Archive of SID

نشریه مدیریت صنعتی، دوره ۱، شماره ۲، بهار و تابستان ۱۳۸۸، از صفحه ۳ تا ۱۸

ارائه مدل کنترل فرآیند آماری فازی با روش مد فازی برای کنترل تعداد نقص‌های محصول

رضا اسماعیل‌پور[1*]، محمدرحیم رمضانیان[2]، فاروق کاظم‌اُف[3]

۱. استادیار مدیریت، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲. استادیار مدیریت، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۳. کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۷/۴/۲۴، تاریخ تصویب: ۱۳۸۸/۲/۵)

چکیده

نمودارهای کنترل کلاسیک با استفاده از داده‌های دقیق و معین، فرآیندهای تولیدی را در دو گروه «تحت کنترل» یا «خارج از کنترل» قرار می‌دهند. در حالیکه مجموعه‌های فازی با تعریف توابع عضویت پیوسته و استفاده از داده‌های مبهم و نامعین با بهره‌گیری از اعداد فازی مثلثی و ذوزنقه‌ای، سطوح مختلف تصمیم را برای تصمیم‌گیرندگان معرفی می‌کند. در این مقاله با استفاده از مد فازی برای ترسیم نمودارهای کنترل فازی علاوه بر استفاده از داده‌های نامعین و مبتنی بر تجربه و ذهنیت افراد، سطوح چندگانه کیفی برای محصول موردنظر در شرکت تولیدی مورد آزمون به صورت «تحت کنترل، نسبتاً تحت کنترل، نسبتاً خارج از کنترل و خارج از کنترل» تعریف شده است که بیان‌کننده حالات واقعی‌تر شرایط تولیدی است.

واژه‌های کلیدی: کنترل فرآیند آماری، منطق فازی، نمودارهای کنترل فازی، مدفازی

* نویسنده مسئول
Email: esmaeilpour@guilan.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

از زمانی که انسان توانایی ساخت محصول را پیدا کرد، جهت کنترل کیفیت آن نیز به تلاش پرداخت. ظرافت، دقت و هنرمندی خاصی که در آثار باستانی و محصولات متعلق به زمان‌های مختلف مشاهده می‌شود حکایت از این تلاش دارد.

روش‌های آماری کنترل کیفیت که برای اولین بار در سال ۱۹۲۰ مورد استفاده قرار گرفت، هم‌اکنون نیز متداول هستند؛ اما در پاره‌ای از موارد و شرایطی که اطلاعات موجود به نوعی دارای ابهام و عدم قطعیت هستند، کارایی خود را از دست می‌دهند. برای توانمند کردن کنترل‌های آماری راهکارهایی پیشنهاد شده است که مهمترین و کارآمدترین آنها، کاربرد منطق فازی در کنترل آماری است. کنترل کیفیت فازی که در ابتدای راه خود قرار دارد با توانمندی که در فرموله کردن تجربه افراد متخصص و استفاده از داده‌های مبهم و نادقیق دارد توانایی کنترل کیفیت را جهت مأموریت اصلی خود یعنی بازرسی، کنترل و بهبود کیفیت محصولات و خدمات، افزایش داده است.

در این مقاله با انجام مطالعات کتابخانه‌ای مدل مد فازی برای تعداد نقص‌ها استخراج گردیده، سپس طی جلسات انجام شده با خبرگان و بررسی نمونه‌های محصول مورد نظر اعداد فازی متناسب با نوع نقص معرفی شده‌است. آنگاه مدل مد فازی برای نمودار تعداد نقص‌ها. در محیط نرم افزار Matlab کد نویسی شده تا خروجی‌ها را به صورت اصطلاحات زبانی معرف سطح کیفی محصول نمایش داده شود.

۲. شرح مسئله

کیفیت یک معیار تصمیم‌گیری از جانب مشتری و نه ابزار تصمیم برای مهندسان، بازار یا مدیریت سازمان است. این مبتنی بر تجربه واقعی مشتری از محصول و خدمت است که در مقابل الزامات مورد نظر تعیین می‌شود و هدف اصلی اندازه گیری کیفیت، تعیین و ارزیابی درجه و سطح محصول و خدمت مورد استفاده است[۳،۱۲].

کنترل فرآیند آماری (SPC) حین تولید، ابزار اصلی مورد نیاز جهت دست یافتن به چنین هدفی است؛ و همچنین یک تکنیک نمونه‌گیری است که کیفیت اقلام تولید شده را اندازه‌گیری می‌کند[۹،۱۳]. بسیاری از مشخصه‌های محصول از قبیل قطر، وزن یا حجم را می‌توان در قالب اندازه عددی بیان کرد. این مشخصه‌ها که به وسیله ابزار اندازه‌گیری دقیق قابل محاسبه هستند، «متغیر»نامیده می‌شود[۸، ۶]. اما تعدادی از مشخصه‌های کیفی را

www.SID.ir

Archive of SID

نمی‌توان به سادگی اندازه‌گیری و در قالب عدد گزارش کرد. در این‌گونه موارد، هر محصول بازرسی شده معمولاً به دو گروه منطبق یا نامنطبق، قابل قبول یا غیرقابل قبول و سالم یامعیوب تقسیم می‌شود. این مشخصه‌های کیفی را که با چنین روشی تقسیم‌بندی می‌شوند، مشخصه‌های کیفی «وصفی»می‌نامند[۲۲،۱۷].

آنچه که تا بدین‌جا از ماهیت نمودارهای کنترل بیان شد این است که نمودارهای کنترل، محصولات را به صورت طبقه‌بندی دودویی (صفر و یک) در دو طبقه تحت کنترل یا خارج از کنترل، سالم یا معیوب و منطبق یا نامنطبق قرار می‌دهد. این نوع طبقه‌بندی در شرایطی که کیفیت محصول به صورت ناگهانی از حالت رضایتبخش به حالت ضعیف تغییر نکند، مناسب نخواهد بود. در تقسیم‌بندی کلاسیک، اگر نمونه انتخاب شده بسیار نزدیک به حدود کنترلی بالا و پایین اما درون محدوده تحت کنترل باشد، منطبق و اگر نزدیک به حدود کنترلی بالا و پایین و خارج از کنترل باشد، محصول نامنطبق نامیده می‌شود. در صورتی که بتوان طبقه‌بندی‌های دیگری به صورت حد وسط بین منطبق یا نامنطبق و تحت کنترل یا خارج از کنترل در نظر بگیریم، سطح کیفی محصول به صورت واقعی‌تری بیان خواهد شد. بنابراین مسأله‌ای که به دنبال راه حل برای آن هستیم، استفاده از مدلی است که علاوه بر کارکرد نمودارهای کنترل، توانایی ارایه سطوح میانی کیفیت را نیز داشته باشد.

نمودارهای کنترل فازی برای کنترل فرایند هنگامی که اطلاعات مبهم و غیردقیق هستند، استفاده می‌شوند. این نمودارها محصولات را در دسته‌های «درجه یک»، «درجه دو» و «درجه سه» یا دسته‌های «تحت کنترل»، «نسبتاً تحت کنترل»، «نسبتاً خارج از کنترل» و «خارج از کنترل» قرار می‌دهند. این اصطلاحات زبانی میانه‌ای توسط افراد خبره و کارشناسان معرفی می‌شوند تا براساس آن هم حدود کنترلی را رسم و هم محصولات را براساس آنها طبقه‌بندی نمایند[۲۱].

۳. ارائه فرضیه

مد فازی روشی است که با استفاده از اصول پایه‌ای منطق فازی و استفاده از اعداد فازی برای هر اصطلاح زبانی بیان‌کننده تعداد نقص‌ها چهار مقدار در نظر می‌گیرد. شیوه نمایش این اعداد در قالب توابع عضویت تعریف شده بسیله متخصصین است. این اعداد فازی زیر بنای معرفی سطوح چندگانه کیفی در نمودار کنترل کیفیت فازی هستند. بنابراین می‌توان

www.SID.ir

Archive of SID

فرضیه را اینگونه مطرح کرد که: «کنترل فرآیند آماری فازی تحت مدل مد فازی،نسبت به کنترل فرآیند آماری کلاسیک در تبیین سطوح مختلف کیفیت محصول و استفاده از داده-های تقریبی توانمندتر است.»

۴. کنترل فرآیند آماری کلاسیک

متغیرها مشخصه‌های کیفی هستند که در قالب اندازه عددی بیان می‌شوند. معمولاً در عمل وقتی که مشخصه کیفی مورد مطالعه به صورت متغیر باشد هم میانگین (نمودار $\overline{X}$) و هم واریانس آن (نمودار S و نمودار R) را کنترل می‌کنیم. نمودارهای کنترل وصفی مقادیر گسسته‌ای را اندازه می‌گیرد که در آن یک مشخصه به صورت سالم یا ناقص مشخص می‌شود. بنابراین همانند نمودار کنترل متغیرها، اندازه و مقداری برای میانگین و دامنه قابل محاسبه نخواهد بود. داده‌ها به صورت ساده تعداد منطبق‌ها و نامنطبق‌ها را نشان می‌دهند. برای داده‌های وصفی چهار نمودار موجود است: نمودار نسبت معیوب‌ها(P)، نمودار تعداد معیوب‌ها (np)، نمودار تعداد نقص‌ها (C) و نمودار U[۳،۶،۷،۹].

۵. منطق فازی

از آن زمان که انسان اندیشیدن را آغاز نموده همواره کلمات و عباراتی را بر زبان جاری ساخته که مرزهای روشنی نداشته‌اند. کلماتی نظیر «خوب، بد، جوان، پیر، بلند، کوتاه، قوی، معمولاً، غالباً، به ندرت و...». روشن است که نمی‌توان برای این کلمات مرز مشخص یافت. اما در بسیاری از علوم نظیر ریاضیات و منطق فرض بر این است که محدوده‌ها و مرزهای دقیقاً تعریف شده‌ای وجود دارد و یک موضوع خاص یا در آن محدوده می‌گنجد یا نمی‌گنجد. بنابراین پدیده‌های منطقی و ریاضی براساس مبانی و اصول کلاسیک علم تنها دو حالت دارند: یا درست هستند یا غلط. بر این اساس موضوعات منطقی و ریاضی یا کلاً درست هستند یا کلاً نادرست، سفید یا سیاه، یک یا صفر[۲].

اصل فازی بیان می‌دارد که همه چیز نسبی است و حالت فازی نامی رسمی در علوم دارد که عبارت است از «حالت چند ارزشی». فازی بودن به معنای چند ارزشی بودن است. این بدان معنا است که در پاسخ به هر سئوال سه انتخاب یا بیشتر وجود دارد، و شاید طیف نامحدودی از انتخاب‌ها به جای فقط دو انتخاب نهایی وجود داشته باشد. یعنی این که به

www.SID.ir

Archive of SID

جای حالت دودویی از حالت آنالوگ استفاده شده و سایه‌های نامحدودی از خاکستری بین سیاه و سفید فرض می‌شود[۴].

در سال ۱۹۶۵ لطفی عسکری‌زاده مقاله‌ای تحت عنوان مجموعه‌های فازی منتشر ساخت. در این مقاله از منطق چند مقداری لوکاسیه ویچ برای مجموعه‌ها و گروه‌های اشیاء و چیزها استفاده شده بود. لطفی‌زاده نام فازی را روی این مجموعه‌های گنگ یا چند ارزشی قرار داد. مجموعه‌هایی که اجزایشان به درجات مختلف به آنها تعلق دارند، نظیر مجموعه‌هایی از کارکنان که از کار خود ناراضی هستند[۵].

اعداد فازی، مجموعه‌های فازی هستند که با راهبردهای خاص به منظور ساده‌سازی محاسبات استفاده می‌شوند. عملیات اعداد فازی به کمک اصل توسیع قابل تعریف هستند. اعداد فازی مقادیر غیردقیقی را فرموله می‌کنند که در همه جا حضور دارند. هنگام تشریح و توضیح سیستم‌های پیچیده، اعداد فازی برای فرموله کردن مقادیر تقریبی از قبیل «تقریباً ۵»، «زیر ۱۰۰» و شبیه آن استفاده می‌گردند[۲۰].

از میان اعداد مختلف فازی، اعداد فازی مثلثی و ذوزنقه‌ای پر اهمیت‌ترین آنها محسوب می‌گردند. خصوصاً که آنها برای حل مسایل کنترل کیفیت فازی به کار گرفته می‌شوند.

۶. کنترل فرآیند آماری فازی

در نمودارهای کنترل به ویژه نمودارهای وصفی که مشخصه‌ها و پارامترهای کیفی عواملی از قبیل ظاهر، نرمی، رنگ و غیره را اندازه‌گیری می‌کنند، احساسات و سلیقه مشاهده کننده و بازرس در بیان مشخصه تأثیر می‌گذارد زیرا نمی‌توان این مشخصه ها را دقیقاً به صورت مقادیر عددی بیان کرد. در حالت واقعی میزان هر مشخصه کیفی براساس واژه‌های زبانی بیان می‌شوند اما نمودارهای کنترل کلاسیک توانایی استفاده از این داده‌ها را ندارد. لذا نمودارهای کنترل فازی جهت استفاده از داده‌هایی که توسط بازرس و با اصطلاحات زبانی بیان می‌شوند، مورد استفاده قرار می‌گیرند[۱]. اساس نمودارهای کنترل فازی تئوری مجموعه‌های فازی است. بر پایه این تئوری، دو رویکرد اساسی در تهیه نمودارهای کنترل فازی توسعه داده شده است: رویکرد احتمال فازی و رویکرد عضویت[۲۱].

www.SID.ir

Archive of SID

۶-۱. رویکرد عضویت

در این رویکرد زیرمجموعه‌های فازی مرتبط با هر مقدار زبانی در نمونه با هم جمع شده و بر اندازه نمونه تقسیم می‌شود. نتیجه یک مجموعه فازی است که ممکن است به مقدار زبانی خاصی در مجموعه اصطلاحات مربوطه نباشد، اما به سطح کیفیت میانه‌ای نمونه مربوط باشد. بنابراین یک مقدار عددی واحد مربوط به نمونه از طریق تبدیل زیرمجموعه فازی کل به مقدار نمایانگر حاصل می‌شود. این تبدیل براساس یکی از روش چهارگانه مذکور صورت می‌گیرد. رز و وانگ (۱۹۹۰) این روش را رویکرد عضویت نامیدند [۲۱، ۱۰].

۶-۲. رویکرد احتمال فازی

در این رویکرد، مقادیر نمایانگر مستقیماً از اصطلاحات زبانی مرتبط با مشاهدات به دست می‌آید. مقدار نمایانگر نمونه به عنوان میانگین مقادیر نمایانگر مشاهدات در نمونه محاسبه می‌شود. این رویکرد توسط رز و وانگ (۱۹۹۰) رویکرد احتمال نامیده شده، که حدود کنترل براساس استدلال احتمالات به دست می‌آید. بعد از تبدیل مشاهدات زبانی مربوط به مقادیر نمایانگرشان، این رویکرد با کاربرد نمودارهای کنترل متغیرهامشابه می‌شود[۲۳].

۷. پیشینه موضوع

در مورد بکارگیری روش فازی در کنترل کیفیت، چندین تحقیق انجام شده است، از جمله:

برد شاو (۱۹۸۵) تئوری مجموعه فازی را برای اولین بار به عنوان پایه‌ای جهت تفسیر نمایش درجه عملکرد محصول درجه‌بندی شده، استفاده کرد. برد شاو تأکید کرد که حدود اقتصادی کنترل فازی مزیت‌هایی بر نمودارهای پذیرش سنتی دارد، زیرا حدود اقتصادی کنترل فازی اصطلاحاتی را به تعداد فراوانی محصول نامنطبق و ناکارآمد فراهم می‌کند[۱۵].

وانگ و رز (۱۹۹۰) و رز و وانگ (۱۹۹۰) برای غلبه بر محدودیت‌های تقسیم‌بندی دودویی استفاده شده در نمودارهای کنترل وصفی‌ها (به عنوان مثال نمودار p و نمودار c) اصطلاحات زبانی از قبیل کامل، خوب، متوسط، ضعیف یا بد را به کار بردند تا سطوح میانی کیفیت را بیشتر و بهتر از انتخاب کلاسیک (قابل قبول یا غیرقابل قبول) بیان کنند. در توسعه نمودارهای کنترل برای خروجی‌ها براساس اصطلاحات زبانی، توابع عضویت

www.SID.ir

Archive of SID

اصطلاحات زبانی گوناگون، بر روی مقادیر عددی بین صفر و یک بیان شده است [۲۱، ۲۴].

کاناگاوا و دیگران (۱۹۹۳ و ۱۹۹۱) نیز از اصطلاحات زبانی برای بیان خروجی‌های فرایند استفاده می‌کنند. اگرچه رویکرد آنان با آنچه که وانگ و رز و رز و وانگ به کار برده‌اند یکسان است، اما آنان به جای فرض این که تابع چگالی احتمال برای مقادیر نمایانگر اصطلاحات زبانی یک تابع نرمال است، اصطلاحات زبانی را به عنوان داده‌های فازی برچسب‌دار در نظر گرفته و احتمال ظهور متغیر زبانی را با استفاده از تابع احتمال داده، محاسبه کرده‌اند[۱۰، ۱۵].

قهرمان و دیگران اعداد فازی مثلثی را آزمون های نمودارهای کنترل (که برای شناسایی روندها و حالت‌های غیرنرمال داده‌های تحت کنترل استفاده می‌شود) برای نمونه‌های غیر نرمال به کار برده اند. در این تحقیق، بر پایه آزمون های کلاسیک که توسط وسترن الکتریک (۱۹۵۶)، گرانت و لیون‌ورث (۱۹۸۸) و نلسون (۱۹۸۵) توسعه داده شده بود، آزمون های فازی موارد غیرنرمال را ایجاد کردند[۱۸].

ال‌شل و موریس (۲۰۰۰) با ایجاد یک سیستم استنتاج فازی با ارایه مجموعه‌ای از قواعد فازی، سعی در کاهش زنگ خطرهای غیرضروری و توقف‌های نابجای خط تولید داشتند. نتیجه به بهبود سرعت کشف نقص‌های موجود در خط تولید در زمان وقوع منجر شد[۱۱].

طالب و لیمام (۲۰۰۲) روش‌های مختلف ساخت نمودارهای کنترل برای داده‌های زبانی مبتنی بر تئوری‌های احتمال و مجموعه فازی را مورد بحث قرار داده اند. مقایسه بین رویکردهای فازی و احتمال براساس دو معیار بود: نمونه‌های تحت کنترل و حرکت عرضی میانگین. در این تحقیق در صنعت مورد بررسی، برخلاف نظریه وانگ و رز، بیان شد که درجه ابهام (فازی بودن) بر روی حساسیت نمودارهای کنترل تأثیر می‌گذارد[۲۳].

گولبای و دیگران (۲۰۰۴) نمودارهای کنترل فازی معرفی شده توسط وانگ و رز را برای سطح α برای وصفی‌ها پیشنهاد دادند. ضریب α، میزان ابهام داده‌ها و شدت بازرسی را منعکس می‌کند. نتیجه، نمودارهای کنترل فازی می‌باشد که سطوح کیفیت و میزان تحت کنترل بودن را با دقت بیشتری نشان می‌دهد. هدف از کاربرد ضریب α، فرموله کردن دقیق‌تر رفتار بازرس و ابهام موجود در شرایط واقعی در رسم نمودارهای کنترل فازی است[۱۴].

www.SID.ir

Archive of SID

چنگ (۲۰۰۵) یک رویکرد جایگزین پیشنهاد می‌دهد که قضاوت ذهنی متخصص را در نظر می‌گیرد. در این رویکرد، با استفاده از نمونه‌هایی که توسط متخصصین مختلف رتبه‌بندی شده و با کمک ماتریس‌هایی که در این رابطه تعریف می‌شود، اعداد فازی ساخته می‌شوند. این اعداد فازی برای تشریح خروجی‌های مبهم فرایند مورد استفاده قرار می‌گیرند. نمودارهای کنترل فازی نیز به طور مستقیم با استفاده از این اعداد فازی از طریق رتبه‌بندی میزان ابهام مشاهدات نادقیق اصلی، رسم می‌شوند. [۱۰]

گولبای و قهرمان (۲۰۰۶) پس از ارایه نمودارهای کنترل فازی، برای شناسایی عوامل غیرنرمال داده‌هایی که درون حدود کنترلی قرار داشتند، به معرفی قواعد فازی تشخیص‌دهنده الگوی غیرطبیعی پرداختند. هدف آنان بهبود سیستم کنترل و شناسایی دقیق وضعیت‌های خارج از کنترل بدون غیرفازی کردن بود[۱۶].

۸. ارائه مدل

یک محصول ناقص محصولی است که فاقد یک یا چند مشخصه تعیین شده برای محصول باشد. با توجه به ماهیت و وخامت نقص‌ها، یک واحد ممکن است چندین نقص داشته باشد، ولی معیوب نباشد. نمودارهای کنترل را می‌توان برای کل تعداد نقص‌ها در یک واحد یا متوسط تعداد نقص‌ها در هر واحد تهیه کرد. واحد مورد بازرسی شامل یک واحد محصول یا مجموعه‌ای شامل ۵ واحد یا ۱۰ واحد محصول می‌باشد. نمودار C، تعداد نقص‌ها را برای یک واحد محصول محاسبه می‌کند که حدود کنترلی آن در رابطه ۱ مشاهده می شود[۱۹].

$$CL = \overline{C}$$
$$UCL = \overline{C} + 3\sqrt{\overline{C}} \qquad (۱)$$
$$LCL = \overline{C} - 3\sqrt{\overline{C}}$$

که در آن $\overline{C}$، متوسط تعداد نقص‌های مشاهده شده در اقلام مورد بازرسی است.

در حالت فازی، هنگامی که تعداد عدم انطباق‌ها و یا تعداد نقص‌ها شامل ذهنیت افراد یا عدم اطمینان است، مقادیر نامطمئن به صورت «بین ۱۰ و ۱۴» یا «تقریباً۶» نمایش داده می‌شود. در این حالت از یکی از اعداد فازی مثلثی و ذوزنقه‌ای استفاده می‌کنیم. عدد فازی مثلثی را به صورت (a, b=c, d) و عدد فازی ذوزنقه‌ای را در قالب (a, b, c, d) نمایش می‌دهیم. . خط مرکزی نمودار کنترل فازی C را می‌توان در رابطه ۲ مشاهده کرد:

www.SID.ir

Archive of SID

$$\tilde{CL} = \left(\frac{\sum_{j=1}^{n} a_j}{n}, \frac{\sum_{j=1}^{n} b_j}{n}, \frac{\sum_{j=1}^{n} c_j}{n}, \frac{\sum_{j=1}^{n} d_j}{n}\right) = (\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}, \bar{d}) \quad (۲)$$

که در آن n، تعداد نمونه‌های فازی و $\bar{a}$، $\bar{b}$ ، $\bar{c}$ و $\bar{d}$ میانگین‌های حسابی a، b، c و d می‌باشند. می‌توان $\tilde{CL}$ را در رابطه ۳ مجدداً نوشت، آنگاه $L\tilde{CL}$ و $U\tilde{CL}$ را با استفاده از محاسبات فازی در روابط ۴ و ۵ به دست آورد.

$$\tilde{CL} = (\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}, \bar{d}) = (CL_1, CL_2, CL_3, CL_4) \quad (۳)$$

$$L\tilde{CL} = \tilde{CL}(-)3\sqrt{\tilde{CL}} = (CL_1 - 3\sqrt{CL_4}, CL_2 - 3\sqrt{CL_3}, CL_3 - 3\sqrt{CL_2}, CL_4 - 3\sqrt{CL_1}) \quad (۴)$$
$$= (LCL_1, LCL_2, LCL_3, LCL_4)$$

(۵)

$$U\tilde{CL} = \tilde{CL} \oplus 3\sqrt{\tilde{CL}} = (CL_1 + 3\sqrt{CL_1}, CL_2 + 3\sqrt{CL_2}, CL_3 + 3\sqrt{CL_3}, CL_4 + 3\sqrt{CL_4})$$
$$= (UCL_1, UCL_2, UCL_3, UCL_4)$$

برای حفظ قالب و شکل استاندارد نمودارهای کنترل و برای تسهیل نمایش مشاهدات بر نمودار، ضروری است که مجموعه‌های فازی مرتبط با داده‌های زبانی به مقادیر نمایانگر (اعداد) تبدیل شوند. این تبدیل به طرق چهارگانه‌ای انجام می‌شود که عبارتند از: مد فازی، حد میانه فازی با سطح α، میانه فازی و میانگین فازی. استفاده از تبدیل‌کننده‌های مذکور، بستگی به رجحان استفاده‌کننده دارد. نکته قابل توجه این است که به علت توانایی مد فازی در ارایه سطح میانی کیفیت، در این تحقیق از روش مد فازی استفاده شده است.

مد فازی، یک مجموعه فازی f مقدار متغیر پایه x است که در آن مقدار عضویت برابر با یک است :

$$f_{\text{mod}} = \{x \in X \mid \mu_f(x) = 1\} \quad (۶)$$

اگر تابع عضویت مشخص نباشد، مد فازی منحصر بفرد نیست. اعداد فازی مربوط به تعداد نقص‌ها (تعداد نامنطبق‌ها) که در فرایند نمونه‌گیری حاصل شده‌اند، یا استفاده از روش تبدیل فازی به اعداد دقیق تبدیل می‌شوند. هنگامی که تابع عضویت ذوزنقه‌ای چندوجهی باشد، مد فازی بازه بسته b و c است ([bوc]). $\tilde{CL}$، $U\tilde{CL}$ و $L\tilde{CL}$ که در روابط ۳ الی ۵ آمده‌اند، به مقادیر نشانگری تبدیل می‌شوند که از طریق روش تبدیل مد فازی به دست می‌آیند.

www.SID.ir

Archive of SID

مد فازی نمونه jام (S_{modj}) و بازه بسته متناظر با CL، UCL و LCL با روابط زیر نشان داده می‌شوند:

$$S_{\mathrm{mod}\,j} = [b_j, c_j] \qquad (۷)$$

$$CL_{\mathrm{mod}} = f_{\mathrm{mod}}(\tilde{CL}) = [CL_2, CL_3] \qquad (۸)$$

$$UCL_{\mathrm{mod}} = CL_{\mathrm{mod}} + 3\sqrt{CL_{\mathrm{mod}}} = \left[(CL_2 + 3\sqrt{CL_2}), (CL_3 + 3\sqrt{CL_3})\right] = (UCL_2, UCL_3) \qquad (۹)$$

$$LCL_{\mathrm{mod}} = CL_{\mathrm{mod}} - 3\sqrt{CL_{\mathrm{mod}}} = \left[(CL_2 - 3\sqrt{CL_2}), (CL_3 - 3\sqrt{CL_3})\right] = (LCL_2, LCL_3) \qquad (۱۰)$$

که در آن، $f_{\mathrm{mod}}(\tilde{CL})$ مد فازی خط مرکزی است. بعد از محاسبه حدود کنترل، مد فازی هر نمونه با آن بازه‌ها مقایسه می‌شود، تا موقعیت نمونه و میزان تحت کنترل یا خارج از کنترل بودن آن مشخص گردد. اگر مجموعه S_{modj} به طور کامل درون حدود کنترلی قرار بگیرد، نمونه jام کاملاً «تحت کنترل» است. نمونه‌ای که مجموعه مد فازی آن به طور کامل خارج از حدود کنترلی باشد، کاملاً «خارج از کنترل» است. برای نمونه‌هایی که مجموعه مد فازی آنها به طور جزئی درون حدود کنترلی قرار می‌گیرند، مقداری به عنوان درصد پذیرش β_j تعریف می‌شود. سپس با درصد پذیرش کل β که توسط متخصص و فرد خبره برای فرایندهای مختلف تعریف می‌گردد، مقایسه می‌شود. اگر $\beta_j \geq \beta$ نمونه به عنوان «نسبتاً تحت کنترل» و اگر $\beta_j < \beta$ «نسبتاً خارج از کنترل» معرفی می‌شود. محاسبه β_j از رابطه زیر امکان‌پذیر است:

$$\beta_j = \begin{cases} 1 & \text{اگر } b_j \geq UCL_3 \\ \dfrac{UCL_3 - b_j}{c_j - b_j} & \text{اگر } (LCL_2 \leq b_j \leq UCL_3) \wedge (c_j \geq UCL_3) \\ 1 & \text{اگر } (b_j \geq LCL_2) \wedge (c_j \leq UCL_3) \\ \dfrac{LCL_2 - b_j}{c_j - b_j} & \text{اگر } (b_j \leq LCL_2) \wedge (LCL_2 \leq c_j \leq UCL_3) \\ 0 & \text{اگر } c_j \leq LCL_3 \end{cases} \qquad (۱۱)$$

هنگامی که β، یک در نظر گرفته شود، تنگی و شدت بازرسی افزایش می‌یابد. در این حالت تصمیم کنترل فرایند، «تحت کنترل» یا «خارج از کنترل» به دست می‌آید. مقدار β به صورت ذهنی از طریق تجربیات متخصصین و با توجه به تجربه و دقت بازرس‌ها و نمونه‌گیرها تعیین می‌شود.

بنابراین تصمیمات در این روش به شکل رابطه ۱۲ خواهد بود.

www.SID.ir

Archive of SID

$$\text{کنترل فرآیند} \begin{cases} \beta_j = 1 & \text{اگر «تحت کنترل»} \\ \beta_j = 0 & \text{اگر «خارج از کنترل»} \\ \beta_j \geq \beta & \text{اگر «نسبتاً تحت کنترل»} \\ \beta_j < \beta & \text{اگر «نسبتاً خارج کنترل»} \end{cases} \qquad (۱۲)$$

۹. آزمون مدل

جامعه آماری مورد بررسی در این تحقیق، محصولات شرکت پارس خزر بوده است. شرکت پارس خزر در سال ۱۳۴۷ با مشارکت و همکاری فنی کارخانه توشیبا ژاپن، در شهر رشت تاسیس شده است. این کارخانه بعد از پشت سر گذاشتن مسیر پر پیچ و خم توسعه خود، در حال حاضر دارای بیش از ۸۵۰ نفر نیروی کار و ۱۰۰ محصول در حوزه تولید لوازم خانگی کوچک و متوسط می‌باشد. پارس خزر در زمینه کیفیت دارای گواهینامه‌های استاندارد ایران ISIRI، TUV اتریش، CE اتحادیه اروپا، CPT آستاراخان روسیه و ISO 9001-2000 می‌باشد. محصولات این کارخانه در سه کارگاه مختلف ساخت، تکمیل و مونتاژ تولید می‌شوند. در کارگاه مونتاژ محصولات در ایستگاه بازرسی نهایی، بازرسی صددرصد شده و داده‌ها در چک لیست‌های مربوطه ثبت می‌شود. نقص‌های شناسایی شده برای هر محصول در سه گروه A، B، C5 و C15 قرار داده می‌شود.

برای آزمون مدل، از سیستم نمونه‌گیری در ایستگاه بازرسی نهایی استفاده شده است. داده‌ها به صورت ۳۰ نمونه ۳۰۰تایی جمع‌آوری شده که مربوط به ۳۰ روزکاری تولید محصول توستر بوده است. در مرحله تلخیص داده‌ها، نقص نوع A که منجر به تولید محصول معیوب می‌شدند، حذف گردید. سپس با توجه به ماهیت نقص‌های B، C5 و C15 برای هریک از آنها تابع عضویت جداگانه‌ای تعریف شد. توابع عضویت از اعداد به دست آمده از فرآیند تولید شرکت پارس خزر، اعداد فازی مثلثی و ذوزنقه‌ای ایجاد کرده‌اند(نگاره ۱).

در مرحله تحلیل داده‌ها، از نرم افزارهای Minitab و Matlab استفاده شده است. توانایی نرم افزار Minitab در رسم نمودارهای کنترلی کلاسیک است. نرم افزار Matlab با توانایی که در برنامه نویسی دارد، برای تعیین حدود کنترلی فازی و سایر محاسبات مربوطه (روابط ۲ الی ۱۲) و مقایسه نهایی برای نمایش سطح کیفی به کار گرفته شده است.(جدول

www.SID.ir

Archive of SID

۲) لازم به ذکر است که برنامه نوشته شده با Matlab، انعطاف‌پذیری لازم برای استفاده در سازمان‌های دیگر را نیز دارد.

نگاره ۱. داده‌های مربوط به نقص‌ها بر اساس اعداد فازی

نمونه	نقص B			نقص C5				نقص C15				مجموع			
	d	b	a	d	c	b	a	d	c	b	a	d	c	b	a
۱	۱۳	۱۲	۱۱	۳	۲	۰	۰	۹	۶	۰	۰	۲۵	۲۱	۱۲	۱۱
۲	۱۶	۱۵	۱۴	۲	۱	۰	۰	۲۶	۲۳	۱۳	۸	۴۴	۴۰	۲۸	۲۲
۳	۳۴	۳۳	۳۲	۵	۴	۱	۰	۳۱	۲۸	۱۸	۱۳	۷۰	۶۶	۵۲	۴۵
۴	۸۲	۸۱	۸۰	۳	۲	۰	۰	۳۱	۲۸	۱۸	۱۳	۱۱۶	۱۱۲	۹۹	۹۳
۵	۸۰	۷۹	۷۸	۳	۲	۰	۰	۲۳	۲۰	۱۰	۵	۱۰۶	۱۰۲	۸۹	۸۳
۶	۳۷	۳۶	۳۵	۵	۴	۱	۰	۱۲	۹	۰	۰	۵۴	۵۰	۳۷	۳۵
۷	۳۶	۳۵	۳۴	۲	۱	۰	۰	۳۲	۲۹	۱۹	۱۴	۷۰	۶۶	۵۴	۴۸
۸	۲۱	۲۰	۱۹	۴	۳	۰	۰	۲۵	۲۲	۱۲	۷	۵۰	۴۶	۳۲	۲۶
۹	۱۸	۱۷	۱۶	۳	۲	۰	۰	۳۷	۳۴	۲۴	۱۹	۵۸	۵۴	۴۲	۳۵
۱۰	۴۲	۴۱	۴۰	۲	۱	۰	۰	۲۶	۲۳	۱۳	۸	۷۰	۶۶	۵۴	۴۸
۱۱	۱۹	۱۸	۱۷	۴	۳	۰	۰	۵۶	۵۳	۴۳	۳۸	۷۹	۷۵	۶۱	۵۵
۱۲	۷	۶	۵	۲	۱	۰	۰	۱۹	۱۶	۶	۱	۲۸	۲۴	۱۲	۶
۱۳	۲۰	۱۹	۱۸	۲	۱	۰	۰	۴۹	۴۶	۳۶	۳۱	۷۱	۶۷	۵۵	۴۹
۱۴	۲۱	۲۰	۱۹	۲	۱	۰	۰	۲۱	۱۸	۸	۳	۴۴	۴۰	۲۸	۲۲
۱۵	۶۴	۶۳	۶۲	۳	۱	۰	۰	۲۴	۲۱	۱۱	۶	۹۱	۸۷	۷۴	۶۸
۱۶	۵۱	۵۰	۴۹	۳	۱	۰	۰	۳۵	۳۲	۲۲	۱۷	۸۹	۸۵	۷۲	۶۶
۱۷	۲۱	۲۰	۱۹	۸	۷	۴	۲	۹۶	۹۳	۸۳	۷۸	۱۲۵	۱۲۱	۱۰۷	۹۹
۱۸	۱۵	۱۴	۱۳	۵	۴	۱	۰	۹۷	۹۴	۸۴	۷۹	۱۱۷	۱۱۳	۹۹	۹۲
۱۹	۳۳	۳۲	۳۱	۱۷	۱۶	۱۳	۱۱	۷۹	۷۶	۶۶	۶۱	۱۲۹	۱۲۵	۱۱۱	۱۰۳
۲۰	۶۱	۶۰	۵۹	۲۱	۲۰	۱۷	۱۵	۵۰	۴۷	۳۷	۳۲	۱۳۲	۱۲۸	۱۱۴	۱۰۶
۲۱	۲۵	۲۴	۲۳	۵	۴	۱	۰	۴۰	۳۷	۲۷	۲۲	۷۰	۶۶	۵۲	۴۵
۲۲	۲۶	۲۵	۲۴	۲	۱	۰	۰	۶۶	۶۳	۵۳	۴۸	۹۴	۹۰	۷۸	۷۲
۲۳	۴۳	۴۲	۴۱	۳	۲	۰	۰	۴۴	۴۱	۳۱	۲۶	۹۰	۸۶	۷۳	۶۷
۲۴	۲۱	۲۰	۱۹	۷	۶	۳	۱	۳۶	۳۳	۲۳	۱۸	۶۴	۶۰	۴۶	۳۸
۲۵	۳۴	۳۳	۳۲	۶	۵	۲	۰	۴۵	۴۲	۳۲	۲۷	۸۵	۸۱	۶۷	۵۹
۲۶	۱۹	۱۸	۱۷	۹	۸	۵	۳	۴۷	۴۴	۳۴	۲۹	۷۵	۷۱	۵۷	۴۹
۲۷	۱۸	۱۷	۱۶	۳	۲	۰	۰	۳۰	۲۷	۱۷	۱۲	۵۱	۴۷	۳۴	۲۸
۲۸	۱۶	۱۵	۱۴	۵	۴	۱	۰	۲۵	۲۲	۱۲	۷	۴۶	۴۲	۲۸	۲۱
۲۹	۲۶	۲۵	۲۴	۳	۲	۰	۰	۲۴	۲۱	۱۱	۶	۵۳	۴۹	۳۶	۳۰
۳۰	۲۸	۲۷	۲۶	۶	۵	۲	۰	۵۵	۵۲	۴۲	۳۷	۸۹	۸۵	۷۱	۶۳

در تحلیل گزینه‌های تصمیم‌گیری جدول ۲ این نکته قابل ذکر است که روش کلاسیک با فرض دقیق و کامل بودن اطلاعات، محصولات را در دو دسته قرار می‌دهد؛ در صورتی که روش فازی همان محصولات را در ۴ دسته قرار می‌دهد. روش کلاسیک نمونه‌های ۲، ۵، ۸، ۱۴ و ۲۸ را «خارج از کنترل» نشان می‌دهد، در حالیکه روش فازی این

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه‌ها را با حساسیت بیشتر «نسبتاً خارج از کنترل» نشان می‌دهد. دلیل مشابه بودن تقسیم-بندی سایر نمونهها در دو روش ذکر شده، میزان کیفیت نمونه‌ها است که یا بسیار به مقدار هدف نزدیک هستند (تحت کنترل) یا فاصله زیاد با مقدار هدف دارند (خارج از کنترل). حالت دیگری که در مقایسه این دو روش روی می‌دهد این است که روش کلاسیک نمونه‌ها را «تحت کنترل» نشان دهد اما روش فازی آنها را «نسبتاً تحت کنترل» معرفی کند. (نمودارهای ۱ الی ۶ ملاحظه شود.) در واقع روش مد فازی بر اساس درصدی از مد فازی نمونه‌ها که درون یا بیرون حدود کنترل فازی نشان داده شده با اعداد فازی قرار می‌گیرند، میزان تحت کنترل یا خارج از کنترل بودن نمونه‌ها را در قالب چهار اصطلاح زبانی بیان می‌کند. معرفی سطوح میانه کیفیت در روش مد فازی بر اساس توانایی منطق فازی است.

شکستن طبقه‌های کلاسیک که به معنای تقسیم‌بندی واقعی‌تر محصولات است و دسته‌بندی آنها در چهار سطح به جای دو سطح، گزینه‌های تصمیم‌گیری بیشتری را در اختیار تصمیم گیرندگان قرار داده و انعطاف‌پذیری را در مواجهه با بازارها و مشتری‌های مختلف افزایش می‌دهد.

نگاره۲. تعیین کیفیت نمونه ها با روش SPC کلاسیک و SPC فازی

نمونه	تصمیم گیری با SPC	مد فازی $S_{\mathrm{mod}\,j}$	β_j	تصمیم گیری با SPC فازی
۱	خارج از کنترل	[۲۱ ۱۲]	۰	خارج از کنترل
۲	خارج از کنترل	[۴۰ ۲۸]	۰/۴۶۷۹	نسبتا خارج از کنترل
۳	تحت کنترل	[۶۶ ۵۲]	۱	تحت کنترل
۴	خارج از کنترل	[۱۱۲ ۹۹]	۰	خارج از کنترل
۵	خارج از کنترل	[۱۰۲ ۸۹]	۰/۶۶۵۵	نسبتا خارج از کنترل
۶	تحت کنترل	[۵۰ ۳۷]	۱	تحت کنترل
۷	تحت کنترل	[۶۶ ۵۴]	۱	تحت کنترل
۸	خارج از کنترل	[۴۶ ۳۲]	۰/۱۱۵۳	نسبتا خارج از کنترل
۹	تحت کنترل	[۵۴ ۴۱]	۱	تحت کنترل
۱۰	تحت کنترل	[۶۶ ۵۴]	۱	تحت کنترل
۱۱	تحت کنترل	[۷۵ ۶۱]	۱	تحت کنترل
۱۲	خارج از کنترل	[۲۴ ۱۲]	۰	خارج از کنترل
۱۳	تحت کنترل	[۶۷ ۵۵]	۱	تحت کنترل
۱۴	خارج از کنترل	[۴۰ ۲۸]	۰/۴۶۷۹	نسبتا خارج از کنترل
۱۵	تحت کنترل	[۸۷ ۷۴]	۱	تحت کنترل
۱۶	تحت کنترل	[۸۵ ۷۲]	۱	تحت کنترل

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه نگاره۲. تعیین کیفیت نمونه ها با روش SPC کلاسیک و SPC فازی

نمونه	تصمیم گیری با SPC	مد فازی $S_{\mathrm{mod}\,j}$	β_j	تصمیم گیری با SPC فازی
۱۷	خارج از کنترل	[۱۰۷ ۱۲۱]	۰	خارج از کنترل
۱۸	خارج از کنترل	[۹۹ ۱۱۳]	۰	خارج از کنترل
۱۹	خارج از کنترل	[۱۱۱ ۱۲۵]	۰	خارج از کنترل
۲۰	خارج از کنترل	[۱۱۴ ۱۲۸]	۰	خارج از کنترل
۲۱	تحت کنترل	[۵۲ ۶۶]	۱	تحت کنترل
۲۲	تحت کنترل	[۷۸ ۹۰]	۱	تحت کنترل
۲۳	تحت کنترل	[۷۶ ۸۶]	۱	تحت کنترل
۲۴	تحت کنترل	[۴۶ ۶۰]	۱	تحت کنترل
۲۵	تحت کنترل	[۶۷ ۸۱]	۱	تحت کنترل
۲۶	تحت کنترل	[۵۷ ۷۱]	۱	تحت کنترل
۲۷	خارج از کنترل	[۳۴ ۴۷]	۱	تحت کنترل
۲۸	خارج از کنترل	[۲۸ ۴۲]	۰/۴۰۱۰	نسبتا خارج از کنترل
۲۹	تحت کنترل	[۳۶ ۴۹]	۱	تحت کنترل
۳۰	تحت کنترل	[۷۱ ۸۵]	۱	تحت کنترل
حدود کنترلی	UCL = 91.8 CL = 67.2 LCL = 42.6	102.35	97.652	82.163	74.599	UCL
		76.167	72.167	59.1	52.8	CL
		54.368	49.104	33.615	26.618	LCL

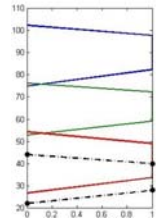
۱۰. نتیجه‌گیری

نمودارهای کنترل کلاسیک با استفاده از داده‌هایی که بر اساس ذهنیت نیروی انسانی تعدیل شده و در قالب اعداد قطعی بیان شده است (از ارزش آن کاسته شده است)، محموله‌های تولید شده را در دو گروه تحت کنترل یا خارج از کنترل قرار می‌دهد؛ این در حالی است که پیش فرض روش کلاسیک کاربرد داده‌های قطعی و معین است که واقعاً دقیق باشند. اما رویکرد فازی، ذهنیت افراد را در تعیین تعداد و نوع نقص محصولات با کاربرد اعداد فازی مثلثی و ذوزنقه‌ای در رسم نمودارهای کنترلی فرموله می‌کند.

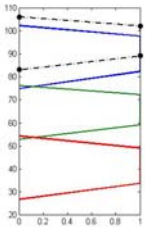
تعریف اعداد فازی برای هر نوع نقص، حساسیت مدل برای تصمیم بر اساس اطلاعات واقعی‌تر را افزایش داده و واحدهای تولیدی را به گونه‌ای در چهار گروه تقسیم می‌کند که بیان‌کننده کیفیت واقعی‌تر محصول است. گزینه های چهارگانه تصمیم (تحت کنترل، نسبتاً تحت کنترل، نسبتاً خارج از کنترل یا خارج از کنترل)، تاییدی برای فرضیه نگارنده، مبنی بر توانایی روش مد فازی در ارائه سطوح چندگانه کیفی است.

www.SID.ir

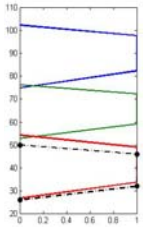
Archive of SID



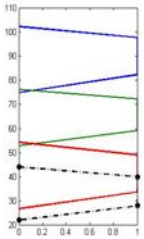
نمودار ۱. نمودار مد فازی نمونه ۲



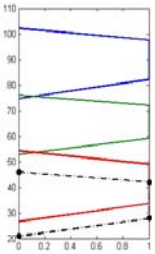
نمودار ۲. نمودار مد فازی نمونه ۵



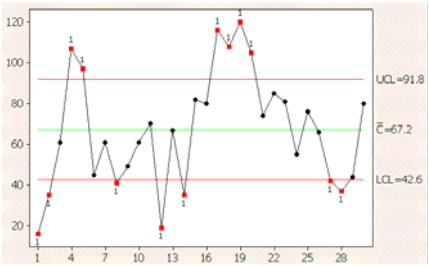
نمودار ۳. نمودار مد فازی نمونه ۸



نمودار ۴. نمودار مد فازی نمونه ۱۴



نمودار ۵. نمودار مد فازی نمونه ۲۸



نمودار ۶. نمودار کنترل کلاسیک

منابع

۱. آذر، ع. و فرجی،ف. (۱۳۸۱) علم مدیریت فازی، تهران، مرکز مطالعات و بهره‌وری ایران.

۲. بارت، ک. (۱۳۸۴) تفکر فازی، ترجمه غفاری، علی و دیگران، تهران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، چاپ سوم.

۳. بسترفیلد، د. اچ (۱۳۸۳) کنترل کیفیت، ترجمه سید یحیی سید دانش و رضا اسماعیل‌پور، گیلان، انتشارات دانشگاه گیلان.

۴. بوجادزیف، ج. و بوجادزیف، م. (۱۳۸۱) منطق فازی و کاربردهای آن در مدیریت، ترجمه سید مهدی حسینی، تهران، انتشارات ایشیق.

۵. تاناکا، ک. (۱۳۸۱) مقدمه‌ای بر منطق فازی، ترجمه کامیاد وحیدیان و حامدرضا طارقیان، مشهد،انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

www.SID.ir

Archive of SID

۶. مونتگومری، د. سی. (۱۳۸۱) کنترل کیفیت آماری، ترجمه رسول نورالسنا، تهران، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، چاپ چهارم.
۷. نقندریان، ک. (۱۳۸۰) کنترل کیفیت، تهران، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، چاپ چهارم.

8. Besterfield, D. H., (2001) Quality Control, Prentice-Hall lnc.
9. Chandra, M. J., (2001) Statistical Quality Control, CRC Press.
10. Cheng, C. B, (2005) "Fuzzy Process Control: Construction of Control Charts with Fuzzy Numbers", Fuzzy Sets and Systems, Vol. 154, pp. 287-303.
11. El-Shal, S. M. and Morris, A. S., (2000) "A Fuzzy Rule-Based Algorithm to Improve the Performance of Statistical Process Control in Quality Systems", Journal of Intelligent and Fuzzy Systems Vol. 9, pp. 207-223.
12. Feigenbaum, A. V., (1991) Total Quality control, McGraw-Hill. Inc.
13. Greasley, A., (2006) Operations Management, John Wiley & Sonsltd.
14. Gulbay, M. and et al, (2004) "α cut Fuzzy Control Charts for Linguistic Data", International Journal of Intelligent Systems, Vol. 19, pp. 1173-1196.
15. Gulbay, M. And Kahraman, C., (2007) "An Alternative Approach to Fuzzy Control Charts: Direct Fuzzy Approach", Information Science, Vol. 177, pp. 1463-1480.
16. Gulbay, Murat and Cengiz kahraman, (2006) "Development of Fuzzy Process Control Charts and Fuzzy Unnatural Pattern Analysis", Computational. Statistics & Data Analysis, Vol. 51,pp. 434-451.
17. Heizer, J. & Render,B., (1995) Production & Operations Management, Prentice-Hall lnc.
18. Kahraman, C. and et al, (1995) "Using Triangular Fuzzy Numbers in the Tests of Control Charts for Unnatural patterns", INRIA/IEEE Conference, Paris-France, vol. 3, pp. 291-298.
19. Oakland, J S., (2003) Statistical Process Control, Butter worth Heinemann.
20. Pedrycz, W. and Gomide,R., (2005) An Introduction to Fuzzy Sets, Prentice-Hall-of India.
21. Raz, T. & Wang, J. H., (1990) "Probabilistic and Membership Approaches in the construction of control charts for hinguistic Data", Production Planning and Control, Vol. 1, pp. 147-157.
22. Steven, N., (2005) Production & Operations Analysis, McGraw-Hill.
23. Taleb, H. and Limam, M., (2002) "On Fuzzy and Probabilistic Control Charts", International Journl of Production Research, Vol. 40, pp. 2849-2863.
24. Wang, J. H. and Raz, T., (1990) "On the Construction of Control charts using Linguistic variables", International Journal of Production Research, Vol.28, pp. 477-487.

www.SID.ir