



به نام خدا

پروژه‌ی درس کنترل کیفیت

نام استاد: دکتر مجید رفیعی

نام دانشجو: مهرداد مردی

شماره دانشجویی: ۹۶۱۰۴۵۶۸

گروه ۳

زمستان ۹۹

## فهرست

۳	مقدمه
۴	سوال ۱
۴	الف
۷	ب
۹	ج
۱۱	د
۱۵	ه
۱۶	ز
۱۹	سوال ۲
۱۹	الف
۲۲	ب
۲۴	ج
۲۶	د
۲۹	ه

## مقدمه

در این نوشتار به توضیح ۲ سوال مربوط به گروه ۳ پروژه‌ی درس کنترل کیفیت پرداخته‌ام؛ نتایج، همگی با استفاده از نرم افزار مینیتب به دست آمده‌است که در کنار این نوشتار، قرار داده شده و ارسال شده است، همچنین از زحمات دستیار پروژه‌ی درس، جناب آقای باخدا تشکر می‌نمایم.

## سوال ۱

الف

ابتدا داده‌های مربوطه را در نرم افزار مینیتب وارد میکنیم (از آنجا که در قسمت ج، زیرگروه منطقی بودن با اندازه نمونه ۴ مطرح شد، در الف وب داده‌ها را به صورت انفرادی و بدون زیرگروه (زیرگروه با سایز ۱) در نظر گرفتیم، در واقع انگار اینها تعدادی داده هستند که میخواهیم تصادفی بودنشان را آزمایش کنیم و توزیعشان را بفهمیم، البته در صورتی که مانند قسمت ج، آن‌ها را به صورت زیرگروه نیز در نظر بگیریم، در نهایت نتایج الف و ب، تغییری نخواهد کرد)

↓	C1	C2
1	18.62398	
2	19.13936	
3	22.55143	
4	19.65772	
5	9.60252	
6	8.78471	
7	18.99776	
8	4.48599	
9	8.23726	
10	18.95312	
11	15.15553	
12	6.01410	
13	14.26964	
14	14.61870	
15	17.12452	
16	3.89793	
17	18.08068	
18	20.49826	
19	2.46451	
20	13.83895	
21	21.69445	
22	4.80958	
23	0.00123	
24	4.11462	
25	14.62583	

Stat&gt;quality tools&gt;individual distribution and identification

داده‌ها را وارد کرده و نتیجه زیر حاصل می‌شود:

**Goodness of Fit Test**

Distribution	AD	P	LRT P
Normal	2.093	<0.005	
Box-Cox Transformation	2.093	<0.005	
Lognormal	8.805	<0.005	
3-Parameter Lognormal	2.142	*	0.000
Exponential	8.740	<0.003	
2-Parameter Exponential	8.926	<0.010	1.000
Weibull	3.247	<0.010	
3-Parameter Weibull	1.976	<0.005	0.000
Smallest Extreme Value	1.848	<0.010	
Largest Extreme Value	2.652	<0.010	
Gamma	4.442	<0.005	
3-Parameter Gamma	2.660	*	0.000
Logistic	2.167	<0.005	
Loglogistic	4.335	<0.005	
3-Parameter Loglogistic	2.177	*	0.000
Johnson Transformation	0.324	0.520	

می‌دانیم بهترین توزیع، دارای بیشترین  $P$  و کمترین  $AD$  است، همچنین دو تبدیل باکس کاکس و جانسون را در نظر نمیگیریم، بنابراین بهترین توزیع `smallest extreme values` می‌باشد.

ابتدا داده‌ها را به صورت یک ستونه و بدون در نظر گرفتن زیرگروه‌های منطقی وارد می‌کنیم.

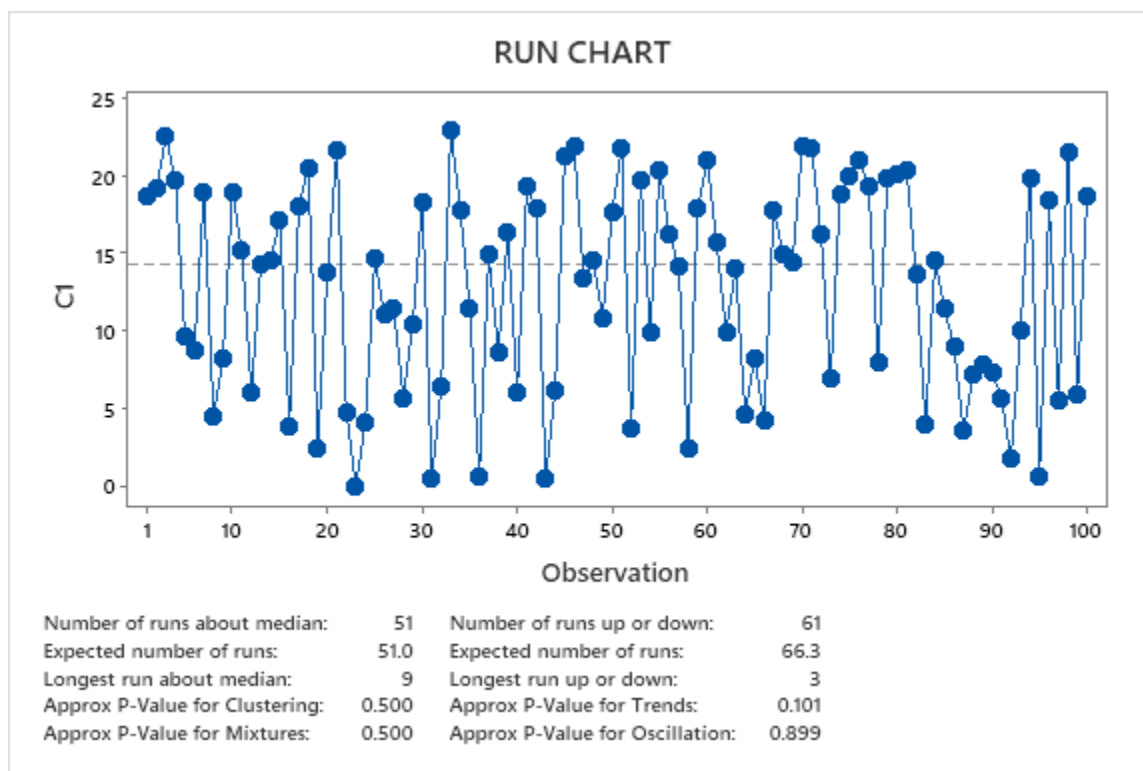
در تصویر زیر بخشی از این ۱۰۰ داده که وارد شده است را مشاهده میکنید.

↓	C1	C2
1	18.62398	
2	19.13936	
3	22.55143	
4	19.65772	
5	9.60252	
6	8.78471	
7	18.99776	
8	4.48599	
9	8.23726	
10	18.95312	
11	15.15553	
12	6.01410	
13	14.26964	
14	14.61870	
15	17.12452	
16	3.89793	
17	18.08068	
18	20.49826	
19	2.46451	
20	13.83895	
21	21.69445	
22	4.80958	
23	0.00123	
24	4.11462	
25	14.62583	

سپس، برای بررسی تصادفی بودن داده‌ها از همان قسمت،

Stat>quality tools>run chart

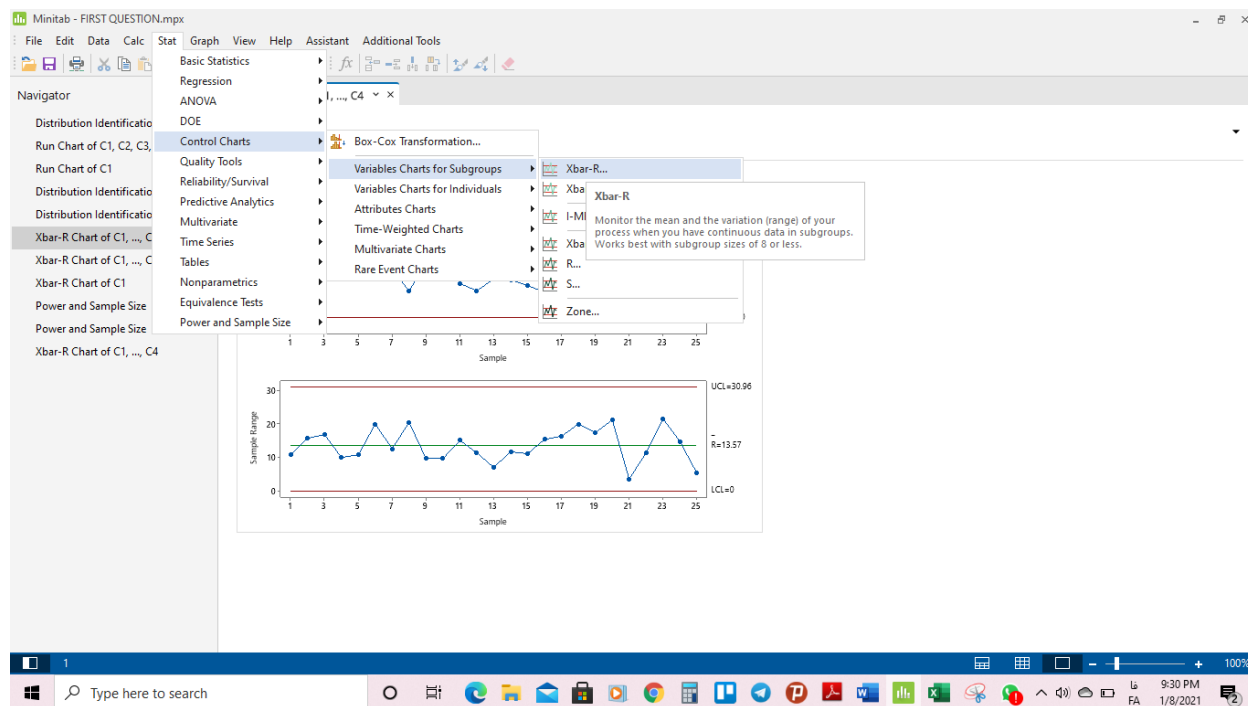
را انتخاب نموده و خروجی زیر حاصل می‌گردد:



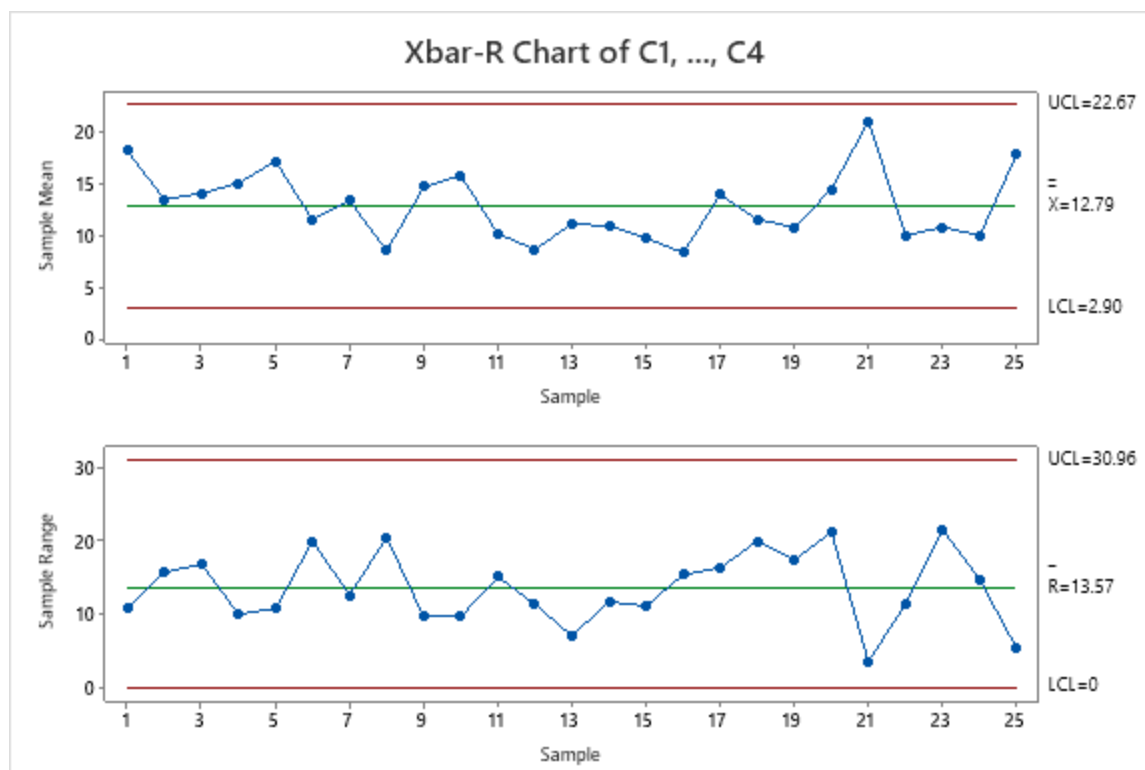
اگر سطح معناداری را ۰.۰۵ در نظر بگیریم، همانطور که می‌بینید چهار  $p\_value$  مربوطه بزرگتر از ۰.۰۵ هستند و به همین دلیل تصادفی بودن داده‌ها را نمی‌توانیم رد کنیم و می‌پذیریم.



برای این سوال، از قسمت زیر نمودار مورد نظر را انتخاب می‌کنیم:



پس از اجرای آن به نتیجه زیر می‌رسیم:



همانطور که می‌بینیم، داده‌ها روندی ندارند و همچنین داده‌ای خارج از حدود کنترلی وجود ندارد، بنابراین داده‌ها تحت کنترل هستند و حدود کنترلی مطابق با جدول، به دست می‌آید.

در تب مربوط به رسم نمودار  $\bar{X}$ -R در قسمت  $\bar{X}$ -R options در قسمت tests به صفحه زیر می‌رویم:

Xbar-R Chart: Options

Parameters | Estimate | Limits | Tests | Stages | Box-Cox | Display | Storage

Perform all tests for special causes

1 point > K standard deviations from center line

K points in a row on same side of center line

K points in a row, all increasing or all decreasing

K points in a row, alternating up and down

K out of K+1 points > 2 standard deviations from center line (same side)

K out of K+1 points > 1 standard deviation from center line (same side)

K points in a row within 1 standard deviation of center line (either side)

K points in a row > 1 standard deviation from center line (either side)

Help OK Cancel

همه آنها را فعال نموده و در قسمت storage تیک نمایش نتایج تست‌ها و میانگین و واریانس را مانند زیر می‌زنیم:

Xbar-R Chart: Options

Parameters | Estimate | Limits | Tests | Stages | Box-Cox | Display | Storage

Store these estimates for each chart

☒ Means

☒ Standard deviations

Store these values for each point

☐ Point plotted ☐ Subgroup size

☐ Center line value ☒ Test results

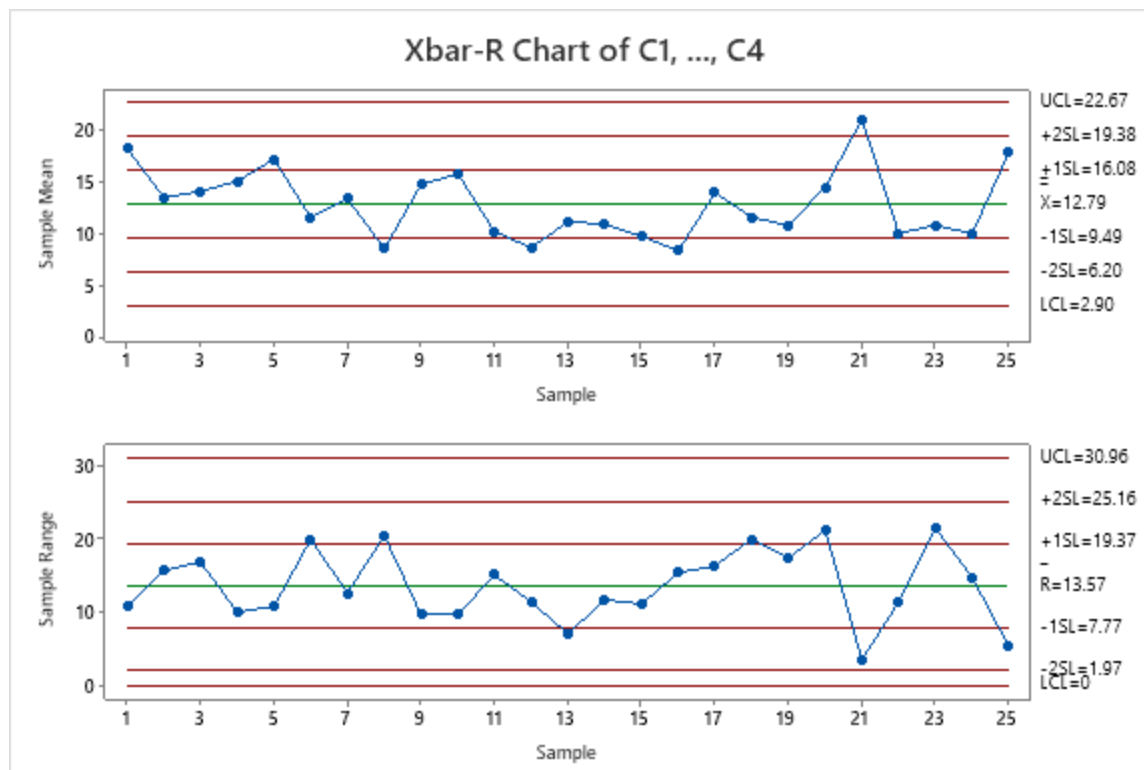
☐ Control limit values

☐ Stage

Help OK Cancel

و در نهایت به نتیجه زیر خواهیم رسید:

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
MEAN	STDE	MEAN_1	STDE_1	TRES	TRES_1	TRES_2	TRES_3	TRES_4	TRES_5	TRES_6	TRES_7	TRES_8	TRES_9	TRES_10	TRES_11				
18.6240	11.0763	21.8054	20.9660	12.7859	6.58943	12.7859	6.58943	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19.1394	11.4607	3.7121	19.3694					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22.5514	5.6966	19.7559	7.9757					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19.6577	10.4828	9.9084	19.9045					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.6025	18.3539	20.3694	20.0555					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.7847	0.4495	16.2711	20.3749					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.9978	6.3990	14.1971	13.6451					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.4860	22.9343	2.4758	3.9981					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.2373	17.8308	17.8648	14.5633					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.9531	11.4044	21.0491	11.4167					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.1555	0.6158	15.6886	9.0095					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.0141	14.8829	9.9648	3.5299					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.2696	8.6691	14.0900	7.2377					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.6187	16.3168	4.6245	7.8721					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.1245	6.0173	8.2901	7.3495					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.8979	19.2725	4.2291	5.6771					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.0807	17.8890	17.8097	1.7557					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20.4983	0.5278	14.9515	10.0057					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.4645	6.2211	14.4519	19.8452					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13.8390	21.2260	21.8553	0.6665					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.6944	21.9026	21.8248	18.3753					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.8096	13.3556	16.1928	5.4654					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0012	14.5466	6.8839	21.5070					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.1146	10.8585	18.8254	5.9643					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.6258	17.7051	19.9358	18.6982					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



همانطور که می‌بینید با وجود اجرای همه قوانین حساس‌سازی، همچنان هیچ یک از داده‌ها خارج از کنترل نیست و همچنان همه‌ی داده‌ها تحت کنترل می‌باشند.

حال به بررسی و تفسیر هر یک از قوانین می‌پردازیم:

☒ 1 point > K standard deviations from center line 3

قانون اول یعنی اگر داده‌ای خارج از حد ۳ انحراف معیار افتاد، آن را خارج از کنترل اعلام کنید، در واقع این قانون قانون پیشفرضی است که همواره استفاده می‌کنیم، حدود ۳ انحراف معیار، همان حدودی هستند که به عنوان حدود کنترلی محاسبه شدند و همانطور که دیدیم، همه داده‌ها در حدود کنترلی بودند، البته همانگونه که مشخص است می‌توانیم این قانون را با تغییر حدود عوض کنیم، مثلاً ۲ انحراف معیار و غیره، که در اینجا ما همان ۳ در نظر گرفتیم.

قوانین بعدی مربوط به تشخیص روند در داده‌ها هستند و همانطور که گفته شد بنابر نظر مهندسين اعدادی که در سمت راست نوشته می‌شوند می‌تواند تغییر کند:

- این قانون اشاره میکند که اگر ۹ عدد پشت سر هم، در یک طرف خط وسط، بالا یا پایین افتادند، تشخیص خارج از کنترل بودن بدهد.

☐ K points in a row on same side of center line 9

- این قانون می‌گوید اگر ۶ عدد پشت سر هم، همگی یا صعودی یا نزولی بودند تشخیص خارج از کنترل داده می‌شود.

☐ K points in a row, all increasing or all decreasing 6

- در قانون بعد، اگر ۱۴ نقطه متوالی به حالت سینوسی بالا و پایین بروند تشخیص خارج از کنترل می‌دهد.

☐ K points in a row, alternating up and down 14

- قانون بعدی، اگر ۲ نقطه از ۳ نقطه بیشتر از ۲ انحراف معیار در همان سمت، از خط مرکز فاصله داشته باشند، تشخیص خارج از کنترل داده می‌شود.

☐ K out of K+1 points > 2 standard deviations from center line (same side) 2

- در این قانون، اگر ۴ نقطه از ۵ نقطه بیشتر از یک انحراف معیار، در همان سمت از خط مرکز فاصله داشته باشند، تشخیص خارج از کنترل بودن، داده می‌شود.

☐ K out of K+1 points > 1 standard deviation from center line (same side) 4

- این قانون، بیان می‌کند اگر ۱۵ نقطه پشت سر هم، در حدود کنترلی یک انحراف معیار افتادند خارج از کنترل می‌باشیم.

☐ K points in a row within 1 standard deviation of center line (either side) 15

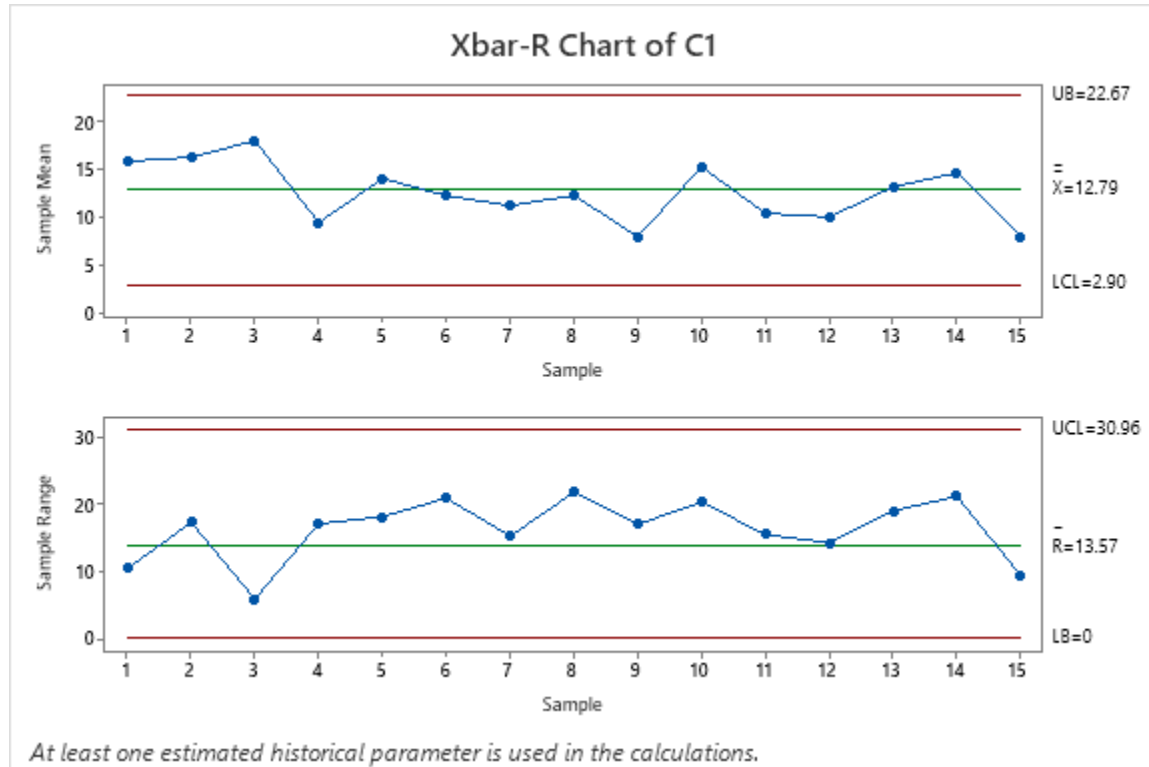
- این قانون وقتی تشخیص خارج از کنترل می‌دهد که ۸ نقطه پشت سر هم خارج از حدود یک انحراف معیار بیفتد، در ضمن لزومی ندارد همگی در سمت رخ داده باشد.

☐ K points in a row > 1 standard deviation from center line (either side) 8

### تفسیر قوانین حساس سازی

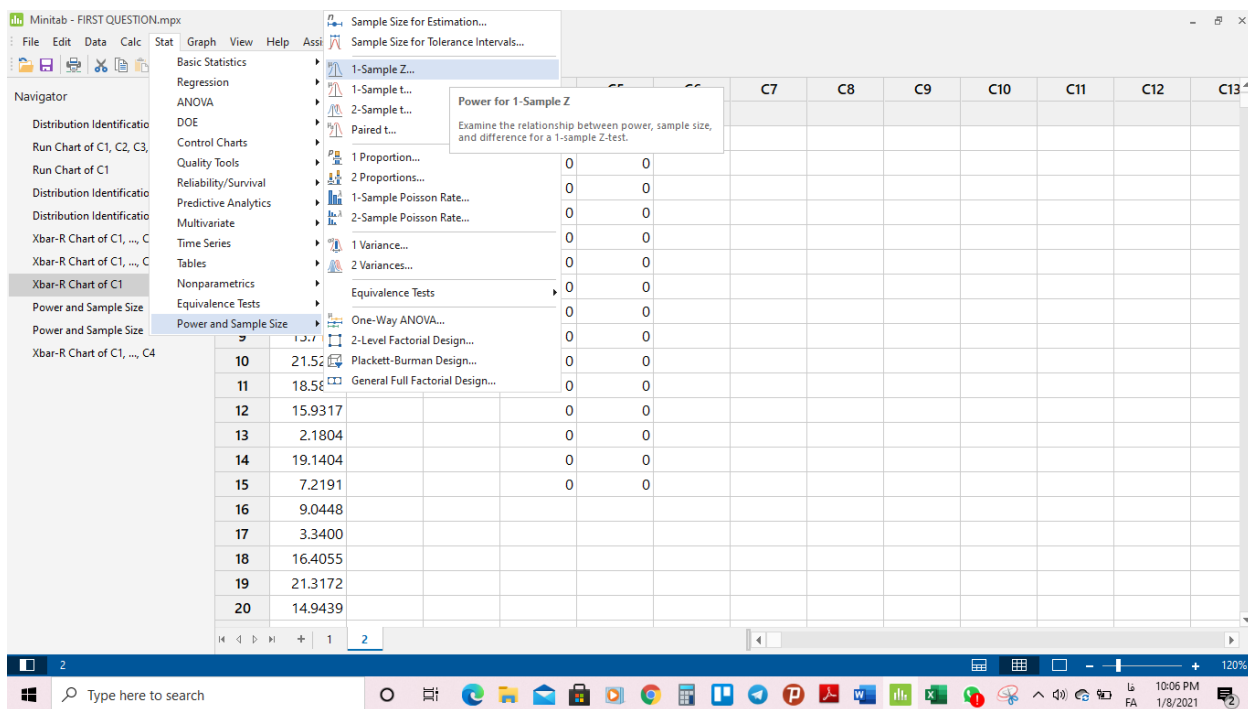
با اجرای این قوانین، هیچ یک از نقاط این قوانین را نقض نکرد و متوجه شدیم که فرآیند در کنترل است.

در این قسمت مشابه فاز ۱، داده‌ها را وارد کرده، نمودار را رسم کرده و به نتیجه زیر می‌رسیم:

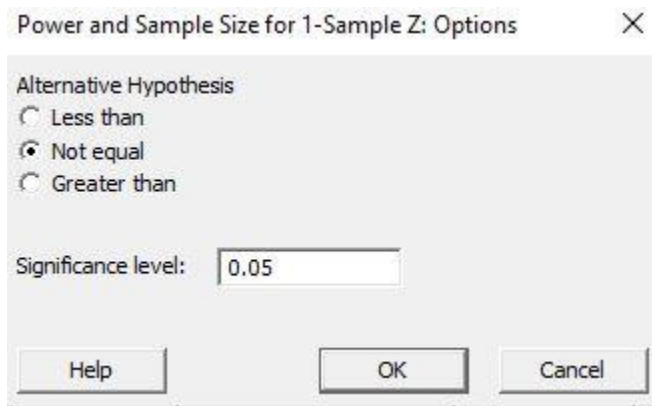


همانگونه که مشاهده می‌شود، همه داده‌ها در حدود کنترلی بوده و هیچ یک خارج از حدود نیفتاده‌اند، همچنین داده‌ها روندی ندارند و می‌توانیم بگوییم فرآیند در کنترل است.

در نرم افزار به قسمت زیر می رویم:



تنظیمات قسمت options را به صورت زیر قرار می دهیم تا آزمون با سطح معناداری ۰.۰۵ و به صورت دوطرفه (برابر نبودن) انجام گیرد.





Power and Sample Size for 1-Sample Z

Specify values for any two of the following:

Sample sizes:

Differences:

Power values:

Standard deviation:

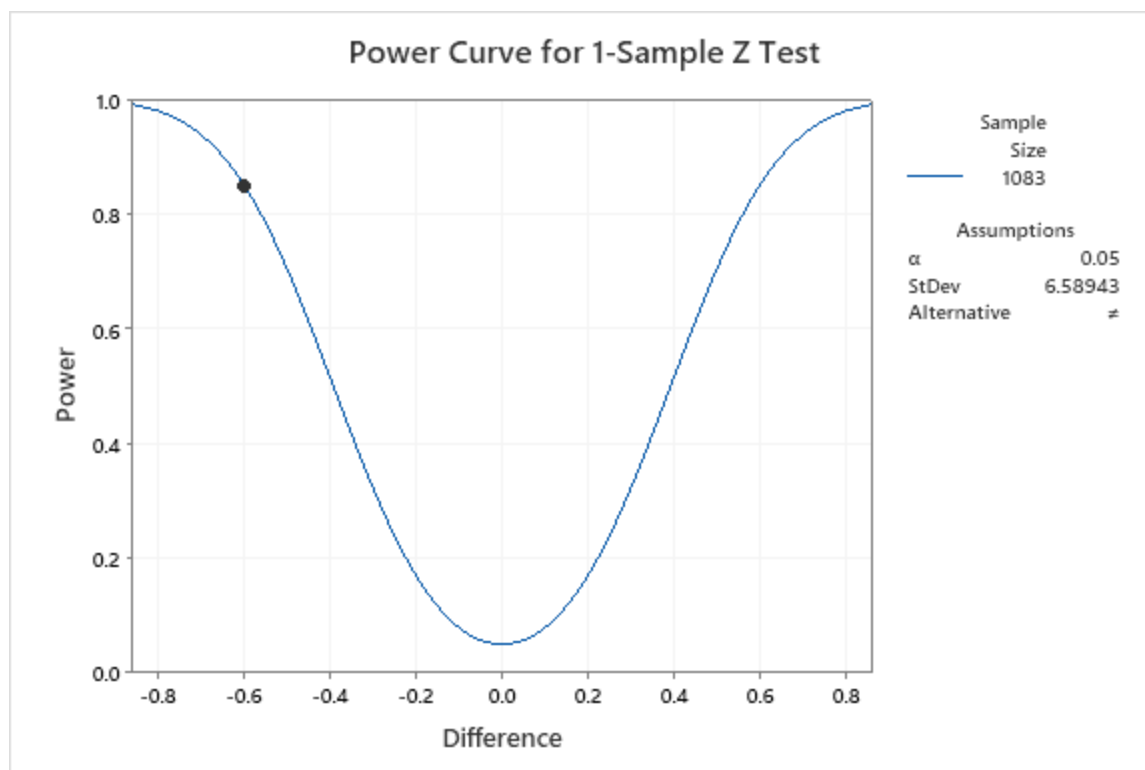
Options... Graph...

Help OK Cancel

و در نهایت پس از اجرا کردن به نتیجه زیر می‌رسیم:

## Results

Difference	Sample Size	Target Power	Actual Power
-0.6	1083	0.85	0.850030



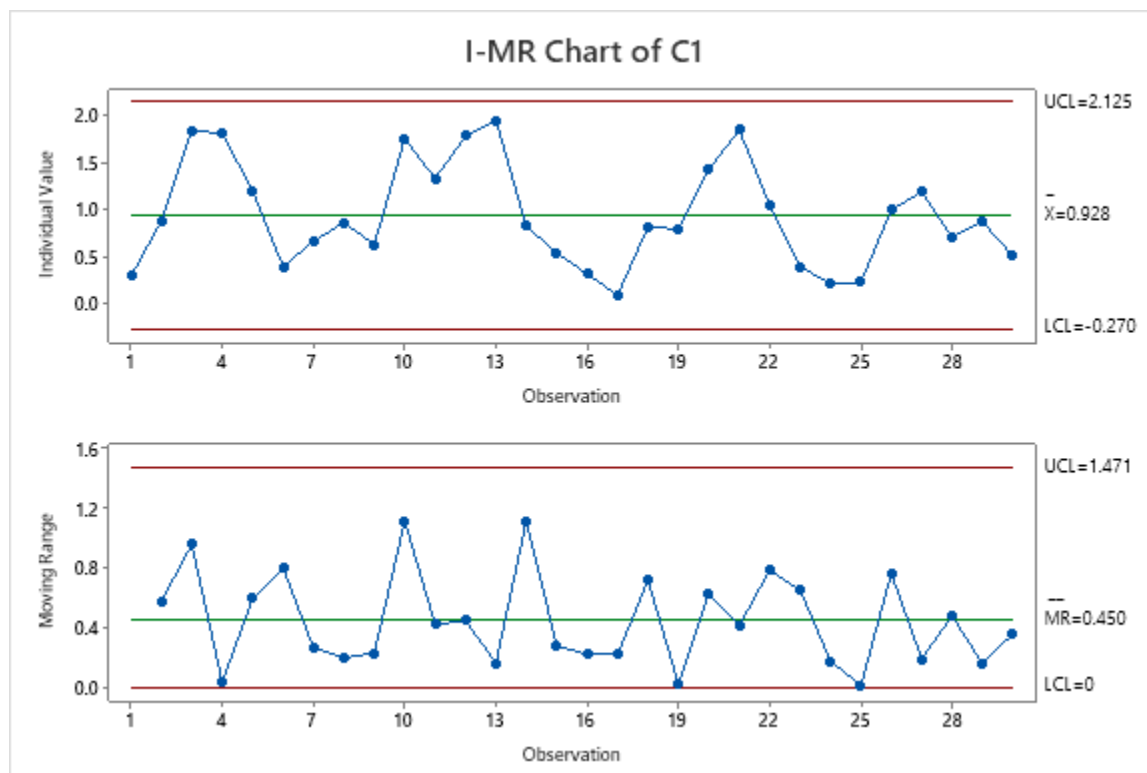
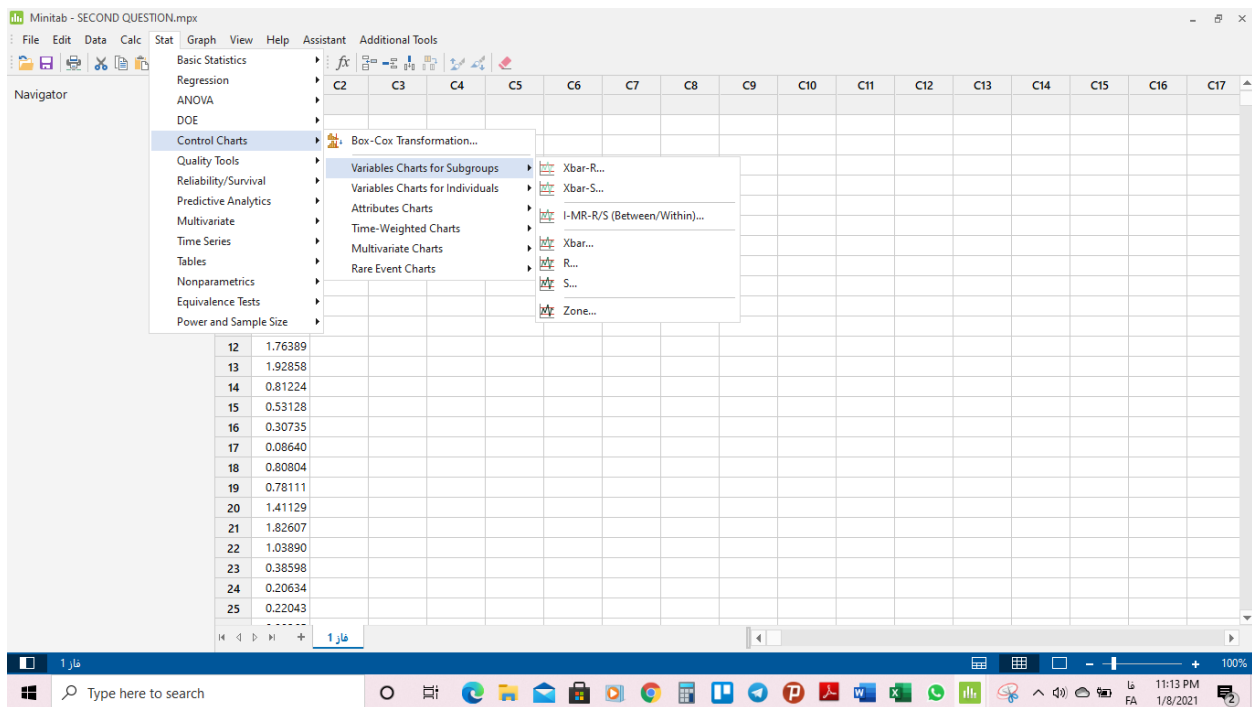
همانطور که میبینید حداقل به ۱۰۸۳ نمونه (اندازه نمونه:  $n$ ) نیاز است.

سوال ۲  
الف

ابتدا داده‌ها را در مینیتب وارد میکنیم و سپس از بخش زیر نمودار I-MR را با میانگین متحرک دوتایی

رسم میکنیم:

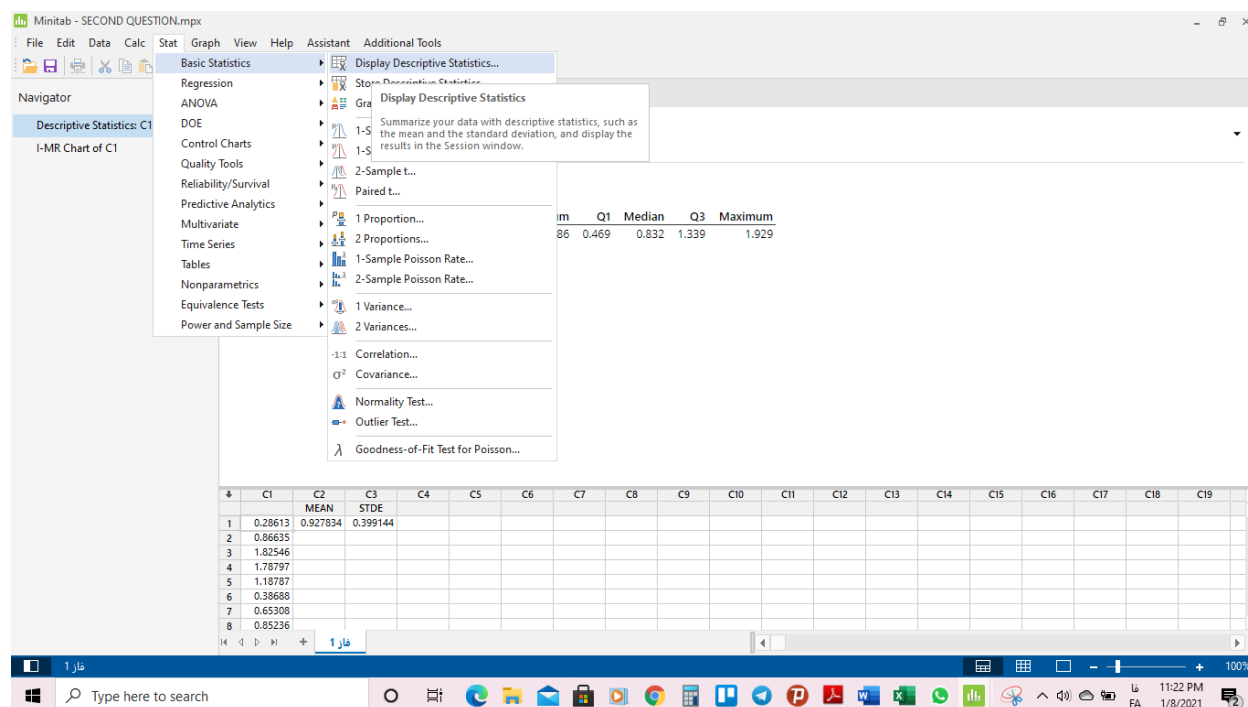
↓	C1	C
1	0.28613	
2	0.86635	
3	1.82546	
4	1.78797	
5	1.18787	
6	0.38688	
7	0.65308	
8	0.85236	
9	0.61903	
10	1.73679	
11	1.31462	
12	1.76389	
13	1.92858	
14	0.81224	
15	0.53128	
16	0.30735	
17	0.08640	
18	0.80804	
19	0.78111	
20	1.41129	
21	1.82607	
22	1.03890	
23	0.38598	
24	0.20634	
25	0.22043	
26	0.98365	
27	1.17690	
28	0.69684	
29	0.85672	
30	0.49647	
31		
32		
33		
34		
35		



همانطور که مشاهده میشود داده‌ها در حدود کنترلی می‌باشند و روندی ندارند، پس حدود کنترلی نهایی به دست آمده و فرآیند تحت کنترل است.

ب

قسمت زیر را اجرا میکنیم:



در نهایت نتیجه زیر به دست می آید:

## Statistics

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
C1	30	0	0.928	0.102	0.556	0.086	0.469	0.832	1.339	1.929

میانگین ۰.۹۲۸ میباشد و انحراف معیار، ۰.۵۵۶ میباشد، البته انحراف معیار از فرمول

$R\bar{d}/d2$  نیز در نمودار  $I_{MR}$  میتواند به دست آید که نتایج آن در زیر مشخص شده که مقدار دقیق ۰.۳۹۹ را دارد، تفاوت ناشی از این دو مقدار در تفاوت فرمول محاسبه میباشد، از آنجا که به نظر میرسد منظور سوال انحراف معیار اول باشد بنابراین نتیجه همان ۰.۵۵۶ میباشد.

↓	C1	C2	C3	C4
		MEAN	STDE	
1	0.28613	0.927834	0.399144	
2	0.86635			
3	1.82546			
4	1.78797			
5	1.18787			
6	0.38688			
7	0.65308			
8	0.85236			
9	0.61903			
10	1.73679			
11	1.31462			
12	1.76389			
13	1.92858			
14	0.81224			
15	0.53128			
16	0.30735			
17	0.08640			
18	0.80804			
19	0.78111			
20	1.41129			
21	1.82607			
22	1.03890			
23	0.38598			
24	0.20634			
25	0.22043			
26	0.98365			
27	1.17690			
28	0.69684			
29	0.85672			
30	0.49647			
31				
32				
33				

همان کارهای الف را انجام می‌دهیم با این تفاوت که در قسمت OPTIONS ۲ انحراف معیار را نیز رسم می‌کنیم:

Individuals-Moving Range Chart: Options

Parameters | Estimate | Limits | Tests | Stages | Box-Cox | Display | Storage

Display additional  $\sigma$  limits at  
 These multiples of the standard deviation: 2

Place bounds on control limits of Individuals chart

☐ Lower standard deviation limit bound: -0.660

☐ Upper standard deviation limit bound: 2.516

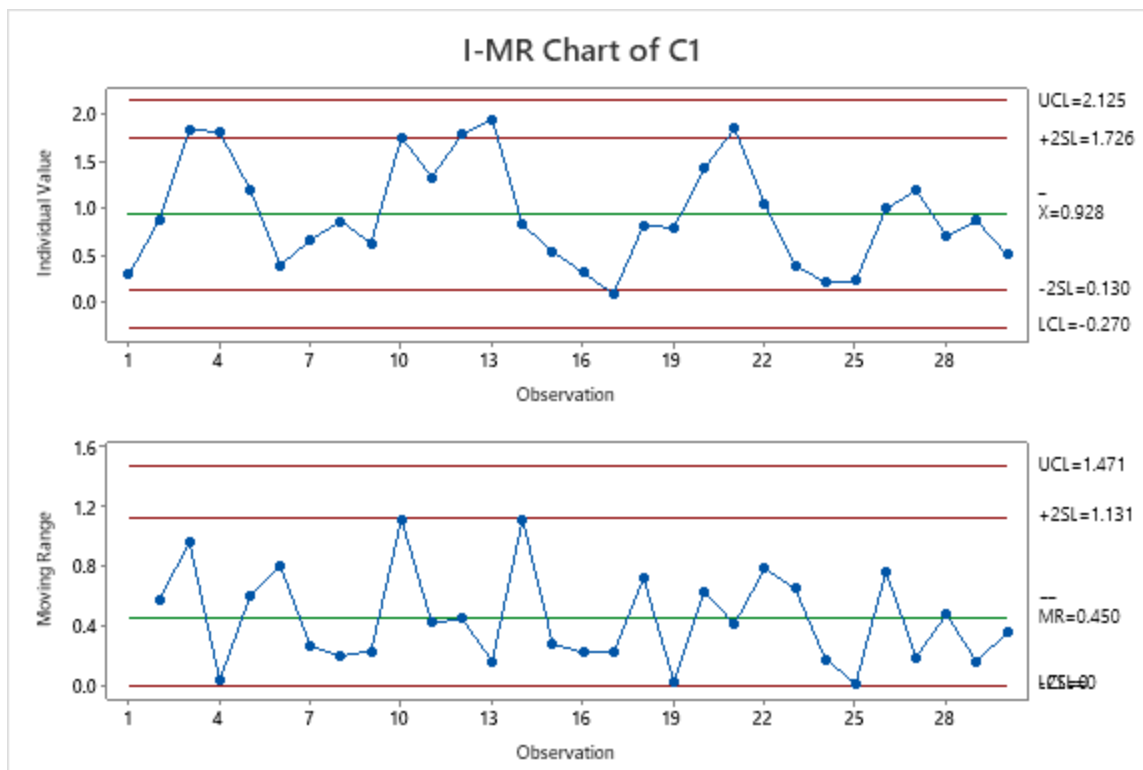
Place bounds on control limits of Moving range chart

☐ Lower standard deviation limit bound: 0

☐ Upper standard deviation limit bound: 1.951

Help OK Cancel



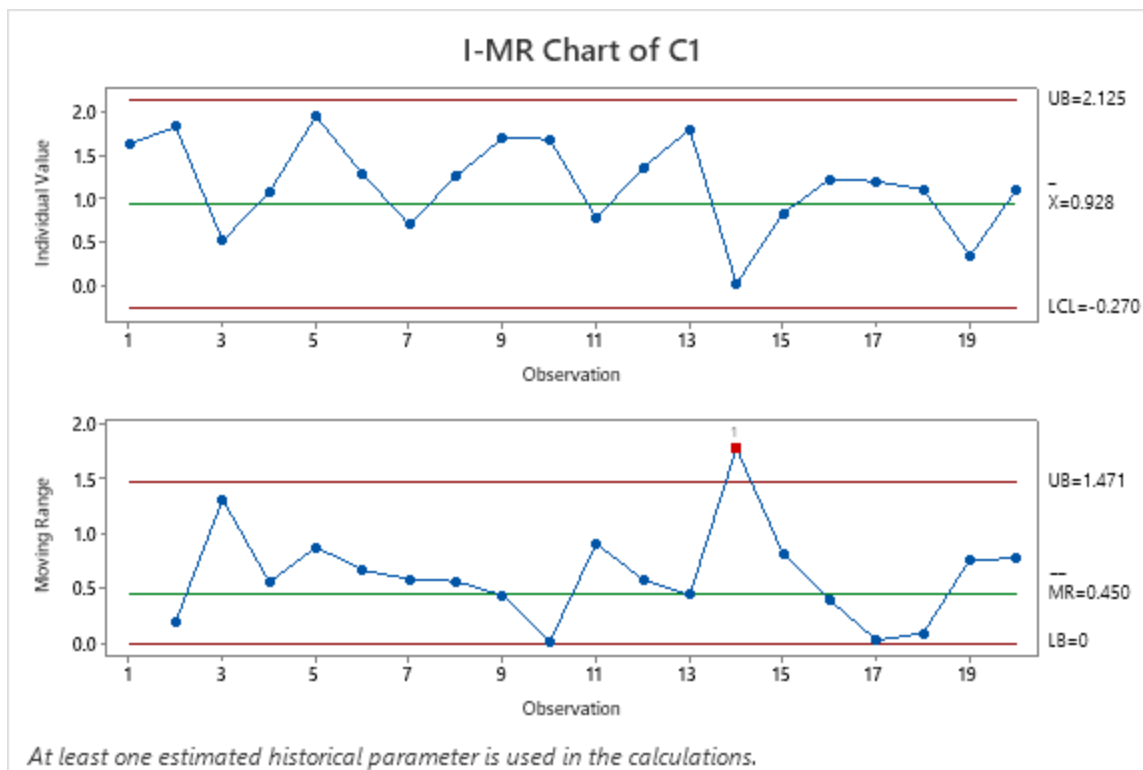


### تفسیر

از حدود هشدار، با توجه به قوانین حساس سازی مختلف، بنابر نظر مهندسين کنترل کیفیت استفاده میشود، بدون این قوانین، کاربرد حدود هشدار به طور چشمی این است که قبل از اینکه داده‌ها خارج از حدود کنترلی بیفتد، به نوعی با خارج افتادن داده‌ها از حدود هشدار، به نوعی هشدار دریافت میکنیم، در اینجا همانطور که انتظار داریم، در هیچ جا به طرز خطرناکی داده‌ها خارج از حدود هشدار نیفتاده‌اند و نیازی به نگرانی نبوده است.

داده‌ها را وارد کرده و با مشخص نمودن میانگین، انحراف معیار و حدود کنترلی که از قسمت الف، به دست آمده دوباره نمودار  $\bar{X}$ -MR را رسم میکنیم:

1	1.61320	
2	1.81163	
3	0.50547	
4	1.06179	
5	1.93424	
6	1.26952	
7	0.68829	
8	1.25072	
9	1.68289	
10	1.67042	
11	0.76592	
12	1.34357	
13	1.78187	
14	0.01257	
15	0.82128	
16	1.21304	
17	1.18610	
18	1.09479	
19	0.33218	
20	1.09872	
21		

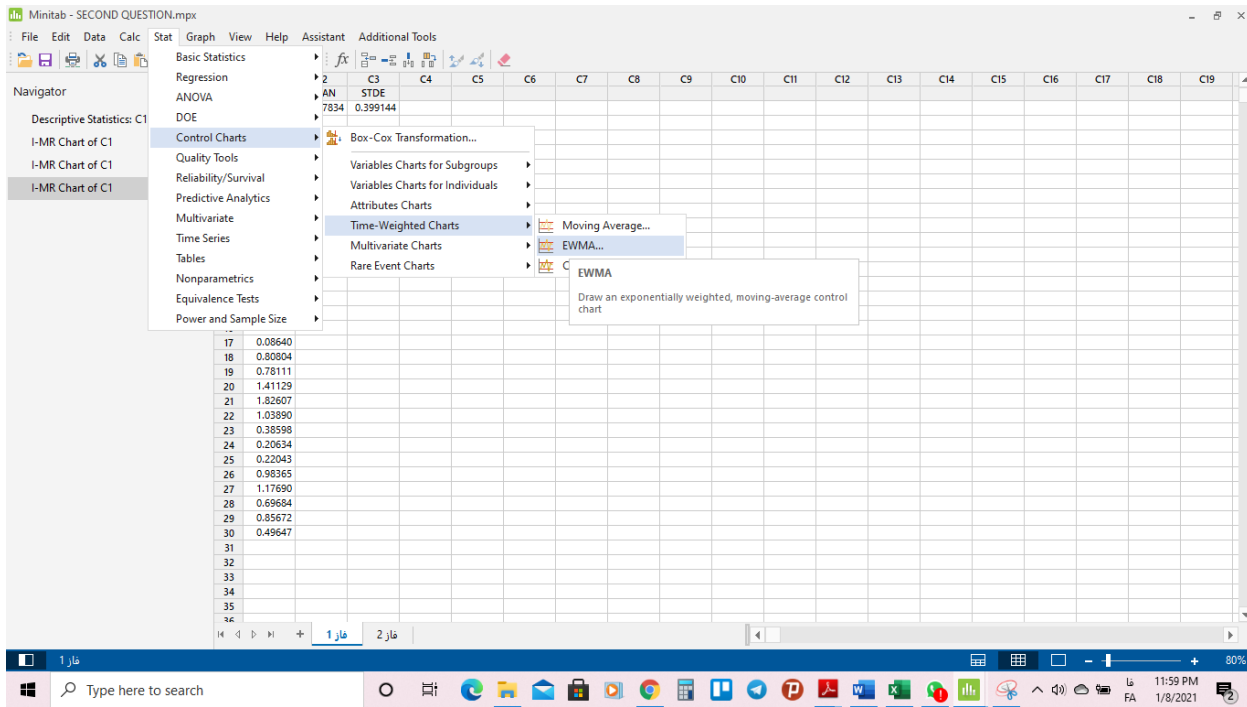


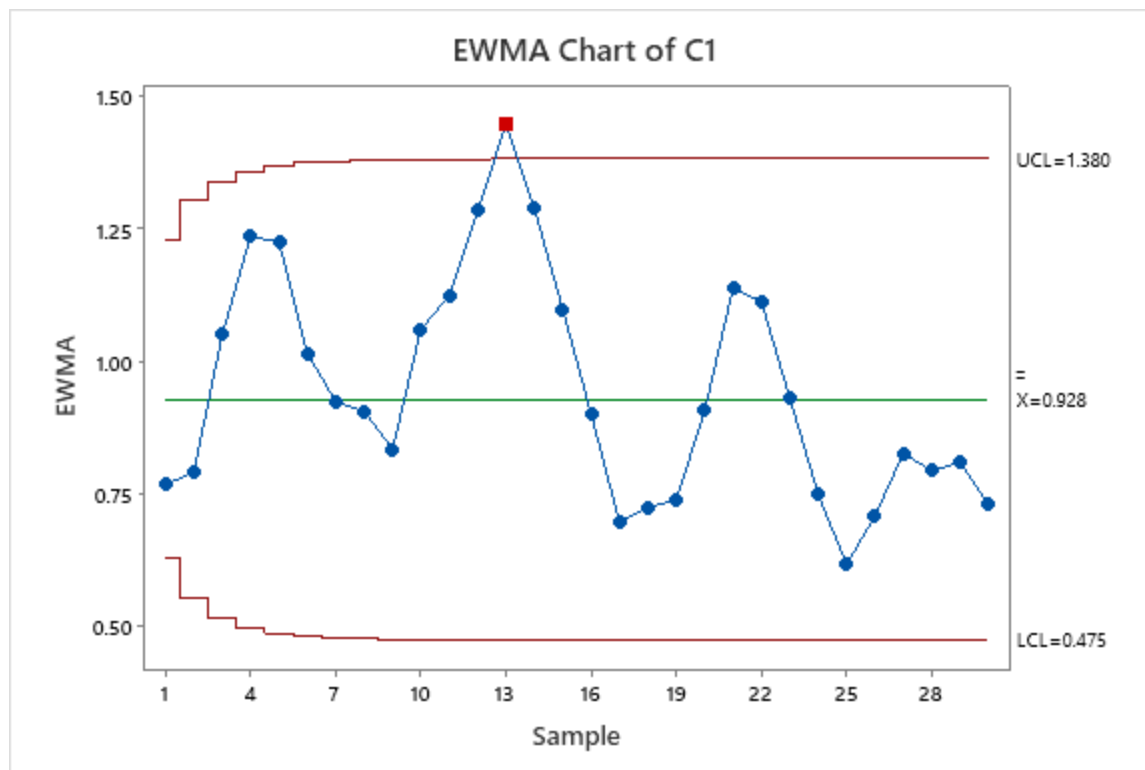
به طور کلی، خارج از کنترل بودن نقاط در فاز ۲ یا ناشی از  $ARL0$  است که نشان میدهد فرآیند تحت کنترل است یا اینکه نمیتوانیم آن را به  $ARL0$  نسبت دهیم، بنابراین باید به دنبال علل بگردیم، حال بنابر شرایط یا خط را متوقف کرده یا فرآیند را اصلاح میکنیم، یا پس از تست فرضهای آماری و پی بردن به تغییر میانگین و انحراف معیار، فاز ۱ را تکرار میکنیم.

همانطور که میبینید داده‌ها روندی ندارند اما داده ۱۴ خارج از حدود کنترلی میفتد، برای تفسیر این نقطه ابتدا لازم است که  $ARL0$  را محاسبه نماییم که با فرض الفا برابر با ۰.۰۰۲۷ حدوداً ۳۷۰ میشود، بنابراین میتوانیم بگوییم با توجه به این داده‌ی خارج از کنترل که در ۱۴ امین نمونه رخ داده‌است، فرآیند به طور مناسب رفتار نمیکند و باید به دنبال علت آن بگردیم، حال بنابر شرایط، یا صرفاً به دنبال علت خواهیم گشت و فرآیند را اصلاح میکنیم، یا در صورتی که خط، از حساسیت بالایی برخوردار باشد تولید را متوقف کرده و به بررسی بیشتر میپردازیم، البته از آنجا که ۲۰ داده مبنای ضعیفی برای تصمیم‌گیری است، ابتدا داده‌های بیشتری جمع‌آوری کرده و سپس اقدامات گفته شده را در صورت لزوم انجام میدهیم. دلایل محتمل برای خارج از کنترل بودن در فاز ۲ نیز میتواند ناشی از خطاهای مختلف اندازه‌گیری باشد، یا اینکه فرآیند دچار مشکل شده باشد، گاهی اوقات نیز ممکن است نشان دهنده این باشد که حدود کنترلی قبلی دیگر اعتبار ندارد و باید حدود کنترلی جدید حساب کنیم (برای مثال میانگین یا واریانس

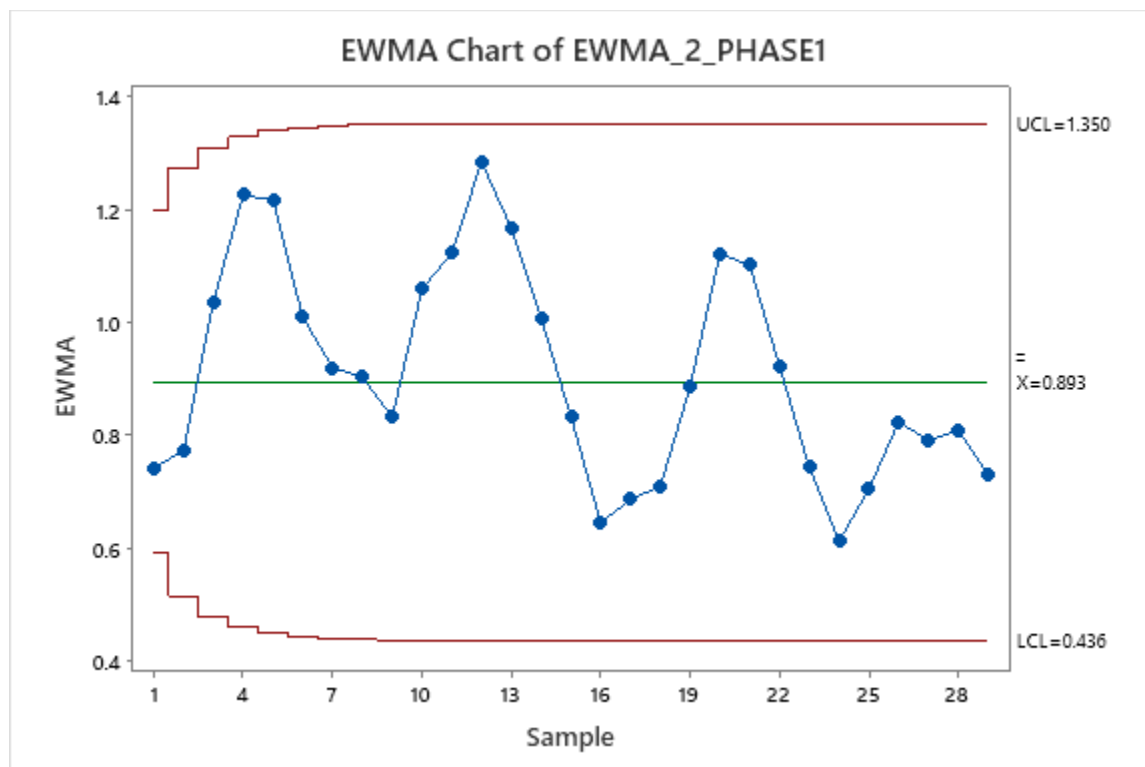
تغییر کرده است) که در این صورت، باید با یک آزمون آماری به این موضوع پی ببریم و سپس فاز ۱ را دوباره تکرار کنیم.

ابتدا این نمودار را برای فاز ۱ رسم میکنیم:





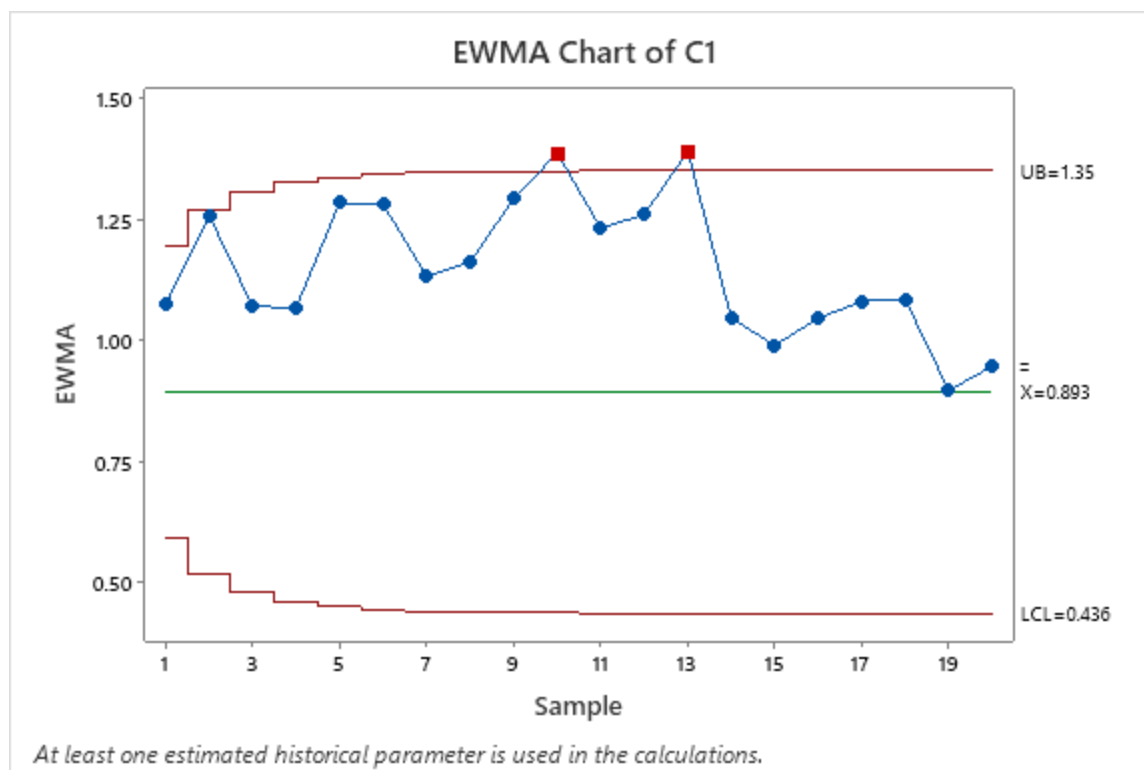
همانطور که مشاهده می‌شود داده ۱۳ ام خارج از حدود می‌باشد، این داده را حذف کرده و ادامه می‌دهیم:



همانطور که مشاهده میکنید اکنون، همه داده‌ها در حدود کنترلی بوده و حدود کنترلی نهایی به دست می‌آید.

حال با توجه به این حدود و میانگین و انحراف استاندارد نتیجه گرفته شده در این بخش، فاز ۲ را برای EWMA رسم میکنیم:

C6	C7	C8	C9
NMA_1_PHASE1	EWMA_2_PHASE1	MEAN_1_EWMA_FINAL_PHASE1	STDE_1_EWMA_FINAL_PHASE1
0.28613	0.28613	0.893326	0.402970
0.86635	0.86635		
1.82546	1.82546		
1.78797	1.78797		
1.18787	1.18787		
0.38688	0.38688		
0.65308	0.65308		
0.85236	0.85236		
0.61903	0.61903		
1.73679	1.73679		
1.31462	1.31462		
1.76389	1.76389		
1.92858	0.81224		
0.81224	0.53128		
0.53128	0.30735		
0.30735	0.08640		
0.08640	0.80804		
0.80804	0.78111		
0.78111	1.41129		
1.41129	1.82607		
1.82607	1.03890		
1.03890	0.38598		
0.38598	0.20634		
0.20634	0.22043		
0.22043	0.98365		
0.98365	1.17690		
1.17690	0.69684		
0.69684	0.85672		
0.85672	0.49647		
0.49647			



همانطور که مشاهده میکنید داده ۱۰ و ۱۳ خارج از کنترل میباشند و در این مرحله باید مشابه با توضیح قسمت دال، عمل کنیم.

#### مقایسه:

به طور کلی نمودار EWMA به نرمال بودن داده‌ها حساسیتی ندارد و تغییرات کوچک را شناسایی میکند در حالی که IMR به نرمال بودن حساس است و به دنبال تغییرات بزرگ است، در فاز ۱، IMR داده‌ای حذف نشد، در فاز ۲ نیز، این نمودار داده ۱۴ را خارج از کنترل تشخیص داد، در نمودار EWMA در فاز ۱، داده ۱۳ حذف شد و در فاز ۲، داده‌های ۱۰ و ۱۳ خارج از کنترل بودند.

بنابراین در فاز ۲، داده‌های ۱۰ و ۱۳ دچار تغییرات کوچک و داده ۱۴ دچار تغییر بزرگ بوده است. در نهایت از آنجا که داده‌های بیشتری توسط EWMA خارج از کنترل تشخیص داده شده‌اند میتوان نتیجه گرفت در این فرآیند، تغییرات بیشتر از جنس کوچک بوده و نمودار EWMA مناسب‌تر است.