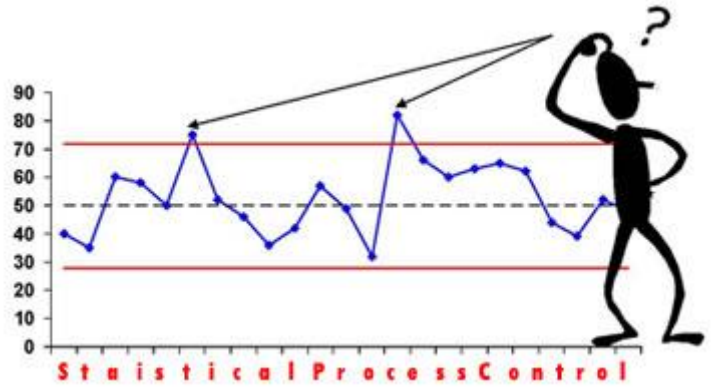
گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

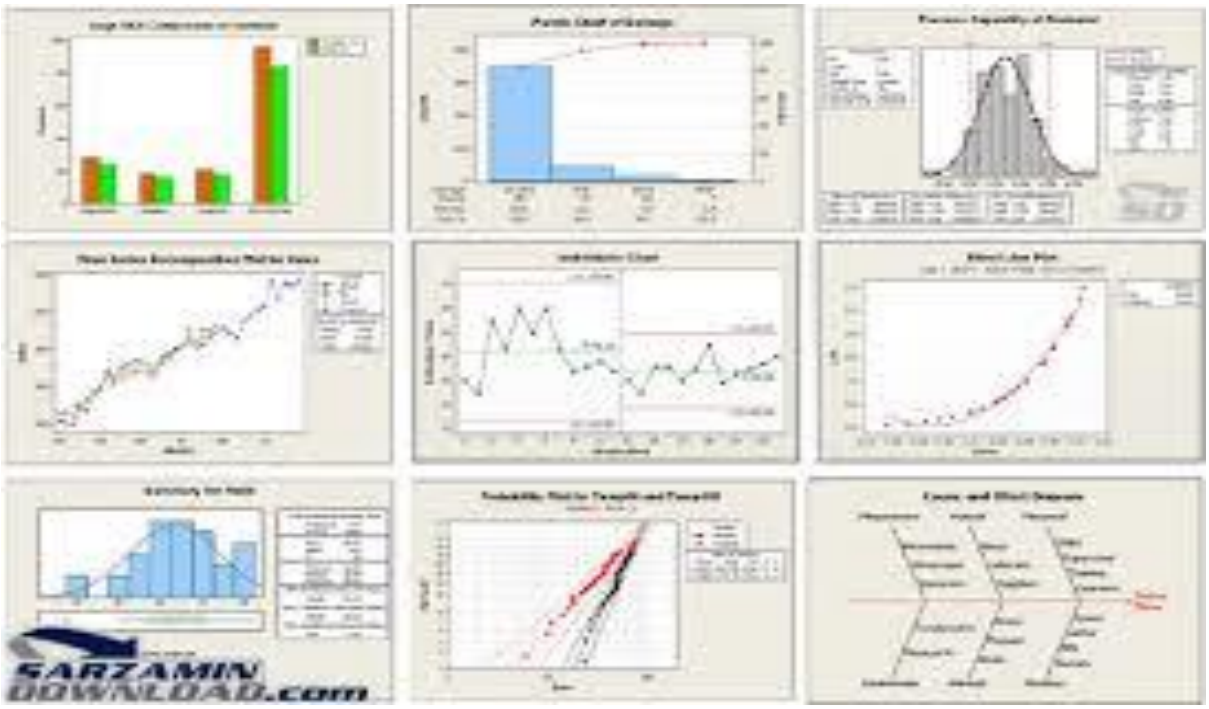
آموزش کنترل کیفیت آماری به کمک کاریکاتور و داستان

(ویژه آمادگی آزمون کارشناسی ارشد و اجرا در صنعت)

گردآوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

وفاطمه حسین زاده





گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

پیشگفتار:

(در سراسر متن این جزوه، ترکیبی از متن کلاسیک و بیان عامیانه استفاده شده متن ا روان و دوستانه باشد تا نیاز به حضور در کلاس نباشد)

زمانی که دانشجوی لیسانس مهندسی صنایع بودم. علاقه زیادی به درس کنترل کیفیت آماری داشتم، همیشه برام **چندین** سوال مطرح می‌شد، که شاید الان سوال شما هم باشه، برخی از سوالام اینا بوده، چطور میشه مثلا با تکنیک هیستوگرام، نمودار علت معلول و یا نمودار کنترل **ضایعات** و **دوباره‌کاری** شرکتی را کم کرد و یا کاری کرد که اصلا **ضایعات تولید نشه**؟؟ اصلا این تکنیک‌ها بعنوان مثال نمودار کنترل، **چطور میتونه** متوجه شه که وضعیت **غیر عادیه**؟؟ و بعدش اصلا چه اتفاقی میافته که ما متوجه میشیم وضعیت غیر عادیه؟؟ از کجا متوجه میشیم که **چی باعث شده** که وضعیت غیر عادی شه. برام سوال بود که **وظیفه افرادی** که تو حوزه کنترل کیفیت و تضمین کیفیت کار میکنن چیه؟؟ آخه ما همیشه تو هر قسمت از زندگیمون داریم از کیفیت حرف میزنیم. اصلا **تعریف کیفیت** چیه و به چی میگیم با کیفیت؟؟ همش این سوال‌ها تو ذهنم بود، پس از چندسال کار در حوزه کنترل کیفیت آماری در صنایع مختلف و فعالیت در حوزه آکادمیک از قبیل تدریس در دانشگاه، چندین سال تدریس برای آمادگی کنکور کارشناسی ارشد صنایع و نوشتن چندین مقاله در این زمینه، و ارتباط با افراد مختلف اعم از دانشجوها، بازرسین کنترل کیفیت، ممیزان ایران خودرو و سایپا، اساتید دانشگاه از قبیل دکتر عباس سقایی و امیر حسین امیری عزیز و مطالعه برخی از کتابهای کنترل کیفیت آماری، متوجه شدم برای پاسخ به سوالاتم کتابی وجود نداره که مفاهیم را در **قالب داستان** و **طنز** و زبان **عامیانه** بیان کنه. در این ارتباط‌ها متوجه این نکته شدم که خیلی از افراد **مانند خودم** در **درک** مفاهیم کنترل کیفیت آماری مشکل داریم و نمیدونیم چطور از این تکنیک ها در **واقعیت استفاده کنیم** و متاسفانه به دلیل عدم درک صحیح از مفاهیم، زمانیکه حتی بعنوان مسئول کیفیت شرکتی شدیم، تنها به **جداسازی** قطعات معیوب از سالم می‌پردازیم و انگار نه انگار که اصلا کلی درس و تکنیک **تو دانشگاه** خوندیم. همیشه هم این جمله رایج را میشنویم که اصلا چیزایی که تو **دانشگاه** خوندیم بدرد **صنعت نمیخوره**، (میخوام به شما ثابت کنم که اصلا اینطور نیس و شما با درک **مفاهیم** درس در دانشگاه و **کسب تجربه** در **صنعت** میتونین خیلی تو صنعت مفید باشین) ضمنا در قسمت آکادمیک و مقطع ارشد هم دیدم که افراد **خیلی خیلی کمی**، پایان نامه خود را مباحث آماری و کنترل کیفیت بر می‌دارن. بنابراین سعی کردم کتابی بنویسم که مفاهیم کنترل کیفیت آماری در قالب **مثال‌های روزمره** و **عامیانه**، با **سبک جدید و** توضیحات بیشتر بنویسم که بتونه برخی از مباحث **بنظر پیچیده** را با روشی ساده، جذاب و حتی **طنز آمیز** تشریح کنه. و ضمنا جواب سوالایی که در **دوره لیسانس** تو ذهنم بود را بده. اگر این سوال‌ها تو ذهن شما هم هست، با ما تو خوندن این کتاب همراه باشین. ضمنا بسیار خوشحاله خوشحال میشم که مثال‌ها و نکات **خودتونو** برای بهبود این جزوه از طریق **تلگرام** با من در میان بذارید، تا در ویرایش‌های بعدی با **ذکر نام شما**، در متن اضافه شود و همگی در **ترویج** علم کیفیت سهیم شیم. این جزوه را رایگان در فضای مجازی قرار میدم، امیدوارم که تونسته باشم کمک **خیلی خیلی کوچیکی** در انتقال **مفاهیم کنترل کیفیت آماری** و **مباحث آمار** کرده باشم و بسیار امیدوارم که **هیچ فردی**، این جزوه را به اسم خودش **ثبت و چاپ** نکنه و **مهم تر از اون نفروشه**. این جزوه **کاملا رایگانه** و به امید **تغییر** در سبک کتاب ها و **کمک** به دوستان نوشته شده در آخر هم از استاد عزیز خودم جناب دکتر عباس سقایی و دکتر امیر حسین امیری تشکر میکنم و ضمنا از خانم افسانه قلی تبار که در تایپ جزوه به بنده کمک کرده، نهایت تشکر را دارم. مشتاقانه منتظر شنیدن نظرات و تجربیات شما هستم تا علاوه بر بهبود جزوه در وایرایش‌های بعدی، **خودمم** از شما و اساتید گرانقدر دیگر، **یاد بگیرم**. https://t.me/joinchat/Bbn3tUOsQ-F1tlRFGK4sWQ

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

فصل ۱

تعاریف و مفاهیم اولیه

«طوری زندگی کنید که در هنگام مرگ، حسرت زندگی خود را نخورید»

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

در این قسمت سعی داریم تا واژه کیفیت را که همیشه در زندگی روزمره از آن استفاده میکنیم را بیان کنیم.

تعریف کیفیت: تعریف سنتی کیفیت بر این دیدگاه استوار است که محصول و خدمت باید نیازمندی‌های استفاده کنندگان آنها را برطرف کند.

نکته: کتاب مدیریت بسترفیلد واژه کیفیت را به این صورت تعریف کرده "هنگامی که از عبارت کیفیت استفاده می‌کنیم معمولا از واژه های کیفیت یا خدمت ممتاز که انتظارات ما را برآورده می‌سازد و یا از آن سبقت می‌گیرد، صحبت می‌کنیم. این انتظارات بر مبنای فروش و کاربرد مورد نظر محصول می‌باشد. برای مثال انتظار یک مشتری از واشر فولادی ساده و واشر فولادی با روکش کروم متفاوت است. زیرا درجه آنها متفاوت است.این برداشت ناقصی از کیفیت است که مردم دارند.

کیفیت را می‌توان از فرمول زیر محاسبه نمود :

Q : کیفیت P :عملکرد E : انتظارات $Q=P\backslash E$

اگر $Q>1$ آنگاه مشتری نسبت به آن محصول یا خدمت احساس خوبی دارد و اگر $Q<1$ باشد عدم رضایت مشتری را بیان می‌دارد.

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

ساده بگم که متن بالا (بستر فیلد) کلا داره چی میگه، عکس بالا را اول نگاه کنین و بعد این متن را بخونین.

فرمول بالا بیانگر این موضوعه که اگر انتظار ما بیشتر از عملکرد یه محصول باشه به اون محصول یا خدمت می‌گیم بی‌کیفیت (انتظار بچه خیلی بیشتر از سرعت و عملکرد اون پیرمرد هست، بخاطر همین اشکش در اومد و از نظرش بازی با این پیرمرده مطلوب نیس و بعبارتی کیفیت نداره) و اگر انتظار ما کمتر از عملکرد محصول باشه به اون محصول یا خدمت می‌گیم با کیفیت، پس یه چیز مهم از این قضیه متوجه می‌شیم: کیفیت نسبی است و بسته به انتظارات افراد داره و از هر فردی به فرد دیگری فرق داره، (اگر جای این بچه، یه پیرمرد هم سن سال با پیرمرد تصویر بود، انتظارش متفاوت تر از این پسر بچه بود و به احتمال زیاد خیلی راضی بود از نحوه و خدمات این پیرمرد داخل تصویر) مثال واشر بالا هم داره همین جمله را میگه

کیفیت از دیدگاه افراد مختلف به صورت زیر تعریف شده است :

ژوران : شایستگی جهت استفاده

کرازبی : تطابق بانیازهای مشتری

دمینگ : تامین نیازهای امروز و فردای مشتریان

دکتر فیگنبام : تمامی مشخصات بازاریابی , مهندسی, تولید و نگهداری محصول یا خدمت که از آن طریق خواسته های مشتریان برآورده می‌شود.

دوستان در گروه تلگرام با لینک https://t.me/joinchat/Bbn3tUOsQ-F1tlRFGK4sWQ گروه‌ای بمنظور رفع اشکال رایگان و انتقال تجربیات و کمک بهم تشکیل شده که متعلق به خود شماست، امیدوارم عضو بشید و به هم در یادگیری کمک کنیم. ضمنا برگه‌ای برای حفظ این مطالب تو یه صفحه گذاشته شده، که تو بخاطر سپردن مطالب به شما کمک می‌کنه. تا حالا از این مباحث سوالی تو **کنکور صنایع نیامده** و بعید میدونم که بیاد ولی تو کتاب دکتر امیری وسقایی عزیز تست هایی از این مباحث وجود داره و این مطالب سیر تحولی کنترل کیفیت را بیان می‌کنه که تو کتاب **مونتگومری** کامل بیان شده. برای کمک به بخاطر سپاری شما برگه‌ی خلاصه ای از این روند تهیه شده.

حالا بیاین تو این قسمت مدل کانو را بررسی کنیم و از منطق اون لذت ببریم.

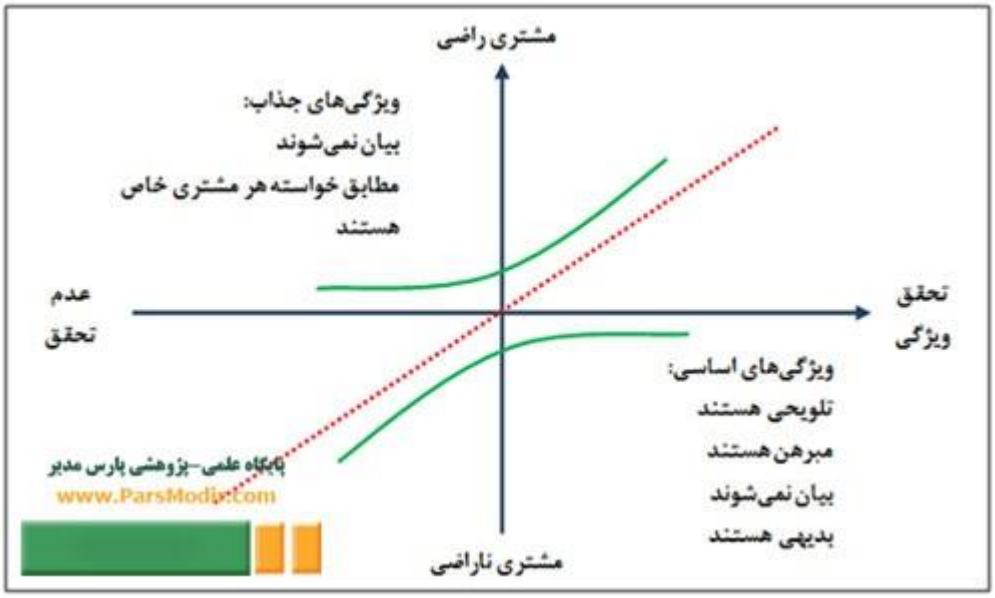
کانو نیازهای مشتریان را به ۳ دسته تقسیم می‌کند :

***1)* نیازهای اساسی** ***2)* نیازهای عملکردی** ***3)* نیازهای انگیزشی**

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

نکته شکل زیر مدل کانو را نشان می‌دهد :



مثال ساده برای یادگیری و جواب دادن بدون دردسر تست‌ها از مدل کانو بگم؟؟

نگران نباشید، الان با یه داستان **عاشقانه** بهتون میگم. بریم از این داستان عاشقانه لذت ببریم. میدونم که کلا از عشق و عاشقی خوشتون میاد.

فرض کنید شما با فرد مورد علاقتون رفتین رستوران، شما هیچ وقت به صاحب رستوران نمی‌گین که تو غذاتون مو پیدا نشه (**نیاز اساسی**)، حالا اگر مو نباشه شما خوشحال میشین؟؟ مطمنا نه. ولی اگر مو پیدا کنید به شدت ناراضی می‌شید، به همین علت بهش میگن نیاز اساسی (به تعریف نیازهای اساسی که تو بالا مطرح شد دقت کنید، نیازهای اساسی نیازهایی بودن که از طرف مشتری بیان نمیشه ولی حتما باید تو محصول یا خدمت باشه). حالا اگر صاحب رستوران هر چه بهتر خدمات به شما ارائه کنه شما راضی تر می‌شید و بالعکس به این حالت میگن **نیاز عملکردی**، حالا فرض کنید صاحب رستوران یه شاخه گل رز بیاره برا شما، چون **انتظارشو** نداشتید و هیچ جا چنین کاری انجام نمیشه، به این میگن **نیاز انگیزشی**، چون اگر شاخه گل رز را نیاره شما ناراضی نمی‌شین (شکل بالا رو دقت کنید زیر نمودار نمیاد، یعنی قسمت ناراضی شدن تو نمودار)

یه نکته **خفن** دیگه: به مرور زمان نیازهای **انگیزشی** به **عملکردی** و بعد به **اساسی** تغییر پیدا می‌کنن.

مطمنا میگین جمله بالا یعنی چی؟؟ مثال رستوران رو به یاد بیارین، اگر هر دفعه که میرید رستوران، صاحب رستوران برای شما شاخه گل رز بیاره، چه اتفاقی میافته؟؟ قطعا بعد مدتی برای شما عادی میشه و کم کم شروع می‌کنید به ایراد گرفتن این شاخه گل، مثلا میگین چرا همیشه این رنگ را میارین، چرا گل پزمرده هست؟ دیدید به همین آسونی موضوعی که اولین بار انگیزشی بود و خوشحالتون کرد بعد مدتی تبدیل شد به وظیفه و وابسته شد به کیفیت ارائه اون (تبدیل **انگیزشی** به **عملکردی**) و مطمنا دیگه شما اون رستوران میرید، نمیگید که براتون گل بیارن، (چون حتما دیگه باید بیارن، تازه اگه نیارن شاکی میشین که چرا نیاوردن) به همین سادگی موضوعی که اول انگیزشی بود، تبدیل شد به نیاز **اساسی**.

حالا این تست را با توجه به توضیحات بالا خیلی راحت، مثل خوردن هلو جواب بدین.

تست: باربند اسکی در خودرو جزء کدام یک از نیازهای مدل کانو می باشد ؟

۱)اساسی ۲)عملکردی ۳)انگیزشی ۴)اساسی و انگیزشی

مطمنا میگید خوب معلومه دیگه، گزینه ۳ جواب میشه. باریکلا به شما.

ابعاد 8 گانه کیفیت محصول که اولین بار توسط گاردین معرفی شده است:

طراح باید جنبه‌های مختلف محصول را در طراحی در نظر گیرد. از جمله جنبه‌هایی که طراح باید به آن توجه داشته باشد و حتی درصورت لزوم مشخصه‌های کیفی باتوجه به این جنبه‌ها تعریف شود، موارد **هشت‌گانه‌ی** کیفیت محصول است که تولیدکنندگان می‌بایست در طراحی یک محصول در نظر بگیرد این جنبه‌ها عبارتند از:

۱- **عملکرد :**

آیا محصول کاری را که باید به درستی انجام می‌دهد؟

۲- **قابلیت اطمینان** :

محصول هرچند وقت یکبار خراب می‌شود؟

۳- **قابلیت دوام** :

محصول چه مدت دوام می‌آورد؟ طول عمر محصول چقدر است؟

۴- **قابلیت تعمیرپذیری**

تعمیر این محصول سخت است یا به سادگی صورت می‌پذیرد؟

۵- **زیبایی:**

آیا محصول زیبا به نظر می‌رسد؟

۶- **مواد و ویژگی های محصول:**

چه موادی در محصول بکار گرفته شده است و محصول چه ویژگی‌هایی دارد؟

۷- **کیفیت درک شده :**

شهرت محصول چه میزان است؟ آیا کیفیت محصول شناخته شده است؟

۸- **انطباق با استانداردها :**

آیا محصول تولیدی با مشخصات طراحی، تعریف شده در فاز طراحی و استانداردها منطبق است؟

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

شما برای خرید هر **محصولی**، مثلا مثله یه ماشین یا گوشی موبایل، این موارد ۸ گانه بالا را درنظر میگیرین، مثلا اولین چیزی که دقت میکنین، قشنگی و ظاهر گوشیه بعد چک میکنین که گوشی شما چند سال طول میکشه تا خراب شه و اگر مثلا قطعه ای ازش خراب شد، راحت تعمیر میشه، مارک محصول چیه (کیفیت درک شده)؟؟ اپل یا سامسونگ و ...

نکته : ابعاد **10 گانه کیفیت خدمت** عبارت است از:

۱- تسهیلات و امکانات رفاهی
۲- قابلیت اطمینان
۳- پاسخگویی
۴- مهارت و تبحر
۵- ادب و نزاکت
۶- قابل اعتماد بودن
۷- امنیت
۸- دسترسی
۹- ارتباط
۱۰- درک مشترک

حالا قطعا میگین این ابعاد کیفیت **خدمات** و **محصول** را چطور حفظ کنیم؟؟؟ ها

اول خدمات را یاد بگیرین بعد تو تستا تشخیص میدین. برای بخاطر سپردن کیفیت در خدمات شما یه جای خدماتی مثل بانک (نه تولیدی و محصول محور مثل کارخانه) را درنظر بگیرید. شما وقتی میرید بانک انتظار دارید بهتون تسهیلات و امکانات رفاهی خوبی بده، طرف که پشت باجه هست با ادب باشه، پاسخگو باشه، سریع کار شما را انجام بده (مهارت و تبحر) در دسترس شما باشه و با محل زندگیتون n کیلومتر فاصله نداشته باشه و ضمنا پول شما تو امنیت باشه، شما را درک کنه و بانک و موسسه قابل اعتماد باشه و کلاه بردار نباشن ضمنا شرایط شما را درک کنه و اگر قسط پرداخت شما دیر شد، همش بهتون استرس نده. جدا خوشحال شدین که چقد راحت این ابعاد ۱۰ گانه کیفیت **خدمات** را یاد گرفتین. حالا پس با خیال راحت این تست رو جواب بدین.

تست : کدام یک از موارد زیر جزوه جنبه‌های اصلی کیفیت محصول نمی‌باشد؟

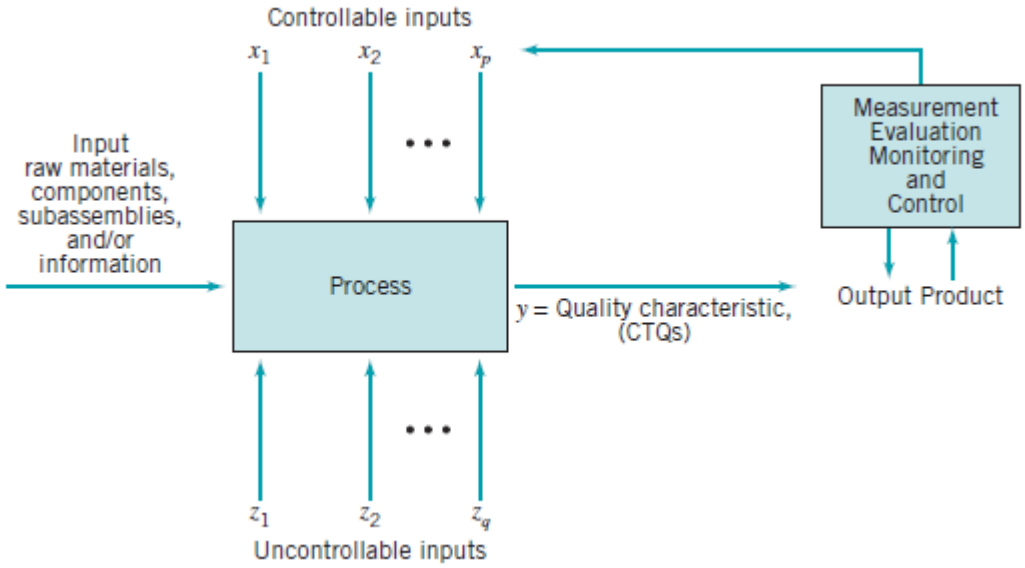
۱) قابلیت اطمینان ۲) انطباق با استانداردها

۳) در دسترس بودن ۴)عملکرد

راضی ام ازتون که درست پاسخ دادین.

گزینه ۳ جوابه دیگه

مدل‌های آماری برای بهبود کیفیت :



فرآیند تولید را به صورت یک سیستم در نظر بگیرید که دارای یک سری ورودی وخروجی می‌باشند. ورودی های سیستم Xn ..... X_1, X_2, X_3 هستند که عامل‌های **قابل کنترل** مانند درجه حرارت و فشار را تشکیل می‌دهند.ورودی های Zn ..... $Z1, Z2,$ ورودی های **غیرقابل کنترل** نظیر عامل‌های زیست محیطی با کیفیت مواد خام ارائه شده توسط تامین کننده هستند. فرآیند تولید این ورودی ها را تبدیل به محصول نهایی می‌کند که می‌توان بوسیله چندین مشخصه کیفی آن را توضیح داد. متغیر خروجی y معیاری برای ارزیابی فرآیند و محصول است. از این مدل می‌توان برای فرآیندهای غیرتولیدی یا خدماتی استفاده می‌شود.

روش های آماری که برای بهبود فرآیندها استفاده می‌شوند عبارتند از :

۱- طراحی آزمایش ها
۲- کنترل فرآیند آماری
۳- نمونه گیری جهت پذیرش

این سه مورد را باهم SQC (statistical. qualify. control) می‌گویند.

طراحی آزمایشات: فرض کنید نمره امتحان درس کیفیت من پایین شده، میخوام ببینم چیا باعث میشه که نمره من پایین شه؟؟بیاین باهم حدس بزنیم، آماده اید؟

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

آره درست دارین حدس میزنین، یکی از علت ها میتونه درس نخوندن من باشه، سوال سخت باشه، فضای جلسه شلوغ باشه، استاد با من لج بوده، عاشق شدم، مریض شدم و کلی دلیل دیگه میتونه منجر به پایین شدن نمره من بشه، حالا میخوایم بررسی کنیم از بین این همه علت کدوم واقعا دلیل اصلی پایین شدن نمره من شده و طراحی آزمایشات چه کمکی می‌تونه به ما تو این زمینه بکنه؟؟ یه راه اینه که ما تک تک علت ها را جداگانه بررسی کنیم و ببینیم علت واقعی چی بوده؟ مثلا بریم فضای جلسه را بررسی کنیم ببینیم آیا شلوغ بوده یا نه؟ و بعد علت بعدی را بررسی کنیم، اینکار همونطور که حدس میزنین، زمانبر و پر هزینه هست، طراحی آزمایشات میاد **چندتا علت** را **باهم** بررسی میکنه و میگه از بین اون همه حدس هایی که زدین برا کم شدن نمره من کدوم **واقعا** علت اصلی پایین شدن نمره من بوده. حالا که علت های اصلی و مهم را پیدا کرد، باید بیاد **اصلاح** کنه اونو، از الان برای همیشه یادتون باشه تو مباحث بهبود کیفیت همیشه برای **اصلاح فرآیند** و کاهش ضایعات ما **دو** کار رو انجام میدیم، **اصلاح میانگین** و **کاهش پراکندگی** (عامیانه اصلاح میانگین: یعنی طرف رو میشونیم سرجاش، کاهش پراکندگی: به طرف بعد اینکه نشست سرجاش، میگیم کمتر وَرجه ورجه کن)پس بطور کلی از این متن نکته زیر را داریم. (تو گروه تلگرامی https://t.me/joinchat/Bbn3tUOsQ-F1tlRFGK4sWQ یه متن خیلی خوب از کاربرد طراحی آزمایشات گذاشتم، ایشالا به این درس شیرین علاقمند شین)

نکته :به طور کلی اهداف طراحی آزمایش‌ها را به صورت زیر می‌توان نوشت :

۱- پیدا کردن مهمترین متغیرها یا تاثیر گذارترین متغیرها روی فرآیند (همون پیدا کردن علت های مهم)
۲- تنظیم پارامترهای قابل کنترل برای دستیابی به میانگین مورد نظر (یعنی طرف رو میشونیم سرجاش)
۳- تنظیم پارامترهای قابل کنترل برای دستیابی به کمترین واریانس (بعد اینکه نشست سرجاش، میگیم کمتر وَرجه ورجه کن)
۴- تنظیم پرامتر برای کاهش تاثیر برخی ار پارامترهای غیرقابل کنترل

طراحی آزمایشها (*DOE*) یکی از عمده ترین ابزارهای کنترل کیفیت **خارج از فرآیند** تولید می‌باشد. غالبا در فعالیتهای توسعه ای و در مراحل اولیه تولید به کار می‌رود.

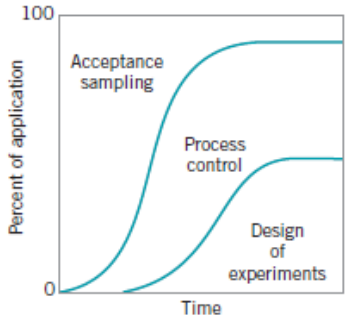
نکته : یکی از انواع اصلی آزمایش های طراحی شده طرح عاملی است. *(ANOWA)*

نکته : زمانیکه متغیرهای مهم شناسایی شدند و ارتباط موجود بین متغیرهای مهم و خروجی فرآیند کمی گردد، می‌توان از روش **کنترل فرآیند آماری** حین تولید و جهت پایش و نظارت بر فرآیند به طور موثر استفاده نمود.

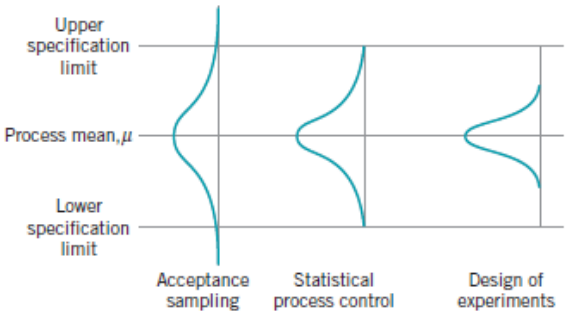
نمودار کنترل یکی از تکنیک های اولیه *SPC* است که خروجی فرآیند را پایش کرده و نشان می‌دهد چه زمانی نیاز است متغیرهای ورودی تغییر کنند تا فرآیند به حالت تحت کنترل بازگردانده شود.

نکته : هدف اصلی مهندسی کیفیت کاهش سیستماتیک تغییرپذیری مشخصه های کیفی کلیدی محصول است .

نکته : شکل زیر مراحل مختلف این کاهش هزینه را در طول زمان نشان می‌دهند. در مراحل اولیه درصد زیادی از محصولات با استانداردهای مورد نظر انطباق نخواهند داشت.با بکار گیری کنترل کیفیت فرآیند آماری ,فرآیند یک حالت ثبات به خود می‌گیرد و تغییرپذیری آن کاهش می یابد. سپس طراحی آزمایشات باعث خواهد شد تا تغییر پذیری فرآیند به حداقل برسد و درنتیجه محصولات تولید شده فاقد هرگونه عیب گردد.



■ FIGURE 1.7 Phase diagram of the use of quality-engineering methods.



■ FIGURE 1.8 Application of quality-engineering techniques and the systematic reduction of process variability.

تاریخ تحلیلی کیفیت ازدیدگاه دکتر فیگنبام :

۱- عصر کنترل کیفیت کارگری
۲- عصر کنترل کیفیت سرپرستی
۳- عصر کنترل کیفیت بازرسی
۴- عصر کنترل کیفیت آماری *SPC*
۵- عصر کنترل کیفیت جامع

میخوام یه داستان برای بخاطر سپردن تاریخ تحلیلی کیفیت ازدیدگاه دکتر فیگنبام بگم، آماده اید: میدونم از داستان برخلاف درس خوشتون میاد. قرار شده از درس کیفیت لذت ببریم، پس داستان رو میگم.

دوران خیلی خیلی قدیم را تصور کنید، همون دورانی که تو فیلما میدید، که شخصی نعل اسب خودشو میبرد پیش آهنگر تا براش بسازه، اون دوران عصر کارگری بوده، تولید تو اون زمان پایین بوده، خوب یه کارگر تنها تو دوران قدیم مگه چقد میتونسته نعل اسب تولید کنه؟؟ ولی در عوض کیفیت تولید خوب بوده، چون با مشتری مستقیم در ارتباط بوده، دوره بعدی اومدن کارها را تخصصی و واحد بندی کردن و یه سرپرست تعیین کردن تا هم نظارت بر تولید و هم کیفیت کنه، اینکار یه ایراد اساسی داشت، فکر کنید چه ایرادی؟؟ درست گفتین وقتی مشتری ۱۰۰۰ قطعه میخواست و سرپرست تولید ۱۰۰۰ قطعه تولید کرد که توش ۸۰۰ تا سالم و ۲۰۰ تا معیوب بود، برای اینکه کار خودش زیر سوال نره و از اونجاییکه خودش سرپرست بود هر ۱۰۰۰ تا را میداد به مشتری، دیدن اینطوری که نمیشه، پس فکر چارشون جدا کردن مدیر تولید از کیفیت بود، یعنی عصر سوم: بازرسی شکل گرفت، این دوره هم ضعفی داشت، مشاهده کردن که بازرس فقط قطعات ناسالم را از سالم جدا میکنه و هیچ کاری برای بهبود اون نمیکنه، کارش شده فقط جداسازی سالم از معیوب با توجه به بازرسی (متاسفانه اکثر سازمان‌های ایرانی اینطوری ان) اینکار هزینه‌های زیادی برای سازمان ایجاد میکرد. پس راهکار بعدی بمنظور کاهش هزینه نمونه گیری و بازرسی، کنترل کیفیت آماری SPC بوده، این عصر درسته که تونسته هزینه‌های بازرسی را کم کنه ولی بعلت اینکه نگاه جامع و کلی به همه بخش‌های سازمان نداشت ضعف هایی داشت و نمیتونست منجر به کاهش ضایعات،

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

دوباره کاری و ... بشه، پس راه چاره این بوده که سیستمی را بیارن که همه افراد سازمان تو اون دخیل باشن، حتی نگهبان شرکت، میپرسین نگهبان شرکت چه دخلی به مباحث کیفیت داره؟؟؟؟ خوب الان میگم، دعوا نداریم که.

فرض کن، صبح که میخواید وارد شرکت بشین، نگهبان شرکت با شما بد صحبت کنه، آیا اون روز با اعصاب راحت و تمرکز بالا کار خودتون و یا تولید را انجام میدین؟؟ به احتمال زیاد نه، فرض کن واحد خرید شرکت مواد اولیه خوبی نخره برای تولید آیا میتونید محصول با کیفیتی تولید کنید؟؟ پس نتیجه میگیریم همه اعضای سازمان نقش دارن تو کیفیت، به همین منظور عصر **کنترل کیفیت جامع** شکل گرفت و از این قسمت آخر داستان میتونیم در مورد کنترل کیفیت جامع این نکته را بگیم.

نکته : اهداف مدیریت کیفیت جامع *(TQM)* :

i. مشارکت همه افراد و مفاهیم ذکر شده دیل و کوپر
ii. رضایت مشتری
iii. بهبود مستمر

نکته : تاریخ تحلیلی کیفیت از دیدگاه دیل و کوپر

۱)بازرسی **۲)**کنترل کیفیت **۳)**تضمین کیفیت

تست) کدام یک از موارد مربوط به دسته بندی دوران کیفیت توسط فیگنبام نمی‌باشد؟

۱)عصر کنترل کیفیت آماری ۲)عصر بازرسی

۲)عصر سیستم کیفیت ۴)عصر مدیریت کیفیت

دوستان عزیز، حالا بیاین در مورد فلسفه پروفسور دمینگ بیشتر بدونیم. امیدوارم روزی این اصول را در صنعت و خدمات خودمون پیاده سازی کنیم. ضمنا وویس های دکتر سقایی در مورد تک تک اصول دکتر دمینگ رو بنظرم خالی از لطف نیست که تو گروه تلگرامیش هستو، گوش بدین.

فلسفه دمینگ چارچوب مهمی برای پیاده سازی کیفیت و بهبود به شمار می آید. این فلسفه در ۱۴نکته مدیریتی خلاصه شده است.

الان میگین ۱۴ اصل را چطور حفظ کنیم، مگه ما بیکاریم؟؟ نگران نباشید، این قسمت را با کاریکاتوری که توسط اقای دکتر سفایی عزیز ارائه شده، بهتون یاد میدم که به راحتی آب خوردن این اصول ۱۴ گانه را یاد بگیرین و لذت ببرین.

۱۴اصل دمینگ

a. یک هدف مستمر با تمرکز بر بهبود محصول و خدمات ایجاد کنید و به طور مستمر سعی در بهبود طراحی و عملکرد آن داشته باشید.
b. فلسفه جدید نپذیرفتن محصولات معیوب, مهارتهای نامناسب و خدمات بد را پذیرا باشید.
c. به منظور کنترل کیفیت محصولات از بازرسی انبوه اجتناب کنید.

d. قراردادهای خود را با تامین کنندگان تنها براساس قیمت پایه گذاری نکنید بلکه جنبه کیفیت را نیز در نظر بگیرید همچنین هزینه کل محصول باید درنظر گرفته شود نه فقط قیمت خرید آن.
e. بر بهبود مستمر تاکید کنید.به طور مستمر سعی کنید تا سیستم خدمات و تولید بهبود یابد.
f. روشهای آموزش نوین را به کارگیرید و در راستای آموزش کلیه افراد سازمان سرمایه گذاری کنید.
g. رهبری سازمان را بهبود بخشید و روشهای نوین سرپرستیرا فراگیرید.
h. ترس را از بین ببرید.
i. موانع موجود بین بخشهای مختلف کاری سازمان را از میان بردارید.
j. اهداف ,شعار ها و اعداد و ارقام را از سر راه نیروی کار حذف کنید.
k. استانداردهای کاری و سهمیه های عددی را حذف کنید.
l. موانعی که باعث می‌شوند تا کارکنان در انجام کار خود دلسرد شود را از میان بردارید.یک برنامه مستمر آموزشی و تعلیمی برای کلیه افراد سازمان فراهم نمایید.تعلیم روشی است برای سهیم کردن کلیه افراد در فرآیند بهبود کیفیت.
m. ساختاری برای مدیریت ارشد طراحی نمایید که از۱۳ نکته بالا به طور جدی حمایت کنند.

تو این قسمت میخوایم در مورد جایزه‌های کیفی بیشتر بدونیم. یعنی چطور شرکت‌ها میتونن جایزه کیفیت را بگیرن؟؟ شاید در مورد تندیس طلایی کیفیت، اشتهار سه ستاره و غیره شنیده باشین و براتون سوال شده باشه که اینها چی هستن و چطور میشه این جوایز رو دریافت کرد؟؟ کلا هر شرکتی که بخواد، میتونه درخواست بده تا بیان شرکتشون را با یه سری معیارها (شاخص های ارزیابی) ارزیابی کنن و بعد تو هر معیار امتیاز بگیرن، (مثلا معیار رهبری، مشتری و ...) شبیه مسابقه بین شرکت های مختلف در نظر بگیرین که هر شرکتی امتیاز بیشتر بگیره، برنده هست. حالا می پرسین چطور و با چه معیاری می سنجن و اصلا چه جایزه‌هایی را داریم؟؟ راستی تا یادم نرفته بگم، جایزه کیفی تو ایران *EFQM* (تعالی سازمانی) هست، جلوتر بیشتر باهاش آشنا میشیم.

تعریف : جایزه ملی کیفیت مالکوم بالدریج *(NBMQA)* در سال ۱۹۸۷ توسط کنگره آمریکا پایه گذاری شد .این جایزه هر ساله برای به رسمیت شناختن سازمانهایی که عملکرد آنها نسبت به سازمانهای دیگر برتری دارد ,اعطا می‌گردد.

نکته :جایزه *NBMQA* در۵ دسته زیر به سازمانها اعطا می‌گردد :

۱- تولید
۲- خدمات
۳- مشاغل کوچک
۴- بهداشت و درمان
۵- آموزش و پرورش

که هرساله ۳جایزه به هر بخش اعطا می‌شود و کمیته ملی استانداردها و تکنولوژی *(NIST)* برای جایزه نظارت می‌کند.

نکته :۷مقوله برتری عملکرد و مقادیر امتیاز جایزه *NBMQA* به صورت زیر می‌باشد :

۱- رهبری ۱۲۰ امتیاز (یعنی در قسمت رهبری وقتی شرکت شما را با یه سری شواهد بررسی کردن، حداکثر امتیازی که تو این بخش میتونین بگیرین ۱۲۰ امتیازه)
۲- برنامه ریزی استراتژیک ۸۶ امتیاز
۳- تمرکز بر بازار و مشتری ۸۵ امتیاز
۴- اطلاعات و تحلیل ۹۰ امتیاز
۵- تمرکز بر منابع انسانی ۸۵ امتیاز
۶- مدیریت فرآیند ۸۵ امتیاز
۷- نتایج کسب و کار ۴۵ امتیاز

تعریف : بنیاد اروپایی مدیریت کیفیت یا *EFQM* یک سازمان غیر انتفاعی است که در سال ۱۹۸۸ میلادی توسط چهارده شرکت معتبر اروپایی و با حمایت اتحادیه اروپا تاسیس شده است .در حال حاضر بیش از ۸۰۰ شرکت اروپایی در این سازمان عضویت دارند.مزیت این سازمان ایجاد یک نیروی راهبرنده در جهت سرآمدی عملکرد و چشم انداز درخشش سازمانهای اروپایی جهان است.مدل سرآمدی *EFQM* به عنوان چارچوبی اولیه برای ارزیابی و بهبود سازمانها معرفی شده است.مدلی که نشاندهنده مزیتهای پایداری است که یک سازمان باید به آنها دست یابد.

نکته : ارزش ها و مفاهیم بنیادین تعالی بدون توجه به نوع فعالیت‌ها و اندازه سازمان‌ها برای کلیه آنها قابل استفاده خواهد بود و مدل تعالی سازمان را پشتیبانی می‌کنند.

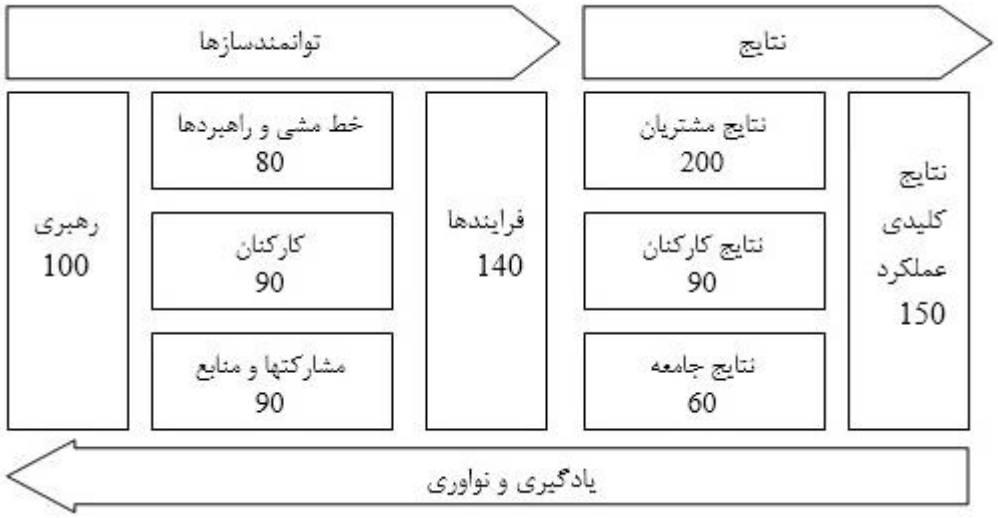
نکته : توجه به ارزش ها و مفاهیم بنیادین تعالی هشتگانه زیر ,لازمه موفقیت و ایجاد بهبود مستمر سازمان‌ها است.

I. نتیجه گرایی
II. مشتری مداری
III. رهبری وثبات در مقاصد
IV. مدیریت مبتنی بر فرآیندها و واقعیت ها
V. توسعه و مشارکت کارکنان
VI. یادگیری ,نوآوری و بهبود مستمر
VII. توسعهد همکاری تجاری
VIII. مسولیت های اجتماعی سازمان

نکته : ارزش‌ها و مفاهیم هشت گانه فوق پایه های اصلی برنامه ریزی و استقرار سیستمها را تشکیل می‌دهند و برای شناخت وضعیت عملکردی سازمان‌ها باید از معیارهایی بهره گرفت که ارتباط تنگاتنگی با مفاهیم فوق الذکر داشته باشند. معیارهایی که توسط آنهار, میزان تحقق هشت گانه با مفاهیم بنیادین و میزان موفقیت سازمان در دست یابی به نتایجرا بتوان اندازه گیری کرد.

نکته : در مدل *EFQM* به طور کلی ۲ قسمت داریم : ۱- توانمندسازها

۲- نتایج



نکته : درصد نتایج مشتری ها و نتایج کلیدی 20و ۱۵ درصد می‌باشد .

تست۳) کدام یک از موارد زیر جزو اصول ۳گانه کیفیت از دیدگاه دکتر ژوران نمی‌باشد؟

۱)کنترل کیفیت ۲)تضمین کیفیت

۳)برنامه ریزی کیفیت ۴)بهبو کیفیت

تست ۴) رهبری برنامه ریژی استراتژیک ,توجه به مشتری ,اطلاعات و تحلیل آن و مدیریت فرآیند از جمله معیار های کدام مدل است؟

۱)EFQM ۲)مالکوم بالدریج

۳)دمینگ ۴)کارت امتیاز متوازن

نکته :کارت امتیاز متوازن BSC که توسط کاپلن و نورتن پیشنهاد گردیده است دارای ۴ منظر برای بررسی عملکرد یک سازمان پیشنهاد شده است که عبارتند از :مالی , مشتری ,فرآیندهای داخلی و رشد و یادگیری.

تو این قسمت میخوام در مورد شش سیگما داستان بوجود اومدنش و مفاهیم سطح سیگما و محاسبه ضایعات صحبت کنیم. مطمنا این مفاهیم را خوب یاد میگیرین، تو صنعت خیلی میتونه به شما درک درستی بده و کمکتون کنه.

تعریف :محصولاتی که از اجزای زیادی تشکیل شده اند معمولا شانس زیادی برای رخ دادن عیوب یا شکست دارند.موتورولا برنامه شش سیگما را در اواخر دهه ۱۹۸۰ به عنوان پاسخی برای رفع نیاز محصولاتش ایجاد کرد.

نکته :تمرکز شش سیگما **کاهش تغیرپذیری,** مشخصه‌های کیفی کلیدی به سطوحی است که در آن سطوح رخ دادن شکست یا عیوب در آن مشخصه بسیار بعید است .

تو این قسمت میخوایم دو تعریف مهم را باهم یاد بگیریم، همین تعریف ساده، دوبار بصورت مفهومی سوال کنکور بوده. باورتون میشه؟؟

هر وقت **حد مشخصه فنی بالا** یا **پایین** را دیدین، شکل ***STOP*** یادتون باشه و بدونید که **رد شدن** از اون **جریمه داره،** جریمش یا **ضایعاته** و یا **دوباره کاری** و **یا هر دو**. پس از الان یه چیزی رو متوجه شدیم، برا محاسبه ضایعات و یادوباره کاری ما با **حدود مشخصات فنی یعنی *USL* و *LSL*** سرو کار داریم. همون جریمه ماست

تعریف حد مشخصه فنی یا حدود طراحی = حدودی که **طراح** یا **مشتری** به ما میده و **هیچ ربطی** به **حدود کنترل** نداره (در واقع الزام مشتری است و بدون خواسته مشتری تغییر نمیکنه) در ادامه براتون یه مثال ساده میزنم که چرا حد **مشخصه فنی** به **حدود کنترل** ربطی نداره و بعدش یکی از سوالای کنکور را باهم حل میکنیم. ضمنا حدود مشخصه فنی را با *USL*و *LSL* نشونش میدن و بهش حد مشخصه فنی **بالا** (*Upper*)و پایین (*Lower*) هم میگن)

تعریف حدود کنترل یا فرایند: ساده بخوام بگم؛ این حدود به **توانایی خود شما** بستگی داره و هیچ ربطی به اینکه **مشتری** یا **طراح** چی گفت نداره، در فصل های بعدی یاد میگیریم که چطور حدود کنترل را را با استفاده از دو مفهوم ساده میانگین و واریانس فرآیند، طراحی کنیم.(ضمنا حدود کنترل یا فرآیند را با *UCL*و *LCL* نشونش میدن)

بیاین باهم بررسی کنیم که **چرا** حدود **مشخصه فنی** و **حدود کنترل هیچ ربطی** به هم ندارن. (یعنی اینکه مثلا حدود کنترل تغییر کنه منجر به تغییر حدود مشخصه فنی نمیشه و بالعکس)

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

مثال: از دوران ابتدایی تا حالا ما همیشه تو کلاس ها داشتیم درس میخوندیم و امتحان میدادیم، و اگر قبول میشدیم یه کلاس بالاتر میرفتیم، یادتونه نمره برای قبولی درس چند بوده؟؟ خوب الان میگین باید حداقل ۱۰ میشدیم تا قبول شیم، به نمره ۱۰ تا ۲۰ که برای قبولی ما بود **حدود طراحی** یا **مشخصه فنی** (USLو LSL) میگیم که اینجا از **طرف وزارت علوم** تعین شده (اینجا وزارت علوم طراح یا همون مشتری ما هست)، حالا تو همین مثال میخوایم ببینیم که **حدود کنترل** یا **فرآیند** چیه؟؟ (UCLو LCL) یادتونه که گفتم این حدود فقط به **توانایی خود شما** بستگی داره؟؟ درست حدس زدین، نمره‌ای که شما تو امتحان میگیرین را **حدود کنترل** یا **فرایند** میگن، شما ممکنه مثل من تنبل باشین و ۸ بشین و یا خیلی درس خون باشین و ۲۰ بشین که هر نمره ای بگیرین به **توانایی خود شما بستگی** داره، حالا از این مثال میشه استدلال کرد که حدود مشخصه فنی **هیچ ربطی** به حدود کنترل نداره، چون من با **توانایی خودم** مثلا بشم ۸ یا هر نمره دیگه ای، حدود مشخصه فنی یا الزام مشتری تغییر نمیکنه، نمره قبولی همون ۱۰ تا ۲۰ هست و تغییر نمیکنه. یعنی وزارت علوم بخاطر من که شدم ۸ نمیاد نمره قبولی را از ۱۰ به ۸ تغییر بده تا من قبول شم. یه مثال صنعتی میتونه مثلا تولید قطر شفت باشه، تو نقشه میگن این قطر باید مثلا 9.8 ± 0.2 باشد، هر عددی غیر این باشه قابل قبول نیست (اینو طراح یا مشتری میده انگار وزارت علوم ماست) و حالا شما یه دستگاهی میخرید تا این شفت را تولید کنه، این دستگاه با توجه به دقت و تکنولوژی و کیفیت مواد اولیه که داره میتونه قطر این شفت را هر عددی تولید کنه، مثل نمره امتحانی که خود ما میگرفتیم، پس به توانایی اون فرآیند و دستگاه بستگی داره. نه به حد مشخصه فنی

تست کنکور صنایع ۹۲: در یک فرآیند، حدود مشخصه $A \pm a$ برای یک مشخصه کیفی نرمال X درنظر گرفته شده است. مشخصه X توسط نمودار $\overline{X}$ کنترل می‌شود و هدف کمینه کردن نسبت اقلام نامنطبق مرتبط با X است. در این نمودار کنترل $\overline{X}$ اندازه نمونه تصادفی n و CL=A خط مرکز نمودار است، و از حدود کنترل L برابر انحراف معیار $\overline{X}$ استفاده می‌شود. اگر a افزایش یابد، چه تغییری در این نمودار کنترل باید ایجاد شود، تا نمودار مناسب شرایط جدید شود؟

۱) تغییری داده نمی‌شود.
۲) خط مرکز (CL) افزایش داده می‌شود.
۲) L افزایش داده می‌شود.
۴) n کاهش داده می‌شود.

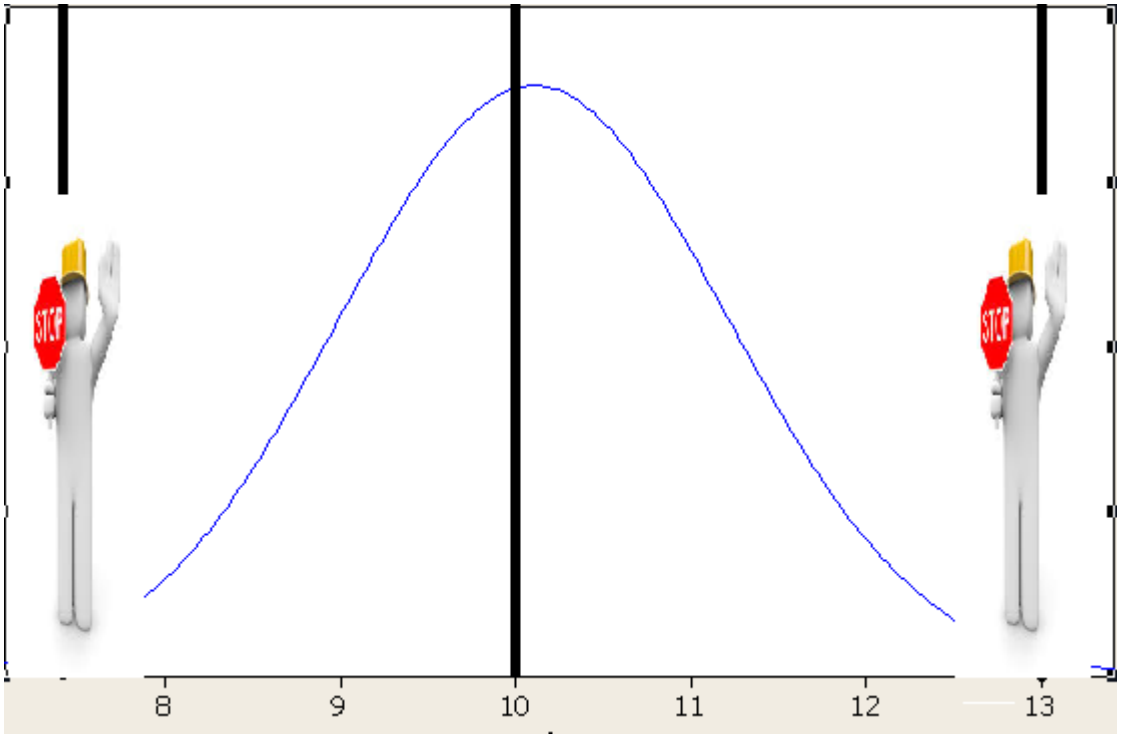
پاسخ: باتوجه به داستان مدرسه، میدونیم که حدود طراحی با حدود کنترل هیچ ارتباطی ندارن، پس نتیجه می‌گیریم که گزینه ۱ صحیح است.

تعریف سطح سیگما :فاصله **میاینگین** فرآیند تا **نزدیکترین** حد **مشخه فنی** بر حسب گامهایی به اندازه **انحراف معیار** فرآیند سطح سیگما (sigma level) گویند .

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

از این قسمت، دیگه کم کم داریم وارد مباحث محاسباتی میشیم و تمام تلاشمو میکنم که این مباحث را خیلی خیلی آسون مطرح کنم تا باهم از حل سوالات لذت ببریم. بریم سراغ شربت بالا که شاید مثل من نخواید این شربت را بخورید.



نکته :تعدا اقلام معیوب تولید شده در یک میلیون محصول را PPM گویند .

تست ۵) اگر Xیک مشخصه کیفی مهم از یک محصول باشد که براساس فرآیندی نرمال با میانگین ۱۰ و انحراف معیار ۲ ایجاد می‌شوند و حدود مشخصه فنی آن ۱۳ و ۸ باشد سطح سیگمای فرآیند را محاسبه کنید .

۱) ۱/ ۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

به دو روش این سوال را حل میکنیم. روش اول استفاده از **فرمول سطح سیگما** و روش دوم استفاده از **مفهوم** و کار با شکل

روش اول: فرمول سطح سیگما بصورت زیر هست.

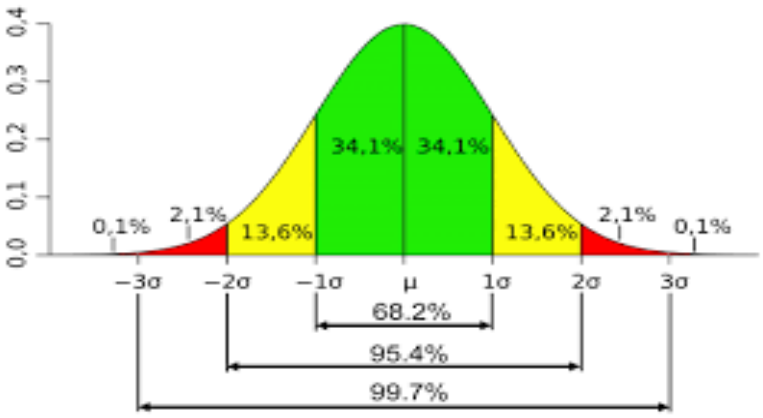
$$Sigma\ Level = Min\ \langle \frac{USL-\mu}{\sigma}; \frac{\mu-LSL}{\sigma} \rangle \rightarrow Min\left(\frac{13-10}{2}; \frac{10-8}{2}\right) = 1$$

روش دوم: باتوجه به تعریف سطح سیگما، فرض کنید از میانگین به سمت حدود مشخصات فنی بالا یا پایین میخوایم با طول گام سیگما قدم بزنیم، میخوایم ببینیم با چند گام یا وجب میرسیم به حدود مشخصات فنی. فرض کنید به سمت USL بریم، تو قدم اول (وجب اولمون) میرسیم به ۱۲(طول قدم ما ۲ بود دیگه) برای رسیدن به ۱۳ کافیه یه نصف قدم برداریم(* 2 $\frac{1}{2}$) حالا بخوایم به سمت LSL بریم با اولین قدم از ۱۰ به ۸ میرسیم. پس از این سمت نیاز به برداشتن یک قدم بوده. مطابق با تعریف سطح سیگما که کمترین فاصله بود. بین ۱.۵ و ۱ کمترین ۱ میشه پس گزینه ۲درسته. من خودم همیشه روش دوم را ترجیح میدم. یعنی اول یه شکل میکشم و بعد حل میکنم.

تو این قسمت قصد دارم که روش محاسبه ضایعات، دوباره کاری های را با هم یاد بگیریم. پس بیاین قبلش یه نمودار مهم و چند عدد مهم را یاد بگیریم که سریعتر به تستا جواب بدیم، این نمودار تو تستای درس آمار هم خیلی میتونه بهتون کمک کنه، آخه اکثر مواقع تو کنکور جدول نرمال استاندارد را نمیدن، چون براشون نمیصرفه بخاطر یه سوال یه صفحه به تعداد داوطلب ها پرینت بگبرن. البت بدون جدول هم واقعا میشه تقریبی اعداد جدول نرمال استاندارد را بدست آورد. مثلا .... یا و$p(Z < 1)$ یا $p(Z > 1.5)$ ، حتما میپرسین چطور؟؟؟ بیاین با هم این شکل را یه نگاه بندازیم و یه سری مفاهیم ساده را یاد بگیریم، بعد دقیقا متوجه میشید چه ساده میشه اعداد جدول نرمال استاندارد را بصورت تقریبی حفظ کرد و تستای کنکور آمار و کیفیت را به راحتی پاسخ داد. حاشیه کافیه، مطمنا الان میگین، خوب بگو اون شکله چیه و روشت چیه.

محاسبه $p(Z > 1.5)$ از روی شکل : سطح زیر منحنی ۱ تا ۲ برابر با ۰.۱۳۶ یعنی **حدودا ۰.۱۴** و $Z > 1.5$ وسط بازه ۱ سیگما و ۲ سیگماست، پس سطح زیر منحنیش میشه **نصف** ۰.۱۴ و از ۲ به بعد هم که **تقریبا ۰.۰۲** بود، پس در مجموع این احتمال تقریبا میشه **۰.۰۷+۰.۰۲=۰.۰۹**

محاسبه $p(Z < 1)$ از روی شکل: سطح زیر منحنی از صفر تا ۱ برابر با ۰.۳۴ و از صفر تا منفی بی نهایت برابر است با ۰.۵ (چون نصف احتمال در توزیع نرمال سمت چپ منحنیه و نصف دیگه تو سمت راست) پس در مجموع میشه ۰.۵+۰.۳۴ که میشه ۰.۸۴

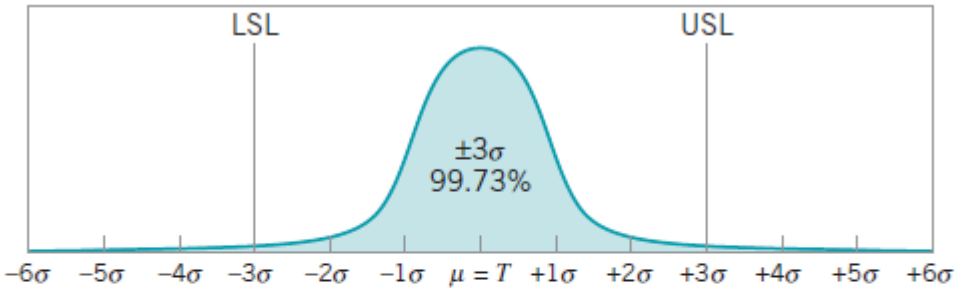


گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

از من به شما نصیحت" این تمرین‌ها را جدی بگیرین وگرنه سر امتحان واقعی این شکلی می‌شید. الان حل کنی سر امتحان دیگه هنگ نمی‌کنی.

محاسبه PPM در دو حالت میانگین ثابت باشد و ۲- میانگین ۱.۵ سیگما تغییر کند

نکته :اگر میانگین فرآیند ثابت باشد خواهیم داشت :



Spec. Limit	Percent Inside Specs	ppm Defective
±1 Sigma	68.27	317300
±2 Sigma	95.45	45500
±3 Sigma	99.73	2700
±4 Sigma	99.9937	63
±5 Sigma	99.999943	0.57
±6 Sigma	99.9999998	0.002

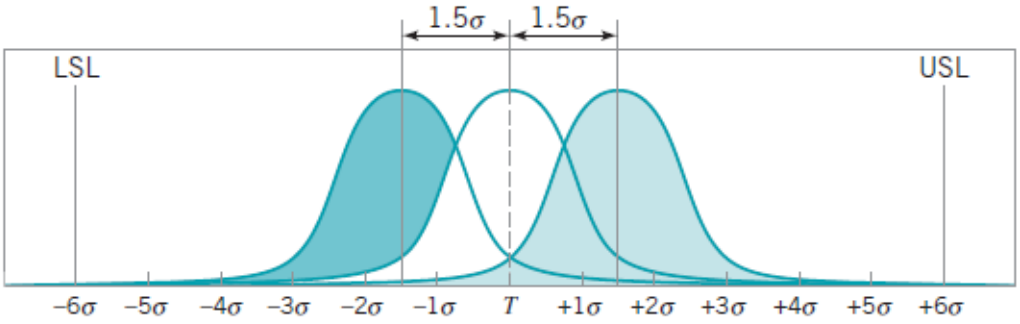
(*a*) Normal distribution centered at the target (*T*)

سطح سیگما	درصد داخل محدوده	درصد معیوب برحسب فرآیند
۱	۰/۶۸	۳۱۷۳۰۰
۲	۹۵/۴۵	۴۵۵۰۰
۳	۹۹/۷۳	۲۲۰۰
۶	۹۹/۹۹۹۸	۰/۰۰۲

حال اگر میاینگین تغییر کند خواهیم داشت :

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده



Spec. Limit	Percent inside specs	ppm Defective
±1 Sigma	30.23	697700
±2 Sigma	69.13	608700
±3 Sigma	93.32	66810
±4 Sigma	99.3790	6210
±5 Sigma	99.97670	233
±6 Sigma	99.999660	3.4

(*b*) Normal distribution with the mean shifted by ±1.5σ from the target

سطح سیگما	درصد داخل محدوده	درصد معیوب برحسب PPM
۱	۳۰/۲۳	۶۹۷۷۰۰
۲	۶۹/۱۳	۳۰۸۷۷۰
۳	۹۳/۳۲	۶۶۸۱۰
۴	۹۹/۳۷۹۰	۶۲۱۰
۵	۹۹/۹۷۶۷۰	۲۳۳
۶	۹۹/۹۹۹۶۶۰	۲/۳

روش محاسبه PPM شکل‌های بالا

بعنوان مثال در اینجا قصد داریم، PPM را در سطح سه سیگما در دو حالت میانگین ثابت و تغییر میانگین به اندازه ۱.۵ سیگما را بدست آوریم.

حالت اول، میانگین ثابت:

میدونیم برای محاسبه ضایعات اول باید احتمال اونایکه از خط stop بیرون میرن رو حساب کنیم یعنی (

$$P(X > USL) + P(X < LSL)$$

) و بعد برای محاسبه این احتمال، تبدیل به نرمال استانداردش کنیم تا از جدولای نرمال استاندارد برای محاسبش کمک بگیریم و یا با حالت تقریبی که تو قسمت قبل یاد گرفتیم، محاسبات را انجام بدیم و سپس در یک میلیون ضرب کنیم تا ppm را به ما بده. بنابراین داریم:

$$P(X > USL) + P(X < LSL) \xrightarrow{\text{تبدیل به نرمال استاندارد}} P\left(\frac{X-\mu}{\sigma} > \frac{USL-\mu}{\sigma}\right) + P\left(\frac{X-\mu}{\sigma} < \frac{LSL-\mu}{\sigma}\right)$$
$$= P\left(Z > \frac{\mu + 3*\sigma - \mu}{\sigma}\right) + P\left(Z < \frac{\mu - 3*\sigma - \mu}{\sigma}\right) = P(Z>3) + P(Z<-3) = 0.0027$$
$$\rightarrow 0.0027 * 1000000 = 2700$$

حالت دوم، میانگین ۱.۵ سیگم تغییر کند یعنی :($\boldsymbol{\mu = \mu + 1.5\,\sigma}$)

کافی است در محاسبات بالا جای میانگین، میانگین جدید، یعنی $\boldsymbol{\mu = \mu + 1.5\,\sigma}$ را قرار بدیم.

$$P(X > USL) + P(X < LSL) \xrightarrow{\text{تبدیل به نرمال استاندارد}} P\left(\frac{X-\mu}{\sigma} > \frac{USL-\mu}{\sigma}\right) + P\left(\frac{X-\mu}{\sigma} < \frac{LSL-\mu}{\sigma}\right)$$
$$= P\left(Z > \frac{\mu + 3*\sigma - (\mu + 1.5\,\sigma)}{\sigma}\right) + P\left(Z < \frac{\mu - 3*\sigma - (\mu + 1.5\,\sigma)}{\sigma}\right)$$
$$= P(Z>1.5) + P(Z<-4.5) = 0.06681 + 0 \rightarrow 0.06681 * 1000000 = 66810$$

نکته : برای محاسبه **درصد اقلام معیوب** یا مباحث **ضایعات** و **دوباره کاری** فرآیند زمانی که میانگین $k\,\sigma$ تغییر می‌کند که K می تواند هر عددی باشد. معمولا ۱/۵است و به صورت زیر عمل می‌کنیم :

۱- شکل توزیع نرمال استاندارد را رسم می‌کنیم .
۲- ماینگین را $k\,\sigma$ جا به جا می‌کنیم و آن نقطه را با میانگین صفر در نظر می‌گیریم.
۳- جاهایی که از حد بالا و پایین طراحی رد شد را هاشور میزنیم و احتمال آن نقطه را حساب می‌کنیم.

نکته خیلی خفن : PPM هایی که در شکل صفحه قبل (با تغییر۱/۵σ) بود را حفظ کنید .

برای حفظ ppm صفحه قبل بهتر است **۲تا ۲تا** حفظ کنید . این نکته خیلی خیلی میتونه تو حل تست‌ها بصورت چشم بسته بهتون کمک کنه. الان باهم چندتا تست حل می‌کنیم تا هم دستتون راه بیافته و هم من حرفمو ثابت کنم. به قول معروف در عمل کار برآید به سخنرانی نیست.

$$\begin{cases} \pm 1\sigma = 700,000 \\ \pm 2\sigma = 300,000 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \pm 3\sigma = 66,000 \\ \pm 4\sigma = 6,000 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \pm 5\sigma = 234 \\ \pm 6\sigma = 3.4 \end{cases}$$

ساده ترین روش حفظ این اعداد بصورت زیره، جمع دوتای اول میشه یک میلیون، دوتای بعدی ۶۶۰۰۰ و ۶ را از رقم اولش میندازیم میشه ۶۰۰۰ و اما دوتای آخر ۲۳۴، ۲ اول را میندازیم و جاش ممیز میزاریم که میشه ۳.۴ (فلسفه ۶ سیگما، ایجاد ۳.۴ نقص در یک میلیون قطعه تولیدی است، یعنی اگه یک میلیون قطعه تولید کردید، حداکثر ۳.۴ قطعه ضایعات باشه)

نکته :در حالتی که میانگین را $1/5\,\sigma$ تغییر می دهیم به سطح سیگما ایجاد شده ,سطح سیگما بلند مدت می‌گویند و اگر نخواهیم فرض تغییر میاینگین را لحاظ کنیم سطح سیگمای کوتاه مدت می‌گویند .

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

تست ۶)مقدار *ppm* فرآیندی که در سطح سیگما۳ عمل می‌کند را با فرض تغییرات بلند مدت بیابید ؟

۱) ۲۷۰۰ ۲) ۶۲۱۰ ۳) ۶۶۸۱۰ ۴) ۶۳

روش اول: حل بصورت تشریحی

$$P(X > USL) + P(X < LSL) \xrightarrow{\text{تبدیل به نرمال استاندارد}} P\left(\frac{X-\mu}{\sigma} > \frac{USL-\mu}{\sigma}\right) + P\left(\frac{X-\mu}{\sigma} < \frac{LSL-\mu}{\sigma}\right)$$
$$= P\left(Z > \frac{\mu + 3*\sigma - (\mu + 1.5\,\sigma)}{\sigma}\right) + P\left(Z < \frac{\mu - 3*\sigma - (\mu + 1.5\,\sigma)}{\sigma}\right)$$
$$= P(Z > 1.5) + P(Z < -4.5) = 0.06681 + 0 \rightarrow 0.06681 * 1000000 = 66810$$

روش دوم: میخوایم با قانون **حفظ ۲ تا ۲تا** که گفتم جواب بدیم، خوب سوال گفته ۳ سیگما، عددی که حفظ بودیم چه عددی بود؟؟ درست گفتین ۶۶۰۰۰ با این اوصاف نزدیکترین گزینه کدوم گزینه میشه؟؟ عالی، گزینه ۳ جوابه

الان ممکنه بپرسین اگر چند گزینه خیلی نزدیک به ۶۶۰۰۰ بود چه کنیم؟؟ خیالتون راحت تو این درس مثل درس طرح ریزی نیست که تو سال های قبل ۹۰ برای محاسبات ضایعات و تعداد ماشین آلات عدد گزینه ها را در حد صدم نزدیک بهم میدادن که حتما باید بصورت تشریحی و دقیق حل شن، تو این درس من تا بحال تو هیچ کتابی و تستی تو این مباحث عدد خیلی نزدیک بهم ندیدم، پس با خیال راحت از نکته بالا استفاده کنید و لذت ببرین.

تست ۷)محصولی دارای یک مشخصه کیفی نرمال با حد مشخصه فنی پایین می‌باشد و تولید فرآیندی که در سطح سیگمای ۳ کار میکند ,تولید میشود.*ppm*را محاسبه کنید ؟

۱) ۲۷۰۰ ۲) ۱۳۵۰ ۳) ۳/۴ ۴) صفر

پاسخ: گزینه **۲ صحیح هست**. دقت کنید روش تشریحی را کامل در محاسبات سه سیگما در حالت میانگین ثابت قبلا حساب شده، در این سوال در یک سمت فقط خط *STOP* داریم و تنها اگر از این سمت **رد بشیم**، جریمه میشیم و با توجه به اینکه توزیع نرمال متقارنه، بنابراین نصف ۲۷۰۰ ضایعات داریم.

تست ۸)مقدار *ppm* فرآیندی که فاصله میاینگین آن از *usl*, ۴سیگما و از *lsl* ,۲سیگما می‌باشد. در حالتی به دست بیاورید که میانگین به اندازه σ ۱/۵ تغییر کرده باشد ؟

۱) ۱۰۰۰۰۰۰ ۲) ۶۶۰۰۰ ۳) ۱۵۷۴۹۰ ۴) ۶۰۰۰

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

این سوال از اون سوالاته که طراح بخواد خیلی اذیت کنه میده، به سوال توجه کن، فاصله میانگین از حدود مشخصات فنی به یک فاصله برابر نیست یا بعبارتی متقارن نیست، اما نگران نباشید این سوالم با دو روش حل میکنیم، اول روش تشریحی را بریم و مبنای محاسبات را یاد بگیریم، آخرشم یه کلک خوب به این طراح عزیز میزنیم و سوالشو چشم بسته با همون قانون **حفظ ۲ تا ۲تا** و **مفهومی** که **تو** این **راه حل تشریحی** یاد میگیریم حل میکنیم، بریم برای حل.

روش اول بصورت تشریحی:

دقت کنید تو این سوال چون **فاصله ها یکسان نیست** و طراح هم **عنوان نکرده** که میانگین به **کدام سمت** جابجا شده پس به ناچار یکبار میانگین را σ ۱/۵ به **سمت راست** جابجا می‌کنیم و مقدار ضایعات را محاسبه و بار دیگه **به سمت چپ** جابجا می‌کنیم

محاسبه ضایعات وقتی شیفت به سمت راست باشد

میدونیم برای محاسبه ضایعات اول باید احتمال اونایکه از خط stop بیرون میرن رو حساب کنیم یعنی

$$P(X > USL) + P(X < LSL)$$

و بعد **برای محاسبه** این احتمال، **تبدیل به نرمال استانداردش** کنیم تا از جدولای نرمال استاندارد برای محاسبش کمک بگیریم و یا با **حالت تقریبی** که تو قسمت قبل یاد گرفتیم، **محاسبات** را انجام بدیم و سپس در **یک میلیون ضرب** کنیم تا ppm را به ما بده. بنابراین داریم:

$$P(X > USL) + P(X < LSL) \xrightarrow{\text{تبدیل به نرمال استاندارد}} P\left(\frac{X-\mu}{\sigma} > \frac{USL-\mu}{\sigma}\right) + P\left(\frac{X-\mu}{\sigma} < \frac{LSL-\mu}{\sigma}\right)$$
$$= P\left(Z > \frac{\mu + 4\,\sigma - (\mu + 1.5\,\sigma)}{\sigma}\right) + P\left(Z < \frac{\mu - 2\,\sigma - (\mu + 1.5\,\sigma)}{\sigma}\right)$$
$$= P(Z > 2.5) + P(Z < -3.5) = 0.00621 + 0.00023 = 0.00644 \rightarrow 0.00644 * 10\text{^}6$$
$$= 6440$$

شیفت به سمت چپ

$$P(X > USL) + P(X < LSL) \xrightarrow{\text{تبدیل به نرمال استاندارد}} P\left(\frac{X-\mu}{\sigma} > \frac{USL-\mu}{\sigma}\right) + P\left(\frac{X-\mu}{\sigma} < \frac{LSL-\mu}{\sigma}\right)$$
$$= P\left(Z > \frac{\mu + 4\,\sigma - (\mu - 1.5\,\sigma)}{\sigma}\right) + P\left(Z < \frac{\mu - 2\,\sigma - (\mu - 1.5\,\sigma)}{\sigma}\right)$$
$$= P(Z > 5.5) + P(Z < -0.5) = 0 + 0.30854 \rightarrow 0.30854 * 10^6 = 308540$$

برای بدست آوردن **جواب نهایی کافی** است که میزان ضایعات در حالت شیفت به سمت چپ و سمت راست را باهم جمع کرده و تقسیم بر ۲ نماییم. در واقع **میانگین** بگیریم. بنابراین داریم:

$\frac{308540+6440}{2}=157490$ بنابراین گزینه **۳ صحیح** است

روش دوم: استفاده از قانون حفظ ۲ تا ۲ تا

نزدیکتر باشه یعنی **عدد ۲**، پس گزینه **محدود** میشه به فاصله ۲ سیگما تا ۳ سیگما ولی **خود** سه سیگما **نیست**، چون اگه باشه فاصلش با سطح ۴ سیگماوسطح ۲سیگما **به یه اندازه** هست و **نزدیکتر** به عدد کوچکتر یعنی **۲ نیست**. (۳ فاصله اش

با ۴ سیگما به اندازه فاصله ۳سیگما تا ۲ سیگماست. بنابراین به ۲ سیگما نزدیک نیست) پس با این اوصاف تنها گزینه باقی مونده گزینه ۲ هست حالا تست بعد را با **همین منطق** جواب بدین

تست ۹)مقدار *ppm* فرآیند در حالتی که میانگین σ ۱/۵جا به جا شده است, برابر با ۱۸۷۷۹۰ شده است.در مورد این فرآیند چه می‌توان گفت؟

۱- این فرآیند در سطح ۲σ عمل می‌کند

۲- فاصله میانگین این فرآیند از یکی از حدود مشخصه فنی ۲σ و از دیگری ۳σ می‌باشد.

۳- فاصله میانگین این فرآیند از یکی حدود مشخصه فنی و از۳σ دیگری ۴σ است.

۴- این فرآیند در سطح σ ۳ عمل می‌کند.

قیافه من وقتی که این تست را درست جواب ندین.

نکته : شش سیگما برنامه ای است برای بهبود دادن عملکرد شرکت ها از طریق بهبود دادن کیفیت و توجه به کاهش هزینه ها

نکته : شش سیگما یک رویکرد حل مسئله است که دارای مراحل زیراست :

- تعریف مسئله *(Delin)*
- اندازه گیری *(Measure)*
- تحلیل *(Analysis)*
- بهبود *(Improve)*
- کنترل *(control)*

که به این رویکرد *DMAIC* می‌گویند .

نکته : سمت‌هایی که در یک پروژه شش سیگما شرکت می کنند عبارتند از :

- کمربند سبزها (*Green Belts)* یا *GBS*
- کمربند سیاه ها *(Black Belts)* یا *BBS*
- کمربند سیاه های ارشد *(Master Black Belts)* یا *MBBS*

نکته : در سال های اخیر دو مجموعه ای ابزار دیگر به همراه شش سیگما شناخته شده اند .

۱- سیستمهای ناب (*lean systems)*

۲- طراحی برای شش سیگما یا *DFSS* (*Desing for six sigma*)

که بسیاری از سازمان ها یکی یا هردو رویکرد را به عنوان جزء جدایای ناپذیری برای شش سیگما خودکار می گیرند .

تعریف : طراحی برای شش سیگما یا *DFSS* رویکردی است که کاهش تغییر پذیری و فلسفه بهبود کیفیت شش سیگما را از مرحله تولید یا محصول به مرحله بالاتر یعنی طراحی فرآیند جایی است که محصول (یا خدمت یا فرآیندهای خدماتی)طراحی یا ایجاد می شوند ،منتقل می کند .طراحی برای شش سیگما یک طراحی قوی است که سازگار با فرآیندهای عملی تولید است به منظور اطمینان از فرآیندی کاملاً توانا که محصولات با کیفیت به بار می آورد .

نکته :بسیاری از ابزارهای شش سیگما در *DFSS* نیز به کار می روند .فرآیند *DMAIC* نیز قابل استفاده اند ،اما برخی از سازمان ها و کاربران برای پیاده سازی *DFSS* رویکرد کمی متفاوت *DMADV* که گامهای آن به صورت زیر است ،به کار می‌گیرند:

A. *Define*
B. *Measure*
C. *Analysis*
D. *Design*
E. *Perify*

نکته :مرحله بهبود (*I*) در *DMAIC* می تواند به یک *DFSS* تبدیل شود.

هزینه‌های کیفیت:

سازمان‌هایی که به امور کنترل کیفیت اهمیت می‌دهند با هزینه کردن در بخش کنترل کیفیت، هزینه‌های کل خود را کنترل می‌کنند. هزینه‌های کیفیت در واقع هزینه‌هایی هستند که سازمان‌ها برای دستیابی به کیفیت مورد نظر خود متحمل می‌شوند. در زیر به طور مختصر در مورد این هزینه‌ها بحث خواهد شد. (یه بار سوال کنکور صنایع آزاد بوده)

تعریف : به طورکلی ،فرآیندهای مرتبط با تولید ،شناسایی ، تعمیر و یا اجتناب از تولید محصولات فاقد انطباق را هزینه های کیفیت گویند .

نکته : اغلب سازمانهای تولیدی و خدماتی هزینه های کیفیت را به چهار گروه تقسیم می‌کنند :

۱) هزینه های پیشگیری
۲) هزینه های ارزیابی
۳) هزینه های داخلی
۴) هزینه های مرتبط خارجی

نکته : اگر سطح سیگمای کنونی شرکت و مقدار بهبودی که می توانیم به صورت سالیانه ایجاد کنیم معلوم باشد، می توان زمان لازم برای رسیدن به سطح سیگمای مطلوب را محاسبه کرد به عنوان مثال اگر شرکتی در سطح سیگمای ۴ عمل کند (با فرض در نظر گرفتن تغییر میانگین به اندازه ۱/۵) ، انحراف معیار حول خودش تعداد اقلام معیوب تولید شده در میلیون در این سطح ۶۲۱۰ است و هدف رسیدن به سیگمای ۶ (یعنی ۳/۴ معیوب در میلیون)باشد ،و بتوانیم سالیانه ۲۵٪ بهبود در سطح کیفیت ایجاد کنیم ،X سال طول می کشد که به این سطح سیگما برسیم که X از رابطه زیر محاسبه می شود

$$ppm_1 = (1-i)^n \, ppm_{0}$$

i: درصد بهبود

ppm_0 : اولیه ppm_1 : بهبود

n: دوره

تست ۱۰) یک سازمان اعلام کرده است که با در نظر گرفتن تغییر میانگین به اندازه 1/5σ ،دارای *PPm=6210* است.اگر سازمان بتواند در هر سال ۷۵٪ بهبود ایجاد کند ،مقدار *PPm* پس از ۳ سال چقدر است ؟

۱) ۲۳۳ ۲) ۱۰۲ ۳) ۳۸۸/۱۲ ۴) ۹۷/۰۳

در این سوال *ppm* بهبود را میخواد، قبل حل یه سوال بپرسم؟ بگین نه هم، باز من میپرسم. الان *ppm=6210* معادل سطح سیگما چنده؟؟ قطعا دارین میگین ما اینو چشم بسته حفظیم و چون میانگین تغییر به اندازه ۱.۵ کرده و با توجه به قانون حفظ دو تا دوتا این تو سطح سیگما سه هست. آفرین. پس یه نتیجه میگیریم که ممکنه گاهی جای اینکه مقدار *ppm* را بدن، فقط سطح سیگما را بگن، پس بی زحمت خودتون باید *ppm* معادلشو جای گذاری کنین. بریم سراغ حل این سوال، جای گذاری ساده تو فرموله

$$ppm_1 = ppm_0 * (1-i)^n \rightarrow 6210 * (1-\frac{3}{4})$$

تست ۱۱) فرآیندی در سطح سیگما ۳ عمل می کند و میانگین آن وسط حدود مشخصه فنی است شرکت قصد دارد کیفیت را در ظرف مدت ۵ سال به سطح شش سیگما برساند به همین دلیل در هر سال rدرصد بهبود در فرآیند خود ایجاد می نماید ،با فرض اینکه میانگین در وسط حد مشخصه فنی باقی بماند ،مقدار rرا محاسبه کنید .

۱) $1-\sqrt{1/1350000}$ ۲) $\sqrt{1/1350000}$

۳) $\sqrt{1350000}$ ۴) $1-\sqrt{1350000}$

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

تست های آخر فصل (۱)

۱- کالیبره نگاه داشتن دستگاه های اندازه گیری جزء کدام دسته از هزینه های کیفیت می باشد ؟

۱-هزینه پیش گیری ۲)هزینه ارزیابی

۳)هزینه خرابی داخلی ۴)هزینه خرابی خارجی

۲- تامین کدام یک از نیازهای زیر اهمیت بیشتری برخوردار است ؟

۱)نیازهای اساسی ۲)نیازهای عملکردی

۳)نیازهای انگیزشی ۴)همه موارد

۴-کدام یک از موارد زیر جزء ۱۴ اصل دمینگ نمی باشد ؟

۱)اجتناب از بازرسی انبوه
۲)بهبود مستمر محصول و خدمات
۳)آموزش مهارت نیروی کار
۴)توسعه اهداف و شعارها در راستای بهبود

۵-یک سازمان پس از سه سال موفق شده است با ایجاد بهبود سالیانه ۵۰٪ به سطح شش سیگما برسد ،اگر تغییر میانگین به اندازه ۱/۵σ بوده باشد . مشخص کنید PPm اولیه چقدر است ؟

۱)۲۷/۲ ۲)۰/۴۲۵ ۳) ۵۸/۹ ۴)۲۳۳

۶-مقدار PPm فرآیندی که در سطح ۳سیگما عمل می کند را با فرض تغییرات بلند مدت بیابید .

۱)۲۷۰۰ ۲)۶۲۱۰ ۳)۶۶۸۱۰ ۴)۶۳

۷-کدام یک ازجملات زیر صحیح نمی باشد ؟

۱)بهبود کیفیت معمولا با کاهش هزینه همراه است .
۲)مرحله A از DMAIC می تواند به یک DFSS تبدیل شود .
۳)هزینه کالیبراسیون جزء هزیه های ارزیابی محسوب می شود .
۴)اثربخشی سیکل فرآیند به صورت زمان سیکل فرآیند / زمان ارزش افزا محاسبه می شود .

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

۸- یک محصول از۴ زیر مونتاژ ،هر زیر مونتاژ از ۳قطعه و هر قطعه از ۲مشخصه کیفی تشکیل شده است .اگر احتمال قرار گرفتن هر مشخصه در حدود قابل قبول ۰/۹ باشد آنگاه احتمال اینکه محصول منطبق با نظر مشتری تولیدشود کدام است؟

۱) $۴*۳*۲*۰/۹$ ۲) $((۰/۹)^{۶})^{۴}$

۳) $۳*۲*(۰/۹)^{۴}$ ۴) $۴*(۰/۹)^{۶}$

۹-کدام یک از گزینه های زیر در خصوص طراحی آزمایشها نادرست است؟

۱)به وسیله آن می توان متغیرهای کلیدی تاثیر گذار بر مشخصه کیفی را شناسایی کرد .
۲)طراحی آزمایش ها یکی از مهم ترین ابزارهای کنترل کیفیت قبل تولید است.
۳)بلوک بندی یکی از اصول ۳گانه طراحی آزمایش ها بوده و اثر عوامل غیرقابل کنترل را از آزمایش ها حذف می کند .
۴)کاهش تغییرپذیری توسط طراحی آزمایش ها از سایر روش ها مانند SPC و نمونه گیری جهت پذیرش ،بیشتر است .

۱۰-یک فرآیند دارای نرخ عدم انطباق ٪۱/۵ در کارخانه ای است که در هر ماه ۲۰۰،۰۰۰ محصول تولید می‌کند، بازرسی نهایی یک عدم انطباق را از هر ۱۰ عدم انطباق شناسایی می کند و از هر ۲۵ عدم انطباق که وارد بازار می‌شود . اگر متوسط هزینه برای عدم انتخاب کشف شده ۵۰ واحد باشد هزینه کیفیت در ماه را حساب کنید .

۱)۲۰۴۰۰ ۲)۲۱۰۰۰ ۳)۱۵۰۵۰۰ ۴)۲۰۴۰۰۰

۱۱- منظور واقعی دکتر دمینگ از طرح حذف سهمیه های عددی چیست ؟

۱)کارگران خوب می دانند که چه انتظاری ار آنها می رود .
۲)کیفیت را نباید فدای کمیت کرد .
۳)نقص صفر یک منطق غیرواقعی است .
۴)استقرار یک سیستم شناسایی نقص باعث افزایش دوباره کاری ها می شود .

۱۲-کدام یک از تکنیک های زیر در مرحله تحلیل کاربرد ندارد ؟

۱)آزمون فرض ۲)تحلیل رگرسیون ۳)طراحی ازمایش ها ۴)تحلیل سیستم اندازه گیری

۱۳-اگر فرآیندی را به طور سالیانه ٪۵۰بهبود دهیم برای رسیدن به سطح شش سیگما در طی ۱۰ سال فرآیند در ابتدا چه مقدار نقص در یک میلیون داشته باشد ؟

۱)۳۴۸۲ ۲)۴۴۰۳ ۳)۲۲۵۰ ۴)۵۵۰۸

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

فصل دوم :

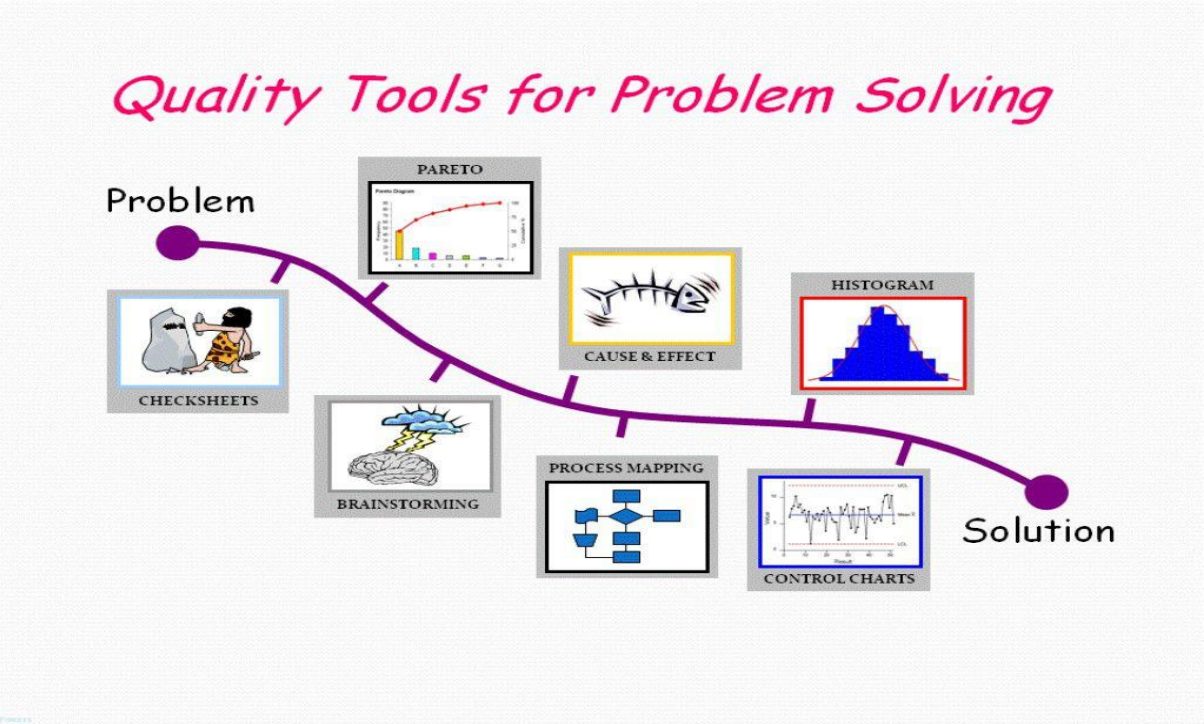
روش ها وفلسفه کنترل فرآیند آماری

"طوری زندگی کن که دشمنانت از افتادنت هم بترسند. کاری کن بدانند بعد از هر برخاستن قدم هایت محکمتر از قبل می‌شود....."

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

پزشک خوبی باشیم

قبل اینکه بریم سراغ متن درس، قبلش میخوام یه دیدی از این درس باهم داشته باشیم. من همیشه تو کلاسم، افرادی که تو **کیفیت** بصورت **حرفه‌ای** کار می‌کنند، کارشون را مشابه کار **پزشک‌ها** می‌دونم، دقت کردین پزشک‌ها چیکار می‌کنن؟؟ وقتی بهشون مراجعه می‌کنی، اونا با استفاده از **یه سری ابزارها** مثل **چوب بستنی** و گوشی و غیره وضعیت بدنی شما را چک می‌کنن تا تشخیص بدن **حال** شما **خوبه** یا **بد**. اگر تشخیصشون **اشتباه** باشه چه اتفاقی برای ما میافته؟؟ مطمنا دارین میگین که حالمون خوب نمیشه و شایدم بدتر شه و خدای نکرده حتی ممکنه **جون** عزیز خودمونو از دست بدیم. دقیقا کسی که تو حوزه کیفیت کار میکنه هم **مثل پزشک‌ها** نیاز به **یه سری ابزار** داره تا اینکه بتونه تشخیص بده حال فرایند **خوبه** یا **بد**، در اینجا شما پزشک **قطعات** و **فرایند تولیدی** هستین، یعنی قطعه را باید چک کنی و تشخیص بدی حالش خوبه یا بد (**سالمه** یا **معیوب**) اگر تشخیص **اشتباهی بدین** اینجا هم دچار ضررهایی میشین، مطمنا دارین حدس میزنین چه ضررهایی؟ بیاین چندتاشو باهم حدس بزنیم، حالت خیلی پیش پا افتادش، **اخراج** شماست، **شکایت مشتری ها** زیاد میشه چون ما با تشخیص اشتباهمون قطعه معیوب را سالم تشخیص دادیم و بعد ارسال کردیم برای مشتری و بالتبع **فروش** شرکت اگه این روند ادامه داشته باشه کم میشه و کم کم شرکت چون سود نمیکنه خیلی از همکارامونو **تعدیل** میکنه و رفته رفته ممکنه شرکت **ورشکست شه** و بسته شه، بعبارتی جون خودشو از دست بده، پس بیاین حداقل **تو این** درس **پزشک خوبی باشیم** تا کسی ضرر نکنه، اما ابزارهایی که مثل پزشک ها برای تشخیص نیاز دارین را در ادامه باهم یاد میگیریم. تمام سعیمو میکنم تا یه سری از پروژه هایی که تو این ابزارها استفاده کردم تو متن درس بگم، ایشالا باهم اوستا شیم. خودمم نیاز به یادگیری دارم.



۲-۱- ابزارهای هفت گانه SPC عبارتند از : (ابزارهایی که نیاز دارید تا پزشک خوبی بشین)

۱- هیستوگرام ۲- برگه کنترل ۳- نمودار پارتو

۴- نودار علت و معلول ۵- نمودار تراکم نقص ها ۶- نمودار کنترل

۷- نمودار پراکندگی

قصد دارم یه داستانی برای استفاده بهتر از این ابزارهای هفت گانه مهم را براتون تعریف کنم، دلیل تعریف این داستان هم، بخاطر اینه که، متاسفانه تو اکثر صنایع ما به غیر از ابزار **نمودار کنترل** به مابقی ابزارها توجه زیادی نمیشه.

داستان هفت خان رستم را که احتمالا شنیدید، ابزار هفت گانه هم شبیه هفت خان رستمه، رستم در هر مرحله ناچار بود برای رسیدن به خان هفتم از مرحله ای عبور کنه و در تمام اون مراحل مجبور بود از تکنیکی استفاده کنه، تو صنعت هم همینطوره و ما برای بهبود کیفیت می‌بایست از ابزارهایی استفاده کنیم و باید برای از بین برداشتن غول آن مرحله که تو صنعت اکثرا بحث ضایعات و دوباره کاریست از ابزارهایی کارآمد و متناسب با اون مرحله استفاده کنیم، مثل پزشک‌ها، همیشه از چوب بستنی استفاده نمیکنن، گاهی آزمایش مختلف مینویسن، یعنی بسته به نوع حالت بدنی ما و تعریف هایی که ما از شرایط خودمون میکنیم و مثلا میگیم سر درد داریم و غیره یه ابزاریی را استفاده میکنه و حتی ممکنه از ابزاریی هم استفاده نکنه و تشخیص بده، پس ما هم همیشه به این فکر کنیم که کدوم ابزار برای چکاب فرایند نیاز داریم و ازش درست و بجا

استفاده کنیم. پس حواسمون باشه که کنترل کیفیت آماری فقط استفاده از **نمودار کنترل** نیست. خوب دیگه طفره نریم و بریم سرغ متن اصلی درس. بزن که بریم.

نکته :به هفت ابزار SPC، هفت ابزار ایشی کاوا (**The basic seven**، **The first seven**) نیز می‌گویند .

برگه کنترل : در مراحل اولیه SPC غالبا جمع آوری اطلاعات عملیاتی درباره فرآیند مورد مطالعه ضروری خواهد بود .نکته حائز اهمیت در زمان طراحی یک برگه کنترل نوع داده هایی است که باید جمع‌آوری گردد. شماره قطعه یا عملیات ،تاریخ، تحلیلگران و هرگونه اطلاعات دیگر که می تواند به گونه ای در تعیین عملکرد نامطلوب نقش داشته باشد، باید در نظر گرفته شود.

نکته : به هر قالبی که برای جمع آوری و تحلیل داده ها در ساختاری از پیش تعیین شده کمک می‌کند برگه کنترل می گویند.

نکته : شباهت ۲ نام برگه کنترل و نمودار کنترل نباید موجب اشتباه بین تشخیص بین آن دو شود .

نمودار پارتو : یک توزیع فراوانی (یا هیستوگرام) برای داده های وصفی که بر اساس گروه دسته بندی شده‌اند، می‌باشد .تحلیلگر به کمک این نمودار می تواند به راحتی گونه های مختلفی از نقص ها که بیشتر از بقیه مشاهده می شوند را شناسایی نماید .

نکته : باید توجه داشت که نمودار پارتو به طور خودکار مهمترین عیب را شناسایی نمی‌کند بلکه فقط گروهی از عیب که بیشتر از بقیه مشاهده شده باشند، نشان می دهد.

اگر لیست عیب ها شامل ترکیبی از عیب های مهم و عیب های جزئی باشد آنگاه می توان از دو روش زیر را به کار برد :

- استفاده از یک روش وزن دهی برای اصلاح فراوانی داده ها
- استفاده از نمودار پارتو هزینه در کنار تجزیه و تحلیل نمودار پارتو

ننمودار پارتو :ز مانی که یک عیب، اشکال و یا اشتباهی شناسایی می شود باید علل بالقوه آن نیز معین گردد. در مواقعی که علل بروز مشکل مواضح نیست (در بعضی مواقع واضح است) نمودار علت ومعلول می تواند ابزار مناسبی برای شناسایی علل بالقوه باشد .

نکته : نام های دیگر نمودار علت و معلول نمودار ایشی کاوا و استخوان ماهی گویند.

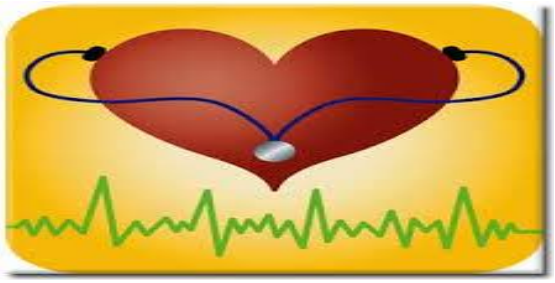
تست: دو متغیر تصادفی yوx به گونه ای به یکدیگر مرتبط هستند که افزایش یا کاهش یکی باعث افزایش یا کاهش دیگری می شود.کدام یک از ابزارهای زیر برای نشان دادن این رابطه استفاده می شود ؟

۱)نمودار پراکندگی ۲)نمودار پارتو ۳)نمودار کنترل ۴)دیاگرام ارتباطات متقابل

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

۲-۲- انحرافات با دلیل وتصادفی:

قبل اینکه تعریف کلاسیک و کتابی **انحراف با دلیل** و **تصادفی** را بگم، دوست دارم باهم در غالب یه مثال درکش کنیم، بریم باهم مثال رو بررسی کنیم و بهش فکر کنیم.



همانطور که تو شکل نوسان ها را می بینید و میدونید، ضربان طبیعی قلب انسان ها برای مردان ۷۰ تا در دقیقه و برای خانم‌ها ۷۵ تاست، بیاین یه تستی انجام بدین، چندبار ضربان قلب خودتونو بصورت تصادفی بگیرین، آیا همیشه ۷۰ تاست؟؟ مطمنا اینطور نیست، ممکنه یه بار ۷۰ باشه، یه بار ۷۲ و یه بار ۶۹ و غیره خلاصه همیشه عدد ثابت ۷۰نیس، به همین ثابت نبودنش میگیم **نوسان** یا تو درس آمار بهش میگیم (انحراف معیار یا پراکندگی) همونطور که دقت کردین تا زمانیکه ضربان قلب شما حول حوش ۷۰ تاست، وضعیت بدنی شما طبیعیه، به قول معروف همه چی تحته کنترله و حال شما هم خوبه تو این درس به این رفتار میگیم **نوسان های تصادفی**، نوسان های **تصادفی جزء ذاتی** فرایند هستن و چون دست ما نیست که مثلا به ضربان قلب خودمون بگیم همیشه ۷۰ باش و تغییر نکن، بنابراین **غیر قابل اجتناب** هستند.(قبلا که جمله **جزء ذاتی** فرایند را تو کتاب مونتگومری میخوندم، متوجه منظورش نمیشدم که چرا میگه تو ذات فرایندە، و فکر میکردم که نوسان که کلا خوب نیست و چرا اینو میگه؟؟ الان شما تو این مثال ضربان قلب میبینید که عدد از ۷۰ شد مثلا ۷۲ و این نوسان تو ذات خود فرایند که اینجا ما هستیم، هست، حال اینکه ما توسط خدا **خیلی خیلی دقیق** و بی نقص آفریده شدیم، حالا تو صنعت و دنیای واقعی هم همینطوره، قطعه تولیدی را حتی با **هایتک ترین** دستگاه تولید کنید مثل ضربان قلب ما نوسانی داره، مثلا قطر قطعات تولیدی همش یه عدد ثابت نیست، البته این نوسان ها **عادی** هستند و وضعیت غیر طبیعی را نشون نمیدن، جلوتر مثالی از نوسان **غیر عادی** که بهش **نوسان با دلیل** میگیم، را توضیح میدم) تو حالتی که نوسان تصادفی و **کوچیک** داریم، کوچیک بودنش بخاطر اینه که **زیاد** از عدد ۷۰ فاصله نمیگیره و تنها یه مقدار کوچیک فاصله داره، تا زمانیکه این نوسان‌های کوچیک هستند وضع جسمانی شما خوبه و راحت نفس می‌کشید. تو این درس به این حالت میگیم فرایند **تحت کنترله**، حالا فرض کنید ضربان قلب شما اینبار که تست گرفتین بشه ۱۲۰، بنظرتون طبیعیه؟؟ قطعا میگین **نه**، و دنبال **علتی** هستین تا ببینین چرا از ۷۰ **انقد فاصله** گرفت، ممکنه **علت** ضربان تند قلب شما مربوط به **دویدن** باشه و یا **استرس** و یا هر چیز دیگه، به این نوسان و رفتار **میگن انحراف با دلیل**، چون **دلیلی** برای این **نوسان زیاد** و **غیر عادی** وجود داره، هدف ما تو این درس اینه که **انحراف با دلیل** را سریعا شناسایی کنیم و بعد اونو برطرف کنیم و یا گاها بهبود بدیم. حالا در زیر تعریف کتابیشو میگم.

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

تعریف : انحرافات تصادفی (تغییر پذیری ذاتی) : این تغییر پذیری در اثر انباشته شدن مجموعه زیادی از انحرافات کوچک و **غیرقابل اجتناب** به وجود می آیند .

نکته : فرآیندی که فقط در حضور انحرافات تصادفی عمل می کند را فرآیند تحت کنترل می گویند .

تعریف :انحراف با دلیل :منابع تغییرپذیری که بخشی از انحرافات تصادفی محسوب نمی‌گردد را انحرافات با دلیل گویند مانند :تنظیم نادرست دستگاه ها ، خطاهای اپراتور و مواد اولیه معیوب و .....

نکته : فرآیندی که در حضور انحرافات با دلیل عمل می‌کند را فرآیند خارج از کنترل گویند.

نکته :یکی از اهداف اصلی کنترل فرآیند آماری پی بردن **سریع** به وجود **انحرافات با دلیل** یا تغییرات در فرآیند است تا قبل از اینکه **تعداد زیادی** از محصول معیوب تولید شود .مهمترین دلیل استفاده از یک نمودار کنترل ، بهبود وضعیت موجود در یک فرآیند است .

نکته : هدف اصلی کنترل فرآیند آماری حذف **تغییر پذیری** فرآیند است. امکان این وجود ندارد که بتوان کل تغییر پذیری فرآیند را حذف کرد ولی نمودار کنترل را می توان به عنوان ابزار موثری جهت کاهش تغییرپذیری فرآیند استفاده کرد.

برای درک نکات بالا حتما مثال قلب را با دقت بخونید و در موردش فکر کنید و بعدش به راحتی به تست‌های این فصل جواب بدین، نمونش سوال کنکور صنایع ۹۰ که در زیر اومده.

تست صنایع ۹۰: استفاده اصلی از نمودار کنترل بمنظور زیر است؟

۱- کشف اقلام معیوب
۲- کشف تغییرات تصادفی فرایند
۳- اندازه‌گیری تمام مشخصه‌های کیفی فرایند
۴- کشف انحرافات با دلیل فرایند

خوب مطمنا دارین میگین، این تست مگه کاری هم داشت، خوش بحال اونایی که سال ۹۰ امتحان دادن، تستاشون آسون بود. باور کنین سوال ما آسون نبود. ما قربانی بودیم. سه ماه قبل کنکور برای اولین بار درسای تخصصی به ما اضافه شد و هیچ منبعی براش نبود. طفره نریم. مطمنا از داستان بالا نتیجه گرفتین که گزینه ۴ درسته. پس دمتون گرم. درست گفتین.

نمودار پراکندگی : نمودار پراکندگی یا پراکنش یکی از نمودارهای مفید است که به منظور پی بردن به رابطه بالقوه بین دو متغیر استفاده می‌شوند. برای رسم این نمودار داده ها به صورت زوجی نظیر (yi,xi) که $i = 1,2,...,n$ است، استفاده می شوند .مقدار y_i برحسب x_i بر روی این نمودار رسم میگردد.طریقه رسم نقاط برروی نمودار پراکندگی بیانگر نوع رابطه موجود بین ۲ متغیر است .

نکته : همبستگی **همیشه** علیت را به همراه ندارد.

نکته : نمودار پراکندگی برای پی بردن به وجود رابطه بالقوه موجود بین عامل های متفاوت مفید است .

به منظور پی بردن به وجود علیت معمولاً از روش راحی آزمایش ها استفاده می شود .

نکته : P بیانگر میزان ارتباط خطی میان دو متغیر تصادفی می باشد .

نکته :P(ضریب همبستگی)یک عدد بدون واحد است.

نکته : $-1 \le P \le 1$

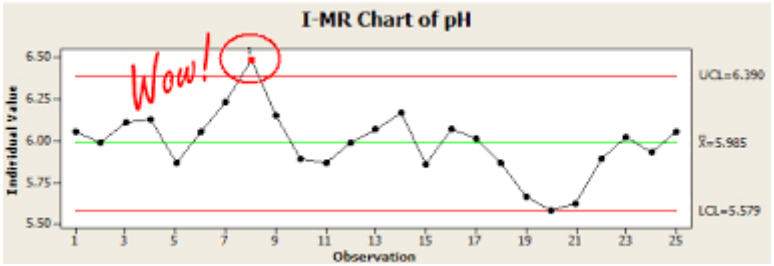
نکته : اگر $P=1$ باشد به آن معنی است که yوx یک رابطه خطی به صورت y=ax + b دارند که در آن $a>0$ است.
اگر $0<P<1$ باشد به این معنی است که (y،x)یک رابطه خطی ناقص دارند که شیب خط در حالتی که $0<P<1$ هرچه P به یک نزدیک تر باشد تعدا نقاط بیشتری از زوج های (y،x) روی خط راست قرار می گیرند.
اگر $P=0$ باشد به این معنی است که xوy هیچ نوع ارتباط خطی با هم ندارند دراین حالت در اصطلاح بیان می شود که x وy ناهمبسته هستند .

نکته : به منظور شناسایی و حذف انحراف با دلیل ،باید ابتدا منابع ایجاد اشکال تعیین و حذف گردد .هرگونه راه حل قطعی باعث بهبود کامل فرآیند در درازمدت نخواهد شد .بنابراین ارائه یک سیستم موثر برای انجام اقدامات اصلاحی یکی از مولفه های ضروری یک سیستم SPC موثر محسوب می‌شود .

تست: کدام یک از عبارات زیر اشتباه است ؟

۱- با کمک کنترل فرآیند آماری می‌توانیم کل تغییر پذیری فرآیند را حذف کنیم .
۲- یکی از اهداف کنترل فرآیند آماری پی بردن سریع به وجود انحراف با دلیل است .
۳- از اطلاعات به دست آمده از نمودار های کنترل میتوانیم کارایی فرآیند را محاسبه کنیم .
۴- انحراف بادلیل در مقایسه با انحراف تصادفی موجود در فرآیند بزرگتر است.

۲-۳- اصول آماری نمودار کنترل :



یکی از روش‌های کنترل فرایند در حین تولید جهت جلوگیری از تولید **تعداد زیادی محصول معیوب، نمودارهای کنترل** هستند. همچنین در فرایندهای **تحت کنترل**، از نمودارهای کنترل برای **تخمین پارامترهای** یک فرایند تولید نیز می‌توان استفاده نمود.

نمودار کنترل شامل ***cl*** خط مرکز
Ucl: حدکنترل بالا
Lcl: حدکنترل پایین است.

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

حالا بیاین در این قسمت بصورت خیلی مختصر در مورد نمودار کنترل و خطوط آن بحث کنیم و ایشالا فصل بعد کاملا مفصل در این مورد بحث خواهد شد. این دو خط قرمز شکل بالا که ucl و LCL هستند و خط سبز که بهش CL *(Control Limit)* میگن و خط وسط این نمودار هست **چطور ساخته میشن**؟؟ بیاین این موضوع را باز هم در قالب مثال نمره گرفتن و مدرسه بررسی کنیم. اصولا این خطوط را با نمونه گرفتن میسازن، و بعد را $\begin{cases} UCL = \mu_w + K\sigma_w \\ CL = \mu_w \\ LCL = \mu_w - K\sigma_w \end{cases}$ محاسبه می‌کنن (w چیزی است که داره پایش یا برسی میشه در این مثال w همون نمره منه، k ضریب حدود کنترله که معمولا ۳ هست ولی در فصل بعد مفصل میگیم که چیه). فرض کنید شما قصد دارید تا وضعیت نمره درسی منو تو درس کنترل کیفیت آماری با استفاده از تکنیک **نمودار کنترل پایش** کنین، خوب شما برای اینکه این نمودار را طراحی کنید، نیازه تا چندین بار از من امتحان بگیرین و نمره منو ثبت کنید، بعد یادتونه تو درس آمار میانگین و انحراف معیار داشتیم؟؟ (انحراف معیار یا همون نوسان مثال قلبمون) خوب اگه یادتونه از نمره های من که بصورت زیر هست یه میانگین و یه انحراف معیار میگیریم، من آدم تنبلی هستم و نمره های من تو امتحان های مختلف به صورت زیره، ۷، ۶،۷، ۵، ۶، ۴، ۴ و۱ هست، میانگین نمرات من میشه ۵ و انحراف معیار بشه ۱، خوب حالا برای ساخت این نمودار، نمره میانگین خودم را با ۳ برابر انحراف معیار یکبار جمع میکنم و یه بار کم میکنم و خط قرمز را میکشم که به ترتیب میشه $UCL=8$ و $LCL=2$ و خط سبز همون میانگین من هست که میشه $CL=5$ (انحراف معیارو همینطوری فرضی گفتم ۱ و دقیق نیست تو فصل بعد روش محاسبه انحراف معیارو باهم یاد میگیریم) حالا بیاین تو این قسمت دو مفهوم مهم **تحت کنترل بودن** و **قابلیت فرآیند** را بررسی کنیم و ببینیم بصورت **مفهومی** واقعا چی هستن؟؟؟ **خواهشا** این موضوع را با دقت بخونید هم تو تستا مهمه و هم تو **صنعت** خیلی خیلی این دو مفهوم مهم هستن و خصوصا تو صنعت خودرو سازی تو بخش ممیزی‌ها، این قسمت بسیار ممیزی میشه. طفره کافیه بیاین بصورت عامیانه و مفهومی این دو مفهوم خیلی مهم که تو این فصل باهاش سرو کار داریم را بهتر درک کنیم، بحث اولمون در مورد **تحت کنترل بودنه** و بحث بعدی در ارتباط با **قابلیت فرایندنه**، همیشه ما جمله همه چی تحت کنترله را زیاد شنیدیم، میخوام سوالی بپرسم، **واقعا** معنای **تحت کنترل** بودن چیه؟ آیا وقتی میگیم موضوعی تحت کنترل ماست، آیا تحت کنترل بودن به معنای **خوب بودنه** و **هیچ مشکلی** وجود نداره؟؟؟ اگه جوابتون مثبته، عکس زیر را نگاه کنید.

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

جواب **ممکنه منفی** هم باشه، گول ظاهر عکس در دوربین را نخورید که همه چی اوکی هست، عکس واقعی داره نشون میده هر لحظه ممکنه جنگی رخ بده. حالا واقعا تحت کنترل بودن به چه معناست؟؟ ساده بخوام بگم. **تحت کنترل بودن** ، یعنی بتونیم **رفتار گذشته** خودمونو تکرار کنیم که این رفتار گذشته ممکنه رفتار **بدی** باشه و یا رفتار **خوب**، در ادامه در قالب یه مثال این جمله را بهتر درک میکنیم. تو مثال نمره درس کنترل کیفیت من، حتما یادتونه که حدود کنترل نمودار من از ۲ بود تا ۸، خوب حالا که این حدود را داریم (UCl,LCL)، شما قصد دارین از این به بعد با **داشتن** این حدود در مورد نمره من **قضاوت** کنین (پایش)، حالا فرض کنید که امتحان دیگه ای از من میگیرید و نمره من میشه ۷.۵، و بعد این نمره را در نمودار رسم میکنید، و فرض کنید بازم از من امتحان گرفتید و اینبار شدم ۳، جفت نمره‌های من در حدود کنترل خودشون قرار میگیرند، یعنی بین ۲ و ۸ (خط قرمز هستن) **تو این حالت** میگیم **فرایند تحت کنترله** (اگر نقاط (نمره هام) بین حدود کنترل بالا و پایین باشند گوییم فرایند تحت کنترل است و در غیر اینصورت فرایند در حالت خارج کنترل است)، مطمنا الان میدونین که چرا میگیم تحت کنترله؟؟ قطعا دارین جواب میدین که، آخه داره **رفتار گذشته** خودشو تکرار میکنه، آره عالی گفتین، حالا فرض کنید یه بار دیگه ازم امتحان گرفتین و اینبار من بشم ۱۲، چه اتفاقی میافته؟؟ وقتی شما این نمره را رسم میکنید میبینید خارج خط قرمز شما هست، اصطلاحا میگیم فرایند خارج از کنترله، چرا این جمله را میگین و چرا از حدود کنترل (خط قرمز) خارج شد؟؟ قطعا میگین خوب، **رفتار گذشته خودشو تکرار نکرد** دیگه، آفرین دقیقا درست گفتین، منکه دانشجو تنبلی بودم و قبلنا همش نمره حدود ۶ و ۷ میگرفتم، اینبار که شدم ۱۲ نمودار متوجه شد که وضعیت نمره من غیر عادیه، بعبارتی این نمره را تو **جمع دوستانه تنبل** خودشون راه ندادن و انداختنش از نمودار بیرون و گفتن تو **شبیه ما نیستی** و برو ای بچه درس خون حالا یه سوال؟؟ آیا وقتی من نمره ۷ گرفتم و این نمره در حدود کنترل بود و بهش میگفتیم فرایند تحت کنترله، واقعا به **معنای خوب بودن** بود و همه چی اوکی بود؟؟ قطعا چون باهوشین و این داستانو تا اینجای کار خوب خوندید و فکر کردین، میگین **نه**، دلیل نه گفتن شما هم اینه که، خوب با این نمره که شما درسو قبول نشدین و بی زحمت باید ترم بعد دوباره با استاد دریاباری که بد درس میده و چیز خاصی هم بلد نیست برداری. (یادتونه گفتم این رفتار میتونه خوب باشه یا بد؟؟ من رفتار بد خودمو دارم تکرار میکنم، گرفتن نمره پایین و افتادن) حالا اگه بخوام **تعریف قابلیت فرایند** رو تو این مثال بگم، به معنای **قابل قبول** بودنه، یعنی تو این مثال وقتی من نمرم میشه ۷، تحت کنترل ام (چون داخل خط قرمز هست) ولی درسو پاس نکردم، قابل قبول نیستم، تو فصلای بعدی مفصل در مورد قابلیت فرایند یا کارایی فرایند بحث میکنیم که با Cp و Cp_k نشونش میدن، تو گروه تلگرام https://t.me/joinchat/Bbn3tUOsQ-F1tlRFGK4sWQ هم وویس و مطلب در موردش میذارم. حالا از این مثال یه **نتیجه اخلاقی** دیگه هم بگیریم تا بعد بریم یه سری نکات را خلاصه وار بگم و چندتا تست با خوندن این داستان بزنیم تا دستمون راه بیافته.

نتیجه اخلاقی: با توجه به نمره هایی که قبلن از من دیدید و نمودار را رسم کردین، میتونین قبل گرفتن امتحان بعدی حدس بزنین که نمره من چند میشه؟؟ قطعا میگین آره و میگین به احتمال خیلی زیاد حدود ۳ تا ۸ میشم و حدس نمیزنین که مثلا ۲۰ بشم، چون با توجه به رفتار گذشته من، بعید میدونید. پس نتیجه اخلاقی، با استفاده از نمودار کنترل، میتونیم رفتار فرآیند رو پیش بینی کنیم.

نکته : تا زمانی که نقاط بین حدود کنترل قرار می‌گیرند، فرض می‌شود که فرایند تحت کنترل است.

نکته : نمودارهای کنترل را نیز می‌توان برای تخمین پارامترهای یک فرآیند تولید استفاده نمود و اطلاعات حاصل را به منظور تعیین کارایی فرآیند به کار گرفت.

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

تست : فرض کنید یک فرآیند تحت کنترل آماری می‌باشد، آن گاه کدام گزینه صحیح است ؟

۱) تحت کنترل آماری بودن یک فرآیند بدین معنی است که تمام محصولات تولید شده در بین حدود مشخصات قرار خواهد گرفت.

۲) تحت کنترل آماری بودن فرآیند بدین معنی است که رفتار فرایند از نظر آماری قابل پیش بینی اند.

۳) تحت کنترل آماری بودن یک فرآیند بدین معنی است که تقریبا تمام محصولات با مشخصات مورد نظر مطابق است.

۴) تحت کنترل آماری بودن یک فرآیند بدین معنی است که هیچ گونه انحرافی نداشته باشد.

پاسخ: در مورد گزینه‌های غلط بحث کنیم؟؟ مطمنا خودتون با خوندن داستان بالا یکی یکی را حذف کردین، آفرین به شما، اگه هم نتونستین، ایرادی نداره فدای سرتون، دوباره داستانو بخونین. خوب بریم برای حل. گزینه اول غلطه چون اگه محصولات تولید شده نمره های من باشه، و حدود مشخصات نمره اعلامی سازمان سنجش، پس من تنبل میتونم خارج از اون هم نمره بگیرم مثلا ۵ شم. گزینه ۳ هم مشابه این استدلال غلطه. گزینه ۴ هم مطابق با داستان **ضربان قلب** غلطه، چون انحراف تصادفی تو ضربان داشتیم و گفتیم که تو اون حالت فرایند تحت کنترله، پس جواب کدوم گزینه میشه؟؟ (الان میخوام چشم بسته غیب بگم) باریکلا گزینه **۲** میشه.

نکته : حدود کنترل به گونه ای انتخاب شده اند که اگر فرآیند تحت کنترل باشد آنگاه تقریبا کلیه نقاطی که براساس اطلاعات نمونه محاسبه شده اند بین این حدود واقع شوند. با فرض نرمال بودن توزیع آماری و $k=3$ این احتمال برابر ۹۹/۷۳ درصد می باشد.

۲-۴- آزمون فرض، خطای α وβ ، اندازه نمونه ، متوسط طول دنباله و تابع مشخصه عملکرد :

بیاین اینبار هم مثل سری‌های پیش، قبل اینکه وارد متن اصلی و کلاسیک بشیم و بخوایم کتابی و خشک مفاهیمو تعریف کنیم، کمی داستان بشنویم، و بعدش چندتا تست از این قسمت، از جمله مثل تست کنکور صنایع ... حل کنیم. اینبار میخوایم خطای **آلفا** و **بتا** و **آزمون فرض‌ها** که تو درس آمار داشتیم و زیادم درک نکردیم چیه در قالب یه داستان، اونم داستان **دزدگیر ماشین** و **آقا دزده** صحبت کنیم. تا حالا فکر کردین خطای آلفا و یا بتا چیه؟؟ قبلش در مورد آزمون فرض میگم، یادتونه تو آزمون فرض همونطوری که از اسمش پیداست میخواستیم **فرضیه ای** را **آزمون** کنیم، تو این داستان میخوایم فرضیه هایلایت شده را بررسی کنیم، فرضیه بدین

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

قراره که اگر **در ماشین باز شد**، دزدگیر ماشین **آلارم بده** و بعد باهم تو این مثال میگیم که خطای **آلفا** و **بتا** واقعا چیه؟؟ حالا یه سوال؟ شما چه انتظاری از دزدگیر ماشینتون دارین؟؟ مطمنا الان میگین که معلومه دیگه، هر وقت کسی غیر خودمون داره در ماشین منو باز میکنه خصوصا آقا دزده، آزیر عمل کنه و من برم حسابه آقا دزده را برسم، حالا این اتفاق را برسی کنیم تا ببینیم خطای **آلفا** چیه، شما با کار زیاد یه ماشین گرون قیمت خریدید و کلی هم دوسش دارید و نمیخواید کسی اونو بدزده، خصوصا آقا دزده خوشتیپ عکس بالای داستان ما، بخاطر همین حساسیت آزیر ماشین خودتونو بالا میبرین، حالا تو این حالت گربه ای از کنار ماشین خوشگلتون رد میشه و چون حساسیت آزیر شما بالاست، شروع میکنه به آزیر زدن، و شما از پشت مبل اتاقتون که لم داده بودین بلند میشین و میاین دم پنجره تا ببینین که آیا دزد داره **در** ماشین شما را **باز** میکنه یا نه؟؟ اینجا چون دزدی در کار نبود و کسی هم در ماشین شما را باز نکرد، هشدار آزیر شما اشتباه بوده، بعبارتی به این حالت میگن خطای **آلفا**، یعنی وضعیت عادیه (اینجا کسی در ماشین را باز نکرد و دزدی نیومد .قرار بود آزیر در حالت باز شدن در ماشین صدا کنه ولی با عبور یه گربه از کنارش صدا کرد و ما را از جای گرم و نرم خودمون به هوای اینکه ماشینمونو داره دزد میبره بلند کرد) حالا تو این مثال فرض کنید مثل شکل، دزد رفته **تو ماشین** و ماشین را روشن کرده و آزیر **صدا نکرده** و ما هم همچنان با **خیال راحت** و بی خبر از همه جا داریم روی مبل لم میدیم و فکر میکنیم ماشین قشنگمون سر جاش پارکه، چون اگه غیر این بود، آزیر باید صدا میداد. به این حالت میگن **خطای بتا**. یعنی وضعیت غیر عادی شده (خارج از کنترل) ولی ما فکر میکنیم همه چی خوبه و وضعیت عادیه. امیدوارم مفهوم خطای بتا و آلفا را یاد گرفته باشین، حالا که یاد گرفتین، بریم سراغ متن اصلی درس. بزن که بریم.

۲-۴-۱- رابطه‌ی نمودارهای کنترل و آزمون فرض:

ابتدا نیاز است در مورد آزمون فرض و مفاهیم آن کمی بحث نماییم. فردی که کار کنترل کیفی را انجام می‌دهد در بسیاری از مواقع، با مواردی مواجه خواهد شد که باید، در مورد صحت یا عدم صحت آن تصمیم‌گیری نماید. برای روشن تر شدن موضوع فرض کنید، کارخانه‌ای قطعه خاصی از کمربند ماشین را تولید می‌کند و همچنین طبق نظر کارشناسان آزمایشگاه (در واقع همان طراح) قطر قطعه تولیدی (در واقع مشخصه‌ی کیفی) باید $10\ cm$ باشد، بازرس کیفیت، طی نمونه‌گیری‌هایی که از قطعه‌های مختلف انجام می‌دهد متوجه می‌شود که قطر برخی از لوله‌ها کمتر و برخی بزرگتر از عدد ۱۰ است. در اینجا بازرس باید تصمیم بگیرد که آیا میانگین قطر قطعه نمونه‌گیری شده مساوی ۱۰ است یا خیر. این تصمیم از آن جا حائز اهمیت است که درصورتی که، بازرس متوجه شود، قطر قطعه با عدد ۱۰ تفاوت فاحش دارد، باید دلایل این تغییرات در کیفیت را شناسایی و نسبت به رفع آن اقدام نماید، در علم آمار مهندسی این گونه تصمیمات را آزمون فرض می‌نماند. یعنی فرد می‌خواهد فرض خود را در مورد کیفیت کالایی (در اینجا قطر قطعه یا همان مشخصه‌ی کیفی) آزمون کند، که آیا فرضش درست است و یا این که غلط می‌باشد.

آزمون فرض دارای دو بخش می‌باشد:

۱- بخشی که مرتبط با صحت فرض مورد آزمون است که به آن فرض صفر (خنثی) می‌گوییم (H_0)

۲- بخشی که با عدم صحت فرض مورد آزمون می‌باشد که با (H_1) نمایش داده می‌شود و به آن فرض یک گفته می‌شود.

در مثالی که در بالا به آن اشاره شد، آزمون فرض را می‌توان به صورت زیر نشان داد که به آن آزمون فرض دوطرفه می‌گویند. (μ به معنی میانگین است)

$$H_0 \ \left(\text{فرض صفر}\right)\ \mu = 10$$
$$H_1 \ \left(\text{فرض یک}\right)\ \ \mu \neq 10$$

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

حال سوال این است که چگونه و بر چه اساس یک فرض را قبول کنیم. برای اینکار باید سه مرحله‌ی زیر انجام شود:

مرحله‌ی اول: تعیین یک نمونه n تایی از کالا و محاسبه میانگین و واریانس ویژگی (در واقع در درس کنترل کیفیت، مشخصه‌ی کیفی) مورد نظر.

مرحله‌ی دوم: انتخاب معیار مناسب برای پذیرش یا رد فرض صفر و همچنین تعیین مقدار ضریب اطمینان α

مرحله‌ی سوم: تعیین ناحیه پذیرش و یا رد فرض صفر.

نکته: نمودارهای کنترل آزمون فرض‌هایی هستند برای آزمودن تحت کنترل بودن فرآیند. حدود کنترل نیز همان ناحیه پذیرش محسوب می‌شود.

$$\begin{cases} \text{پذیرش } H_0 \rightarrow \text{رسم نقطه بین حدود کنترلی} \\ \text{رد } H_1 \rightarrow \text{رسم نقطه خارج حدود کنترلی} \end{cases} \qquad \begin{cases} H_0 \rightarrow \text{فرایند تحت کنترل} \\ H_1 \rightarrow \text{فرایند خارج کنترل} \end{cases}$$

تست صنایع ۹۲: در یک فرایند، برای کنترل مشخصه کیفی نرمال X از نمودار کنترل $\overline{X}$ با حدود کنترل سه انحراف معیار و اندازه نمونه ۵ استفاده می‌شود. خط مرکز این نمودار کنترل ۴۴۸، حد کنترل بالا ۴۵۴ و حد کنترل پایین ۴۴۲ است. نمونه تصادفی گرفته شده در زمان t (۴۴۶، ۴۴۹، ۴۴۱، ۴۴۷، ۴۴۷) است. برای امید ریاضی X در زمان t کدام مقدار پذیرفته می‌شود؟

۱- ۴۳۷.۸ ۲- ۴۴۶ ۳- ۴۴۸ ۴- ۴۴۷.۲۵

جواب گزینه ۳

میانگین در زمان t برابر ۴۴۶ هست، یادتونه در مورد آزمون فرض و نمودار کنترل گفتیم، این همان تسته، خط قرمز نمودار کنترل ۴۵۴ و ۴۴۲ هست

$LCL < \overline{X} < UCL$ فرایند تحت کنترل است.

نمودار کنترل در هر مرحله نمونه‌گیری، آزمون فرض $H_0 : \mu = 448$ را در برابر $H_1 : \mu \neq 448$انجام می‌دهد. با توجه به اینکه فرایند تحت کنترل است (میانگین در زمان t برابر ۴۴۶ و بین خط قرمز نمودار است)، لذا دلیلی برای رد فرض صفر نداریم و فرض صفر پذیرفته می‌شود.

تعریف: رابطه بسیار نزدیکی بین **نمودارهای کنترل** و **آزمون فرضیه** وجود دارد .دقیقا نظیر آزمون فرضیه، می‌توان احتمال خطای α و خطای نوع β را برای نمودار کنترل تعریف کرد.

تو آمار خطای آلفا و بتا اینطور تعریف میشدن.

$\alpha = P(H_0 \text{ رد} \mid H_0 \text{ صحیح است})$

$\beta = P(H_0 \text{ قبول} \mid H_0 \text{ صحیح نیست})$

که این روابط در درس **کنترل کیفیت آماری** معادل زیر هستند. و در زیر تحت همون مثال آقا دزده، مفهومشو بررسی میکنیم.

$\alpha = p(\text{فرآیند تحت کنترل است} \mid \text{آماره خارج از کنترل است}) = P(X > UCL \mid H_0) + P(X < LCL \mid H_0)$

$B = p(\text{فرایند خارج از کنترل است} \mid \text{آماره داخل حدود است}) = p(\mathrm{LCL} < X < UCL \mid H_1)$

خطای آلفا : تو رابطه بالا طبق داستان آقا دزده، وقتی میگیم **فرایند تحت کنترله** یعنی ماشین عزیزمون سرجاشه و درش هم باز نشده و قسمت سمت چپش، جمله آماره خارج از کنترله (آزیر صدا میده و میگه داره دزد میبره ماشینو)

خطای بتا: وقتی میگیم **فرایندخارج کنترله** یعنی ماشین عزیزمون سرجاش نیست و درش هم باز شده و دزد داره میبره و قسمت سمت چپش، جمله آماره تحت کنترله (آزیر صدا نمیده و ما فکر میکنیم ماشینمون سر جاش پارکه) حالا میخوایم این مباحث را در نمودار کنترل که موضوع این فصله ببینیم. اصلا تو **نمودار کنترل** به چه حالتی میگیم فرایند تحت کنترله (ماشینمون سر جاشه و درش باز نشده) ؟؟

نکته : در نمودار کنترل تا زمانی که نقاط **بین حدود کنترل** (بین خط قرمزها که اول این فصل گفتم) قرار می‌گیرند، **فرض می‌شود** که **فرایند تحت کنترل** است.

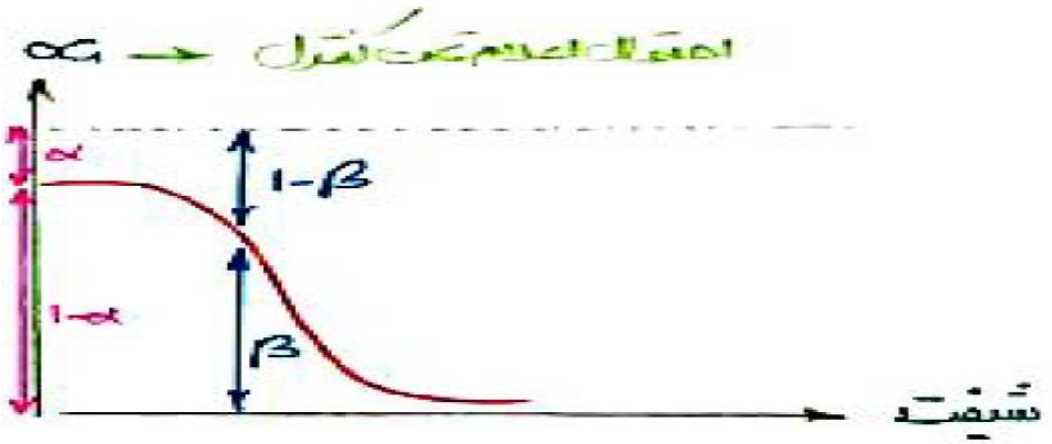
۲-۵- تابع مشخصه‌ی عملکرد و توان آزمون:

توانایی نمودارهای کنترل، نسبت به پی بردن به وجود تغییرات در فرایند به وسیله‌ی منحنی‌های مشخصه‌ی عملکرد (OC) توصیف می‌شوند.

منحنی توان آزمون احتمال **خارج از کنترل** اعلام کردن فرایند را به ازای مقادیر **مختلف شیفت** نشان می‌دهد. به عبارت دیگر این منحنی در **حالت تحت کنترل** بودن فرایند میزان احتمال خطای نوع یک (α) و در حالت خارج از کنترل بودن فرایند، توان آزمون ($\beta-1$) را نشان می‌دهد.

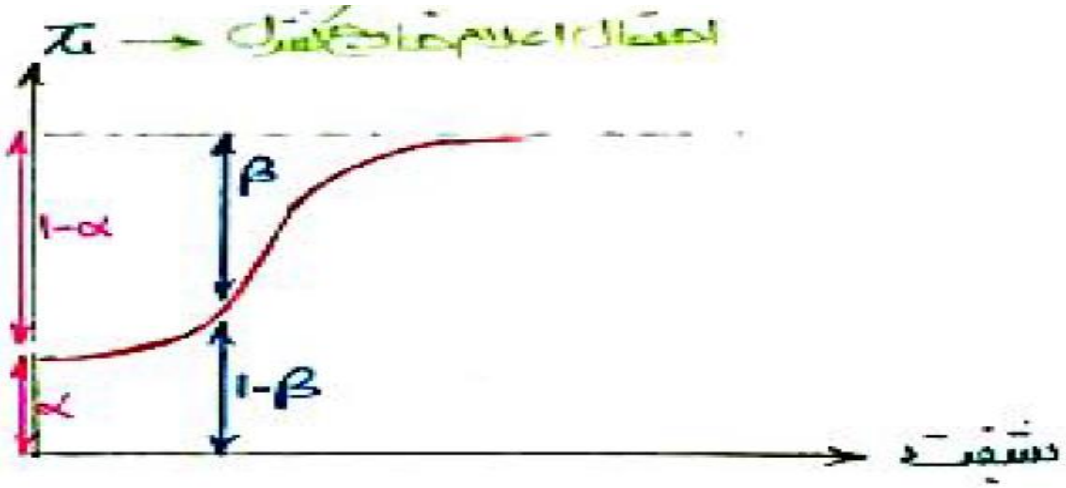
۲-۵-۱- تعریف منحنی مشخصه‌ی عملکرد(OC): تابعی است که احتمال پذیرش فرض صفر (تحت کنترل بودن فرایند) را به ازای حالت تحت کنترل و خارج کنترل محاسبه می‌نمایند.

به ازای θهای مختلف $OC = P\left(\text{آماره در ناحیه پذیرش}\right) = \begin{cases} 1-\alpha(\theta) & \text{وقتی فرایند تحت کنترل باشد } H_0 \text{،} \\ \beta(\theta) & \text{وقتی فرایند خارج از کنترل باشد } H_1 \end{cases}$



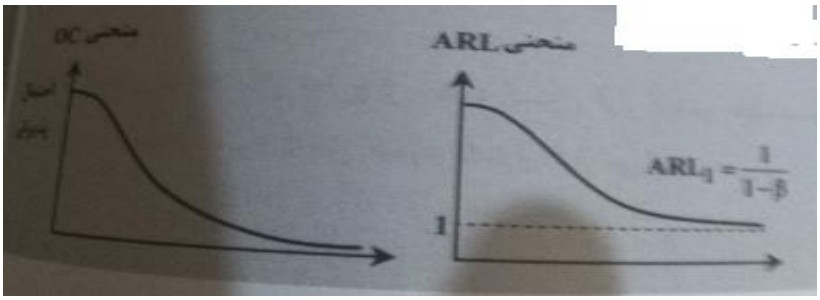
منحنی توان آزمون: ($\pi(\theta)$):

به ازای θهای مختلف $\boldsymbol{\pi(\theta)} = P\left(\text{آماره در ناحیه رد}\right) = \begin{cases} \alpha(\theta) & \text{وقتی فرایند تحت کنترل باشد } H_0 \text{،} \\ 1-\beta(\theta) & \text{وقتی فرایند خارج از کنترل باشد } H_1 \end{cases}$



این **دو منحنی** (مشخصه‌ی عملکرد و توان آزمون) **توانایی** نمودار کنترل را نسبت به **پی بردن انحرافات** نشان می‌دهند. توجه کنید که محور افقی شامل بررسی **تغییرات** می‌باشد، مثلا گاهی تغییر در میانگینه و گاهی انحراف معیار و گاهی تغییر در درصد اقلام معیوبه که تو فصل نمودار کنترل وصفی و نمونه گیری جهت پذیرش میخونیم. پس محور افقی میتونه شامل هر تغییری باشه. مثل تغییر در (μ, σ, ρ, c, u)

نکته: رفتار عمومی منحنی ***OC*** بسیار **شبیه** به منحنی ***ARL*** می‌باشد اما همونطور که از شکل‌های زیر پیداست رفتار حدی این دو تابع متفاوت از هم می‌باشد. در منحنی OC با میل نسبت اقلام معیوب نمونه (P) به سمت بی‌نهایت منحنی به صفر میل می‌کند اما در منحنی ARL به یک میل می‌کند. این تفاوت در رفتار را می‌توان با رابطه $ARL_1 = \frac{1}{1-\beta}$ توجیه کرد.



۲-۶- طول دنباله و متوسط طول دنباله:

این قسمت خیلی مهمه و هر سال ازش سوال میاد، یه فایل شبیه سازی تو گروه تلگرامی گذاشتم که میتونید اونجا مفهوم https://t.me/joinchat/Bbn3tUOsQ-F1tlRFGK4sWQ *ARL* را بهتر درک کنید. پس حتما دانلود کنید و انجامش بدین، اما حالا میخوایم بگیم که متوسط طول دنباله چیه و چه ارتباطی با **توزیع هندسی** که تو **درس احتمال** خوندیم داره؟؟

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

یک روش محاسباتی برای تعیین اندازه نمونه و فراوانی نمونه‌گیری استفاده از **متوسط** طول دنباله (ARL) است. **طول دنباله** (***RL***): **تعداد نقاطی** است که روی نمودار کنترل رسم می‌شوند تا **یک نقطه خارج از کنترل** بیفتد. قطعا توزیع هندسی تو درس احتمال را یادتونه دیگه؟؟ خوب تعریفش چی بود؟؟ مطمنا دارین میگین، **تعداد** آزمایش **برنولی** لازم برای رسیدن به **اولین** موفقیت بود دیگه. آفرین درسته. **دوباره** به تعریف طول دنباله (RL) که تو بالا گفتیم دقت کنید. **هر نقطه** تو نمودار کنترل یا **میتونه داخل** خط قرمز باشه و یا **خارج** از اون، پس آزمایش برنولی دیگه (۰ یا ۱) و **اولین پیروزی** در اینجا، با توجه به تعریف طول دنباله، **افتادن نقطه خارج از خط قرمزه**، پس میتونیم نتیجه بگیریم که طول دنباله دارای توزیع هندسی هست، بنابراین **متوسط** طول دنباله نیز برابر با متوسط توزیع هندسی می‌باشد. لذا با توجه به متن بالا تعاریف زیر را داریم.

۲-۶-۱- تعریف طول دنباله (*RL*) : تعداد نقاطی است که باید برروی نمودار کنترل رسم گردد تا یک نقطه خارج از کنترل رسم شود

نکته :متغیر تصادفی RL برای نمودارهای شوهارت از توزیع هندسی پیروی می‌کنند.

روش دیگری که برای تعیین اندازه نمونه و فراوانی نمونه گیری وجود دارد محاسبه متوسط طول دنباله (ARL) است.

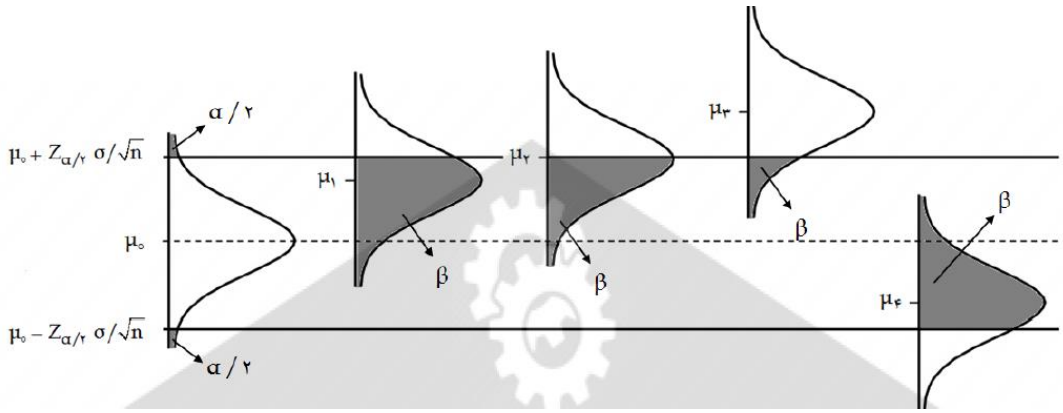
۲-۶-۲- تعریف متوسط طول دنباله (*ARL*) : متوسط تعداد نقاطی است که باید برروی نمودار کنترل رسم گردد تا یک نقطعه خارج از حدود کنترل مشاهده شود .

نکته : با فرض مستقل بودن مقادیر RL، مقادیر ARLها دارای توزیع هندسی می باشد.

برای محاسبه ARL از رابطه‌ی $ARL = \frac{1}{P}$ استفاده می‌شود، در این رابطه P احتمال رسم یک نقطه خارج از کنترل است، (پیروزی ما) در نتیجه داریم:

$$ARL = \begin{cases} \frac{1}{\alpha} = ARL_0 & \text{زمانی که فرایند تحت کنترل است} \\ \frac{1}{1-\beta} = ARL_1 & \text{زمانی که فرایند خارج کنترل است} \end{cases}$$

دوستان عزیز شکل زیر را برای محاسبات خطای **آلفا** و **بتا** و سوال‌هایی از قبیل کشف در n امین نمونه به خاطر آورید.



گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

وقتی فرایند تحت کنترله، یعنی تو شکل بالا میانگین وسط حدود کنترله، **احتمال هشدار اشتباه** از داستان‌های قبل میدونیم که برابر **آلفاست** و وقتی که فرایند **خارج از کنترله** که اغلب در سوال ها **اینطور بیان میشه** میانگین یا انحراف معیار یا هر پارامتر دیگه که قصد پایش آنرا داریم **تغییر کرده** (هر زمان صحبت از **تغییر** بود، حتی به اندازه **سر سوزن** یا یه **مورچه** با **خطای نوع دوم** یعنی بتا سرو کار داریم) تو شکل های بالا میانگین ۴ بار تغییر کرده و مقادیر مختلف به خودش گرفته، فضای بین دو خط حدود کنترل مقدار β ماست. و مقداری که بیرون از حدود کنترله برابر با $1-\beta$است. بنابراین باتوجه به تعریف متوسط طول دنباله که احتمال **خارج از کنترل** بودن را میخواست. بنابراین زمانی که فرآیند تحت کنترل است با توجه به شکل احتمال خارج از کنترل شدن برابر با $\frac{\alpha}{2}+\frac{\alpha}{2}=\alpha$ می‌باشد پس $ARL_0=\frac{1}{\alpha}$ و زمانیکه فرآیند تحت کنترل **نیست** (پارامتر مورد بررسی سوال به اندازه حتی مورچه تغییر کرده)، احتمال **داخل بودن** β می‌باشد و احتمال **خارج افتادن** β-۱ می‌باشد پس $ARL_1=\frac{1}{1-\beta}$.

ضمنا یه **نتیجه مهم** میشه از شکل و توضیح بالا دریافت کرد، همواره ما **فقط** درگیر **یک خطا** در نمودار کنترل یا واقعیت هستیم و بصورت **همزمان** هر دو خطا (یعنی αو β) را نداریم. به چرایی این نکته که گفتم فکر کنین، اگه به جواب نرسیدین یا خواستین جوابتونو چک کنین، حتما تو گروه تلگرامی https://t.me/joinchat/Bbn3tUOsQ-F1tlRFGK4sWQ که متعلق به خودتونه از من بپرسین. همچنین ما میتونیم حداکثر به تعداد **یک** خطای αو **بی نهایت** خطای β داشته باشیم. (به ازای هر تغییر میانگین یه بتا داریم، تو شکل بالا ۴ تاشو نشون دادم)

تست: برای کنترل یک فرایند از نمودار $\overline{X}$ با میانگین ۲۰ و انحراف ۳.۹ استفاده می‌شود، چنانچه میانگین فرایند به ۱۹ تغییر کند، احتمال خطای نوع II,I نمودار $\overline{X}$ کدام است؟

۱- ۰.۰۰۲۷ و ۰.۸۵ ۲- ۰.۰۰۲۷ و ۰.۹ ۳- صفر و ۰.۸۵ ۴- وجود ندارد و ۰.۹

جواب: سوال چی میخواد؟؟

سوال خطای آلفا و بتا را همزمان باهم میخواد. این تست نیاز به حل تشریحی نداره، باتوجه به متن بالا میدونیم که همزمان نمی‌تونیم هر دو خطا را در نمودار داشته باشیم. پس گزینه ۴ درسته. حالا بعنوان تمرین خطای بتا این نمودار را بعدها که فصل ۳ را خوندید حساب کنید. مرسی

حفظ کردن دو ARL_0 مهم که در تست‌ها میتونه خیلی به ما کمک کنه.

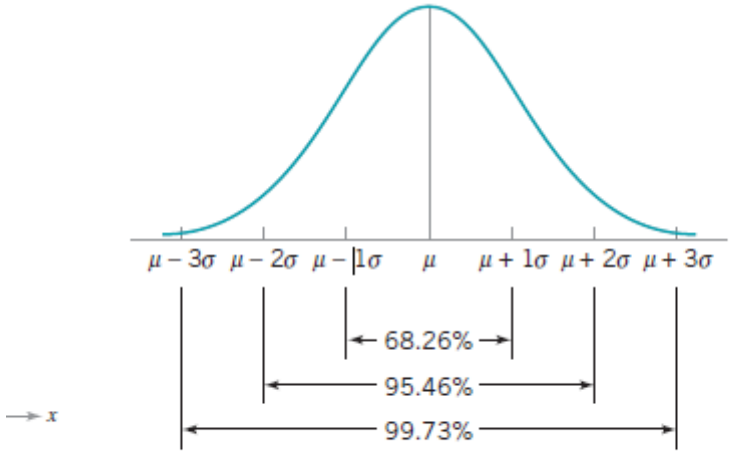


FIGURE 3.17 Areas under the normal distribution.

قطعا از **فصل اول** که محاسبات توزیع نرمال را با شکل و بدون جدول توزیع نرمال استاندارد انجام میدادیم را یادتون هست؟؟ اگه یادتون رفت ، فدای سرتون. دوباره بخونین، وقتی حدود کنترل سه انحراف معیار بود، احتمال خارج از کنترلش چند بود؟ آفرین درسته ۰.۰۰۲۷، چون احتمال داخل بودنش ۰.۹۹۷۳ بود، حالا این عدد برای دو انحراف معیار چند بود؟؟ باریکلا، احتمال داخل بودنش ۰.۹۵۴۵ و احتمال خارج بودن ۰.۰۴۵۵ بود، پس اگر بخوایم متوسط طول دنباله در حالت تحت کنترل این دو را بدست بیاریم چند میشه؟؟ خوب میگین کافیه که یک را تقسیم بر احتمال خارج از کنترل بودنش کنیم. پس داریم:

$$ARL=\frac{1}{p}=\begin{cases}\dfrac{1}{\alpha}=ARL_0=ARL_{Incontrol}\Rightarrow \overline{X}: \begin{cases}k=2\Leftrightarrow\alpha=0.0455\Leftrightarrow ARL_0=22\\ k=3\Leftrightarrow\alpha=0.0027\Leftrightarrow ARL_0=370\end{cases}\\ \dfrac{1}{1-\beta}=ARL_1=ARL_{IOutofcontrol}\Rightarrow \overline{X}: \begin{cases}\mu_1=UCL,or,\mu_1=LCL\Rightarrow\beta=0.5\Rightarrow 1-\beta=0.5\Rightarrow ARL_1=2\\ \mu_1>UCL,or,\mu_1<LCL\Rightarrow\beta<0.5\Rightarrow 1-\beta>0.5\Rightarrow ARL_1<2\\ UCL<\mu_1<LCL\Rightarrow\beta>0.5\Rightarrow 1-\beta<0.5\Rightarrow ARL_1>2\end{cases}\end{cases}$$

نکته: پیش فرض نمودارهای کنترل شوهارت $K=3$ است در این شرایط α=۰/۰۰۲۷ و $ARL_0\cong 370$ می‌باشد.

نکته: فرمولهای ARLفقط برای نمودارهای شوهارت به صورت فوق تعریف می‌شود و در بقیه نمودارهای کنترل باید با دقت محاسبه شوند.

تست: کدام گزینه صحیح است؟

۱- به هر میزان ARL_1 افزایش یابد، سطح منحنی oc نیز بالاتر می‌رود.

۲- به هر میزان ARL_0 افزایش یابد، سطح منحنی oc نیز پایین تر می‌رود.

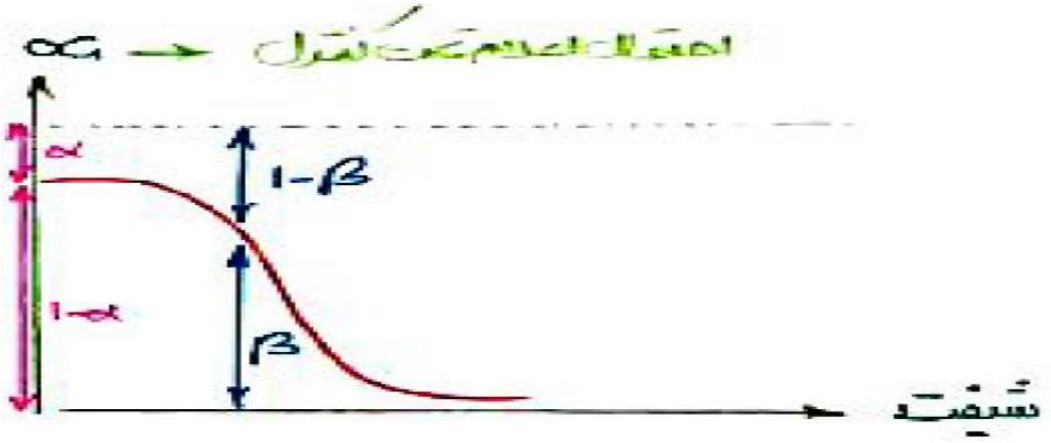
۳- به هر میزان ARL_1 افزایش یابد، سطح منحنی oc نیز پایین تر می‌رود.

۴- رابطه مشخصی بین متوسط طول دنباله و منحنی مشخصه‌ی عملکرد وجود ندارد.

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

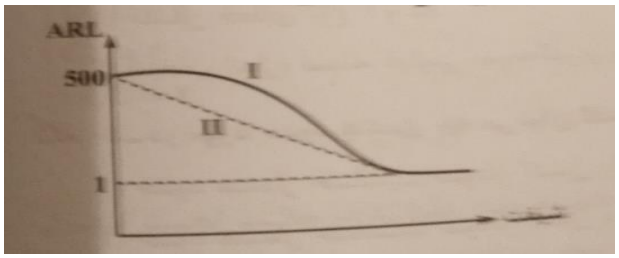
جواب: بیاین باهم باتوجه به متن درس و مطالبی که تا اینجا خوندیم این سوال را گزینه به گزینه تحلیل کنیم تا ببینیم واقعا کدوم درسته. قبلش هم شکل منحنی oc زیر که قبلا یاد گرفتیم رو تجسم کنین. Are you Ready? Lets go



گزینه ۴ که کاملا مشخصه غلطه، چون از منحنی oc می‌تونیم بسته به تحت کنترل بودن یا نبودن فرایند به ترتیب خطای α و β را به ترتیب بدست آورد و سپس مقادیر $ARL_0 = \frac{1}{\alpha} L$ و $\frac{1}{1-\beta}$ را به ترتیب بدست آورد

گزینه ۳ هم مشخصه که غلطه، چون وقتی $ARL_1 = \frac{1}{1-\beta}$ زیاد شه یعنی مخرج کسر کمتر شه و از شکل oc مشخصه زمانی این اتفاق میافته که منحنی oc بالاتر بره. بنابراین **گزینه ۱ درسته،** تحلیل غلط بودن گزینه ۲ با شما

تست: شکل زیر منحنی متوسط طول دنباله‌ی نمودار کنترل $\mathrm{I,II}$ را نشان می‌دهد. کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟



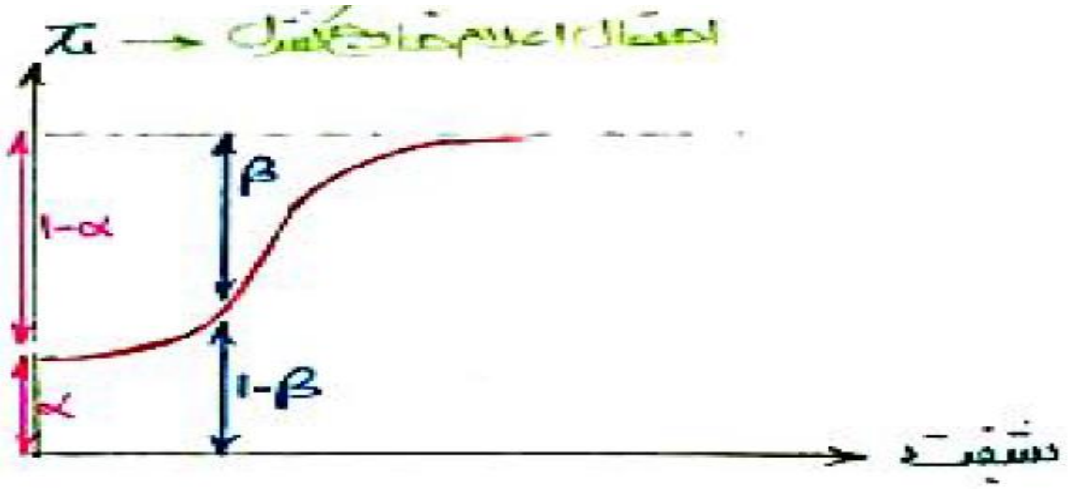
۱- منحنی توان آزمون نمودار کنترل II به ازای شیفت‌های مثبت بالاتر از منحنی توان آزمون نمودار کنترل I قرار می‌گیرد

۲- منحنی oc نمودار کنترل II به ازای شیفت‌های مثبت زیر منحنی oc نمودار کنترل I قرار می‌گیرد.

۳- ARL_0 نمودارهای کنترل $\mathrm{I,II}$ برابر ۵۰۰ است.

۴- احتمال خطای β دو نمودار کنترل به ازای شیفت 2σ در میانگین فرایندکمتر از احتمال خطای β نمودار کنترل II است

جواب: بیاین دوباره باهم این سوال رو مثل سوال قبلی باتوجه به متن درس و مطالبی که تا اینجا خوندیم گزینه به گزینه تحلیل کنیم تا ببینیم واقعا کدوم درسته. هدف این تیپ سوالا و اینطوری جواب دادن ها اینه که مفاهیم رو یاد بگیرین و تستای مشابه را به راحتی حل کنید. به قول معروف هدف اینه که ماهی گیری را به شما یاد بدم و سسعی نکردم مثل کتابهای موجود فقط گزینه صحیح را بهتون بدم. اول بریم سراغ گزینه ۱



از سوال قبل و شکل بالا نتیجه میگیریم که منحنی **متوسط طول دنباله** با منحنی ***OC*** رابطه **مستقیم** دارد و با **منحنی توان** آزمون همانطور که از شکل بالا پیداست **رابطه معکوس** دارد. چون توان آزمون احتمال رد فرض صفر بود به ازای تغییرات بود. حالا تو گزینه ۱ **منحنی طول دنباله** و **ارتباطش** با **منحنی توان آزمون** را میخواد و میدونیم که رابطه عکس دارند. از شکل کاملا پیداست که منحنی ARL_1 نمودار II پایین تر از نمودار I هست بنابراین منحنی توان آزمون II بالاتر از منحنی توان آزمون I هست. بنابراین این گزینه صحیح است.

گزینه ۲ هم درسته. چون میدونیم منحنی ***OC*** با منحنی **متوسط طول دنباله** رابطه **مستقیم** داره و از شکل صورت سوال پیداست که ARL_1 نمودار II به ازای یک شیفت یکسان پایین تر از نمودار I است. پس با توجه به ارتباط **مستقیم** با منحنی ***OC***، نتیجه میگیریم که این گزینه صحیح است.

گزینه ۳ نیز صحیح است. کاملا از شکل پیداست که ARL_0 نمودارهای کنترل II,I برابر ۵۰۰ است.

تحلیل گزینه ۴: از سوال قبل یاد گرفتیم منحنی oc و ARL و خطای α و β باهم ارتباط دارند، از شکل کاملا پیداست که به اندازه تغییر 2σ ، $ARL_1=1$ برای هر دو نمودار است . بنابراین خطای β هر دو نمودار برابر است با ۰.۵ و این گزینه جواب تست ما هست . چون غیر برابر بودنشون را گفته.

پاسخ : گزینه ۴

بعنوان تمرین حالت های مختلف سوال در منحنی oc و توان آزمون و خطای α و β و ارتباط با منحنی ARL و اندازه نمونه (رابطه $n \cong \dfrac{(Z_{\alpha/2}+Z_{\beta})^2\sigma^2}{\delta^2}$ که جلوتر توضیح میدم) را فکر کنید. برخی از نمونه هاش در تستای آخر فصل آوردم.

بیاین یه **مفهومی** را با طرح یه سوال بررسی کنیم، مشابه این سوال در کنکور صنایع ۹۶ مطرح شده،

حالا سوال اینه دوست داریم ARL_0 زیاد باشه و یا کم؟ ARL_1 چطور؟؟؟

مثلا دو حالت زیر را در نظر بگیرید، کدوم حالت را ترجیح میدین؟

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

$$(1):\begin{cases} ARL_0 = 200 \\ ARL_1 = 40 \end{cases} \qquad (2):\begin{cases} ARL_0 = 300 \\ ARL_1 = 50 \end{cases}$$

بیاین اول فقط از نظر ARL_0 بررسی کنیم و کاری به ARL_1 نداشته باشیم. تو این حالت ۲۰۰ بهتره یا ۳۰۰؟؟ مطمنا با توجه به مفهوم ARL_0 دارین میگین، خوب معلومه دیگه ۳۰۰ بهتره، آفرین به شما. تعریف و مفهوم ARL_0 را بخونین. حالا چرا گفتین ۳۰۰، میخوام جواب این سوال را در قالب داستان **چوپان دروغگو** بگم.

با توجه به تعریف ARL که اینطور تعریف می‌شد: متوسط تعداد نقاطی است که بر روی نمودار کنترل رسم شود تا یک نقطه خارج از کنترل قرار گیرد، با توجه به مفهوم ARL_0 (یعنی فرآیند تحت کنترل است و کسی در ماشین ما را باز نکرد و ندزدید) اگر عدد به دست آمده کمتر شود، با توجه به اینکه فرآیند تحت کنترل است، ولی **هشدار اشتباهی** به ما داده (هشدار در اینجا یعنی به صدا درآمدن آژیر ماشین) (که اصطلاحاً به این موضوع **چوپان دروغگو** گویند). در مثال بالا ۲۰۰ یعنی هر ۲۰۰ ساعت آزیر ماشین به صدا در میاد که دزد اومده و وقتی ما میریم دم پنجره، میبینیم ماشین سرجاشه و خبری از دزد یا (گرگ داستان چوپان درغگو نیست) پس تو این حالت ما دوست داریم مقدار ARL_0 بیشتر باشه و مثلا اینجا هر ۳۰۰ ساعت مخ ما کار گرفته بشه. اما در مورد انتخاب عدد ۴۰ در ARL_1 با توجه به همین داستان و مفهوم ARL_1 (فرایند خارج از کنترله، یعنی دزد ماشین ما را برده) دقیقا مشخصه که دوست داریم ۴۰ باشه و یعنی حداقل ۴۰ ساعت بعد دزدیدن ماشین متوجه بشیم تا اینکه ۵۰ ساعت بعد. بنابراین میشه نتیجه گرفت که هرچه ARL_1کمتر باشد، چون فرآیند خارج از کنترل می‌باشد (ماشین را دزد برده) پس ما زودتر می‌توانیم وضعیت غیرعادی که هدف اصلی نمودار کنترل می‌باشد را کشف نماییم.

حالا یه سوال مفهومی دیگه؟؟

در حالت کلی حالت ۱ بهتره یا ۲؟؟

خوب قطعا دارین پاسخ میدین نمیشه قضاوت کرد، چون وقتی داشتیم فقط ARL_0 را بررسی میکردیم حالت ۲ بهتر بود و وقتی داشتیم ARL_1 را بررسی میکردیم حالت ۱ بهتر بود. خوب حالا چه کنیم؟؟؟ کلا زمانیکه میخوان **دو روش** و یا دو نمودار را در مقالات و یا جاهای دیگه باهم مقایسه کنن و بگن کدوم بهتره، اول میان **خطای آلفا** دو نمودار را **برابر** میگیرین یا ARL_0یعنی حداقل باهم یکسان دروغ بگن (مثلا جفت روش ها $ARL_0 = 370$

) بعد میان **تغییر** در **پارامترهای** فرایند میدن (مثلا به دزده میگن برو در ماشین را باز کن و هر کدوم از دو آزیر ماشین که زودتر آلارم داد، میگن اون بهتره) یعنی ARL_1 کمتر.

بنابراین از متن بالا نکات زیر را نتیجه می‌گیریم.

نکته: هرچه ARL_0 بیشتر باشد به این معناست که تعداد زنگ خطر اشتباهی کمتر می‌شود و در مقابل هرچه ARL_1کمتر باشد وضعیت غیرعادی سریعتر رخ می‌دهد.

تست: اگر بخواهیم عملکرد دو فرایند را باهم مقایسه کنیم، آنگاه چه استراتژی را پیشنهاد می‌کنید؟

۱- ARL_0 را ثابت نگه می‌داریم و فرایندی بهتر است ARL_1 آن کمتر باشد.

۲- ARL_1 را ثابت نگه می‌داریم و فرایندی بهتر است ARL_0 آن کمتر باشد.

۳- فرایندی بهتر است که ARL_0بیشتر و ARL_1 کمتر باشد.

۴- ARL_0 را ثابت نگه می‌داریم و فرایندی بهتر است که ARL_1 آن بیشتر باشد.

پاسخ:

باتوجه به متن درس که در بالا بحث شد، نتیجه میگیریم که گزینه ۱ درسته

تست کنکور صنایع ۹۶:

تست کنکور۹۶

نکته: هرچه ARL_0 بیشتر باشد به این معناست که تعداد زنگ خطر اشتباهی کمتر می‌شود و در مقابل هرچه ARL_1کمتر باشد وضعیت غیرعادی سریعتر رخ می‌دهد. دلیل این نکته به صورت مقابل می‌باشد: با توجه به تعریف ARL که متوسط تعداد نقاطی است که بر روی نمودار کنترل رسم شود تا یک نقطه خارج از کنترل قرار گیرد، می‌باشد چون ARL_0 (یعنی فرآیند تحت کنترل است) اگر عدد به دست آمده کمتر شود، با توجه به اینکه فرآیند تحت کنترل است، ولی هشدار اشتباهی به ما داده (که اصطلاحاً به این موضوع چوپان دروغگو گویند). از طرفی هرچه ARL_1 کمتر باشد، چون فرآیند خارج از کنترل می‌باشد پس ما زودتر می‌توانیم وضعیت غیرعادی که هدف اصلی ARL می‌باشد را کشف نماییم.

نکته: با توجه به موضوع گفته شده ، ما همواره دوست داریم ARL_α بیشتر و ARL_β کمتر باشند.

نکته: رابطه β با ARL_β مستقیم است ولی رابطه α با ARL_α عکس هم هستند.

دلیل: به سادگی از فرمول مشخص است (مثلاً α زیاد گردد، مخرج کسر ۱/α زیاد شده و عدد حاصله کوچکتر می‌شود). از طرفی اگر β زیاد شود ۱-β کاهش و کسر ۱/۱-βبزرگ خواهد شد و داریم ARL_β زیاد شده است.(β با ARL_β رابطه مستقیم دارد.

تست: طول دنباله *(RL)* یعنی تعداد نقاطی است که روی نمودار کنترل ترسیم شود تا یک نقطه خارج از کنترل قرار گیرد.اولاً توزیع *RL* کدام است؟ ثانیاً اگر میانگین *RL* ۲۰ باشد واریانس *RL* کدام است؟

۱)پوآسون ۱۹۰ ۲)هندسی ۳۸۰

۳)هندسی ۱۹۰ ۴)پوآسون ۳۸۰

جواب: همیشه سعی کنیم اول ببینیم **سوال چی میخواد** و بعد بریم برای حلش از اطلاعات مساله موارد مورد نیاز را استخراج کنیم.

بزن که بریم و حدس بزنیم تو این سوال طراح از ما چی میخواد.

سوال **واریانس توضیح هندسی** را میخواد و میدونیم که واریانس توضیح هندسی برابر با $\frac{1-P}{P^2}$ پس برای حلش نیاز داریم از

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

اطلاعات مساله p را بدست بیاریم. در صورت سوال گفته میانگین برابر ۲۰ یعنی $\frac{1}{p} = 20$ خوب پس p به راحتی بدست میاد و بعدش کافیه جا گذاری کنیم. $\frac{(1-\frac{1}{20})}{\frac{1}{20}}$ پس جواب میشه ۳۸۰

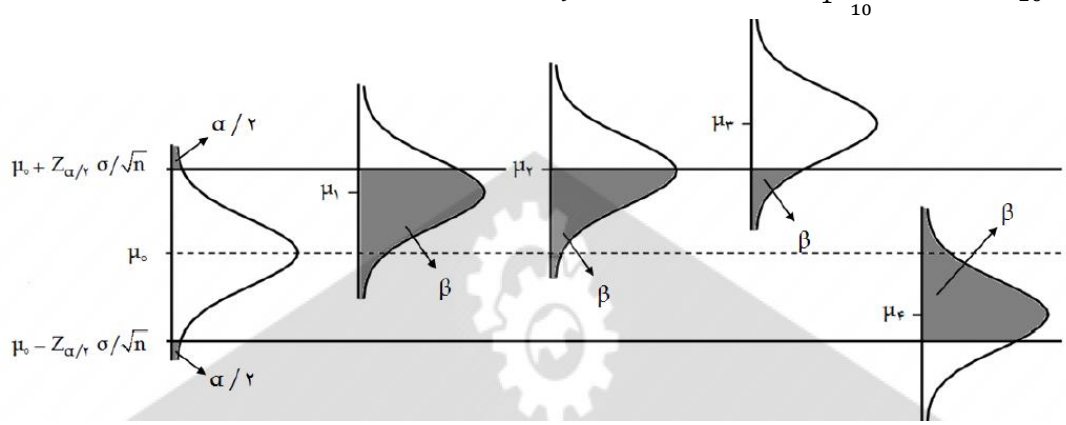
تست۶- تغییری در میانگین فرآیند رخ داده است، اگر احتمال اینکه این تغییر بوسیله ۲ نمونه اول نمودار کنترل $\dot{X}$ کشف نشود برابر ۰/۰۱ باشد، متوسط تعداد نقاطی که روی نمودار کنترل رسم میشود تا یک نقطه خارج از حدود کنترل بیفتد در این حالت کدام است؟

۱) ۱۰\۹ ۲) ۹\۱۰ ۳) ۱\۱۰ ۴) ۱۰

سوال از ما چی میخواد؟؟

مطمنا دارین میگین *ARL* دیگه. آفرین، حالا ARL_0یا ARL_1 ؟؟

چون گفته **تغییر** در فرایند رخ داده، قبلا هم گفتیم با شکل ها هر وقت بگه تغییر اتفاق افتاده حتی به اندازه **سر سوزن** ما با خطای **نوع دوم** سرو کار داریم یعنی بتا، پس ARL_1 منظورشه، بنابراین سوال $ARL_1 = \frac{1}{1-\beta}$ را میخواد. پس باید به ناچار β را از اطلاعات سوال بدست بیاریم. تو صورت سوال گفته **۲ نمونه** اول تغییر را پیدا **نکنیم**، این یعنی چی؟؟ قطعا با همون شکلی که گفتم بخاطر بسپارین (برای تکرار و اهمیت موضوع، شکل را یه بار دیگه در زیر آوردم) دارین میگین که دو نمونه اول باید **داخل حدود کنترل** باشن، چون اگه بیرون بیفته ما میریم دنبال علتش و قضیه را متوجه میشیم (مثلا آژیر ماشین ما صدا بده ما متوجه میشیم که اتفاقی افتاده، اینجا از حدود بیفته بیرون معادل صدا دادن آژیر ماشین ماست) قطعا میدونین که داخل حدود کنترل معادل با β است. بنابراین اولی و دومی باید داخل حدود کنترل باشن، یعنی $\beta * \beta$ پس $\beta^2 = \frac{1}{100}$ بنابراین $\beta = \frac{1}{10}$ بنابر این $ARL_1 = \frac{1}{1-\frac{1}{10}}$ جواب میشه $\frac{10}{9}$



نکته: در بعضی مواقع محاسبه *ARL* بر حسب تعداد **محصولات مورد نیاز** (مثلا I تایی) تا پی بردن به وجود یک تغیر در فرآیند بر معیار متوسط تعداد نمونه ها ترجیح داده می‌شود. اگر اندازه نمونه n باشد، رابطه بین I و *ARL* به صورت زیر خواهد بود.

$$I=n.ARL$$

نکته : معیار دیگری که برای ارزیابی عملکرد فرآیند وجود دارد **متوسط زمان تا هشدار** است. این معیار تعداد مراحل مورد نیاز تا مشاهده یک هشدار بر روی نمودار کنترل را نشان می‌دهد. اگر نمونه ها در **فاصله زمانی** ثابت h تهیه گردد، آنگاه :

$$ATS=h.ARL$$

فراوانی نمونه گیری ۲ساعت است. منظور ۲ساعت یکبار نمونه می‌گیریم.

تست ۷- اگر تعداد محصولات مورد نیاز برای پی بردن به وجود تغییری به اندازه ۲σ در میانگین فرآیند برابر ۵۰ باشد و اندازه نمونه داخل هر زیر گروه برابر ۵ باشد.احتمال پی بردن به وجود این تغییر حداکثر به وسیله دومین نمونه بعد از ایجاد تغییر را محاسبه کنید؟

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۰۹ ۳) ۰/۱۹ ۴) ۰/۰۱

سوال چی میخواد؟؟

خوب معلومه $P(X \leq 2)$ را میخواد. دقت کنید که اینجا هم **فرایند تغییر کرده** و با خطای β سر و کار داریم پس خواسته سوال $P(X \leq 2) = P(X = 1) + P(X = 2) = 1 - \beta + \beta * (1 - \beta)$ پس باید β از اطلاعات مساله پیدا کنیم.

از اطلاعات مساله و فرمول $I = n * ARL$ داریم، $I = n * ARL = 50 = 5 * \frac{1}{1-\beta}$ بنابراین $\beta = \frac{9}{10}$ پس جواب تست میشه $1 - \beta + \beta * (1 - \beta) = 0.1 + .9 * .1 = \frac{19}{100}$

تست- در یک نمودار کنترل $\dot{X}$، زمانیکه میانگین فرآیند به اندازه σ در میانگین فرآیند حالت خارج از کنترل را کشف کند؟

۱) ۷\۱۶ ۲) ۱۵\۱۶ ۳) ۳\۱۶ ۴) ۱\۴

تست: چناچه فرآیندی خارج از کنترل باشد ولی احتمال پذیرش هر نمونه در آن ۷۵٪ باشد و طی یک ساعت به خارج از کنترل بودن آن پی ببریم بایستی هرچند دقیقه نمونه بگیریم؟

۱) هر ۱۰ دقیقه نمونه بگیرم ۲) هر ۱۵دقیقه نمونه بگیریم
۳) هر ۲۰ دقیقه نمونه بگیریم ۴) هر ۳۰ دقیقه نمونه بگیریم

سوال چی میخواد؟؟

فراوانی نمونه گیری یعنی h را میخواد، باتوجه به اطلاعات مساله به سادگی مشخصه که رابطه ATS=h*ARL مورد استفاده هست. حالا کدوم *ARL*؟؟ *ARL0* یا *ARL1*؟؟ قطعا دارین میگین ما دیگه حرفه ای شدیم و میدونیم هر وقت که حرف تغییر به میون اومد بحث خطای بتا هست. پس اینجا *ARL1* میشه. گفته احتمال پذیرش برابر ۰.۷۵ یعنی کدوم قسمت؟ β یا $1 - \beta$؟؟ اره درست گفتی، باتوجه به شکل یادتونه که فضای داخل حدود کنترل درصورت تغییر فرایند β بود. حالا بریم بعد تفسیر این سوال، حلش کنیم.

حل: از اطلاعات مساله داریم $\beta = \frac{3}{4}$,*ATS=1* بنابراین $ATS = h * ARL_1 = 1 = h * \frac{1}{1-\frac{3}{4}} \rightarrow h = \frac{1}{4}$ یا ۱۵ دقیقه

(دقیقا همین سوال، تست صنایع ۹۶ بوده)لازم به ذکره که ۸ سوال از ۱۰ سوال کنکور ۹۶ عینا تو جزوه بوده. پس جزوه را با دقت بخونین. آفرین به شما.

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

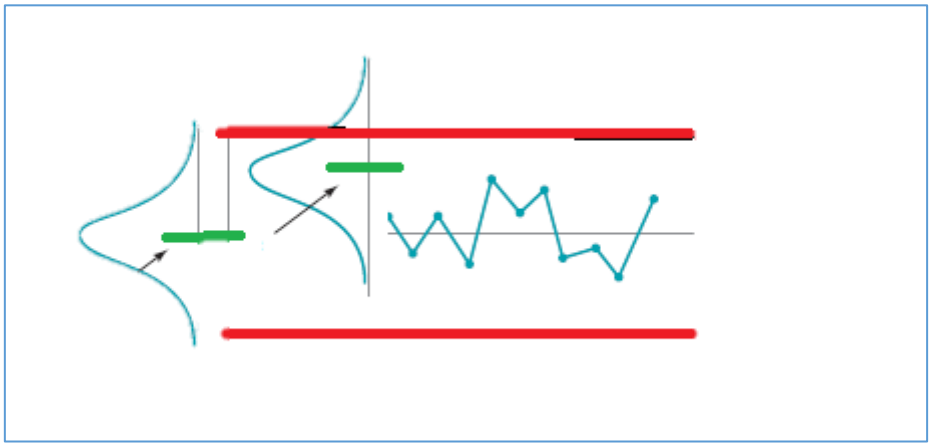
۲-۷- سوال؟؟؟ آیا خطای آلفا، بتا، متوسط طول دنباله، ضریب حدود کنترل، منحنی مشخصه‌ی عملکرد، و ... ارتباطی با هم دارند؟؟($\alpha, \beta, ARL, ATS, I, K, OC$)

در این بخش، قصد پاسخ به سوال بالا هستیم و بعد چندتا تست باهم حل میکنیم و مطمنا بعدش سوال کنکور این قسمتو خودتون بعنوان تمرین حل میکنید.

نکته۱: خطای آلفا **تنها** و **تنها** به ضریب حدود کنترل یعنی k بستگی دارد و مستقل از **میانگین** (μ)و **واریانس**(σ) و **اندازه نمونه**(n) است.

این نکته، **دو بار** تا حالا سوال کنکور صنایع بوده، حالا بیاین بصورت مفهومی با یه مثال بحث کنیم چرا؟ فرض کنید میانگین فرایند ۵ و انحراف معیار فرایند ۱ هست، اگر ضریب حدود کنترل یعنی k برابر ۳ باشه، از فصل اول به یاد داریم که احتمال پذیرش برابر بود با ۰.۹۹۷۳ و خطای آلفاش میشد ۰.۰۰۲۷ و اگر $k=2$ بود احتمال پذیرش برابر میشد با ۰.۹۵۴۵ و آلفاش میشد ۰.۰۴۵۵پس به مقدار k وابسته هست، حالا اگه میانگین ۱۰ بشه و انحراف معیار مثلا ۵، آیا با ضریب $k=3$ احتمال پذیرش تغییر میکنه؟ قطعا میگین نه و باز هم احتمال پذیرش همون ۰.۹۹۷۳ هست، و الفا همون ۰.۰۰۲۷پس نتیجه میگیریم خطای آلفا به میانگین و واریانس ربطی نداره، ایشالا تو فصل بعد وقتی روش بدست آوردن حدود کنترل را یاد گرفتیم دلیل بی تاثیری n را هم متوجه میشیم.

نکته۲: باز یا بسته شدن حدود کنترل تاثیری در افزایش و کاهش مقدار خطای آلفا و بتا دارد.



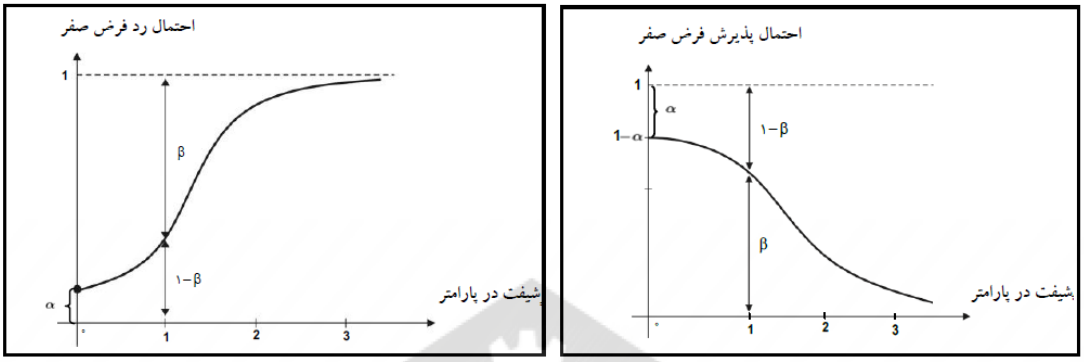
اگر حدود کنترل (خط قرمز) را تنگ تر کنیم در حالتی که فرایند تحت کنترل است(یعنی خط سبز وسط نموداره) خطای آلفا بیشتر میشه (آلفا تو این حالت خارج بازه خط قرمزه که نسبت به حالت بدون تغیرش افزایش پیدا میکنه) و اگر بازتر کنیم، عکس حالت قبل اتفاق میافته. وقتی **میانگین** یا هر پارامتر دیگه فرایند **تغییر** میکنه، مطمنا میدونیم که با خطای **بتا** سرو کار داریم (حالتی تو شکل که خط سبز وسط نیست) از روی شکل میدونیم که بین خط قرمز را تو این حالت خطای بتا میگیم، پس اگر حدود کنترل را جمع تر یا تنگ تر کنیم، خطای بتا کاهش پیدا میکنه و اگر حدود را بازتر کنیم، خطای بتا افزایش پیدا میکنه.

نکته۳:

$$\alpha \uparrow \rightarrow k \downarrow \rightarrow \beta \downarrow \rightarrow (1-\beta) \uparrow \rightarrow ARL_1 \downarrow$$

$$\alpha \downarrow \rightarrow k \uparrow \rightarrow \beta \uparrow \rightarrow (1-\beta) \downarrow \rightarrow ARL_1 \uparrow$$

نکته۴: باتوجه به منحنی OC می‌توان خطای آلفا و بتا را بدست آورد و بعد می‌توان ARL و یا I و ATS را بدست آورد.



دقت کنید شکل سمت چپ منحنی توان هست (چون محور عمودی احتمال رد فرض صفره) و منحنی سمت راست منحنی مشخصه عملکرد. (محور عمودی احتمال پذیرش فرض صفره).

نکته۵: متوسط زمان هشدار در حالت تحت کنترل یعنی (ATS_0) به چه چیزی وابسته است؟؟

طبق فرمول می‌دانیم $ATS_0 = h * ARL_0$ پس به h (فراوانی نمونه گیری) وابسته است و ضمنا می‌دانیم $ARL_0 = \frac{1}{\alpha}$

پس به آلفا وابسته است و ضمنا از نکته ۱ یاد گرفتیم که آلفا تنها و تنها به ضریب حدود کنترل یعنی k وابسته است پس میشه نتیجه گرفت که ATS_0 به k وابسته است.

بنابراین بصورت خلاصه می‌توان شبیه استدلال نکته ۵ مطالب زیر را برای حالت وابستگی نوشت.

$$ATS_0 \begin{cases} \alpha \Leftrightarrow k \\ h \end{cases} \qquad I_0 \begin{cases} \alpha \Leftrightarrow k \\ n \end{cases}$$

$$ATS_1 \begin{cases} n \\ \alpha \Leftrightarrow k \\ shift \\ h \end{cases} \qquad I_1 \begin{cases} n \\ \alpha \Leftrightarrow k \\ shift \end{cases}$$

نکته ۶: در نمودار کنترل $\overline{X}$ اگر بخواهیم اندازه نمونه را طوری تغییر دهیم که به ازای مقادیر جدید L خطای β تغییر نکند، داریم:

$$L_1\sqrt{n_1} = L_2\sqrt{n_2}$$

در رابطه بالا L میزان تغییر و n اندازه نمونه است.

تست: یک مشخصه کیفی دارای توزیع نرمال با پارامترهای μ, σ است که برای کنترل میانگین آن از نمودار کنترل $\overline{X}$ با حدود k انحراف معیار و اندازه نمونه n استفاده شده است. اگر فرایند خارج از کنترل باشد کدام گزینه در مورد یا متوسط طول دنباله در حالت خارج از کنترل غلط است؟

۱- ARL_1 تابع نزولی از n است

۲- ARL_1 تابع نزولی از k است

۳- ARL_1 تابع نزولی از شیفت در میانگین است

۴- ARL_1 تابع نزولی از احتمال خطای نوع یک است.

پاسخ: با افزایش α و n میزان شیفت مقدار β کم، $(1-\beta)$زیاد و ARL_1 کم می‌شود. بنابراین ARL_1 تابع نزولی از شیفت و α و n است. ولی با افزایش k چون α کم می‌شود، ARL_1 تابع صعودی از k است. پس گزینه ۲ جوابه.

$$\alpha \uparrow \rightarrow k \downarrow \rightarrow \beta \downarrow \rightarrow (1-\beta) \uparrow \rightarrow ARL_1 \downarrow$$
$$\alpha \downarrow \rightarrow k \uparrow \rightarrow \beta \uparrow \rightarrow (1-\beta) \downarrow \rightarrow ARL_1 \uparrow$$

کنکور صنایع ۹۱: ویژگی کیفی x در شرایط وجود کنترل آماری دارای تابع توزیع احتمال نرمال با امید ریاضی μ و انحراف معیار σ است. نمودار کنترل $\overline{X}$ با اندازه نمونه n و حدود کنترل $\mu \pm L\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ برای نظارت بر ویژگی کیفی x را در نظر بگیرید. فرض کنید پذیرفته نبودن کنترل آماری هنگامی صورت بگیرد که در m نقطه پشت سر هم روی نمودار کنترل حداقل یک نقطه خارج از حدود کنترل باشد. برای این آزمون بودن یا نبودن کنترل آماری کدام گزینه صحیح است؟

۱- احتمال خطای نوع یک آزمون تابع صعودی از m است.

۲- احتمال خطای نوع دوم این آزمون تابع صعودی از m است.

۳- احتمال خطای نوع دوم برابر ((احتمال خطای نوع اول) -1)

۴- احتمال خطای نوع دوم این آزمون تابع نزولی از L است.

پاسخ: یه بار به سوال دقت کنیم گفته که اگر یک نقطه از m نقطه خارج از حدود کنترل قرار بگیره فرایند خارج کنترله. حالت زیر را در نظر بگیرید. فرض کنید که $m=1$ و $m=200$ باشه، حالا اگه فرایند تحت کنترل باشه، میدونیم که با خطای نوع اول سرو کار داریم. حالا بنظر شما زمانیکه یه نمونه میگیریم و در نمودار کنترل رسم میکنیم در مقابل ۲۰۰ نمونه بگیریم و هر ۲۰۰ نمونه را در حدود کنترل رسم کنیم، شانس کدوم حالت برای بیرون حدود کنترل قرار گرفتن بیشتره؟؟ قطعا میگین که کاملا واضح هست دیگه که میشه ۲۰۰، خوب اگه جای ۲۰۰ ، $m=10000$ باشه چطور؟ به راحتی میتونین نتیجه بگیرین که وقتی فرایند تحت کنترله، m زیاد میشه، شانس خارج کنترل شدن بیشتر میشه و یعنی هشدار اشتباه بیشتری میده (چوپان دروغگو) پس میشه نتیجه گرفت که احتمال خطای نوع یک آزمون تابع صعودی از m است. و گزینه ۱ صحیح است. اما دلیل غلط بودن گزینه ۲ چیه؟ وقتی فرایند خارج کنترله و یعنی با خطای سر رو کار داریم، وقتی m زیاد میشه، شانس خارج شدن نقاط از حدود کنترل بیشتره و ما زودتر این تغییر را متوجه میشیم در واقع () زیاد میشه و کم میشه و میشه نتیجه گرفت که احتمال خطای نوع دوم این آزمون تابع نزولی از m است.

گزینه ۴ هم غلطه، از مفاهیم درس میدونیم که ضریب حدود کنترل زیاد شه، بتا افزایش پیدا میکنه، پس نتیجه میگیریم که احتمال خطای نوع دوم این آزمون تابع صعودی از L است. نه نزولی.

پاسخ نهایی تست: گزینه ۱ هست. (مشابه این تست تو آزمونا زیاد سوال میاد، خوب این بخش را یاد بگیرین)

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

کنکور صنایع آزاد ۹۱: از یک نمودار کنترل با حدود ۳ انحراف معیار و اندازه نمونه ۹ به جهت کنترل میانگین یک مشخصه کمی استفاده می‌شود. این نمودار با تعداد نمونه درنظر گرفته شده برای آن می‌تواند تغییری معادل یک سیگما را با احتمال $(1-\beta)$ شناسایی نماید. پس از مدتی، مدیریت کیفیت تصمیم می‌گیرد اندازه نمونه را تغییر دهد. اگر بخواهیم در وضعیت جدید تغییری معادل ۱.۵ سیگما را با همان قدرت $(1-\beta)$ کشف کنیم، اندازه نمونه چه مقداری می‌تواند باشد؟

۱) ۱۰ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) پاسخ به مقدار β بستگی دارد

پاسخ:

دقت کنین سوال از ما اندازه نمونه در وضعیت جدید را میخواد، ضمنا گفته که **احتمال کشف یکسان** باشه، هر وقت این جمله را گفت ما به یاد نکته ۶ میافتیم که بصورت $L_1\sqrt{n_1}=L_2\sqrt{n_2}$ بود. بنابرای داریم.

$$L_1\sqrt{n_1}=L_2\sqrt{n_2}=1*\sqrt{9}=1.5*\sqrt{n_2}\Rightarrow n_2=4$$

۲-۸- انتخاب حدود کنترل:

این بخش، دو بار بصورت مفهومی سوال کنکور صنایع بوده، کمی بادقت بیشتر بخونین.

یکی از تصمیمات مهم در **طراحی یک نمودار کنترل**، تعیین حدود کنترل است. از دیدگاه پروفسور مونتگومری، با دور کردن حدود کنترل از خط مرکز، احتمال خطای نوع I و یا بعبارت دیگر رسم یک نقطه در پشت حدود کنترلی در حالی که هیچ انحراف با دلیلی وجود ندارد، کاهش می‌یابد. از طرف دیگر، افزایش فاصله‌ی بین حدود کنترل سبب می‌شود خطای نوع II و یا بعبارت دیگر ریسک رسم یک نقطه بین حدود کنترل طمانی که فرایند در حالت خارج از کنترل به سر می‌برد، افزایش یابد. اگر حدود کنترل به خط مرکز نزدیک شوند، اثر معکوسی به وجود می‌آید؛ احتمال خطای نوع I افزایش، ولی احتمال خطای نوع II کاهش می‌یابد.

البته، نیاز به تذکر است که، بند فوق، در رابطه با زمانی است که می‌خواهیم نمودار کنترل را طراحی نماییم، در واقع همان سیاست فرایند را شامل می‌شود که باید تعیین نماییم چه میزان خطای I برای فرایند قابل قبول است. ولی پس از تعیین مقدار خطای I مدنظر، این مقدار ثابت می‌ماند و تحت تاثیر سایر پارامترها نمی‌توان آنرا تغییر داد و بر خلاف آن خطای نوع II را می‌توان با تغییر اندازه‌ی نمونه n تغییر داد.

نکته خیلی خفن: بطور کلی تنگی یا گشادی حدود کنترل تابعی از خطای نوع I (α) و یا اندازه‌ی نمونه است. با بیشتر در نظر گرفتن α یا بیشتر کردن اندازه‌ی نمونه (n) حدود کنترل تنگ‌تر می‌شود و با کمتر درنظر گرفتن هر کدام از این عوامل حدود کنترل بازتر می‌شوند. ولی خطای α و اندازه‌ی نمونه (n) هیچ تاثیر و ارتباطی بایکدیگر ندارند و اگر α تعیین شد و فاصله‌ی بین حدود کنترل تحت تاثیر اندازه‌ی نمونه (n) تغییر داده شد، این تغییرات هیچ‌گونه تاثیری روی مقدار α نخواهد گذاشت.

۲-۸-۱- تعیین حدود کنترل از دیدگاه هزینه:

باتوجه به مطالب بحث شده، اگر هزینه‌ی ناشی از خطای α برای سازمان زیاد باشد، حدود کنترل از هم فاصله می‌گیرند و بازتر می‌شوند و اگر هزینه‌ی ناشی از خطای نوع II (β) زیاد باشد، می‌توان این هزینه را با زیاد کردن اندازه‌ی نمونه (n) یا زیاد کردن مقدار خطای نوع I (α) حدود را تنگ‌تر نموده و خطای β را کاهش دهیم.

تست ۱- در مرحله انتخاب حدود کنترل اطلاعات زیر را در اختیار داریم:

هزینه زنگ خطر اشتباهی> هزینه پذیرش محصول معیوب

هزینه‌ی افزایش اندازه نمونه> هزینه پذیرش محصول معیوب

اگر هزینه‌های ناشی از خطای α مهمتر از هزینه‌های ناشی از خطای β برای سازمان باشد. ولی هزینه‌های ناشی از خطای β نیز محدود نباشد. کدام استراتژی مناسب است؟

۱- حدود کنترل در ابتدا بازتر درنظر گرفته شود و خطای نوع II با افزایش اندازه‌ی نمونه کنترل شود.
۲- حدود کنترل فشرده درنظر گرفته شود و افزایش اندازه نمونه نداشته باشیم.
۳- حدود کنترل بازتر درنظر گرفته شود و شرکت هزینه‌های ناشی از خطای نوع II را متحمل شود.
۴- هر سه گزینه می‌تواند جواب سوال باشد.

پاسخ: گزینه ۳: زمانیکه هزینه‌های ناشی از خطاهای α برای سازمان **بسیار مهم** است، ابتدا در سیاست گذاری مقدار خطای α مورد قبول را تعیین می‌کنن و به ازای **اندازه نمونه‌ی** مشخص فاصله بین حدود کنترل را تعیین می‌کنن. در واقع سعی میکنن α را **خیلی کوچک** انتخاب کنن (یعنی ضریب حدود کنترل را به جای ۳ مثلا ۵ بگیرن و حدود کنترل **بازتر** شه، مشابه این مفهوم تست کنکور صنایع ۹۱) در اینجا چون، هزینه‌ی **افزایش نمونه‌گیری** برای سازمان **زیاده،** پس اندازه نمونه را هم زیاد نمی‌کنیم (گزینه ۱ غلطه) بنابراین بهتره سازمان هزینه‌های ناشی از خطای β را تحمل کنه. گزینه ۲ غلطه، چون در اینصورت هشدار اشتباه زیاد میشه و یعنی خطای α زیاد میشه، گزینه ۴ هم که کلا غلطه

تست ۲- در تست قبل اگر یکی از اطلاعات بصورت زیر تغییر کند و اهمیت ناشی از خطای β برای سازمان بسیار بالا باشد، کدام گزینه صحیح است؟

هزینه پذیرش محصول معیوب >> هزینه‌ی افزایش اندازه نمونه

۱- حدود کنترل در ابتدا بازتر درنظر گرفته شود و با افزایش اندازه نمونه خطای نوع β کنترل شود.
۲- حدود کنترل فشرده درنظر گرفته شود و اندازه نمونه هم افزایش داده شود تا خطای α کنترل شود.
۳- حدود کنترل بازتر درنظر گرفته شود و شرکت هزینه‌های ناشی از خطای نوع II را متحمل شود.
۴- حدود کنترل فشرده درنظر گرفته شود و شرکت هزینه‌های ناشی از خطای نوع I را متحمل شود.

پاسخ گزینه ۱: در اینجا دقت کنید که افزایش اندازه نمونه هزینش کمتر از هزینه اقلام معیوبه. پس بهتره که افزایش اندازه نمونه را داشته باشیم. مابقی تفسیرها مانند سوال بالاست. حالا بعنوان تمرین این سوال را بصورت های مختلف تغییر بدین و تحلیل کنین. بعنوان مثال مشابه این سوال در ذیل بعنوان کنکور صنایع ۹۱ اومده که آرش برهانی برای شما حلش میکنه.

تست ۳ صنایع ۹۱: کم بودن خطای نوع اول (α) در نمودار کنترل یک خواسته کارشناسی است. دلیل داشتن این خواسته کدام است؟

۱- هرچه α کوچکتر باشد هنگامی که نمودار کنترل، بودن آماری را تشخیص می‌دهد، با اطمینان بیشتری درستی تشخیص پذیرفته می‌شود.

۲- هرچه α کوچکتر باشد هنگامی که نمودار کنترل، نبودن کنترل آماری را تشخیص می‌دهد، با اطمینان بیشتری درستی تشخیص پذیرفته می‌شود.

۳- مقدار α نشان دهنده نسبت ناسالم فرایند است و کم بودن آن مطلوب است.

۴- با کم شدن α هر تغییر در فرایند در زمان کمتری توسط نمودار کنترل کشف می‌شود.

تو این مثال قصد جسارت ندارم، فقط این مثال جنبه یادگیری داره و من از آرش آقای گل معذرت خواهی میکنم و اینو بذاره به حساب کل کل پرسپولیسی بودنم.

این آقا را که میشناسید؟؟ آرش برهانی اومده تا این سوال کنکورو براتون حل کنه. جدی میگم باور نمی‌کنید؟ پس بریم داستانو بخونیم و ببینیم که چطور این سوالو با زدن پنالتی قشنگش حل میکنه. (یه بار هم پنالتی عجیب غریب تو بازی مهم زده که اوت شد)

دو خط حدود کنترل (UCL,LCL) را بعنوان **دو تیرک عمودی** تو بازی فوتبال در نظر بگیرین و خطای آلفا، **خارج از تیرک** دروازه فوتبال هست (یعنی اوت شدن). این سوال گفته که آلفا میخواد کم شه، قطعا میدونید که ما برای اینکار باید تیر دروازه ها را با فاصله بیشتری نسبت به حالت معمول بکاریم تا آلفای ما کم شه. مثلا بجای ۷ متر ، دروازه را ۷۰۰ متر کنیم. حالا آقای آرش برهانی (آقای گل، بخندین بهش، چون استقلالیه و الانم پنالتی عجیبی را برای ما میزنه)، فرض کنید آقا آرش پنالتی خودشو با اینکه **دروازه ۷۰۰ متر** شده و **دروازبان نداریم**، توپ را **بیرون بزنه** (خارج از حدود کنترل)، بنظر شما در اینصورت **وضعیت عادیه**؟ شما در مورد این فرد و **اوت کردن** پنالتیش چه قضاوتی میکنید؟ مسلما میگین وضعیت عادی نیست، اصلا مگه امکان داره کسی با این شرایط پنالتی رو اوت بزنه؟؟ ممکنه هزارتا دلیل بیارین که چرا این پنالتی اوت شد مثلا فکر میکنین که طرف کوره، پاش مشکل داره و یا هزار چیز دیگه. چون واقعا **خیلی خیلی بعیده** که آدم دروازه به این بزرگی، پنالتیش **اوت بشه (خارج از حدود کنترل بعبارتی نبودن کنترل آماری)**، حتی با **چشم بسته** هم میشه **گلش کرد**. حالا از این داستان این نتیجه را میگیریم که اگر **آلفا خیلی کم باشه** و **باز هم** ما وضعیت **خارج کنترل** دیدیم (پنالتی اوت شد). قطعا یه **مشکلی** تو فرایند **هست** و وضعیت **غیر عادیه** بنابراین گزینه ۲ صحیح هست.

۲-۹- انتخاب اندازه‌ی نمونه و فراوانی نمونه‌گیری:

از دیدگاه کتاب مونتگومری، در طراحی نمودار کنترل، اندازه‌ی نمونه، فراوانی نمونه‌گیری و حدود کنترل $(n,\ h,\ k)$ باید مشخص باشد. به طور کلی اندازه نمونه‌های بزرگ سرعت پی بردن به تغییرات را در فرایند افزایش می‌دهند. در واقع بسته به میزان بزرگی تغییری که در بروز آن، می‌خواهیم آن را متوجه شویم (دقت مورد نظر) اگر اندازه این تغییرات نسبتا زیاد باشد،

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

آنگاه اندازه‌ی نمونه مورد نیاز کوچک تر از اندازه نمونه‌ای خواهد بود که برای پی بردن به وجود تغیرات کوچک مورد نیاز است. یعنی با افزایش اندازه نمونه (n)، خطای نوع ۲ (β) کاهش می‌یابد و با کاهش n، خطای نوع ۲ (β) افزایش می‌یابد.
یکی از روش‌های بدست آوردن اندازه نمونه در مسائل محاسباتی، درصورت مشخص بودن α و β استفاده از فرمول زیر است.

$$n \cong \frac{(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 \sigma^2}{\delta^2}$$

که در رابطه فوق انحراف معیار فرایند و ، اندازه شیفت از میانگین برحسب واحد انحراف معیار می‌باشد. لازم به ذکر است که روش‌های متعدد دیگری نیز برای یافتن اندازه‌ی نمونه وجود دارند، که در فصل های بعدی مطرح می‌گردند. ضمنا از درس آمار به یاد داریم که اگر آزمون فرض یکطرفه باشد، در فرمول بالا بجای $Z_{\alpha/2}$، Z_{α} را قرار می‌دهیم.

تست: در یک نمودار کنترل مقدار خطای نوع ۱ برابر ۰.۰۵ فرض می‌شود، اگر بخواهیم، تغییرات به اندازه 2σ به سمت بالا را با احتمال ۹۷.۵٪ کشف کنیم، چه اندازه نمونه‌هایی در هر زیر گروه لازم است؟($Z_{0.025} \cong 2$ ، $Z_{0.05} \cong 1.645$ ، $Z_{0.0135} \cong 2.21$)

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲.۵ ۴) ۱

حل: دقت کنید در صورت سوال گفته، تغییرات به سمت بالا، پس فرض سوال یکطرفه است، در نتیجه در فرمول n از Z_{α} استفاده می‌کنیم.

$$n \cong \frac{(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 \sigma^2}{\delta^2} = \frac{(2+2)^2 \sigma^2}{(2\sigma)^2} = 4$$

تست صنایع ۹۱: در طراحی یک نمودار کنترل شوهارت برای میانگین، اندازه نمونه چقدر باشد تا به ازای میانگین ۱۰۰متوسط طول تسلسل یا دنباله برابر ۵۰۰ و به ازای میانگین ۱۰۲ متوسط طول تسلسل برابر ۲ شود؟ (فرض کنید انحراف معیار در هر دو حالت ثابت و برابر ۲.۵ است.) ($Z_{0.001} = 3, Z_{0.002} = 2.88, Z_{0.01} = 2.33, Z_{0.02} = 2.05$)

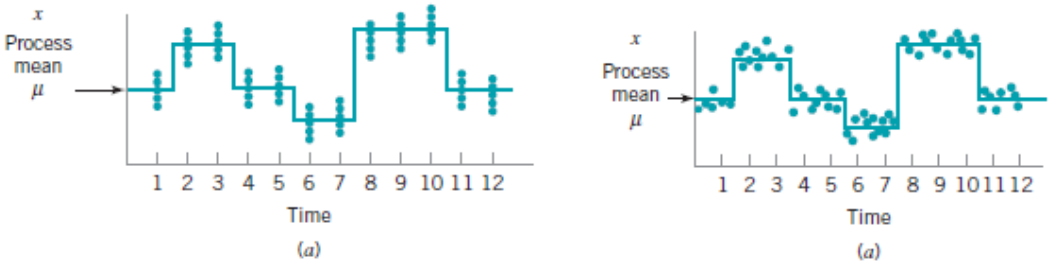
۱) ۲۴ ۲) ۲۲ ۳) ۱۸ ۴) ۱۱

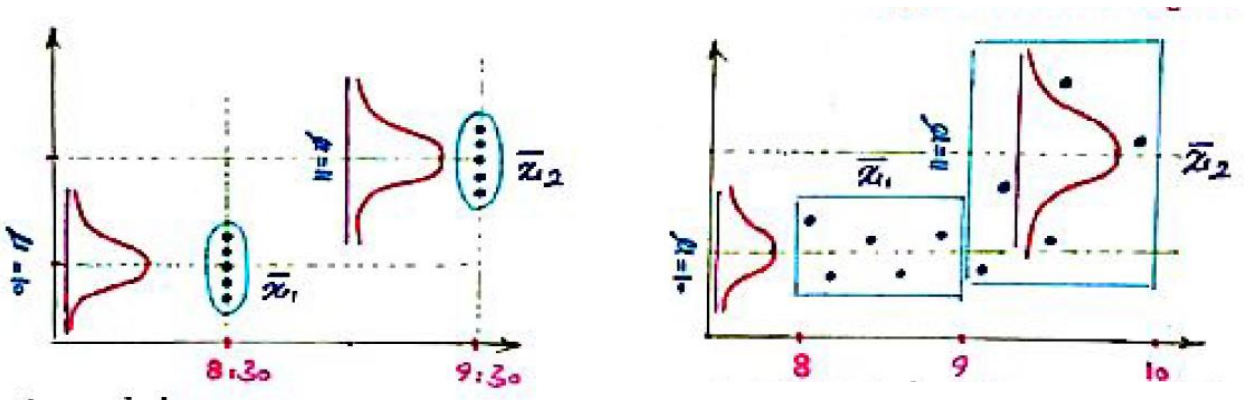
این تست دقیقا مشابه تست بالا هست. پس دمتون گرم بعنوان تمرین خودتون حل کنین. به جواب نرسیدن که قطعا میتونین حل کنین، تو گروه تلگرامی باهم حلش میکنیم.

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

۲-۱۰- انتخاب استراتژی نمونه گیری (زیرگروه منطقی)





در مبحث قبل در مورد تعیین اندازه نمونه و فراوانی نمونه‌گیری (فاصله بین دو نمونه‌گیری) صحبت کردیم، حال سوال اینجاست که، اعضای هر نمونه (داده‌ها) با چه رویکرد و فاصله زمانی نمونه‌گیری شوند، به طور کلی، این موضوع به این معناست که **زیرگروه‌ها یا نمونه‌ها** باید طوری انتخاب شوند تا درصورت **خطاهای با دلیل**، اختلاف **بین زیرگروه‌ها** یا نمونه‌ها (یعنی اختلاف بین دو یا چند نمونه) **حداکثر** و **اختلاف درون** داده‌های زیرگروه (نمونه‌ها) **حداقل** شود. معمولا برای نمونه گیری از فرایندها (تهیه زیرگروه‌های منطقی) **دو رویکرد** وجود دارد، فرض کنید طراحی سیستم به گونه‌ای است که قرار است، در هر ساعت ۵ نمونه از فرایند برداشته شود. **رویکرد اول** بر این اساس است که در **یک مقطع** از زمان هر ۵ نمونه را برداریم و **نتیجه** را روی نمودار کنترل رسم کنیم (شکل a و سمت چپ) و **رویکرد دوم** بر این مبناست که هر ۱۲ دقیقه یک نمونه برداریم (شکل سمت راست). بعبارت دیگر ۵ نمونه را در طول ۱ ساعت برداریم.

مزایا و معایب هر دو رویکرد به صورت زیر خلاصه می‌شود.

۲-۱۰-۱- در روش اول یا در واقع زیرگروه‌های نوع ۱:

۱- نمونه شامل واحدهایی است که به طور همزمان (یا از لحاظ زمانی خیلی نزدیک بهم) تولید شده‌اند.

۲- شانس ایجاد تغییرات در داخل هر نمونه حداقل و شانس ایجاد تغییرات بین گروه‌ها اگر خطای بادلیل وجود داشته باشند، حداکثر می‌شود.

۳- این روش اساسا، تصویری از فرایند در هر مقطعی که نمونه تهیه می‌گردد فراهم می‌سازد.

۴- کاربرد این روش زمانی است که بخواهیم از نمودار کنترل، برای پی بردن به وجود تغییرات در فرایند استفاده کنیم.

۵- این روش باعث می‌گردد، تا بتوان تخمین بهتری از انحراف معیار فرایند، زمانی که نمودارهای کنترل برای متغییرها استفاده می‌شود بدست آورد.

۲-۱۰-۲- در روش دوم یا در واقع زیرگروه‌های نوع ۲:

۱- کاربرد این روش اساسا، برای زمانی است که میخواهیم از نمودارهای کنترل به منظور تصمیم گیری در مورد پذیرش یا رد، کلیه اقلام تولید شده که از زمان آخرین نمونه تا به حال تولید شده‌اند، تصمیم‌گیری کرد.

۲- هر نمونه به عنوان نماینده‌ای از کلیه واحدهایی که از زمان تهیه‌ی آخرین نمونه تا به حال تولید شده‌اند، درنظر گرفته می‌شود.

تست: زمانی که بخواهیم از نمودار کنترل برای پی بردن به وجود تغییرات در فرایند استفاده کنیم، کدام گزینه مناسب‌تر است؟

۱- استراتژی نمونه‌گیری را به گونه‌ای ایجاد کنیم که شانس ایجاد تغییرات داخل هر نمونه زیادتر شود.

۲- استراتژی نمونه‌گیری را به گونه‌ای ایجاد کنیم که شانس ایجاد تغییرات داخل هر نمونه حداقل شود.

۳- هر نمونه را به عنوان نماینده‌ای از کلیه‌ی واحدهایی که زمان تهیه‌ی آخرین نمونه تا به حال تولید شده‌اند در نظر بگیریم.

۴- نمونه‌های خود را در مقاطع مختلف زمانی تهیه نماییم.

پاسخ: گزینه ۲

۲-۱۱- تجزیه و تحلیل روندهای نمودار کنترل:

می‌توان همزمان چندین معیار مختلف را برای شناسایی حالت خارج از کنترل در نمودارهای کنترل استفاده کرد. معیار اصلی مشاهده یک یا چند نقطه خارج از حدود کنترل است و معیارهای اضافی را معمولا برای حساس‌تر کردن نمودارهای کنترل بمنظور پی بردن به تغییرات کوچک در فرایند و نشان دادن عکس العمل سریع‌تر نسبت به وجود خطاهای بادلیل به کار می‌برند. در این بخش چند مورد از قوانین حساس‌سازی که در عمل کاربرد فراوان دارند بیان می‌شود.

تعریف حدود کنترل خارجی (حدود فعالیت): همان حدود کنترل **۳ انحراف** معیار معمول است. اگر نقطه خارج از این حدود واقع شود باید به دنبال انحراف با دلیل گشت و در صورت نیاز اقدام اصلاحی انجام گیرد.

حدود کنترل داخلی: حدودی که معمولاً در فاصله **۲انحراف** معیار ترسیم شود، **حدود هشدار نام** دارد.حدود هشدار تنها برای نمودار شوهارت معنا دارد.

از این تعریف نکته زیر را داریم.

نکته: حدود هشدار حساسیت نمودار کنترل را **افزایش** می‌دهد. زیرا فاصله نمودار کنترل تنگ می‌شود و از 3σ به 2σ تغییر میکند و α زیاد می‌شود و تعداد زنگ خطر اشتباهی را افزایش می‌دهد.

نکته: اگر یک نقطه یا بیشتر بین حدود هشدار و حدود فعالیت یا خیلی نزدیک به حدود هشدار رسم شود، آنگاه این امکان وجود دارد که فرآیند در حالت ایده‌آل قرار نداشته نباشد.

تعریف: کتاب راهنمای وسترن الکتریک ۱۹۶۵ یکسری قوانین را برای شناسایی روندهای غیر تصادفی در نمودارهای کنترل پیشنهاد می‌کند. هریک از موارد زیر بیانگر واقعیتی است که فرآیند خارج از کنترل به سر می‌برد.

۱- یک نقطه خارج از حدود کنترل ۳انحراف معیار

۲- چهار نقطه از ۵نقطه متوالی خارج از حدود یک انحراف معیار

۳- رسم هشت نقطه متوالی در یک طرف خط مرکز

۴- دو نقطه از سه نقطه متوالی خارج از حدود هشدار دو انحراف معیار

نکته: قوانین وسترن الکتریک را مانند توزیع ۲جمله ای محاسبه می‌کنند.

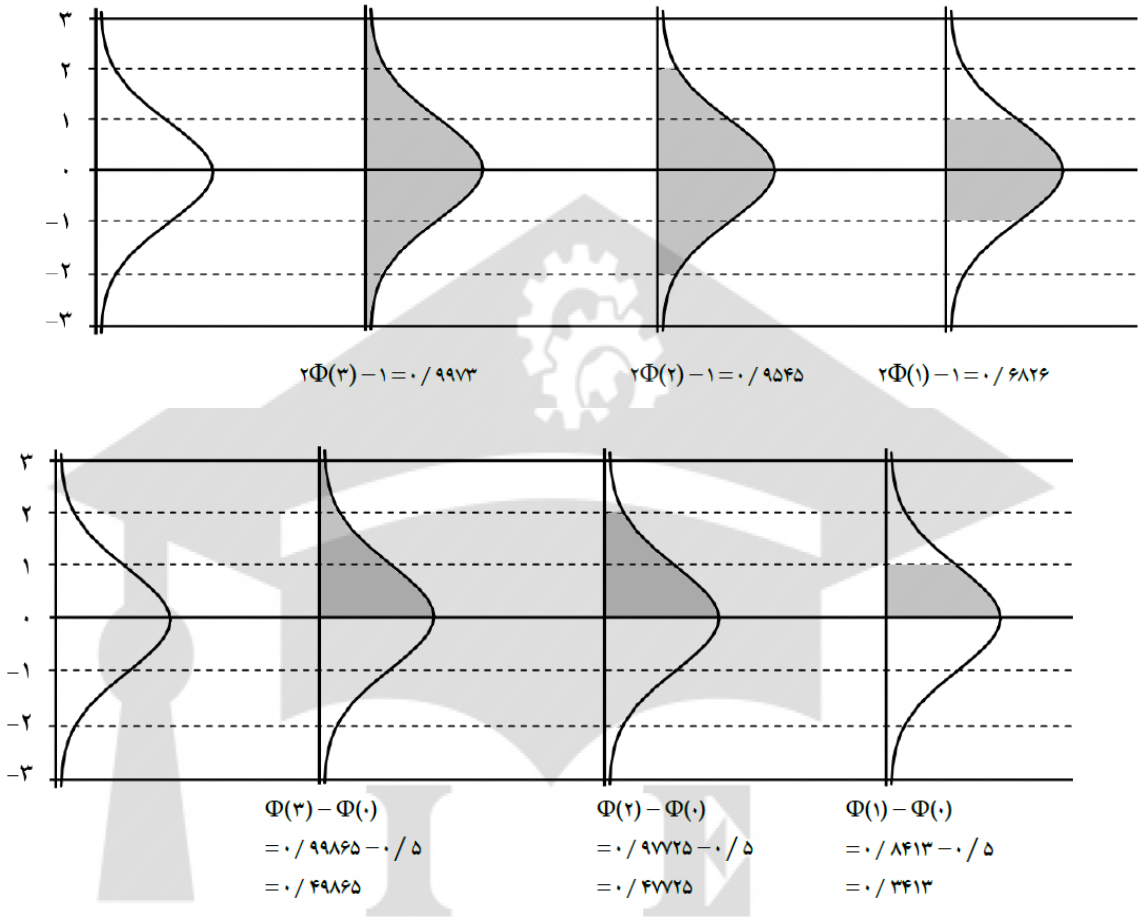
بعنوان مثال قانون ۲ که چهار نقطه از ۵ نقطه متوالی خارج از حدود کنترل را باهم حساب میکنیم.

برای محاسبه احتمالات، تو این فصل و فصل‌های بعدی (مباحث نمودارهای کنترل)، همیشه تو خاطرمون باشه، ما تو این درس با **توزیع نرمال** سرو کار داریم (مباحث و نمودارهای **غیر نرمال** و همبسته را در کنترل کیفیت **پیشرفته** میخونیم که

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

جزء سیلابس **لیسانس نیست**) در واقع مثل شکل زیر داریم یه سری احتمالات نرمال حساب میکنیم(نرمال استاندارد). حالا بریم این قانون را حساب کنیم. قبلش مطمنا یادتون هست که فاصله ۳ سیگما احتمال داخل بودنش برابر بود با ۰.۹۹۷۳ و ۲ سیگما اینها رو هم بهتر از من میدونین.



محاسبه: قانون ۴ نقطه از ۵ نقطه متوالی

در واقع باید سطح زیر منحنی فاصله ۱سیگما تا ۳ سیگما را حساب کنیم. یعنی در شکل بالا فاصله بین ۱ سیگما و ۳ سیگما

$$\alpha = 2*\binom{5}{4}P(1<Z<3)^4*(1-P(1<Z<3))^1$$

یا بعبارتی $p=\Phi(3)-\Phi(1)$ بنابراین $\alpha = 2*\binom{5}{4}P^4*(1-P)^1$

محاسبه قانون ۳: هشت نقطه متوالی یک سمت خط مرکز

$$p \approx \frac{1}{2}$$ بنابراین $$\alpha = 2*P^8$$

در تمام محاسبات بالا عدد **۲** بخاطر این می‌باشد که این اتفاق می‌تواند هم در **بالای خط مرکز** و هم **پایین خط مرکز** اتفاق افتد.

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

نکته: ناحیه های مربوط به نمودار کنترل

در شکل بالا بازه $\pm 1\sigma$ مربوط به ناحیه $\boldsymbol{C}$ و بازه $\pm 2\sigma$ مربوط به ناحیه $\boldsymbol{B}$ و نهایتا بازه $\pm 3\sigma$ مربوط به $\boldsymbol{A}$ است.

تست: احتمال خطای نوع یک برای قانون حساس‌سازی ۱۵ نقطه متوالی در منطقه $\boldsymbol{C}$ نمودار کنترل کدام است؟

۱- $(0.32)^{15}$ ۲- $1-(0.68)^{15}$ ۳- $(0.68)^{15}$ ۴- $1-(0.32)^{15}$

پاسخ: از روی شکل میدانیم که منطقه $\boldsymbol{C}$ فاصله $\pm 1\sigma$ است و میدانیم احتمال یک نقطه در این فاصله برابر با ۰.۶۸ بنابراین احتمال قرار گرفتن ۱۵ نقطه در این فاصله برابر است با $(0.68)^{15}$ پس گزینه ۳ صحیح است.

تست: مقدار خطای نوع یک قانون حساس سازی یک دنباله به طول ۸ نقطه در یک طرف خط مرکز را بدست آورید؟

۱- $(\frac{1}{2})^{8}$ ۲- $(\frac{1}{2})^{7}$ ۳- $(\frac{1}{2})$ ۴- $1-(\frac{1}{2})^{8}$

پاسخ: اگر بخوایم تقریبی حل کنیم، میدونیم که داریم محاسبات توزیع نرمال را انجام میدیم و احتمال اینکه یک نقطه در یک سمت خط مرکز باشه برابر با ۰.۵ (چون یک سمت سطح زیر منحنی توزیع نرمال برابر ۰.۵) هست. بنابراین احتممال اینکه هر ۸ نقطه یه سمت باشن برابر است با $2*(\frac{1}{2})^{8}$ بنابراین گزینه ۲ صحیح است.

۲-۱۲- قوانین حساس سازی نمودار کنترل:

قوانین حساس‌سازی شبیه عکس بالا یه نوع ریسکه. (ریسک هشدار اشتباه بیشتر در قبال کشف سریعتر تغییرات درصورت تغییر)

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

میخوام طبق معمول با یه داستان مفهوم قوانین حساس‌سازی و تاثیراتی که این قوانین بر خطای **نوع آلفا** و **بتا** داره را بگم. **قوانین حساس‌سازی** همانطور که از **اسمش** پیداست، **حساسیت شما** را به **برخی از رفتارها بالا میبره.**

فرض کنید شما با استفاده از **حدود کنترل** میخواین وضعیت پرتاب سکه دوست خودتون را بررسی کنین و طبق معمول و **قوانین قبل** اگر نقطه **خارج از حدود** کنترل شد و برین بررسی کنین که آیا **خطای آلفا** بوده و یا نه و واقعا نمودار **درست هشدار** داره. تو قوانین حساس‌سازی **علاوه بر قانون بالا**، (نقطه خارج از حدود کنترل) **یه سری قوانین** دیگه هم تعریف میکنن که اگه اونها را هم دیدن، **شک** میکنن که وضعیت غیر عادیه و **منتظر نمیشن** تا **حتما نقطه خارج از حدود کنترل** قرار بگیره. (دقت کنین گفتم **شک** و نگفتم **قطعا**، دلیلشم تو داستان متوجه میشین که چرا گفتم شک) حالا این دوست شما، یه سکه‌ای را ۸ بار به هوا پرت میکنه و هر ۸ بار **سکه شیر** میاد، شما الان به این ۸ بار پشت هم شیر اومدن حساس شدین. بنظر شما این حالت که ۸ بار سکه شیر بیاد طبیعیه؟؟ ممکنه خیلی از شما بگین **نه**، چرا **میگین نه**، چون **شانس** یا همون **احتمال** این پیشامد **خیلی کمه** (هشت بار پشت هم سکه شیر بیاد) مسلما مثل هر فرد عادی شما تو این حالت به دوستتون **شک** میکنین، شک میکنین که، نکنه سکه‌ای که تو دستشه **هر دو سمتش** شیر باشه و بعد میگین، حاجی سکه را بده ببینم و بعدش با دقت **هر دو سمت** سکه را نگاه میکنین. اینجا دو حالت داره یا حدستون **غلطه** و یا **درست حدس** زدین و هر دو سمت سکه **شیر بود** تو حالت اول که حدستون غلط بود با چه **خطایی** سرو کار دارین؟؟ قطعا میگین این چه سوالیه، ما الان برای خودمون اوستا شدیم، خوب معلومه دیگه **خطای آلفا** و استدلالتون هم برای این جواب اینه. چون وضعیت **عادیه**، سکه مشکلی نداشت و ما **فکر کردیم** سکه هر دو سمتش **شیر هست** و **بررسی** کردیم (داد زدیم گرگ اومد ولی وقتی مردم رسیدن دیدن خبری از گرگ نبود، گرگ اینجا همون سکه دو طرف شیره) خوب وقتی که بررسی کردین دیدن که **حدستون درسته**، شما در واقع با خطای **نوع دوم** سرو کار دارین و ضمنا **اجازه ندادین** زمان و **تعداد بیشتری** را دوستتون سکه را پرتاب کنه **تا** نقطه **خارج از حدود** قرار بگیره و **بعد** برید دنبال بررسی علتش، مثلا نذاشتین ۹ بار یا ۱۰ بار یا بیشتر از اینا پرتاب کنه و باز هم شیر بیاد و سریعتر به **تقلبش** و **وضعیت غیر عادی** پرتاب سکه اش **پی بردین** در حالیکه **با قانون اول هیچ وقت** نقطه خارج از حدود کنترل قرار نمیگرفت تا **این حالت** را متوجه شین و همچنان دوستتون

سکه را پرتاب میکرد و شما هم مثل من خوش باور فکر نمیکردین که اون داره تقلب میکنه. خوب از این داستان یه نتیجه اخلاقی مهم رو یاد میگیریم

نتیجه اخلاقی: استفاده از **قوانین حساس سازی** خطای **آلفا** (هشدار اشتباه) را **زیاد** میکنه (چون ممکنه تو بررسی خودمون متوجه بشیم سکه سالم بوده و ما یکبار بررسی الکی کردیم) و خطای **بتا** را **کاهش** میده (اگر وضعیت غیر عادی باشه، اجازه نمیدیم که پرتاب های بیشتر انجام بشه به امید اینکه شاید نقطه خارج از کنترل شه و بعد بخوایم بررسی کنیم)، هرچه تعداد این **قوانین بیشتر** باشه خطای **آلفای کل افزایش بیشتری** می‌یابد و ARL_0 **کل کاهش** و خطای **بتا** نیز **کاهش** می‌یابد و طبیعتا ARL_1 کاهش می یابد. بنابراین در استفاده از این قوانین **در عمل** باید جنبه‌های مختلف خصوصا هزینه‌های فرایند تحت کنترل و خارج از کنترل را درنظر گرفت.

در ادامه برخی از قوانین حساس‌سازی را بررسی خواهیم کرد.

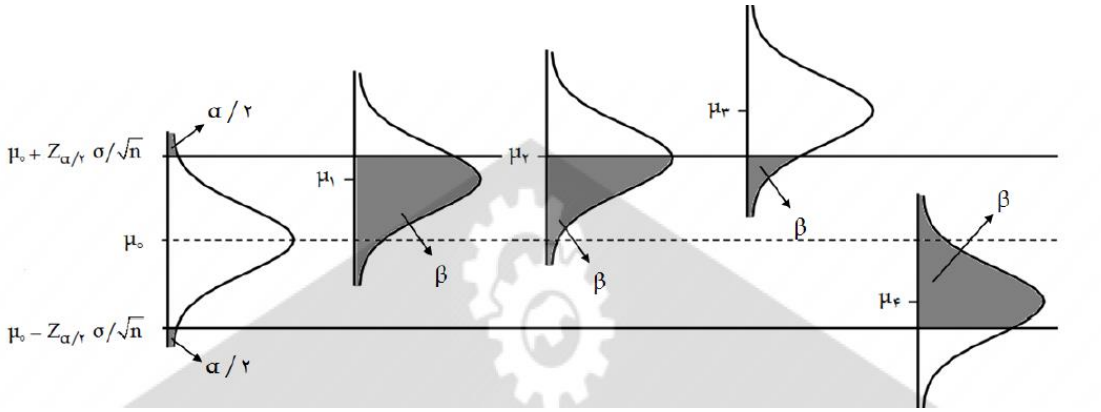
معمولا زمانی که نمودار کنترل بررسی می‌شود با مشاهده یک یا بیش از یک مورد از موارد زیر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که فرایند در حالت خارج از کنترل است.

۱- یک یا چند نقطه خارج از حدود کنترل باشد.
۲- یک دنباله به طول هشت نقطه در یک طرف خط مرکز که می‌تواند یک دنباله به سمت بالا یا پایین خط مرکز و یا یک دنباله بالا یا پایین میانه را شامل گردد.
۳- دو از سه نقطه متوالی خارج از حدود هشدار دو انحراف معیار ولی داخل حدود کنترل
۴- چهار از پنج نقطه متوالی خارج از حدود یک انحراف معیار
۵- یک روند غیر تصادفی یا غیر معمولی برای داده‌ها
۶- یک یا چند نقطه نزدیک به حد هشدار یا کنترل
۷- شش نقطه متوالی با روند صعودی یا نزولی
۸- پازنزده نقطه متوالی در منطقه c در بالا یا پایین خط مرکز
۹- چهارده نقطه متوالی با روند صعودی یا نزولی
۱۰- هشت نقطه متوالی در منطقه‌ی دوطرف خط مرکز به غیر از منطقه c

دقت کنید گاهی طراح‌ها قوانینی طراحی می‌کنند که مانند قوانینی که در بالا خوندید نیست. در اینگونه تست‌ها دقت کنید که فرایند خارج از کنترل را چی تعریف کرده، تو حالت معمول مطابق شکل زیر یاد گرفتیم که آلفا و بتا کدوم هستند، قبلا میگفتیم فرایند تحت کنترل باشه و نقطه ای خارج از حدود بیافته خطای آلفا داریم گاهی ممکنه قوانین را طوری بیان کنن که جای یک نقطه می بایست چند نقطه در صورتیکه فرایند تحت کنترله (میانگین سر جاشه) خارج از حدود قرار گیرند و به ان حالت بگن آلفا، به هر حال به نوع قانون دقت کنین، حالتی که بخوان کمی اذیتتون کنن از این نوع سوالا میدن. بعنوان مثال به سوالای زیر و قانونش دقت کنید و با حالت عرف که خطای آلفا و بتا میگفتیم مقایسه کنین.

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده



تست: اگر احتمال خطای نوع یک نمودار کنترلی برابر α باشد اما با تعریف قاعده‌ای جدید به تشخیص حالت حالت خارج از کنترل بپردازیم، بدین صورت که " اگر از ۶ نمونه متوالی ۴ نمونه یا بیشتر خارج از کنترل افتاد فرایند خارج از کنترل است" در اینصورت احتمال خطای نوع یک این قاعده تصمیم گیری برابر کدام است؟

۱- $\sum_{i=1}^{3}\binom{6}{i}\alpha^i(1-\alpha)^{6-i}$ ۲- $\sum_{i=4}^{6}\alpha^i$ ۳- $\sum_{i=4}^{6}\binom{6}{i}\alpha^i(1-\alpha)^{6-i}$ ۴- $1-\sum_{i=4}^{6}\binom{6}{i}\alpha^i(1-\alpha)^{6-i}$

پاسخ: سوال خطای آلفا را با قانون جدید را میخواد

تو این **تیپ سوالا باید** ببینین که **چه زمانی آژیر** ماشین شما برای **خطای آلفا** صدا میده و شما میرید بررسی میکنین و میبینین دزدی در کار نبود. (تعریف خطای آلفا)و برای خطای بتا نباید صدا بده. (یعنی **آقا دزده** ماشین شما را **ببره** و شما **متوجه نشین**) خوب بیاین قانون را باهم بررسی کنیم، اینجا گفته زمانی **میگیم** که خطای **آلفا** رخ داده و یعنی آژیر ماشین صدا میده که بر خلاف حالت‌های عرف که تا اینجا خوندیم(حالت عرف: فرایند **تحت کنترل** باشه و **یک نقطه** از هزاران نقطه ای که در نمودار رسم میکنیم، **خارج حدود** قرار بگیره) در اینجا باید از **۶ نمونه ۴ نقطه (نمونه)** خارج **حدود کنترل** باشه و یا ۵ تا و یا هر ۶ نمونه **خارج از حدود کنترل** باشه، تا آژیر ماشین صدا بده. از طرفی هم میدونیم که **قوانین حساس سازی** را مثل **توزیع دوجمله ای** حساب میکنیم. خوب حالا بیاین بعنوان مثال احتمال اینکه ۴ نمونه از ۶ نمونه خارج حدود کنترل قرار بگیرن را مثل توزیع دو جمله ای و مفاهیمی که از قبل یاد گرفتیم حساب کنیم و بعد بسط بدیم به احتمال ۵ نقطه و بعد احتمال اینکه هر ۶ نمونه خارج حدود باشن. تو این حالت مطابق شکل بالا، احتمال خارج حدود بودن (آژیر اشتباه) برابر α و داخل بودن $1-\alpha$ بنابراین داریم:

$p(X=4)=\binom{6}{4}\alpha^4(1-\alpha)^2$ بنابراین به راحتی می‌توان نتیجه گرفت که **گزینه ۳ صحیح** است.

تست: در تست قبل اگر میانگین فرایند به اندازه یک انحراف معیار شیفت پیدا کند، درآنصورت خطای نوع دوم نمودار کنترل برابر β خواهد بود. احتمال خطای نوع دو برای قاعده تصمیم‌گیری مذکور کدام است؟

۱- $\sum_{i=0}^{3}\binom{6}{i}\beta^i(1-\beta)^{6-i}$ ۲- $\sum_{i=0}^{3}\beta^i$ ۳- $\sum_{i=0}^{3}\binom{6}{i}\beta^{6-i}(1-\beta)^i$ ۴- $1-\sum_{i=0}^{3}\binom{6}{i}\beta^i(1-\beta)^{6-i}$

پاسخ : سوال از ما خطای بتا را در قانون جدید را میخواد، از کجا تشخیص دادیم که خطای بتا را میخواد؟؟

خوب قطعا دارین میگین که هم سوال علنا ذکر کرده و هم اینکه اگه علنا نمیگفت، باز هم تشخیصش سخت نبود، چون گفته میانگین فرایند تغییرکرده (از قبل میدونیم حتی به اندازه یه مورچه، که اینجا یه سیگما تغییر کرده) پس خطای **بتا** داریم. حالا باید تشخیص بدیم چه حالتی را ما با این قانون میگیم **خطای بتا**. مابقیش دیگه کاری نداره، تو حالت عرف وقتی **میانگین تغییر** میکرد و **نقطه داخل حدود بود** بهش میگفتیم خطای بتا (چون متوجه نمیشدیم که دزد ماشین ما را دزدید، اگه نقطه خارج حدود میافتاد، آژیر ماشین صدا میداد و ما میرفتیم بررسی میکردیم) و متوجه میشدیم که ماشین ما را دزد برده. تو **این سوال** و **سوالای مشابه**، باید ببینیم در چه حالتی **دزد** ماشین ما را **میبره** و ما هنوز **متوجه نمیشیم** یعنی در واقع ماشین **آژیر نمیزنه** تا ما متوجه دزد اومدن بشیم.. تو سوال قبل گفته اگر **حداقل ۴ نقطه خارج حدود** قرار بگیرن، **آژیر** ماشین **صدا میده** و ما میریم بررسی میکنیم، چون حالت قبل فرایند تحت کنترله(یعنی دزدی در کار نبوده) بهش میگفتیم خطای آلفا. پس نتیجه میگیریم، برای اینکه **آژیر صدا نده**، باید **کمتر از ۴ نقطه** خارج از حدود قرار گیرند، یعنی **حداکثر سه نقطه** از ۶ نقطه خارج حدود قرار گیرند **تا** آژیر صدا نکنه. **وگرنه** ما **متوجه میشیم** که دزد اومده. بنابراین اندیس سامیشن تا ۳ میره. حالا فرض کنید را میخوایم $P(X=1)$ حل کنیم. یعنی **یک نقطه** از ۶ نقطه **خارج حدود کنترل قرار بگیرن**، از شکل ها میدونیم که احتمال **بیرون افتادن** $1-\beta$است و داخل بودن β، بنابراین داریم:

$$P(X=1)=\binom{6}{1}(1-\beta)\beta^5$$

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که احتمال خطای βمذکور برابر است با احتمال اینکه در ۶ نقطه متوالی، سه نقطه یا کمتر خارج از حدود کنترل بیافتد بنابراین داریم $\sum_{i=0}^{3}\binom{6}{i}\beta^{6-i}(1-\beta)^i$ پس گزینه **۳ صحیح است**.

نکته خفن و مهم: اگر k قانون حساس‌سازی به طور همزمان بایکدیگر در نموداری استفاده شود آنگاه احتمال خطای نوع یک یا زنگ خطر اشتباهی برای نمودار مورد نظر از طریق زیر محاسبه می‌شود.

$$\alpha_{Overall}=1-\prod_{i=1}^{k}(1-\alpha_i)$$

نکته: در روابط فوق فرض بر این است که k قانون مورد استفاده از هم مستقل اند. اما این امر در اکثر مواقع امکان پذیر نیست. به همین علت باید از نتیجه حاصل بعنوان تقریب استفاده نمود.

نکته: گرچه استفاده از چندین قانون بطور همزمان حساسیت نمودار کنترل را افزایش می‌دهد ولی از طرفی میزان زنگ خطرهای اشتباهی را افزایش می‌دهد.

تست: برای کنترل میانگین یه مشخصه کیفی از نمودار کنترل $\overline{X}$ سه انحراف معیار و قانون حساس‌سازی ۱۰ نقطه متوالی در یک طرف خط مرکز استفاده می‌شود. اگر هر نیم ساعت یکبار نمونه گیری انجام شود مقدار ATS_0 تقریبا چقدر است؟

۱- ۲۱۵ ۲- ۱۰۷ ۳- ۵۱۲ ۴- ۲۵۶

پاسخ روش اول: طبق قبل، سوال از ما چی میخواد؟؟ مشخصه که ATS_0 را میخواد و میدونیم که $ATS_0=h*ARL_0=h*\frac{1}{\alpha_{overall}}$ ، (چون **بیش از یک قانون** داریم $\alpha_{overall}$ را باید حساب کنیم) بنابراین

$\alpha_1 = 0.0027$ و $\alpha_2 = 2*(\frac{1}{2})^{10} = \frac{1}{512}$ بنابراین با فرض استقلال قوانین داریم

$$\alpha_{Overall} = 1-\prod_{i=1}^{k}(1-\alpha_i) = \alpha_{Overall} = 1-((1-\alpha_1)(1-\alpha_2)) = 1-((1-0.0027)(1-\frac{1}{512})) \approx 0.0047 \Rightarrow ARL_0 = \frac{1}{0.0047} = 215 \Rightarrow$$

$$ATS_0 = 215*\frac{1}{2} \approx 107$$

روش دوم، روش تستی: از نتیجه اخلاقی داستان بالا متوجه میشیم که استفاده از قوانین بیشتر خطای آلفا را کمتر میکنه و هشدار اشتباه را بیشتر میکنه، بعبارتی واضح هست که ARL_0 کل باید بین $\frac{1}{\alpha_1}$ و $\frac{1}{\alpha_2}$ کمتر باشد پس باید از ۳۷۰ و ۵۱۲ کمتر باشد. لذا ATS_0 چون $h = \frac{1}{2}$ در آن ضرب میشه باید از ۱۳۵ و ۲۵۶ کمتر باشد. پس فقط گزینه ۲ می‌تواند جواب باشد.

تست: فرض کنید در یک نمودار کنترل از دو قانون حساس‌سازی مستقل بطور همزمان استفاده کرده‌ایم. مقدار خطای نوع یک قانون اول ۰.۰۱۵ و متوسط طول دنباله قانون دوم ۴۰۰ باشد، آنگاه احتمال زنگ خطر اشتباهی برای نمودار مورد نظر کدام است؟

۰.۰۰۰۳ ۰.۰۱۲ ۰.۰۱۷ ۰.۰۱۵

پاسخ: سوال از ما چی میخواد؟؟ سوال از ما α را میخواد، اما چه α ؟؟ چون بیش از یه قانون داریم پس با فرمول $\alpha_{Overall}$ سر رو کار داریم، سوال از ما $\alpha_{Overall}$ را میخواد. بنابراین باید α_1و α_2 را از صورت سوال پیدا کنیم.

$\alpha_1 = 0.015$و $ARL_0 = 400 \Rightarrow \frac{1}{\alpha_2} = 400 \Rightarrow \alpha_2 = 0.0025$ بنابراین داریم:

$$\alpha_{Overall} = 1-\prod_{i=1}^{k}(1-\alpha_i) = \alpha_{Overall} = 1-((1-\alpha_1)(1-\alpha_2)) = 1-((1-0.015)(1-0.0025)) \approx 0.0175$$

روش دوم: مطابق استدلال سوال قبل، $\alpha_{Overall}$از α_1و α_2بزرگتر است، (اگر ARL بود، کمتر می‌شد) بنابراین $\alpha_{Overall}$ باید از ۰.۰۱۵ و ۰.۰۰۲۵ بیشتر باشد، تنها **گزینه ۳ می‌تواند** پاسخ این تست باشد.

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

تست‌های آخر فصل ۲

۱- فرض کنید یک نمودار کنترل $\overline{X}$ با حدود کنترل دو انحراف معیار برای کنترل فرایندی استفاده می‌شود. اگر فرایند تحت کنترل باقی بماند در این صورت متوسط طول دنباله تا مشاهده یک نقطه خارج از کنترل چه خواهد بود؟

۲.۵۷ ۱.۰۵ ۳۷۰ ۲۱.۹۷

۲- یک مشخصه نرمال دارای میانگین ۵ و واریانس ۱ است و از یک نمودار کنترل $\overline{X}$ با حدود کنترل ۳ انحراف معیار برای کنترل میانگین استفاده شده است. درصورتیکه از یک قانون حساس سازی کاملا مستقل دیگر با احتمال خطای نوع یک برابر $\frac{\alpha}{2}$ در این نمودار استفاده شود *ARL* تحت کنترل این نمودار برابر است با؟

۱- $\frac{1}{0.0027+0.49865\alpha}$ ۳- ۳۷۰.۳۷

۲- $0.0027+0.49865\alpha$ ۴- $\frac{1}{0.0027+0.9973\alpha}$

۳- کدام یک از قوانین زیر جزء قوانین وسترن الکتریک می‌باشد؟

۱- شش نقطه متوالی با روند صعودی یا نزولی
۲- یک روند غیر معمولی یا غیرتصادفی برای داده ها
۳- چهارده نقطه متوالی با روند صعودی یا نزولی
۴- رسم هشت نقطه متوالی در یک سمت خط مرکز

۴- منظور از طراحی نمودار کنترل چیست؟

۱- کاهش خطای نوع یک و دو
۲- افزایش بهره‌وری و کارایی فرایند
۳- انتخاب اندازه نمونه، فراوانی نمونه‌گیری و حدود کنترل
۴- رسم حدود کنترل براساس کمترین مقدار تغییر پذیری فرایند

۵- یک مشخصه کیفی به وسیله نمودار کنترلی، پایش می‌شود. اگر انحراف معیار بادلیلی در فرایند رخ دهد احتمال اینکه اولین نقطه بعد از ایجاد تغییر در فرایند در داخل حدود کنترل رسم شود کدام است؟

۱- β ۲- α ۳- $1-\beta$ ۴- $1-\alpha$

۶- یک مشخصه کیفی به وسیله یک نمودار کنترل پایش می‌شود. اگر انحراف معیار بادلیلی در فرایند رخ دهد احتمال پی بردن به وجود حالت خارج از کنترل به وسیله k امین نمونه بعد از ایجاد تغییر در فرایند کدام است؟

۱- β^k ۲- $(1-\beta)^k$ ۳- $\beta^{k-1}(1-\beta)$ ۴- $\beta(1-\beta)^{k-1}$

۷- فرض کنید که یک مشخصه کیفی مورد بررسی دارای توزیع نرمال با میانگین ۱۰ و وواریانس ۴ می‌باشد اگر خطای نوع یک را برابر ۰.۰۲۵ در نظر بگیریم، آنگاه حدود احتمال برای این مشخصه کیفی را محاسبه کنید؟

۱۳.۹۲ و ۶.۰۸ ۱۴.۴۸و ۵.۵۲ ۱۸.۹۶ و ۱.۰۴ ۱۷.۸۴ و ۲.۱۶

۸- برای کنترل میانگین یک مشخصه کیفی متغییر از نمودار کنترل $\overline{X}$ استفاده می‌شود. نمونه گیری در فواصل نیم ساعت، انجام می‌شود و میانگین فرایند در حالت تحت کنترل برابر با ۱۴.۵ و انحراف معیار آن برابر ۵ است. مدیر کیفیت علاقمند است که به محض افزایش میانگین فرایند به مقدار ۱۹.۵ بتواند بطور متوسط در فاصله ۱ ساعته به این تغییر پی ببرد. اگر نمودار کنترل $\overline{X}$در سطح اطمینان ۹۵ درصد طراحی شود. اندازه نمونه لازم برای پی بردن به وجود این تغییر در فرایند برابر است با؟؟

۴ ۱۰ ۳ ۶

۹- در رابطه با دو نمودار کنترل ^{I,II} برای یک فرایند خاص، در هنگام بروز تغییر در فرایند، اطلاعات زیر در اختیار است:
"" درصورت بروز تغییر در فرایند سطح منحنی مشخصه‌ی عملکرد نمودار اول پایین تر از سطح منحنی مشخصه‌ی عملکرد دوم است"" کدام گزینه صحیح است؟

۱- ARL_1 نمودار I از ARL_1 نمودار IIبیشتر است.

۲- ARL_0 نمودار I از ARL_0 نمودار II بیشتر است.

۳- ARL_1 نمودار I از ARL_1 نمودار II کمتر است.

۴- ARL_0 نمودار I از ARL_0 نمودار II کمتر است.

۱۰- فرض کنید مقدار متوسط طول دنباله در حالت خارج از کنترل را با نماد c نمایش دهیم، احتمال کشف تغییرات تا قبل از نمونه‌ی سوم، بعد از ایجاد تغییر کدام گزینه است؟

۱) $\frac{2c-1}{c^2}$ ۲) $\frac{1}{c^2}$ ۳) $\frac{(c-1)^2}{c^2}$ ۴) احتمال کشف تغییر ربطی به پارامتر c ندارد

۱۱- درصورتی که فاصله‌ی حدود کنترل از هم کمتر شود، کدام گزینه صحیح است؟

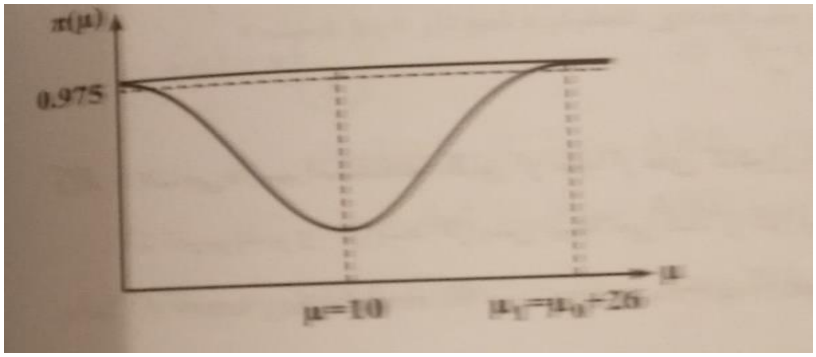
۱- خطای نوع اول بیشتر شده و ARL_0 کوچک می‌شود.

۲- خطای نوع دوم بیشتر شده، ARL_1 افزایش یافته و تعداد زنگ خطر اشتباهی کمتر می‌شود.

۳- خطای نوع اول بیشتر شده و ARL_1 افزایش می‌یابد.

۴- خطای نوع دوم کاهش یافته و ARL_1 افزایش می‌یابد.

۱۲- برای پایش میانگین یک مشخصه کیفی از یک نمودار کنترل $\overline{X}$ با حدود کنترل سه انحراف معیار که منحنی توان آزمون آن بصورت زیر استفاده می‌شود. درصورتی که انحراف معیار فرایند معلوم و برابر با ۱ باشد، اندازه نمونه زیرگروه‌های نمودار کنترل $\overline{X}$ و حد بالای این نمودار به دست آورید؟ ($Z_{0.025}=2$)



۱- $n=7, UCL=10+\frac{2}{7}\sqrt{7}$

۳- $n=6, UCL=10+\frac{\sqrt{6}}{3}$

۲- $n=6$ برای محاسبه UCL اطلاعات مساله کافی نیست

۴- $n=7, UCL=10+\frac{3}{7}\sqrt{7}$

۱۳- در یک نمودار کنترل $\overline{X}$ از قانون حساس سازی، دو از سه نقطه متوالی خارج از حدود هشدار ۲ انحراف معیار ولی داخل حدود کنترل استفاده کرده‌ایم. اگر فرایند تحت کنترل باشد، آنگاه مقدار خطای آلفا را برای این قانون محاسبه کنید؟

۰.۰۴ ۰.۰۰۵ ۰.۰۰۳ ۰.۰۵

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

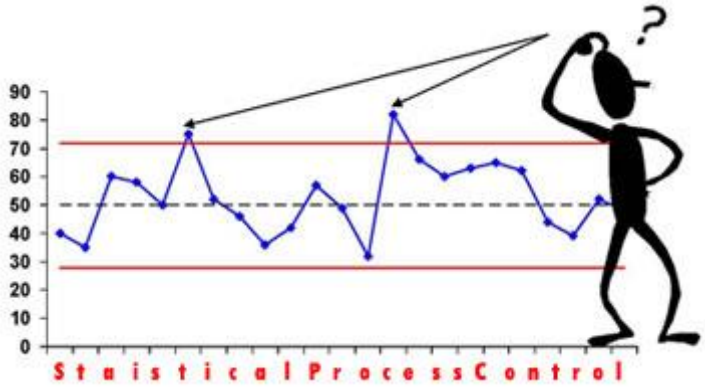
فصل ۳

نمودارهای کنترل برای مشخصه های متغیر

«شما شبیه کسانی خواهد شد که بیشترین رابطه را با آنها دارید پس با افرادی معاشرت کنید که ذهنی ثروتمند دارند.... »

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده



نمودارهای کنترل یکی از ابزاهای قدرتمند کنترل فرایند آماری هستند که به دلیل اهمیت فوق‌العاده‌ی آن‌ها، فصل جداگانه‌ای در این کتاب بهش اختصاص دادیم. همیشه تو سال‌های اخیر، چندین تست بصورت مستقیم و غیر مستقیم از این فصل و فصل قبلی سوال اومده، تو صنعت هم خصوصا تامین کننده‌های ایران خودرو و سایپا، فردی که تسلط کافی به هفت ابزار و خصوصا نمودارهای کنترل داشته باشه، سریع جذب و استخدام میشه. پس باهم این فصل را بهتر یاد بگیریم. مفاهیم اصولی این فصل در فصل قبل کامل بیان شده، پس قبلش، فصل ۲ را هم با دقت بخونید. آفرین. بریم سراغ متن درس.

۳- مشخصه‌های کیفی متغیر:

مشخصه های کیفی قابل اندازه گیری نظیر ابعاد، وزن و یا حجم را مشخصه های کیفی متغیر می نامند.

نکته: هنگامی که یک مشخصه کیفی متغیر را با فرض نرمال بودن پایش می کنیم لازم است تا دو پارامتر میانگین و واریانس آن را کنترل کنیم.

تعریف: برای پایش یک مشخصه کیفی در نمودارهای کنترل دو مرحله(**فاز**)وجود دارد.

در این قسمت قصد دارم در مورد اهمیت برآورد درست پارامترها در صنعت و **فاز یک** و **فاز دو** نمودار کنترل بگم.

۳-۱- فاز ۱ و فاز ۲ نمودار کنترل:

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

قطعا توزیع نرمال را که یادتونه؟؟ میگفتیم یه مشخصه ای دارای توزیع نرماله که میانگین و واریانس فلان داشته باشه، برای **رسم** و **استفاده** از **نمودار کنترل** نیاز داریم **میانگین** و **انحراف** معیار را بدونیم، اینجا **دو حالت** وجود داره، یا این μوσ **مشخص** هستن، مثلا **حسن آقا** که تو کارخونه سال ها داره کار میکنه به **ما میگه** قطر شفت تولیدی مثلا میانگینش ۵ و انحراف معیارش یک هست یعنی $\mu = 5\sigma$و$1 =$ یا اینکه حسن آقای دانا تو این کارخونه کار نمیکنه که به ما بگه که میانگین و انحراف معیار چنده (تو سوال‌ها و تست‌ها حسن آقا همون طراح ما هست) پس چاره‌ای نداریم جزء اینکه **بیافتیم تو زحمت و برآوردش** کنیم تا بدونیم میانگین و انحراف معیار چنده، حالا **چطوری** اینکارو انجام بدیم؟؟ مطمنا میگین که باید یه **سری نمونه** بگیریم و بعد بیایم از **نمونه ها** برآورد کنیم. مثلا **چندتا شفت** که تولید شد را برداریم و با ابزار اندازه‌گیری مثل کولیس قطر شفت را **اندازه بگیریم** و بعد از این نمونه ها **میانگین** قطر شفت و **انحراف** معیارشو بدست بیاریم و به جامعه تعمیم بدیم. کاملا درست گفتین. حالا بیاین **دو حالتی** که تو بالا گفتیم را بررسی بیشتری کنیم تا درک کنیم که **فاز یک** و **فاز دو نمودار** کنترل **چی هستن**. بنابراین الان هر دو حالت را باهم بررسی میکنیم. اگر **ندونیم** میانگین و انحراف معیار چند هستن، یعنی یکی مثل حسن آقا **نباشه** که به **ما بگه**، یا تو سوال‌ها **طراح** نقش حسن آقا را بازی نکنن و به **ما نگن** که میانگین یا انحراف معیار **چند هستن** (**پارامترهای مورد بررسی**) و ما **مجبور شیم** بیافتیم تو زحمت و بخواهیم از **نمونه ها برآورد** کنیم، اصطلاحا به این حالت میگن **فاز یک** نمودار کنترل، حالا **تو فاز یک** قصد دارم با یه **مثال** بگم که **دقیقا** چیکار میکنیم تا تو **تست‌ها** و یا **اجرا در صنعت** سر در گم نشیم . مثال **نمره امتحان** و **مدرسه** را که قطعا یادتون هست. فرض کنید نمره هایی که من تو امتحانام میگیرم از **توزیع نرمال** پیروی میکنه، قطعا شما بار اولی که منو دیدید نمیدونید که میانگین نمرات من چنده، **مگه** اینکه یکی **بهتون بگه** مثلا دوستم بهتون بگه، عابد تنبله و میانگین نمراتش ۵ هست. و یا اینکه کسی **بهتون نگه**. پس شما برای بدست آوردن اطلاعات مجبورین از من امتحان بگیرین و نمرات منو ثبت کنین. بعد چند امتحان شما میتونین از نمرات من میانگین و انحراف معیار بگیرین و **برآورد** خودتونو انجام بدین. و بعد بیاین اون **خطوط قرمز** که تو فصل قبل بود را بکشین و در مورد **رفتار** نمره من بحث و تصمیم گیری کنید. **خطوط قرمز** را **میگفتیم میانگین + سه برابر انحراف معیار**، فرض همون ۲ و ۸ قبلی بشه، حالا تو این فاز **یه کار مهم دیگه** هم میکنیم. میایم اون نمره هایی که **جزء توانایی ما نبوده** را **حذف** میکنیم و **دوباره** میانگین و انحراف معیار رو برآورد میکنیم. مطمنا میپرسین چرا؟ الان با یه مثال میگم. فرض کنید من امتحان **آیلس زبان** بصورت **اینترنتی** میدادم و تو این چندین باری که از من امتحان میگرفتین من معمولا میشدم ۴و۵، ۳، و .. و یه روزی یکی از دوستام که **زبانش خیلی خوب بود** کنارم نشست و به من **گزینه ها را میگفت** و من گزینه ها را میزدم و نمره آیلسم شد اینبار **۹.۵**، بنظرتون **منطقیه** که من

این عدد ۹.۵را با نمرات قبلیم جمع کنم و ازش **میانگین** و **انحراف** معیار بگیرم؟؟ قطعا **میگین نه،** چون این عدد از **توانایی** من بدست نیامده (توانایی دوستم بوده) و قطعا میانگین و انحراف معیار منو **تغییر میده** و غیر واقعیش میکنه (چون این ۹.۵ با نمره های قبلیم جمع میشه). پس این **نقطه** یا همون **نمره** را **حذف میکنیم**. پس **نتیجه** میگیریم تو **فاز یک** وضعیت **غیرعادی** که **دلیلی** برای آنها **وجود داره** (مثل گفتن جواب درست توسط دوست من) را **حذف میکنیم** و با مابقی اعداد سعی میکنیم **برآورد خودمونو** انجام بدیم. حالا اگه این میانگین و انحراف معیار رو **اشتباه** برآورد کنیم چی میشه؟؟ قطعا میگین خطوط قرمزی که بدست میاریم تو **نمودار کنترل اشتباه میشه** و دیگه **نمیتونیم** از اون نمودار کنترل برای **پی بردن** به تغییرات در **آینده استفاده کنیم**. دقیقا درست گفتین، فرض کنید میانگین **واقعی** ۵ و انحراف معیار ۱ بوده (خط قرمزش یعنی حدود کنترلش میشه ۲ و ۸) و شما **اشتباها** میانگین را ۷ و انحراف معیار را ۲ گرفتین پس حدود کنترل تو حالت **جدید** میشه ۱۳ و ۱ و حالا اگر از من امتحان بگیرین و من بشم **۱۰**تو حالت **اول** من نمرم خارج از کنترله (حدود کنترل ۲ و ۸ بود) و شما **میرفتین دنبال علتش** که چرا من **۱۰** شدم ولی تو **حالت دوم** شما دنبال **علت نمیگردین** که چرا من ۱۰ شدم، **چون هنوز** بین خط قرمز هستم و ازش رد نشدم. دلیل این امر هم **اشتباه** در برآورد شما در **فاز یک** بوده، پس تو این حالت نمودار شما **بدرد** پایش فرایند (در اینجا بررسی نمره های من **نمیخوره**)

حالا تو **فاز دو** نمودار چیکار میکنیم؟؟ تو فاز دوم میایم **چک** میکنیم **برآوردهایی** که از پارامترها (میانگین و انحراف معیار) در **فاز یک** کردیم **تغییر** کرده **یا نه**؟؟ (یعنی **میانگین** و **انحراف معیار** نمره من **تغییرکرده**؟؟) و اگر تغییر کرد **به دنبال علت های** تغییر آن میگردیم تا اونو اصلاح کنیم تا شرایط به حالت قبل برگرده و یا **بهتر** بشه، حالا چرا **میگم بهتر،** چون اگه من نمرم تو این مثال **بیشتر شه** و از خط قرمز بالا **بزنه بیرون،** ممکنه علتش انگیزش دادن فردی بهم باشه و چون نمره من مثلا از میانگین ۵ تبدیل شد به ۱۰ و قبلا من درسو پاس نمیکردم و الان دارم پاس میکنم، بنابراین در این مثال این حالت به معنی **بهبوده،** پس **نتیجه میگیریم** که **هر خارج از کنترل بودن** به **معنای بد بودن نیست** و **گاهی** میتونه به دلایل **بهبود باشه**. حالا کل داستان بالا را بصورت خلاصه در زیر بیان میکنم و یه تست هم میزنیم

فاز۱: هدف از فاز۱ **تخمین** پارامترها در شرایط **تحت کنترل** است. در این راستا لازم است تا پارامتر فرایند را برآورد نماییم و همزمان **مطمئن شویم** که این تخمین در شرایط **تحت کنترل** (توانایی ما بوده نه دوستم) انجام شده است. برای این منظور نمودار کنترل در فاز ۱ ترسیم نموده و شرایط **غیرعادی** را بررسی **می‌کنیم** در صورتی که انحراف با دلیلی **شناسایی** شود اطلاعات مربوط به آن را **حذف** می کنیم و فاز ۱ را **مجدداً** تکرار می کنیم.

نکته: اگر این امکان وجود **نداشته باشد** که **بتوان انحراف با دلیلی** برای رسم **یک نقطه خارج** از حدود کنترل **تعیین نمود**. دو کار می توان انجام داد.

۱. نقطه موردنظر را **با فرض** اینکه **انحراف با دلیلی** برای آن **وجود دارد حذف کنیم**.
۲. **می توان** این نقطه یا نقاط را **حذف نکنیم** و **فرض نماییم** حدود **کنترل آزمایشی** برای کنترل تولیدات فعلی **مناسب است**. (به حدود کنترل بدست آمده در فاز یک، حدود آزمایشی گویند)

فاز۲: ازتخمین پارامترهای **بدست آمده** از **فاز ۱** و حدود کنترل **محاسبه شده** در آن برای **تولیدات آتی** استفاده می کنیم و **بررسی** می کنیم که آیا فرآیند **تحت کنترل آماری است** یا **خیر**؟ (یعنی پارامترها تغییر کردن یا نه)

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

اگر نمودار کنترل **خارج از کنترل** را **نشان دهد به دنبال علت های ریشه‌ای** می‌گردیم و پس از **کشف آن** با توجه به ماهیت وضعیت غیرعادی مشاهده شده سعی در برطرف کردن(برای شرایط نامطمئن) یا (تأکید بر شرایط مطلوب) بر علت های شناسایی شده می نامیم.

نکته: همواره علت های ریشه ای **نقطه ضعف** فرآیند محسوب **نمی‌شود**. بلکه **گاهی اوقات** برخی از علت های ریشه ای مثل **کاهش انحراف معیار** برای فرایند **مفید** است. (مثل بهتر شدن نمره من)

نکته: نمودارهای شوهارت بر فرض **مستقل** در توزیع مشاهدات استوارند. این فرض به این معناست که نمونه های تصادفی از یک توزیع پیروی نموده و **مستقل** از یکدیگرند. (خیالتون راحت، به شما تو کنکور توزیع غیر نرمال و همبسته نمیدن، این جزء سرفصل‌های کارشناسی نیست و مباحث کنترل کیفیت پیشرفته هست، ایشالا علاقمند یودین، بعدها تو ارشد و دکتری بعنوان مباحث تحقیقاتی روش مطالعه کنید. تو سوال‌ها اگه دقت کرده باشین، میبینین که **طراح** همیشه تو سوالاش میگه توزیع **نرمال و مستقل** و هیچ وقت نمیگه توزیع نمایی و یا یه توزیع دیگه).

تست: اگر در فاز ۲ نمودار کنترل $\overline{X}$ حدود کنترل ۳ انحراف معیار و نمونه‌های ثابت ۴ تایی، اشتباها میانگین یک نمونه ۹ تایی بر روی نمودار کنترل رسم شود با فرض اینکه فرایند تحت کنترل آماری است آنگاه کدام گزینه صحیح است؟

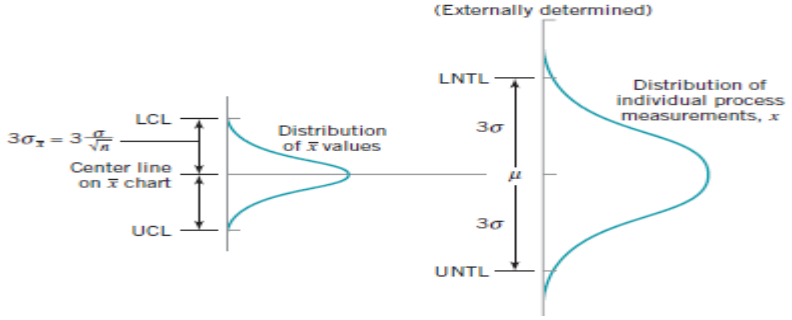
۱- احتمال خارج از کنترل قرار گرفتن آماره $\overline{X}$ نمونه ۹ تایی افزایش می‌یابد.

۲- احتمال تحت کنترل قرار گرفتن آماره $\overline{X}$ نمونه ۹ تایی افزایش می‌یابد.

۳- حدود کنترل نمودار $\overline{X}$ تنگ تر می‌شود.

۴- حدود کنترل نمودار $\overline{X}$ بازتر می‌شود.

پاسخ: دقت کنید که سول گفته **تو فاز ۲ نمودار** کنترل هستیم. هدف از فاز دو پایش **تغییر** پارامترهای کنترل بود و وقتی تو فاز یک تخمین زدیم. حدود کنترل **ثابت میمونه** و دیگه **تغییر نمیکنه**. پس گزینه ۳ و ۴ غلط هستن. حدود کنترل این نمودار از رابطه $\overline{\overline{X}} \pm 3\frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}}$ بدست میاد که در ادامه فصل کامل و مفصل در این مورد بحث میکنیم. با توجه به رابطه وقتی اندازه نمونه افزایش پیدا میکنه، پراکندگی کاهش پیدا میکنه، پس نتیجه میگیریم که احتمال تحت کنترل قرار گرفتن آماره افزایش پیدا میکنه. برای درک این تست به شکل زیر نگاه کنید و ضمنا تو گروه تلگرامی https://t.me/joinchat/Bbn3tUOsQ-F1tlRFGK4sWQ یه فایل شبیه سازی نمودار کنترل گذاشتم که کاملا تو درک این مفاهیم به شما کمک میکنه.



گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

برای رسم هر نمودار کنترل کافیه که **دو قانون** را بدونیم. یکی از این قوانین بصورت رابطه زیر است.

*$\mu_W \pm K\sigma_W$: یعنی **میانگین آن چیزی** که می خواهیم **پایش** یا **بررسی** بشه به اضافه منهای انحراف معیار **آن چیزی** که **می خواهیم پایش** بشه با دونستن این عبارت ساده به راحتی می تونیم از پس تمامی روابط این قسمت بر بیایم. حالا تو این قسمت‌ها قصد داریم دیگه بصورت دقیق بگیم که چطور خط قرمز (حدود کنترل، UCL,LCL) و میانگین و انحراف معیار هر نمودار کنترل را چطور بدست بیاریم. در انتها هم با یه برگه کل فرمول ها را ساده باهم مرور میکنیم. من تو کلاسام با **یه بازی** اینکارو بر روی تخته وایت برد انجام میدم. ایشالا در **جمع بندی فرمولا**، اون بازی را میگم فعلا بریم قبل اینکه بریم سراغ بدست آوردن اولین نمودار کنترل، ابتدا باهم تعریف دامنه نسبی را بررسی کنیم. بزن که بریم.

دامنه نسبی: اگر توزیع مشخصه کیفی نرمال باشد آن گاه $W = \frac{R}{\sigma}$ متغیر تصادفی است که بیانگر **رابطه میان دامنه نمونه** و **انحراف معیار** آن می باشد. این متغیر را **دامنه نسبی** گویند. که **میانگین** آن d_2 و **انحراف معیار** آن d_3 است. مقادیر d_2 و d_3 که به **اندازه نمونه بستگی** دارند، به ازای اندازه نمونه های مختلف در جدول پیوست قابل مشاهده هستند.

تست: متغیر تصادفی دامنه نسبی و میانگینش به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

1) $d_2, \frac{\sigma}{R}$ 2) $\frac{R}{\sigma}, X_{max} - X_{min}$ 3) $d_2, \frac{R}{\sigma}$ 4) $d_2, X_{max} - X_{min}$

جواب: با توجه به توضیحات بالا کاملا مشخصه که گزینه ۳ درسته دیگه.

۳-۲- نمودارهای کنترل و طریقه‌ی بدست آوردن حدود کنترل در ۲ حالت(کمک حسن آقا ویا بدون کمکش، یعنی افتادن تو دردسر و تخمین زدن)

۳-۲-۱- نمودار کنترل $R - \bar{X}$

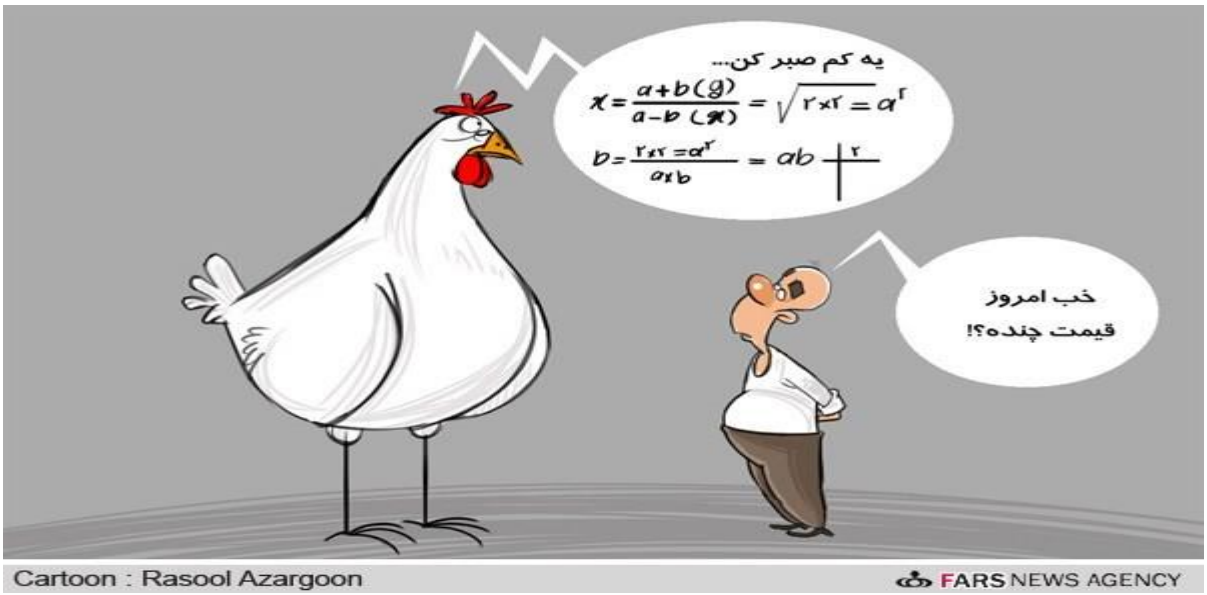
نمودار کنترل $R, \overline{X}$ یکی از نمودارهای کنترل برای پایش مشخصه‌های کیفی متغیر هستند. اگر مشخصه‌ی کیفی مورد بررسی دارای توزیع نرمال با پارامتر μ, σ باشد، آنگاه نمودار $\overline{X}$ بمنظور پایش میانگین یعنی μ, σ و نمودار کنترل $R, \overline{X}$ بمنظور پایش انحراف معیار (تغییر پذیری فرایند) یعنی $R, \overline{X}$ استفاده می‌شود. بعبارتی برای کنترل هر پارامتر یک نمودار داریم. (البته روش‌های کنترل همزمان در یک نمودار هم هست که جای دو نمودار از یک نمودار استفاده می‌کند که در مباحث و سرفصل‌های کارشناسی نیست، من در یکی از مقالات ISI خودم از این روش استفاده کردم.)

از اینجا به بعد همیشه **یادتون** باشه برای بدست آوردن حدود کنترل **تمام** نمودارهای کنترل در این کتاب، **فقط** از **دو قانون** زیر استفاده می‌کنیم و **به راحتی** حدود کنترل **هر نموداری** را تو این فصل را بدست میاریم. پس

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

بریم که **این دو قانون** را ببینیم که **چی هست**. اگر این دو قانون را یاد بگیرین، هیچ وقت تو تست ها، برای محاسبه حدود کنترل شبیه کاریکاتور زیر نمیشین.



قانون اول: $\mu_w \pm K\sigma_w$، همانطور که قبلا گفتیم w **آنچیزی است** که داره **پایش** یا **بررسی میشه** که تو مثال ها بیشتر درک میکنیم.

قانون ۲: با توجه به قانون اول، کاملا مشخصه که **باید میانگین** و **انحراف معیار چیزی** که داره پایش میشه را **بدونیم**. پس قانون ۲ معادل با **دونستن میانگین** و **انحراف معیار** پارامتر مورد بررسیه. که از مباحث صفحه‌های قبل هم یادمون هست که **میتونه مشخص باشه** (حست آقا بهمون بگه) یا اینکه **مشخص نباشه** و ما باید برآورد کنیم. این دو قانون را یاد بگیرین چون این **فصل فرمول زیاد داره**، با این **دو قانون** دیگه **نیاز** به حفظ **هیچ فرمولی نیست** و ضمنا برای **بعضی از تست ها خصوصا** که **ضریب حدود کنترل** ۳ انحراف معیار **نیست** که نمونشو تو جزوه آوردم **حتما حتما حتما باید** از همین **دو قانونی** که بهتون یاد میدم استفاده کنین که تست را حل کنید. حالا بریم سراغ درس و حدود کنترل نمودار $\overline{X}, R$ را با استفاده از **همین دو قانون بدست بیاریم**.

خب حالا فرمول نمودار $\bar{X}$ را در صورتی که میانگین و انحراف معیار **معلوم است** می نویسیم- اگر میانگین و انحراف معیار **معلوم نباشد** باید آن ها را **تخمین بزنیم**.

۳-۲-۱-۱- : حدود نمودار کنترل $\bar{X}$ با ضریب حدود کنترل۳ انحراف معیار زمانی که μ و σ **مشخص است:**

$$\mu_w \pm K\sigma_w \Rightarrow \mu_{\bar{x}} \pm K\sigma_{\bar{x}}$$

طبق قانون ۱می نویسیم : اینجا $\bar{X}$ داره پایش میشه

$$cl = \mu$$

طبق قانون ۲ باید میانگین و **انحراف معیار** را **بدونیم** که **چون اینجا مشخصه** یعنی حسن آقا بهمون میگه نیاز به تخمینش نداریم پس همون μ و σ میشه. بنابراین حدود کنترل میشه $\mu \pm 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

۳-۲-۱-۲- : حدود کنترل نمودار $\bar{X}$ با ضریب حدود کنترل۳ انحراف معیار زمانی که μ و σ **مشخص نیست:**

طبق رابطه ۱ داریم:

$$\mu_w \pm K\sigma_w \Rightarrow \mu_{\bar{x}} \pm 3\sigma_{\bar{x}}$$

طبق رابطه ۲:

زمانی که μ و σ مشخص نیست باید **تخمین** بزنیم

میانگین $\overline{X}$	$\bar{\bar{X}}$
انحراف معیار $\overline{X}$	$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$

در نتیجه وقتی رابطه ۲ را در رابطه ۱ جای گذاری کنیم داریم: $\bar{\bar{x}} \pm 3\frac{\bar{R}}{d_2\sqrt{n}}$

اگر در این رابطه $\frac{3}{d_2\sqrt{n}}$ را A_2 در نظر بگیریم، یعنی $A_2 = \frac{3}{d_2\sqrt{n}}$ بنابراین حدود کنترل بصورت مقابل خلاصه می‌شود. $\bar{\bar{X}} \pm A_2\bar{R}$

حدود نمودار کنترل $\boldsymbol{R}$ وقتی با ضریب حدود کنترل۳ انحراف معیار زمانی که μ و σ مشخص **است**: (دقت کنید قبلی حدود نمودار ایکس بار بوده و این$\boldsymbol{R}$ هست)

طبق قانون ۱ :

$$ucl = \mu_{\textcircled{R}} + 3\sigma_R$$

اینجا R دارد پایش می شود

طبق قانون ۲ :

میانگین R	$d_2\sigma$
انحراف معیارR	$d_3\sigma$

بنابراین با جایگذاری قانون دوم در قانون اول داریم:

$$ucl = \mathrm{d}_2\sigma + 3d_3\sigma$$
$$lcl = \mathrm{d}_2\sigma - 3d_3\sigma$$

نکته: در رابطه بالا اگر σ فاکتور بگیریم و حاصل عبارت $\mathrm{d}_2 - 3d_3$ و $\mathrm{d}_2 + 3d_3$ به ترتیب D_1و D_2 بنامیم.

یعنی $D_1 = \mathrm{d}_2 - 3d_3$ و $D_2 = \mathrm{d}_2 + 3d_3$ آن گاه حدود نمودار کنترل به صورت زیر تبدیل می شوند:

$ucl = D_2\sigma$
$cL = d_2\sigma$
$LcL = D_1\sigma$

نکته: در روابط فوق d_2 و D_1 و D_2 <u>تنها</u> به **اندازه نمونه** (n)بستگی دارند.

حدود نمودار کنترل $\boldsymbol{R}$ وقتی با ضریب حدود کنترل۳ انحراف معیار زمانی که μ و σ مشخص **نیست**:

طبق قانون ۱ :

$$ucl = \mu_{\textcircled{R}} + 3\sigma_R$$

اینجا R دارد پایش می شود

طبق قانون ۲ :

میانگین R	$d_2\hat{\sigma}$
انحراف معیارR	$d_3\hat{\sigma}$

(دقت کنید، زمانیکه پارامترها مشخص نیستند، از تخمین استفاده میکنیم، همانند فاز یک نمودار کنترل)

بنابراین با جایگذاری قانون دوم در قانون اول داریم:

تخمین

$$ucl = \mathrm{d}_2\hat{\sigma} + 3d_3\hat{\sigma} \quad \Rightarrow \quad \mathrm{d}_2\frac{\overline{\mathrm{R}}}{\mathrm{d}_2} + \frac{3d_3\overline{\mathrm{R}}}{\mathrm{d}_2} \Rightarrow \overline{\mathrm{R}} + \frac{3d_3\overline{\mathrm{R}}}{\mathrm{d}_2}$$

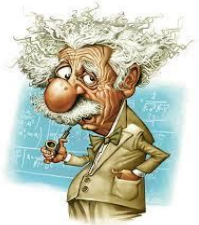
$$lcl = \mathrm{d}_2\hat{\sigma} - 3d_3\hat{\sigma} \overset{\text{تخمین}}{\Rightarrow} \mathrm{d}_2\frac{\overline{\mathrm{R}}}{\mathrm{d}_2} - \frac{3d_3\overline{\mathrm{R}}}{\mathrm{d}_2} \Rightarrow \boxed{\overline{\mathrm{R}} - \frac{3d_3\overline{\mathrm{R}}}{\mathrm{d}_2}}$$

نکته: زمانی که μ و σ **معلوم نباشند و از رابطه بالا نسبت به** $\overline{\mathrm{R}}$ فاکتور بگیریم و حاصل عبارت $1 - \frac{3d_3}{d_2}$ **و** $1 + \frac{3d_3}{d_2}$ **به ترتیب برابر** D_3و D_4 درنظر بگیریم، یعنی $\mathrm{D}_3 = 1 - \frac{3d_3}{d_2}$ و$\mathrm{D}_4 = 1 + \frac{3d_3}{d_2}$ آن گاه حدود نمودار کنترل به صورت زیر تبدیل می شوند»

$ucl = D_4\bar{R}$
$cL = \bar{R}$
$LcL = D_3\hat{R}$

نکته: در روابط فوق d_3 و D_3 و D_4 **تنها** به **اندازه نمونه** (n)بستگی دارند.

دیدین چقدر راحت تونستیم روابط نمودار کنترل $\mathrm{R} - \overline{\mathrm{X}}$را با تنها دو قانون ساده بدست بیاریم؟



درضمن در **انتهای همین** فصل یه جمع بندی از کل روابط نمودارهای کنترل با تکنیک سریع بخاطر سپری به ذهن براتون می دارم.

۳-۳- تغییر اندازه نمونه در نمودارهای کنترل $\overline{X}$ و R

هنگامی که **اندازه نمونه متغیر** است. به راحتی نمی توان از نمودار R استفاده کرد زیرا در این شرایط **خط مرکز ثابت نمی ماند** در این شرایط تغییر نمودار کنترل مشکل می شود اما در **بعضی از موارد نظیر ملاحظات هزینه‌ای** یا برخوردار بودن فرایند از **ثبات خوب** یا **کاهش تعداد منابع تخصیص داده شده به نمونه گیری، می خواهیم اندازه نمونه** را به طور مستمر(یا حدوداً مستمر) **تغییر دهیم**. در این شرایط روش محاسبه **حدود کنترل جدید** به صورت زیر است:

$\bar{R}_{old}$= متوسط دامنه برای اندازه نمونه قدیمی

$\bar{R}_{new}$= متوسط دامنه برای اندازه نمونه جدید

n_{old}= اندازه نمونه قدیمی

n_{New}= اندازه نمونه جدید

$d_{2(old)}$= ضریب d_2 برای اندازه نمونه قدیمی

$d_{2(new)}$= ضریب d_2 برای اندازه نمونه جدید

تعریف: حدود کنترل نمودار $\bar{x}$جدید عبارتند از:

$$ucL = \bar{\bar{x}} + A_2\left(\frac{d_2(new)}{d_2(old)}\right)\bar{R}_{old}$$

$$LcL = \bar{\bar{x}} - A_2\left(\frac{d_2(new)}{d_2(old)}\right)\bar{R}_{old}$$

نکته:در محاسبات فوق خط مرکز بدون تغییر باقی می ماند و ضریب A_2 براساس اندازه نمونه جدید تعیین می گردد.

تعریف: پارامترهای جدید نمودار R عبارتند از:

$$ucL = D_4\left(\frac{d_2(new)}{d_2(old)}\right)\bar{R}_{old}$$

$$cL = \bar{R}_o\left(\frac{d_2(new)}{d_2(old)}\right)\bar{R}_{old}$$

$$LcL = max\left\{0, \left(\frac{d_2(new)}{d_2(old)}\right)\bar{R}_{old}\right\}$$

نکته: در محاسبات فوق ضرایب D_3 و D_4 براساس اندازه نمونه جدید تعیین می گردد

تست: نمودار کنترل $\bar{x}$ برای کنترل میانگین یک مشخصه کیفی مهم مورد استفاده قرار می گیرد. در ابتدا ۱۰ نمونه به اندازه *n=5* از فرایند جمع آوری گردید و نتایج $\sum \bar{X}_i = 200$ و $\sum R_i = 100$ بدست آمده به دلیل ملاحظات هزینه ای تصمیم گرفته شد که به جای استفاده از نمونه ۵ تایی در هر زیرگروه از اندازه نمونه ۳ تایی استفاده شود. حد کنترل ۳ انحراف معیار بالای نمودار کنترل $\bar{X}$ کدام است؟

$A_2(n=5) = 0/571$ و $A_2(n=3) = 1/023$ و $\frac{d_2(n_{\text{قدیم}})}{d_2(n_{\text{جدید}})}$

۳۴/۰۱	۲۷/۹	۲۷/۴۷	اطلاعات مسأله کافی نیست

پاسخ:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{200}{10} = 20$$

$$\bar{R} = \frac{100}{10} = 10$$

جدید | قدیم

$$\bar{R} = \frac{d_2}{d_2} \quad \bar{R} = \frac{1}{1.37} \times 10$$

جدید

قدیم

$$ucL = \bar{\bar{X}} + A2\bar{R} = 20 + 1.023 \times \frac{1}{370} \times 10 = 27.46$$

۳-۳-۱- برخی از نکات نمودار $\overline{X}$ و R

نکته۱: برای تغییر روندهای غیرتصادفی مشاهده شده در نمودارهای $\bar{X}$ و R **ابتدا بهتر** است انحراف با دلیل موجود در **نمودار *R*** را حذف کنیم. **زیرا** این کار در اغلب موارد موجب حذف روندهای غیرتصادفی در نمودار $\bar{X}$ می گردد. الان قصد داریم دلیل این نکته را منطقی بررسی کنیم و بعدش یه تست بزنیم.

دلیل: از روی **فرمول های** $\bar{X} - R$ نیز به سادگی مشخص است که فرمول $\bar{X}$ به R بستگی دارد ولی فرمول نمودار R ربطی به $\bar{X}$ ندارد. پس اگر نمودار R را درست کنیم. ممکن است، روندهای غیرتصادفی در نمودار $\bar{X}$ حذف گردند.

تست: از نمودارهای کنترل $\bar{X}$ و *R* برای کنترل استحکام برشی مربوط به آزمون نقطه جوش استفاده خواهیم کرد. اندازه زیر گروه ۴ است فرض کنید در لحظه‌ای هر ۲ نمودار خارج از کنترل باشند،کدام گزینه صحیح است؟

۱- باید هر ۲ نمودار را همزمان بررسی کنیم

۲- ابتدا بهتر است نمودار $\bar{X}$ را بررسی کنیم تا مطمئن شویم میانگین فرایند ثابت مانده است.

۳- ابتدا بهتر است نمودار R را بررسی کنیم سپس نمودار $\bar{X}$. زیرا حدود کنترل نمودار $\bar{X}$ بستگی به تغییرپذیری فرایند دارد.

۴- ابتدا بهتر است نمودار $\bar{X}$ را بررسی کنیم سپس نمودار R. زیرا حدود کنترل نمودار R بستگی به تغییرپذیری فرایند دارد.

پاسخ: باتوجه به نکته ۱، گزینه ۳ صحیح است.

نکته۲: هنگامی که توزیع مشخصه کیفی مورد بررسی دارای **توزیع نرمال** باشد. و از **حدود۳ انحراف** استفاده کنیم **خطای نوع ۱ برای نمودار$\bar{X}$** برابر با **۰/۰۰۲۷** خواهد بود. اما به دلیل اینکه **توزیع *R*** حتی در این حالت **هم متقارن** نیست و **چوله به راست** است. **۳ انحراف** معیار متقارن فقط **یک تقریب** است. و به همین علت خطای نوع۱ برای نمودار R برابر با **۰/۰۰۲۷ نخواهد بود.** (برای ***n=4*** مقدار $\alpha = \mathbf{0/00461}$)

نکته۳: نمودار*R* در مقایسه با **نمودار $\bar{X}$** نسبت به دور شدن از توزیع نرمال **حساسیت زیادتری** از خود نشان می دهد.

نکته۴: توانایی نمودارهای $\bar{X}$ و R نسبت به **پی بردن به وجود تغییرات** در فرایند به وسیله **منحنی های مشخصه عملکرد*(oc)*** آنها توصیف می شود.

تست صنایع ۹۶: بمنظور پایش انحراف معیار یک مشخصه کیفی نرمال، از نمودار کنترل R با اندازه نمونه ۴ استفاده می‌شود. چنانچه فرایند تحت کنترل آماری باشد. احتمال رسم یک نقطه در بالای حد کنترل بالای نمودار R حدودا چقدر است؟ (حد کنترل برای نمودار R برابر *UCL=2.85* است)

۱- ۰.۰۰۱۳۵ ۲- ۰.۰۰۲۷ ۳- ۰.۰۴۵۵ ۴- امکان محاسبه وجود ندارد

پاسخ: از آنجائیکه ضریب حدود کنترل را نداده و توزیع R غیر نرماله. پس نمیتونیم محاسبه کنیم.

تست: به منظور کنترل فرایند اندازه های قطر دایره گام پیچ مربوط به قطعه های اتصال در هواپیما از نمودار کنترل $\bar{X}$ و *R* استفاده می کنیم. اندازه زیرگروه *4* است. پس از گرفتن ۲۰ زیرگروه نتایج $\sum \bar{X} = \mathbf{150}$ و $\sum R = \mathbf{0/3}$ بدست آمده است. حدود هشدار را برای نمودارهای کنترل $\bar{X}$ و *R* به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ $d_2(n=4) = 2.059 \quad d_3(n=4) = 0.88$

(۷.۵۱ و ۷/۴۹ ۰۲۸/ و ۰۰۲/) (۷/۵۳ و ۷/۴۵ ۰/۰۳۴ و ۰)

(۷.۵۳ و ۷/۴۵ ۰۲۸/ و ۰۰۲/) (۷/۵۱ و ۷/۴۹ ۰۳۴/ و ۰)

حل: حدود **هشدار وقتی میگه** یعنی ضریب حدود کنترل برابر **۲ انحراف معیار هستش**. از طرفی این را **بدانید** که روابط $\bar{R}D_3$و $\bar{R}D_4$ برای نمودار R و رابطه‌ی $A_2\bar{R}$ برای نمودار $\bar{x}$ زمانی **استفاده میشه** که ضریب حدود کنترل **برابر ۳ باشه**. (کلا حروف بزرگ مثل D,B,A زمانیکه ضریب حدود کنترل ۳ هستند بکار می‌روند) پس تو این سوال نمی تونیم از این روابط استفاده کنیم چون **ضریب ۳ نیست**. بنابراین **ناچاریم** که از **دو قانونی** که برای نوشتن حدود کنترل گفتیم را بریم. دقت کنید تو این **سوال حسن آقا نگفته** میانگین و انحراف معیار چنده، پس **بی زحمت** باید **تخمین** هم بزنیم.

حدود کنترل نمودار R:

طبق قانون ۱ :

$$ucl = \mu_{(R)} + 3\sigma_R$$

اینجا R دارد پایش می شود ← طبق قانون ۲ :

میانگین R	$d_2\hat{\sigma}$
انحراف معیارR	$d_3\hat{\sigma}$

بنابراین با جایگذاری قانون دوم در قانون اول داریم:

$$R\begin{cases} ucl = \bar{R} + 2d_3\dfrac{\bar{R}}{d_2} = 0.028 \\ LCL = \bar{R} - 2d_3\dfrac{\bar{R}}{d_2} = 0.002 \end{cases}$$

برای نمودار $\overline{X}$ داریم:

طبق قانون۱ داریم:

$$\mu_w \pm K\sigma_w \Rightarrow \mu_{\bar{x}} \pm 2\sigma_{\bar{x}}$$

طبق قانون ۲:

زمانی که μ و σ مشخص نیست باید **تخمین** بزنیم

میانگین $\overline{X}$	$\bar{\bar{X}}$
انحراف معیار $\overline{X}$	$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$

بنابراین حدود کنترل برابر است با:

$$\bar{x}\text{نمودار}\begin{cases} ucl = \bar{\bar{x}} + \dfrac{2\bar{R}}{d_2\sqrt{n}} = 7.51 \\ LCL = \bar{\bar{x}} - \dfrac{2\bar{R}}{d_2\sqrt{n}} = 7.49 \end{cases}$$

تست: با استفاده از سوال قبل تخمین انحراف معیار فرایند چند است؟

۰/۰۱۵ /۰۱۶ ۰/۰۰۷ ۰/۰۱۷

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0.015}{2.059} = 0.007$$

تست:کدام یک از گزینه های زیر حد کنترل پایین ۱ انحراف معیار نمودار کنترل *R* است؟

۱) $D_3\bar{R}$ ۲) $\frac{2}{3}\bar{R}\left(1+\frac{D_3}{2}\right)$ ۳) $\frac{1}{3}\bar{R}\left(1+\frac{D_3}{3}\right)$ ۴) $\frac{1}{3}\bar{R}\left(2+\frac{D_3}{2}\right)$

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2}\,dx = \sqrt{\pi}$$

$$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty}\left(a_n \cos\frac{n\pi x}{L} + b_n \sin\frac{n\pi x}{L}\right)$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

حل: این تست هم مثل تسته بالا هست که حتما باید **۲ تا قانون** را برای نوشتن را بریم، چون ضریب حدود کنترل ۳ نیست که حدود را مثلا قبلا حفظ کرده باشیم، اگر **دقت نکنید** که **ضریب حدود کنترل ۳ نیست،** اونوقت **گزینه ۱** را جواب میدین و شادو خوشحال، فکر میکنین درست جواب دادین، تو دلتون هم میگین که چه سوال گلابی بوده. ای دل غافل، بعد که گزینه صحیح را دادن ضد حال میخورین. بریم تا **دوباره تاکید کنم** که این سوالا را چطور حل میکنن و **چرا باید ۲ تا قانون** را که سخت هم نیست یاد بگیرین.

****نکته بسیار مهم:** حروف کوچک مثل ($d_2, d_3, \ldots$) در این نمودار یا نمودارهای دیگر مثل $\overline{X} - R$ و.... زمانی به کار می رود که:

۱- طراح منظورش باشد

۲- **حدود۳ انحراف** معیار نباشد.

طبق قانون ۱ :

$$Lcl = \mu_{\textcircled{R}} - 3\sigma_R$$

اینجا R دارد پایش می شود

طبق قانون ۲ :

میانگین R	$d_2\hat{\sigma}$
انحراف معیارR	$d_3\hat{\sigma}$

بنابراین با جایگذاری قانون دوم در قانون اول داریم:

$$lcl = \mathrm{d}_2\hat{\sigma} - d_3\hat{\sigma} \quad \Rightarrow \quad d_2\frac{\bar{R}}{d_2} - \frac{d_3\bar{R}}{d_2} \Rightarrow \bar{R} - \frac{d_3\bar{R}}{d_2} \qquad **$$

چون گزینه‌ها بر حسب D_3 (حروف بزگ) می‌باشد، بنابراین باید ارتباطی بین D_3 و حروف کوچک مثل d_3و d_2 پیدا کرد جواب نهایی که در بالا رابطه ** بدست آوردیم را تبدیل به یکی از گزینه‌های صورت سوال کنیم. از قبل میدانیم که $D_3 = 1 - \frac{3\mathrm{d}_3}{\mathrm{d}_2}$ بنابراین داریم.

$$D_3 = 1 - \frac{3d_3}{d_2} \Rightarrow -\frac{d_3}{d_2} = \frac{D_3 - 1}{3} \qquad *$$

حال کافی است در حدود کنترلی که در رابطه ** بدست آوردیم رابطه * را جایگذاری کنیم.

$$LCL = \bar{R} - \frac{d_3 \bar{R}}{d_2} \overset{\text{فاکتور}}{\Longrightarrow} \bar{R}\left(1 - \frac{d_3}{d_2}\right) = \bar{R}\left(1 + \frac{D_3 - 1}{3}\right) = \bar{R}\left(\frac{2 + D_3}{3}\right) \Rightarrow LCL = \frac{2}{3}\bar{R}\left(1 + \frac{1}{2}D_3\right)$$

بنابراین گزینه ۲ صحیح است.

تست: ازنمودارهای کنترل $\bar{X}$ و R برای اندازه گیری قطعه معینی که در موتورخودرو به کار می رود استفاده می کنیم نتایج به صورت زیر است:

$$\sum_{i=1}^{10} \bar{X}_i = 540 \qquad \sum_{i=1}^{10} R_i = 49/4 \qquad n = 1$$

فرض کنید که میانگین فرایند ثابت مانده باشد، بطور متوسط چند زنگ خطر اشتباهی خواهیم داشت؟

۳۷۰/۳۷ ۲۵۷ ۳۰۰ ۴۱۰

حل: سوال چی را از ما میخواد؟ آفرین درسته ARL را میخواد. حالا کدوم ARL؟ $ARL_0 or ARL_1$ ؟؟ مطمنا دارین میگین خوب معلومه دیگه. کلی تو فصل ۲ در مورد این موضوع صحبت کردیم و داستان‌های مختلف خوندیم. پس عمرا اگر غلط جواب بدیم. مطمنا چون گفته میانگین ثابته، پس ARL_0 را میخواد. با دو روش این تست را حل میکنیم.

روش اول: باید آلفا را بدست بیاریم و سپس از رابطه $ARL_0 = \frac{1}{\alpha}$ جواب تست را بدست بیاریم.

از فصل ۲ میدونیم که یکی از روش‌های کلاسیک بدست آوردن آلفا بصورت زیر است.

$$\alpha = p(\text{فرآیند تحت کنترل است} \mid \text{آماره خارج از کنترل است}) = p(\bar{X} > UCL \mid H_0) + P(\bar{X} < LCL \mid H_0)$$

بنابراین باید از اطلاعات مساله $\bar{X}$ و UCL و LCL را بدست بیاریم و بعد آلفا را حساب کنیم. ضمنا حسن آقا هم چیزی نگفته. با ما لج کرده و همش ما را میندازه تو زحمت تا تخمین بزنیم.

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{d=1}^{10} \bar{X}_i}{10} 54, \bar{R} = \frac{\sum_{d=1}^{10} R_i}{10} = 4/94$$

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\bar{R}}{d_2\sqrt{n}} \Longrightarrow d_2 = \frac{2}{059} \Longrightarrow \sigma_{\bar{x}} = \frac{4/94}{2/059 \times 2} = 1/2$$

$$\Longrightarrow \text{حدود کنترل نمودار} \bar{X} \begin{cases} UCL = \bar{\bar{x}} + 3\frac{\bar{R}}{d_2\sqrt{n}} = 54 + 3 \times 1.2 = 57.6 \\ CL = \bar{\bar{X}} = 54 \\ LCL = \bar{\bar{x}} - 3\frac{\bar{R}}{d_2\sqrt{n}} = 54 - 3 \times 1.2 = 50.4 \end{cases}$$

$$\alpha = P(\bar{x} < LCL|\mu = 54) + P(\bar{x} > UCL|\mu = 54)$$
$$= P\left(z < \frac{50.4 - 54}{1.2}\right) + P\left(z > \frac{57.6 - 54}{1.2}\right) = \varphi(-3) + \big(1 - \varphi(3)\big)$$
$$= 2 - 2\varphi(3) = 2 - 2 \times (0.99865) = 0.0027 \rightarrow ARL_0 = \frac{1}{\alpha} = 370.37$$

روش دوم: با توجه به نکته ۲ که در قسمت برخی از نکات نمودار مطرح شد. میدونیم وقتی ضریب حدود کنترل ۳ هست، آلفا برابر ۰.۰۰۲۷ میشه، و ضمنا از فصل ۲ میدونیم که ***ARL*** متناظرش برابر بود با ۳۷۰، پس نیاز به این همه حل نداشت. البته تو گام اول، حتما حتما حتما، روش تشریحی محاسبه آلفا را برین تا یاد بگیرین و بعد سراغ روش تستی برین. اگر ضریب حدود کنترل در این سوال ۲ بود، آلفا میشد ۰.۰۴۵۵ و باز هم از فصل ۲ میدونیم که ***ARL*** متناظرش برابر میشه با تقریبا ۲۲ حالا خودتون مثل روش یک برای ضریب ۲ آلفا و ***ARL*** را حساب کنید و به عددی که گفتم برسین. آفرین، تنبلی نکنینا!!!!.

تست: در سوال قبل اگر میانگین فرایند به ۵۶ تغییر کند، بطور متوسط بعد از چند نمونه این تغییر را کشف می کنیم؟

۸ ۱۰ ۱۲ ۱۱

چون تغییر در میانگین داریم (حتی به اندازه مورچه) بنابراین ARL_1 در نمودار$\bar{x}$ را می خواهیم. بنابراین اول باید β را محاسبه کنیم. که از فصل ۲ میدونیم.

β =p(آماره داخل حدود است | فرایند خارج از کنترل است) = $p(\mathrm{LCL} < \overline{X} < UCL \,|H_1)$

دقت کنید که در حالت محاسبه خطای β باید پارامتر تغییر یافته **جدید** را بذاریم، یعنی تو اینجا $\mu = 56$ نه ۵۴

$$\beta = P(LCL < \bar{x} < UCL|\mu = 56) = P(50.4 < \bar{x} < 57.6|\mu = 56)$$
$$= P\left(\frac{50.4 - 56}{1.2} < z < \frac{57.6 - 56}{1.2}\right) = P(-4.6 \le z \le 1.33) = \varphi(1.33)$$
$$= 0.908$$

$$ARL_1 = \frac{1}{1 - \beta} = \frac{1}{1 - 0.908} = 10.89 \approx 11$$

تست: در یک نمودار کنترل $\bar{X}$ به حدود سه انحراف معیار از حدود کنترل LCL=785 ، CL=800، UCL=815 برای پایش فرایند استفاده می‌شود ضمنا هر دو ساعت یک نمونه از فرآیند انتخاب می شود. اگر میانگین فرآیند به ۷۹۰ تغییر یابد، متوسط زمان تقریبی تا شناسایی این تغییر تا چند ساعت خواهد بود؟

۸/۴(۴ ۱۲/۶(۳ ۱۶/۸(۲ ۲۴/۱(۱

حل: سوال از ما چی میخواد؟؟ درسته سوال از ما ATS_1 را میخواد. (چون تو فصل ۲ گفتیم حتی تغییر به اندازه مورچه، اینجا از ۸۰۰ به ۷۹۰ تغییر کرده، خیلی بیشتر از مورچه هست).

میدانیم که $ATS_1 = ARL_1 \times h = h * \frac{1}{1-\beta}$ پس بتا را باید مانند سوال قبل بدست بیاریم.

فاصله بین $UCL - Cl = 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 815 - 800 = 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ بنابراین $\frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 5$

$$\beta = P(785 < \bar{x} < 815|\mu = 790) \xrightarrow{\text{تبدیل به نرمال استاندارد}} P\left(\frac{785-790}{5} < z < \frac{815-790}{5}\right) \approx 0.840$$

$$ATS_1 = ARL_1 \times h = \frac{1}{0.16} \times 2 = 12.6$$

تست: یک مشخصه کیفی دارای توزیع نرمال با میانگین 5 و واریانس 1 است. اندازه نمونه *n=4* در یک نمودار کنترل $\bar{X}$ با ARL_0 تقریباً برابر با ۲۲ استفاده شده است. حد بالای کنترل نمودار $\bar{X}$ تقریباً کدام؟

۶ ۵/۵ ۶/۵ ۷

پاسخ: سوال حد بالای نمودار کنترل یعنی UCL را میخواد. قبل حل این سوال قصد دارم بعنوان یه نکته، قبلش **حدود احتمال** را بگم.

می‌دانیم معمولا در نمودارهای کنترل از ضریب ۳ انحراف معیار استفاده می‌شود. با این ضریب معمولا احتمال وقوع خطای نوع اول حدود $\alpha = 0.0027$ است. یک روش آن است که حدود k انحراف معیار بر حسب احتمال خطای نوع اول پیدا کنیم در اینصورت مقدار k از رابطه‌ی زیر پیروی می‌کند. $k = Z_{\frac{\alpha}{2}}$ به حدود کنترلی که بر این مبنا طراحی می‌شوند، اصلاحا **حدود احتمال** می‌گویند.

حدود احتمال نمودار $\bar{X}$ بصورت زیر است.

$$\mu \pm Z_{\frac{\alpha}{2}} * \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

اگر μ, σ مشخص نباشند. می‌بایست مانند قبل تخمین بزنیم. اما حل این سوال

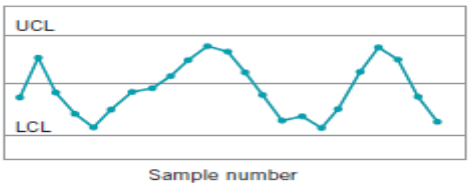
ابتدا باید آلفا را بدست بیاریم و یا اینکه چون ARL_0 برابر ۲۲ هست از قبل میدونیم که ضریب حدود کنترل برابر است با ۲، یعنی $k = Z_{\frac{\alpha}{2}} = 2$ و یا اینکه بخواین بدون نکته از اول تشریحی بصورت زیر برین تا بعد $Z_{\frac{\alpha}{2}}$ را بدست بیارین.

$$ARL_0 = 22 \rightarrow \frac{1}{\alpha} = 22 \rightarrow \alpha = 0.0455 \rightarrow Z_{\frac{0.0455}{2}} \approx 2$$

$$UCL = \mu + Z_{\frac{\alpha}{2}} * \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 5 + 2 * \frac{1}{\sqrt{4}} = 6$$

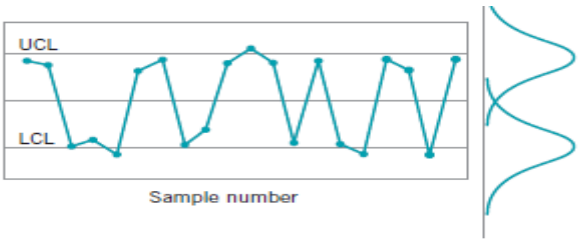
۳-۴- برخی روندهای مشاهده شده در نمودار $\bar{X}$

روند دوره ای(سیکلی): این روند یک رفتار تکراری در سیستم رخ می دهد.



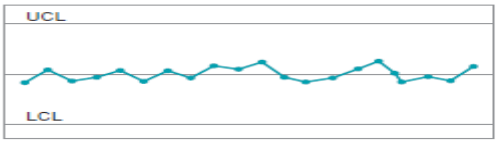
■ FIGURE 6.8 Cycles on a control chart.

روند ترکیبی: اگر تعداد زیادی از نقاط در نزدیکی حدود کنترل قرار گیرند و تعداد کمی از نقاط نزدیک خط مرکز قرار گیرند، در این حالت الگوی ترکیبی رخ داده است. این حالت در اثر ترکیب ۲ یا چند توضیح آماری با سطوح میانگین متفاوت به وجود می آید. در برخی از موارد این الگو بدلیل تنظیم بیش از حد فرایند توسط اپراتور کنترل کننده و در پاسخ به خطاهای تصادفی (و نه خطای سیستماتیک) اتفاق می افتد. در حالت دیگر اگر محصولاتی که برای اندازه گیری مشخصه کیفی موردنظر انتخاب می شوند از منابع مختلف(مثلاً ماشین های مختلف) باشند، ممکن است این الگو اتفاق بیفتد.



■ FIGURE 6.9 A mixture pattern.

توزیع لایه بندی(طبقه بندی): یکی از دلایل بالقوه برای این موضوع محاسبه اشتباه حدود کنترل می باشد. یکی دیگر از دلایل رخداد این الگو انتخاب اجزای یک نمونه از چند فرایند موازی است. در نتیجه این نوع نمونه گیری، اگر فرایندها دارای توزیع آماری مختلف باشند هر نمونه شامل چند توزیع آماری می شود و با افزایش فاصله بین کمترین و بیشترین مقدار مشاهده شده حدود کنترل نمودارهای کنترل از یکدیگر بازتر شده و در نتیجه نقاط به طور غیرمعمول نزدیک به خط مرکز نمودار کنترل می افتند.



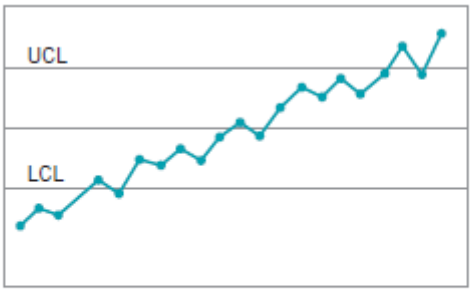
در اینجا حدود بیش از حد باز شده نه اینکه میانگین ها به هم نزدیک شدند

■ FIGURE 6.12 A stratification pattern.

تغییر در میانگین فرایند: این روند به علت تغییر ناگهانی در یکی از پارامترهای نمودارهای کنترل رخ می دهد.

■ FIGURE 6.10 A shift in process level.

روند تدریجی: این الگو معمولاً به دلیل خستگی تدریجی اپراتور و یا فرسودگی تدریجی ابزار و ماشین آلات و .... رخ می دهد. یکی دیگر از عوامل ایجاد این الگو تغییرات فصلی مانند درجه حرارت می باشد



■ FIGURE 6.11 A trend in process level.

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

۳-۵- نمودارهای کنترل $\bar{X}$ ـــ S :

در حالت های زیر نمودارهای کنترل $\bar{X}$ و S بر نمودارهای کنترل $\bar{X}$ و R ترجیح داده می شود.

۱- هنگامی که اندازه نمونه(n) تقریباً بزرگ باشد. زیرا هنگامی که اندازه نمونه متوسط یا بزرگ باشد، روش دامنه کارایی خود را در تخمین σ از دست می دهد. دلیل این امر بخاطرروش تخمین انحراف معیار می‌باشد در نمودار R تخمین بصورت $X_{\max} - X_{\min}$ می باشد، در حالیکه در نمودار S انحراف معیار بصورت زیر محاسبه می‌شود.

$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^2}{n-1}}$ ، کاملا مشخص است وقتی اندازه نمونه زیاد می‌گردد، بعنوان مثال اندازه نمونه ۷ باشد، در روش اول تنها از ۲ نمونه برای آورد انحراف معیار حساب می‌کند ($X_{\max} - X_{\min}$) و ۵ داده را نادیده می‌گیرد ولی روش دوم از تمام ۷ نمونه برای برآورد انحراف معیار استفاده می‌کند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که وقتی اندازه نمونه **۲ باشد،** هر دو روش **کارایی برابر** دارند. (چون هر دو روش از تمام نمونه‌ها استفاده می‌کنند) و زمانیکه اندازه نمونه **بیشتر از ۲** باشد، **نمودار S کاراتر** از **نمودار R** است. بعنوان مثال جدول ذیل را مشاهده کنید. (در کل برای اندازه نمونه‌های بیشتر از ۷ از نمودار S استفاده می‌کنند)

اندازه نمونه	مقایسه کارایی نسبی نمودار R به نمودار S در کشف شیفت‌ها
۲	۱
۳	۰.۹۹۲
۴	۰.۹۷۵
۵	۰.۹۷۵
۱۰	۰.۸۵

۲- هنگامی که اندازه **نمونه متغیر** باشد. نمودار s بر نمودار R ترجیح داده می‌شود.

۳- توان تشخیص نمودار S از نمودار R **همواره بیشتر** است. در $n=2$ ، چون از تمام مشاهدات استفاده می شود نمودار R و S **معادل هم اند**. (سوال کنکور صنایع آزاد بوده)

۳-۵-۱- نمودار کنترل S با ضریب حدود کنترل ۳ انحراف معیار هنگامی که مقدار استانداردی برای σ وجود داشته باشد.

دوباره مثل قبل برای نوشتن فرمول های نمودار $\bar{X}$ و S ، کافیه عبارت ساده (رابطه ۱) و جدول زیر که به قانون دوم معروف است را به خاطر بسپاریم:

قانون ۱ $\mu_S + 3\sigma_S$ S دارد پایش می شود

میانگین، قانون۲	$c_4\sigma$
انحراف معیار	$\sigma\sqrt{1-c_4^2}$

حال، با جایگذاری قانون ۲ در قانون ۱ داریم :

$$\mu_S \pm 3\sigma_S = c_4\sigma \pm 3\sigma\sqrt{1-c_4^2}$$

اگر از σ فاکتور بگیریم و عبارت $c_4 - 3\sqrt{1-c_4^2}$ و $c_4 + 3\sqrt{1-c_4^2}$ را B_5وB_6تعریف کنیم، آنگاه حدود نمودار کنترل S به صورت زیر تبدیل می شوند.

$ucL = B_6\sigma$
$cL = c_4\sigma$
$LcL = B_5\sigma$

نکته: اگر $\hat{\sigma}$ مشخص نباشد آن را به صورت مقابل تخمین می زنیم $\hat{\sigma} = \frac{\bar{S}}{C_4}$

نکته: در روابط فوق مقادیر c_4 و B_5 و B_6 تنها به اندازه نمونه (n) بستگی دارند.

اگر مقدار استانداردی برای σ وجود نداشته باشد: در این صورت مقدار σ را می توان بوسیله تجزیه و تحلیل داده های گذشته تخمین زد. به همین منظور m نمونه که هرکدام شامل n مشاهده است درنظر می گیریم، اگر انحراف معیار نمونه i را با Si نشان دهیم، آنگاه میانگین m انحراف معیار برابر خواهد بود: $\bar{S} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} s_i$

۳-۵-۲- ئحدود نمودار کنترل S با ضریب حدود ۳ انحراف معیار زمانی که σ مشخص نیست:

قانون۱ $\mu_S + 3\sigma_S$ دارد پایش می شود S

میانگین قانون۲	$c_4\hat{\sigma}$
انحراف معیار	$\hat{\sigma}\sqrt{1-c_4^2}$

با جایگذاری قانون ۲ در یک داریم:

$$\mu_S \pm 3\sigma_S \Rightarrow c_4\hat{\sigma} \pm 3\hat{\sigma}\sqrt{1-c_4^2} \overset{\text{تخمین}}{\Rightarrow} c_4\frac{\bar{S}}{C_4} \pm 3\frac{\bar{S}}{C_4}\sqrt{1-c_4^2}$$

$ucl = \bar{S} + 3\frac{\bar{S}}{C_4}\sqrt{1-c_4^2}$
$Lcl = \bar{S} - 3\frac{\bar{S}}{C_4}\sqrt{1-c_4^2}$

اگراز $\bar{S}$ فاکتور بگیریم و $B_3 = 1 - \frac{3}{C_4}\sqrt{1-c_4^2}$ و $B_4 = 1 + \frac{3}{C_4}\sqrt{1-c_4^2}$ در نظر بگیریم داریم، آنگاه حدود کنترل بصورت زیر خلاصه می‌شود.

$ucL = B_4\bar{S}$
$cL = \bar{S}$
$LcL = B_3\bar{S}$

نکته خفن: در روابط فوق مقادیر B_3 و B_4 تنها به اندازه نمونه(n) بستگی دارد و همچنین $B_3 = \frac{B_5}{C_4}$ و $B_4 = \frac{B_6}{C_4}$ است.

تست: در یک نمودار کنترل S با حدود کنترل ۳ انحراف معیار $\sum_{i=1}^{50} S_i = 75$ بدست آمده است. فرض کنید به ازای اندازه نمونه مورد نظر در هر زیر گروه، B_5،B_6 و C_4 به ترتیب برابر با a و bو c می‌باشند. فاصله بین حدود کنترل کدام است؟

۱- $1.5(\frac{a-b}{c})$ ۲- $(\frac{b-c}{1.5a})$ ۳- $1.5(\frac{b-a}{c})$ ۴- $1.5(\frac{b-c}{a})$

پاسخ: سوال فاصله بین حدود کنترل در نمودار S را از ما میخواد یعنی UCL-LCL ، ضمنا B_4, B_3 را نیز نداریم که از نکته بالا، با داشتن مقادیر B_5, B_6 مقادیر آنها را محاسبه میکنیم، بنابراین داریم:

$$UCL - LCL = \bar{S}(B_4 - B_3) = \bar{S}(\frac{B_6}{C_4} - \frac{B_5}{C_4}) = 1.5(\frac{b-a}{c})$$

بنابراین گزینه ۳ صحیح است.

حدود کنترل نمودار $\bar{X}$ با ضریب حدود کنترل۳ انحراف معیار در نمودار $\overline{X} - S$ (μ وσ نامشخص)

طبق قانون ۱ داریم:

$$\mu_{\bar{X}} \pm 3\sigma_{\bar{X}}$$

طبق قانون ۲ داریم:

میانگین	$\bar{\bar{X}}$
انحراف معیار	$\hat{\sigma} = \frac{\bar{S}}{C_4}$

با جایگذاری قانون ۲ در قانون ۱ داریم:

$$\mu_{\bar{X}} \pm 3\sigma_{\bar{X}} \quad \Rightarrow \quad \bar{\bar{X}} \pm 3\frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} \quad \overset{\text{تخمین}}{\Rightarrow} \quad X \pm \frac{3\bar{S}}{C_4\sqrt{n}}$$

اگر $A_3 = \frac{3}{C_4\sqrt{n}}$ تعریف شود. آن گاه حدود نمودار کنترل $\overline{X}$ به صورت زیر تبدیل می شود.

$ucL = \bar{\bar{X}} + A_3\bar{S}$
$cL = \bar{\bar{X}}$
$LcL = \bar{\bar{X}} - A_3\bar{S}$

نکته: در روابط فوق مقدار A_3 تنها به اندازه نمونه(n)بستگی دارد.

نکات مهم و خیلی خفن زیر درخیلی از تست ها به شما کمک خواهد کرد.

ضرایب LcL **تا** ***n=5*** برای **نمودار *S* صفر** است یعنی(B_3 و B_5)صفراند. بنابراین $LCL = 0$ خواهد بود.

برای **نمودار *R*** ضرایب D_1 و D_3 تا ***n=6*** **صفراند**. بنابراین $LCL = 0$ خواهد بود.

نکته: C_4 **همواره کوچکتر** از **یک** می باشد.

تست: اگر اندازه زیر گروه ۵ باشد و واریانس فرآیند برابر ۲ باشد کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند حدود کنترل ۳ انحراف معیار نمودار S باشد؟

۱) $LCL=0.3$ $CL=1.5$ $UCL=5.24$

۲) $LCL=0$ $CL=1.5$ $UCL=2.76$

۳) $LCL=0$ $CL=1.2$ $UCL=2.76$

۴) $LCL=0.3$ $CL=1.3$ $UCL=2.3$

حل: طبق نکته بالا به راحتی گزینه ۴و۱ حذف می شوند، چون LCL می‌بایست برابر **صفر** باشد.

از طرفی می دانیم در نمودار کنترلS میانگین برابر $C_4\sigma$ می باشد.

$$CL = C_4\sigma = \sqrt{2}C_4 \rightarrow C_4 < 1$$

طبق نکته بالا C_4 همواره کوچکتر از یک است و میدانیم $\sqrt{2}$ برابر ۱.۴ می باشد و در یک عدد کمتر از ۱ ضرب شود، قطعا کمتر از ۱.۴ می‌گردد، بنابراین جواب گزینه ۳ صحیح است.

۳-۶- نمودار کنترل $\bar{X}$ و S با اندازه نمونه متغیر:

در برخی از کاربردهای نمودار کنترل، اندازه نمونه در **بازرسی های مختلف، متفاوت** می باشد چون در هر شیفت کاری تعداد محصولات تولید شده می تواند متفاوت باشد، نمودار کنترل از اندازه نمونه متفاوتی برخوردار خواهد بود. در چنین شرایطی **خط مرکز نمودار** کنترل ***R*** **متغیر شده** و **تفسیر نتایج** آن **مشکل می‌شود**. اما در این شرایط به راحتی می‌توان از نمودار $\bar{X}$ **و S** استفاده نمود. برای اینکار سه روش وجود دارد که در ذیل شرح داده شده است.

روش ۱- روش حدود کنترل متغیر:

در این روش برای هر نمونه حدود کنترل مربوط به خودش با استفاده از اندازه نمونه مختص آن نمونه محاسبه می‌شود. برای محاسبه $\bar{X}$ **و S** از میانگین موزون $\bar{X}$ و جذر واریانس ادغام شده بصورت زیر استفاده می‌شود.

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^{m} n_i \bar{X}_i}{\sum_{i=1}^{m} n_i}$$

$$\bar{s} = \left(\frac{\sum_{i=1}^{m} (n_i - 1) s_i^2}{\sum_{i=1}^{m} n_i - m} \right)^{1/2}$$

نکته: چون B_3 و B_4 و A_3 **بستگی** به **اندازه نمونه** دارند. بنابراین برای **هر** $\mathbf{n_i}$ **یک حد کنترل بالا** و **یک حد کنترل پایین** بدست می آید. همانند شکل زیر.

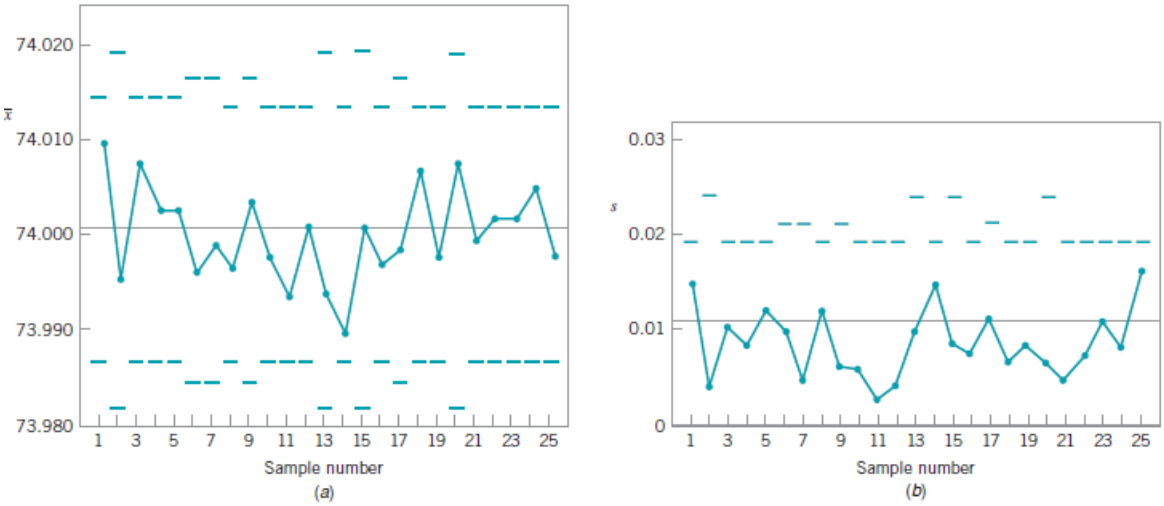


FIGURE 6.18 The (*a*) $\bar{x}$ and (*b*) *s* control charts for piston-ring data with variable sample size, Example 6.4.

روش ۲- روش اندازه نمونه متوسط

روش اندازه نمونه متوسط($\bar{n}$)است. در این روش $\bar{S}$ میانگین S_i هایی است که اندازه نمونه آن ها **بیشتر** از سایر نمونه مشاهده می شود. اگر اندازه نمونه متوسط **عدد صحیحی نباشد، یک روش دیگر** این است حدود کنترل را براساس اندازه نمونه‌ای که **بیشتر** از سایر نمونه ها مشاهده می شود تعیین کرد. این روش زمانیکه $\mathbf{n_i}$ تفاوت چندانی بایکدیگر نداشته باشند در عمل کارایی خوبی از خود نشان می‌دهد.

نکته: اشکالی که روش **اندازه نمونه متوسط** دارد این است که اگر **نقاطی نزدیک حدود کنترل** باشند، مشخص نیست در واقعیت و با توجه به **اندازه نمونه خودشان** در **حدود کنترل بوده اند یا خیر**. در این شرایط لازم است **حدود کنترل دقیق** برای آن نقطه(نقاط) محاسبه گردد تا مکان آن نسبت به این حدود دقیق بررسی شود.

روش ۳- روش استفاده از نمونه کنترل استاندارد شده.

در این روش حدود کنترل بصورت زیر است

$ucL = +3$
$cL = 0$
$LcL = -3$

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

تست: کدام یک از گزینه‌های زیر در خصوص طراحی نمودار با اندازه نمونه متغیر صحیح است؟

۱- اگر اندازه نمونه داخل زیرگروه‌ها با یکدیگر تفاوت زیادی نداشته باشند می‌توان از اندازه نمونه متوسط ($\overline{n}$) برای طراحی نمودار کنترل استفاده کرد

۲- اگر اندازه نمونه داخل زیر گروه‌ها با یکدیگر تفاوت زیادی نداشته باشند یک روش تقریبی برای طراحی حدود کنترل $\overline{XS}$ آن است که از اندازه نمونه‌ای که بیشتر از سایر نمونه‌ها مشاهده می‌شود برای طراحی حدود کنترل استفاده نمود.

۳- اگر اندازه نمونه‌ها در زیرگروه‌ها متفاوت باشد، باید از روش میانگین موزون برای محاسبه $\overline{\overline{X}}$ و $\overline{S}$ استفاده و در نهایت از حدود کنترل متغیر برای کنترل فرایند استفاده شود.

۴- هر سه گزینه صحیح است.

حل: خوب کاملا از متن درس معلومه دیگه که گزینه ۴ درسته. دم همه شما گرم.

۳-۷- حدود کنترل براساس تعداد محدودی نمونه: (تولیدات کوتاه مدت)

گاهی اوقات به این علت که:

۱- از فن آوری اندازه گیری و بازرسی خودکار استفاده می شود و هر محصول تولید شده تجزیه و تحلیل می شود.

۲- میزان تولید خیلی کم است و نمی توان برای انجام تجزیه و تحلیل ها تا n>۱ صبر کرد.

۳- در بسیاری از فرایندها نظیر فرایند شیمیایی، اندازه گیری مجدد فقط در صورت بروز اشتباه آزمایشگاهی یا خطا در تجزیه و تحلیل ها با یکدیگر متفاوت خواهند بود.

در این شرایط می توان از نمودارهای کنترل که برای محصولات انفرادی طراحی شده اند استفاده نمود. البته برخی از محققین یک روش ۲ مرحله ای را برای طراحی نمودارهای کنترل $\bar{X}$ و R ارائه کردند که نتایج حاصل از آن بدون توجه به تعداد نمونه اولیه از لحاظ آماری قابل قبول است. اما در اکثر مواقع از نمودارهای کنترل X-MR استفاده می شود.

نکات مهم:

اشکالات MR:

۱- شرط مستقل بودن را ندارد.

۲- X-MR **به شدت** وابسته به **فرض نرمال بودن** هستند و اگر **نرمال نباشند،** خطاهای نمودار کنترل **متفاوت** از حالت نرمال می گردند یعنی ۰۰۲۷/ نیست. در نمودار دامنه متحرک (R) مشاهدات **همبسته بوده** و **وجود دنباله** یا **روند** در آنها **معمول است**.

نکته: قوانین حساس سازی را روی **MR انجام نمی دهند** زیرا **روند** در آنها **معمول** است.

نکته: MR **نا متقارن** است و **اکثراً *LCL=0*** می باشد. یعنی **امکان کاهش واریانس نیست**.

نکته: نمودار MR قادر به **کشف کاهش واریانس**، یعنی(بهبود) در **فرایند نیست**.

نمودارهای کنترل X-MR:

حدود نمودار کنترل X در این نمودار بصورت زیر است

$$ucL = \bar{\bar{X}} + 3\frac{\overline{MR}}{d_2} \qquad CL = \bar{\bar{X}} \qquad LCL = \bar{\bar{X}} - 3\frac{\overline{MR}}{d_2}$$

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

حدود نمودار کنترل MR بصورت زیر است

$$ucL = D_4\overline{MR} \quad CL = M\bar{R} \quad LCL = D_3\bar{M}R$$

که در آن تغییرپذیری فرایند **توسط دامنه متحرک دو مشاهده متوالی** بصورت زیر **تخمین زده** می شود.

$$MR = |X_i - X_i - 1|$$

نکته: در روابط فوق مقادیر D_3 و D_4 و d_2 با توجه به مقدار $n=2$ محاسبه می شود.

نکته: گاهی اوقات به نمودار X-MR نمودار I-MR هم می‌گویند.

نکته: متوسط طول دنباله برای **مشاهدات انفرادی** نسبت به **نمودار شوهارت متفاوت** است

اگر فرایند زمانی که حدود کنترل معمول سه انحراف معیار مورد استفاده قرار می‌گیرد **تحت کنترل** باشد آن گاه ARL نمودار ترکیبی **بسیار کوچک تر** از ARL یک نمودار شوهارت خواهد بود.

نکته: اگر حدود کنترل ۳ انحراف معیار برای مشاهدات انفرادی استفاده شود و حد کنترل بالای نمودار دامنه متحرک از رابطه:

$$ucL = D\bar{M}R$$

(که در آن مقدار ثابت D باید عددی بین $4 \leq D \leq 5$ باشد) محاسبه گردد، آنگاه نتایج حاصل حدوداً نزدیک به نتایج به دست آمده از نمودار کنترل شوهارت خواهد بود).

مثال: نتایج حاصل از اندازه گیری قطر داخلی یک قطعه بر روی ده نمونه متوالی به صورت زیر است، حدود کنترل را برای نمودار X-MR بدست آورید. (بعنوان تمرین حلش کنید و اگه نتونستید تو گروه تلگرامی t.me/joinchat/Bbn3tUOsQ-F1tlRFGK4sWQ/ پیام بدین تا حلشو براتون بفرستم)

شماره قطعه	قطر داخلی
۱	۱/۵
۲	۱/۲۵
۳	۰/۷۵
۴	۱/۲
۵	۱/۴
۶	۱/۴۱
۷	۱/۲۵
۸	۰/۷۵
۹	۱/۵
۱۰	۱

۳-۸- رابطه بین حدود تلورانس، حدود کنترل و حدود مشخصات فنی:

دوباره مثال مدرسه را که تو فصل اول خوندیم را اینجا برای تاکید بیشتر مطرح می‌کنم: از دوران ابتدایی تا حالا ما همیشه تو کلاس ها داشتیم درس میخوندیم و امتحان میدادیم، و اگر قبول میشدیم یه کلاس بالاتر میرفتیم، یادتونه نمره برای قبولی درس چند بوده؟؟ خوب الان میگین باید حداقل ۱۰ میشدیم تا قبول شیم، به نمره ۱۰ تا ۲۰ که برای قبولی ما بود **حدود طراحی** یا **مشخصه فنی** (USLو LSL) میگیم که اینجا از **طرف وزارت علوم** تعین شده (اینجا وزارت علوم طراح یا همون مشتری ما هست)، حالا تو همین مثال میخوایم ببینیم که **حدود کنترل** یا **فرآیند** چیه؟؟ (UCLو LCL) یادتونه که گفتم این حدود فقط به **توانایی خود شما** بستگی داره؟؟ درست حدس زدین، نمره‌ای که شما تو امتحان میگیرین را **حدود کنترل** یا **فرایند** میگن، شما ممکنه مثل من تنبل باشین و ۸ بشین و یا خیلی درس خون باشین و ۲۰ بشین که هر نمره ای بگیرین به **توانایی خود شما بستگی** داره، حالا از این مثال میشه استدلال کرد که حدود مشخصه فنی **هیچ ربطی** به حدود کنترل نداره، چون من با **توانایی خودم** مثلا بشم ۸ یا هر نمره دیگه ای، حدود مشخصه فنی یا الزام مشتری تغییر نمیکنه، نمره قبولی همون ۱۰ تا ۲۰ هست و تغییر نمیکنه. یعنی وزارت علوم بخاطر من که شدم ۸ نمیاد نمره قبولی را از ۱۰ به ۸ تغییر بده تا من قبول شم. یه مثال صنعتی میتونه مثلا تولید قطر شفت باشه، تو نقشه میگن این قطر باید مثلا 9.8 ± 0.2 باشد، هر عددی غیر این باشه قابل قبول نیست (اینو طراح یا مشتری میده انگار وزارت علوم ماست) و حالا شما یه دستگاهی میخرید تا این شفت را تولید کنه، این دستگاه با توجه به دقت و تکنولوژی و کیفیت مواد اولیه که داره میتونه قطر این شفت را هر عددی تولید کنه، مثل نمره امتحانی که خود ما میگرفتیم، پس به توانایی اون فرآیند و دستگاه بستگی داره. نه به حد مشخصه فنی. با توجه به این داستان، حالا میخوام یه سری نکات درسی را بگم.

نکته: هیچ رابطه‌ای بین حدود کنترل نمودار و **حدود مشخصات فنی فرایند وجود ندارد**. حدود کنترل به تغیر پذیری طبیعی فرایند(که براساس انحراف معیار فرایند اندازه گیری می شود) یا به عبارت دیگر به حدود تلورانس های طبیعی فرایند بستگی دارد.

نکته: باید دقت داشت که **حدود مشخصات فنی را نباید** بر روی نمودار کنترل $\bar{X}$ رسم کرد. وقتی با نمودارهای مربوطه به **مشاهدات تکی** سر و کارداشته باشیم، **رسم حدود مشخصات فنی** بر **روی نمودار کنترل مفید خواهد** بود.

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

۳-۹- شاخص‌های کارایی فرایند:

حالا بیاین تو این قسمت دو مفهوم مهم **تحت کنترل بودن** و **قابلیت فرآیند** را بررسی کنیم و ببینیم بصورت **مفهومی** واقعا چی هستن؟؟؟ قبلا هم تو فصل ۲ این داستان رو بیان کردیم و اینبار میخوام با کمی تغییر اهمیت و مفهوم این دو عبارت را بیشتر بیان کنم، **خواهشا** این موضوع را با دقت بخونید هم **تو تستا مهمه** و تو کنکور ازش سوال اومده که تا حالا خیلی آسون بوده و هم تو **صنعت خیلی خیلی** این دو مفهوم مهم هستن و خصوصا تو صنعت خودرو سازی تو بخش ممیزی‌ها، این قسمت بسیار ممیزی میشه. طفره کافیه بیاین بصورت عامیانه و مفهومی این دو مفهوم خیلی مهم که تو این فصل باهاش سرو کار داریم را بهتر درک کنیم، بحث اولمون در مورد **تحت کنترل بودنه** و بحث بعدی در ارتباط با **قابلیت فرایندە**، همیشه ما جمله همه چی تحت کنترله را زیاد شنیدیم، میخوام سوالی بپرسم، **واقعا** معنای **تحت کنترل** بودن چیه؟ آیا وقتی میگیم موضوعی تحت کنترل ماست، آیا تحت کنترل بودن به معنای **خوب بودنه** و **هیچ مشکلی** وجود نداره؟؟؟ اگه جوابتون مثبته، عکس زیر را نگاه کنید. از این عبارت و شکل زیر میشه نتیجه گرفت که تحت کنترل بودن فرایند به معنای نداشتن ضایعات نیست، ممکنه فرایند تحت کنترل باشه و ضایعات نیز داشته باشیم.

جواب **ممکنه منفی** هم باشه، گول ظاهر عکس در دوربین را نخورید که همه چی اوکی هست، عکس واقعی داره نشون میده هر لحظه ممکنه جنگی رخ بده. حالا واقعا تحت کنترل بودن به چه معناست؟؟ ساده بخوام بگم. **تحت کنترل بودن** ، یعنی بتونیم **رفتار گذشته** خودمونو تکرار کنیم که این رفتار گذشته ممکنه رفتار **بدی** باشه و یا رفتار **خوب**، در ادامه در قالب یه مثال این جمله را بهتر درک میکنیم. تو مثال نمره درس کنترل کیفیت من، حتما یادتونه که حدود کنترل نمودار من از ۲ بود تا ۸، خوب حالا که این حدود را داریم (UCl,LCL)، شما قصد دارین از این به بعد با **داشتن** این حدود در مورد نمره من **قضاوت** کنین (پایش)، حالا فرض کنید که امتحان دیگه ای از من میگیرید و نمره من میشه ۷.۵، و بعد این نمره را در نمودار رسم میکنید، و فرض کنید بازم از من امتحان گرفتید و اینبار شدم ۳، جفت نمره‌های من در حدود کنترل خودشون قرار میگیرند، یعنی بین ۲ و ۸ (UCl, LCL) **تو این حالت** میگیم **فرایند تحت کنترله** (اگر نقاط (نمره هام) بین حدود کنترل بالا و پایین باشند گوییم فرایند تحت کنترل است و در غیر اینصورت فرایند در حالت خارج کنترل است)، مطمنا الان میدونین که **چرا میگیم تحت کنترله**؟؟ قطعا دارین جواب میدین که، آخه داره **رفتار گذشته** خودشو تکرار میکنه، آره عالی گفتین، حالا فرض کنید یه بار دیگه ازم امتحان گرفتین و اینبار من بشم ۱۲، چه اتفاقی میافته؟؟ وقتی شما این نمره را رسم میکنید میبینید خارج (UCl, LCL) شما هست، اصطلاحا میگیم فرایند خارج از کنترله، **چرا این جمله را میگین** و چرا از

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

حدود کنترل خارج شد؟؟ قطعا میگین خوب، **رفتار گذشته خودشو تکرار نکرد** دیگه، آفرین دقیقا درست گفتین، منکه **دانشجو تنبلی** بودم و قبلنا همش نمره حدود ۶ و ۷ میگرفتم، اینبار که شدم ۱۲ نمودار متوجه شد که وضعیت نمره من غیر عادیه، بعبارتی این نمره را تو **جمع دوستانه تنبل** خودشون راه ندادن و انداختنش از نمودار بیرون و گفتن تو **شبیه ما نیستی** و برو ای بچه درس خون حالا یه سوال؟؟ آیا وقتی **من نمره ۷ گرفتم** و این **نمره در حدود کنترل بود** و بهش میگفتیم فرایند تحت کنترله، واقعا به **معنای خوب بودن** بود و همه چی اوکی بود؟؟ قطعا چون باهوشین و این داستانو تا اینجای کار خوب خوندید و فکر کردین، میگین **نه**، دلیل نه گفتن شما هم اینه که، خوب با این نمره که شما درسو قبول نشدین و بی زحمت باید ترم بعد دوباره با استاد دریاباری که بد درس میده و چیز خاصی هم بلد نیست برداری. (یادتونه گفتم این رفتار میتونه خوب باشه یا بد؟؟ من **رفتار بد خودمو دارم تکرار میکنم**، گرفتن نمره پایین و افتادن) حالا اگه بخوام **تعریف قابلیت فرایند** رو تو این مثال بگم، به معنای **قابل قبول** بودنه، یعنی تو این مثال وقتی من نمرم میشه ۷، تحت کنترل ام (چون داخل حدود کنترل هست) ولی درسو **پاس نکردم**، قابل قبول نیستم، که قابل قبول بودن را با Cp و Cp_k نشونش میدن، و **مقدارشون هرچه بیشتر** باشه **یعنی نمره امتحان شما بیشتر شده**، بعنوان مثال وقتی میانگین نمره من ۷ میشه **معادل** هست با Cp **کمتر از ۱** و در این حالت حتی اگر فرایند تحت کنترل باشه (بین UCL و LCL) باز هم **ضایعات زیاده** (**چون درسو قبول نمیشیم**) وقتی متوسط رنج نمره من ۱۰ هست، قطعا دارین میگین وضعیت این نمره نسبت به نمره قبلی بهتره و باید Cp اون بیشتر از قبلی باشه و ضمنا ضایعاتشم کمتر باشه، کاملا درست گفتین، اینبار Cp **حدودا معادل** $C_p = 1$ هست و در این حالت هم **کمی ضایعات داریم** ولی **کمتر از حالت قبل**. چون ممکنه گاهی اوقات نمرم زیر ۱۰ شه . حالا فرض کنید شما خیلی درس خون هستید و متوسط نمره شما حدود ۱۹ هست، تو این حالت قبول دارین که این باید یه Cp بالاتر از قبلی ها داشته باشه، تو این حالت Cp **حدودا برابر ۲** هست. و **ضایعات یا نداریم** (زیر ۱۰ نمیشیم) یا **خیلی خیلی کم ضایعات** داریم. چون بندرت هم ممکنه یه روز زیر ۱۰ بشیم. تو گروه تلگرام https://t.me/joinchat/Bbn3tUOsQ-F1tlRFGK4sWQ هم وویس و مطلب در موردش میذارم. پس تا اینجا متوجه شدیم که فرایند میتونه تحت کنترل باشه و ما ضایعات هم داشته باشیم (C_p یا Cp_k) کوچک. در ادامه در مورد Cp_k بحث می‌کنیم و ضمنا متوجه شدیم که هر C_p معادل با یه مقدار ضایعات هست و هرچه C_p و Cp_k **بیشتر باشه، ضایعات کمتره** و بالعکس. جدول زیر که از کتاب مونتگومری جمع آوری شده را ببینید و بعد بریم سراغ متن درس.

TABLE 8.2

Values of the Process Capability Ratio (C_p) and Associated Process Fallout for a Normally Distributed Process (in Defective ppm) That Is in Statistical Control

	Process Fallout (in defective ppm)	
PCR	One-Sided Specifications	Two-Sided Specifications
0.25	226,628	453,255
0.50	66,807	133,614
0.60	35,931	71,861
0.70	17,865	35,729
0.80	8,198	16,395
0.90	3,467	6,934
1.00	1,350	2,700
1.10	484	967
1.20	159	318
1.30	48	96
1.40	14	27
1.50	4	7
1.60	1	2
1.70	0.17	0.34
1.80	0.03	0.06
2.00	0.0009	0.0018

در شکل بالا $CP = PCR$ است. همانطور که میبینید هر چی CP بیشتر بشه، میزان ضایعات در میلیون (PPM) کمتر میشه. تو صنعت مقدار C_p و Cp_k را معادل ۱.۳۳ میگیرن و برای **قطعات ایمنی** حدودا **۱.۶۷** میگیرن، چون با **جون آدم** سر رو کار داره، مثلا **ترمز ماشین** یه قطعه ایمنی هست. اگر C_p و Cp_k پایین باشه مثلا یک باشه، با توجه به جدول ۲۷۰۰ ضایعات داره، و این تو ماشین بسته بشه، خدای نکرده ۲۷۰۰ تا ترمز ماشین عمل نمیکنه و ممکنه طرف **جون خودشو** از دست بده. پس باید سعی شه قابلیت فرایند را بالا برد. (شکل زیر مقادیر پیشنهادی اومده) مثلا تو بحث نمره امتحان اگه نمیشه ۲۰ شد، تو اینجا C_p و Cp_k معادل ۲ شد، حداقل ۱۹ بشیم، معادل C_p و Cp_k ، ۱.۷، اینم از دلیل کاربردی و مفهوم قابلیت فرایند، **متاسفانه** اینکار در صنعت درست درک نشده و یا در خیلی از صنایع‌ها از این عبارت سوء استفاده شده، تو یه مقاله‌ای ایرادات تکنیک کنترل فرایند آماری و نمونه‌گیری جهت پذیرش تو صنعت ایران را نوشتم. ایشالا تو گروه تلگرام میذارم. ضمنا یادتون باشه، **هنر شما** اینه که با پروژه‌های بهبود کیفیت کاری کنید تا قابلیت **فرایند افزایش پیدا کنه**، من تو پروژه‌ای، قابلیت فرایند **۰.۱۷** را به **۱.۵** ارتقا دادم.

TABLE 8.3
Recommended Minimum Values of the Process Capability Ratio

	Two-Sided Specifications	One-Sided Specifications
Existing processes	1.33	1.25
New processes	1.50	1.45
Safety, strength, or critical parameter, existing process	1.50	1.45
Safety, strength, or critical parameter, new process	1.67	1.60

ایشالا مفهوم را درک کنید و **شکل های مهم قابلیت فرایند** که در ادامه میادو ببینید تا **مفهوم اصلاح میانگین** یا **کاهش پراکندگی** را درک کنید. شکل زیر.

FIGURE 8.3 Some reasons for poor process capability. (*a*) Poor process centering. (*b*) Excess process variability.

در حالت a پراکندگی توزیع کمه ولی میانگین وسط حدود مشخصات فنی نیست و در حالت دوم برعکس حالت اوله. یعنی میانگین فرایند (توزیع، شکل) وسط حدود مشخصات فنی است، یعنی $\frac{USL+LSL}{2}$ است ولی پراکندگی توزیع زیاد است و از حدود مشخصات فنی رد میشه و ضایعات داریم. پس تو این حالت تو صنعت باید اقداماتی انجام بدیم که منجر به کاهش پراکندگی بشه تا مقدار C_p و Cp_k ما افزایش پیدا کنه، تو حالت a باید میانگین را اصلاح کنیم و بیاریم وسط حدود مشخصات فنی، فعلا پراکندگیش خوبه.

حالا بریم سراغ متن درس

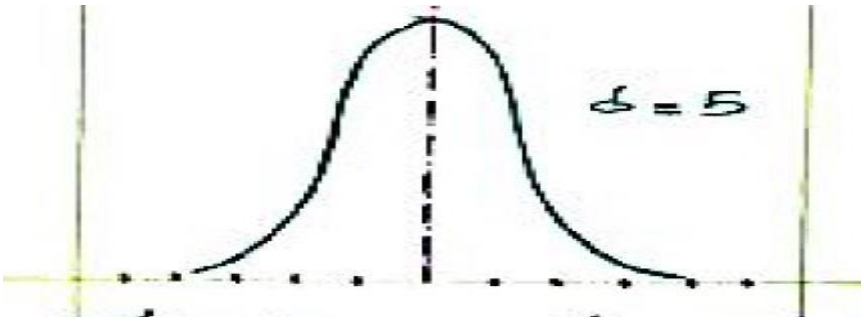
از اطلاعات بدست آمده از نمودار کنترل می توان برای **تعیین کارایی فرایند (قابلیت فرایند)** استفاده کرد. روش دیگر برای بیان کارایی فرایند، محاسبه نسبت کارایی فرایند(PCR یا CP)است.

$$CP = PCR = \frac{usl - lsl}{6\sigma}$$

نکته: تعریف اصلی کارایی فرایند فاصله 6σ است.

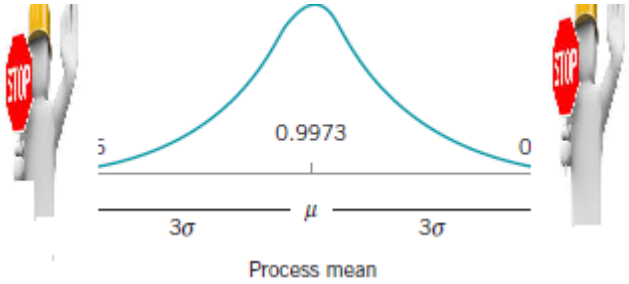
نکته: از آنجا که معمولاً مقدار σ نامعلوم است (حسن آقا بهمون نمیگه) و باید از **تخمین** آن استفاده کرد، که برای کارایی فرایند محاسبه می شود. $\widehat{PCR}$ است که در واقع تخمین از PCR است.

در شکل زیر مقدار PCR فرایند **بیشتر از یک** است، یعنی فرایند کارا(توانا)است. این بدان معناست که فرایند **خیلی کمتر از صددرصد** از **فاصله بین حدود مشخصات فنی** (USL,LSL)را **استفاده کرده** است. (شکل توزیع تمام فاصلهUSL, LSL را اشغال نکرده) و در نتیجه تعداد نسبتاً **کمی محصول معیوب** توسط این فرایند تولید خواهد شد. (از فصل یک میدونیم که ضایعات زمانی بود که از USl و LSL رد میشد)

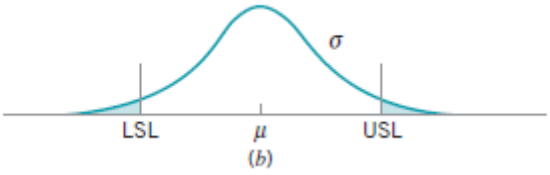


در شکل زیر PCR فرایند **برابر یک** است، به عبارت دیگر فرایند **کل فاصله** بین حدود مشخصات فنی را استفاده کرده است.

برای توزیع نرمال این بدان معناست که حدود **۲۷۰۰** جز در میلیون از محصولات معیوب خواهند بود. (Cp=1 معادل ۲۷۰۰ ضایعات بود)



در شکل زیر PCR فرایند کوچکتر از یک است. به عبارت دیگر فرایند بیش از صددرصد از فاصله حدود مشخصات فنی را استفاده کرده است. این بدان معناست که فرایند تعداد زیادی محصول معیوب تولید خواهد کرد.



۳-۹-۱- شاخص Cp_k

اگر میانگین فرایند دقیقا روی مقدار $\frac{USL+LSL}{2}$ متمرکز نباشد، معیار C_p کارایی خود را ازدست می‌دهد. بعنوان مثال در شکل زیر در تمام ۵ فرایند معیار C_p برابر ۲ است اما با مشاهده نمودار مربوط به فرایندها، به وضوع مشخص است که فرایند a نسبت به بقیه دارای میزان ضایعات کمتری است. بنابرای شاخص C_p در بیان میزان کارایی این فرایند دچار اشتباه می‌شود. دلیل این اشتباه این است که در رابطه مربوط به **به مکان تمرکز فرایند (میانگین) توجهی نشده** است.

برای رفع این مشکل، شاخص دیگری به نام Cp_k یا PCR_k معرفی می‌شود که از رابطه زیر بدست میاید.

$$C_{pk} = \min(\hat{C}_{pl}, \hat{C}_{pu}) = \min(\frac{\hat{\mu} - LSL}{3\hat{\sigma}}, \frac{USL - \hat{\mu}}{3\hat{\sigma}})$$

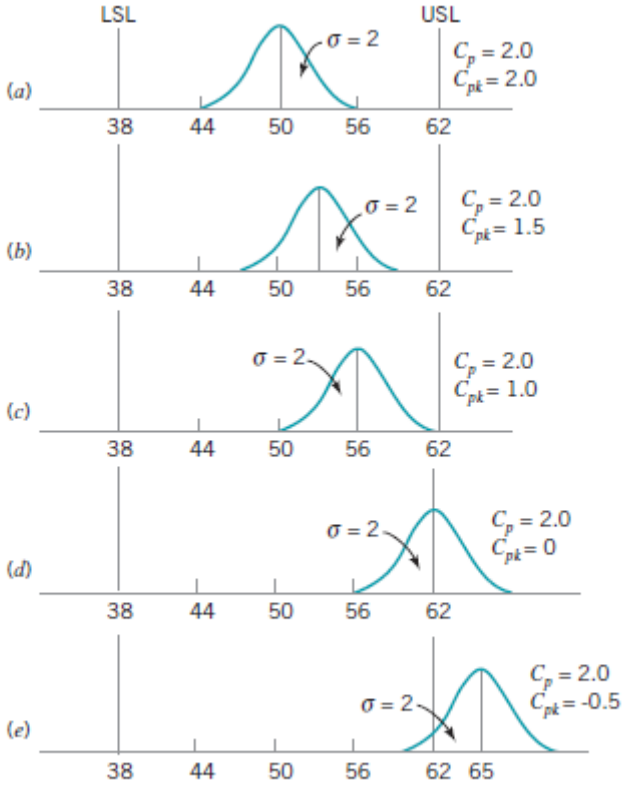


FIGURE 8.8 Relationship of C_p and C_{pk}.

باتوجه به شکل ۸.۸ میخوام یه سری نکات مهم را بهتون بگم. خوب به شکل ها نگاه کنید که کجاها Cp_k صفر، منفی و مثبت میشه. ضمنا یادتون باشه با داشتن Cp_k یا C_p میتونیم ضایعات را حساب کنیم. از فصل ۱ میدونیم که هرجا که توزیع ما از حدود مشخصات فنی USL و LSL رد شد، ضایعات داریم و اگر میزان ضایعات در میلیون را بخوایم، احتمالی را که حساب کردیمو در یک میلیون ضرب میکنیم که اصطلاحا بهش ppm میگیم. بریم که نکات خفنی را با توجه به شکل ۸.۸ بگیم.

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

نکته۱: در صورتیکه میانگین فرایند دقیقا روی مقدار $\frac{USL+LSL}{2}$ متمرکز باشد، مقدار $C_p = C_{pk}$ در غیر اینصورت همواره $C_p > C_{pk}$ است. (شکل a)

نکته۲: مقدار C_p **هیچگاه منفی نمی‌شود،** زیرا مقدار $C_p = 0$ به معنای این است که $USL=LSL$ است. ولی صفر بودن Cp_k به معنای این است که **میانگین روی یکی از** حدود استاندارد **قرار دارد** (شکل d). **یعنی حداقل** ۵۰ درصد محصول نامنطبق داریم.

نکته۳: منفی شدن Cp_k به معنای این است که **میانگین فرایند یا** از ***LSL* کوچکتر** و یا از ***USL* بزرگتر** است. یعنی **بیش از ۵۰ درصد** محصول معیوب داریم. (شکل e)

نکته۴: اگر C_p **فرایند بزرگ** و Cp_k آن کوچک باشد، **میانگین** در **وسط حد مشخصه فنی قرار ندارد**.

نکته۵: رابطه بین Cp_k و C_p به صورت $Cp_k = (1-k)C_p$ است که در آن مقدار k از رابطه زیر بدست میاید.

$$k = \begin{cases} \dfrac{|T-\mu|}{\dfrac{USL-LSL}{2}} \\ T = \dfrac{USL+LSL}{2} \end{cases}$$

نکته۶: اگر میانگین فرایندی که دارای **توزیع نرمال** است **وسط حدود مشخصه فنی بالا و پایین باشد،** درصد محصولاتی از فرایند که **در بین حدود مشخصه فنی قرار می‌گیرند** برابر است با:

$$P(\mathrm{LSL} < X < USL) = P(-3\mathrm{C}_p < Z < 3C_p)$$

و **درصد محصولات معیوب** فرایند برابر است با:

$$P(X > USL) + P(X < LSL) = 1 - (P(-3\mathrm{C}_p < Z < 3C_p))$$

توجه کنید برای رسیدن به فرمول نهایی، مثل فصل ۱، تبدیل به نرمال استاندارد کردیم. چون دیگه اوستا شدین، کامل رابطشو نرفتم.

نکته ۷: اگر فرایندی **تنها** حد **مشخصه فنی بالا** را داشته باشد، درصد محصولات تولیدی **نامنطبق** فرایند بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$P(X > USL) = P(Z > 3C_{pu})$$

به همین ترتیب اگر فرایندی **فقط** دارای **حد مشخصه فنی** پایین باشد:

$$P(X < LSL) = P(Z < -3C_{pl})$$

نکته۸: مقدار سطح سیگما از رابطه $SigmaLevel = \min\left(\frac{USL-\mu}{\sigma}, \frac{\mu-LSL}{\sigma}\right)$ بدست می‌آید را با Cp_k که از رابطه $C_{pk} = \min(\hat{C}_{pl}, \hat{C}_{pu}) = \min(\frac{\hat{\mu}-LSL}{3\hat{\sigma}}, \frac{USL-\hat{\mu}}{3\hat{\sigma}})$ به دست می‌آید، اشتباه نکنیم.
($SigmaLevel = 3C_{pk}$)

نکته۹: اگر هزینه‌های بالای USL و پایین LSL **یکسان نباشد، بهتر است** میانگین به **سمتی نزدیک** باشد که هزینه‌های کمتری دارد.

تست صنایع ۹۶: میانگین یک فرایند نرمال دقیقا در وسط حدود مشخصات فنی قرار دارد. اگر قابلیت فرایند $\frac{1}{3}$ گزارش شده باشد، آنگاه درصد تقریبی اقلام نامنطبق چقدر خواهد بود؟

۱- ۳۲ ۲- ۳.۹ ۳- ۱۷ ۴- ۲۶

حل این تست مطابق نکته ۶ هست و چندین بار همین سوال آسون، سوال کنکور صنایع بوده، خودم بدون فرمول معمولا حلش میکنم. یعنی با استفاده از شکل‌ها. امیدوارم شما هم مفاهیم را خوب درک کرده باشین و بدون فرمول حلش کنیم. بگذریم و بریم سراغ حلش، اگر بدون فرمول حلش کردین تو گروه تلگرام منو هم درجریان بذارین و اگرم علاقمند بودین، بگید تا بدون فرمول بگم چطوره، البته یکی دوتا سوال در زیر را هم با شکل حل میکنم.

حل:

$$P(X > USL) + P(X < LSL) = 1 - (P(-3C_p < Z < 3C_p)) = 1 - (P(-3*\frac{1}{3} < Z < 3*\frac{1}{3})) =$$
$$1 - (P(-1 < Z < 1)) = 1 - 68\% = 32\%$$

تست: در یک فرایند درصد محصولات معیوب به صورت تقریبی برابر است با ۱۶ درصد و مشخصه کیفی فرایند دارای توزیع نرمال و فقط دارای حد مشخصه فنی بالا است درصورتیکه میانگین فرایند به دلیل وجود یک انحراف با دلیل به اندازه ۱ سیگما به سمت راست تغییر کند درصد محصولات معیوب چقدر افزایش می‌یابد؟

۱- ۵۰ درصد ۲- ۳۴ درصد ۳- ۱۶ درصد ۴- ۴۵ درصد

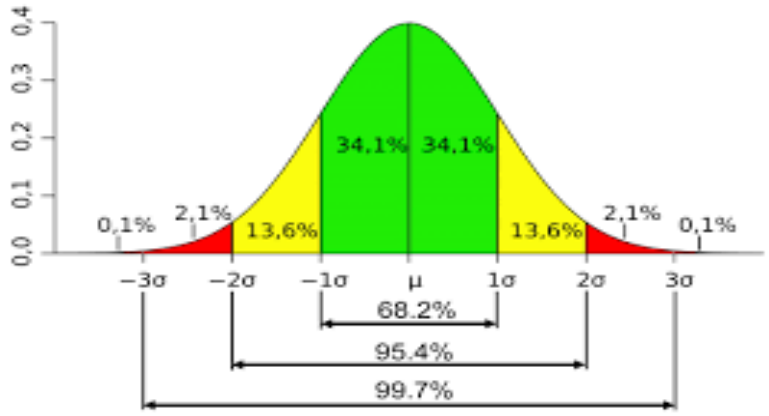
روش اول: استفاده از فرمول
کلا در این تیپ تست‌ها باید سطح سیگما را بدست بیاریم تا ببینیم دقیقا حدود مشخصه فنی USL کجاست. مطابق نکته ۷ داریم.

$$P(X > USL) = P(Z > 3C_{pu}) = 16\% \rightarrow 1 - \phi(3*\frac{USL-\mu}{3\sigma}) = 16\% \rightarrow \phi(3*\frac{USL-\mu}{3\sigma}) = 84\% \rightarrow$$
$$\frac{USL-\mu}{\sigma} = 1$$

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

در روابط بالا ابتدا C_{pu}را به دلیل بدست آوردن مکان USL باز کردیم و بعد $\phi(3*\frac{USL-\mu}{3\sigma})=84\%$ یعنی نقطه ای از توزیع نرمال استاندارد که سطح زیر منحنی اون بشه ۰.۸۴ که تو فصل یک کلی تمرین کردیم و میدونیم که میشه عدد یک. شکل زیر را که از فصل یک آوردمو نگاه کنید.



در واقع در حالت بدون تغییر فاصله USL تا میانگین یک سیگما است (سطح سیگما یک است) حال **بعد تغییر** میانگین فرایند **دقیقا بر روی حدود مشخصات فنی** قرار می‌گیرد و مطابق با **نکته ۲ میدونیم** که ضایعات در این حالت ۵۰ درصد میشه، دقت کنید که سوال گفته چقدر افزایش پیدا کرده؟ که میشه ۵۰-۱۶ که میشه ۳۴ درصد

روش دوم: در اینگونه تست‌ها، ابتدا باید ببینیم که **حدود مشخصات فنی** کجا قرار دارند و یا بعبارتی چند هستند. از فصل اول میدونیم که ۱۶ درصد ضایعات معادل است با سطح یک سیگما (تو شکل بالا نگاه کنید از یک سیگما به بعد سطح زیر منحنی برابر با ۱۶ درصده). بنابراین وقتی که **میانگین یک سیگما افزایش** پیدا میکنه، **میانگین جدید روی حد مشخصه فنی بالا** قرار میگیره که در اینصورت ضایعات ۵۰ درصد میشه، دقت کنید که سوال گفته، چقد افزایش پیدا میکنه. که میشه ۵۰-۱۶ میشه ۳۴ درصد. پس گزینه ۲ صحیح است

تست: یک مشخصه کیفی نرمال تنها دارای حد مشخصه فنی بالا می‌باشد و توسط فرایندی که در سطح ۲ سیگما کار می‌کند تولید می‌شود. اگر میانگین این مشخصه کیفی را به اندازه ۲.۲ سیگما به سمت راست تغییر دهیم کدام گزینه صحیح است؟

۱- درصد ضایعات فرایند ۵۰ درصد است
۲- Ppm فرایند ۵۰۰۰۰۰ می‌باشد.
۳- درصد ضایعات فرایند بیش از ۵۰ درصد است.
۴- اگر میانگین فرایند به اندازه ۲ سیگما به سمت راست تغییر یابد درصد ضایعات کمتر از ۵۰ درصد می‌گردد.

پاسخ: گزینه ۱ و ۲ **غلط هستند** چون هر دو دارن یه عبارت را میگن. گزینه اول را در یک میلیون ضرب کنیم همون ۵۰۰۰۰۰ میشه.

بریم سراغ حل سوال، شبیه سوال قبل، باید ببینیم حد مشخصه فنی کجاست؟؟ اینجا با توجه به تعریف سطح سیگما که تو فصل دوم داشتیم، میدونیم که فاصله USL از میانگین ۲ سیگما است، یعنی USL بر روی ۲ سیگما قرار داره، حالا سوال گفته میانگین جدید ۲.۲ سیگما بیاد جلو، پس تو این حالت CPk منفی میشه و قطعا هم ضایعات بیش از ۵۰ درصده

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

نکته: *UNTL* و *LNTL* به صورت زیر محاسبه می شوند

$$\text{LNTL} = \mu - 3\sigma \qquad \text{uNTL} = \mu + 3\sigma$$ اگر μو σ معلوم باشند

اگر μو σ نامعلوم باشند از تخمین زننده های آنها استفاده می کنیم

$$\hat{\mu} = \overline{\overline{\text{X}}} \text{یا} \overline{\text{X}}$$

$$\hat{\sigma} = \frac{\overline{\text{R}}}{\text{d2}} \qquad \text{و} \frac{\overline{\text{S}}}{\text{c4}}$$

$$\overline{\text{X}} - R \qquad \overline{\text{X}} - S$$

برای نمودار $x - MR \Leftarrow \frac{M\bar{R}}{\text{d2}}$

نکته: *UNTL* و *LNTL* فقط روی *X* کشیده و محاسبه می شوند نه روی $\overline{\text{X}}$

حدود تلورانس طبیعی بالا(*UNTL*) و پایین (*LNTL*) به صورت ۳ انحراف معیار در بالا و پایین میانگین تعریف می گردند

تست: میانگین کیفیت محصول با حدود مشخصات 360 ± 6 بوسیله نمودار های کنترل R و $\overline{X}$ با حدود کنترل زیر کنترل می شود:

نمودار $\overline{x}$: LCL=358.04 CL=360 UCL=361.96

نمودار $\overline{R}$: LCL=1.64 CL=8.91 UCL=16.18

اگر فرآیند با n=9 تحت کنترل باشد کدام گزینه درست است؟

$$\text{Z}_{0.9} = 1.28 \quad \text{Z}_{0.99} = 2.35 \quad \text{Z}_{0.997} = 2.73$$

۱) $\text{C}_\text{P} = 1.23$ $ARL_0 = 10$

۲) $\text{C}_\text{P} = 0.67$ $ARL_0 = 370$

۳) $\text{C}_\text{P} = 0.67$ $ARL_0 = 20$

۴) $\text{C}_\text{P} = 1.1$ $ARL_0 = 200$

حل: **یه نکته کلی و بدرد بخور بگم**؟ شاید براتون سوال باشه که چه وقت برای تخمین $\hat{\sigma}$ از $\frac{\overline{\text{R}}}{\text{d}_2}$ میریم و کی از رابطه $\frac{\overline{\text{S}}}{\text{c4}}$،

اگر نمودار $\overline{X} - R$ بود از رابطه $\frac{\overline{R}}{d_2}$ میریم. در واقع یه جور تو خودش *R* را داره. اگر نمودار $\overline{X} - S$ از رابطه $\frac{\overline{S}}{C_4}$

میریم. در واقع یه جور تو خودش *S* را داره

پاسخ: سوال متوسط طول دنباله و مقدار قابلیت فرایند را میخواد، پس بریم که حسابش کنیم.

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{\mathrm{R}}}{\mathrm{d}_2} = \frac{8.91}{2.97} = 3$$

$$C_{\mathrm{P}} = \frac{\mathrm{uCL} - \mathrm{LCL}}{6\hat{\sigma}} = \frac{366 - 354}{18} = 0.67$$

برای بدست آوردن متوسط طول دنباله، میدونیم که اگه ما ضریب حدود کنترل را داشته باشیم میتونیم بگیم متوسط طول دنباله تو حالت تحت کنترل چنده. از فصل ۲ گفتم ۲ تا متوسط طول دنباله مهم را حفظ کنیم که یکی ۳۷۰ بود و یکی حدودا ۲۲، حالا اگه یادتون نیست، برین دوباره اون قسمتو بخونین.

$$uCL - CL = K\frac{\delta}{\sqrt{n}} \Rightarrow 1.96 = k \times \frac{3}{\sqrt{9}} \Rightarrow k = 1.96 \Rightarrow \propto = 0.05 \Rightarrow APL_0 = 20$$

تست: برای پایش یک مشخصه کیفی نرمال از نمودار کنترل $\bar{\mathbf{X}} - \boldsymbol{S}$ استفاده می شود. برای تعیین خط مرکز و حدود کنترل از ۳۰ نمونه ی ۴ تایی استفاده شده است. با فرض اینکه مقدار A_3 به ازای اندازه نمونه $n=4$ برابر با ۱/۶۳ باشد و $\sum_{\mathrm{i}=1}^{30} \mathrm{S_i} = 45$ و $\sum_{i=1}^{30}\sum_{j=1}^{4} x_{ij} = 6000$ شد و حدود مشخصات فنی(۶۰ و ۴۵)باشد مقدار شاخص بالفعل قابلیت فرایند یا CP_{k} کدام است؟

۱)۰/۸۴ ۲)۰/۶۶ ۳)۱ ۴)۰/۵

$$\bar{\mathrm{s}} = \frac{\sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{m}} \mathrm{s_i}}{\mathrm{m}} = \frac{\sum_{\mathrm{i}=1}^{30} \mathrm{s_i}}{30} = \frac{45}{30} = 1.5$$

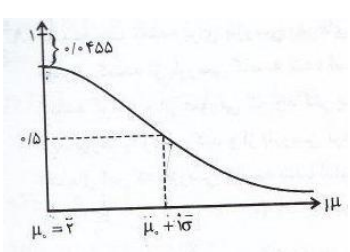
$$A3\bar{s} = 3\frac{\hat{\delta}}{\sqrt{n}} \Rightarrow 1.5 \times 1.63 = \frac{3\hat{\delta}}{\sqrt{4}} \Rightarrow \hat{\delta} = 1.63$$

$$\bar{\bar{\mathrm{x}}} = \frac{\sum_{\mathrm{i}=1}^{30}\sum_{\mathrm{j}=1}^{3} \mathrm{x_{ij}}}{\mathrm{mn}} = \frac{6000}{120} = 50$$

$$\Rightarrow cP_k = min\left\{\frac{50-45}{3\times1.63} = \frac{60-50}{3\times1.63}\right\} \approx 1$$

تست: منحنی oc یک نمودار کنترل $\bar{\mathbf{X}}$ به صورت زیر می باشد. اگر انحراف معیار فرایند برابر با ۱ باشد و فاصله زمانی بین دوبار نمونه گیری نیز ۲ ساعت باشد مطلوبست:

الف)حدود کنترل نمودار کنترل $\bar{\mathbf{X}}$



حل: میدونیم که حدود کنترل برابر است با $\mu_{\mathrm{w}} \pm K\sigma_{\mathrm{w}} \Rightarrow \mu_{\bar{\mathrm{x}}} \pm K\sigma_{\bar{\mathrm{x}}}$

پس باید ضریب حدود کنترل را بدست بیاریم. از روی شکل مشخصه که آلفا برابر با ۰.۰۴۵۵ که از فصلای قبل میدونیم این معادل با ضریب حدود کنترل ۲ هست.

$$\propto= 0.0455 \rightarrow k = 2$$

با توجه به منحنی OC وقتی میانگین یک سیگما **تغییر** میکند (حتی به اندازه مورچه) از روی شکل مشخص است که احتمال کشف یا همون بتا برابر است با ۰.۵ است. وقتی بتا برابر با نیم است یعنی میانگین تغیر یافته بر روی حدود کنترل قرار داره. بنابراین داریم.

$$\beta = 0.5 \Rightarrow \mu_0 + 1\sigma = ucl \rightarrow \mu_0 + 1\sigma = \mu_0 + \frac{2\sigma}{\sqrt{n}}$$

بنابراین با خلاصه کردن رابطه بالا n=4 بدست میاد و طبق رابطه $\mu_w \pm K\sigma_w \Rightarrow \mu_{\bar{x}} \pm K\sigma_{\bar{x}}$ حدود کنترل بصورت زیر است

$$UCL = \mu_0 + 2\frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 2 + 2*\frac{1}{\sqrt{4}} = 3$$

$$\text{خلاصه حدود کنترل} = \mu_0 + 1\begin{cases} n = 4 \\ ucl = 2 + 1 = 3 \\ cl = 2 \\ LCL = 1 \end{cases}$$

یادآوری نکته فصل ۲ در زیر اومده.

$$ARL = \frac{1}{p} = \begin{cases} \frac{1}{\alpha} = ARL_0 = ARL_{Incontrol} \Rightarrow \overline{X} : \begin{cases} k = 2 \Leftrightarrow \alpha = 0.0455 \Leftrightarrow ARL_0 = 22 \\ k = 3 \Leftrightarrow \alpha = 0.0027 \Leftrightarrow ARL_0 = 370 \end{cases} \\ \frac{1}{1-\beta} = ARL_1 = ARL_{IOutofcontrol} \Rightarrow \overline{X} : \begin{cases} \mu_1 = UCL, or, \mu_1 = LCL \Rightarrow \beta = 0.5 \Rightarrow 1-\beta = 0.5 \Rightarrow ARL_1 = 2 \\ \mu_1 > UCL, or, \mu_1 < LCL \Rightarrow \beta < 0.5 \Rightarrow 1-\beta > 0.5 \Rightarrow ARL_1 < 2 \\ UCL < \mu_1 < LCL \Rightarrow \beta > 0.5 \Rightarrow 1-\beta < 0.5 \Rightarrow ARL_1 > 2 \end{cases} \end{cases}$$

ب)متوسط زمان تا هشدار زمانی که شیفتی به اندازه ۱ انحراف معیار در میانگین فرایند رخ می دهد؟

$$ATS_1 = ARL_1 \times h = \frac{1}{1-\beta} \times h = 2 \times 2 = 4$$

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

تست: برخی از اطلاعات مربوط به نمودار کنترل(R,$\overline{x}$) یک مشخصه کیفی با حدود سه انحراف معیار، مطابق جدول زیر است.

نمودار $\overline{x}$	نمودار R
UCL=507/5 *LCL=492/5*	*CL=10/0*

با فرض اینکه خروجی فرآیند از توزیع نرمال پیروی می کند، میانگین فرآیند مطابق جدول زیر، تغییر کند و انحراف معیار ثابت بماند، مقادیر ARL, β, α در جدول زیر، به ترتیب از راست به چپ تقریباً کدام است؟

$\mu_1 = 500$	$\mu_2 = 505$	$\mu_3 = 510$
α	–	–
–	β	–
–	–	ARL

۱) $\frac{1}{\emptyset(-5)}, \emptyset(1), 0.00135$ ۲) $1, \emptyset(-1), 0.0027$

۳) $1, 1-\emptyset(1), 0.0027$ ۴) $1, \emptyset(-1), 0.00135$

حل روش اول تشریحی: مجهول اولα می باشد. زمانیکه میانگین تغییر نکرده است، میزانα با استفاده از رابطه زیر که قبلا چندین بار حساب کردیم، قابل محاسبه می باشد.

$$1-\alpha = P(-3 < z < 3) - 0.9973 \rightarrow \alpha = 0.0027$$

پس گزینه ۲ و ۴ رد می شوند و گزینه ۱ و ۳ را بررسی می کنیم چون میزان ARL، هر دو گزینه یکسان است فقط محاسبه β در حالت $\mu_2 = 505$ را انجام می دهیم. با توجه به تعریف β: احتمال تحت کنترل بودن به ازای میانگین جدید را می یابیم

$$\beta = P(LCL < x < ucl | \mu_{new} = 505) = P\left(\frac{LCL = \mu_{new}}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} < z < \frac{UCL = \mu_{new}}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}\right)$$

برای محاسبهβ میزان$\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ لازم است. می دانیم$ucl_{\bar{x}} = 507.5, cl_{\bar{x}} = 500$ و ضریب حدود کنترل هم۳ است.

$$ucl_{\bar{x}} = \mathrm{CL} + \mathrm{k}\frac{\sigma}{\sqrt{\mathrm{n}}} \Longrightarrow 507.5 = 500 + 3\frac{\sigma}{\sqrt{\mathrm{n}}} \Rightarrow \frac{\sigma}{\sqrt{\mathrm{n}}} = 2.5$$

$$\beta = P\left(\frac{492.5-505}{2.5} < x < \frac{507.5-505}{2.5}\right) = P(z<1) - P(z<-5) = P(z<1) = 0.84$$

$$1 - P(z<-1) = 0.84 \Longrightarrow \beta = 1 - \emptyset(-1)$$

جواب این سوال بدون حل: چون ضریب حدود کنترل برابر۳ انحراف معیار می باشد آلفا برابر ۰/۰۰۲۷ می شود همین جا گزینه ۲ و ۴ رد می شوند. و برای متوسط طول دنباله (ARL): چون میانگین μ_3 خارج حدود کنترل است (از UCL بیشتر است) پس طبق نکته فصل ۲ که در زیر اومده **بتا کمتر** از **نیم** میشه و در واقع یک منهای بتا بیشتر از نیم می شود و ARL برابر یک می شود.(توجه کنید که اگر بتا برابر نیم بود ARL برابر ۲ می شد)

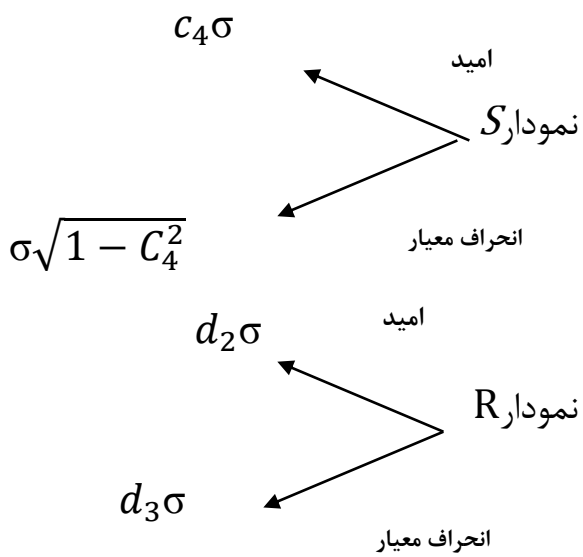
$$ARL = \frac{1}{p} = \begin{cases} \frac{1}{\alpha} = ARL_0 = ARL_{Incontrol} \Rightarrow \overline{X} : \begin{cases} k=2 \Leftrightarrow \alpha = 0.0455 \Leftrightarrow ARL_0 = 22 \\ k=3 \Leftrightarrow \alpha = 0.0027 \Leftrightarrow ARL_0 = 370 \end{cases} \\ \frac{1}{1-\beta} = ARL_1 = ARL_{IOutofcontrol} \Rightarrow \overline{X} : \begin{cases} \mu_1 = UCL, or, \mu_1 = LCL \Rightarrow \beta = 0.5 \Rightarrow 1-\beta = 0.5 \Rightarrow ARL_1 = 2 \\ \mu_1 > UCL, or, \mu_1 < LCL \Rightarrow \beta < 0.5 \Rightarrow 1-\beta > 0.5 \Rightarrow ARL_1 < 2 \\ UCL < \mu_1 < LCL \Rightarrow \beta > 0.5 \Rightarrow 1-\beta < 0.5 \Rightarrow ARL_1 > 2 \end{cases} \end{cases}$$

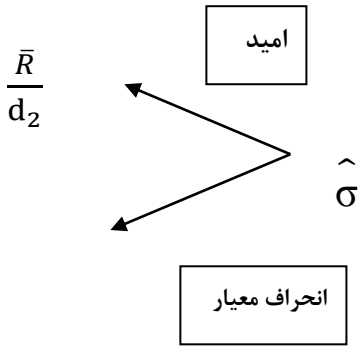
محاسبه بتا: اگر **میانگین جدید برابر** با **حد کنترل بالا** یا **پایین** باشه بتا برابر **نیم** میشه(قانون دانکن)
میانگین(۵۰۵) کمتر از حد کنترل بالا(۵۰۷/۵) است. پس **بتا بیشتر از نیم** است و در واقع یک منهای بتا کمتر از نیم میشه اما از آمار در مورد فی ها(تو فصل اول جزوه گفتم که چطور اعداد داخل جدول نرمال و بدون داشتن جدول به دست بیاریم)
برای مثال $\varphi(-1)$ برابر میشه با $0.14 + 0.02$ تقریباً میشه ۰/۱۶ بنابراین پس این نمی تونه جواب باشه. گزینه ۳ جواب درست است یعنی $1 - \emptyset(-1)$

۳-۱۰- خلاصه نکات فرمول‌ها:

		LCL	CL	UCL
معلوم μ, σ	$\bar{x}$	$\mu - A\sigma$	μ	$\mu + A\sigma$
	R	$D_1\sigma$	$d_2\sigma$	$D_2\sigma$
مجهول μ, σ	$\bar{x}$	$\bar{\bar{x}} - \mathrm{A}_2\bar{R}$	$\bar{\bar{x}}$	$\bar{\bar{x}} + \mathrm{A}_2\bar{R}$
	R	$\mathrm{D}_3\bar{R}$	$\bar{R}$	$\mathrm{D}_4\bar{R}$
معلوم μ, σ	$\bar{x}$	$\mu - A\sigma$	μ	$\mu + A\sigma$
	S	$B_5\sigma$	$c_4\sigma$	$B_6\sigma$
مجهول μ, σ	$\bar{x}$	$\bar{\bar{x}} - \mathrm{A}_3\bar{S}$	$\bar{\bar{x}}$	$\bar{\bar{x}} + \mathrm{A}_3\bar{S}$
	S	$B_3\bar{S}$	$\bar{S}$	$\mathrm{B}_4\bar{S}$
MR	I	$\bar{x} - 3\frac{\overline{\mathrm{MR}}}{\mathrm{d}_2}$	$\bar{x}$	$\bar{x} + 3\frac{\overline{\mathrm{MR}}}{\mathrm{d}_2}$
	MR	$D_1\bar{R}$	$\overline{MR}$	$D_4\overline{MR}$

یادآوری حتما تو گروه تلگرام https://t.me/joinchat/Bbn3tUOsQ-F1tlRFGK4sWQ کنید که بهتون بگم به چه سادگی میشه این جدول را برای همیشه بخاطر سپرد.





به **این نکته مهم توجه** کنید که تمامی روابط بالا زمانی به کار می روند که **ضریب حدود کنترل برابر ۳ انحراف معیار باشد**

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

تست های آخر فصل۳:

۱- نمونه های ۴ تایی از فرایندی در فواصل معین انتخاب می شود، در هر بار نمونه گیری مشخصه کیفی، موردنظر که دارای توزیع نرمال است اندازه گیری و مقادیر $\overline{\mathrm{X}}$ و S محاسبه می شوند. نتایج حاصل از ۵۰ نمونه در زیر نشان داده شده و نتایج زیر حاصل شده است. حد کنترل بالای ۲ انحراف معیار نمودار کنترل $\overline{\mathrm{X}}$ کدام است؟

$\mathrm{A}_3(\mathrm{n}-4) \widehat{=} 1/6 \quad \sum_{i=1}^{50} s = 50 \quad \sum_{i=1}^{50} \bar{X}_i = 1000$

۲۱/۰۷ ۲۱/۶ ۲۰/۸ اطلاعات کافی نیست

۲- کدام یک از گزینه های زیر حد کنترل بالای ۲ انحراف معیار نمودار کنترل R می باشد؟

$\bar{\bar{\mathrm{X}}} + {}^{2}/_{3}\acute{A}2\bar{R} \qquad D_4.\bar{R} \qquad {}^{1}/_{3}\,\bar{R}(5+2D_4) \qquad {}^{1}/_{3}\,\bar{R}(1+2D_4)$

۳- فاصله بین حدود مشخصات فنی یک مشخصه کیفی برابر با ۱۲ و شاخص توانایی فرایند CP برابر ۲ شده است. همچنین از نمودار کنترل $\overline{\mathrm{X}}$، R برای کنترل میانگین و انحراف معیار این مشخصه کیفی استفاده می شود. در صورتی که خط مرکز نمودار کنترل $\overline{\mathrm{X}}$ برابر با ۵، اندازه نمونه داخل هر زیرگروه برابر با ۴ و $z_{/025} = 2$ آن برابر با ۲۰ باشد. حد کنترل بالای نمودار کنترل $\overline{\mathrm{X}}$ کدام است؟ $\boldsymbol{ARL_{\text{in-control}}}$

۷/۵ ۶/۵ ۷ ۶

۴- اگر x یک مشخصه کیفی و دارای توزیع $N(0,\sigma^2)$ باشد به ازای کدام مقدار σ^2 مقدار $P(0 < LSL < \text{maximum } X < uSL)$ خواهد بود؟

$$\frac{ln(usL)^2 - ln(LsL)^2}{\mathrm{usl}^2 - \mathrm{LSL}^2} \qquad \frac{\mathrm{usl}^2 - \mathrm{LSL}^2}{ln(usL)^2 - ln(LsL)^2} \qquad \frac{\ln(usL) - ln(LsL)}{\mathrm{usl} - \mathrm{LSL}} \qquad \frac{\mathrm{usl} - \mathrm{LSL}}{\ln(usL) - ln(LsL)}$$

۵- اگر نمودار کنترل $\overline{\mathrm{X}} - s$ را با نمودار کنترل $\overline{\mathrm{X}} - R$ جایگزین نماییم. خط مرکز نمودار کنترل R از کدام رابطه بدست می آید؟

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

$\frac{\bar{S}C_4}{d_2}$ $\bar{S}d_2C_4$ $\frac{\bar{S}d_2}{c_4}$ قابل محاسبه نیست

۶- کدام جمله نادرست است؟

۱. حدود مشخصات فنی بستگی به فرایند ندارد و براساس نظر مشتری و طراح تعیین می شود

۲. وقتی که اندازه نمونه بزرگ است. نمودار کنترل *S* بر نمودار*R* ترجیح داده می شود

۳. نمودار کنترل $\bar{X}$ و *R* در مقایسه با نمودار کنترل *P* از توان کمتری برخوردارند.

۴. هیچ رابطه آماری بین حدود کنترل و حدود مشخصات فنی وجود ندارد.

۷- برای پایش میانگین یک مشخصه کیفی از نمودار $\bar{X}$ استفاده شده است هر ۲ ساعت نمونه هایی به اندازه *n=8* انتخاب می شود، اگر میانگین فرایند تغییر نکرده باشد به طور متوسط بعد از ۱۶۰ محصول بازرسی شده فرایند حالت خارج از کنترل را نشان می دهد. با فرض اینکه میانگین فرایند ۵ و انحراف معیار فرایند ۱ باشد. متوسط زمان تا دریافت هشدار در حالت تحت کنترل و حد کنترل بالای نمودار $\bar{X}$ به ترتیب کدام اند؟ $z_{/025} = 2$

$5 + \frac{3}{\sqrt{8}}, 40$ $5 + \frac{\sqrt{8}}{4}, 40$ $5 + \frac{\sqrt{8}}{4}, 20$ $5 + \frac{3}{\sqrt{8}}, 20$

۸- برای پایش طول یک قطعه از نمودارهای $\bar{X}$ و R استفاده کرده ایم. نتایج حاصل از نمونه گیری به صورت زیر بدست آمده است. اگر بدانیم میانگین دامنه نسبی ۲/۷ و انحراف معیار آن ۰/۸ است. حدود کنترل نمودار R کدام است؟ $\bar{R} = 1/2$

۲/۵۳ و ۰ ۱۳/۳۵و۰ ۲/۲۶و ۰/۱۳ ۲/۰۸ و ۰/۳۱

۹- نمودار کنترل برای یک مشخصه کیفی ۳۰ نمونه ۵ تایی در اختیار داریم. مقدار پارامتر A_2 در این نمودار کنترل ۰/۵۷۷ است. اگر $\sum R_i = 3$ باشد. مطلوبست مقدار تخمین انحراف معیار فرایند؟

۱/ ۰۴ ۰/۰۴ ۰/۲۵ ۰/۱۷

۱۰- یک نمودار کنترل $\overline{X}$ برای پایش میانگین یک مشخصه کیفی متغیر به کار گرفته شده است. فاصله بین دو نمونه گیری ۱/۵ ساعت است. اگر تغییری به اندازه ۱/۵ انحراف معیار $\overline{X}$ ایجاد شود. به طور متوسط بعد از چند مدت نمودار کنترل هشدار حالت خارج از کنترل می دهد؟

۱/۶۱ ۱/۰۷ ۱۴/۹۷ ۲/۴۵

۱۱- برای کنترل یک مشخصه کیفی از نمودارهای کنترل استفاده کرده ایم، ۱۰ نمونه ۴ تایی در اختیار داریم اگر برای پی بردن به تغییر خاصب نیاز به ۲۰۰ نمونه داشته باشیم، احتمال اینکه حداقل در سومین نمونه تغییر را کشف کنیم کدام است؟

/۰۹۷ /۰۳۹ ۰/۹۶ ۰/۹۰

۱۲- از نمودار کنترل $\overline{X} - R$ برای پایش یک مشخصه کیفی استفاده کرده ایم و حدود کنترل نمودار R به صورت زیر بدست آمده است. اگر انحراف معیار فرایند ۰/۵ باشد میانگین و انحراف معیار دامنه نسبی به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

۰/۸۳ و ۲/۷ ۰/۸۳و۲/۷ ۰/۲۰۴و ۵/۲۰۴ ۵/۲۰۴ و ۰/۲۰۴

۱۳- یک مشخصه کیفی دارای توزیع نرمال است که برای کنترل آن از نمودار کنترل $\overline{X} - R$ استفاده می کنیم اگر حدود مشخصات (۲۹و۲۳) باشد و خط مرکز نمودارهای $\overline{X}$ و $\overline{R}$ به ترتیب ۲۶ و ۳ باشد اگر میانگین به ۲۹ تغییر کند، چقدر احتمال دارد نقطه بعدی در نمودار کنترل $\overline{X}$ داخل حدود کنترل قرار بگیرد؟ ($A_2 = 0/73$)

۱) ۰/۰۲۳ ۲) ۰/۱۳ ۳) ۰/۳۴ ۴) ۰/۸۴

۱۴- برای پایش یک مشخصه کیفی نرمال از نمودار کنترل $\overline{\mathbf{X}} - S$ استفاده می شود. برای تعیین خط مرکز و حدود کنترل از ۳۰ نمونه ی ۴ تایی استفاده شده است. با فرض اینکه مقدار A_3 به ازای اندازه نمونه $n=4$ برابر با ۱/۶۳ باشد و $\sum_{i=1}^{30} S_i = 45$ و $\sum_{i=1}^{30}\sum_{j=1}^{4} x_{ij} = 6000$ شد و حدود مشخصات فنی(۶۰ و ۴۵)باشد مقدار شاخص بالفعل قابلیت فرایند یا CP_k کدام است؟

۱) ۰/۸۴ ۲) ۰/۶۶ ۳) ۱ ۴) ۰/۵

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

فصل۴

نمودار کنترل برای مشخصه های کیفی وصفی

«زندگیت تبدیل به شاهکار میشه وقتی که یاد بگیری در آرامش داشتن استاد بشی»

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده

نمودار کنترل وصفی

تو این فصل هدف اینه یه سری نمودار کنترل وصفی را باهم بررسی کنیم. مثل قبل حدود کنترل را برای برخی از نمودارها که در ادامه معرفی میشه را باید بدست بیاریم و همینطور مثل فصل ۲ و ۳ میتونیم خطای آلفا و بتا و متوسط طول دنباله و ... را حساب کنیم. دقیقا کلیه مفاهیم فصل ۲ و ۳ را اینجا داریم. فقط نوع نمودارها عوض میشه. پس فکر نکنین که دارین مباحث خیلی جدیدی را میخونین. گاهی وقتا مجبوریم از حالت وصفی استفاده کنیم. مثلا شما وقتی میرین پیش یه پزشک، جواب پزشک به شما اینه که یا شما سالم هستید و یا خدای نکرده بیمار هستین و به شما عدد نمیده که مثلا ۳.۱ شما بیمارید. پس به این حالت میگیم حالت وصفی یا کیفی. گفتیم که مفاهیم فصل قبل را هم اینجا تکرار میشه. مثل شکل زیر.

پزشک یه آدم لاغرو داره به اشتباه میگه چاق، مطمنا دارین میگین که این پزشک دچار خطای آلفا شده، باریکلا، کاملا درست جواب دادین. پس تو این فصل هم خطای آلفا و بتا و متناسب با اون متوسط طول دنباله و غیره را داریم. اگر تا حالا این مباحث را خوب نخوندید، دوباره برین از فصل ۲ شروع کنید به خوندن. حالا بریم سراغ متن درس

تعریف: اگر نتوان مشخصه های کیفی را به سادگی اندازه گیری کرد، آن ها را به دو گروه منطبق و نامنطبق با مشخصات کیفی موردنظر تقسیم می کنیم. این مشخصه ها را مشخصه های کیفی وصفی می نامند.

نکته: در برخی از مراجع«محصول معیوب» تحت عنوان محصول نامنطبق و یا محصول وازده نیز ترجمه شده است و نمودار np نمودار اقلام وازده و نمودار Pکسر اقدام وازده ترجمه گردیده است.

بیاین در مورد دو مفهوم با ذکر مثال صحبت کنیم، **عدم انطباق**، فرض کنید به شما بعنوان بازرس کنترل کیفیت گفتن ماژیکی که برای کارخونه میخرید باید رنگش مشکی باشه، حالا واحد خرید سفارش ماژیک داده و الان ماژیک اومده درب کارخونه و شما رفتین بازرسی کردین و دیدین که رنگش مشکی نیست، و مثلا ماژیک آبی اومده به این حالت میگن **عدم انطباق**، یعنی منطبق با چیزی که **میخواستین نبوده** (مشکی نبوده)، حالا **هر عدم انطباقی** بعنوان **معیوب** و ناسالم بودن **نیست**، مثلا اگه رنگش مشکی نباشه و آبی باشه، درسته عدم انطباق رخ داده ولی ممکنه ماژیک کاملا سالم باشه و خیلی خوب کار کنه. پس نتیجه میگیریم که به هر عدم انطباقی، نمیشه گفت معیوب

تعریف محصول ناقص: هرگاه مشخصه ای با مشخصات محصول انطباق نداشته باشد یک نقص (defect) ایجاد می شود. بنابراین یک محصول فاقد انطباق (Noncomformity) حداقل دارای یک نقص است. با این حال، با توجه به ماهیت نقص،

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

ممکن است یک محصول چند نقص داشته باشد ولی معیوب شناخته نشود. برای مثال می توان تعداد جوشهای ناقص در خط لوله، تعداد زدگی های پارچه اشاره کرد.

نمودارهای وصفی در این فصل به **دو دسته** تقسیم می شوند.

نمودارهای کنترل تو این فصل بر اساس دو توزیع ساخته میشه. **توزیع دو جمله ای** و **توزیع پواسون**. تو مثال پزشک عزیز ما، تشخیص پزشک یکی از دو حالت زیره، یا میگه سالم هستیم یا میگه مریض. دقیقا این جمله و دو حالتی بودنش ما را یاد چه توزیعی میندازه؟؟ مسلما دارین میگین **توزیع برنولی**، درسته. وقتی همین آزمایش برنولی را برای بیش از یکبار انجام بدیم. میشه توزیع دو جمله‌ای. خوب پس اساس ساخت نمودارهای p و np بر اساس توزیع دو جمله‌ایه. حالا گاهی وقت ها شما یه پارچه که تولید شده را میخواین بررسی کنین و ببینید مثلا تو یه متر پارچه، چندتا زدگی کوچیک وجود داره؟؟ این جمله مارو **یاد توزیع پواسون** میاره، چون مفهومش اینطور بوده، تعداد وقایع رخ داده در یک بازه زمانی یا مکانی مشخص در اینجا مکان مشخص همون یک متر پارچه هست. البته شرط کوچیکه دیگه ای هم باید برقرار باشه تا بگیم توزیعش پواسونه. ولی فعلا بیخیال. حالا بریم سراغ متن درس

۱- **نمودارهای *P,nP***: دارای توزیع بینم هستند: صفر و یک (*Binary*)

۲- **نمودارهای *C,u***: دارای توزیع پواسن هستند: شمارشی(شمارش نقص ها)

۱-نمودارهای کنترل برای نسبت اقلام معیوب(نمودار.P)

نسبت اقلام معیوب $$P = \frac{\text{تعداد اقلام معیوب جامعه}}{\text{تعداد کل اقلام جامعه}}$$

همانند فصل نمودارهای کنترل متغیر، اینجا هم دو فاز داریم. (حسن آقا بهمون بگه و یا اینکه نگه و بندازه ما را تو زحمت)

اگر نسبت اقلام معیوب واقعی فرایند معلوم باشد:

اصول آماری نمودار کنترل براساس توزیع (محصولات متوالی تولید شده مستقل از یکدیگر هستند)

$$\widehat{\mathrm{P}} = \frac{\mathrm{P}}{\mathrm{n}} \Longrightarrow \mu_{\hat{\mathrm{P}}} = P \quad , \sigma^2{}_{\hat{P}} = \frac{P(1-P)}{n}$$

$\hat{P}$ نسبت اقلام معیوب نمونه، n اندازه نمونه تصادفی و D (Defective) تعداد محصولات معیوب است.

$$ucL = P + 3\sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}$$

$$CL = P$$

$$LcL = P - 3\sqrt{\frac{P(P-1)}{n}}$$

اگر نسبت اقلام معیوب فرایند معلوم نباشد (افتادیم تو زحمت و باید تخمین بزنیم)

تخمین پارامتر: $\bar{P} = \sum_{i=1}^{m} \frac{D_i}{mn} = \sum_{i=1}^{m} \frac{\widehat{P_i}}{m}$

$$ucL = \bar{P} + 3\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$$

$$CL = \bar{P}$$

$$LcL = \bar{P} - 3\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$$

حدود کنترل که از طریق بالا تعیین می شوند را حدود **کنترل آزمایشی** گویند

نکته: شاید تصور کنید که در فاز۱ حذف یک نقطه از بالای نمودار کنترل حدود کنترل را به هم نزدیک می کند ولی به این مربوط است که آیا توانسته است. انحراف معیار نمودار جدید را کاهش دهد یا خیر. مشخصات R متوسط نسبت اقلام معیوب قبل از حذف نقاط خارج از کنترل و P_2 متوسط اقلام معیوب بعد از حذف نقاط خارج از کنترل باشد دو حالت زیر می تواند رخ دهد

$$if\ P_2(1-P_2) > P_1(1-P_1) \Longrightarrow$$ حدود کنترل باز تر می شود

$$if\ P_2(1-P_2) < P_1(1-P_1) \Longrightarrow$$ حدود کنترل تنگ تر می شود

تست صنایع ۹۳: در فرایند تولید هنگامی که فرایند تحت کنترل آماری است احتمال اینکه یک محصول ناسالم تولید شود برابر ۰/۱ است. برای پایش این فرایند از نمودار کنترل P با اندازه n=100 و حدود ۳ انحراف معیار استفاده می شود. اگر فرایند از کنترل خارج و احتمال ناسالم بودن هر محصول ۰/۲ شود، احتمال خطای نوع دوم این نمودار کنترل چه مقدار خواهد بود؟

۱) $(0/2)(0/8)^{99}$

۲) $\sum_{k=1}^{2}\binom{100}{k}(0/2)^k(0/8)^{100-k}$

۳) √ $\sum_{k=1}^{19}\binom{100}{k}(0/2)^k(0/8)^{100-k}$

۴) $1-\sum_{k=1}^{19}\binom{100}{k}(0/2)^k(0/8)^{100-k}$

پاسخ: سوال خطای بتا را از ما میخواد. مثل فصل ۲ و ۳، بتا را حساب میکنیم. یعنی

β =p(فرایند خارج از کنترل است | آماره داخل حدود است) = $p(\mathrm{LCL} < \hat{p} < UCL \,|H_1)$

در این فصل آماره با فصل قبل فرق داره وگرنه Base کار همون مفاهیم فصل ۲ و ۳ هست. کلا این فصل هم همون فصلای ۲ و ۳ هست. نترسین. فقط کمی شلوغ کاری شده ولی تقریبا مفهوم جدیدی نداره. بریم سراغ حل. اول باید حدود کنترل را بدست بیارین و بعد احتمال را حساب کنید. ضمنا یادتون باشه که اول این فصل گفتیم که p و np دارای توزیع دوجمله‌ای هستند.

جواب:$P \pm 3\sqrt{\frac{P(1-P)}{n}} = 0.1 \pm 3\sqrt{\frac{0.1\times0.9}{100}} = 0.1 \pm 3 \times 0.03 = (0.01,0.09)$

$$\beta = P\big(0.01 < \hat{P} < 0.19 | P = 0.2\big) = P(1 \le D \le 19)$$

$B \sim (n = 100, P = 0.2)$ دوجمله ای√

سوال: نسبت اقلام معیوب فرآیندی برابر ۰/۲ است. در زمان t یک نمونه تصادفی به اندازه n=100 گرفته شده و ۲۵ محصول معیوب مشاهده شده است. اگر از نمودار کنترل Pبا حدود کنترل۳ انحراف معیار برای کنترل نسبت اقلام معیوب فرآیند استفاده شود، در زمان t برابری نسبت اقلام معیوب فرآیند با کدام مقدار پذیرفته می شود؟

۰/۰۸(۴ ۰/۳۲(۳ ۰/۲۵(۲ ۰/۲(۱

حل: اگر یادتون باشه جاییکه در مورد **فاز یک و فاز دو نمودار** کنترل صحبت کردیم . گفته شد که نمودار کنترل یک نوع آزمون فرض است و اینکه اطلاعات بیشتری نسبت به آزمون فرض میده مثل کشف روندها و....

در این نوع سوال ها شما ابتدا باید حدود کنترل را محاسبه کنید اگر آماره مورد نظر در حدود کنترل بود پس فرآیند تحت کنترل است و پارامتر مورد نظری که قصد پایش آن را داشتید تغییر نکرده است. اما اگر آماره خارج حدود کنترل بود پارامتر تغییر کرده و برابر با مقدار جدید می باشد. در اینجا آماره شما P است.
در نمودار کنترل $\bar{x}$ آماره $\bar{x}$ است و در نمودارهای دیگر.... که باید این آماره ها را با حدود کنترل خودشون مقایسه کنید.

$$P = 0.2$$

حدود کنترل: $P \pm 3\sqrt{\frac{P(1-P)}{n}} = 0.2 \pm 3\sqrt{\frac{0.2 \times 0.8}{100}} = (0.08,0.32)$

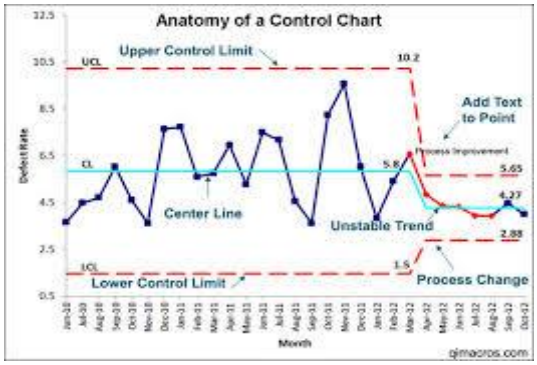
$\hat{P} = \frac{25}{100} \rightarrow$ آماره در حدود است $\rightarrow$ فرض $P = 0.2$ را می پذیریم

(از لحاظ آماری میگیم : فرض $P = 0.2$ را رد نمی کنیم)

سوال جالب: فرض کنید نمودار کنترل اقلام معیوب (۳) داریم اگر *P=0.2* باشد و پس از مدتی نمونه ای ۱۰۰ تایی برداشتیم و ۸ معیوب مشاهده کردیک و پس از رسم این نقاط،نقطه خارج از حدود کنترل پایین شده است. در مورد این فرآیند چه می توان گفت؟

۱- فرآیند بهبود یافته است.
۲- میانگین فرآیند کاهش یافته است
۳- فرآیند تحت کنترل است.

۴- ضایعات فرآیند بیشتر شده است.



توضیح: اینجا دو گزینه جواب درست است(گزینه ۱ و ۲).مثل سوال بالاست فقط خواستم بگم اینطوری ام سوال بالا رو میشه بیان کرد. تو اینجور سوالا باید ببینیم نوع نمودار کنترل ما چی هست. یادتونه تو فصل ۲ جزوه مثال نمره رو زدم براتون گفتم اگر حدود کنترل نمرات من بین ۲ تا ۸ باشه و شما ی امتحان از من بگیرین نمره من بشه ۷، این نمره داخل حدود کنترل است. در این حال می گیم فرآیند تحت کنترل است. چون داره رفتار گذشته خودشو تکرار می کنه. حالا یه دفعه دیگه ازم امتحان بگیرین و اینبار نمره من۱۲، میگیم این نمره داخل حدود نیست، یعنی فرآیند خارج از حدود کنترل است. حالا اینجا یه سوال پیش می یاد! آیا اینجا خارج از کنترل بودن واقعاً به معنای بد بودن است؟؟!! از اونجایی که شما فرد باهوشی هستین سریع جواب میدین، نه! چرا؟ درسته که فرآیند خارج از حدود کنترل است اما نمره من بهتر شده و من مجبور نیستم ترم بعد دوباره این درس و وردارم، باید بگردم دنبال علت بهتر شدن و این روند رو بهبود بدم، اینجا تو این سوال هم همینه! نمودار کنترل ما درصد اقلام معیوب (P) هستش درسته خارج از حدود کنترل میشه اما پایین حد کنترل افتاده و در واقع ضایعات کمتر شده و فرآیند بهبود پیدا کرده است.

روش تعیین اندازه نمونه:

گاهی وقت‌ها نسبت اقلام معیوب (ضایعات) در فرایندها **خیلی خیلی** کمه. که به این فرایندها اصطلاحا **فرایند با کیفیت بالا** میگن. مثلا خدا را شکر سقوط هواپیما به ندرت اتفاق میافته، بعنوان مثال از هر صدهزار پرواز یه پرواز سقوط میکنه

تو این حالت نسبت اقلام معیوب هست $\frac{1}{100000}=0.00001$ یا بعنوان مثال دیگه، بندرت در عمل جراحی‌ها، بعضی از پزشک‌ها ابزارهای جراحی خودشونو در بدن بیمار جا میذارن. چون خیلی به ندرت اتفاق میافته، بهش میگن فرایند با کیفیت بالا. تو این فرایندها نمودارهای کنترل p وnp به دلیل اینکه یا تمام نقاطش خارج کنترله و یا صفره و هیچ نقطه ای را بین

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

حدود کنترل نمیده کارا نیست و باید از نمودارهای دیگه ای مثلا نمودار مبتنی بر توزیع هندسی استفاده کرد که تو سر فصل درسی شما نیست. ولی برای برطرف کردن این مشکل میان اندازه نمونه را افزایش میدن حالا میخوایم **سه روش** برای افزایش اندازه نمونه را اینجا مطرح کنیم. بریم سراغ درس

۳روش برای این منظور وجود دارد.

۱.روش تقریب پوآسون برای بینم: اندازه نمونه n را طوری انتخاب می کنیم که احتمال مشاهده در هر نمونه حداقل δ باشد اگر بخواهیم $P(D \geq 1) \geq 0/95$ باید

$$\lambda = 3 \quad \lambda = np$$

۲.روش دانکن: در سال ۱۹۷۴ دانکن پیشنهاد کرد که اندازه نمونه باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا تقریباً بتوان **با احتمال ۵۰٪ به** وجود تغییر خاصی در فرایند پی برد.

اگر δ اندازه تغییر ایجادشده درفرایند باشد

$$\delta = P_2 - \mathrm{P}_1$$

$$\delta = k\sqrt{\frac{P_1(1-P_1)}{n}}$$

$$n = \left(\frac{k}{\delta}\right)^2 P_1(1-P_1)$$

۳- **روش حد کنترل پایین مثبت:** اگر حدکنترل پایین را مثبت قرار دهیم، باعث می شود تا یک یا چند نمونه که تعداد اقلام معیوب در آنها بیش از حد کوچک است مورد بازرسی قرار گیرد.

$$LCL = P - K\sqrt{\frac{P(1-P)}{n}} > 0$$

$$n > \frac{(1-P)}{P}k^2$$

دوستان عزیز: **نکات زیر را در تشخیص روش ها مورد توجه قرار دهید.**

۱- اگر بگویند n را طوری پیدا کنید که حداقل $\underline{1}$ معیوب باشد ⟵ روش پوآسن

۲- اگر بگویند n را طوری پیدا کنید که LCL منفی نباشد ⟵ LCL>۰

۳- اگر بگویند n را طوری پیدا کنید که P_1 به P_2 تغییر کند و یا احتمال ۵۰ درصد تغییر را کشف کنیم ⟵ روش دانکن

تست: فرض کنید $P_1 = 0/025$ و $P_2 = 0/06$ و $K = 3$ باشد در این صورت اندازه نمونه با استفاده از دانکن و حدکنترل پایین مثبت به ترتیب از راست به چپ کدام گزینه خواهد بود؟

۱۵۰، ۴۱۵، ۳۵۱ ۱۲۰، ۱۷۹، ۳۵۱

۱۲۰، ۴۱۵، ۱۴۱ ۵۰، ۱۷۹، ۱۴۱

با استفاده از روش دانکن:

$$n = \left(\frac{k}{\sigma}\right)^2 P_0(1-30) = \frac{3 \times 3 \times 0.035 \times 0.975}{0.35 \times 0.35} = 279$$

با استفاده از روش حد کنترل پایین مثبت

$$LcL > 0 \rightarrow P_0 \;\; k\sqrt{\frac{P_0(1-P_0)}{n}} > 0 \rightarrow P_0 \;\; k\sqrt{\frac{P_0(1-P_0)}{n}} \rightarrow P_0^2 > k^2\frac{P_0(1-P_0)}{n} \rightarrow \quad n > \frac{k^2 P_0(1-P_0)}{P_0^2} = \frac{9 \times 0.025 \times 0.975}{0.025 \times 0.025} = 351$$

تست: در یک فرآیند برای کنترل نسبت اقلام معیوب از نمودارهای کنترل استفاده می کنیم. نسبت اقلام معیوب فرایند ۰/۱ می باشد. اگر میانگین فرایند به مقدار P_2 تغییر کند. اگر اندازه نمونه لازم برای اینکه این تغییر را با احتمال ۵۰درصد کشف کنیم، ۱۰۰ باشد مقدار P_2 کدام است؟

۰/۰۰۳۷ ۰/۱۹ ۰/۰۹ ۰/۱

از آنجایی که $\beta = 0.5$ است میانگین جدید(P_2) یا روی ucL قرار می گیرد یا LcL

$$\mathrm{P}_2 = ucl = P + k\sqrt{\frac{P(1-P)}{n}} = 0.1 + 3\sqrt{\frac{0.1 \times 0.9}{100}} = 0.1 + 3(0.03) = 0.19$$

$$\mathrm{P}_3 = Lcl = P - k\sqrt{\frac{P(1-P)}{n}} = 0.1 - 3\sqrt{\frac{0.1 \times 0.9}{100}} = 0.1 - 3(0.03) = 0.01$$

تست اندازه نمونه را در یک نمودار کنترل تست اقلام معیوب(*P*) به گونه ای حساب کنید که احتمال مشاهده حداقل یک محصول معیوب در نمونه در یک فرآیند تولید ماست اقلام معیوب ۰.۰۱ برابر با ۰.۹۸ باشد؟

حل روش اول

$$P(D \geq 1) = 0.98 \rightarrow P(D = 0) = 0.02 \rightarrow \binom{n}{0}(0.01)^0(0.99)^n \leq 0.02 \rightarrow nLn(0.99) \leq Ln0.02 \rightarrow n \geq \frac{Ln(0.02)}{Ln(0.99)}$$

روش دوم:

چون P دو جمله ای کم است باپواسون هم میشه تقریب زد

$$P(D = 0) \leq 0.02 \rightarrow \frac{e^{-np}(np)^0}{01} \leq 0.02 \rightarrow e^{-np} \leq 0.02 \rightarrow -np \leq Ln0.02 \rightarrow n \geq \frac{Ln0.02}{-0.01}$$

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

تست: یک مشخصه کیفی از توزیع نرمال با میانگین ۴۰۰ و انحراف معیار۲۰ پیروی می کند. فرض کنید حد مشخصه فنی بالا برای مشخصه کیفی ۴۳۳ است و حد مشخصه فنی پایین وجود ندارد. اگر بخواهیم تغییر میانگین به ۴۰۷ را با احتمال ۵۰ درصد کشف کنیم و از حدود۳ انحراف معیار استفاده کنیم، اندازه نمونه لازم در حالتی که از نمودار نسبت اقلام معیوب استفاده کنیم چقدر است؟

۱) ۴۵۸ ۲) ۴۵ ۳) ۳۵۸ ۴) ۱۷۱

جواب: $x_0 \sim N(\mu = 400 \quad \delta = 20)$

درصد اقلام معیوب در حالت تحت کنترل $= P_0 = P(x > 433) = P\left(Z > \frac{433-400}{20}\right) = P(Z > 1/65)$

$= 0/05$

$x_1 \sim N(\mu = 407, \delta = 20)$

درصد اقلام معیوب در حالت خارج از کنترل $= P_1 = P(x > 433) = P\left(Z > \frac{433-407}{20}\right) = P(Z > 1/3)$

$= 0/1$

$$n = \frac{K^2 P_0(1-P_0)}{(P_0-P_1)^2} = \frac{3^2 \times 0/05 \times 0/95}{(0/05)^2} = 9 \times 19 = 171$$

همینجا دقت کنید که اگر از نمودار $\bar{x}$ استفاده کردیم اندازه نمونه لازم برابر بود با: $n \approx \frac{(3+0)^2 \times 20^2}{(407-400)^2} \approx 80$

تست:یک مشخصه کیفی دارای توزیع نرمال با میانگین ۱۰۰ و انحراف معیار ۵ است. برای کنترل این مشخصه کیفی از یک نمودار کنترل نسبت اقلام معیوب با اندازه نمونه n=100 و حدود کنترل $[LCL = 0.08, uCL = 0.32]$ **استفاده می شود. اگر مشخصه کیفی فقط دارای حد مشخصه فنی بالا uSL باشد، مقدار uSL چقدر است؟**

۱) ۱۰۲/۸ ۲) ۱۰۶/۵ ۳) ۱۰۴/۲ ۴) ۱۰۲

جواب: $P = \frac{uCL+LCL}{2} = 0.2$

$$x \sim N(\mu = 100, \delta = 5) \Longrightarrow P(x > usL) = 0.2 \Longrightarrow P\left(Z > \frac{usL-\mu}{\delta}\right) = 0.2 \Longrightarrow \frac{uSL-\mu}{\delta}$$

$$= 0.84 \Longrightarrow \frac{uSL-100}{5} = 0.84 \Longrightarrow usL = 100 + 0.84 \times 5 = 104.2$$

تست: یک مشخصه کیفی از توزیع نرمال با میانگین ۳۰ و انحراف معیار۲ پیروی می کند: فرض کنید حد مشخصه بالا برای این مشخصه کیفی برابر ۳۴ باشد. اگر بخواهیم تغییر در میانگین به ۲۸ را با احتمال ۵۰ درصد شناسایی کنیم آنگاه اندازه نمونه تقریبی درصورت استفاده از نمودار کنترل P با حدود ۳ انحراف معیار، کدام است؟(صنایع ۹۱ و ۹۳)

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2}dx = \sqrt{\pi}$$

$$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty}\left(a_n \cos\frac{n\pi x}{L} + b_n \sin\frac{n\pi x}{L}\right)$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

مثال کتاب مونتگومری(به نظرم جزء سخت ترین تست های این قسمت می باشد)

حل: در این مسئله P_0 و P_1 را نداده باید خودمان بدست بیاریم

$$\text{درصد اقلام معیوب در حالت تحت کنترل} = P_0 = P(x > 34|\mu = 30) = P(Z > 2) = 0/0228$$

$$\text{درصد اقلام معیوب در حالت خارج از کنترل} = P_1 = P(x > 34|\mu = 28) = P(Z > 3) = 0/00135$$

$$\delta = 0.0215$$

$$n = \frac{3^2 \times 0.0228 \times 0.9772}{0.0215 \times 0.0215} \approx 9 \times 49$$

یک مشخصه کیفی دارای توزیع نرمال با میانگین ۳۰۰ و انحراف معیار ۱۰ و حد مشخصه فنی بالای ۳۱۳ است.(حد مشخصه فنی پایین ندارد). اگر این مشخصه کیفی را اه وسیله یک نمودار کنترل نسبت به اقلام معیوب کنترل کنیم و از نمونه های ۱۰۰تایی استفاده کنیم حدود کنترل کدام است؟

۱)(۰/۱۲ و ۰)　　۲)(۰/۱۹ و ۰/۰۱)　　۳)(۰/۱۸ و ۰/۰۲)　　۴)(۰/۲۶ و ۰/۱۴)

جواب:$P_0 = P(x > 313) = P\left(z > \frac{313-300}{10}\right) = P(z = 1.3) = 0.1$

$$\text{حدود کنترل} = P_0 \pm 3\sqrt{\frac{P_0(1-P_0)}{n}} = 0.1 \pm 3\sqrt{\frac{0.1 \times 0.9}{100}} = 0.1 \pm 0.09 = (0.01,0.19)$$

در تست قبل اگر میانگین فرآیند به ۳۰۴/۵ تغییر کند، احتمال کشف تغییر به وسیله نمودار P چقدر است؟

۱) $1 - \sum_{d=14}^{26}\binom{100}{D}(0.15)^d(0.85)^{100-d}$

۲) $1 - \sum_{d=2}^{14}\binom{100}{D}(0.15)^d(0.85)^{100-d}$

۳) $1 - \sum_{d=4}^{16}\binom{100}{D}(0.2)^d(0.8)^{100-d}$

۴) $1 - \sum_{d=2}^{18}\binom{100}{D}(0.2)^d(0.8)^{100-d}$

جواب:$P_1 = P(x > 313) = P\left(z > \frac{313-304.5}{10}\right) = P(z > 0.85) = 0.2$

$$1 - \beta = 1 - P\left(0.01 < \hat{P} < 0.19|P = 0.2\right) =$$

$$1 - P(1 < D < 19|P = 0.2) =$$

$$1 - \sum_{d=2}^{18}\binom{100}{D}(0.2)^d(0.98)^{100-d}$$

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

تست: در فرآیند تولید هنگامی که فرآیند تحت کنترل آماری است، احتمال اینکه یک محصول ناسالم تولید شود برابر ۰/۱ است. برای پایش این فرآیند از نمودار کنترل P با اندازه n=100 و حدود ۳ انحراف معیار استفاده می شود. اگر فرآیند از کنترل خارج و احتمال ناسالم بودن هر محصول ۰/۲ شود، احتمال خطای نوع دوم این نمودار کنترل چه مقدار خواهد بود؟(صنایع ۹۳)

۱) $(0.2)(0.8)^{99}$

۲) $\sum_{k=1}^{2}\binom{100}{k}(0.2)^{k}(0.8)^{100-k}$

۳) $\sum_{k=1}^{19}\binom{100}{k}(0.2)^{k}(0.8)^{100-k}$

۴) $1-\sum_{k=1}^{19}\binom{100}{k}(0.2)^{k}(0.8)^{100-k}$

$$P \pm 3\sqrt{\frac{P(1-P)}{n}} = 0.1 \pm 3\sqrt{\frac{0.1\times 0.9}{100}} = (0.01, 0.19)$$

$$\beta = P\left(0.01 < \hat{P} < 0.19 | P = 0.2\right) = P(1 \le D \le 0.19)$$

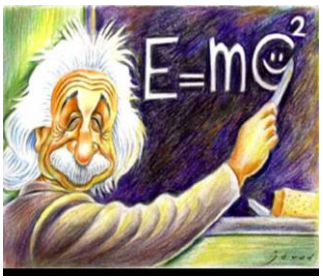
$B\sim(n=100, P=0.2)$ دوجمله ای $\surd$

تمرین:مشخصه کیفی دارای میانگین ۵۰ و انحراف معیار ۲ است از نمودار کنترل $\overline{X}$ با ضریب ۳ انحراف معیار استفاده می شود اگر مشخصات فنی پایین و بالا به ترتیب ۴۴ و ۵۶ باشد فرض کنید میانگین فرایند به ۵۲ تغییر کند

الف: قبل از تغییر و بعد از تغییر نسبت اقلام معیوب را محاسبه کنید.

ب: اگر بخواهیم با ۵۰٪ بوسیله اولین نمونه بعد از ایجاد تغییر آنرا کشف کنیم، تعداد نمونه موردنیاز در صورت که از نمودار $\overline{X}$ استفاده شود کدام است؟

۳ ۹ ۶ ۱۲



بعد از حل چند تا تست خوب، حل این تست دیگه مثل آب خوردنه براتون

نکته: روش دانکن از بین ۳ روش اشاره شده تنها روشی است که اندازه نمونه را با توجه به میزان تغییر موردنظر(P_2)تعیین می نماید.

نکته: روش LCL>۰ همواره تعداد نمونه بیشتری نسبت به تقریب پواسن تخمین می زند

$$\text{نمودار کنترل } nP : \left(\text{تعداد اقلام معیوب}\right)$$

$$ucL = np + 3\sqrt{np(1-p)}$$

$$cL = nP$$

$$LCL = nP - 3\sqrt{nP(1-P)}$$

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

اگر نسبت اقلام معیوب فرایند معلوم نباشد از تخمین زننده $\bar{P}$ استفاده می کنیم

$$\bar{P} = \sum_{i=1}^{m} \frac{D_i}{mn} = \sum_{i=1}^{m} \frac{\hat{P}_i}{m}$$

نکته خفن و مهم: نمودارهای P و nP از لحاظ آماری یکسان هستند و توزیع هر ۲ براساس توزیع بینم است.

نکته: در نمودار کنترل np، برخی اوقات ترجیح می دهیم از مقادیر صحیح به جای مقادیر کسری برای حدود کنترل استفاده کنیم، در این صورت ucL را رو به بالا و LCL را رو به پایین گرد می کنیم

تست: فرض کنید می خواهیم یک نمودار کنترل nP با حدود کنترل K انحراف معیار به گونه ای طراحی کنیم که حد کنترل پایین نمودار مثبت باشد حداقل اندازه نمونه واقعی لازم کدام است؟

$\left(k^2\frac{1-P}{1+P}\right)+1$ $\left(k^2\frac{1-P}{2P}\right)$ $\left(k^2\frac{1-P}{P}\right)+1$ $k\frac{1-P}{P}$

$$LCL > 0 \rightarrow \ np - k\sqrt{npq} > 0 \rightarrow n^2p^2 > k^2npq \rightarrow n > \frac{k^2pq}{p^2} = \frac{k^2(1-p)}{P}$$

اندازه نمونه متغیر

روش اول(n متغیر)

$$\bar{P} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n_i}}$$

$$\hat{P} = \frac{\sum_{i=1}^{n} D_i}{\sum_{i=1}^{n} n_i}$$

نکته: دقت کنید که برای محاسبه حدود کنترل از P_i (نسبت اقلام معیوب در هر نمونه) استفاده نکنیم بلکه از $\hat{P}$ استفاده کنیم

نکته: در این روش تمام نمونه هایی که دارای اندازه نمونه n یکسان هستند، حدود یکسان دارند(حدود کنترل به $\hat{P}$ آن مربوط نیست)

فاصله بین حدود کنترل با جذر اندازه نمونه رابطه معکوس دارد.

روش۲: (n متوسط):

$$\bar{n} = \frac{\sum_{i=1}^{m} n_i}{m}$$

$$\hat{P} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{\bar{n}}}$$

نکته: این روش در زمانی که n_i تفاوت های زیادی داشته باشند قابل استفاده نیست

نکته: اگر از $\bar{n}$ (n متوسط) استفاده کردید برای نقاط نزدیک به حدود کنترل، روش دقیق چون باید مکان دقیق ان نسبت به این حدود دقیق یا روش n متغیر استفاده کنید.

نکته: تجزیه تحلیل دنباله ها یا سایر روندهای غیرعادی در نمودار کنترل با اندازه نمونه های متغیر باید با توجه خاصی انجام گیرد. مشکل این است که یک تغییر در نسبت اقلام معیوب $\widehat{\mathrm{P}}$ باید با توجه به اندازه نمونه مربوطه تفسیر گردد.

روش سوم: (نمودار کنترل استاندارد شده)

$$\mathrm{Z_i} = \frac{\mathrm{P_i} - \mathrm{P}}{\sqrt{\frac{P(1-P)}{n_i}}}$$
$$ucL = +3$$
$$CL = 0$$
$$LCL = -3$$

نکته: در این نمودار امکان تحلیل روند غیرعادی نقاط وجود دارد: زیرا همه نقاط را با یک مقیاس می سنجیم(همه را نرمال می کنیم)

نمودار کنترل استانداردشده برای تولیدات کوتاه مدت نیز پیشنهاد می شود.

تست: اندازه نمونه و نسبت اقلام معیوب در نمونه های تصادفی اون به ترتیب عبارتند از $\boldsymbol{n_i = 49}$ و $\boldsymbol{\widehat{P}_i = 0.25}$، $\boldsymbol{n_j = 225}$، $\boldsymbol{\widehat{P}_j = 0.23}$ اگر نسبت اقلام معیوب فرآیند برابر ۰/۲ باشد آنگاه کدام یک از گزینه های زیر صحیح است؟

۱)کیفیت نمونه j ام بهتر از نمونه i ام است.

۲√) کیفیت نمونه i ام بهتر از نمونه j ام است.

۳) برای کنترل این فرآیند استفاده از نمودار P یا n متوسط پیشنهاد می شود.

۴) برای کنترل این فرآیند استفاده از نمودار P یا n متغیر پیشنهاد می شود.

$$Z_i = \frac{0.25 - 0.2}{\sqrt{\frac{0.2 \times 0.8}{49}}} = \frac{0.05}{\frac{0.4}{7}} = \frac{7}{8}$$
$$Z_j = \frac{0.23 - 0.2}{\sqrt{\frac{0.2 \times 0.8}{225}}} = \frac{9}{8}$$

تست:تعداد واحد بازرسی در هر نمونه و متوسط تعداد نقص ها در واحد بازرسی در نمونه های تصادفی $\boldsymbol{i}$ و $\boldsymbol{j}$ ام به ترتیب عبارتند از: $\boldsymbol{n_i = 5}$ و $\boldsymbol{u_i = 20}$ و $\boldsymbol{n_j = 20}$ و $\boldsymbol{u_i = 30}$ اگر متوسط تعداد نقص ها در واحد بازرسی فرآیند برابر با ۱۵ باشد کدام گزینه صحیح است؟

۱√) کیفیت نمونه i ام بهتر از نمونه j ام است

۲) کیفیت نمونه j ام بهتر از نمونه i ام است

۳) کیفیت نمونه i ام و j ام با هم برابر است

۴)اطلاعات مسئله کافی نیست

جواب: برای مقایسه کیفیت دو آماره با n متغیر بهتر است که استاندارد کنیم:

$$Z_i = \frac{u_i - \bar{u}}{\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}}} = \frac{20 - 15}{\sqrt{\frac{15}{5}}} = \frac{5}{\sqrt{3}}$$

$$Z_j = \frac{u_j - \bar{u}}{\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_j}}} = \frac{30 - 15}{\sqrt{\frac{15}{20}}} = \frac{30}{\sqrt{3}}$$

تست: کدام گزینه زیر نادرست است؟

۱- حدود کنترل نمودار نسبت اقلام معیوب با اندازه نمونه متغیر، متغیر است.

۲- در نمودار کنترل نسبت اقلام معیوب با حدود کنترل متغیر، بررسی نقاط از دیدگاه دنباله یا سایر روندها بی معناست.

۳- در نمودار کنترل نسبت اقلام معیوب با اندازه نمونه متغیر، چنانچه اندازه زیرگروهی بزرگتر از سایر زیرگروه ها باشد می توان از آن برای طراحی حدود کنترل استفاده کرد.

۴- استفاده از نمودار کنترل استانداردشده در نمودار نسبت اقلام معیوب با اندازه نمونه متغیر، تغییر روند و دنباله ها را امکان پذیر می سازد.

نکته: تغییر *n* در نمودار کنترل *P*:

تغییر n

$$n \to an$$

حدود کنترل جدید

$$uCL = P + 3\sqrt{\frac{P(1-P)}{an}}$$

$$cL = P$$

$$LCL = P - 3\sqrt{\frac{P(1-P)}{an}}$$

نتیجه

$$uCL - LCL = 6\sqrt{\frac{P(1-P)}{an}}$$

$$\frac{6}{\sqrt{a}}\sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}$$

فاصله بین حدود کنترل بالا و پایین به اندازه $\frac{1}{\sqrt{a}}$ کمتر می شود.

منحنی oc نمودار P:

$$B = P\left(\hat{P} < UCL|P\right) - P\left(\hat{P} \le LCL|P\right) \implies P(D < n\,UCL|P) - P(D \le n\,LCL|P)$$

$$\hat{P} = \frac{D}{n}$$

نکته: منحنی oC معیاری برای ارزیابی حساسیت نمودار کنترل و یا به عبارت دیگر توانایی پی بردن به تغییر در نسبت اقلام معیوب فرایند است.

نکته: چون D یک متغیر تصادفی بینم با پارامترهای n و P است، B را می توان از رابطه بالا و توزیع بینم تجمعی محاسبه نمود.

نکته: محاسبه B به روش های زیر می توان محاسبه نمود.

۱-با استفاده از احتمال بینم یا پوآسن: $B = P\left(\text{آماره} < ucL\right)$

۲-با استفاده از تقریب نرمال:$B = P\left(0 < \text{آماره} < ucL\right)$

مثال:یک نمودار کنترل نسبت اقلام معیوب با پارامترهای n=50 و UCL=0/3697 و LCL=0/0303– را در نظر بگیرید منحنیoC برای این نمودار را رسم کنید.

$$B = P(D < 50 \;\; 0/3697|P) - P(D \leq 50 - 0/0303|P)$$
$$= P(D < 18/49|P) - P(D \leq 1/52|P)$$

ولی چون D باید عدد صحیح باشد رابطه فوق به صورت زیر ساده می شود:

$$B = P(D < in|P) - P(D \leq 1|P)$$

به ازای Pهای مختلف oC را محاسبه می کنیم:

P	B
/۰۱	۰/۰۸۹۴
۰/۳	۰/۸۵۹۴
۰/۵۵	۰/۰۵۳

تست: نمودار نسبت اقلام معیوب با LCL=/005 و UCL=0/075 و اندازه نمونه n=100 برای کنترل فرایندی استفاده می شود حد کنترل پایین نمودار کنترل تعداد اقلام معیوب معادل و درصد اقلام معیوب با فرض تحت کنترل بودن فرایند به ترتیب عبارتند از:

۰/۵ و ۴ ۰/۰۵ و ۰/۰۴ ۰/۰۷ و قابل محاسبه نیست اطلاعات مسأله کافی نیست

حل

$$LCL_{\mathrm{nP}} = 100 \times 0.05 = 0.5$$

$ucl_p = 0.075$

$lcl_p = 0.005 \longrightarrow$

$\mathrm{ucl_P} + \mathrm{LCL_P} =$

$P + 3\sqrt{(3pq/n)} + P - 3\sqrt{(3pq/n)} = 2P = 0.08 \rightarrow P = 0.04$

تست: طراحی یک نمودار کنترل تعداد اقلام معیوب براساس اندازه نمونه های ۴۰۰تایی موردنظر است. بدین منظور تعداد ۳۰ نمونه انتخاب و تعداد اقلام معیوب هریک تعیین می شود. اگرمجموع تعداد اقلام معیوب $\sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathbf{30}} \mathbf{D_i} = \mathbf{1200}$ باشد. حد کنترل پایین ۲ انحراف معیار نمودار کنترل تعداد اقلام معیوب کدام است؟

۲۸ ۲۵ ۵۲ ۵۵

$$\hat{P} = \frac{\sum_{\mathrm{i=1}}^{30} \mathrm{D_i}}{\mathrm{mn}} = \frac{1200}{30 \times 400} = 0.1$$

$$LCL = np - 2\sqrt{npq} = 40 - 2\sqrt{40 \times 0.9} = 28$$

*اینجا اقلام معیوب فرآیند معلوم نیست تخمین می زنیم

تمرین: نسبت اقلام معیوب فرایندی در یک نمودار کنترل ۰/۰۱ است به علت خطای اپراتور نسبت اقلام معیوب به ۰/۰۲ تغییر پیدا کرده است. با چه احتمالی در پایان روز دوم متوجه این تغییر می شویم؟

نمونه های ۱۰۰ تایی در هر روز مورد بازرسی قرار می گیرند؟ $\sqrt{99} = 9/95$

۰/۷۶۵ ۰/۰۲۰ ۰/۱۲۳ ۰/۸۵۷

تمرین: فرض کنید برای کنترل تولید یک نوع رایانه می خواهیم تعداد نقص ها در ۱۵ نمونه را پایش کنیم اگر مجموع تعداد نقص ها در این ۱۵ نمونه، ۲۴۰ باشد. متوسط طول دنباله را برای زمانی که حدود با ۲ انحراف معیار ساخته می شوند و فرایند تحت کنترل است. کدام است؟

$PoI(8,16) = 0/022$ $PoI(23,16) = 0/963$

۲۰ ۱۷ ۱۵ ۲۵

نمودار کنترل برای عدم انطباق ها(نقص ها)

اینگونه نمودارهای کنترل را هم می توان برای تعداد کل نقص ها در یک محصول و هم برای متوسط تعداد نقص ها در هر محصول تهیه نمود. در این نمودارهای کنترل معمولاً فرض می شود که مشاهده تعداد نقص ها در اندازه نمونه های ثابت بنحوی از توزیع پواسن پیروی می کند. واحد بازرس برای هر نمونه باید یکسان باشد واحد بازرسی بطور ساده تعدادی محصول است که حفظ سوابق و اطلاعات در مورد آن ساده باشد.

نمودارC (نمودار کنترل تعداد نقص ها):

نقص ها در واحد بازرسی دارای توزیع پوآسن اند:

$$P(x) = \frac{e^{-\lambda}\lambda^x}{x!} \qquad x = 0,1,2, \ldots.$$

اگر مقدار استانداردی برایλ وجود داشته باشد

$$ucL = \lambda + 3\sqrt{\lambda}$$
$$LcL = \lambda - 3\sqrt{\lambda}$$

نمودارC برای وقتی است که n=1 است

واحد بازرسی ۲ محصول	تعداد نقص	تعداد محصول	شماره نمونه
$\bar{C} \pm 3\sqrt{\bar{C}}$	۶	$2 \to n = 1$	۱
$5 \pm 3\sqrt{5}$	۴	$2 \to n = 1$	۲
$\bar{C} = \frac{6+4+5}{3} = 5$	۵	$2 \to n = 1$	۳

نکته: اگر مقدار محاسبه شده برای LCL منفی باشد آن را برابر صفر قرار می دهیم (به طور کلی برای آماره هایی که منفی بودن آنها معنی دار نیست، در صورت منفی بودن حد کنترل پایین، آن را برابر صفر قرار می دهیم)

نکته: ریسک ∝برای حدود کنترل۳ انحراف معیار به علت نا متقارن بودن توزیع پواسن به طور مساوی در بالای UCL و پایین LCL قرار ندارد.

اگر مقدار استانداردی برای C وجود نداشته باشد

$$\bar{C} = \sum_{i=1}^{m} \frac{C_i}{m}$$

$$uCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

نکته: همیشه در وصفی ها اگر قرار باشدحدود کنترل اعشاری را گرد کنیم، uCL را به سمت بالا و LCL را به سمت پایین گردکنیم. (در آنجا که نیاز است، مثل P,C)

در نمودارهای کمی لازم نیست.

$$ucL = 32/22 \sim 33$$

$$LCL = 6/47 \sim 6$$

نمودارU (کنترل تعداد نقص ها در هر محصول)

نمودار کنترل براساس متوسط تعداد نقص ها در هر واحد بازرسی طراحی می شود. اگر در یک نمونه که شامل n واحد بازرسی است تعداد کل C نقص مشاهده شود آنگاه متوسط تعداد نقص ها در هر واحد بازرسی برابر خواهد بود با:

$$u = \frac{C}{n} \qquad \bar{u} = \frac{\sum_{i=1}^{m} u_i}{m}$$

$$ucL = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$cL = \bar{u}$$

$$LcL = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$\left(\frac{c}{n}, \frac{c}{n^2}\right)$$

میانگین

واریانس

واحد بازرسی ۲ محصول است.

آماره u $\hat{\lambda} = \frac{25}{5}$

$= 5 \pm 3\sqrt{\frac{5}{n_i}}$

شماره نمونه	تعداد محصول	تعداد نقص ها
۱	$4 \to n = 2$	$10 \to u_1 = 5$
۲	$2 \to n = 1$	$8 \to u_2 = 8$
۳	$4 \to n = 2$	$7 \to u_3 = 3/5$

n = تعداد واحد بازرسی

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

نکاتی مهم در تشخیص نمودارها:

۱- اگر n متغیر باشد حتماً از u استفاده می شود نه C

۲- اگر n ثابت باشد نمودار u و C و nC تفاوتی در عملکرد با هم ندارند.

۳- اگر گفتن
- تعداد نقص ها ⟵ نمودارC
- تعداد نقص ها در هر واحد بازرسی ⟵ نمودارu

نکته: در صورتیکه بین نمودار C و u مردد بودیم به نکات زیر توجه کنید

۱- اگر در مسأله متوسط تعداد نقص ها در واحد مشخص کرده باشد مراقب باشید که منظورشان $\bar{c}$ است نه اینکه؟

۲- اگر کنترل تعداد نقص ، ها یا کا ، تعداد نقص ها مطلوب باشد منظور نمودار C است

۳- اگر n متغیر باشد یا $n>1$ واحد بازرسی باشد منظور نمودار u است.

۴- نمودار u را اغلب با عنوان کنترل (تعداد نقص در هر واحد) و برخی مواقع متوسط تعداد نقص در هر واحد می نامند.

۵- اگر هیچ ضرورتی برای استفاده از نمودار u مشاهده نگردید از نمودار c استفاده شود

۶- اگر خود طراح اصرار به استفاده از یک نمودار خاص داشته باشد. از آن نمودار استفاده می کنیم

نکات قبل در نمودار u نیز برقرار است. مثل

۱-(n متغیر)

۲-n متوسط

۳-نمودار کنترل استاندارد شده

۴-تغییرات n ⟵ $n \longrightarrow an$

تست: تعداد نقص های مشاهده شده در فرایند تولید یک نوع ماشین حساب توسط نمودار کنترل تعداد نقص ها کنترل می شود. واحد بازرس برابر با ۲ ماشین حساب در نظر گرفته شده است. زمانی که فرایند تحت کنترل است میزان متوسط تعداد نقص ها در هر ماشین حساب برابر ۲ محاسبه گردید. حدود کنترل۳ انحراف معیار نمودار کنترل c کدام است؟

$uCL = 2 + 3\sqrt{2}$ $uCL = 2 + 3\sqrt{2}$ $ucL = 5$ $ucL = 10$

$LCL = 2 - 3\sqrt{2}$ $LCL = 0$ $LcL = 2$ $LcL = 0$

$c = 2 \times 2 = 6$ متوسط تعداد نقص ها در واحد بازرسی

$$ucL = c + 3\sqrt{C} = 4 + 6 = 10$$

$$LCL = c - 3\sqrt{C} = 4 - 6 < 0 \Rightarrow LCL = 0$$

تست:می خواهیم فرآیند تولید یک نوع یخچال را با استفاده از نمودار کنترل تعداد نقص ها با حدود کنترل ۲ انحراف معیار کنترل کنیم. واحد بازرسی را یک یخچال تشکیل می دهند. در مطالعات اولیه تعداد ۱۰۰ یخچال مورد بازرسی قرار گرفتند و تعداد ۲۵ نقض مشاهده گردید. احتمال خطای نوع I این نمودار

۱) $1 - e^{0.25}$ ۲) $1 - 0.75e^{0.25}$ ۳) $1 - 1.25e^{-0.25}$ ۴) $1 - 0.25e^{-0.25}$

$$\varepsilon = \frac{25}{10} \quad ucL = \varepsilon + 2\pi = 0.25 + 2\sqrt{0.25} = 1.25$$

$$LCL = \varepsilon - 3\pi = 0.25 - 2\sqrt{0.25} = 0$$

$$\propto = P(x_4 ucl|\varepsilon = 0.25) = 3(x \geq 1.25|\varepsilon = 0.25)$$

$$1 - (x_4 ucl|\varepsilon = 0.25) = 1 - e^{0.25} - 125e^{-0.25} = 1 - 1.25e^{-0.25}$$

تست تولید کننده یک نوع آبگرمکن گازی قصد دارد از یک نوع نمودار کنترل در مرحله نهایی بازرسی اجرام استفاده کند. فرض کنید در ۲۲روز اخیر تعداد ۱۷۶ آب گرمکن بازرسی و تعداد کل ۹۲۴ نقص مشاهده باشد. واحد بازرسی را ۲ آب گرم کن در نظر بگیرید و حد کنترل بالای ۳ انحراف معیار نمودار کنترل متوسط نقصهای هر روز را محاسبه کنید؟

$$42+3\sqrt{\frac{42}{4}} \quad 10.45+3\sqrt{\frac{10.5}{4}} \quad 10.5+3\sqrt{10.5} \quad 42+3\sqrt{42}$$

روز اول $8 \to n=4$

$\to u=\frac{924}{22\times4}=10.5$

حدود کنترل $\bar{u}+3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}=10.5+3\sqrt{\frac{10.5}{4}}$

روز۲۲ $8 \to n=4$

اگر مسئله گفته بود تعداد نقص های روزانه:

$nc \pm 3\sqrt{nc}=42\pm3\sqrt{42}$: حدود کنترل $\lambda=c=10.5$

تست: می خواهیم یک نمودار کنترل برای کنترل تعداد نقص ها در هر مرحله بازرسی نهایی یک نوع رادیو طراحی نماییم. واحد بازرسی برابر با ۱۰ رادیو درنظر گرفته شده. در بررسی های قبل میزان متوسط تعداد نقص ها در هر رادیو ۰/۱ ذکر شده است .حد کنترل ۲ انحراف معیار بالای نمودار کنترل C کدام است؟

$$0.1+2\sqrt{\frac{0.1}{10}} \qquad 10+2\sqrt{10} \qquad 0.1+2\sqrt{0.1} \qquad 3$$

متوسط تعداد نقص ها در واحد بازرسی

$$C=0.1\times10=1 \quad ucL=C+K\sqrt{C}=1+3\sqrt{1}=3$$

تمرین: مرحله نهایی مونتاژ یک نوع تلویزیون را بازرس نهایی نقص های ظاهری تشکیل می دهد. به منظور کنترل این نقص ها باید از یک نمودار کنترل که فقط دارای حد کنترل بالاست به گونه ای استفاده شود که اگر متوسط تعداد نقص ها در هر واحد بازرسی ۴ عدد باشد،آنگاه احتمال تحت کنترل بودن فرآیند برابر با ۰/۰۹۹ شود. چه نمودار کنترلی مناسب است و حد کنترل بالای آن چه مقدار می باشد؟ (فرض کنید اگر نقطه ای روی حد کنترل بالا قرار گیرد فرایند تحت کنترل است و $\mathbf{P(x \geq 10)}$ به ازای متوسط تعداد نقص های برابر با ۴ مساوی ۰/۰۱ می باشد)(X تعداد نقص ها را نشان می دهد.)

نمودار کنترل C و ۱۰ نمودار کنترل C و ۹ نمودار کنترل u و ۱۰ نمودار کنترل p و ۹

منحنی oC نمودار u:

$$B=P(x<ucl|u)-P(x\leq LCL|u)=P(c<nucl|u)-P(c\leq nLCL|u)$$

$$=P(nLCL<C\leq nucl|u)=\sum_{c<nLCL>}^{[nucl]}\frac{e^{-nu}(nu)^c}{C!}$$

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

در رابطه فوق $< nLCL >$ بیانگر کوچکترین عدد صحیح بزرگتر یا مساوی nLCL و$[nucl]$ بیانگر بزرگترین عدد صحیح کوچکتر یا مساوی nucl هستند.

روش های تبدیل به نرمال:

۱- توزیع هندسی: روش هایی مانند $\sqrt{x}$ و $ln(x)$ و $\frac{1}{x}$ و تبدیل Q و.... (X متغیر تصادفی هندسی می باشد)

۲- توزیع نمایی: روش هایی مانند $\sqrt{x}$ و$\sqrt[4]{x}$و $ln(x)$ و تبدیل Nelson و.... (X متغیر تصادفی نمایی می باشد)

۴- تبدیل Nelson: در سال ۱۹۹۴ Nelson پیشنهاد کرد که بوسیله توان ۰/۲۷۷۷ متغیر تصادفی نمایی را به یک متغیر تصادفی نرمال تبدیل کنیم، اگر متغیر تصادفی نماهایی اولیه با y نشان داده شود آنگاه رابطه زیر را می توان به عنوان یک تبدیل متغیر مناسب استفاده کرد.

$$x = y^{\frac{1}{3/6}} = y^{0/2777}$$

حال می توان با فرض اینکه X دارای توزیع نرمال است یک نمودار کنترل برای x طراحی نمود.

روش طبقه بندی نقص ها: Demerit Control Chart

تعداد نقص ها در هر زیرگروه براساس توزیع پوآسن است.

نقص A: خیلی مهم مانند از کار افتادگی دستگاه صدمه مالی و جانی

$$D = 100C_A + 50C_B + 10C_C + C_D$$

نقص گروهB. مهم: مثل افزایش هزینه نیست C_A, C_B, C_C, C_D : به ترتیب تعداد نقص های گروه AوBوCوD

نقص گروه C، نسبتاً مهم

نقص گروه D-جزئی: نقص های جزئی در پرداخت، شکل ظاهری

تعداد نقص ها در هر واحد بازرسی:

$$u = \frac{D}{n}$$

$$\bar{u} = 100\bar{u}_A + 50\bar{u}_B + 10\bar{u}_C + \bar{u}_D$$

$$\hat{\sigma}_u = \left(\frac{(100)^2\bar{u}_A + (50)^2\bar{u}_B + (10)^2\bar{u}_C + \bar{u}_D}{n}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$ucL = \bar{u} + 3\hat{\sigma}_u$$

$$LcL = \bar{u} - 3\hat{\sigma}_u$$

$$cL = \bar{u}$$

تست: در یک نمودار کنترل متوسط تعداد نقص ها در واحد بازرسی، نقص ها به سه نوع بحرانی،اصلی و فرعی به ترتیب با ضریب اهمیت نسبی ۳، ۲ و ۱ تقسیم می شوند. در صورتی که متوسط تعداد نقص های نوع بحرانی، اصلی و فرعی در واحد بازرسی به ترتیب ۱، ۲ و۳ باشد و هر زیرگروه شامل ۲ واحد بازرسی باشد. حدود کنترل نمودار کنترل متوسط نقص ها در واحد بازرسی کدام است؟

۱) $10 \pm 3\sqrt{5}$

۲) $6 \pm 3\sqrt{3}$

۳) $10 \pm 3\sqrt{10}$

۴) $6 \pm 3\sqrt{6}$

$$u_i = w_1 u_{1i} + w_2 u_{2i} + w_3 u_{3i} = 3u_{1i} + 2u_{2i} + u_{3i}$$

$$\mu_u = 3u_1 + 2u_2 + u_3 = 3 + 4 + 3 = 10$$

$$\mu_u = \sqrt{9\frac{u_1}{n} + 4\frac{u_2}{n} + \frac{u_3}{n}} = \sqrt{9\frac{1}{2} + 4\frac{2}{2} + \frac{3}{2}} = \sqrt{10}$$

$$ucl = \mu_u + k\sigma_u = 10 + 3\sqrt{10}$$

$$ucl = \mu_u - k\sigma_u = 10 - 3\sqrt{10}$$

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری
فاطمه حسین زاده
تست های آخر فصل

۱- در ۲۵ زیرگروه ۲۰تایی از یک محصول مجموعاً ۷۵ محصول با حدود مشخصات فنی مطابقت نداشته و به عنوان محصول معیوب شناخته شده اند. محاسبات مربوط به فاز۱ نمودار کنترل حاکی از تحت کنترل بودن فرایند می باشد. اگر نسبت اقلام معیوب فرایند ثابت باشد احتمال اینکه در ۲۶امین زیر گروه کمتر از ۳ محصول معیوب مشاهده شود کدام است؟

$$\sum_{x=0}^{2}\binom{200}{x}(0/375)^{x}(1-0/375)^{200-x}$$

$$\sum_{x=0}^{2}\binom{25}{x}(0/015)^{x}(1-0/015)^{25-x}$$

$$\sum_{x=0}^{2}\frac{e^{-/015}(0/015)^{x}}{x!}$$

$$\sum_{x=0}^{2}\frac{e^{-3}3^{x}}{x!}$$

۲- در یک نمودار کنترل نسبت اقلام معیوب فرایند ۰/۰۲ است در لحظه ای از زمان یک انحراف معیار با دلیل در فرایند رخ داده است و نسبت اقلام معیوب به ۰/۰۶ تغییر یافته است. اگر اندازه نمونه لازم برای اینکه تغییر را با احتمال ۵۰٪ کشف کنیم ۴۹ باشد ضریب حدود کنترل و متوسط طول دنباله در حالت خارج از کنترل به ترتیب عبارتند از؟

۲ و ۰/۵ ۳و۲ ۲و۲ ۱و۰/۵

۳- مجموع تعداد نقصها در ۱۸ نمونه ۵۰ تایی از فرایند تولید قطعه یدکی برای یک نوع ماشین برابر ۴۵۰ است. نمودار مناسب برای کنترل تعداد نقص ها کدام نمودار است و مقادیر LCL و uCL کدام اند؟

۱-نمودار C و ۱۰ و ۴۰ ۲-نمودارu و ۰/۲ و ۰/۸ ۳-نمودارC و ۰ و ۲/۶۲۱۳
۴-نمودارu و ۰ و ۲/۶۲۱۳

۴- می خواهیم فرایند تولید یک نوع یخچال را با استفاده از نمودار کنترل تعداد نقص ها کنترل نماییم. واحد بازرسی را یک یخچال تشکیل می دهد. در مطالعات اولیه تعداد ۳۰ یخچال مورد بازرسی قرار گرفتند و تعداد کل ۱۶ نقص مقدار گردید. خطای نوع I و نوع II به ترتیب از راست به چپ کدام اند؟

۰/۰۱۷ و ۰/۶۷۶۷ ۰/۹۸۳ و ۰/۳۲۲۳ ۰/۰۱۷ و ۰/۳۲۲۳ ۰/۳۲۲۳ و ۰/۹۸۳

۵- در سوال قبل متوسط دنباله به ترتیب برای زمانی که فرایند تحت کنترل است و زمانی که فرایند تحت کنترل نیست کدام است؟

۵۸/۸۲ و ۳/۰۹ ۳/۰۹ و ۱/۰۲ ۵۸/۸۲ و ۱/۴۷ ۱/۴۷ و ۱/۰۲

۶- فرایند تولید محصول های الکترونیکی را در یک کارخانه در نظر بگیرید در ۲۰ روز کاری نخست، شمار واحدهای محصول تولید شده در هر روز ۱۰ بوده است. حدود کنترل ۳ انحراف معیار برای تعداد اقلام معیوب به صورت زیر بدست آمده است LCL=0 و uCL=1/53. حال اگر میانگین فرایند به ۰/۱ تغییر کند احتمال اینکه چنین افزایشی پس از وقوع آن کشف نشود کدام است؟

$(0.9)^{10}$ $(0.9)^{9}$ $(0.9)^{3} \times 1.9$ $(0.9)^{9} \times (1.9)$

۷- در فرایندی با کیفیت بالا، تعداد محصولاتی که بررسی می شود تا یک محصول معیوب مشاهده شود به عنوان آماره روی نمودار کنترل رسم می شود. اگر این آماره را با X نشان دهیم و داشته باشیم $P(x < LCL) = \alpha/\gamma$ مقدار LCL کدام است؟

$\frac{Ln(1-\alpha/2)}{\mathrm{Ln(P)}}$ $\frac{1+\mathrm{Ln}(1-\mathrm{P})}{\mathrm{Ln}(\alpha/2)}$ $\frac{1+\mathrm{Ln}(1-\alpha/2)}{\mathrm{Ln}(1-\mathrm{P})}$ $\frac{\mathrm{Ln}(1-\alpha/2)}{\mathrm{Ln}(1-\mathrm{P})}$

۸- از یک فرایند تولید که نسبت اقلام معیوب آن ۱۰ درصد است. تعداد زیادی نمونه های ۲۰۰ تایی بر می داریم حدود کنترل ۳ انحراف معیار برای کنترل این فرایند تولید کدام است؟ مدیریت۸۰

۷/۳ تا ۳۲/۷ ۱۱/۵ تا ۲۸/۵ ۱۷ تا ۲۰ ۱۵ تا ۲۵

گرد آوری و تالیف: سید عابدین دریاباری

فاطمه حسین زاده

جمع بندی نکات

نکته۱: در هر نمودار کنترل با حذف ۱ نقطه خارج از حدود کنترل ابتدا باید پارامترها را مجدداً برآورد کنیم و حدود جدید کنترل را به دست آوریم و بعد از مقایسه در مورد تنگ تر شدن یا نشدن حدود نظر دهیم

نکته۲: در تمامی نمودارهای P، nP، u، uc، c ممکن است LCL منفی شود که در این صورت LCL=0 قرار می دهیم و داریم:

$$\left.\begin{array}{l}\text{عدم کشف شیفت کاهشی}\\ 1-\beta=0\rightarrow\beta=1\end{array}\right\}$$

نکته۳: در صورت تغییر اندازه نمونه از نمونه ای به نمونه دیگر، از نمودارهای کنترل np و nc استفاده نمی کنیم زیرا علاوه بر تغییر حدود کنترل، خط مرکز(CL) نیز که به وابسته است تغییر می کند و بررسی روندها و وضعیت فرآیند مشکل می گردد.

مثلاً وقتی می گیم ی نمونه ۱۰ تا محصول داره، ما باید بدونیم این نمونه چند تا واحد بازرسی داره، اگر واحد بازرسی برابر۲ بود، n را برابر۲ قرار می دهیم. در ضمن در نمودارهای nc ، u، c اصلاً تعداد محصول مهم نیست، تعداد واحدهای بازرسی مهم است

روش تشخیص نمودارهای nc، c، u:

۱- اگر n=1 باشه حتماً از نمودار c می ریم ← نمودار nc

اگر n بیشتر از یک باشه دو تا گزینه داریم ← نمودار u ← که حالا باید ببینیم صورت سوال چی خواسته

اگر گفته تعداد نقص ها از نمودار nc می ریم

اگر گفته متوسط تعداد نقص ها از u می ریم

اگر هیچی نگه از u می ریم

اگر اندازه نمونه متغیر باشه حتماً از u می ریم