	220	333	458

	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
6.2	949	975	989	995	998	999	1,000			
6.4	939	969	986	994	997	999	1,000			
6.6	927	963	982	992	997	999	999	1,000		
6.8	915	955	978	990	996	998	999	1,000		
7.0	901	947	973	987	994	998	999	1,000		
7.2	887	937	967	984	993	997	999	999	1,000	
7.4	871	926	961	980	991	996	998	999	1,000	
7.6	854	915	954	976	989	995	998	999	1,000	
7.8	835	902	945	971	986	993	997	999	1,000	
8.0	816	888	936	966	983	992	996	998	999	1,000
8.5	763	849	909	949	973	986	993	997	999	1,000
9.0	706	803	876	926	959	978	989	995	998	999
9.5	645	752	836	998	940	967	982	991	996	998
10.0	583	697	792	864	917	951	973	986	993	997

	20	21	22
8.5	1,000		
9.0	1,000		
9.5	999	1,000	
10.0	998	999	1,000

www.takbook.com

λ or np \ c	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10.5	000	000	002	007	021	050	102	179	279	397
11.0	000	000	001	005	015	038	079	143	232	341
11.5	000	000	001	003	011	028	060	114	191	289
12.0	000	000	001	002	008	020	046	090	155	242
12.5	000	000	000	002	005	015	035	070	125	201
13.0	000	000	000	001	004	011	026	054	100	166
13.5	000	000	000	001	003	008	019	041	079	135
14.0	000	000	000	000	002	006	014	032	062	109
14.5	000	000	000	000	001	004	010	024	048	088
15.0	000	000	000	000	001	003	008	018	037	070
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
10.5	521	639	742	825	888	932	960	978	988	994
11.0	460	579	689	781	854	907	944	968	982	991
11.5	402	520	633	733	815	878	924	954	974	986
12.0	347	462	576	682	772	844	899	937	963	979
12.5	297	406	519	628	725	806	869	916	948	969
13.0	252	353	463	573	675	764	835	890	930	957
13.5	211	304	409	518	623	718	798	861	908	942
14.0	176	260	358	464	570	669	756	827	883	923
14.5	145	220	311	413	518	619	711	790	853	901
15.0	118	185	268	363	466	568	664	749	819	875
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
10.5	997	999	999	1,000						
11.0	995	998	999	1,000						
11.5	992	996	998	999	1,000					
12.0	988	994	997	999	999	1,000				
12.5	983	991	995	998	999	999	1,000			
13.0	975	986	992	996	998	999	1,000			
13.5	965	980	989	994	997	998	999	1,000		
14.0	952	971	983	991	995	997	999	999	1,000	
14.5	936	960	976	986	992	996	998	999	999	1,000
15.0	917	947	967	981	989	994	997	998	999	1,000

www.takbook.com

λ or np \ c	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
16	000	001	004	010	022	043	077	127	193	275
17	000	001	002	005	013	026	049	085	135	201
18	000	000	001	003	007	015	030	055	092	143
19	000	000	001	002	004	009	018	035	061	098
20	000	000	000	001	002	005	011	021	039	066
21	000	000	000	000	001	003	006	013	025	043
22	000	000	000	000	001	002	004	008	015	028
23	000	000	000	000	000	001	002	004	009	017
24	000	000	000	000	000	000	001	003	005	011
25	000	000	000	000	000	000	001	001	003	006

	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
16	368	467	566	659	742	812	868	911	942	963
17	281	371	468	564	655	736	805	861	905	937
18	208	287	375	469	562	651	731	799	855	899
19	150	215	292	378	469	561	647	725	793	849
20	105	157	221	297	381	470	559	644	721	787
21	072	111	163	227	302	384	471	558	640	716
22	048	077	117	169	232	306	387	472	556	637
23	031	052	082	123	175	238	310	389	472	555
24	020	034	056	087	128	180	243	314	392	473
25	012	022	038	060	092	134	185	247	318	394

	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
16	978	987	993	996	998	999	999	1,000		
17	959	975	985	991	995	997	999	999	1,000	
18	932	955	972	983	990	994	997	998	999	1,000
19	893	927	951	969	980	988	993	996	998	999
20	843	888	922	948	966	978	987	992	995	997
21	782	838	883	917	944	963	976	985	991	994
22	712	777	832	877	913	940	959	973	983	989
23	635	708	772	827	873	908	936	956	971	981
24	554	632	704	768	823	868	904	932	953	969
25	473	553	629	700	763	818	863	900	929	950

	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
19	999	1,000								
20	999	999	1,000							
21	997	998	999	999	1,000					
22	994	996	998	999	999	1,000				
23	988	993	996	997	999	999	1,000			
24	979	987	992	995	997	998	999	999	1,000	
25	966	978	985	991	994	997	998	999	999	1,000

www.takbook.com

پیوست ٦) ضرایب طراحی نمودارهای کنترل برای مشخصه های کیفی متغیر

عوامل مربوط به محاسبهٔ خطوط نمودار کنترل

تعداد مشاهدات در نمونه، n	نمودار مربوط به متوسطها			نمودار مربوط به انحراف معیارها						نمودار مربوط به دامنه‌ها					
	عوامل مربوط به حدود کنترل		عوامل مربوط به خط مرکزی	عوامل مربوط به خط مرکزی	عوامل مربوط به حدود کنترل			عوامل مربوط به خط مرکزی		عوامل مربوط به حدود کنترل					
	A	A_1	A_2	c_2	$1/c_2$	B_1	B_2	B_3	B_4	d_2	$1/d_2$	d_3	D_1	D_2	D_3	D_4
2	2.121	3.760	1.880	0.5642	1.7725	0	1.843	0	3.267	1.128	0.8865	0.853	0	3.686	0	3.276
3	1.732	2.394	1.023	0.7236	1.3820	0	1.858	Q	2.568	1.693	0.5907	0.888	0	4.358	0	2.575
4	1.501	1.880	0.729	0.7979	1.2533	0	1.808	0	2.266	2.059	0.4857	0.880	0	4.698	0	2.282
5	1.342	1.596	0.577	0.8407	1.1894	0	1.756	0	2.089	2.326	0.4299	0.864	0	4.918	0	2.115
6	1.225	1.410	0.483	0.8686	1.1512	0.026	1.711	0.030	1.970	2.534	0.3946	0.848	0	5.078	0	2.004
7	1.134	1.277	0.419	0.8882	1.1259	0.105	1.672	0.118	1.882	2.704	0.3698	0.833	0.205	5.203	0.076	1.924
8	1.061	1.175	0.373	0.9027	1.1078	0.167	1.638	0.185	1.815	2.847	0.3512	0.820	0.387	5.307	0.136	1.864
9	1.000	1.094	0.337	0.9139	1.0942	0.219	1.609	0.239	1.761	2.970	0.3367	0.808	0.546	5.394	0.184	1.816
10	0.949	1.028	0.308	0.9227	1.0837	0.262	1.584	0.284	1.716	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.973	0.285	0.9300	1.0753	0.299	1.561	0.321	1.679	3.173	0.3152	0.787	0.812	5.534	0.256	1.744
12	0.866	0.925	0.266	0.9359	1.0684	0.331	1.541	0.354	1.646	3.258	0.3069	0.778	0.924	5.592	0.284	1.719
13	0.832	0.884	0.249	0.9410	1.0627	0.359	1.523	0.382	1.618	3.336	0.2998	0.770	1.026	5.646	0.308	1.692
14	0.802	0.848	0.235	0.9453	1.0579	0.384	1.507	0.406	1.594	3.407	0.2935	0.762	1.121	5.693	0.329	1.671
15	0.775	0.816	0.223	0.9490	1.0537	0.406	1.492	0.428	1.572	3.472	0.2880	0.755	1.207	5.737	0.348	1.652
16	0.750	0.788	0.212	0.9523	1.0501	0.427	1.478	0.448	1.552	3.532	0.2831	0.749	1.285	5.779	0.364	1.636
17	0.728	0.762	0.203	0.9551	1.0470	0.445	1.465	0.466	1.534	3.588	0.2787	0.743	1.359	5.817	0.379	1.621
18	0.707	0.738	0.194	0.9576	1.0442	0.461	1.454	0.482	1.518	3.640	0.2747	0.738	1.426	5.854	0.392	1.608
19	0.688	0.717	0.187	0.9599	1.0418	0.477	1.443	0.497	1.503	3.689	0.2711	0.733	1.490	5.888	0.404	1.596
20	0.671	0.697	0.180	0.9619	1.0396	0.491	1.433	0.510	1.490	3.735	0.2677	0.729	1.548	5.922	0.414	1.586
21	0.655	0.679	0.173	0.9638	1.0376	0.504	1.424	0.523	1.477	3.778	0.2647	0.724	1.606	5.950	0.425	1.575
22	0.640	0.662	0.167	0.9655	1.0358	0.516	1.415	0.534	1.466	3.819	0.2618	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566
23	0.626	0.647	0.162	0.9670	1.0342	0.527	1.407	0.545	1.455	3.858	0.2592	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.632	0.157	0.9684	1.0327	0.538	1.399	0.555	1.445	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.031	0.452	1.548
25	0.600	0.619	0.153	0.9696	1.0313	0.548	1.392	0.565	1.435	3.931	0.2544	0.709	1.804	6.058	0.459	1.541
Over 25	$\frac{3}{\sqrt{n}}$	$\frac{3}{\sqrt{n}}$	—	—	—	‡	§	‡	§	—	—	—	—	—	—	—

[1] Reproduced by permission from *ASTM Manual on Quality Control of Materials*, American Society for Testing Materials, Philadelphia, Pa., 1951.

‡ $1 - \frac{3}{\sqrt{2n}}$ § $1 + \frac{3}{\sqrt{2n}}$

www.takbook.com

فهرست منابع

۱- الوانی، سید مهدی و میر شفیعی، نصرا... .، (۱۳۶۸)، مدیریت تولید، تهران: آستان قدس رضوی.

۲- مونتگومری، داگلاس سی.، (۱۳۸۲)، کنترل کیفیت آماری، ترجمه رسول نور السناء، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۸۲.

۳- فاطمی قمی، محمد تقی. (۱۳۷۰)،کنترل کیفیت آماری، تهران: دانشگاه صنعتی امیر کبیر.

۴ - بی.جی. دیل وجی. جی.(۱۳۸۱) پلانک، هزینه یابی کیفیت ترجمه فرانک جواهرنشان و محمد آهویی، تهران، سازمان مدیریت صنعتی.

۵ - رافائل اگوایو، آموزه های دکتر دمینگ، ترجمه میترا تیموری، نشر آموزه، ۱۳۷۸.

۶- نقندریان، کاظم.، (۱۳۷۷)، کنترل کیفیت آماری، چاپ سوم، تهران: انتشارات وزارت صنایع.