irmgn.ir

دوره آموزشي كنترل آماري فرآيند
SPC

طيبه محسنی

irmgn.ir

سر فصلهای دوره آموزشی SPC

- SPC چیست ؟
- ابزار هفتگانه کنترل آماری فرآیند
- انواع تغییرات در فرآیند
- توابع توزیع احتمال
- نمودارهای کنترل برای مشخصه‌های متغیر و وصفی
- توانایی فرآیند

C_p , C_{pk} , C_{pu} , C_{pl} , C_{pm} , C_{pmk} , PP , PP_k

- شاخص های توانایی ماشین : C_{mk} , C_m
- نمودارهای کنترل ویژه

(نمودارهای کنترل برای تولیدات کوتاه مدت - نمودارهای پیش کنترلی)

Mohseni

irmgn.ir

معرفی ابزارهای هفتگانه

۱- برگه ثبت داده ها

۲- هیستوگرام

۳- نمودار پاراتو

۴- نمودار علت و معلول

۵- نمودار تمرکز نقصها

۶- نمودار پراکندگی

۷- نمودار کنترل

Mohseni

irmgn.ir

SPC یک روش نظام مند برای حل مشکل ویا ایجاد بهبود در فرآیند وتحت کنترل درآوردن فرآیندها به نحوی است که بتوان از کیفیت خروجی فرآیند اطمینان حاصل کرد.

برای حل هر نوع مشکلی لازم است گامهایی طی شود که SPC با ارائه هفت ابزار کیفیت، به اجرای بهینه هر گام کمک می‌کند.

Mohseni

irmgn.ir

روش حل مسئله :

1- شناخت مشکلات موجود

۲- اولویت بندی جهت رفع مشکل (ایجاد بهبود) وانتخاب پروژه بهبود

۳- شناخت دقیق وضعیت موجود در رابطه با پروژه حل مسئله / بهبود

۴- تحلیل وضعیت فعلی

حدس زدن علل بروز مشکل

مشخص کردن و تصدیق علتهای ریشه‌ای

۵- اقدام اصلاحی و ایجاد بهبود یا رفع مشکل

۶- حفظ و کنترل وضعیت بهبود یافته

توضیح: گامهای فوق طبق روش خاصی نامگذاری نشده است و صرفاً یک توالی منطقی برای حل مسئله می‌باشد.

Mohseni

irmgn.ir

تشریح گامها ومعرفی ابزارهای لازم :

۱- شناخت مشکلات موجود : برای هرسازمانی بایستی شاخصهای اساسی وحیاتی آن مانند هزینه‌های کیفیت، PPM نزد مشتری، PPM داخلی، درصد ضایعات و ... مشخص باشد. معمولاً سازمان‌ها (هرچند بدون دانستن عدد دقیق) از مهمترین مشکلات خود مطلع می‌باشند.

درمورد شناخت مشکلات موجود SPC ابزاری معرفی ننموده وپیش فرض این روش این است که مشکلات عمده سازمان مشخص می‌باشند.

Mohseni

irmgn.ir

سئوال ۱ : درمورد سازمان خود و یا شرکتهای مرتبط چه شاخصهائی را جهت بررسی پیشنهاد می‌نمایید.

سئوال ۲: عنوان یک پروژه جهت بهبود وضعیت شاخص سئوال ۱ را بطور دقیق و کامل بنویسید

Mohseni

irmgn.ir

Mohseni

محصول	PPM	قیمت	دفعات تکرار عیب	توضیح
A	50,000	45,000	1	ايمني
B	5,000	20,000	17	
C	10,000	2,500	25	
D	500	150,000	4	ايمنی
E	500	100	5	ايمنی
F	20,000	12,000	8	

irmgn.ir

Mohseni

– اولویت بندی و انتخاب پروژه :

چنانچه مشکلی اساسی کاملاً مشخص باشد وارد مرحله بعدی می‌شویم ودر غیراینصورت از یکی از کارآمدترین ابزارهای SPC بنام نمودار پارتو استفاده می‌نمائیم. این نمودار براساس اصلی که ویلفرد پارتو در اقتصاد بیان کردکه "۸۰ درصد نتایج ومسائل از ۲۰درصد علل ناشی می‌شوند" نامگذاری شده است. این نمودار جهت " غربال کردن " مشکلات استفاده می‌شود

irmgn.ir

برای ترسیم نمدار پارتو درمحور افقی مشکلات یا علل مختلفی که می‌خواهیم ازبین آنها یک یا چند مشکل یا علت را انتخاب نماییم و در محور عمودی شاخص اهمیت مشکل را درج می‌نماییم.

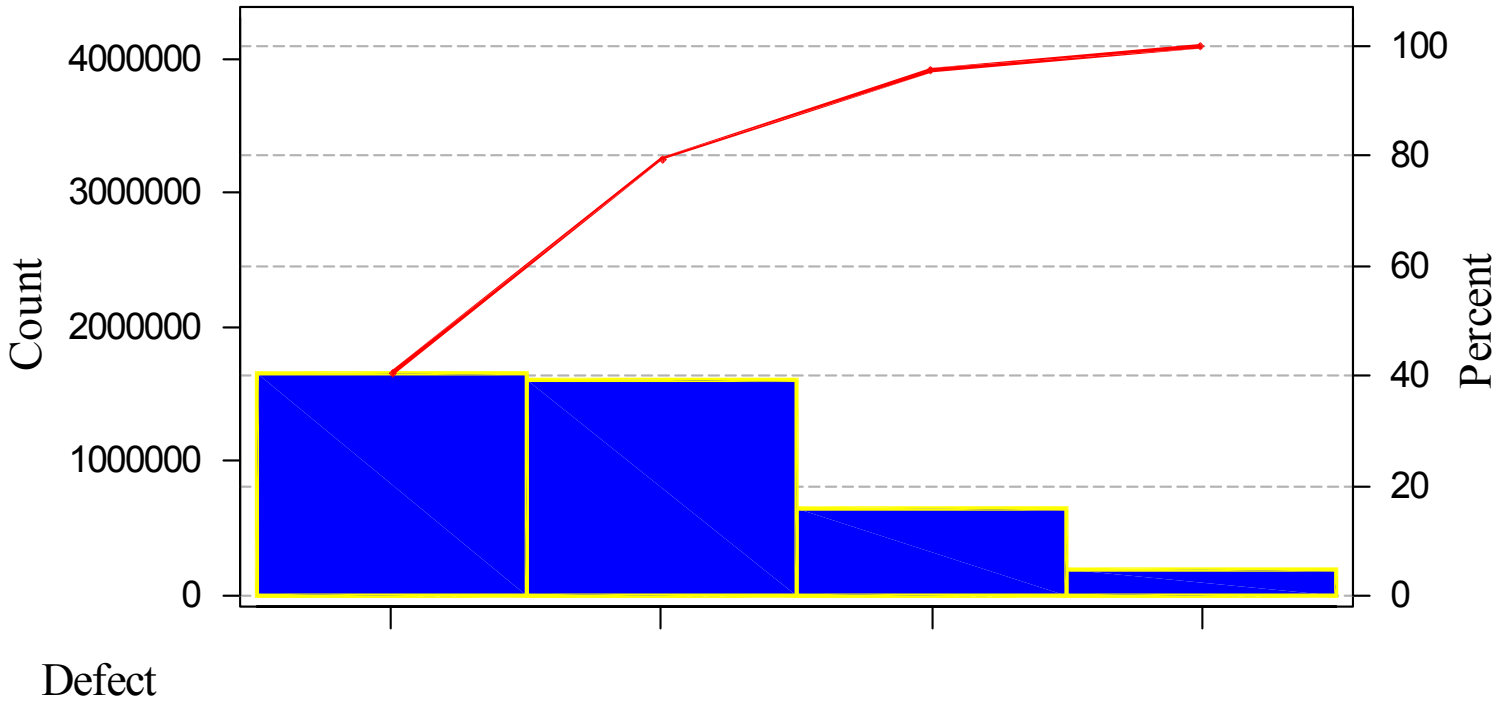
برای مثال کارخانه‌ای که ۶۰ نوع محصول مختلف دارد و پروژه‌ای با هدف کاهش هزینه ناشی از برگشتیها تعریف نموده است بایستی درمحور افقی نام ۶۰محصول ودر محورعمودی هزینه‌ی ناشی از برگشتی‌های هریک از محصولات رادرج نماید واین محصولات براساس هزینه برگشتی‌ها به ترتیب نزولی مرتب می‌شوند. معمولاً ۲۰٪ محصولات اولیه این لیست (پرهزینه‌ترین محصولات) ۸۰٪ هزینه‌ها را موجب می‌گردند.

Mohseni

irmgn.ir

نمودار پاراتو

۸۰ درصد نتایج و مسائل از ۲۰درصد علل ناشی می شود .

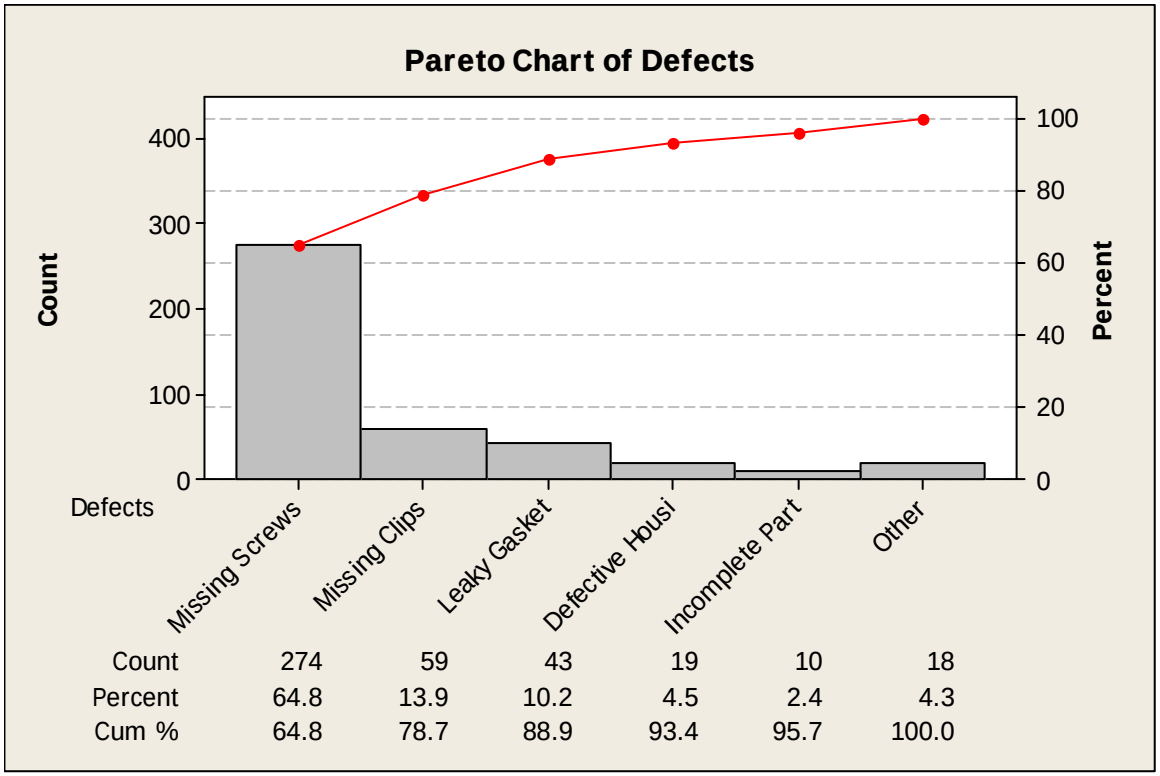


Count	1656710	1602530	653424	189990
Percent	40.4	39.1	15.9	4.6
Cum %	40.4	79.4	95.4	100.0

Mohseni

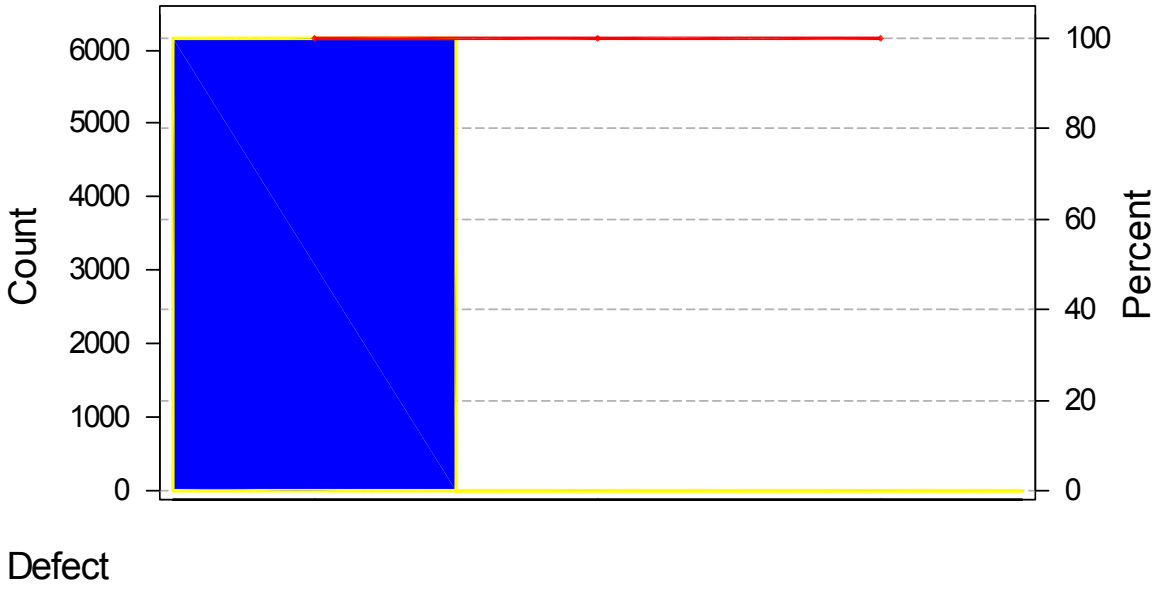
irmgn.ir

نمودار پارتو



irmgn.ir

نمودار پاراتو



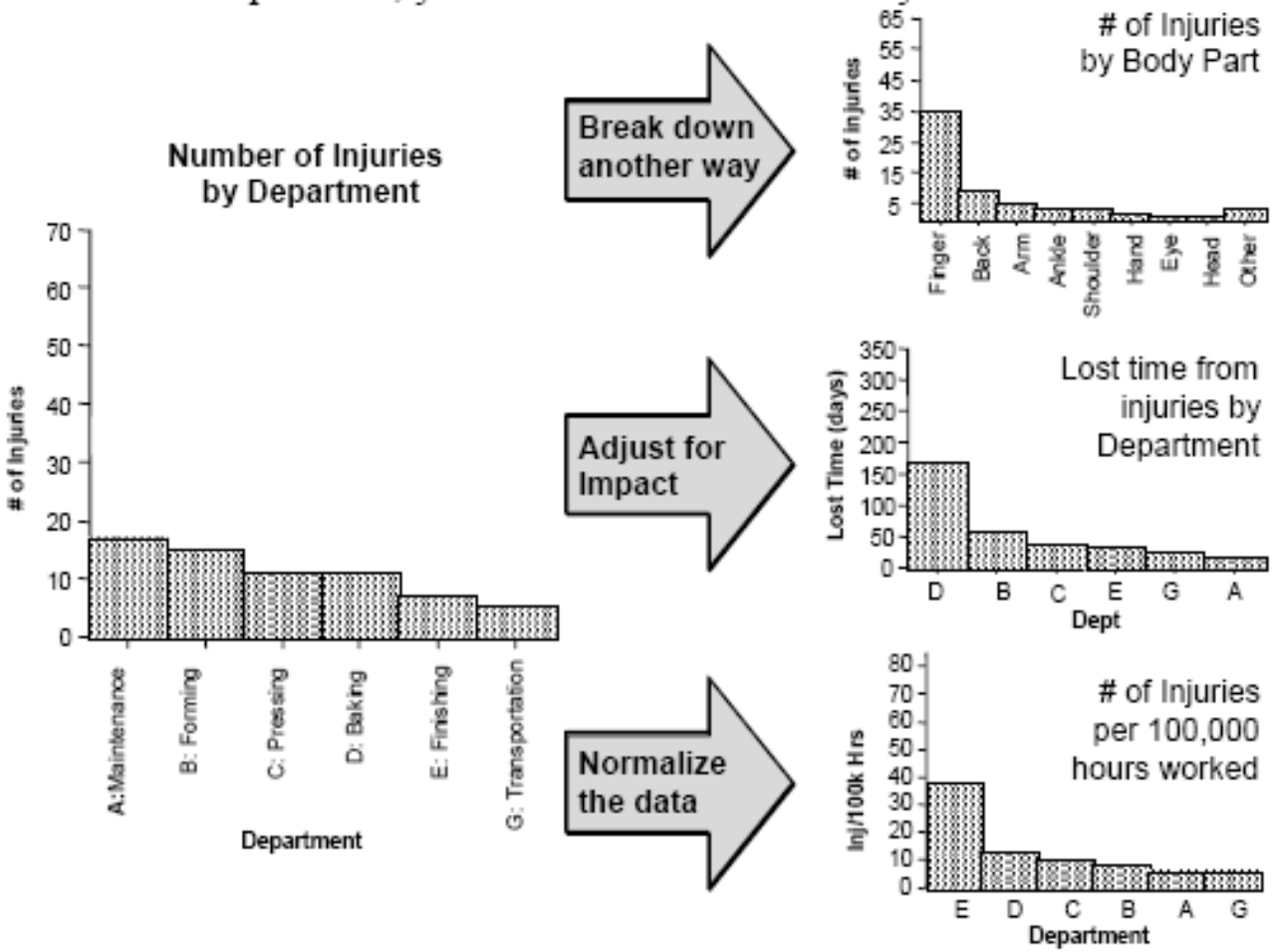
Count	6165	4	1
Percent	99.9	0.1	0.0
Cum %	99.9	100.0	100.0

Mohseni

سئوال ۳ : برای اولویت بندی مشکلات سئوالات ۱ و ۲، چه نوع پارتوهایی پیشنهاد می‌نمایید؟ (عنوان محورهای افقی و عمودی را مشخص نموده ودرصورت امکان یک نمونه پارتوی تقریبی نیز ترسیم نمائید)

irmgn.ir

- When all the bars are roughly the same height and/or many categories are needed to account for most of the problem, you need to find another way to look at the data.



irmgn.ir

شناخت دقیق وضعیت موجود :

Mohseni

جمع‌آوری داده‌ها :برگه ثبت داده‌ها
نمودار تمرکز نقص‌ها

تحلیل داده ها و تعیین وضعیت بر اساس شاخص

irmgn.ir

برگه ثبت داده ها

برای شکل دادن به داده های جمع‌آوری شده در قالبی معین استفاده شده تا بتوان به سادگی از داده ها استفاده و آنها را تحلیل کرد .

Mohseni

فرم جمع‌آوری اطلاعات نمودار مبنا ($\bar{X}$ - R)

شماره قطعه: ۹-۷۲۳۱۴۴ | شرح فرایند: سوراخکاری | ماشین/دستگاه: دریل 15A

اپراتور: آقای سیفی | بازرس: آقای خسروی | پارامتر کنترلی: قطر سوراخ

ابزار اندازه گیری: CA37 با دقت 0.02 | شماره بازنگری: ۰۱ | تاریخ تهیه: ۸۰/۵/۲۳

LSL: ۱۱/۲۶ | SL: ۱۱/۳۴ | USL: ۱۱/۴۲

شماره گروه	تاریخ	ساعت	شماره نمونه					تغییرات تولید	
			۵	۴	۳	۲	۱	کد تغییر	شرح تغییرات
۱	۸۰/۵/۲۳	۸	۱۱/۳۲	۱۱/۳۴	۱۱/۳۲	۱۱/۳۰	۱۱/۳۲		
۲	۸۰/۵/۲۳	۸/۳۰	۱۱/۳۲	۱۱/۳۴	۱۱/۳۴	۱۱/۳۲	۱۱/۳۴		
۳	۸۰/۵/۲۳	۹	۱۱/۳۴	۱۱/۳۶	۱۱/۳۰	۱۱/۳۰	۱۱/۲۸		
۴	۸۰/۵/۲۳	۹/۳۰	۱۱/۳۰	۱۱/۴۰	۱۱/۳۲	۱۱/۳۴	۱۱/۳۴		
۵	۸۰/۵/۲۳	۱۰	۱۱/۳۰	۱۱/۳۲	۱۱/۳۰	۱۱/۳۴	۱۱/۳۴		
۶	۸۰/۵/۲۳	۱۱	۱۱/۳۴	۱۱/۳۰	۱۱/۳۰	۱۱/۳۴	۱۱/۳۶		(۹)
۷	۸۰/۵/۲۳	۱۱/۳۰	۱۱/۳۲	۱۱/۳۴	۱۱/۳۶	۱۱/۴۶	۱۱/۳۲		
۸	۸۰/۵/۲۳	۱۲	۱۱/۳۶	۱۱/۳۴	۱۱/۳۲	۱۱/۳۶	۱۱/۳۶		
۹	۸۰/۵/۲۳	۱۲/۳۰	۱۱/۲۸	۱۱/۳۴	۱۱/۳۲	۱۱/۲۸	۱۱/۳۸		
۱۰	۸۰/۵/۲۳	۱۴	۱۱/۳۰	۱۱/۳۲	۱۱/۳۶	۱۱/۳۰	۱۱/۳۰		شکستن مته (۶)
۱۱	۸۰/۵/۲۳	۱۴/۳۰	۱۱/۳۰	۱۱/۳۴	۱۱/۳۲	۱۱/۳۲	۱۱/۳۰		توقف خط تولید
۱۲									
۱۳									
۱۴									
۱۵									
۱۶									
۱۷									
۱۸									
۱۹									
۲۰									
۲۱									
۲۲									
۲۳									
۲۴									
۲۵									
۲۶									
۲۷									
۲۸									
۲۹									

کد تغییرات

۱. تغییر اپراتور | ۲. تعویض مواد | ۳. تعویض شیفت | ۴. تعمیرات | ۵. تغییرات ماشین

۶. تغییرات ابزار | ۷. تغییرات روش‌ها | ۸. تنظیم ابزار | ۹. استراحت | ۱۰. سایر

irmgn.ir

برگه ثبت داده ها

PS125 | 11-81 | R:4

کد فرم : FOAM12

کنترلر :

تاریخ : ۸۱/۱۰/۰۱ - ۸۱/۱۰/۱۵

صفحه ۱ از ۱

نام محصول :

نام قطعه :

شماره فنی قطعه :

سازنده :

فرم کنترل محصول در جریان ساخت و فرایند تولید

مشخصات کنترلی / محدوده پذیرش	درجه اهمیت / ابزار کنترلی	نام عملیات / روش نمونه برداری	نتایج اندازه گیری	ملاحظات
قطر A 19.05–19.15	مهم کولیس 0.01	سوراخکاری روزی ۵ نمونه	۹ ۹ و ۸ و ۸ و ۹ و ۹ ۸ و ۶ و ۶ و ۶ و ۵ و ۵ و ۴ ۶ و ۵ و ۵ و ۳ و ۲ و ۲ و ۴ و ۳ ۸ و ۶ و ۳ و ۱ و ۳ و ۳ و ۱ و ۲ و ۱ و ۲ و ۱ و ۵ و ۴ 18.99 19.01 19.03 19.05 19.07 19.09 19.11 19.13 19.15 19.17 19.19 19.21	
سختی 300 HB (max)	بحرانی سختی سنج	کوئنچ تمپر هر ۱۰۰ قطعه ۵ نمونه	۹ و ۱۰ و ۹ و ۱۰ ۱۰ و ۱۰ و ۸ و ۷ و ۷ و ۸ و ۹ و ۸ و ۱۰ و ۹ ۸ و ۶ و ۸ و ۳ و ۷ و ۶ و ۵ و ۶ و ۷ ۵ و ۳ و ۴ و ۳ و ۵ و ۴ و ۳ و ۴ و ۳ و ۷ و ۶ ۶ و ۵ و ۳ و ۳ و ۲ و ۱ و ۲ و ۱ و ۱ و ۲ و ۲ 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 390 360	
وضعیت ظاهری عدم رنگ پریدگی، دفرمگی	جزئی چشمی	رنگ آمیزی هر ۱۰۰ قطعه ۵ نمونه	۲ و ۲ و ۵ و ۳ و ۷ و ۷ و ۹ و ۹ ۲ و ۲ و ۴ و ۳ و ۶ و ۶ و ۹ و ۹ ۲ و ۱ و ۳ و ۴ و ۶ و ۶ و ۸ و ۸ و ۱۰ و ۱۰ ۸ و ۷ و ۱ و ۱ و ۳ و ۳ و ۶ و ۵ و ۸ و ۸ و ۱۰ و ۱۰ ۵ و ۳ و ۱ و ۳ و ۳ و ۵ و ۷ و ۷ و ۱۰ و ۹	
				امضاء مسئول گروه مستقر

irmgn.ir

Mohseni

نمودار تمرکز نقص‌ها :

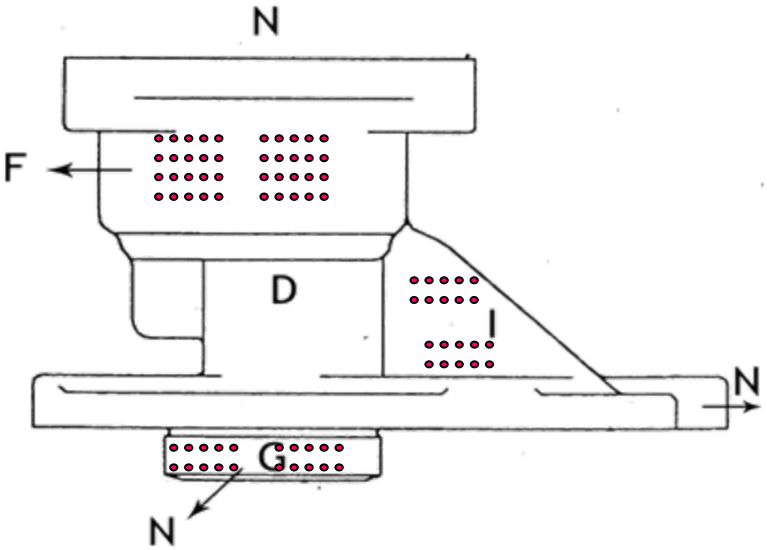
نمودار تمرکز نقص‌ها تصویری است از یک محصول که آن را از ابعاد مختلف نشان می‌دهد، با استفاده از شکل می‌توان محل یا محلهای ایجاد عیب راروی محصول مشخص کرد و مورد تجزیه و تحلیل قرار داد

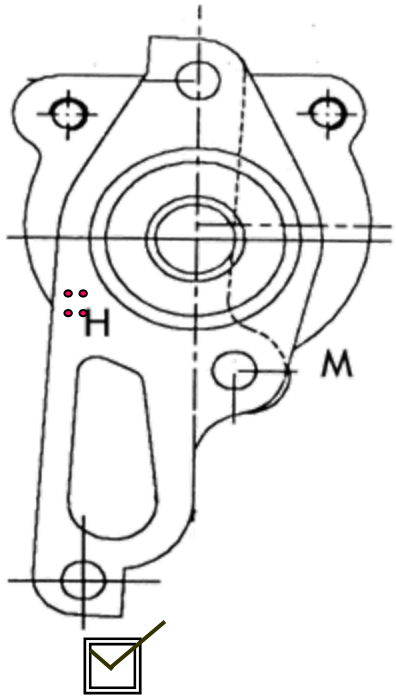
irmgn.ir

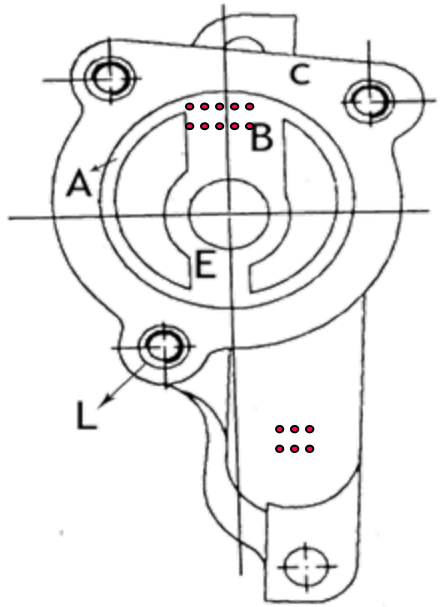
نمودار تمرکز نقص‌ها :

Appraiser: Mrs.Hoseini

Start date:
Finish date:







Cavity: Left ☐ Right

Production: .....
Scrap part: .....

Mohseni

irmgn.ir

Mohseni

سئوال ۴ : یک نمونه برگه ثبت داده‌ها را بطور کامل (هدف برگه. نحوه تکمیل و نحوه استفاده از اطلاعات و نحوه تحلیل داده‌ها) تشریح نمائید .

سئوال ۵: آیا موردی می‌شناسید که استفاده از نمودار تمرکز نقصها به شما کمک کند ؟

irmgn.ir

ردیف	اندازه قطعه
1	28.37
2	28.47
3	28.36
4	28.38
5	28.32
6	28.52
7	28.43
8	28.37
9	28.29
10	28.41
11	28.33
12	28.38
13	28.47
14	28.42
15	28.35
16	28.58
17**	26.53
18	28.3
19	28.24
20	28.54

تحلیل داده‌ها

Mobeni

ابتدا بایستی کیفیت داده‌های جمع‌آوری شده بررسی شود.
نظر شما راجع به داده‌های زیر چیست ؟

irmgn.ir

Mohsen

نوسان و پراکندگی (اختلاف) بین داده‌های مختلف به ۲ دسته نوسانات ذاتی و نوسانات اکتسابی تقسیم می‌شوند. در جدول ۱ قطعه شماره ۱۷ مربوط به یک علت خاص (مخلوط شدن ته مواد) و اختلاف بین بقیه اعداد مربوط به ذات فعلی فرآیند می‌باشد.

irmgn.ir

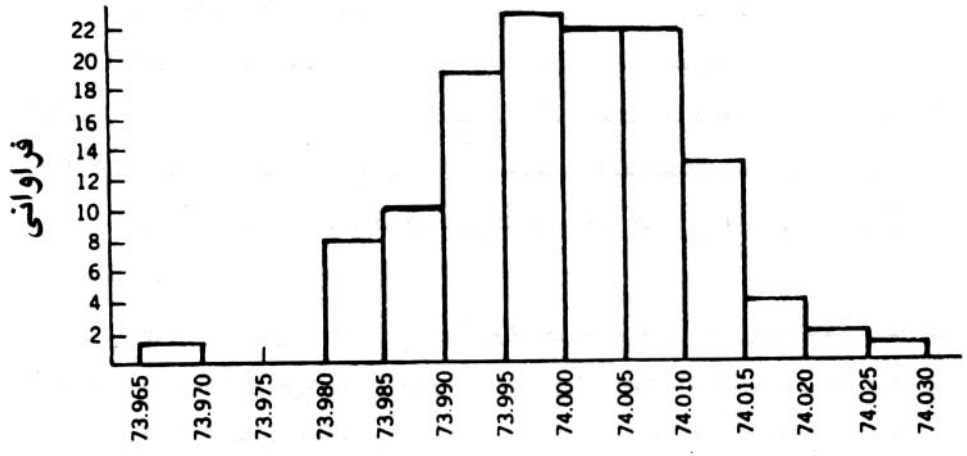
پس از حصول اطمینان ازمناسب بودن داده‌ها شاخصی جهت تعیین وضعیت فعلی و امکان مقایسه با وضعیت فرآیند پس از اقدام اصلاحی مشخص می‌شود.

این شاخص درمورد پارامترهای وصفی معمولاً بصورت درصد ضایعات، PPM (تعداد قطعه معیوب در یک میلیون قطعه) و ... نشان داده می‌شود . در مورد پارامترهای کمی معمولاً از ابزار هیستوگرام استفاده می‌شود. هیستوگرام معرف فراوانی داده‌های مربوط به یک پارامتر کمی می‌باشد .

irmgn.ir

هیستوگرام

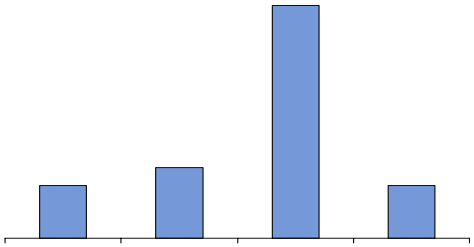
- شکل توزیع فراوانی داده ها
- مکان یا تمایل مرکزی توزیع
- پراکندگی یا گسترش توزیع



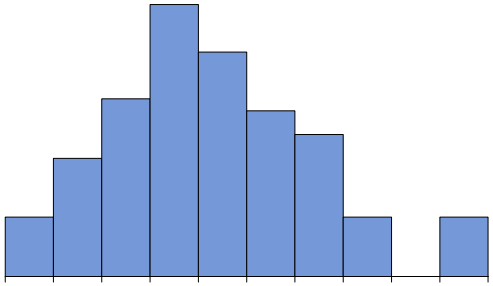
Mohseni

irmgn.ir

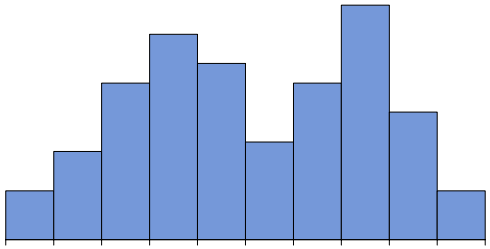
تجزیه و تحلیل اشکال مختلف هیستوگرام



۱- تمام داده ها در کمتر از ۵ گروه قرار دارند



۲- بخشی از داده‌ها منفک و مجزا است.

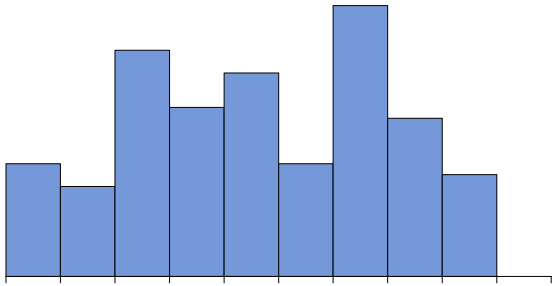


۳- هیستوگرام دو دندانه (دو کوهانه) است.

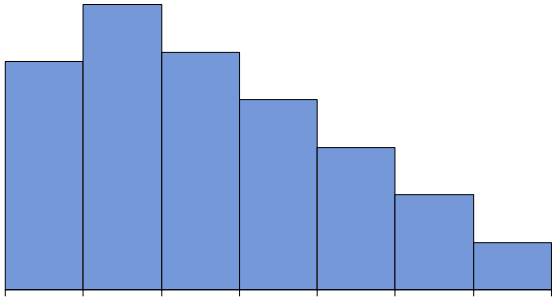
Mohseni

irmgn.ir

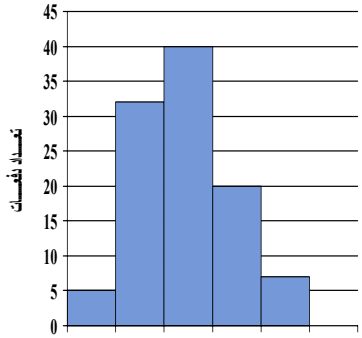
تجزیه و تحلیل اشکال مختلف هیستوگرام (ادامه)



۴ – هیستوگرام دندانه دندانه است.



۵– هیستوگرام به شکل صخره است.



۶– هیستوگرام متمرکز است و پراکندگی اندکی دارد

Mohseni

irmgn.ir

اگر پراکندگی داده‌ها از تلرانس قطعه بیشتر باشد، فرآیند تولید نامناسب بوده و منجر به تولید ضایعات خواهد شد. برای مشخص شدن این امر شاخصی بنام قابلیت بالقوه فرآیند معرفی می‌شود که عبارت است از

Cp

Mohsenni

بدیهی است که هرچه این شاخص بزرگتر باشد (یعنی تلرانس بازتر ویا حدود تولید بسته‌تری داشته باشیم) فرآیند قابلیت بیشتری داشته و مناسبتر می‌باشد .

irmgn.ir

Mohsen

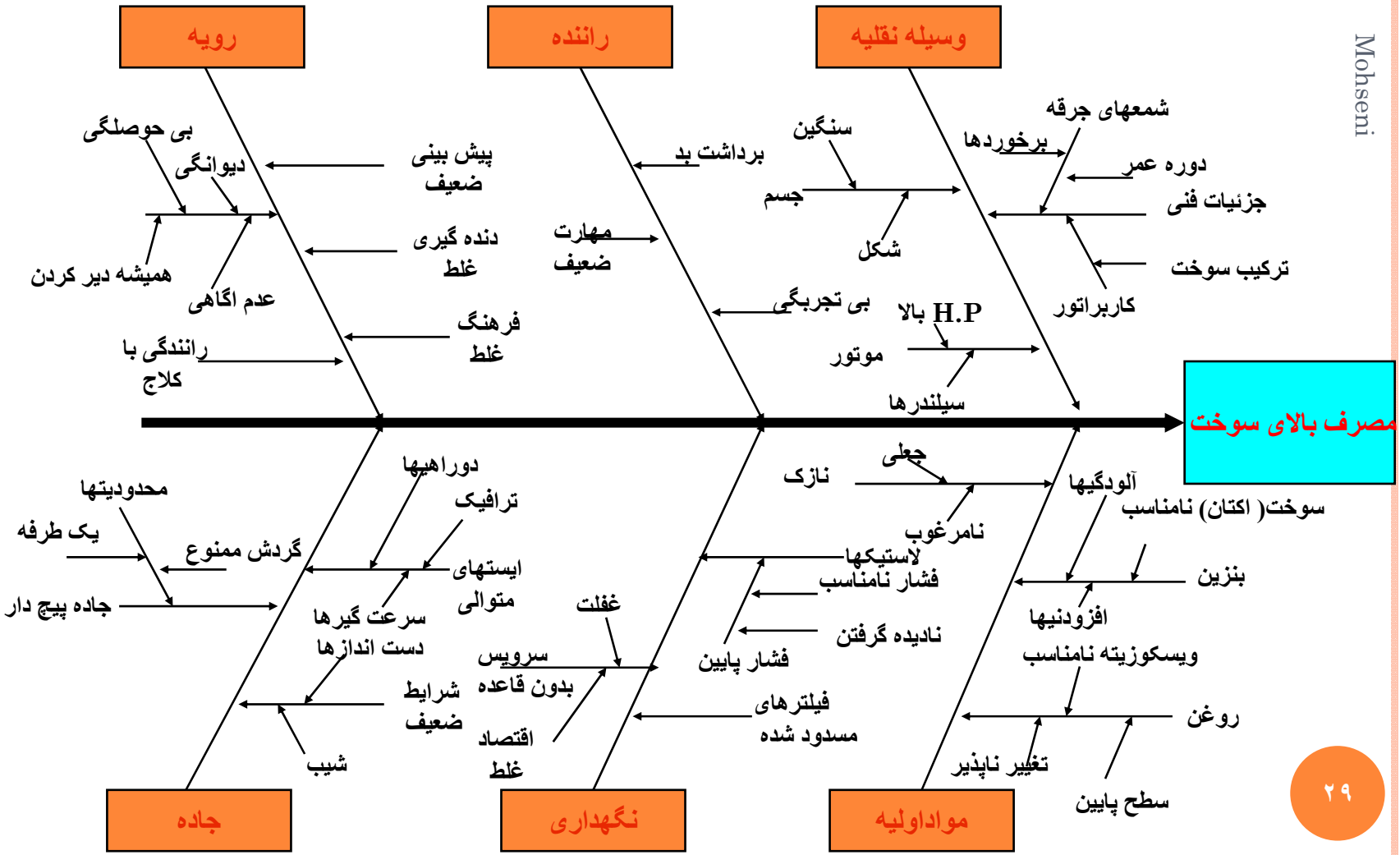
۱- تحليل وضعيت فعلي

حدس زدن علل بروز مشكل

مشخص كردن و تصديق علتهاي ريشه‌اي

irmgn.ir

دیاگرام علت و معلول برای مصرف زیاد بنزین

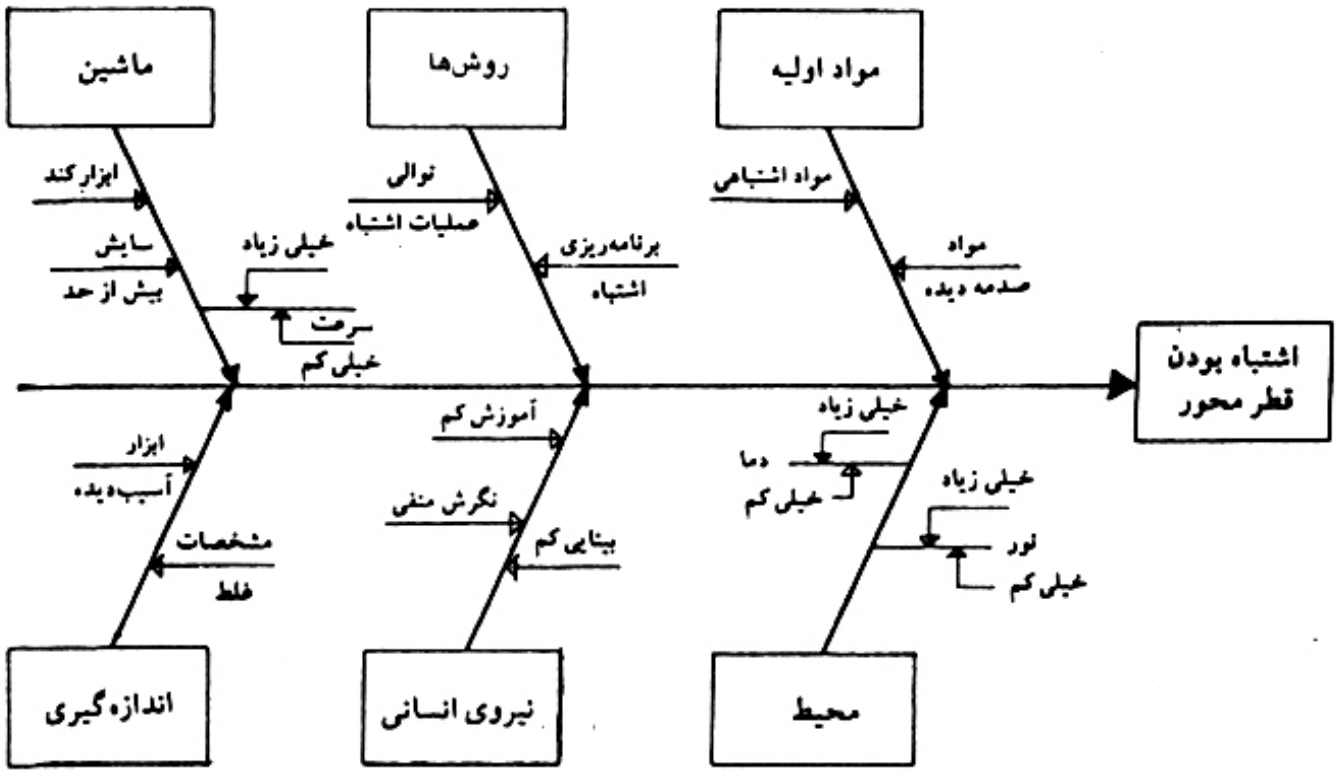


Mohseni

www.rgseng.com

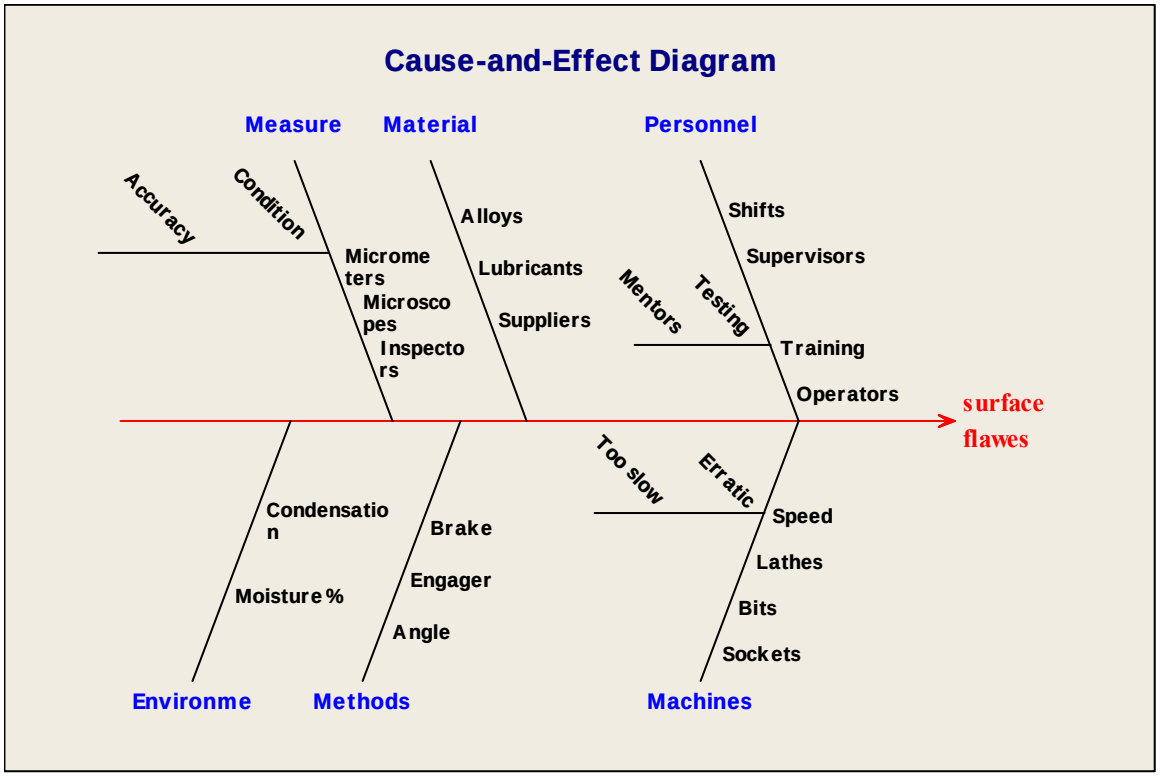
irmgn.ir

نمودار علت و معلول



Mohseni www.rgseng.com

irmgn.ir

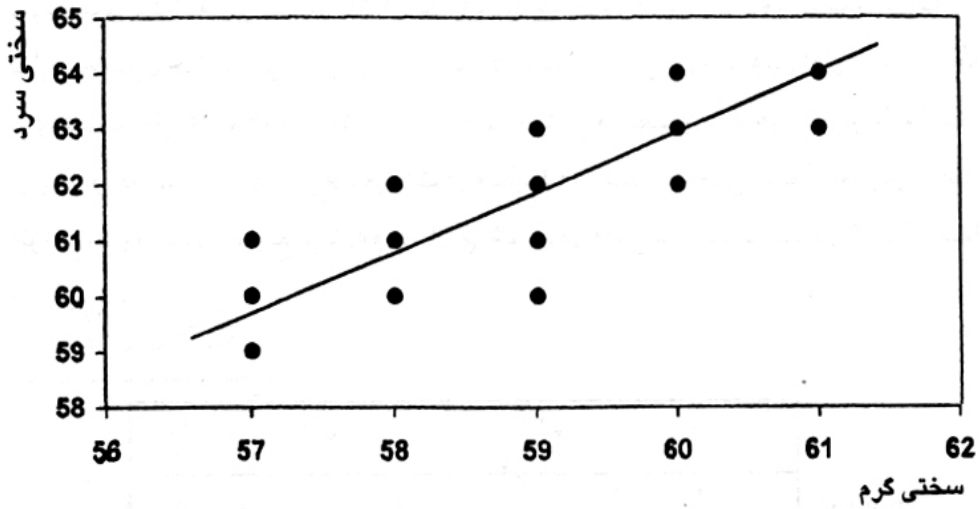

Cause-and-Effect Diagram
Measure
Material
Personnel
Accuracy
Condition
Micrometers
Microscopes
Inspectors
Alloys
Lubricants
Suppliers
Shifts
Supervisors
Mentors
Testing
Training
Operators
surface flawes
Too slow
Erratic
Speed
Lathes
Bits
Sockets
Condensation
Moisture %
Brake
Engager
Angle
Environme
Methods
Machines

irmgn.ir

نمودارهای پراکندگی

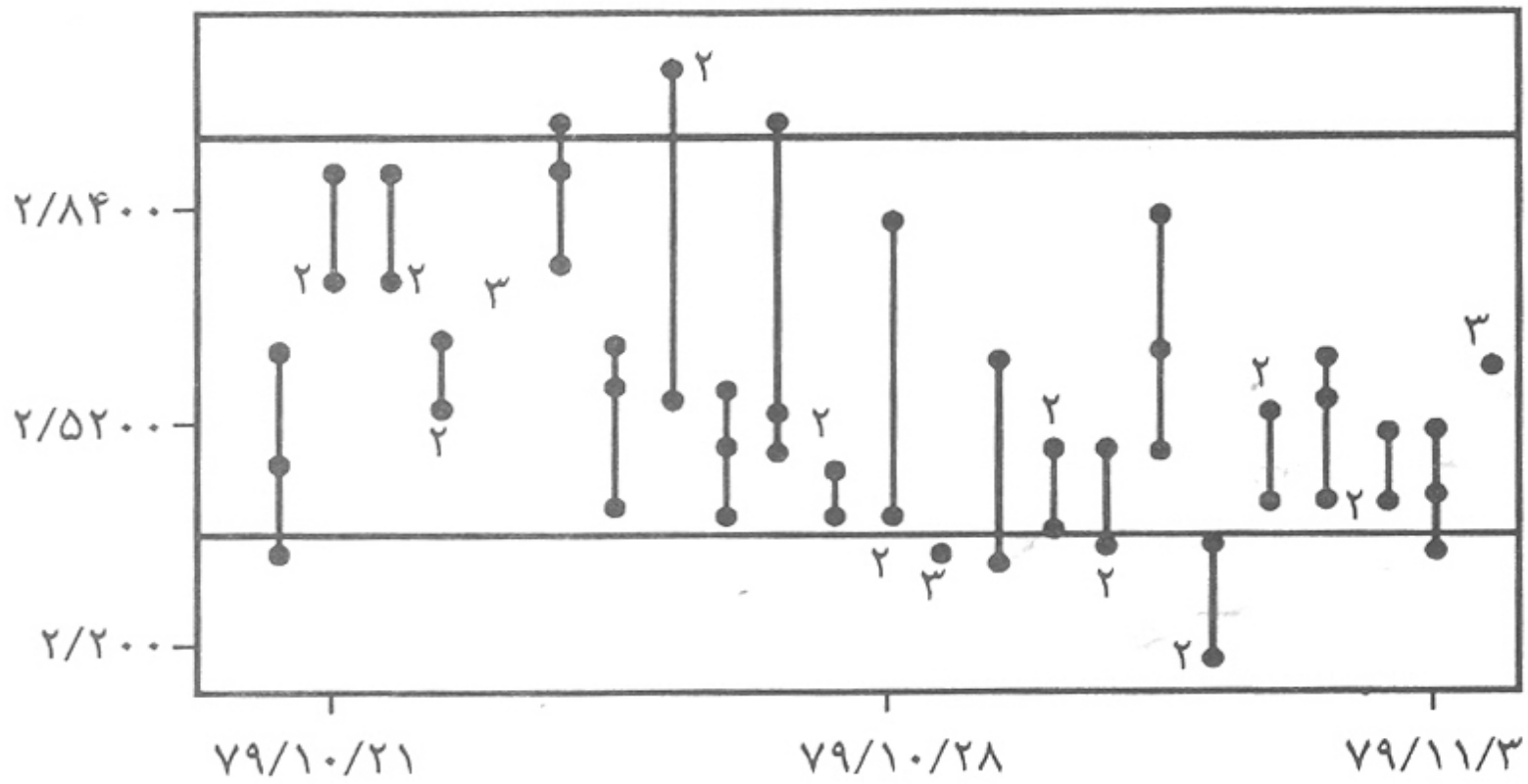
۱- نمودار همبستگی

۲- نمودار پراکندگی در محدوده تلرانس



Mohseni www.rgseng.com

irmgn.ir



شکل ۱-۷: نمودار پراکندگی برای غلظت مس

irmgn.ir

همبستگی خطی

$$Y = aX + b$$

$$a = \frac{\sum xy - \left[\frac{\sum x \sum y}{n}\right]}{\sum x^2 - \frac{\left[\sum x\right]^2}{n}}$$

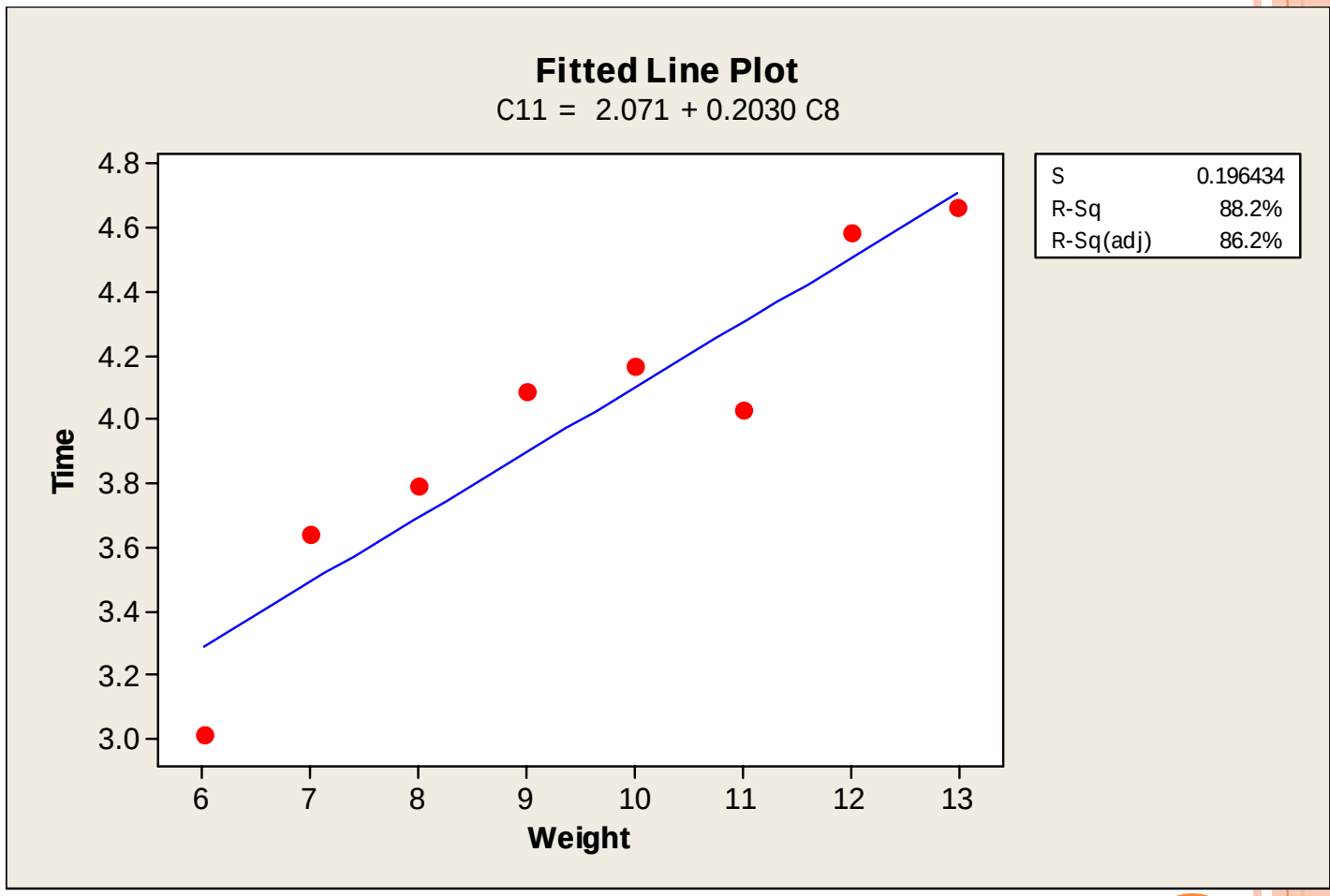
$$b = \sum \frac{y}{n} - a\left(\sum \frac{x}{n}\right)$$

$$R^2 = \frac{\left(\sum xy - \left[\frac{\sum x \sum y}{n}\right]\right)^2}{\left(\sum x^2 - \frac{\left[\sum x\right]^2}{n}\right)\left(\sum y^2 - \frac{\left[\sum y\right]^2}{n}\right)}$$

irmgn.ir

رگرسیون

Weight	Time
6	3.01360
7	3.64489
8	3.79690
9	4.08713
10	4.16800
11	4.03268
12	4.58467
13	4.66521



irmgn.ir

اقدام اصلاحي و ايجاد بهبود يا رفع مشكل

پيشنهاد راه حل : ” بهبود خلاقانه“

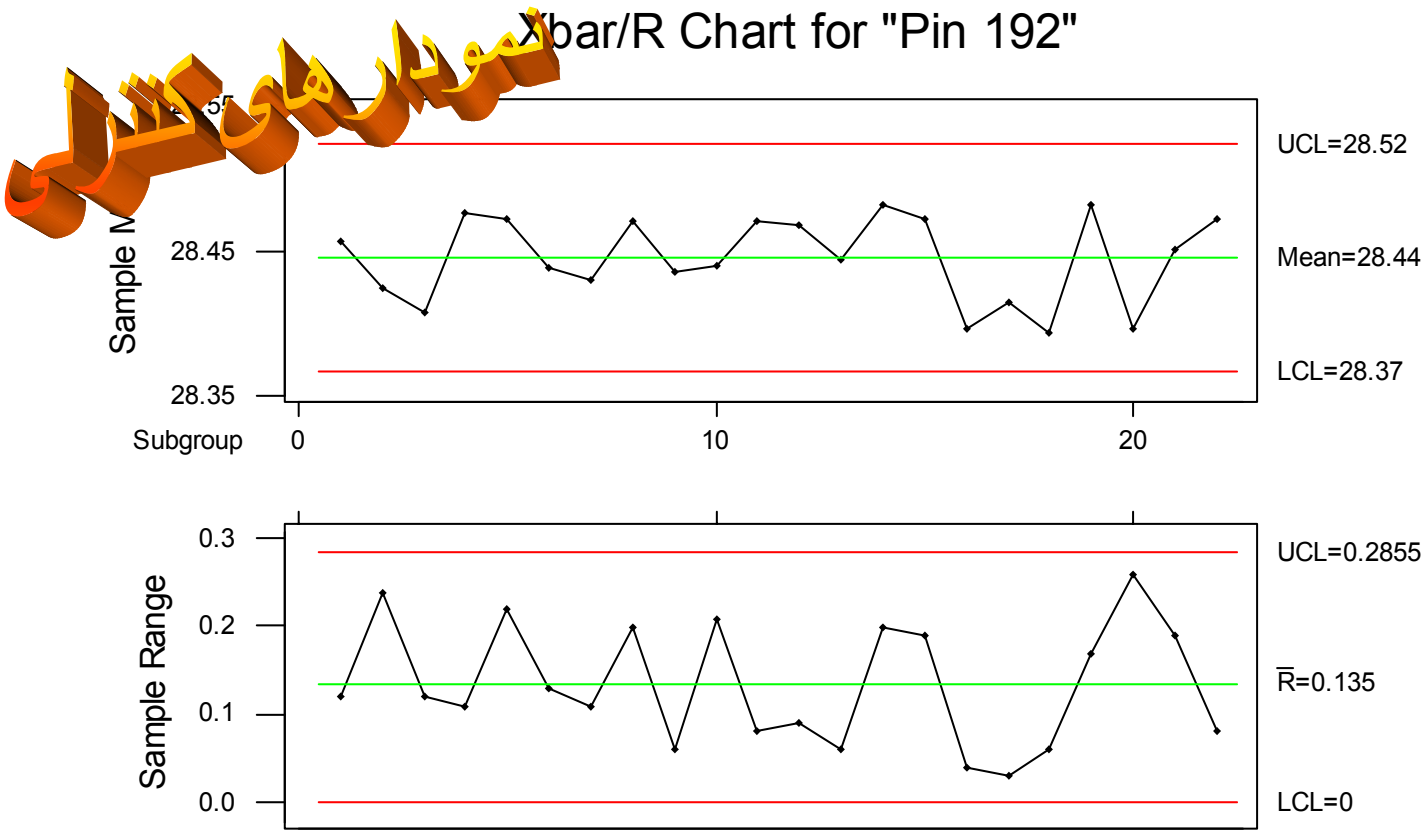
اجراي اقدام اصلاحي

بررسي اثر بخشي : ابزارهاي ” شناخت دقيق وضعيت موجود“

irmgn.ir

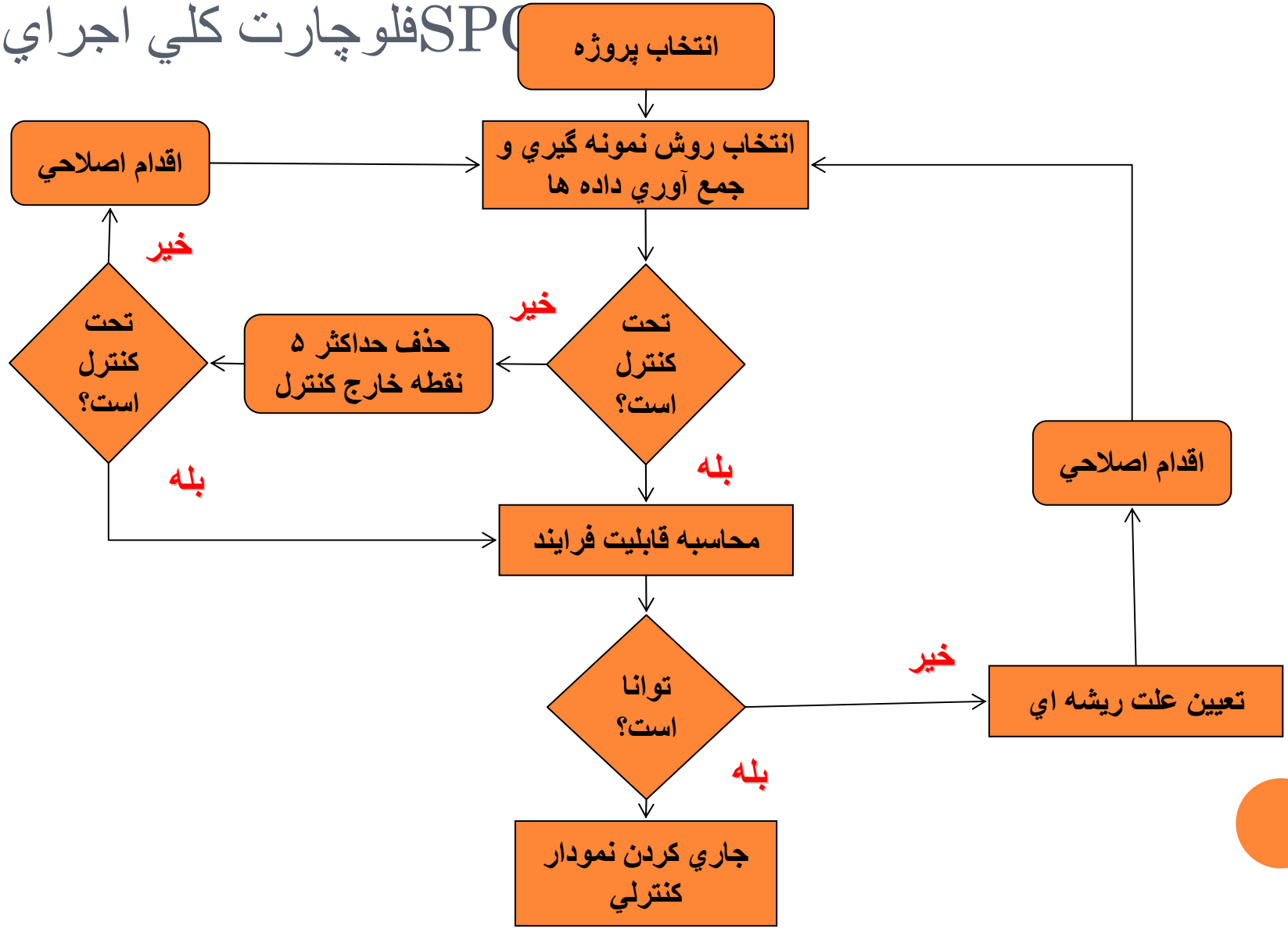
حفظ و کنترل وضعیت بهبود یافته

نمودارهای کنترلی



irmgn.ir

فلوچارت كلي اجراي SPC



irmgn.ir

ـ نمودار کنترل

Mohseni

تعریف فرآیند

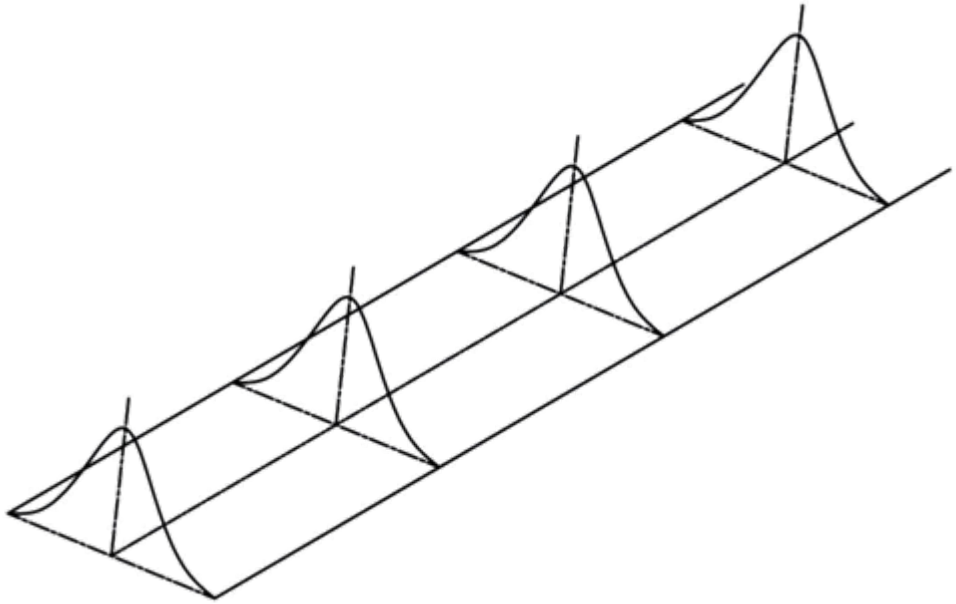
انواع تغییرات در فرآیند

تغییرات ذاتی

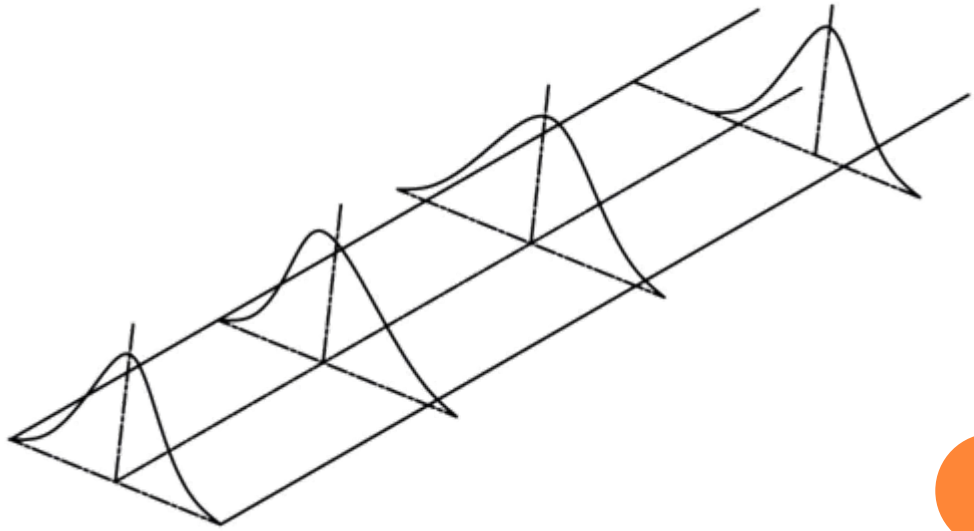
تغییرات اکتسابی (تغییرات با دلیل)

irmgn.ir

تغییرات ذاتی



تغییرات اکتسابی



Mohseni

irmgn.ir

- تغييرات در ذات طبيعت هستند
- فرآيندهاي توليدي استثنا نيستند
- انواع تغييرات

❖ تغييرات ذاتي يا تغييرات تصادفي (Common Causes of Variation)

دلايل كوچك بسيار زيادي مي تواند باعث بوجود آمدن تغييرات ذاتي شود.

آنها را نمي توان از ذات فرآيند جدا كرد و شناسايي نمود.

رفتار آنها مانند منحني نرمال است.

irmgn.ir

❖ تغييرات اكتسابي يا تغييرات با دليل (Special Causes of Variation)

براثر دلايل قابل شناسايي و معدود بوجود مي آيند

تاثير شان بر محصول خروجي زياد است.

منشا اين تغييرات

-روش

-اپراتور

-مواد

-ماشين

-محيط

-بازرسي

irmgn.ir

- **كنترل :**

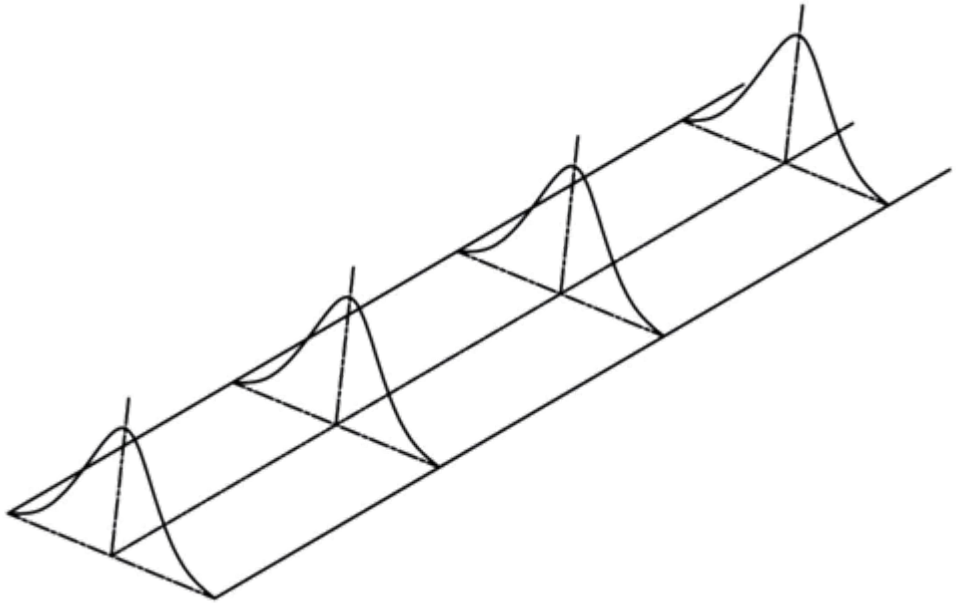
تمايز تغييرات ذاتي از تغييرات اكتسابي كه بر اثر دلايل قابل شناسايي بوجود مي آيند و رفع علتهاي بوجود آمدن تغييرات اكتسابي

- **فرآيندهاي تحت كنترل آماري :**

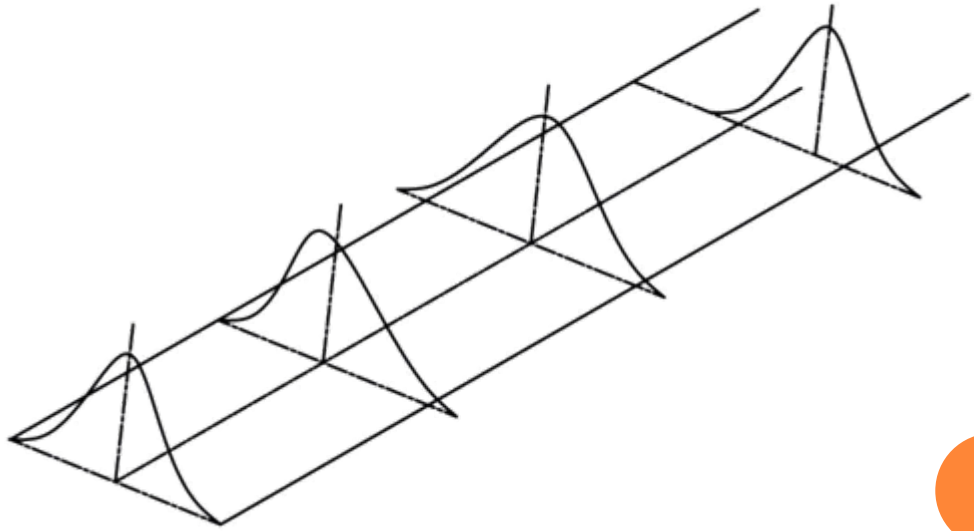
فرآيندي كه در آن فقط انحرافات ذاتي وجود داشته باشد.

irmgn.ir

تغييرات ذاتي



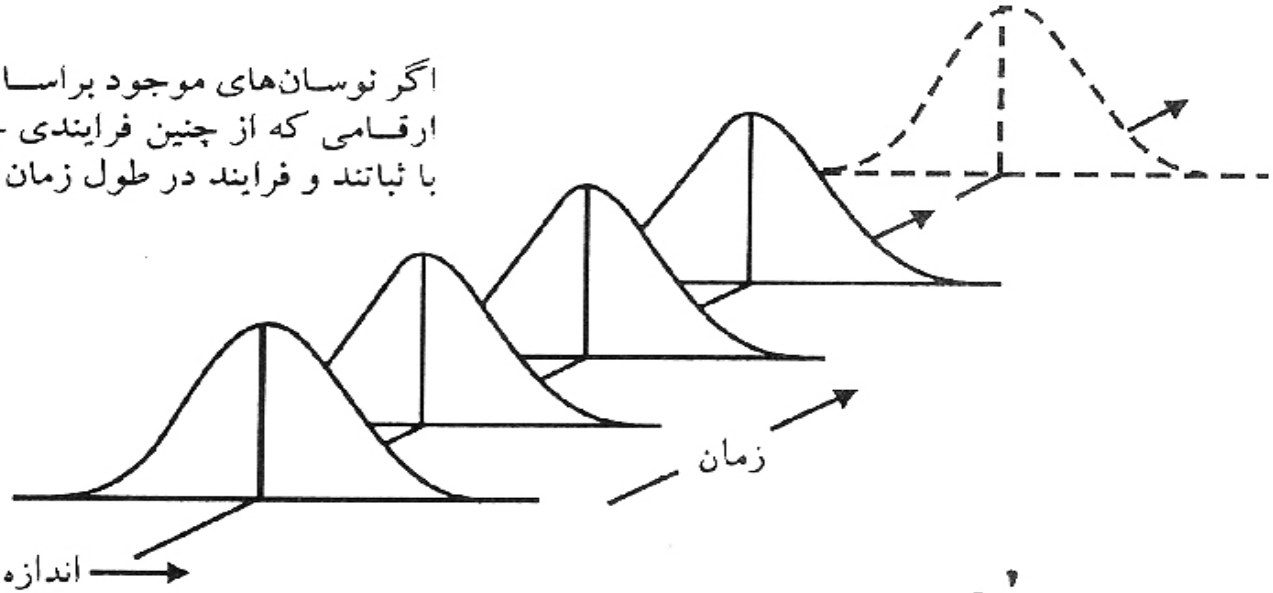
تغييرات اكتسابي



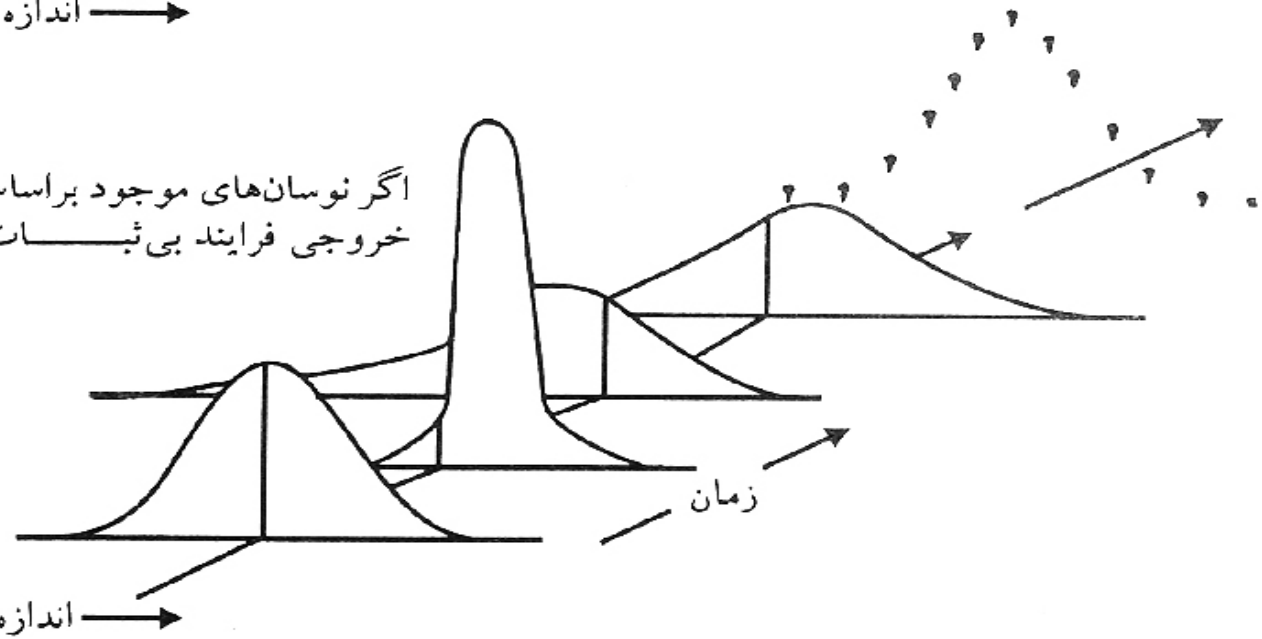
Mohseni

irmgn.ir

اگر نوسان‌های موجود براساس علل عام باشد، ارقامی که از چنین فرایندی جمع‌آوری می‌شوند با ثباتند و فرایند در طول زمان قابل پیش‌بینی است



اگر نوسان‌های موجود براساس علل خاص باشند، خروجی فرایند بی‌ثبات خواهد بود.



شکل ۲-۱: تأثیر علل اکتسابی و ذاتی بر فرایند

irmgn.ir

توابع توزیع احتمال

مرکزیت

- مد یا نما

- میانه

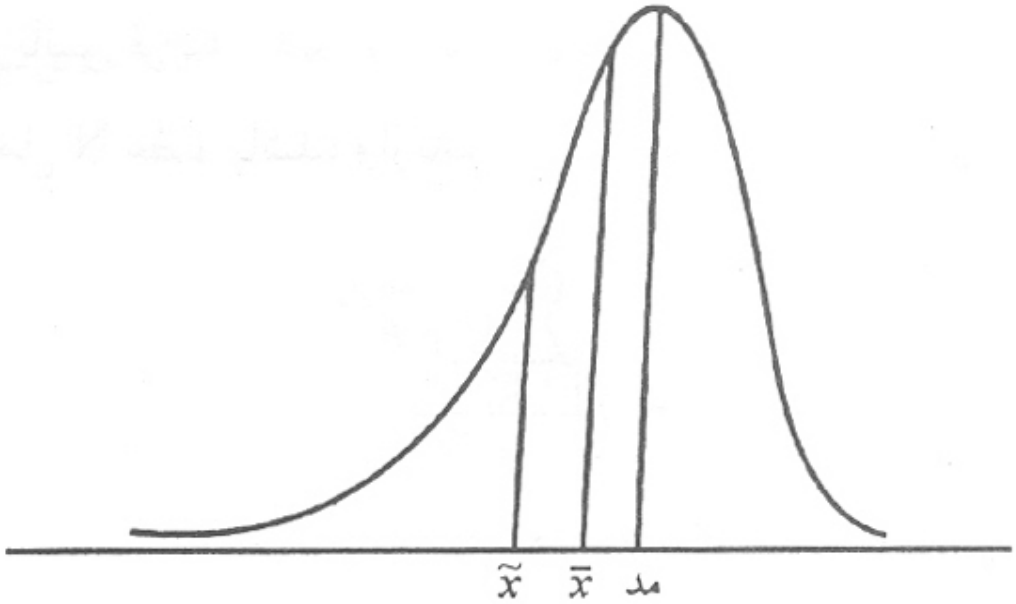
- میانگین

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^{N} xi}{N}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} xi}{n}$$

Mohseni

irmgn.ir



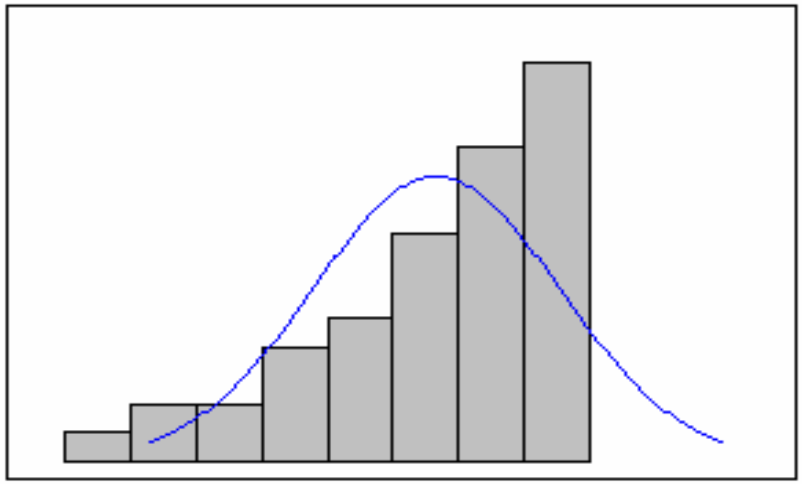
شکل ۲-۲: مقادیر مد، میانه و میانگین در یک توزیع با چولگی منفی (چپ)

Mohseni

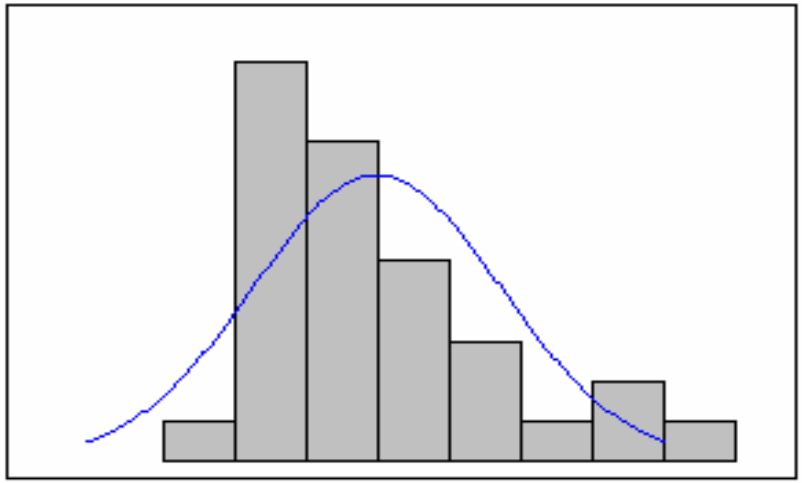
irmgn.ir

گی

Example of a negative or left-skewed distribution (skewness = –1.01)



Example of a positive or right-skewed distribution (skewness = 1.08)

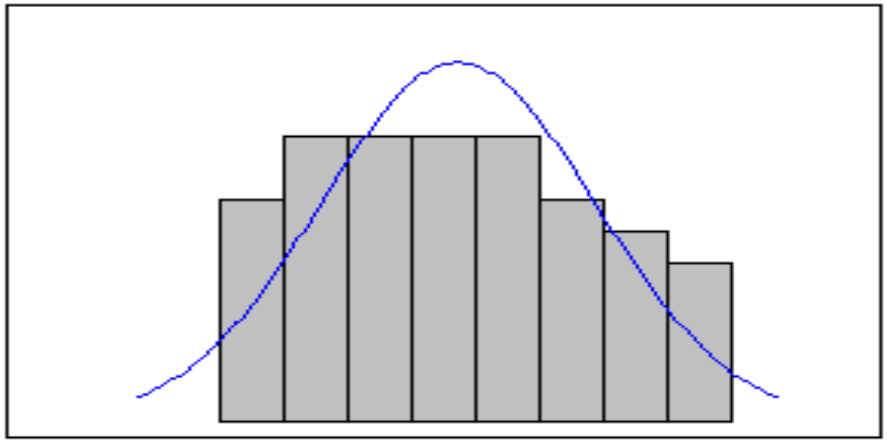


$$\text{Skewness} = \frac{(\text{مد} - \text{مِیانگِین})}{\sigma}$$

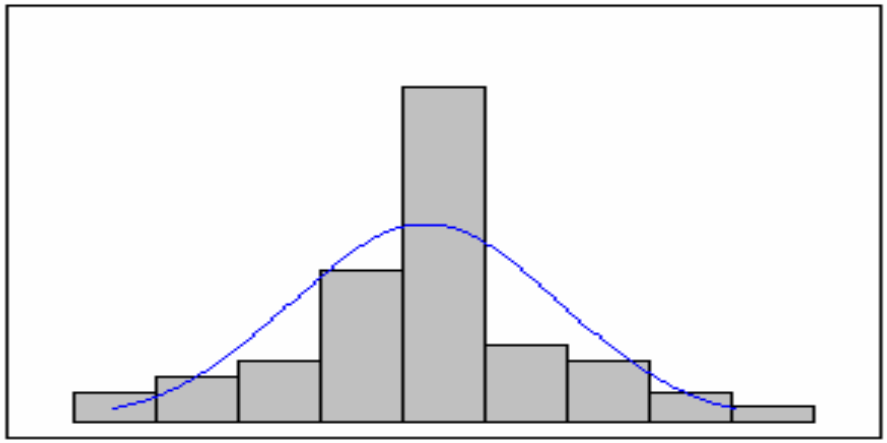
irmgn.ir

پهن یا تیزی

Example of a flatter than normal distribution (kurtosis = – 1.03)



Example of a distribution with a sharper than normal peak (kurtosis = 0.76)



$$Kurtosis = \frac{\frac{1}{2}(Q_3 - Q_1)}{P_{90} - P_{10}}$$

irmgn.ir

توابع توزیع احتمال (ادامه)

پراکندگی

- واریانس

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N} (x_i - \mu)^2}{N}$$

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

- انحراف معیار

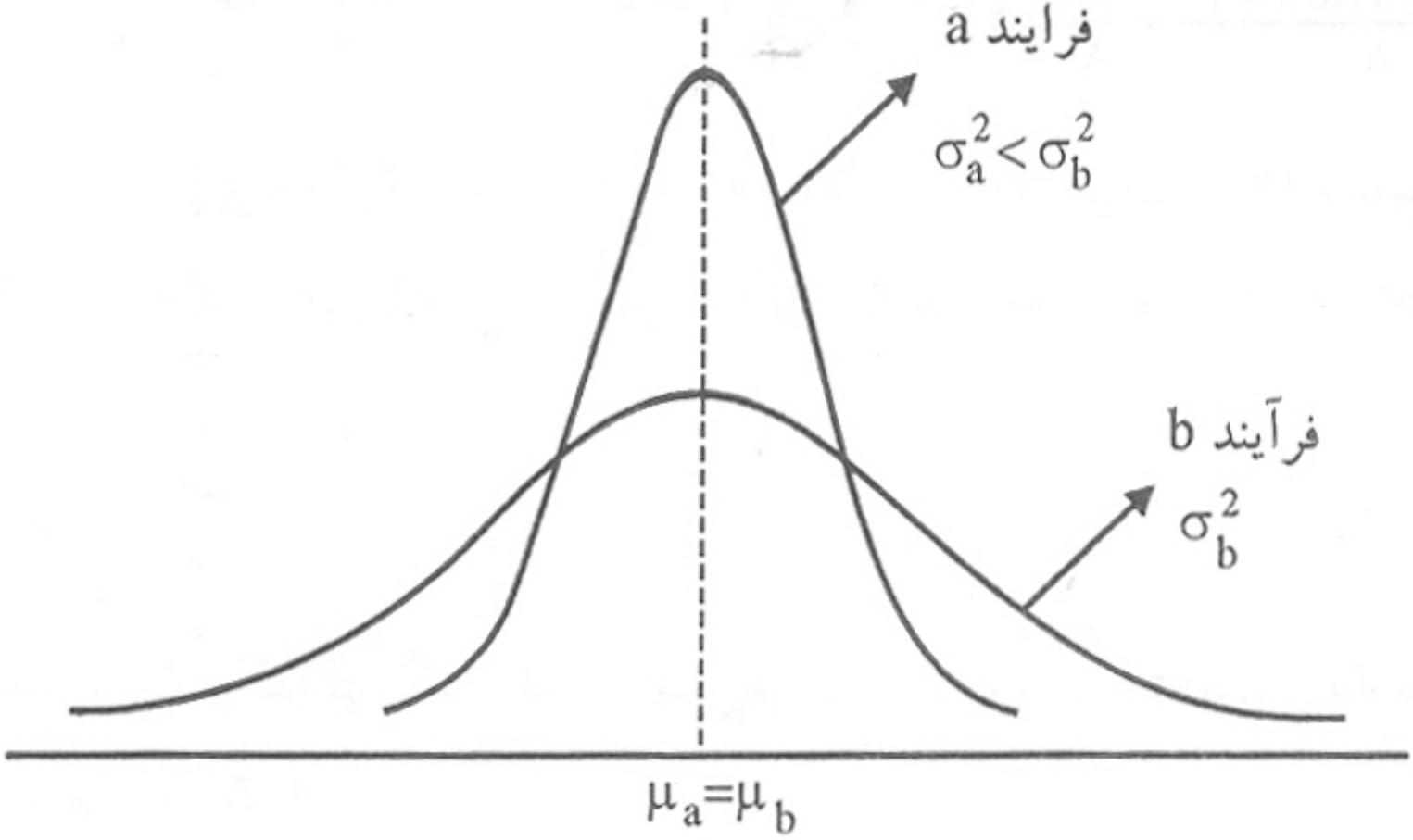
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (xi - \mu)^2}{N}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

- دامنه

$$R = X_{Max} - X_{Min}$$

irmgn.ir



شکل ۲-۳: دو فرایند با میانگین برابر و واریانس متفاوت

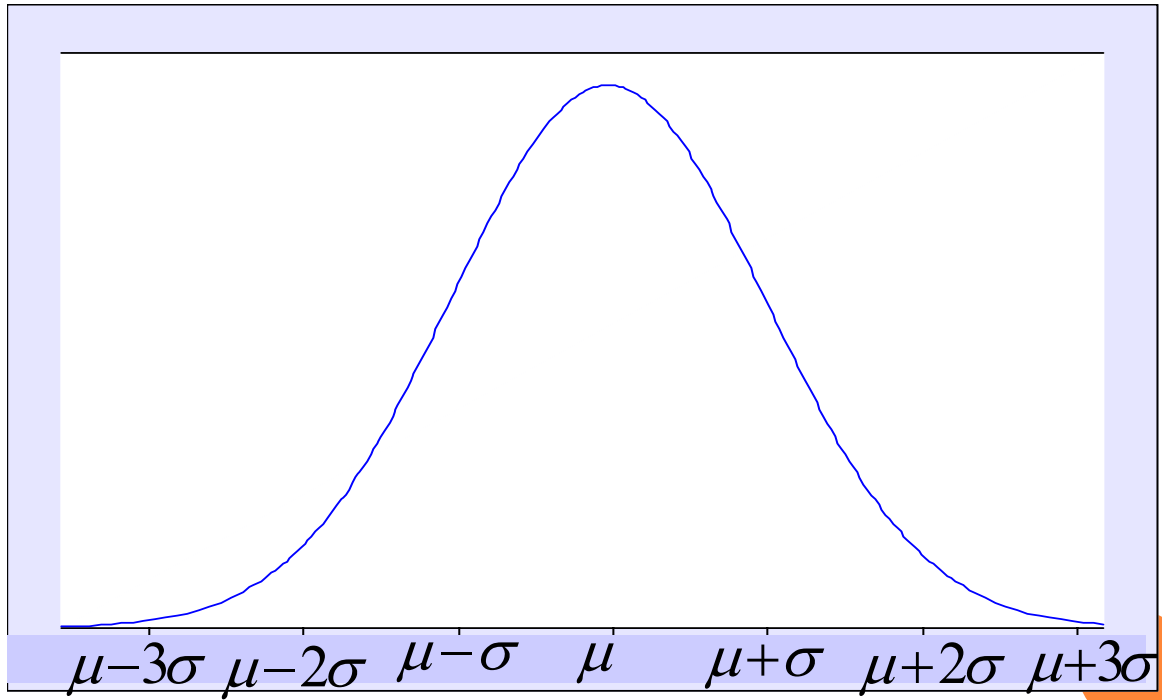
Mohseni

irmgn.ir

توزیع نرمال

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)}$$

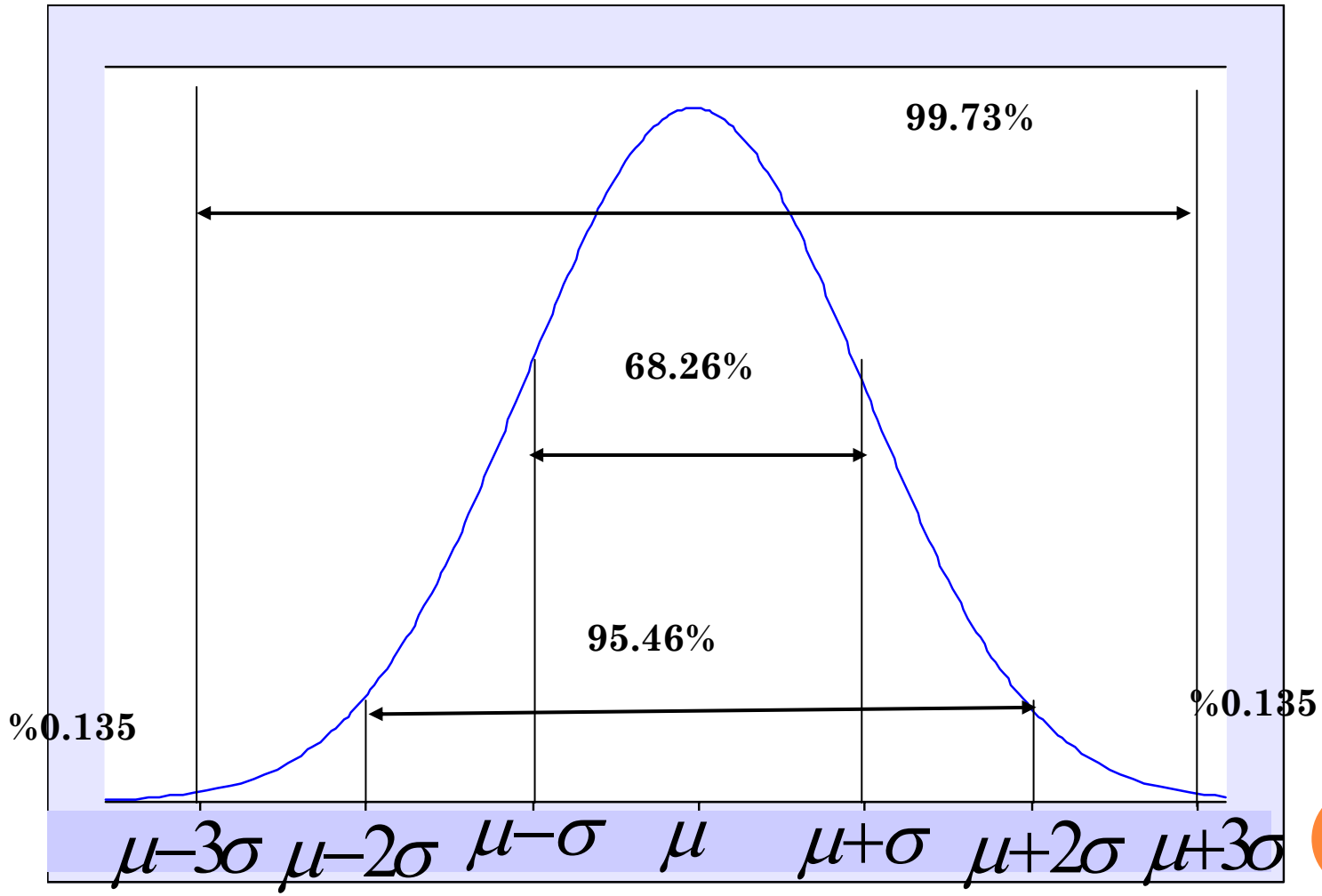
۱۷۳۳:دموار - احتمال پرتاب سکه
۱۸۰۹:گوس - پیشگویی مکان موجودات نجومی
نیمه دوم قرن نوزدهم:نرمال



Mohseni

irmgn.ir

توزیع نرمال



Mohseni

www.rgseng.com

irmgn.ir

در يك فرآيند سنگ زني كه داراي توزيع نرمال مي باشد با $\overline{X} = 20^{mm}$ و $S = 0.01$

دريك محموله10000 عددي

Mohseni

$10000 \times 0.6826 =$ 6836 قطعه 19.99 – 20.10

$10000 \times 0.9546 =$ 9546 قطعه 19.98 – 20.20

$10000 \times 0.9973 =$ 9973 قطعه 19097 - 20.30

$10000 \times 0.0027 =$ 27 قطعه بزرگتر از 20.30 يا كوچكتر از 19.97 مي باشد .

irmgn.ir

MINITAB

- **Display Descriptive Statistics Statistics**
- main topic see also
- **Stat > Basic Statistics > Display Descriptive Statistics > Statistics**
- Allows you to choose the statistics that you wish to display.
- **Dialog box items**
- **Mean:** Choose to display the arithmetic mean .
- **SE of mean:** Choose to display the standard error of the mean .
- **Standard deviation:** Choose to display the standard deviation of the data.
- **Variance:** Choose to display the variance of the data.
- **Coefficient of variation:** Choose to display the coefficient of variation .
- **First quartile:** Choose to display the first quartile .
- **Median:** Choose to display the median .
- **Third quartile:** Choose to display the third quartile .
- **Interquartile range:** Choose to display the difference between the first and third quartiles .
- **Trimmed mean:** Choose to display the trimmed mean .
- **Sum:** Choose to display the data sum .
- **Minimum:** Choose to display the data minimum .
- **Maximum:** Choose to display the data maximum .
- **Range:** Choose to display the data range .
- **N nonmissing:** Choose to display the number of nonmissing column entries.
- **N missing:** Choose to display the number of missing column entries.
- **N total:** Choose to display the total (nonmissing and missing) number of column entries.
- **Cumulative N:** Choose to display the cumulative number of entries.
- **Percent:** Choose to display the percent of observations that a group constitutes. The percent will be 100 unless you use a By variable.
- **Cumulative percent:** Choose to display the cumulative percent .
- **Sum of squares:** Choose to display the sum of the squared data values . This is the uncorrected sums of squares, without first
- subtracting the mean.
- **Skewness:** Choose to display the skewness value.
- **Kurtosis:** Choose to display the kurtosis value
- **MSSD:** Choose to display half the Mean of Successive Squared Differences .

irmgn.ir

استاندارد کردن مقادیر

$$X \Rightarrow Z \qquad \wedge \sigma \Rightarrow 1$$

$$P(X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-Z^2/2}$$

irmgn.ir

تست نرمال

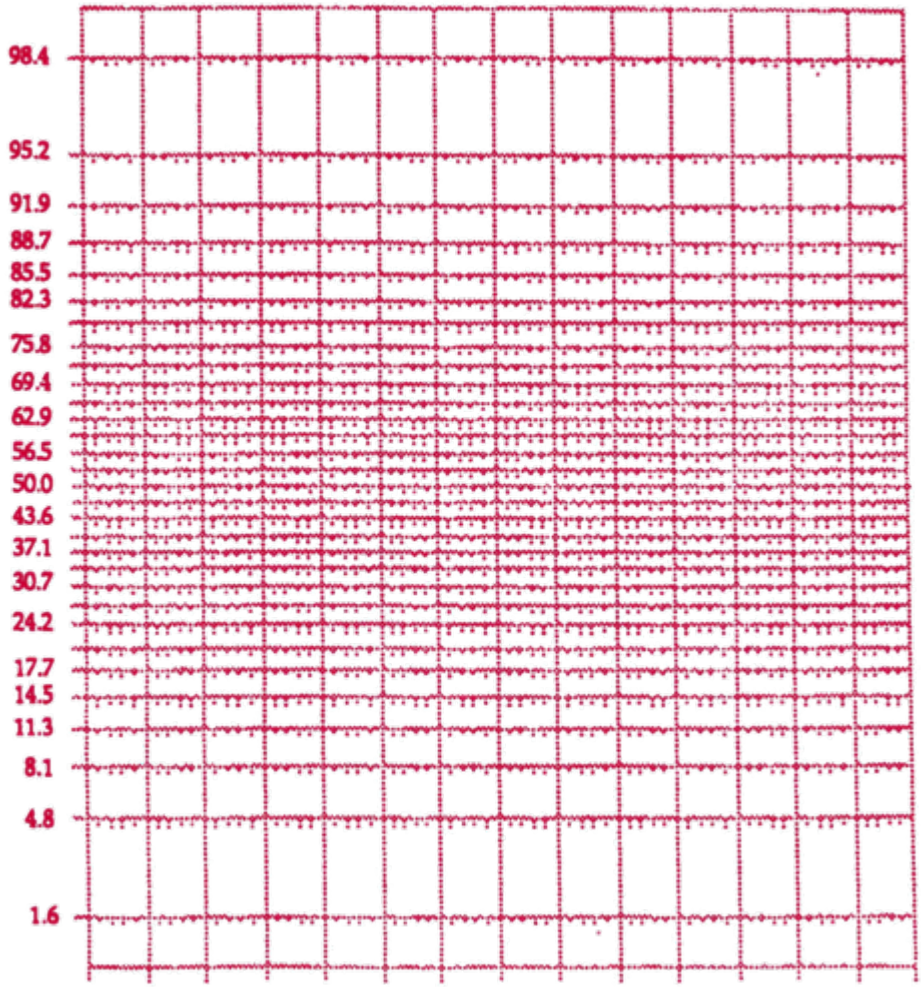
تعیین نوع توزیع فرآیند

- هیستوگرام

- نمودار احتمال نرمال

Mohseni

irmgn.ir


98.4
95.2
91.9
88.7
85.5
82.3
75.8
69.4
62.9
56.5
50.0
43.6
37.1
30.7
24.2
17.7
14.5
11.3
8.1
4.8
1.6

irmgn.ir

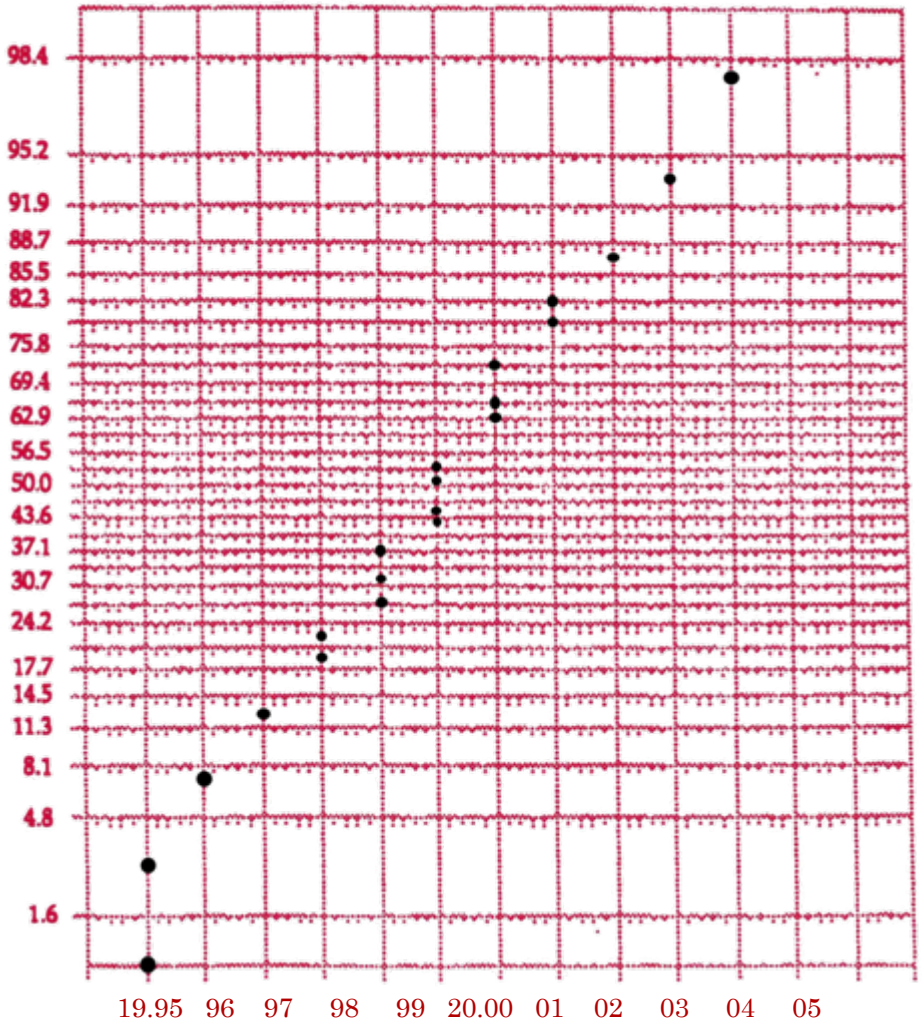
۲۰ نمونه قطر یک شفت اندازه گیری شده و نتایج عبارتند از :

رتبه	اندازه قطر	مکان رسم شده
1	19.95	0.025
2	19.96	0.075
3	19.97	0.125
4	19.98	0.175
5	19.98	0.225
6	19.99	0.275
7	19.99	0.325
8	19.99	0.375
9	20.00	0.425
10	20.00	0.475
11	20.00	0.525
12	20.00	0.575
13	20.01	0.625
14	20.01	0.675
15	20.01	0.725
16	20.02	0.775
17	20.02	0.825
18	20.03	0.875
19	20.04	0.925
20	20.05	0.975

$$Pj = \frac{j - 1/2}{n}$$

Mohseni

irmgn.ir



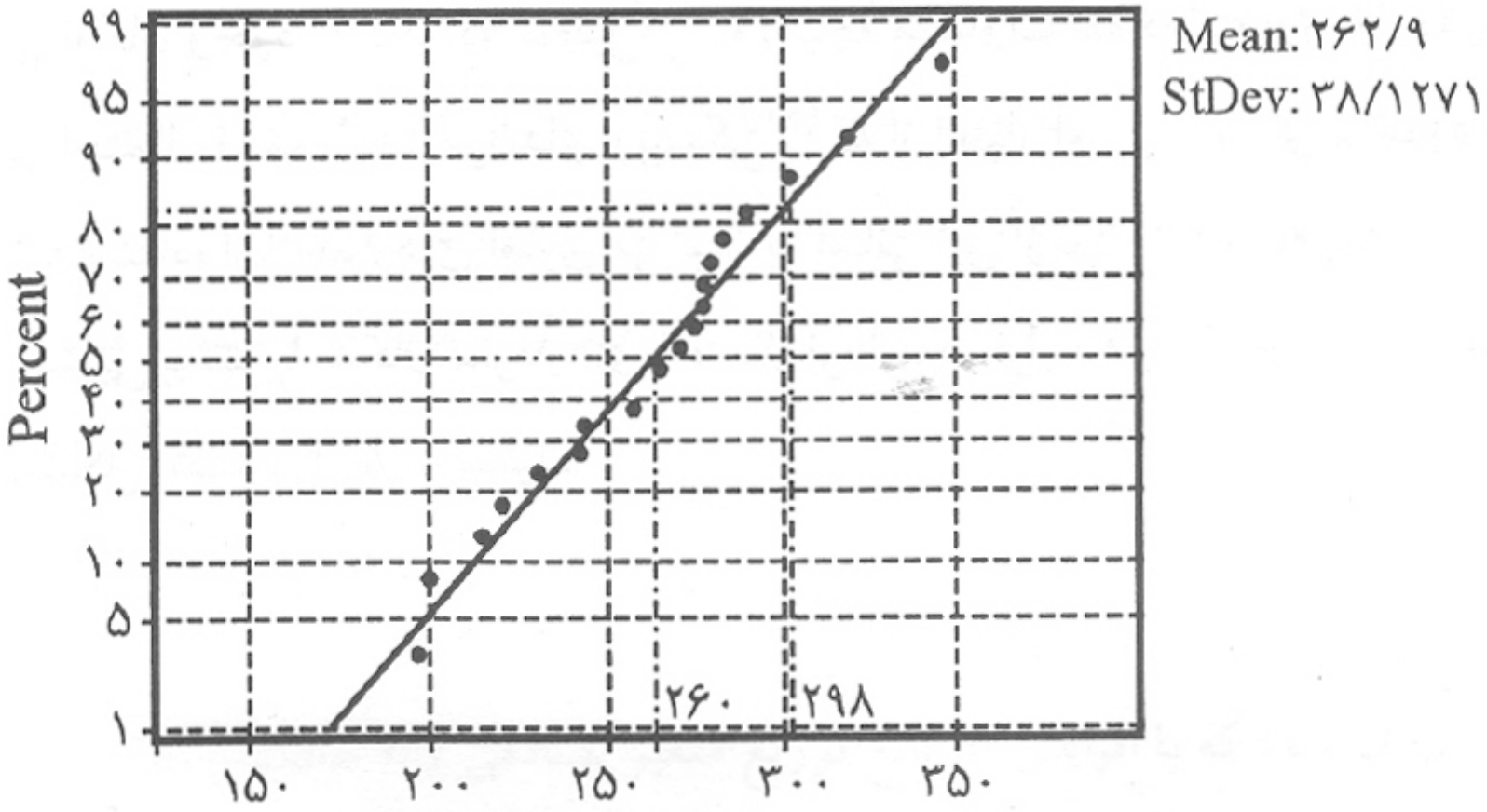
Mohseni www.rgseng.com

irmgn.ir

جدول ۲-۱: رتبه‌بندی قدرت تحمل در مقابل فشار

رتبه	j آمین قدرت تحمل در مقابل فشار X_j	مکان رسم شده مشاهده P_j
۱	۱۹۷	۰/۰۲۵
۲	۲۰۰	۰/۰۷۵
۳	۲۱۵	۰/۱۲۵
۴	۲۲۱	۰/۱۷۵
۵	۲۳۱	۰/۲۲۵
۶	۲۴۲	۰/۲۷۵
۷	۲۴۵	۰/۳۲۵
۸	۲۵۸	۰/۳۷۵
۹	۲۶۵	۰/۴۲۵
۱۰	۲۶۵	۰/۴۷۵
۱۱	۲۷۱	۰/۵۲۵
۱۲	۲۷۵	۰/۵۷۵
۱۳	۲۷۷	۰/۶۲۵
۱۴	۲۷۸	۰/۶۷۵
۱۵	۲۸۰	۰/۷۲۵
۱۶	۲۸۳	۰/۷۷۵
۱۷	۲۹۰	۰/۸۲۵
۱۸	۳۰۱	۰/۸۷۵
۱۹	۳۱۸	۰/۹۲۵
۲۰	۳۴۶	۰/۹۷۵

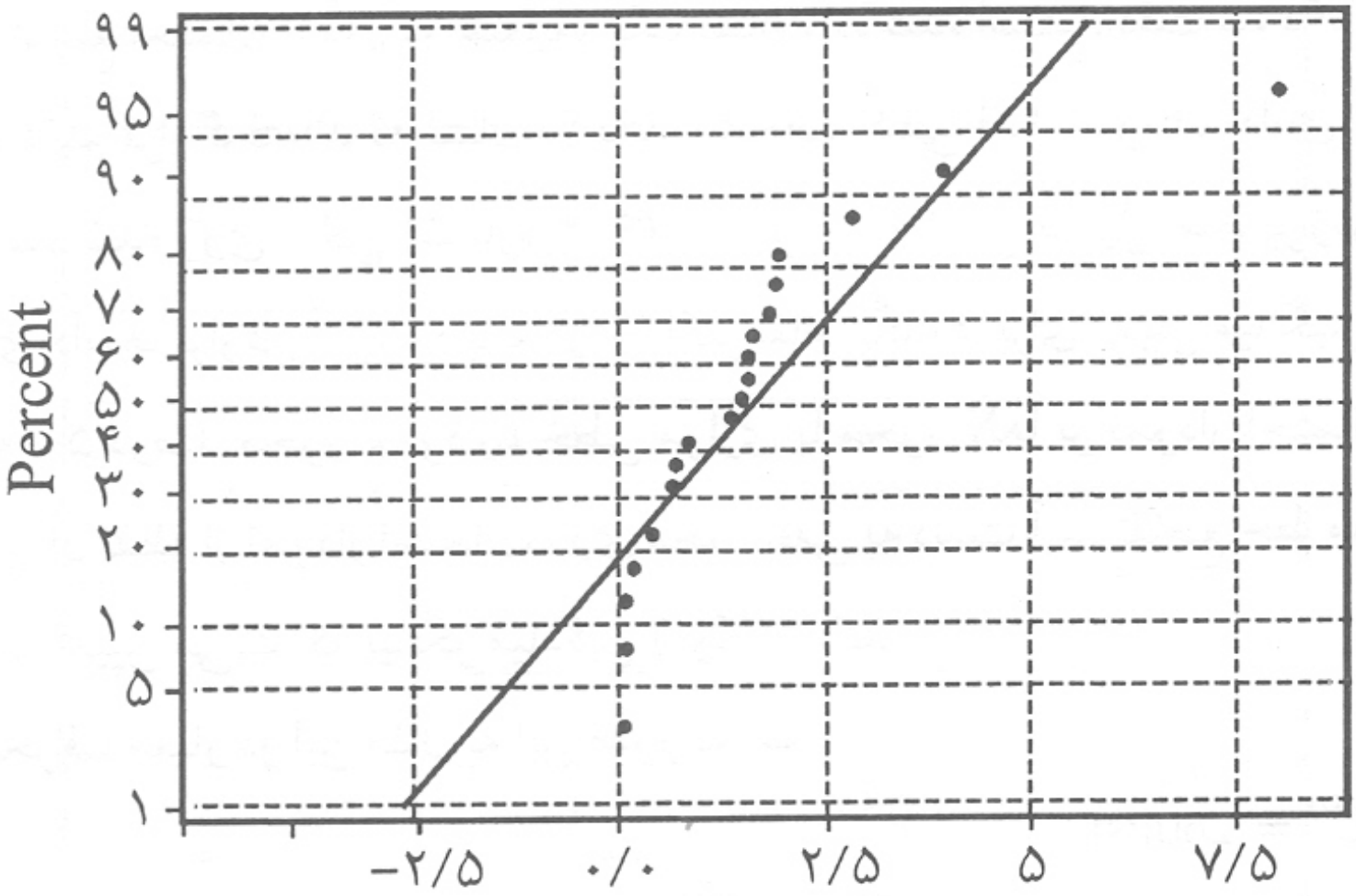
irmgn.ir



شکل ۲ـ۶: نمودار احتمال نرمال برای داده‌های مربوط به فشار سوپاپ

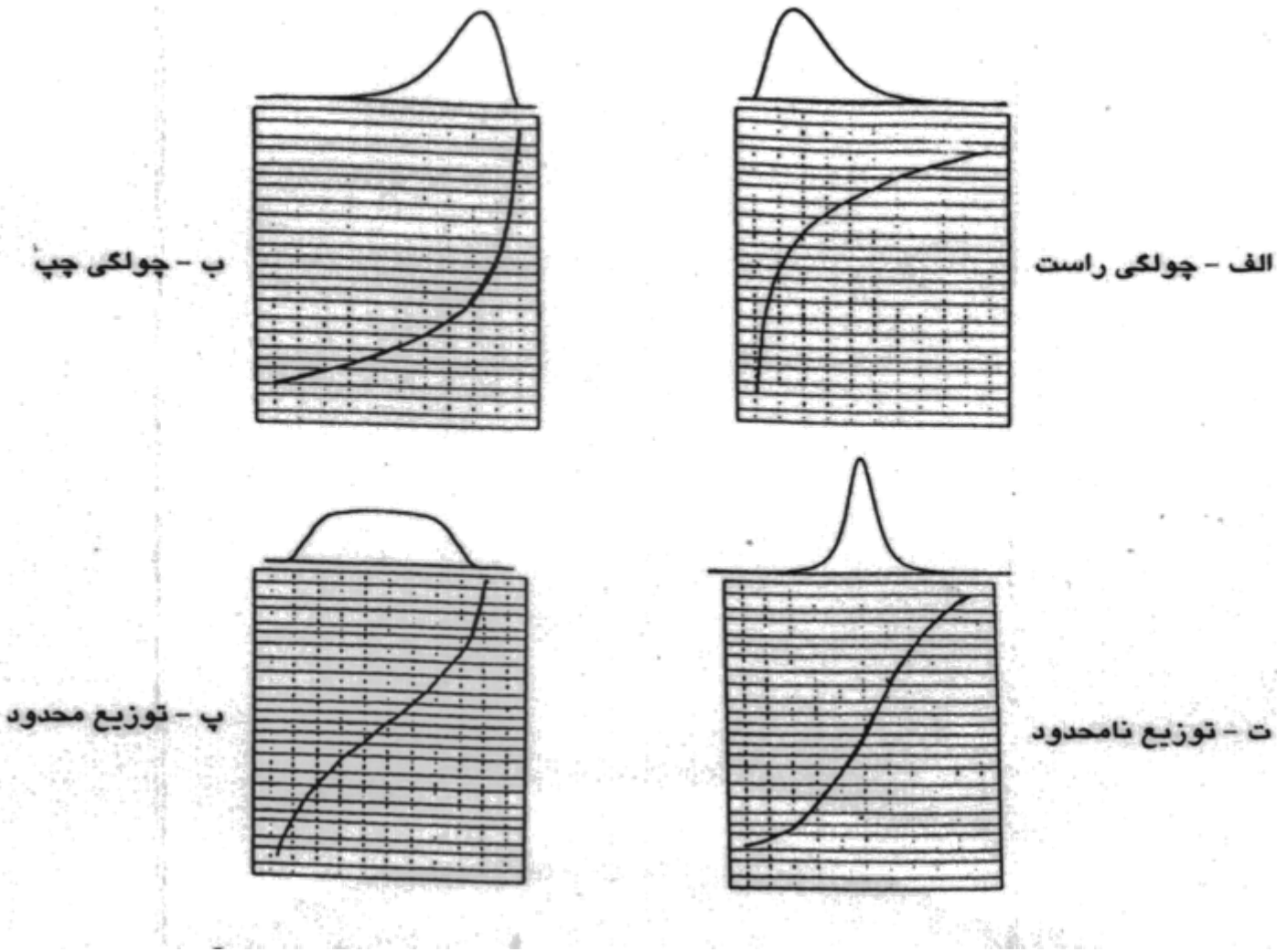
Mohseni

irmgn.ir



شکل ۲-۷: نمودار احتمال نرمال برای داده‌های غیر نرمال

irmgn.ir



برخی از توزیع های غیر نرمال و نمودار احتمال نرمال آنها

Mohseni www.rgseng.com

irmgn.ir

قضیه حد مرکزی

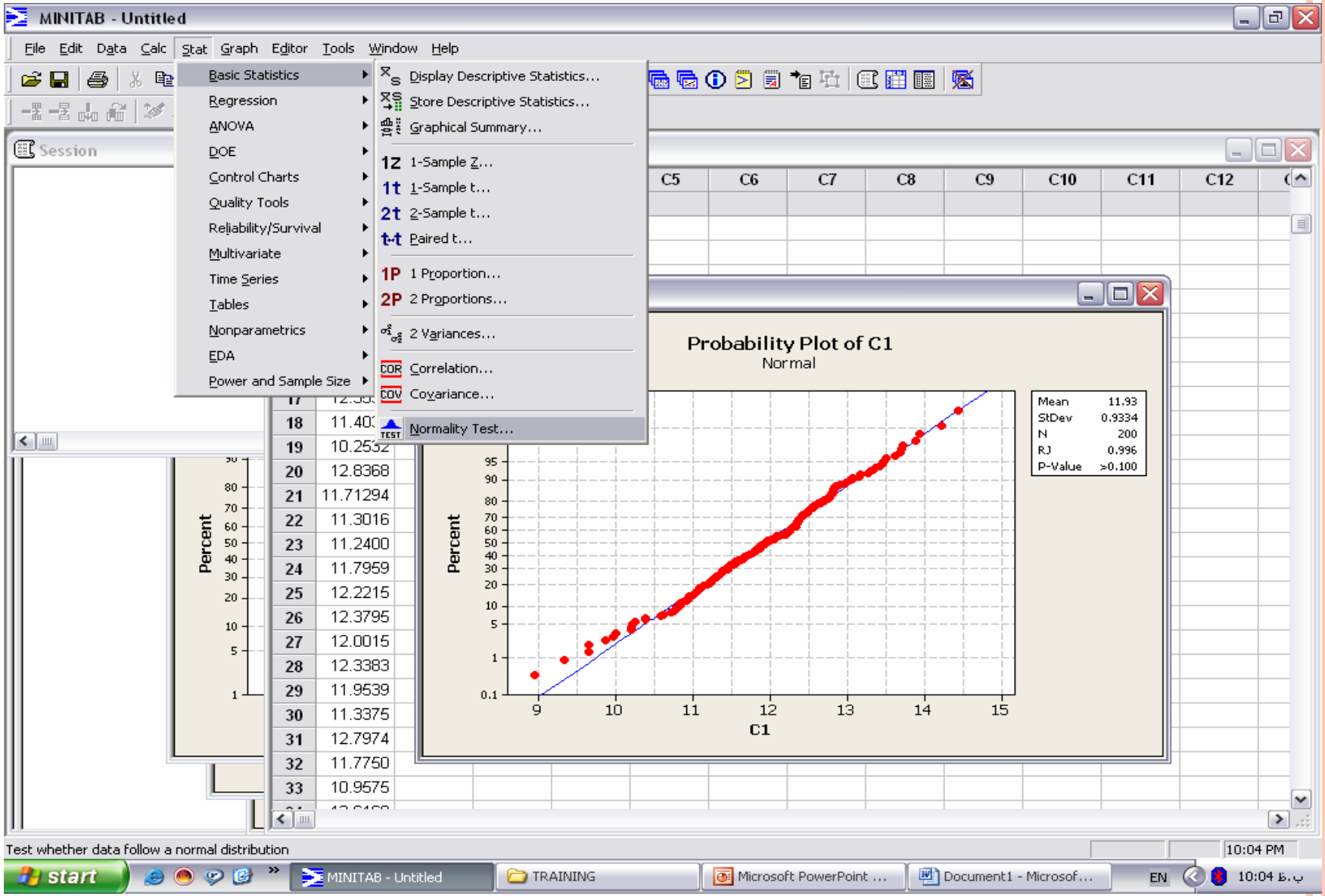
میانگین نمونه هایی از هر جامعه با هر شکل توزیعی از توزیع نرمال پیروی می کند به شرطی که :

۱- اندازه نمونه ها به اندازه کافی باشد .

۲- نمونه ها به صورت تصادفی انتخاب گردند .

Mohseni

irmgn.ir


MINITAB - Untitled
File Edit Data Calc Stat Graph Editor Tools Window Help
Basic Statistics
Regression
ANOVA
DOE
Control Charts
Quality Tools
Reliability/Survival
Multivariate
Time Series
Tables
Nonparametrics
EDA
Power and Sample Size
Display Descriptive Statistics...
Store Descriptive Statistics...
Graphical Summary...
1-Sample Z...
1-Sample t...
2-Sample t...
Paired t...
1 Proportion...
2 Proportions...
2 Variances...
Correlation...
Covariance...
Normality Test...
Session
Probability Plot of C1
Normal
Mean 11.93
StDev 0.9334
N 200
RJ 0.996
P-Value >0.100
Percent
C1
C5 C6 C7 C8 C9 C10 C11 C12
18 11.40
19 10.2532
20 12.8368
21 11.71294
22 11.3016
23 11.2400
24 11.7959
25 12.2215
26 12.3795
27 12.0015
28 12.3383
29 11.9539
30 11.3375
31 12.7974
32 11.7750
33 10.9575
Test whether data follow a normal distribution
10:04 PM
start
MINITAB - Untitled
TRAINING
Microsoft PowerPoint ...
Document1 - Microsof...
EN

irmgn.ir

Anderson–Darling normality test

Anderson–Darling statistics (A^2)

Measures the area between the fitted line (based on chosen distribution) and the nonparametric step function (based on the plot points). The statistic is a squared distance that is weighted more heavily in the tails of the distribution. Smaller Anderson–Darling values indicates that the distribution fits the data better.

The Anderson–Darling normality test is defined as:

H_0: The data follow a normal distribution.

H_A: The data do not follow a normal distribution.

Test Statistic: The Anderson–Darling test statistic is defined as

$$A^2 = -N - (1/N) \sum (2i - 1) \left(\ln F(Y_i) + \ln(1 - F(Y_{N+1-i})) \right)$$

where:

$F(Y_i) = \Phi ((Y_i - \bar{X}) / s)$

$\Phi ((Y_i - \bar{X}) / s)$ is the cumulative distribution function of the standard normal distribution

Y_i are the ordered data.

irmgn.ir

P–value

Another quantitative measure for reporting the result of the Anderson–Darling normality test is the p-value. A small p-value is an indication that the null hypothesis is false.

If you know A^2 you can calculate the p–value.

Let:

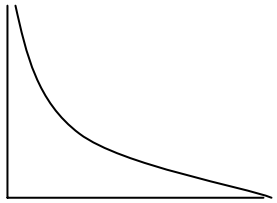
$$A'^2 = A^2 * \left(1 + \frac{0.75}{N} + \frac{2.25}{N^2}\right)$$

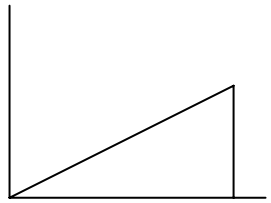
Depending on A'^2, you will calculate p with the following equations:

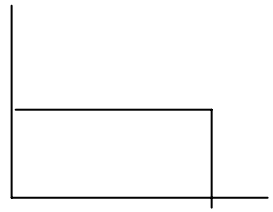
If $13 > A'^2 > 0.600$	$p = \exp(1.2937 - 5.709 * A'^2 + 0.0186(A'^2)^2)$
If $0.600 > A'^2 > 0.340$	$p = \exp(0.9177 - 4.279 * A'^2 - 1.38(A'^2)^2)$
If $0.340 > A'^2 > 0.200$	$p = 1 - \exp(-8.318 + 42.796 * A'^2 - 59.938(A'^2)^2)$
If $A'^2 < 0.200$	$p = 1 - \exp(-13.436 + 101.14 * A'^2 - 223.73(A'^2)^2)$

irmgn.ir

توزیع جامعه

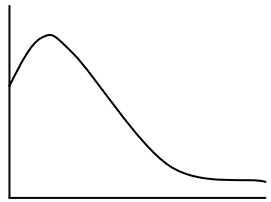


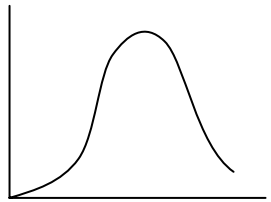


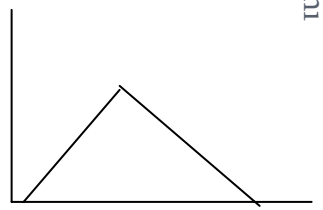


توزیع میانگین

n=2

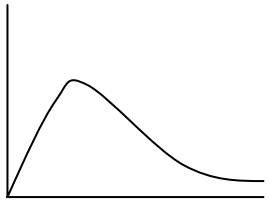


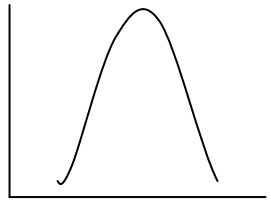


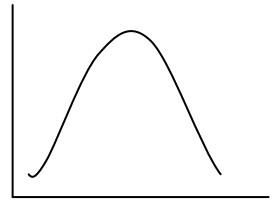


توزیع میانگین

n=4

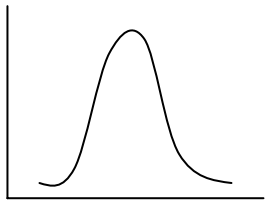


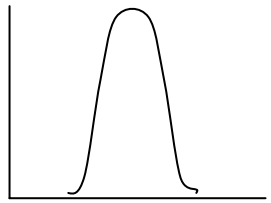


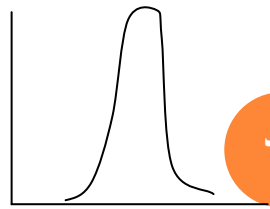


توزیع میانگین

n=25

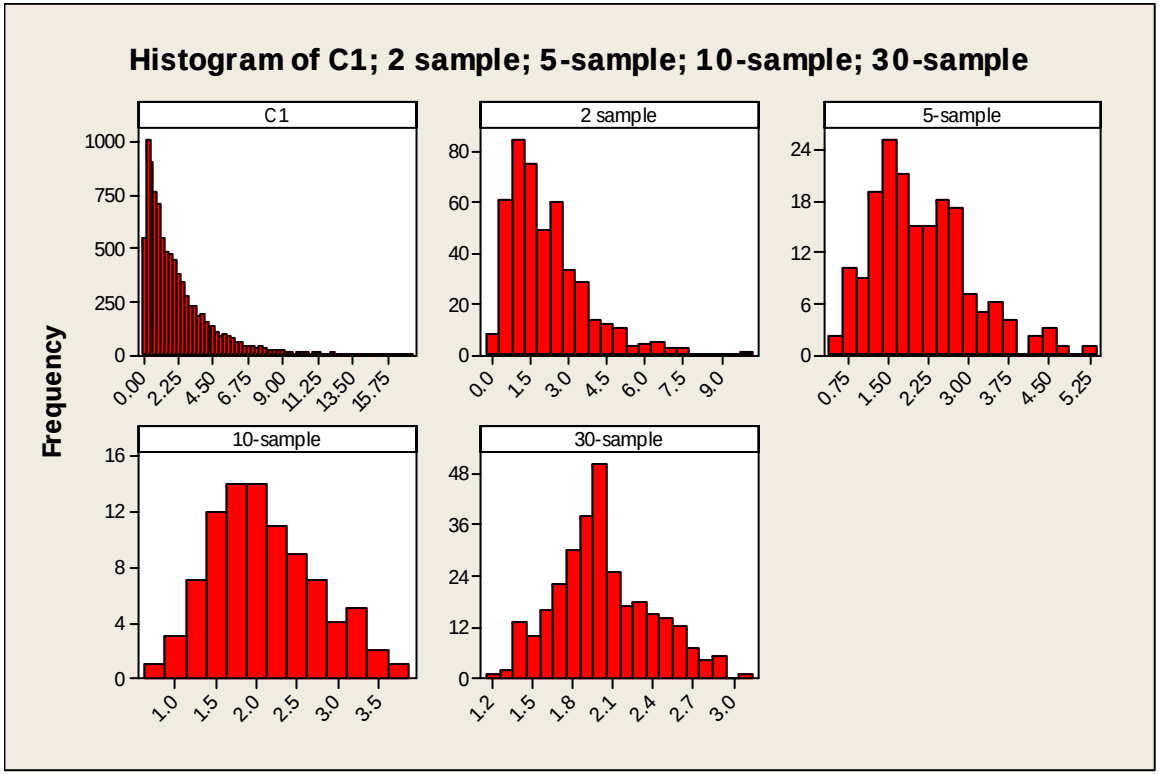






Mohseni

irmgn.ir


Histogram of C1; 2 sample; 5-sample; 10-sample; 30-sample
C1
2 sample
5-sample
10-sample
30-sample
Frequency
1000
750
500
250
0
0.00
2.25
4.50
6.75
9.00
11.25
13.50
15.75
80
60
40
20
0.0
1.5
3.0
4.5
6.0
7.5
9.0
24
18
12
6
0.75
1.50
2.25
3.00
3.75
4.50
5.25
16
12
8
4
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
48
36
24
12
1.2
1.5
1.8
2.1
2.4
2.7
3.0

irmgn.ir

توانایی فرآیند

Mohseni

ارتباط بین فرآیند تولید و حدود مورد نظر مشتری

یک فرآیند می تواند

در حدود مورد نظر مشتری باشد اما تحت کنترل نباشد.

تحت کنترل باشد اما پراکندگی تولید بیشتر از حدود تلرانس باشد.

تحت کنترل باشد اما حول میانگین مطلوب مشتری توزیع نشده باشد.

irmgn.ir

شاخص های C_P و C_R

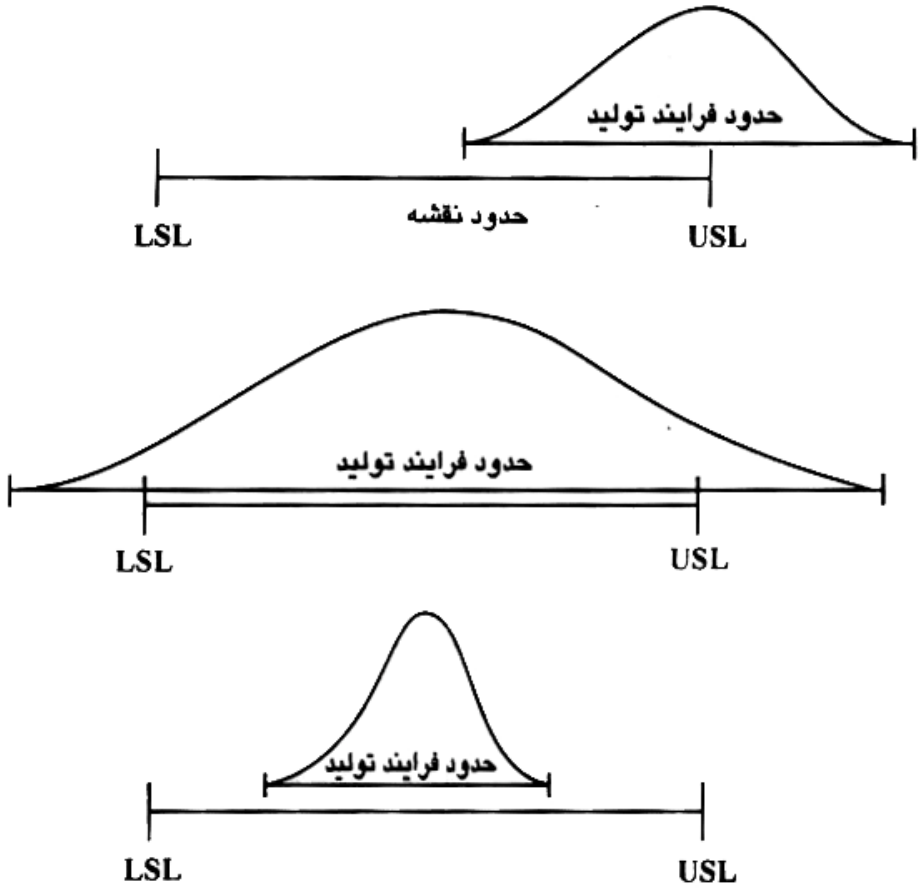
Mohseni

C_P معرف رابطه بین پراکندگی تولید و حدود تلرانس صرف نظر از میانگین تولید می‌باشد.

$$C_P = \frac{\text{حدود تلرانس نقشه}}{\text{حدود فرآیند تولید}} = \frac{USL - LSL}{6\sigma} > C_R = \frac{1}{C_P}$$

irmgn.ir

مقایسه حدود فرآیند تولید با حدود مشخصات نقشه



Mohseni

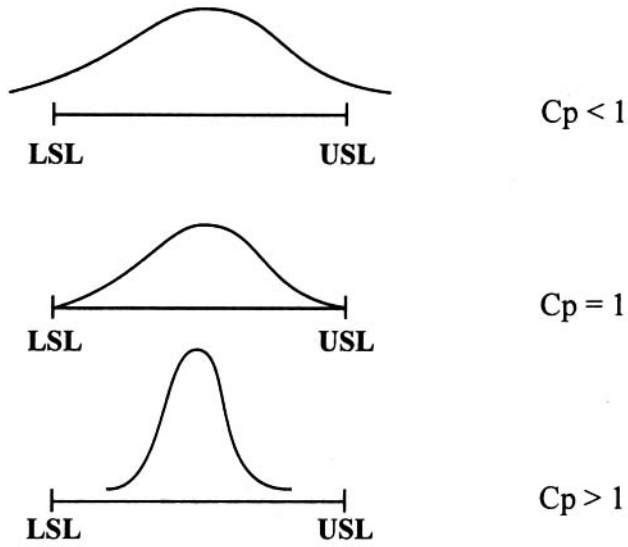
irmgn.ir

ارتباط بین توانایی فرآیند و انحراف معیار آن

$C_P > 1$ فرآیند توانایی تولید قطعه در محدوده پذیرش مورد نظر مشتری را دارد.

$C_P = 1$ فرآیند توانایی تولید قطعه در محدوده تلرانس را با احتمال تولید قطعه معیوب دارد.

$C_P < 1$ فرآیند توانایی تولید قطعه در محدوده پذیرش مورد نظر مشتری را ندارد.



Mohseni www.rgseng.com

irmgn.ir

شاخص Cpk

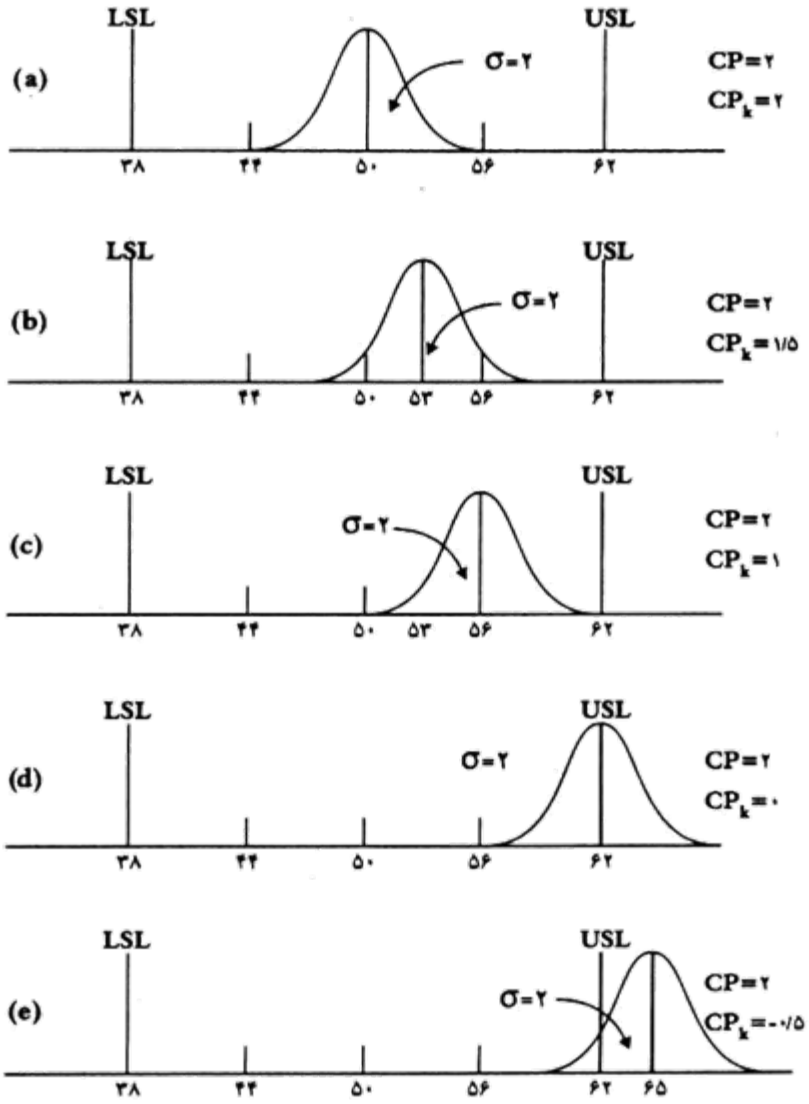
Cpk بیانگر محل قرار گرفتن فرآیند نسبت به حدود تلرانس می باشد .

Mohseni

$$Cpk = \frac{\min \left\{ \left(USL - \overline{\overline{X}} \right), \left(\overline{\overline{X}} - LSL \right) \right\}}{3\sigma}$$

$$Cpk \leq Cp$$ همواره

irmgn.ir



مقایسه شاخص های توانایی

C_{PK} و C_P

Mohseni

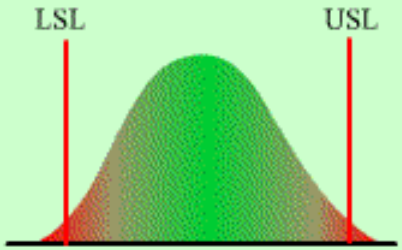
irmgn.ir

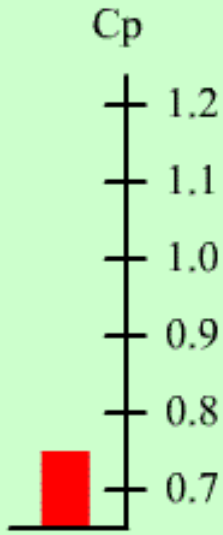
PROCESS CAPABILITY INDICES

play
stop
step
rew

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6 \times \sigma}$$

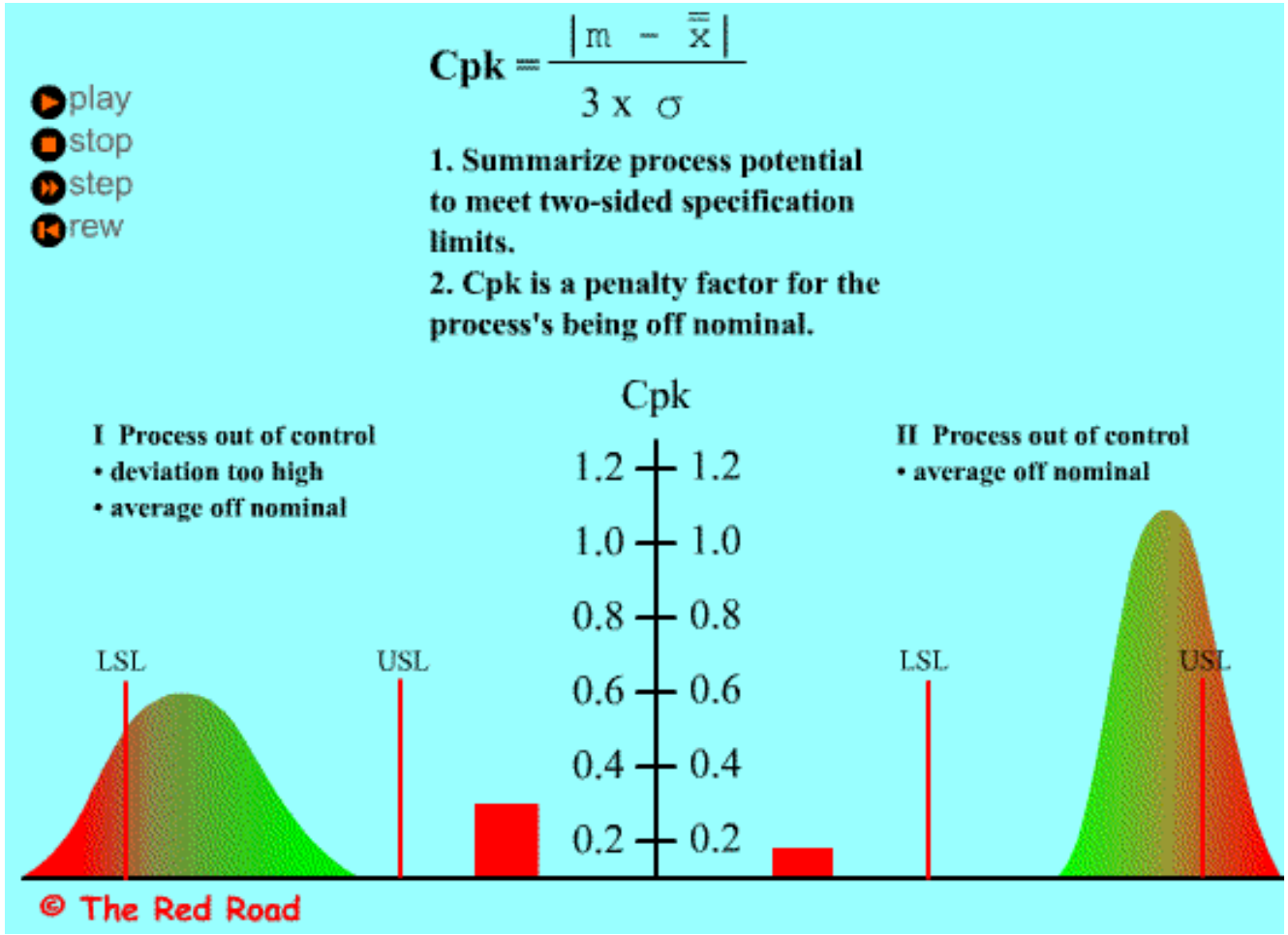
Summarize process potential to meet two-sided specification limits.





© The Red Road

irmgn.ir


play
stop
step
rew
$Cpk = \frac{|m - \bar{\bar{x}}|}{3 \times \sigma}$
1. Summarize process potential to meet two-sided specification limits.
2. Cpk is a penalty factor for the process's being off nominal.
Cpk
I Process out of control
• deviation too high
• average off nominal
II Process out of control
• average off nominal
LSL
USL
LSL
USL
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
© The Red Road

irmgn.ir

C_{PK} AND THE PERCENT OF MATERIAL OUT OF SPECIFICATION

Cpk	Proportion OOS
0.33	3.173E-01
0.67	4.550E-02
1.00	2.700E-03
1.33	6.337E-05
1.67	5.742E-07
2.00	1.980E-09
2.33	2.576E-12
2.67	1.332E-15

irmgn.ir

شاخص های توانایی فرآیند برای حدود تلرانس

یک طرفه C_{PU} و C_{PL}

Mohseni

$$C_{PU} = \frac{USL - \overline{\overline{X}}}{3\sigma}$$

مشخصاتی که فقط حد بالای تلرانس دارند

$$C_{PL} = \frac{\overline{\overline{X}} - LSL}{3\sigma}$$

مشخصاتی که فقط حد پایین تلرانس دارند

irmgn.ir

شاخص های C_{PM} و C_{PMK} با توجه به هدف تولید

Mohseni

$$C_{PM} = \frac{USL - LSL}{6\tau}$$

T عدد اسمی نقشه $10^{+0.5}_{-0.2}$

و یا هدف تولید

$$\tau = \sqrt{\sigma^2 + (\overline{\overline{X}} - T)^2}$$

همواره

$$C_{PM} \leq C_P$$

irmgn.ir

شاخص C_{PMK}

Mohseni

$$C_{PMK} = \frac{\min \left\{ \left(USL - \overline{\overline{X}} \right), \left(\overline{\overline{X}} - LSL \right) \right\}}{3\tau}$$

T **هدف فرآیند**

$$\tau = \sqrt{\sigma^2 + \left(\overline{\overline{X}} - T \right)^2}$$

USL , LSL : **حدود مورد نظر مشتری**

irmgn.ir

شاخص های توانایی برای فرآیندهای غیر نرمال PP و PP_K

Mohseni

$$PP = \frac{USL - LSL}{X_{99.865} - X_{0.135}}$$

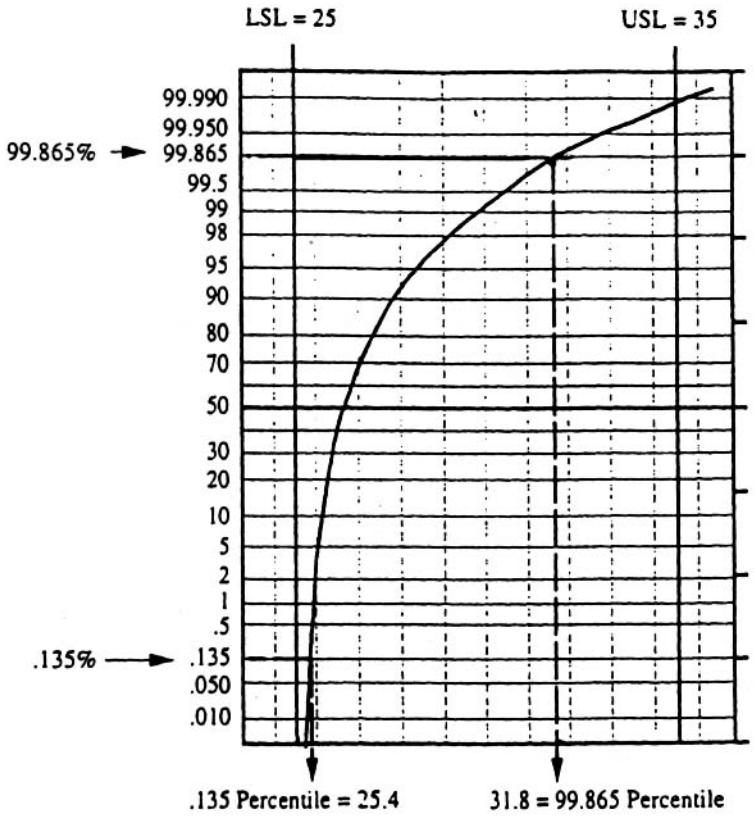
$X_{0.135}$ و $X_{99.865}$

با استفاده از نمودار احتمال نرمال بدست می‌آید.

irmgn.ir

$$PP = \frac{USL - LSL}{X_{99.865} - X_{0.135}} = \frac{35 - 25}{31.8 - 25.4} = 1.56$$

مثال



irmgn.ir

شاخص PP_K

$$PP_K = \min \left\{ \frac{X_{50} - LSL}{X_{50} - X_{0.135}} , \frac{USL - X_{50}}{X_{99.865} - X_{50}} \right\}$$

Mohseni

irmgn.ir

شاخص توانایی ماشین C_M و C_{MK}

Mohseni

توانایی ماشین در بهترین حالت برای

خریداری دستگاه تولیدی

تحویل گیری قالب

اطلاع از وضعیت دستگاه پس از تعمیرات

.

.

.

irmgn.ir

روش تست S

زمانی استفاده می شود که بدلایلی نتوانیم تعداد زیادی قطعه داشته باشیم .

$$S = \frac{S_n}{USL - LSL}$$ **که در آن** $$S_n = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Mohseni

N	.90		.95		.99	
	LCV_n	UCV_n	LCV_n	UCV_n	LCV_n	UCV_n
8	.0636	.1310	.0556	.1418	.0421	.1625
10	.0680	.1277	.0608	.1371	.0482	.1552
12	.0712	.1253	.0645	.1337	.0527	.1499
14	.0736	.1234	.0673	.1312	.0562	.1459
16	.0755	.1220	.0696	.1291	.0590	.1428
18	.0770	.1207	.0714	.1274	.0614	.1402
20	.0783	.1197	.0730	.1260	.0634	.1380
22	.0794	.1188	.0743	.1247	.0651	.1362
24	.0804	.1180	.0754	.1237	.0666	.1346
26	.0812	.1173	.0764	.1227	.0679	.1331
28	.0819	.1167	.0773	.1219	.0691	.1319
30	.0825	.1161	.0781	.1211	.0701	.1308

مقادیر تست S برای ۱/۶۷ < CM

ماشین انتظارات رابر آورده می کند . $S < LCV_n$

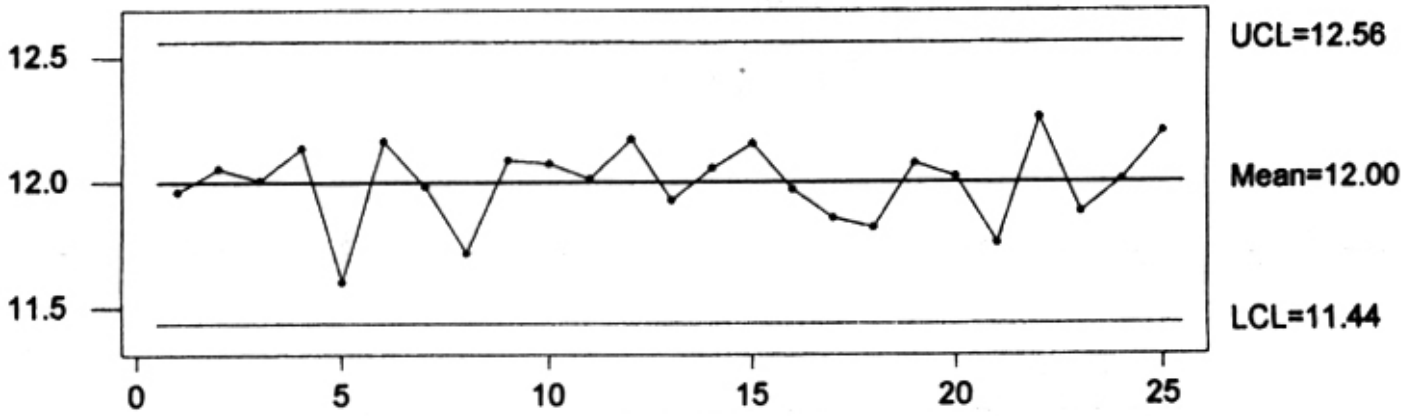
ماشین انتظارات را بر آورده نمی سازد . $S > LCV_n$

irmgn.ir

نمودار کنترل

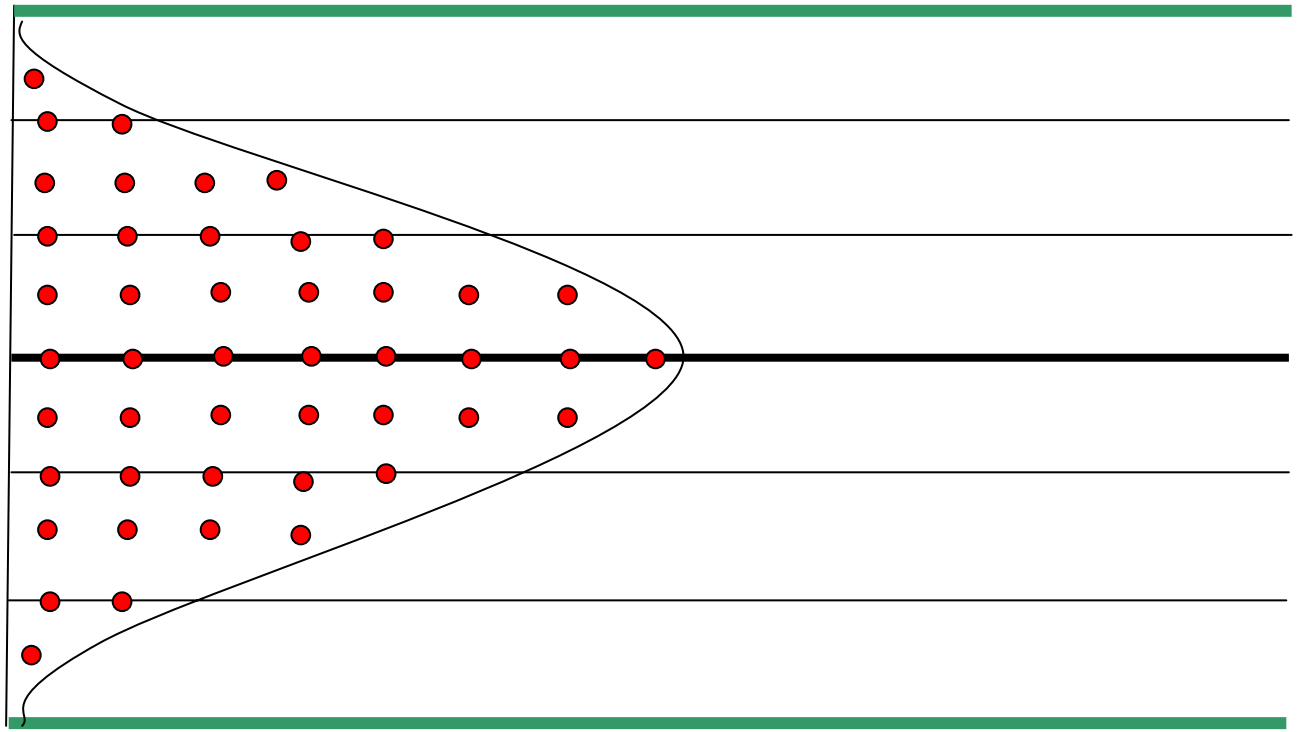
مهمترین و پیچیده ترین ابزار SPC

Mohseni



irmgn.ir

ارتباط نمودارهای کنترل با توزیع نرمال



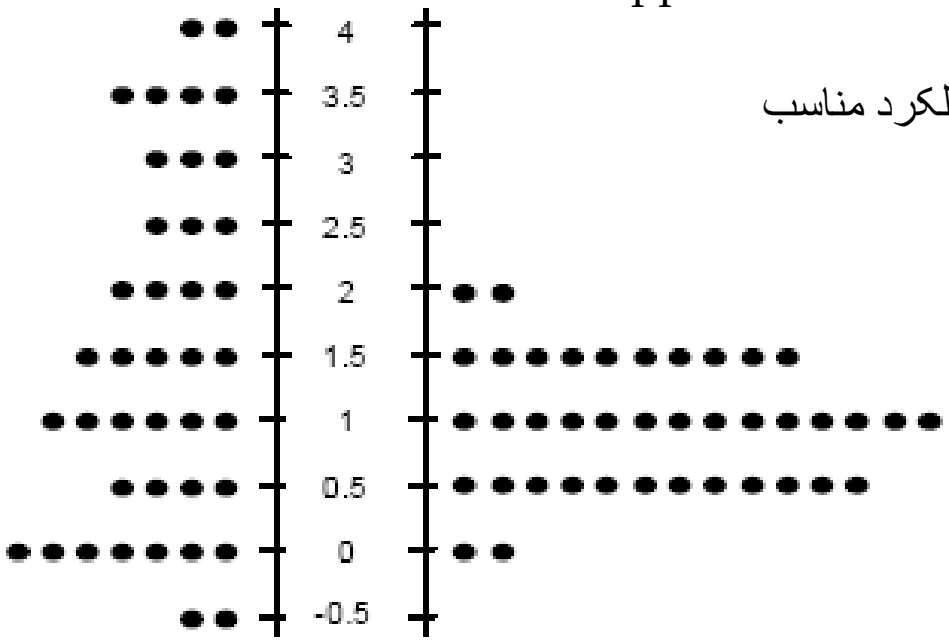
Mohseni

irmgn.ir

هیستوگرام و روند زمانی

Supplier A

Supplier **B**



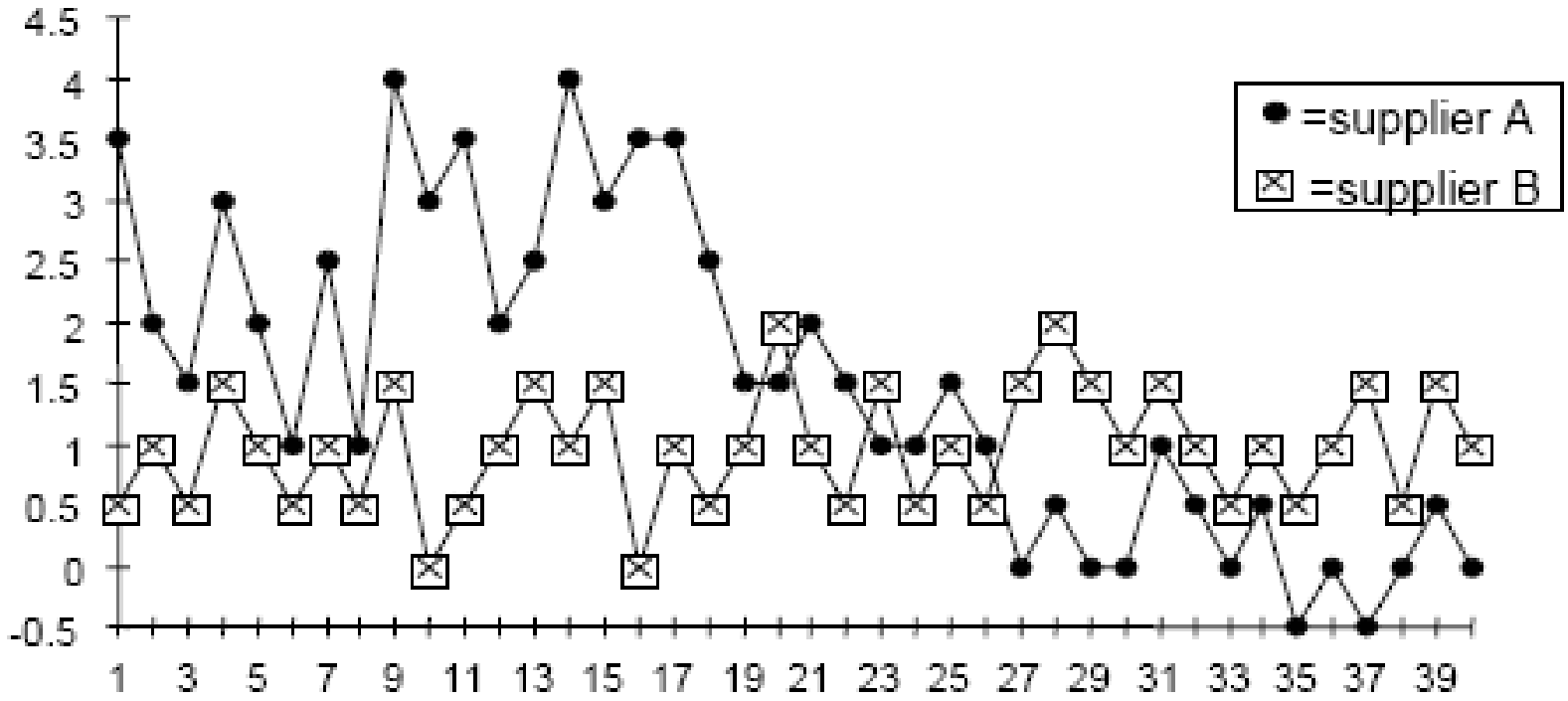
انحراف زمانی از موعد مقرر

کدامیک از این ۲ تامین کننده عملکرد مناسب تری دارد؟

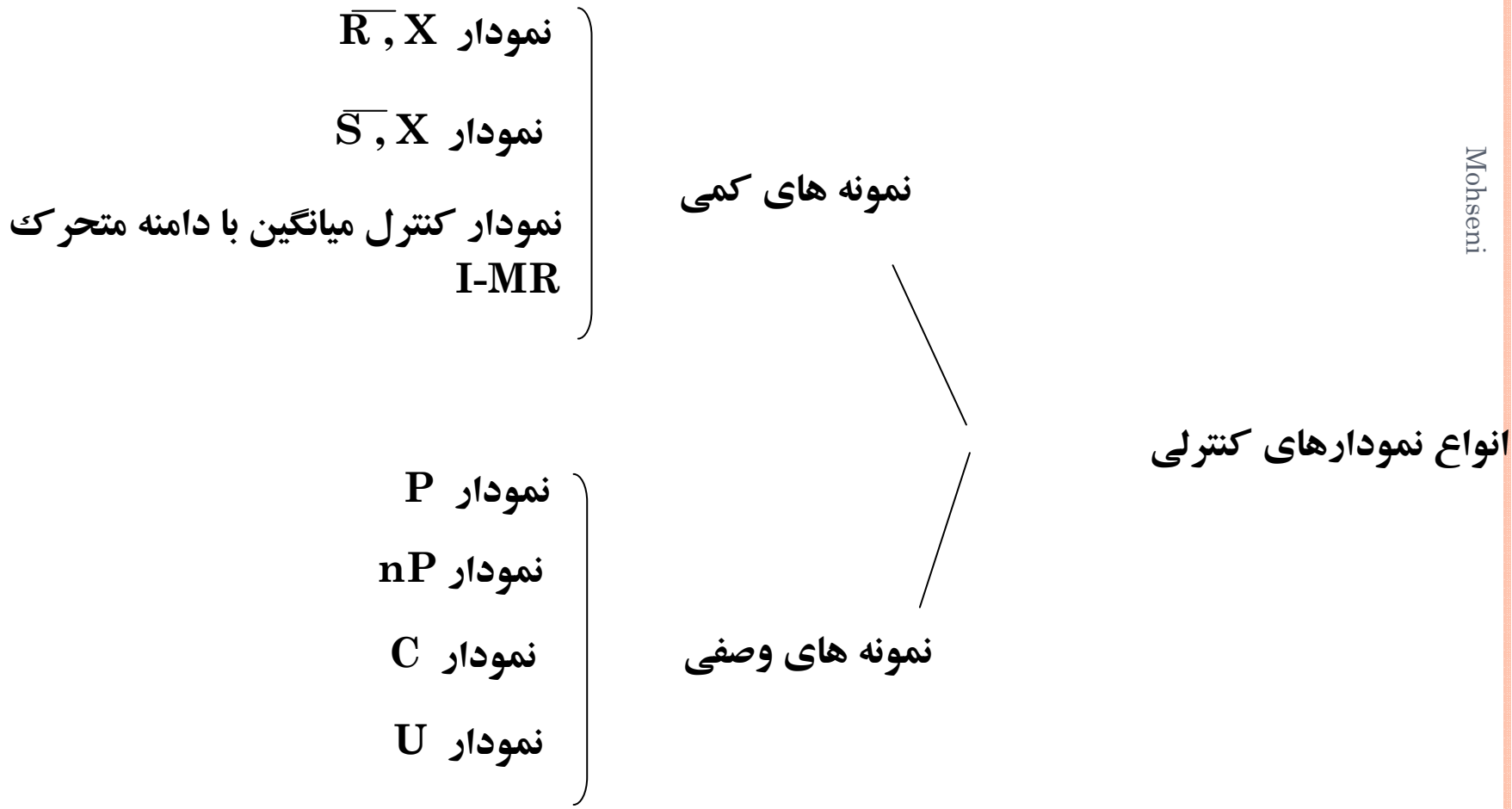
irmgn.ir

هیستوگرام و روند زمانی

کدامیک از این ۲ تامین کننده عملکرد مناسب تری دارد؟



irmgn.ir



Mohseni

irmgn.ir

نمودار کنترلی $\bar{X}$, R

$\bar{X}$: میانگین هر گروه

R : پراکندگی داده ها در هر گروه

$\bar{\bar{X}}$: میانگین کل نمونه ها

$\bar{R}$: میانگین پراکندگی ها

Mohseni

محاسبه حدود کنترلی برای نمودار $\bar{X}$

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$$

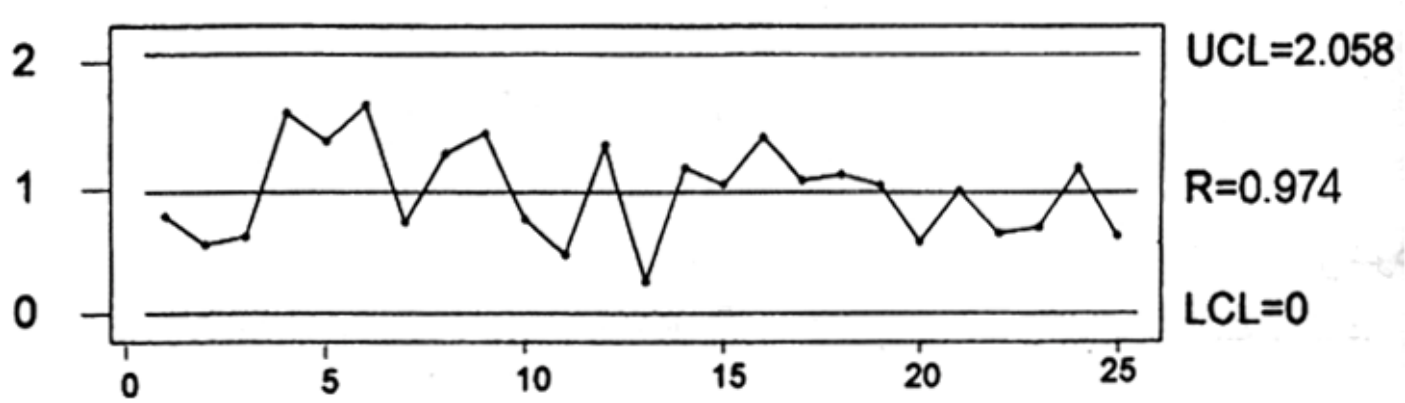
$$CL = \bar{\bar{X}}$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$$

A_2 مقدار ثابتی است که به اندازه نمونه ها بستگی دارد .

irmgn.ir

نمودار $\bar{X}$ و R



محاسبه حدود کنترلی برای نمودار R

$$UCL = D_4\bar{R}$$

$$CL = \bar{R}$$

$$LCL = D_3\bar{R}$$

از $\bar{R}$ برای تخمین انحراف استاندارد S استفاده می شود .

Mohseni

irmgn.ir

شماره نمونه	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	$\overline{X}$	R
۱	۱۲/۲۴۵	۱۱/۴۶۳	۱۱/۹۱۲	۱۱/۹۶۳	۱۲/۲۳۱	۱۱/۹۶۲۸	۰/۷۸۲
۲	۱۱/۷۶۳	۱۲/۲۲۶	۱۲/۱۸۴	۱۱/۷۷۹	۱۲/۴۱۸	۱۱/۹۶۲۸	۰/۵۵۶
۳	۱۲/۲۱۸	۱۱/۹۹۴	۱۱/۹۲۵	۱۲/۲۶۱	۱۱/۶۴۳	۱۲/۰۵۴۱	۰/۶۱۸
۴	۱۲/۱۷۹	۱۲/۰۶۵	۱۲/۸۵۹	۱۲/۴۲۰	۱۱/۲۶۴	۱۲/۰۰۸۲	۱/۵۹۵
۵	۱۱/۴۶۸	۱۱/۹۲۸	۱۱/۴۷۱	۱۲/۴۰۱	۱۰/۹۳۳	۱۲/۱۳۷۴	۱/۴۶۸
۶	۱۱/۷۱۷	۱۲/۴۵۲	۱۱/۹۸۸	۱۱/۵۶۱	۱۳/۲۲۰	۱۲/۱۶۷۶	۱/۵۶۹
۷	۱۲/۰۷۷	۱۱/۴۸۲	۱۲/۱۵۸	۱۲/۲۱۴	۱۱/۹۹۶	۱۱/۹۸۵۴	۰/۷۲۲
۸	۱۲/۱۴۴	۱۱/۰۳۰	۱۲/۴۰۶	۱۱/۵۸۲	۱۱/۵۱۷	۱۱/۷۲۵۶	۱/۲۷۶
۹	۱۱/۶۳۰	۱۲/۱۵۱	۱۱/۹۲۳	۱۱/۶۸۲	۱۳/۰۶۱	۱۲/۰۸۹۴	۱/۳۳۱
۱۰	۱۲/۲۴۲	۱۱/۸۵۵	۱۱/۶۲۸	۱۲/۲۶۹	۱۲/۴۸۶	۱۲/۰۷۶۰	۰/۷۵۸
۱۱	۱۲/۰۹۵	۱۲/۲۷۱	۱۲/۰۵۳	۱۱/۸۵۶	۱۱/۲۹۹	۱۲/۰۱۳۷	۰/۴۷۲
۱۲	۱۲/۹۲۹	۱۲/۵۷۶	۱۱/۵۹۱	۱۱/۷۲۴	۱۲/۰۵۶	۱۲/۱۷۷۱	۱/۲۲۷
۱۳	۱۱/۸۲۳	۱۱/۸۲۶	۱۲/۰۶۱	۱۲/۰۸۰	۱۱/۸۵۵	۱۱/۹۲۹۰	۰/۲۵۸
۱۴	۱۲/۱۵۲	۱۱/۲۱۲	۱۲/۱۲۶	۱۲/۴۷۵	۱۲/۲۱۰	۱۲/۰۵۷۲	۱/۱۶۲
۱۵	۱۱/۹۶۰	۱۱/۷۲۹	۱۲/۰۲۵	۱۲/۲۶۸	۱۲/۷۸۳	۱۲/۱۵۸۸	۱/۰۲۴
۱۶	۱۲/۲۰۵	۱۲/۶۰۲	۱۱/۵۷۶	۱۱/۲۰۵	۱۲/۰۷۰	۱۱/۹۷۱۸	۱/۲۹۸
۱۷	۱۱/۶۷۰	۱۱/۸۶۲	۱۲/۲۱۲	۱۲/۱۹۲	۱۱/۲۲۵	۱۱/۸۵۷۲	۱/۰۶۹
۱۸	۱۱/۲۶۲	۱۲/۲۷۷	۱۱/۲۰۲	۱۲/۲۲۰	۱۱/۷۲۳	۱۱/۸۱۸۸	۱/۱۱۲
۱۹	۱۲/۱۲۰	۱۱/۵۱۷	۱۲/۱۲۲	۱۲/۰۹۰	۱۲/۵۲۷	۱۲/۰۷۹۲	۱/۰۳۰
۲۰	۱۲/۲۰۹	۱۱/۹۲۷	۱۱/۸۳۱	۱۲/۰۵۹	۱۱/۸۷۸	۱۲/۰۲۲۰	۰/۵۷۸
۲۱	۱۱/۹۶۰	۱۲/۱۴۳	۱۱/۸۷۶	۱۱/۶۲۷	۱۱/۱۵۲	۱۱/۷۵۵۹	۰/۹۸۹
۲۲	۱۲/۲۹۰	۱۲/۲۸۹	۱۲/۲۵۰	۱۲/۵۱۲	۱۱/۸۷۰	۱۲/۲۶۲۵	۰/۶۲۲
۲۳	۱۱/۹۲۵	۱۱/۷۲۲	۱۱/۵۷۷	۱۲/۲۷۱	۱۱/۸۸۲	۱۱/۸۷۹۸	۰/۶۹۲
۲۴	۱۲/۱۲۲	۱۲/۶۷۶	۱۱/۷۲۵	۱۲/۰۹۱	۱۱/۲۶۷	۱۲/۰۱۰۲	۱/۱۶۰
۲۵	۱۲/۰۲۷	۱۲/۲۹۷	۱۲/۶۱۶	۱۱/۹۹۲	۱۱/۹۹۵	۱۲/۲۰۵۵	۰/۶۲۲

irmgn.ir

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^{25} R_i}{25} = 0.974$$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^{25} \bar{X}_i}{25} = 12$$

$UCL = D_4\bar{R} = 2.058$

$CL = 0.974$

$LCL = 0$

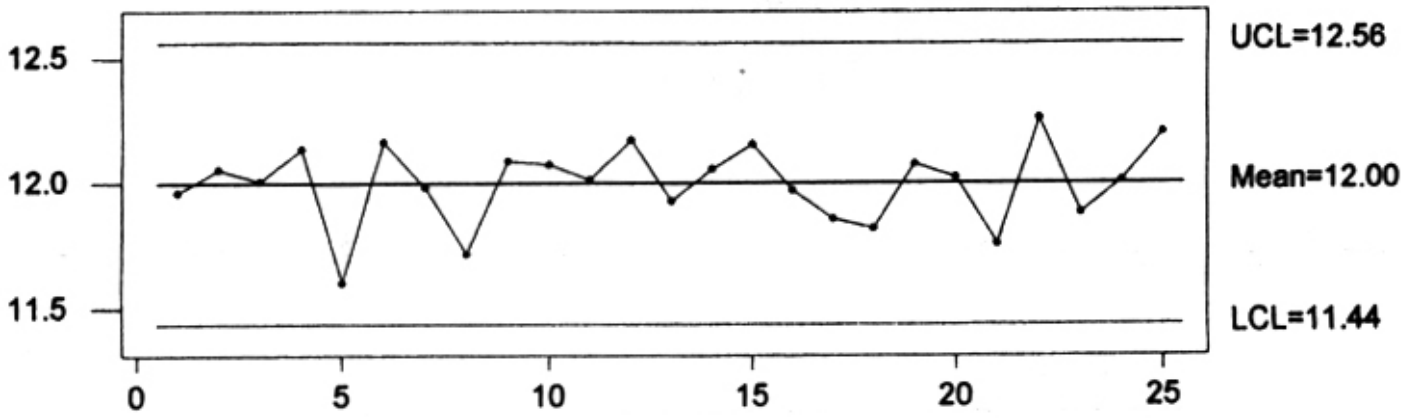
$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R} = 12.556$

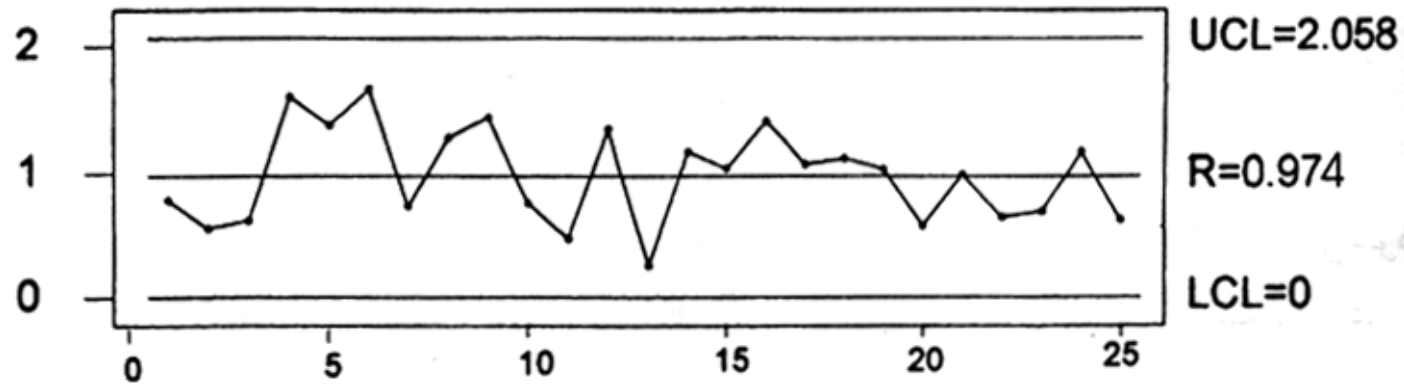
$CL = \bar{\bar{X}} = 12$

$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{S} = 11.44$

Mohseni

irmgn.ir


12.5
12.0
11.5
0
5
10
15
20
25
UCL=12.56
Mean=12.00
LCL=11.44

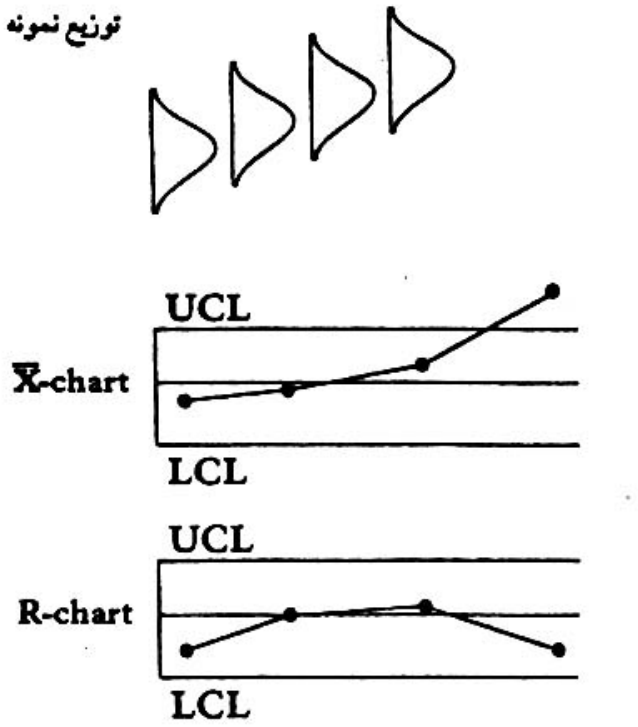

2
1
0
0
5
10
15
20
25
UCL=2.058
R=0.974
LCL=0

irmgn.ir

بروز علت اکتسابی مؤثر بر میانگین

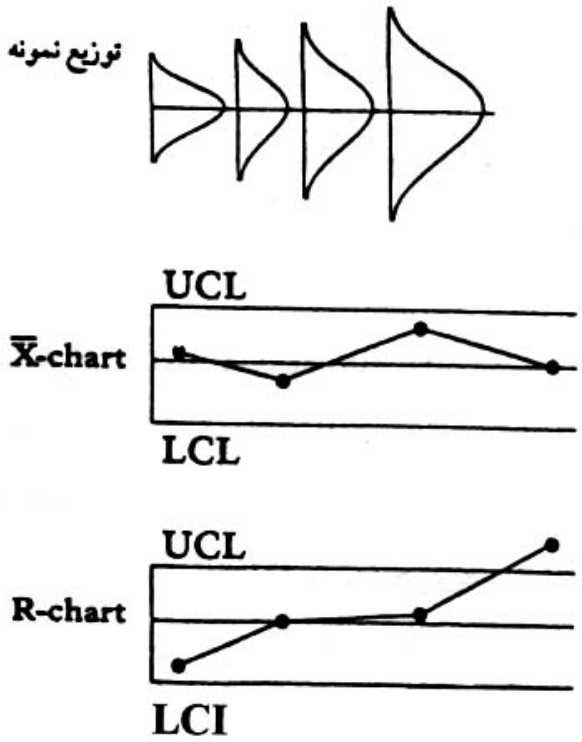
Mohseni

مثلا تغییر تنظیم اولیه دستگاه در نمودار X مشخص شده اما در نمودار R قابل تشخیص نمی باشد .



irmgn.ir

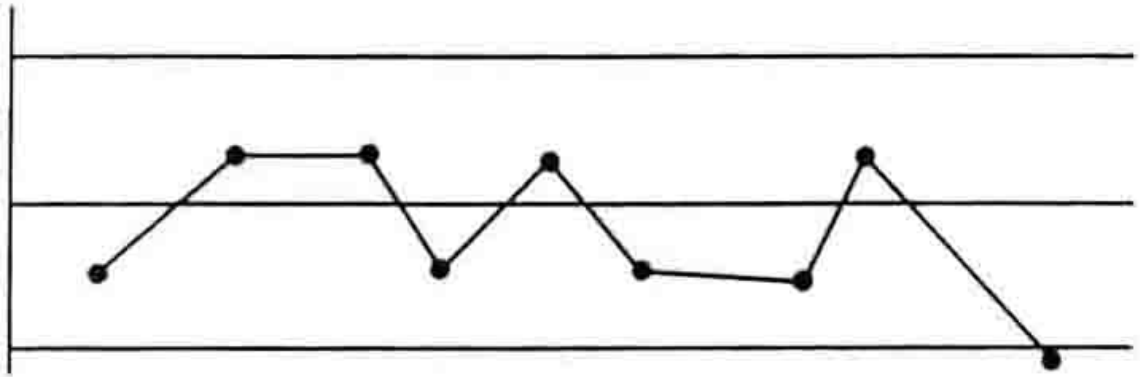
بروز علت اکتسابی مؤثر بر پراکندگی داده ها



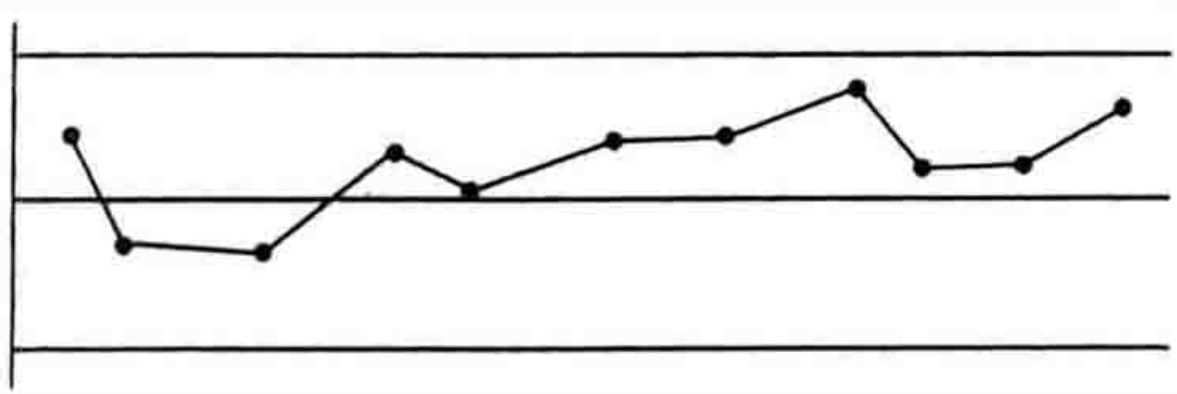
Mohseni

irmgn.ir

۱ – یک نقطه خارج از حدود بالا یا پایین نمودار کنترل :



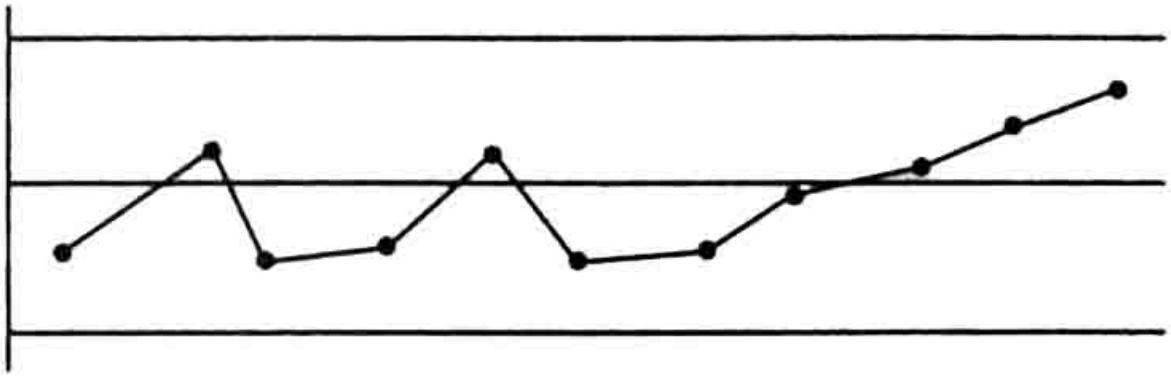
۲ – نه نقطه پشت سرهم در یک طرف خط مرکزی :



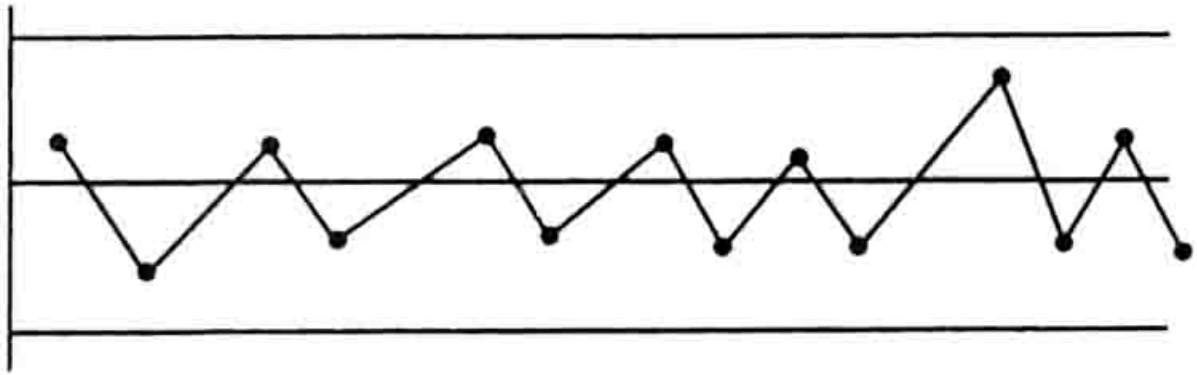
Mohseni

irmgn.ir

۳ – شش نقطه پشت سرهم به صورت صعودی یا نزولی :



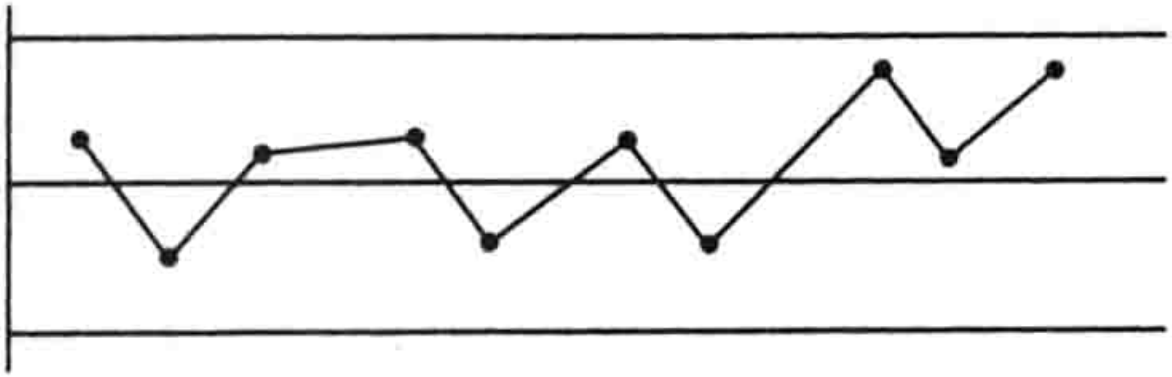
۴ – چهارده نقطه به صورت پشت سرهم یک در میان بالا و پایین :



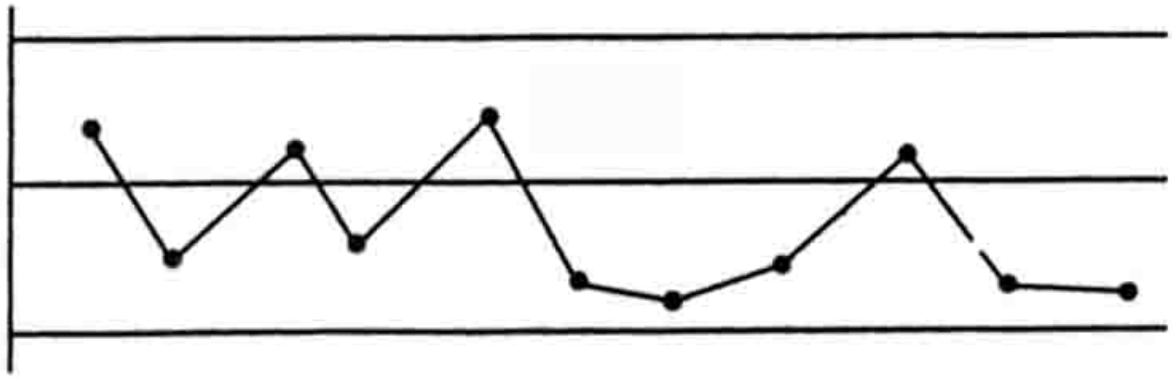
Mohseni

irmgn.ir

۵ – دو نقطه از سه نقطه متوالی در حدود یک سوم انتهایی نمودار کنترل (در یک طرف) :



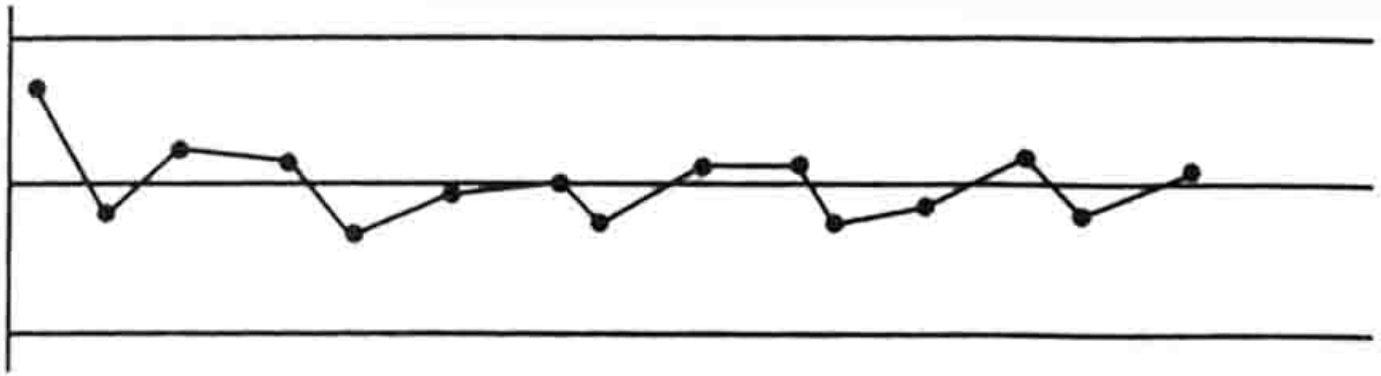
۶ – چهار نقطه از پنج نقطهٔ متوالی در حدود دو سوم انتهایی نمودار کنترل (در یک طرف) :



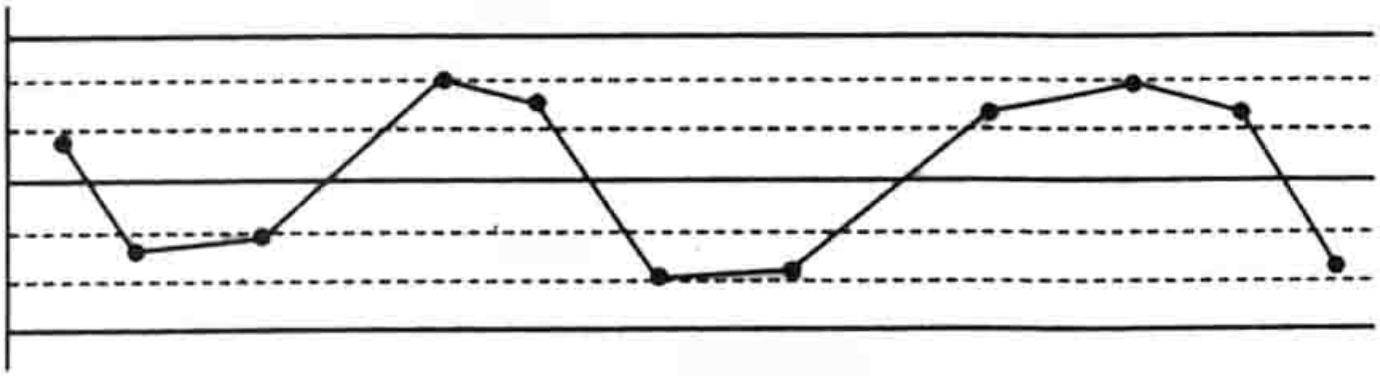
Mohseni

irmgn.ir

۷ – پانزده نقطه پشت سرهم داخل حدود یک سوم از خط مرکزی (در هر دو طرف) :



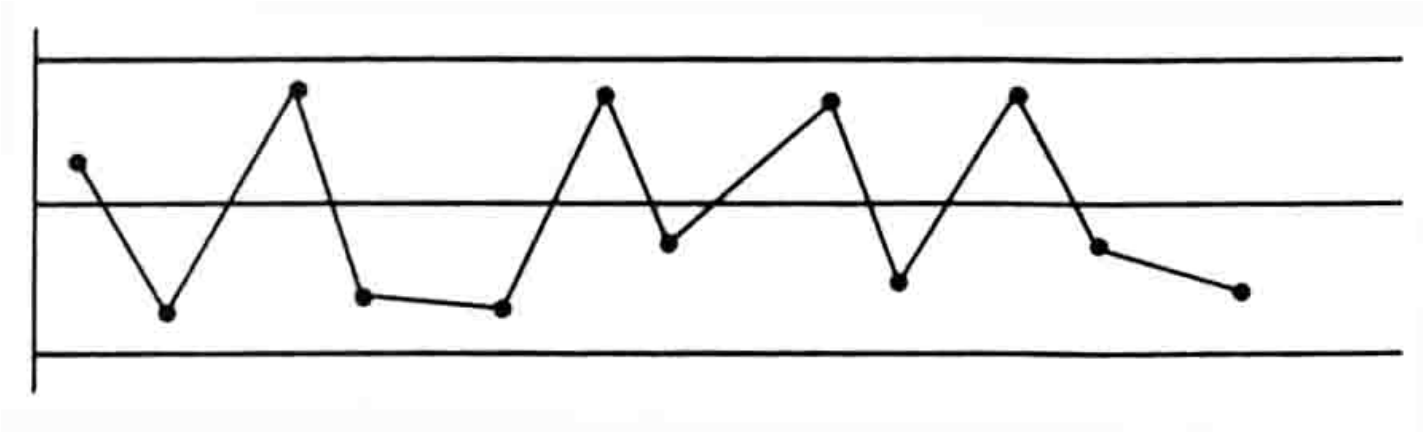
۸ – هشت نقطه پشت سرهم خارج از حدود یک سوم از خط مرکزی (در هر دو طرف) :



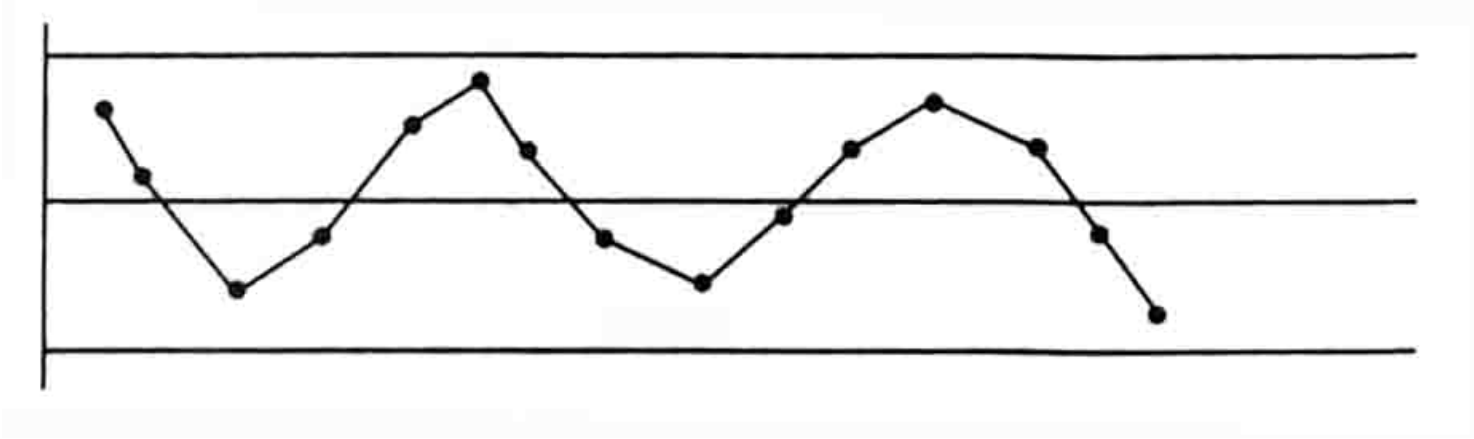
Mohseni

irmgn.ir

۹ – رفتارهای آشفته و غیرتصادفی :



۱۰ – رفتار سیکلی:



با کمک این قوانین می‌توان با مشاهده یک نمودار کنترل، درباره تحت کنترل بودن یا خارج از کنترل‌بودن آن اظهارنظر کرد.

Mohseni

irmgn.ir

نمودار کنترل $\bar{X}$, S

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \left(Xi - \bar{X} \right)^2}{n - 1}}$$

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\bar{S}}{C_4 \sqrt{n}}$$

حدود کنترل نمودار $\bar{X}$

$$UCL = \bar{X} + \bar{A}_3 \bar{S}$$

$$CL = \bar{\bar{X}}$$

$$LCL = \bar{X} - \bar{A}_3 \bar{S}$$

حدود کنترل نمودار S

$$UCL = B_4 \bar{S}$$

$$CL = \bar{S}$$

$$LCL = B_3 \bar{S}$$

Mohseni www.rgseng.com

irmgn.ir

شماره نمونه	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	$\bar{X}$	S
1	12.245	11.463	11.912	11.963	12.231	11.963	0.318
2	11.763	12.226	12.184	11.779	12.318	12.054	0.263
3	12.218	11.994	11.925	12.261	11.643	12.008	0.249
4	12.179	12.065	12.859	12.32	11.264	12.137	0.575
5	11.468	11.928	11.371	12.301	10.933	11.6	0.528
6	11.717	12.352	11.988	11.561	13.22	12.168	0.66
7	12.077	11.482	12.158	12.214	11.996	11.985	0.293
8	12.144	11.03	12.306	11.582	11.517	11.716	0.515
9	11.63	12.151	11.923	11.682	13.061	12.089	0.581
10	12.242	11.855	11.628	12.269	12.386	12.076	0.32
11	12.095	12.271	12.053	11.856	11.799	12.015	0.191
12	12.929	12.576	11.591	11.734	12.056	12.177	0.565
13	11.823	11.826	12.061	12.08	11.855	11.929	0.13
14	12.153	11.312	12.136	12.475	12.21	12.057	0.438
15	11.96	11.749	12.035	12.268	12.783	12.159	0.395
16	12.405	12.604	11.576	11.205	12.07	11.972	0.579
17	11.67	11.864	12.314	12.194	11.245	11.857	0.428
18	11.262	12.377	11.402	12.32	11.733	11.819	0.513
19	12.12	11.517	12.122	12.09	12.547	12.079	0.367
20	12.409	11.937	11.831	12.059	11.878	12.023	0.232
21	11.96	12.143	11.876	11.647	11.154	11.756	0.381
22	12.39	12.289	12.25	12.514	11.87	12.263	0.242
23	11.945	11.722	11.577	12.271	11.884	11.88	0.262
24	12.142	12.626	11.725	12.091	11.467	12.01	0.441
25	12.027	12.397	12.616	11.993	11.995	12.206	0.286

irmgn.ir

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^{25} S_i}{25} = 0.39$$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^{25} X_i}{25} = 12$$

$UCL = B_4\bar{S} = 0.815$

$CL = \bar{S} = 0.39$

$LCL = B_3\bar{S} = 0$

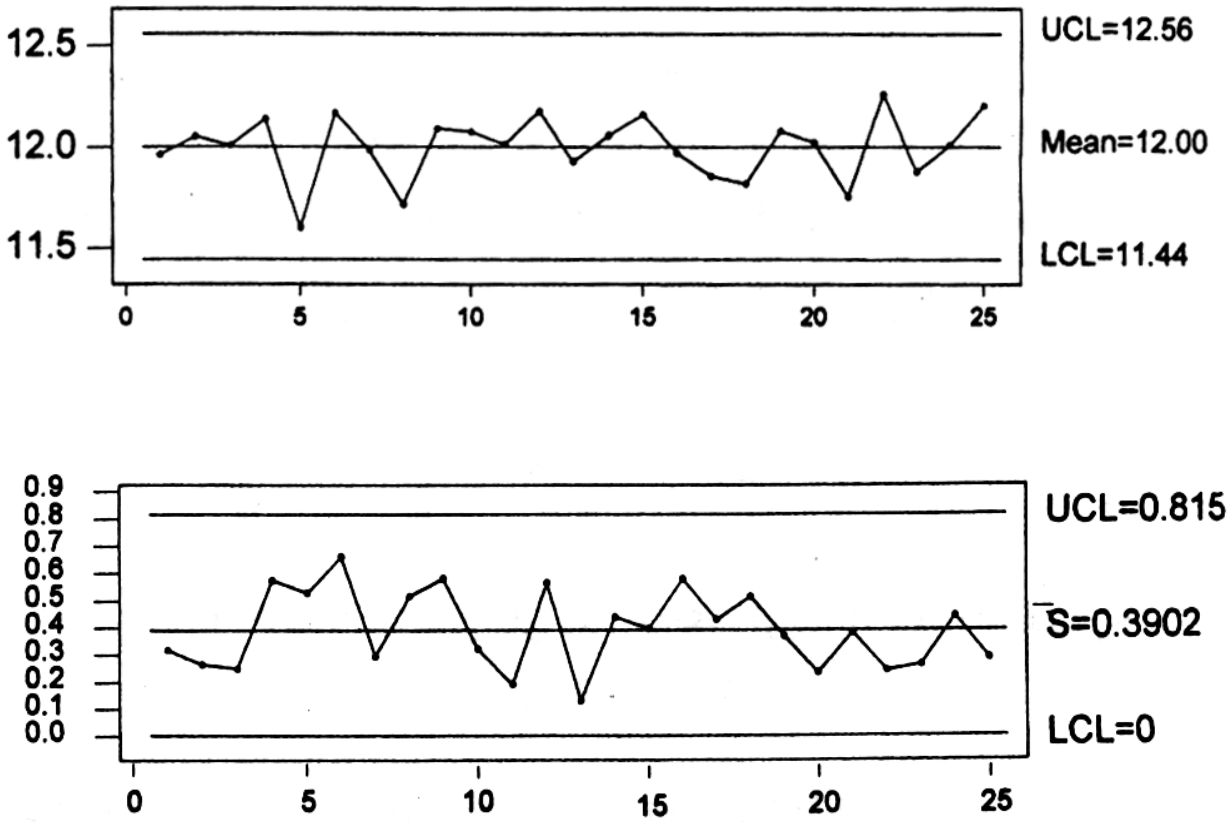
$UCL = \bar{\bar{X}} + A_3\bar{S} = 12.56$

$CL = \bar{\bar{X}} = 12$

$LCL = \bar{\bar{X}} - A_3\bar{S} = 11.44$

Mohseni

irmgn.ir


12.5
12.0
11.5
UCL=12.56
Mean=12.00
LCL=11.44
0
5
10
15
20
25
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
UCL=0.815
S=0.3902
LCL=0
0
5
10
15
20
25

irmgn.ir

نمودار کنترلی برای اندازه گیری های انفرادی I-MR

Mohseni

- اندازه گیری مشخصه مورد نظر بطور خودکار انجام می شود .
- تغییرات مشخصه کیفی مورد نظر در مدت زمان کم محسوس نیست .
- نرخ تولید کم است .
- فرآیند نمونه گیری و یا اندازه گیری بسیار زمان گیر یا پر هزینه است .
- اندازه گیری مخرب می باشد .

irmgn.ir

نمودار کنترلی (I-MR)

$$MR_i = |X_i - X_{i-1}|$$

$$\sigma = \frac{\overline{MR}}{d_2}$$

نمودار MR برای بررسی پراکندگی داده ها

$$UCL = D_4 \overline{MR}$$

$$CL = \overline{MR}$$

$$LCL = D_3 \overline{MR}$$

نمودار I برای بررسی میانگین

$$UCL = \overline{X} + 3\frac{\overline{MR}}{d_2}$$

$$CL = \overline{X}$$

$$LCL = \overline{X} - 3\frac{\overline{MR}}{d_2}$$

Mohseni

irmgn.ir

مثال :

شماره نمونه	ویسکوزیته	MRI
1	13.04	*
2	12.99	0.05
3	13.06	0.07
4	13.01	0.05
5	13.04	0.03
6	12.96	0.08
7	13.13	0.17
8	13.05	0.08
9	13.05	0
10	13	0.05
11	13.02	0.02
12	13.04	0.02
13	13.06	0.02
14	12.94	0.12
15	12.94	0
16	12.98	0.04
17	13.01	0.03
18	12.91	0.1
19	12.89	0.02
20	13	0.11
21	13.09	0.09
22	12.97	0.12
23	12.93	0.04
24	13.02	0.09
25	12.99	0.03

درفرآیند لاک زنی ، قطعات داخل وان لاک غوطه‌ور می شوند .

تغییر غلظت محلول بر روی کیفیت لایه لاک تأثیرگذار است .

هر ساعت ۱ بار ویسکوزیته محلول اندازه گیری م شود .

$$\overline{MR} = \frac{\sum_{i=1}^{24} MR_i}{24} = 0.05958$$

Mahseri
www.rgseng.com

irmgn.ir

به ازاء n=2

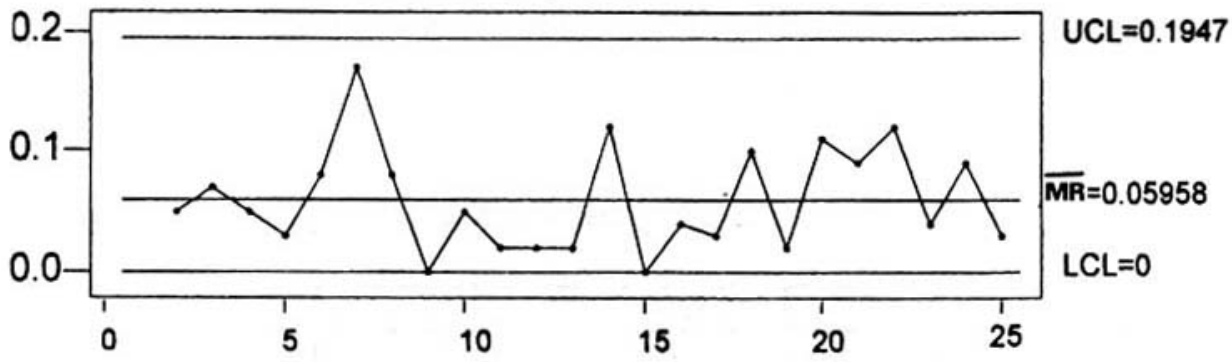
$$UCL_{MR} = 3.267 \times 0.059 = 0.1927$$

$$LCL_{MR} = 0$$

$D_3=0$

$D_4=0.267$

Mohseni www.rgseng.com



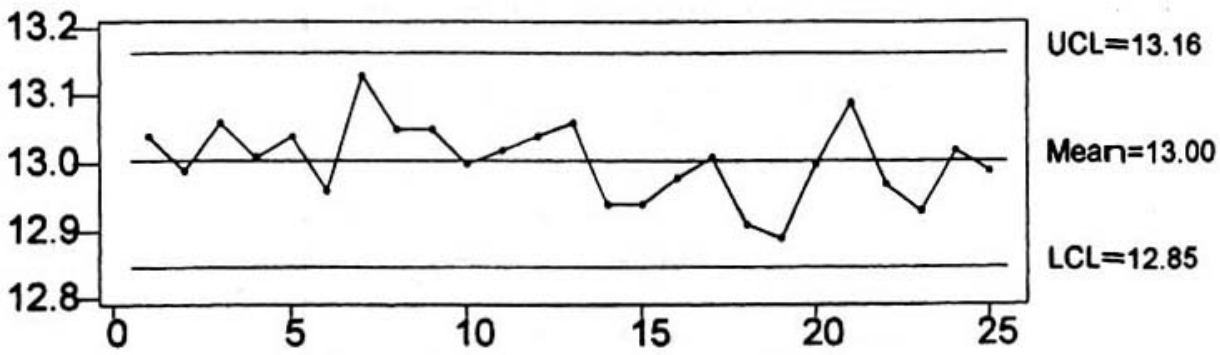
irmgn.ir

با توجه به اینکه نمودار MR تحت کنترل است ، نمودار I بررسی می گردد .

$$CL = \overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{25} X_i}{25} = 13$$

$$UCL = 13 + 3 \times \frac{0.058}{1.128} = 13.16$$

$$LCL = 13 - 3 \times \frac{0.058}{1.128} = 12.84$$



Mohseni www.rgseng.com

irmgn.ir

نمودارهای کنترل ویژگی وصفی

نمودار کنترل نسبت اقلام معیوب – نمودار P

نمودار کنترل تعداد اقلام معیوب – نمودار nP

نمودار کنترل تعداد عیوب – نمودار C

نمودار کنترل تعداد عیوب در واحد – نمودار U

Mohseni www.rgseng.com

irmgn.ir

نمودارهای کنترلی P

$$P_i = \frac{\text{تعداد اقلام معیوب}}{\text{تعداد اقلام تولیدی بازرسی شده}}$$

$$\sigma_{Pi} = \sqrt{\frac{\overline{P}\left(1-\overline{P}\right)}{n}}$$

حدود کنترل نمودار P

$$UCL = \overline{P} + 3\sigma_{Pi}$$

$$CL = \overline{P}$$

$$LCL = \overline{P} - 3\sigma_{Pi}$$

irmgn.ir

شماره نمونه	تعداد قطعات معیوب	P_i
۱	۳۵	۰/۱۷۵
۲	۳۲	۰/۱۶۵
۳	۳۳	۰/۱۶۵
۴	۳۳	۰/۱۶۵
۵	۳۱	۰/۱۵۵
۶	۳۴	۰/۱۷۵
۷	۳۲	۰/۱۶۵
۸	۲۸	۰/۱۴۵
۹	۳۲	۰/۱۶۵
۱۰	۲۴	۰/۱۲۵

شماره نمونه	تعداد قطعات معیوب	P_i
۱۱	۳۰	۰/۱۵۵
۱۲	۲۷	۰/۱۳۵
۱۳	۵۵	۰/۲۷۵
۱۴	۳۶	۰/۱۸۵
۱۵	۵۲	۰/۲۶۵
۱۶	۲۷	۰/۱۳۵
۱۷	۳۶	۰/۱۸۵
۱۸	۱۹	۰/۰۹۵
۱۹	۲۴	۰/۱۲۵
۲۰	۳۱	۰/۱۵۵
۲۱	۲۳	۰/۱۱۵
۲۲	۱۹	۰/۰۹۵
۲۳	۳۲	۰/۱۶۵
۲۴	۲۱	۰/۱۰۵
۲۵	۳۷	۰/۱۸۵

irmgn.ir

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^{25} P_i}{25} = 0.1566$$

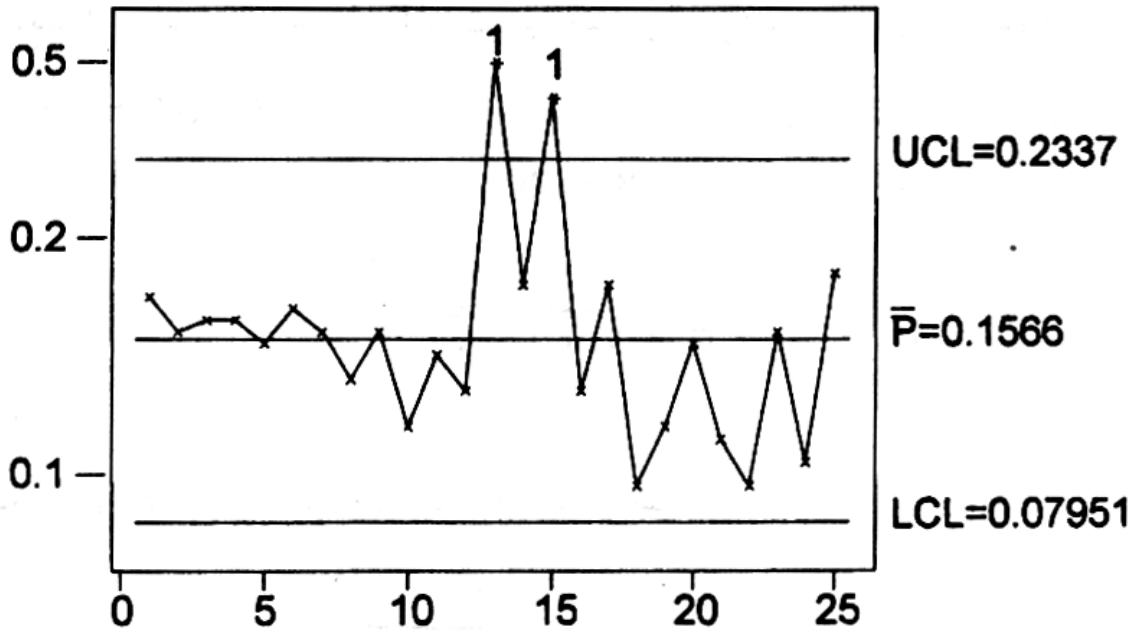
$$UCL = \bar{P} + 3\sqrt{\frac{n\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} = 0.2337$$

$$CL = \bar{P} = 0.1566$$

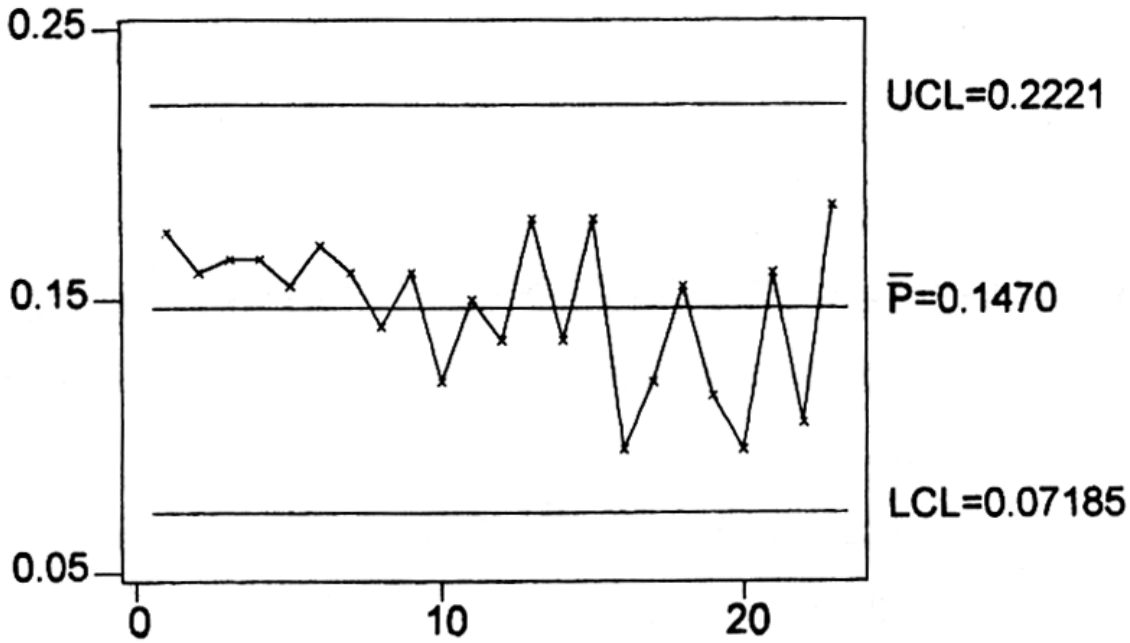
$$LCL = \bar{P} - 3\sqrt{\frac{n\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} = 0.07951$$

Mohseni

irmgn.ir



irmgn.ir



Mohseni

irmgn.ir

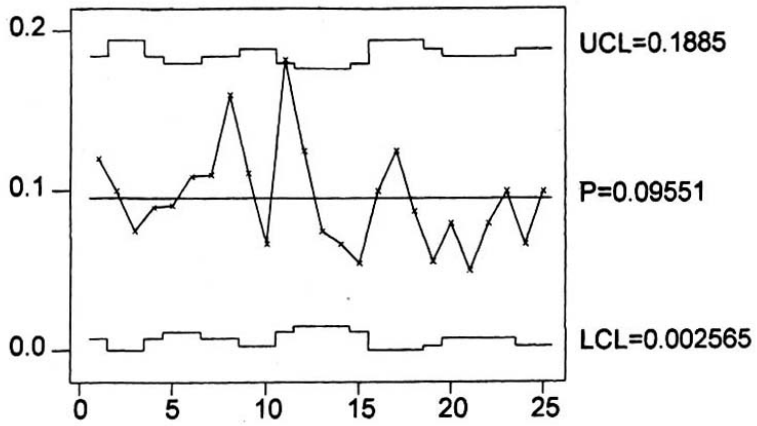
نمودار P برای اندازه نمونه های متغیر

حدود کنترل

$$\overline{P} \pm 3\sqrt{\frac{\overline{P}\left(1-\overline{P}\right)}{ni}}$$

شماره نمونه	ni - تعداد نمونه	Di - تعداد خرابی	Pi=Di/ni	S_i	LCL_i	UCL_i
1	100	12	0.12	0.029	0.008	0.184
2	80	8	0.1	0.033	0	0.195
3	80	6	0.075	0.033	0	0.195
4	100	9	0.09	0.029	0.008	0.184
5	110	10	0.091	0.028	0.012	0.18
6	110	12	0.109	0.028	0.012	0.18
7	100	11	0.11	0.029	0.008	0.184
8	100	16	0.16	0.029	0.008	0.184
9	90	10	0.111	0.031	0.003	0.189
10	90	6	0.067	0.031	0.003	0.189
11	110	20	0.182	0.028	0.012	0.18
12	120	15	0.125	0.027	0.015	0.177
13	120	9	0.075	0.027	0.015	0.177
14	120	8	0.067	0.027	0.015	0.177
15	110	6	0.055	0.028	0.012	0.18
16	80	8	0.1	0.033	0	0.195
17	80	10	0.125	0.033	0	0.195
18	80	7	0.087	0.033	0	0.195
19	90	5	0.056	0.031	0.003	0.189
20	100	8	0.08	0.029	0.008	0.184
21	100	5	0.05	0.029	0.008	0.184
22	100	8	0.08	0.029	0.008	0.184
23	100	10	0.1	0.029	0.008	0.184
24	90	6	0.067	0.031	0.003	0.189
25	90	9	0.1	0.031	0.003	0.189

$\sum_{i=1}^{25} n_i = 2450$ $\sum_{i=1}^{25} D_i = 234$ $\overline{P} = 0.096$



Mohseni www.rgseng.com

irmgn.ir

نمودار کنترل برای تعداد اقلام معیوب ـ نمودار nP

Mohseni

$$\mu = n\overline{P}$$

$$\sigma = \sqrt{n\overline{P}\left(1-\overline{P}\right)}$$

حدود کنترل نمودار nP

$$UCL = n\overline{P} + 3\sqrt{n\overline{P}\left(1-\overline{P}\right)}$$

$$CL = n\overline{P}$$

$$LCL = n\overline{P} - 3\sqrt{n\overline{P}\left(1-\overline{P}\right)}$$

irmgn.ir

نمودار کنترل تعداد نقص ها (C , U)

مبنای این نمودارها تعداد عیوب یا نواقص مشاهده شده است.

عیب یا نقص می تواند منجر به مردود شدن یک قطعه شده و یا ممکن است.

یک قطعه با وجود چندین نقص تأیید گردد.

Mohseni www.rgseng.com

irmgn.ir

نمودار کنترلی C

شماره نمونه	تعداد نمونه	تعداد نقص‌ها Ci	شماره نمونه	تعداد نمونه	تعداد نقص‌ها Ci
۱	۵	۱۷	۱۴	۵	۱۷
۲	۵	۱۷	۱۵	۵	۱۷
۳	۵	۱۳	۱۶	۵	۱۲
۴	۵	۱۶	۱۷	۵	۲۲
۵	۵	۱۵	۱۸	۵	۲۵
۶	۵	۲۸	۱۹	۵	۸
۷	۵	۱۱	۲۰	۵	۱۹
۸	۵	۱۷	۲۱	۵	۸
۹	۵	۱۷	۲۲	۵	۲۰
۱۰	۵	۱۹	۲۳	۵	۲۲
۱۱	۵	۲۰	۲۴	۵	۷
۱۲	۵	۱۹	۲۵	۵	۱۷
۱۳	۵	۱۵			

تعداد نقص ها در

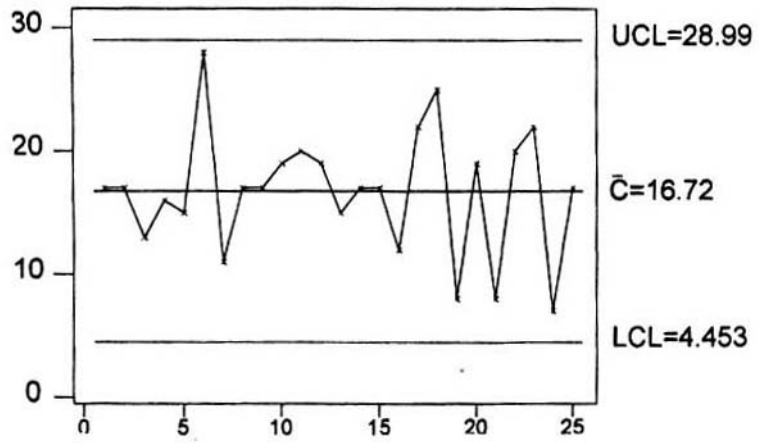
تعداد مشخصی از محصول

$$UCL = \overline{C} + 3\sqrt{\overline{C}}$$

$$CL = \overline{C}$$

$$LCL = \overline{C} - 3\sqrt{\overline{C}}$$

حدود کنترلی نمودار C



Mohseni www.rgseng.com

irmgn.ir

نمود ار کنترل U

تعداد نقص ها در واحد محصول

معمولا در حالیکه تعداد نمونه ها در نمونه گیری های مختلف یکسان نباشد استفاده می شود .

$$U_i = \frac{C_i}{n}$$

$$\overline{U} = \frac{\sum_{i=1}^{m} ui}{m}$$

حدود کنترلی

$$UCL = \overline{U} + 3\sqrt{\frac{\overline{U}}{n}}$$

$$CL = \overline{U}$$

$$LCL = \overline{U} - 3\sqrt{\frac{\overline{U}}{n}}$$

Mohseni www.rgseng.com

irmgn.ir

نمودارهای کنترل ویژه

Mohseni

نمودارهای کنترلی برای تولیدات کوتاه مدت

نمودارهای پیش کنترلی

irmgn.ir

نمودارهای کنترلی برای تولیدات کوتاه مدت

Mohseni

نمودار کنترل ($\overline{X}$, R) برای تولیدات با انحراف معیار یکسان

نمودار کنترل ($\overline{X}$, R) برای تولیدات با انحراف معیار غیر یکسان

نمودار کنترل (I , MR) برای تولیدات با انحراف معیار یکسان

نمودار کنترل (I , MR) برای تولیدات با انحراف معیار غیر یکسان

نمودار کنترل وصفی برای تولیدات کوتاه مدت

irmgn.ir

نمودارهای کنترلی ($\overline{X}$, R) برای تولیدات با انحراف معیار یکسان

$$X_{ij} = N_i - M_i$$

N_i= اندازه اسمی نقشه

M_i= اندازه نمونه

محاسبات حدود کنترل با استفاده از مقادیر X_{ij} صورت می گیرد .

Mohseni

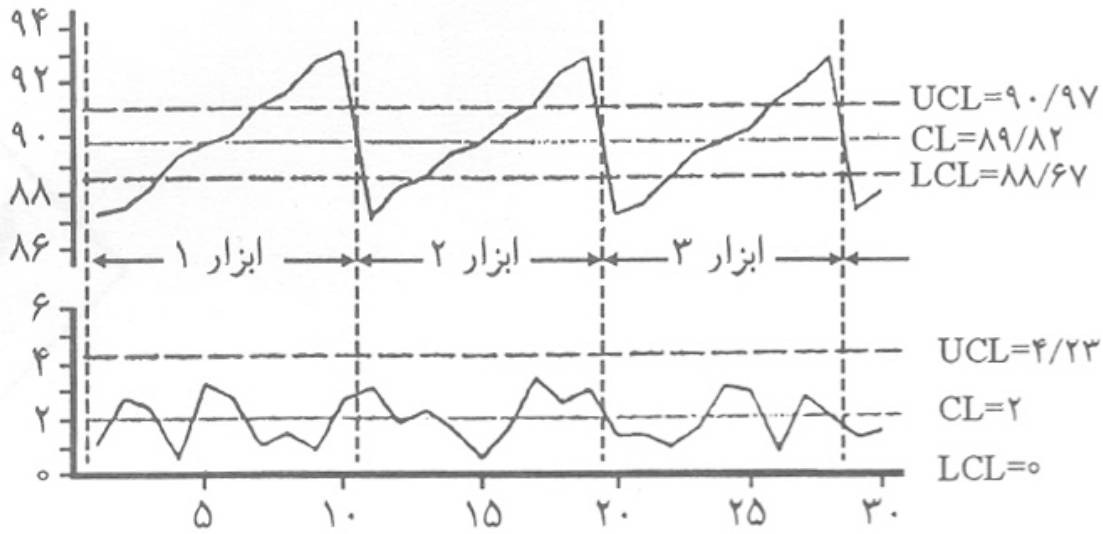
irmgn.ir

مقادیر اندازه گیری شده قطعات A ,B ,C و D

شماره زیرگروه	شماره قطعه	مقادیر اندازه گیری شده					اختلاف از اندازه اسمی نقشه					$\bar{X}$	R
		M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5		
۱	A	۵۰	۵۱	۵۲	۵۰	۵۲	۰	۱	۲	۰	۲	۱	۱
۲	A	۴۹	۵۰	۵۱	۴۹	۵۱	−۱	۰	۱	−۱	۱	۰	۲
۳	A	۴۸	۴۹	۵۲	۵۱	۵۰	−۲	−۱	۲	۱	۰	۰	۴
۴	A	۴۹	۵۳	۵۱	۵۱	۴۹	−۱	۳	۱	۱	−۱	۰/۶	۴
۵	A	۵۱	۵۰	۴۸	۴۹	۵۱	۱	۰	−۲	−۱	۱	−۰/۲	۳
۶	A	۴۹	۴۹	۵۰	۵۱	۵۰	−۱	−۱	۰	۱	۰	−۰/۲	۲
۷	B	۲۴	۲۷	۲۴	۲۶	۲۵	−۱	۲	۱	۱	۰	۰/۶	۳
۸	B	۲۵	۲۷	۲۴	۲۶	۲۵	۰	۲	−۱	۱	۰	۰/۴	۳
۹	B	۲۷	۲۶	۲۳	۲۵	۲۵	۲	۱	−۲	۰	۰	۰/۲	۴
۱۰	B	۲۵	۲۴	۲۳	۲۶	۲۴	۰	−۱	−۲	۱	−۱	−۰/۶	۳
۱۱	B	۲۴	۲۵	۲۵	۲۶	۲۶	−۱	۰	۰	۱	۱	۰/۲	۲
۱۲	B	۲۶	۲۴	۲۵	۲۴	۲۵	۱	−۱	۰	−۱	۰	−۰/۲	۲
۱۳	C	۱۴	۱۳	۱۵	۱۵	۱۴	−۱	−۲	۰	۰	−۱	−۰/۸	۱
۱۴	C	۱۵	۱۶	۱۷	۱۴	۱۵	۰	۱	۲	−۱	۰	۰/۴	۳
۱۵	C	۱۵	۱۵	۱۴	۱۶	۱۶	۰	۰	−۱	۱	۱	۰/۲	۲
۱۶	C	۱۶	۱۴	۱۶	۱۵	۱۴	۱	−۱	۱	۰	−۱	۰	۲
۱۷	C	۱۴	۱۶	۱۵	۱۴	۱۵	−۱	۱	۰	−۱	۰	−۰/۲	۲
۱۸	C	۱۴	۱۳	۱۵	۱۵	۱۴	−۱	−۲	۰	۰	−۱	−۰/۸	۱
۱۹	C	۱۶	۱۵	۱۵	۱۷	۱۶	۱	۰	۰	۲	۱	۰/۸	۱
۲۰	D	۴۱	۴۰	۳۹	۳۸	۴۱	۱	۰	−۱	−۲	۱	−۰/۲	۳
۲۱	D	۴۲	۳۹	۴۰	۴۱	۴۲	۲	−۱	۰	۱	۲	۰/۸	۳
۲۲	D	۴۱	۴۲	۴۰	۴۰	۳۹	۱	۲	۰	۰	−۱	۰/۴	۳
۲۳	D	۳۹	۴۰	۳۹	۴۱	۳۸	−۱	۰	−۱	۱	−۲	−۰/۶	۳
۲۴	D	۴۰	۴۱	۳۹	۴۱	۴۰	۰	۱	−۱	۱	۰	۰/۲	۲
۲۵	D	۴۱	۴۰	۳۹	۴۱	۴۰	۱	۰	−۱	۱	۰	۰/۲	۲

Mohseni

irmgn.ir



شکل ٦-٢: نمودارهای کنترل معمول زمانیکه در فرایند تولید فرسایش ابزار وجود دارد.

Mohseni

irmgn.ir

پیاده سازی کنترل آماری فرآیند

Mohseni

مرحله اول ـ بستر سازی اجرای پروژه

- **توجیه مدیریت**
- **تشکیل کمیته راهبری**
- **آموزش**
- **تدوین رویه کنترل آماری فرآیند**

irmgn.ir

مرحله دوم ـ اجرای SPC

- تشکیل تیم اجرائی SPC
- انتخاب فرآیند
- ایجاد شاخص بهره وری
- بررسی و بهبود اولیه فرآیند
- طراحی نمودار کنترلی مبنا
- اجرای کنترل آماری فرآیند

Mohseni