irmgn.ir

ابزارهای کنترل کیفیت

با استفاده از اکسل

تدوین و گردآوری:

ابوالفضل کاظمی

PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com

irmgn.ir

کیفیت[1]: فرآيندهاي نظارت[2] با استفاده از نمودارها

فرآيندها معمولاً با نمونه‌گيري در فواصلي منظم، نظارت مي‌شوند. اين مقادير نمونه‌ها، معمولاً بر روي يك نمودار نشان داده مي‌شوند كه *نمودار كنترل فرآيند*[3] نام دارند كه معمولاً يا با ميانگين و يا با انحراف معيار نشان داده مي‌شوند. نمودارهاي كنترل فرآيند براي اين منظور طراحي شده‌اند كه بتوانند در درازمدت تغيير ميانگين (يا انحراف معيار) را تشخيص دهند تا شركت‌ها بتوانند اين تغييرات را مورد بررسي قرار دهند و در صورت نياز اقدامات اصلاحي را انجام دهند.
عموماً شركت‌ها از اين قانون آماري كه تا وقتي كه نمونه‌ها بين سه انحراف معيار ميانگين قرار داشته باشند، فرآيند را تحت كنترل فرض مي‌كنند، استفاده مي‌كنند كه اغلب به آن قانون سه سيگما[4] مي‌گويند و اين نامگذاري به علت حرف كوچك يوناني سيگما (σ) است كه بيانگر انحراف معيار مي‌باشد. با فرض اينكه داده‌ها داراي توزيع نرمال باشند، آنگاه احتمال خارج شدن از سه برابر انحراف استاندارد ($\pm 3\sigma$) در حالي كه فرآيند واقعاً تحت كنترل باشد (يعني بر مبناي نمونه گرفته شده، اشتباهاً فرض شود كه فرآيند تحت كنترل نيست)، تنها 0.26% مي‌باشد.
ما در اين فصل نحوه كار كردن با *نمودارهاي ميانگين*[5] و *نمودارهاي انحراف معيار*[6] را شرح مي‌دهيم و همچنين *داده هاي وصفي* را با استفاده از نمودارهاي كنترل مورد بررسي قرار خواهيم داد. هر كدام از اين نمودارها به سادگي مي‌توانند به وسيله اكسل ايجاد شوند. براي اطلاعات بيشتر در مورد نحوه ايجاد اين نمودارها از طريق اكسل، قسمت ضميمه الف را ببينيد. همچنين به طور خلاصه، برگه‌هاي كنترل، تحليل پاراتو و هيستوگرام را نيز بررسي خواهيم نمود.

۸. ۱ فرآيندهاي نظارت بوسيله نمودارها: نگاه كردن به داده‌ها

قبل از اينكه يك تحليلي صورت گيرد، لازم است كه به داده‌ها نگاهي بيندازيد و بررسي كنيد كه آيا چيزهاي غيرعادي مانند داده‌های پرت[7] وجود دارد و سپس با كار كردن روي داده‌ها، آنها را قابل استفاده سازيد.
شكل ۸. ۱[8]، داده‌هاي مربوط به ۱۶ نمونه را نشان مي‌دهد كه هر كدام نيز چهار مشاهده دارند. سلول E15 شامل يك داده‌پرت است. داده‌پرت، عددي است كه خارج از محدوده مقادير مورد انتظار، قرار مي‌گيرد. آيا قادر بوديد كه تنها با نگاه كردن به اعداد، اين داده‌پرت

---

[1] Quality
[2] Monitoring Process
[3] Process Control Chart
[4] Three Sigma
[5] Mean Chart
[6] Standard Deviation Chart
[7] Outliersr
[8] اين داده‌ها را مي‌توانيد در كاربرگ Control Charts.XLS ببينيد. تمام اين كاربرگ‌ها را مي‌توانيد از سايت www.abkazemi.blogfa.com دريافت كنيد.

irmgn.ir

را تشخيص دهيد؟ به احتمال زياد، قادر به اين كار نبوديد، مگر اينكه نمودار را بسيار با دقت بررسي مي‌كرديد.

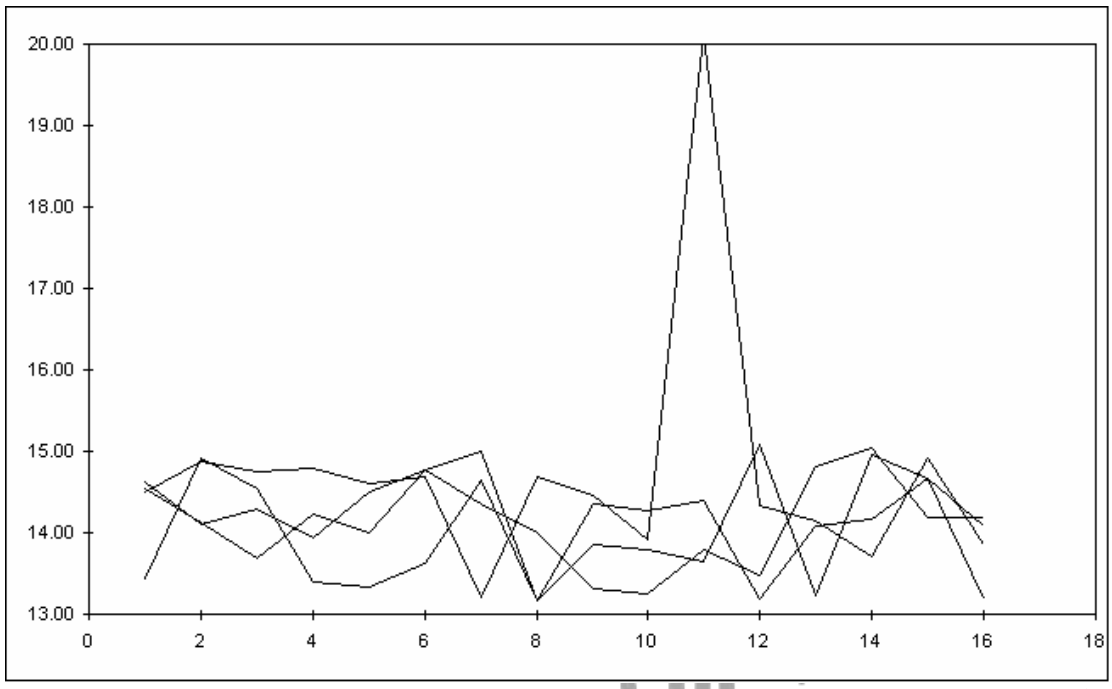
بررسي بصري نمودار در شكل ۸. ۲، نشان مي‌دهد كه داده‌ها كاملاً به صورت "منظم"[1] هستند، ولي در نمونه ۱۱، مشاهده سوم، به نظر مي‌رسد كه اين مقدار خارج از الگوي مورد نظر باشد. ممكن است يك داده‌پرت باشد. بررسي مستندات اصلي، اين مطلب را آشكار مي‌سازد كه مقدار 20.13 براي اين داده، به صورت نادرست وارد شده است كه مقدار واقعي آن به صورت 14.13 بوده است. وقتي كه اين داده تصحيح شود، به نظر مي‌رسد كه مجموعه داده‌ها، منظم‌تر شده‌اند. وقتي كه اين تحليل ادامه پيدا كند، مقدار تصحيح شده، مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

	A	B	C	D	E	F
1	Sample Data					
2						
3			Observations			
4			1	2	3	4
5	Sixteen Data Sets	1	14.54	14.63	14.50	13.43
6		2	14.13	14.10	14.88	14.91
7		3	13.69	14.30	14.74	14.54
8		4	14.23	13.94	14.80	13.40
9		5	14.01	14.50	14.60	13.34
10		6	14.77	14.77	14.68	13.63
11		7	15.01	14.35	13.21	14.65
12		8	13.16	14.00	14.69	13.16
13		9	13.86	13.31	14.46	14.35
14		10	13.80	13.25	13.91	14.28
15		11	13.65	13.79	20.13	14.40
16		12	15.08	13.48	14.34	13.19
17		13	13.22	14.81	14.15	14.08
18		14	14.95	15.05	13.71	14.17
19		15	14.66	14.19	14.91	14.66
20		16	14.09	14.18	13.86	13.18

شكل ۸. ۱ سلول E15 شامل يك داده‌پرت است. آيا پيدا كردن اين عدد، در بين تمام اعداد، ساده است؟

[1] Regular

irmgn.ir



شکل ۸. ۲ رسم نمودار داده‌هاي شكل ۸. ۱، تشخيص هر داده‌پرتی را ساده‌تر مي‌كند.

۸. ۲ نمودارهاي ميانگين

شكل ۸. ۳، مجموعه داده‌هاي تصحيح شده را به همراه محاسبات اضافي نشان مي‌دهد. در ستون G، مقدار ميانگين داده‌ها براي هر نمونه با استفاده از فرمول "=AVERAGE(C5:F5)" كه در سلول G5 استفاده شده است، محاسبه مي‌شود. ميانگين تمام اين ميانگين‌ها، ميانگين كل[1] (بعضي اوقات ميانگين بزرگ[2] ناميده مي‌شود) را با استفاده از فرمول "=AVERAGE(G5:G20)" در سلول D23 محاسبه مي‌كنيم. اين مقدار در ستون H به عنوان *خط مركزي*[3] نمودار مورد استفاده قرار مي‌گيرد.

www.abkazemi.ir

[1] Overall Mean
[2] Grand Mean
[3] Center Line

irmgn.ir

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Sample Data										
2											
3			Observations								
4			1	2	3	4	Mean	Center	Standard Deviation	Lower Bound	Upper Bound
5	Sixteen Data Sets	1	14.54	14.63	14.50	13.43	14.28	14.16	0.57	13.33	15.00
6		2	14.13	14.10	14.88	14.91	14.51	14.16	0.45	13.33	15.00
7		3	13.69	14.30	14.74	14.54	14.32	14.16	0.46	13.33	15.00
8		4	14.23	13.94	14.80	13.40	14.09	14.16	0.58	13.33	15.00
9		5	14.01	14.50	14.60	13.34	14.11	14.16	0.58	13.33	15.00
10		6	14.77	14.77	14.68	13.63	14.46	14.16	0.56	13.33	15.00
11		7	15.01	14.35	13.21	14.65	14.31	14.16	0.78	13.33	15.00
12		8	13.16	14.00	14.69	13.16	13.75	14.16	0.74	13.33	15.00
13		9	13.86	13.31	14.46	14.35	14.00	14.16	0.53	13.33	15.00
14		10	13.80	13.25	13.91	14.28	13.81	14.16	0.43	13.33	15.00
15		11	13.65	13.79	14.13	14.40	13.99	14.16	0.34	13.33	15.00
16		12	15.08	13.48	14.34	13.19	14.02	14.16	0.86	13.33	15.00
17		13	13.22	14.81	14.15	14.08	14.07	14.16	0.65	13.33	15.00
18		14	14.95	15.05	13.71	14.17	14.47	14.16	0.64	13.33	15.00
19		15	14.66	14.19	14.91	14.66	14.61	14.16	0.30	13.33	15.00
20		16	14.09	14.18	13.86	13.18	13.83	14.16	0.45	13.33	15.00
21											
22	Overall values										
23	Center line value		14.163			=AVERAGE(G5:G20)					
24	Standard deviation		0.556			=AVERAGE(I5:I20)					
25	Standard error		0.278			=D24/SQRT(4)					

شکل ۸. ۳ داده‌ها از شکل ۸. ۱ با داده‌پرت اصلاح شده و اطلاعات اضافي محاسبه شده

توجه کنید که حدود بالا و پایین افقي، خطوط کنترل هستند. براي بدست آوردن خطوط کنترل، مي‌توان از *فاصله‌هاي اطمينان آماري*[1] استفاده نمود. این فرمول به صورت زیر مي‌باشد:

$$\overline{\overline{X}} \pm z \times \frac{s}{\sqrt{n}}$$

که

$\overline{\overline{X}}$ = میانگین بزرگ (میانگین تمام میانگین‌هاي تك تك نمونه‌ها)

z = عددي است از توزیع نرمال که بستگي به سطح اطمینان[2] مورد نظر دارد (عموماً 3 است)

σ = انحراف معیار

n = اندازه نمونه (در مثال ما 4)

براي استفاده از این فرمول، ما نیاز به خطاي استاندارد[3] داریم. ابتدا در ستون I، انحراف معیار را براي هر نمونه محاسبه مي‌کنیم و سپس در سلول D24 انحراف معیار کل را با میانگین‌گیري از مقادیر تك تك انحراف معیارها، با استفاده از فرمول "=AVERAGE(I5:I20)" بدست مي‌آوریم. این عدد، بیانگر بخش σ فرمول است. خطاي

[1] Statistical Confidence Intervals
[2] Level of Confidence
[3] Standard Error

irmgn.ir

استاندارد ($s/\sqrt{n}$) را در سلول D25 با استفاده از فرمول "=D24/SQRT(4)" محاسبه مي‌كنيم.
حالا وقت آن است كه حدود پايين و بالا را محاسبه نماييم. اين محاسبات به صورت زير نشان داده شده اند:

$$\overline{\overline{X}} \pm z \times \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$14.163 \pm 3 \times \frac{0.556}{\sqrt{4}}$$

$$14.163 \pm 3 \times 0.278$$

$$14.163 \pm 0.834$$

$$13.33 \le \text{ميانگين جمعيت} \le 15.00$$

حد پايين كنترل[1] (LCL)، برابر 13.33 و حد بالايي كنترل[2] (UCL)، برابر 15.00 مي‌باشد. حد پايين در ستون J صفحه گسترده، با استفاده از فرمول "=H5-(3*$D$25)" كه در سلول J5 مورد استفاده قرار گرفته است، محاسبه مي‌شود. حد بالا در ستون K، با استفاده از فرمول "=H5+(3*$D$25)" كه در سلول K5 مورد استفاده قرار گرفته است، محاسبه مي‌شود. شكل ٨. ٤، نتايج نمودار كنترل ميانگين را نشان مي‌دهد.
اين نمودار با استفاده از انحراف معيار نمونه[3] (s)، براي تخمين انحراف معيار جمعيت (جامعه)[4] (σ) ايجاد شده است. تحقيقات نشان مي‌دهد كه s براي σ يك برآورد نقصاني[5] است. بنابراين يك فاكتور پنهان[6] اضافي در محاسبات مربوط به حدود كنترل وارد مي‌شود. اين فاكتور پنهان (d_2) به وسيله معادله زير بدست مي‌آيد:

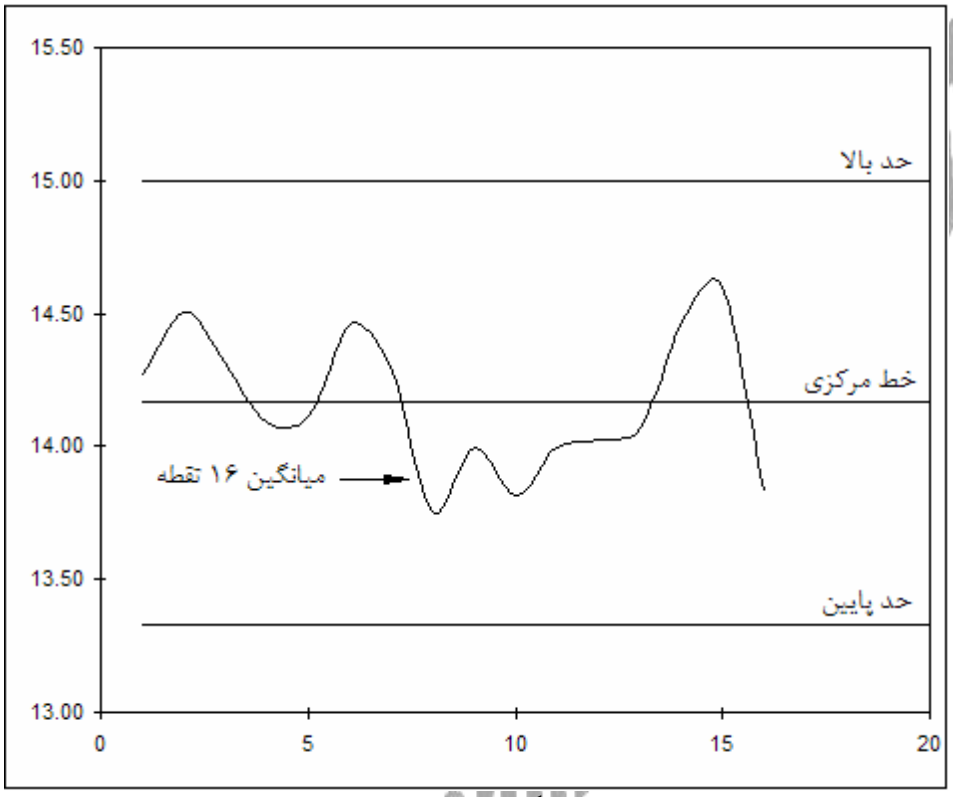
$$d_2(n) = \int_{-\infty}^{+\infty} \left(1-(1-\Phi(x))^n - (\Phi(x))^n\right) dx$$

شكل ٨. ٥، جدولي را نشان مي‌دهد. براي اينكه اين معادله را حل نكنيم، مي‌توانيم از اين جدول استفاده كنيم.
شكل ٨. ٣ را دوباره در نظر بگيريد. جهت اصلاح[7] آن، فرمول‌ها را در ستون‌هاي J و K تغيير مي‌دهيم. فرمول‌ها در ستون J مشابه فرمول "=H5-(3*$D$25)/VLOOKUP(4;Table!$A$2:$F$25;2)" كه در سلول J5 است، مي‌باشند كه "Table!$A$2:$F$25" شامل محدوده جدول شكل ٨. ٥ مي‌باشد. فرمول‌ها در ستون K مشابه فرمول "=H5+(3*$D$25)/VLOOKUP(4;Table!$A$2:$F$25;2)" كه در سلول K5 است، مي‌باشند. اين اصلاحات، باعث فشرده شدن حدود كنترل مي‌شوند. نتايج نمودار مربوطه، در شكل ٨. ٦ نشان داده شده است.

---

[1] Lower Control Limit
[2] Upper Control Limit
[3] Sample Standard Deviation
[4] Population Standard Deviation
[5] Understimate
[6] Fudge Factor
[7] Adjustment

irmgn.ir



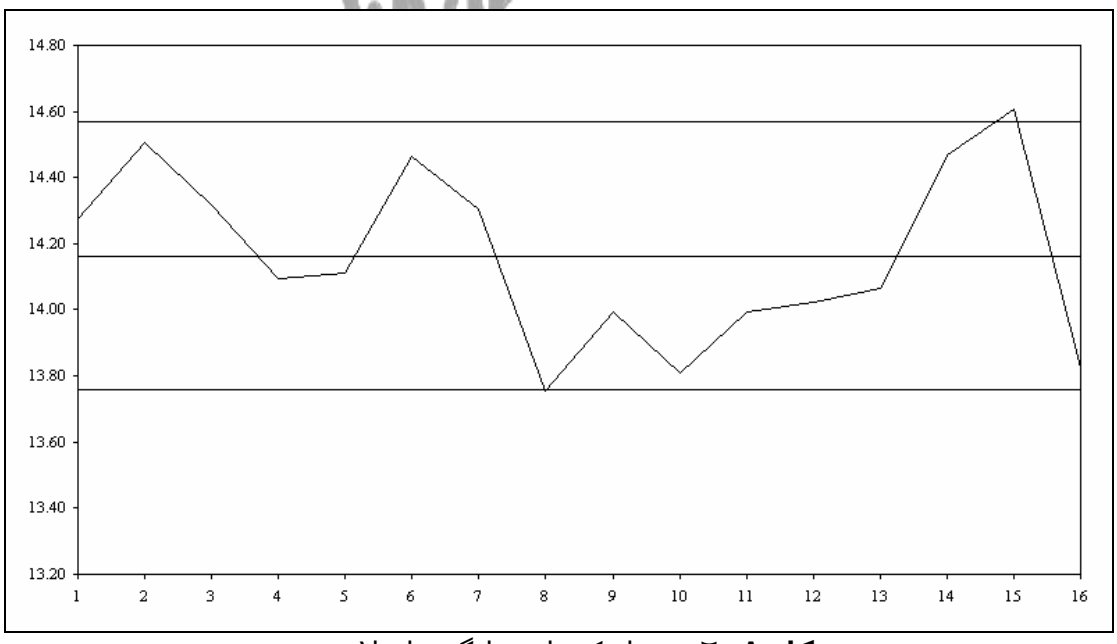
شکل ۸. ٤ نمودار کنترل میانگین براي داده‌هاي مربوط به شکل ۸. ۳

www.abkazem

irmgn.ir

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Number of Observations in Sample	d_2	d_3	D_3	D_4	A_2	B_3	B_4
2	2	1.128	0.853	0.000	3.267	1.880	0.000	3.267
3	3	1.693	0.888	0.000	2.575	1.023	0.000	2.568
4	4	2.059	0.880	0.000	2.282	0.729	0.000	2.266
5	5	2.326	0.864	0.000	2.114	0.577	0.000	2.089
6	6	2.534	0.848	0.000	2.004	0.483	0.030	1.970
7	7	2.704	0.833	0.076	1.924	0.419	0.118	1.882
8	8	2.847	0.820	0.136	1.864	0.373	0.185	1.815
9	9	2.970	0.808	0.184	1.816	0.337	0.239	1.761
10	10	3.078	0.797	0.223	1.777	0.308	0.284	1.716
11	11	3.172	0.787	0.256	1.744	0.285	0.321	1.679
12	12	3.258	0.778	0.283	1.717	0.266	0.354	1.646
13	13	3.336	0.770	0.307	1.693	0.249	0.382	1.618
14	14	3.407	0.763	0.328	1.672	0.235	0.406	1.594
15	15	3.472	0.756	0.347	1.653	0.223	0.428	1.572
16	16	3.532	0.750	0.363	1.637	0.212	0.448	1.552
17	17	3.588	0.744	0.378	1.622	0.203	0.466	1.534
18	18	3.640	0.739	0.391	1.609	0.194	0.482	1.518
19	19	3.689	0.733	0.404	1.596	0.187	0.497	1.503
20	20	3.735	0.729	0.415	1.585	0.180	0.510	1.490
21	21	3.778	0.724	0.425	1.575	0.173	0.523	1.477
22	22	3.819	0.720	0.435	1.565	0.167	0.534	1.466
23	23	3.858	0.716	0.443	1.557	0.162	0.545	1.455
24	24	3.895	0.712	0.452	1.548	0.157	0.555	1.445
25	25	3.931	0.708	0.459	1.541	0.153	0.565	1.435
26								
27	Reprinted from ASTM-STP 15D by permission of the American Society for Testing and Materials.							

شکل ۸. ۵ فاکتورهاي اصلاح در نمودارهاي کنترل

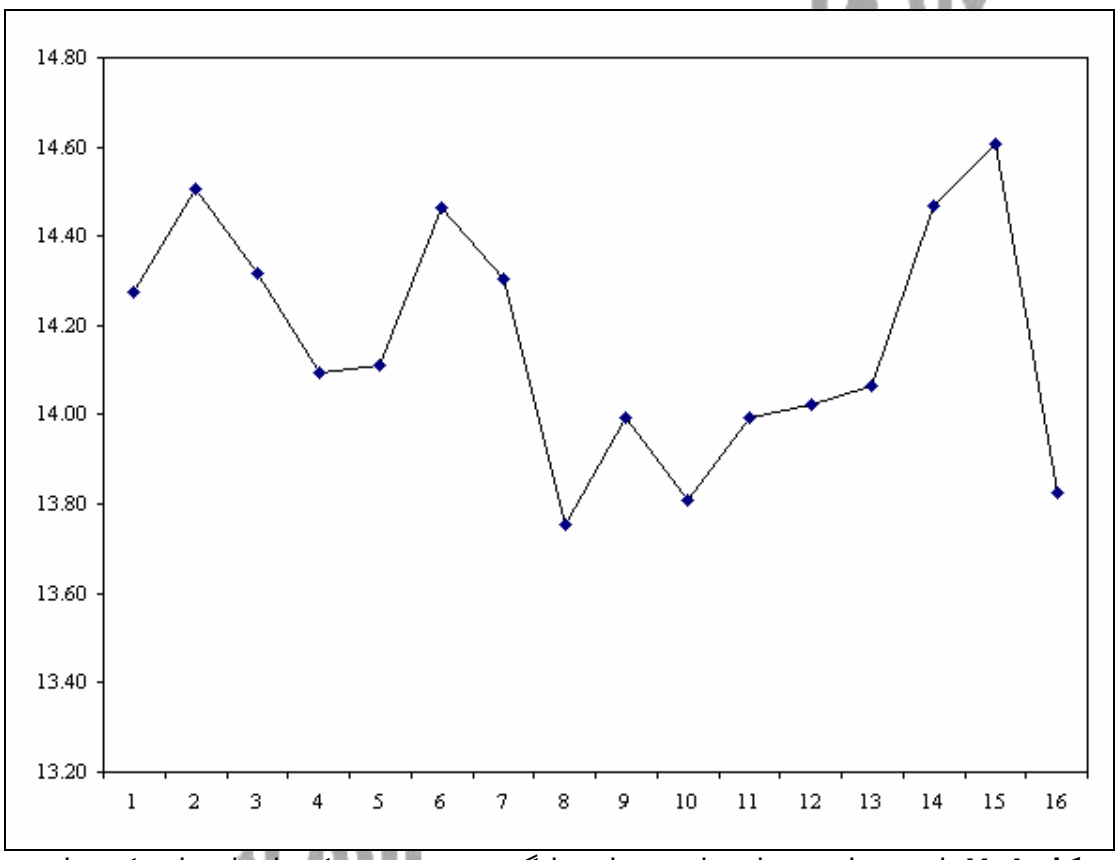


شکل ۸. ٦ نمودار کنترل میانگین اصلاح شده

irmgn.ir

۸. ۳ نمودار متحرك[1]

بعضي اوقات، مديريت مي‌خواهد كه نتايج ميانگين يك فرآيند را بدون ايجاد حدود بالا يا پايين كنترل، پيگيري نمايد. اين كار توسط يك نمودار متحرك انجام مي‌گيرد. يك نمودار متحرك چيزي بيشتر از يك نمودار ميانگين، بدون حدود بالا و پايين كنترل نمي‌باشد. معمولاً، خط مركزي نشان داده نمي‌شود. شكل ۸. ۷، يك نمونه از نمودار متحرك را نشان مي‌دهد.



شكل ۸. ۷ يك نمودار متحرك، يك نمودار ميانگين بدون حدود كنترل يا خط مركزي است

۸. ٤ نمودار R (دامنه[2])

فرض كنيد كه داده‌هاي شكل ۸. ۳، وزن سيب زميني سرخ كرده بر حسب اونس را در كيسه‌هايي با حجم بزرگ، نشان مي‌دهد. به علت اينكه سيب زميني‌ها در اندازه و شكل متفاوت هستند، اين مسئله غير عادي نيست كه تغييرپذيري[3] كمي در وزن واقعي هر كيسه وجود داشته باشد. بنابراين، اگر فقط روي ميانگين وزن چهار كيسه در يك مقطع زماني نظارت شود، نمي‌تواند براي مديريت اطلاعات كافي در مورد اينكه، آيا فرآيند تحت كنترل باقي مي‌ماند، ارائه دهد. اگر كيسه‌اي وزن بسيار زيادي داشته باشد و كيسه ديگر وزن بسيار كمي داشته باشد، فرآيند، ميانگين صحيحي را ارائه مي‌كند، در صورتي كه فرآيند از لحاظ عملكردي ضعيف مي‌باشد.

---

[1] Run Chart
[2] Range
[3] Variability

irmgn.ir

به همين دليل بايد روي تغييرپذيري فرآيند به مانند ميانگين نظارت داشته باشيم. اين كار را مي‌توانيم با استفاده از نمودار R (براي دامنه) انجام دهيم. حدود كنترل توسط توسعه معادلات زير تعريف مي‌شوند:

$$\overline{R} \pm 3\overline{R} \times \frac{d_3}{d_2}$$

بنابراين

$$LCL = \overline{R} - 3\overline{R} \times \frac{d_3}{d_2}$$

$$UCL = \overline{R} + 3\overline{R} \times \frac{d_3}{d_2}$$

كه

$$\overline{R} = \frac{\sum_{i=1}^{k} R_i}{k}$$

كه d_2 و d_3 از شكل ۸. ۵ بدست مي‌آيند. اين فرمول‌ها مي‌توانند براي LCL و UCL، به صورت زير ساده شوند:

$$LCL = \overline{R} - 3\overline{R} \times \frac{d_3}{d_2} = \overline{R} \times \left(1 - 3 \times \frac{d_3}{d_2}\right)$$

$$UCL = \overline{R} + 3\overline{R} \times \frac{d_3}{d_2} = \overline{R} + \left(1 + 3 \times \frac{d_3}{d_2}\right)$$

از آنجايي كه براي هر اندازه نمونه داده شده، d_2 و d_3 ثابت هستند، مي‌توان فاكتورهاي جديدي بدست آورد. اين فرمول‌ها به صورت زير خلاصه مي‌شوند:

$$LCL = \overline{R} \times D_3$$

$$UCL = \overline{R} \times D_4$$

كه D_3 و D_4 از شكل ۸. ۵ بدست مي‌آيند.

شكل ۸. ۸ كاربرگ مورد استفاده براي محاسبه نمودار R را نشان مي‌دهد. ستون H دامنه هر مجموعه از مشاهدات را با استفاده از فرمول "$=MAX(C5:F5)-MIN(C5:F5)$" كه در سلول H5 است، محاسبه مي‌كند. خط مركزي نمودار، ميانگين دامنه است كه در سلول D23 با استفاده از فرمول "$=AVERAGE(H5:H20)$" محاسبه مي‌شود و اين سلول توسط ستون I مورد استفاده قرار مي‌گيرد. سلول J5 حد پايين را با استفاده از فرمول "$=VLOOKUP(4;Table;4)*\$D\$23$" محاسبه مي‌كند و اين سلول، در باقيمانده ستون مورد نظر قرار مي‌گيرد. *Table* نام جدول جستجو[1] است كه در شكل ۸. ۵ نشان داده شده است. سلول K5 حد بالا را با استفاده از فرمول "$=VLOOKUP(4;Table;5)*\$D\$23$" محاسبه مي‌كند و اين سلول، در باقيمانده ستون مورد نظر قرار مي‌گيرد. شكل ۸. ۹، نتايج نمودار R را نشان مي‌دهد.

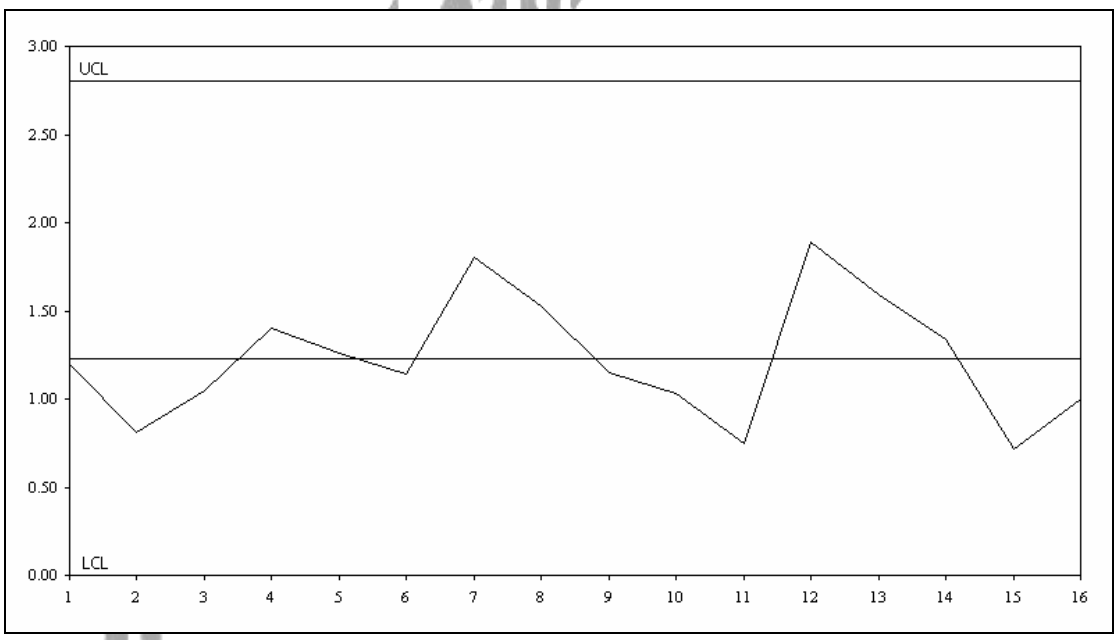
[1] Lookup Table

www.abkazemi.blogfa.com

irmgn.ir

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Sample Data										
2											
3			Observations								
4			1	2	3	4	Mean	Range	Center	Lower Bound	Upper Bound
5	Sixteen Data Sets	1	14.54	14.63	14.50	13.43	14.28	1.20	1.23	0.00	2.80
6		2	14.13	14.10	14.88	14.91	14.51	0.81	1.23	0.00	2.80
7		3	13.69	14.30	14.74	14.54	14.32	1.05	1.23	0.00	2.80
8		4	14.23	13.94	14.80	13.40	14.09	1.40	1.23	0.00	2.80
9		5	14.01	14.50	14.60	13.34	14.11	1.26	1.23	0.00	2.80
10		6	14.77	14.77	14.68	13.63	14.46	1.14	1.23	0.00	2.80
11		7	15.01	14.35	13.21	14.65	14.31	1.80	1.23	0.00	2.80
12		8	13.16	14.00	14.69	13.16	13.75	1.53	1.23	0.00	2.80
13		9	13.86	13.31	14.46	14.35	14.00	1.15	1.23	0.00	2.80
14		10	13.80	13.25	13.91	14.28	13.81	1.03	1.23	0.00	2.80
15		11	13.65	13.79	14.13	14.40	13.99	0.75	1.23	0.00	2.80
16		12	15.08	13.48	14.34	13.19	14.02	1.89	1.23	0.00	2.80
17		13	13.22	14.81	14.15	14.08	14.07	1.59	1.23	0.00	2.80
18		14	14.95	15.05	13.71	14.17	14.47	1.34	1.23	0.00	2.80
19		15	14.66	14.19	14.91	14.66	14.61	0.72	1.23	0.00	2.80
20		16	14.09	14.18	13.86	13.18	13.83	1.00	1.23	0.00	2.80
21											
22	Overall values										
23	Average Range			1.23							

شکل ۸. ۸ داده‌هاي مورد استفاده براي ايجاد نمودار R



شکل ۸. ۹ نتيجه نمودار R از داده‌هاي مربوط به شکل ۸. ۸

۸. ۵ نمودارهاي انحراف معيار

irmgn.ir

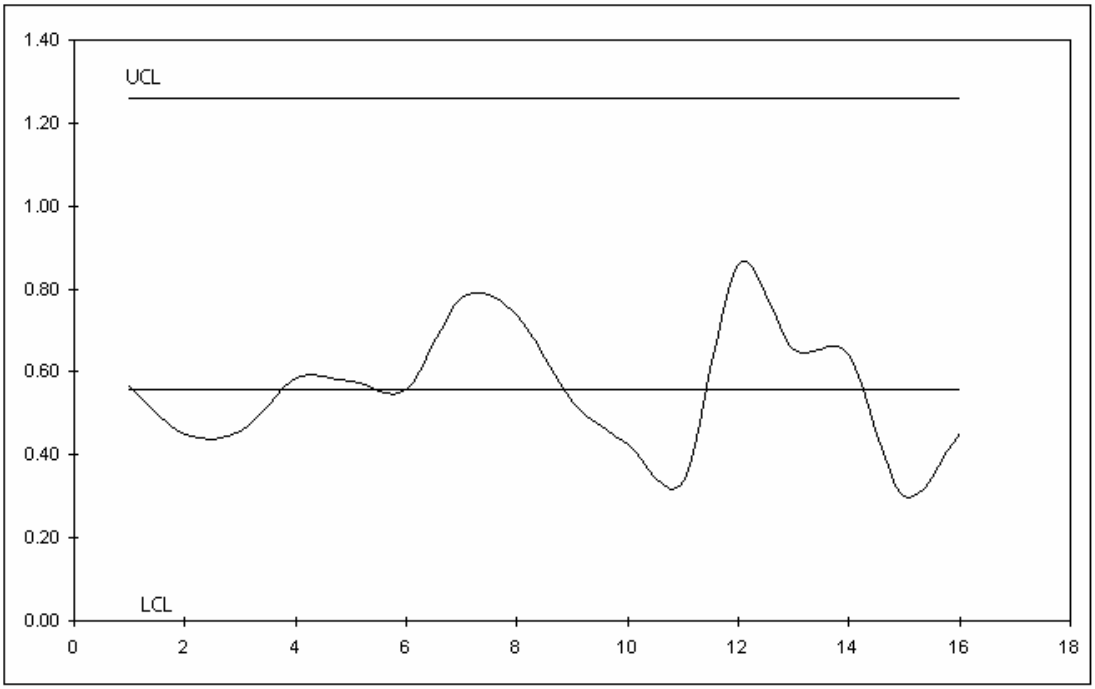
جهت نظارت روي تغييرپذيري فرآيند، علاوه بر نمودار R، مي‌توانيم از يك نمودار S (انحراف معيار) هم استفاده كنيم. ايجاد يك نمودار S، بسيار شبيه به ايجاد يك نمودار R است. شكل ۸. ۱۰، داده‌هاي مورد استفاده را براي ايجاد يك نمودار كنترل انحراف معيار نشان مي‌دهد.

قبلاً انحراف معيار را براي هر نمونه و انحراف معيار كل را در سلول D23 محاسبه نموديم. تئوري آمار، به ما مي‌گويد كه از فاكتورهاي B_3 و B_4 از شكل ۸. ۵ استفاده كنيم. مقدار n برابر 4 است، بنابراين فاكتورها برابر 0.000 و 2.266 مي‌باشند. سلول I5 مقدار LCL را با استفاده از فرمول "$=H5*VLOOKUP(4;Table;7)$" محاسبه مي‌كند كه برابر با صفر مي‌شود و سلول I5، در باقيمانده ستون I، مورد استفاده قرار مي‌گيرد. *Table* نام جدول جستجو در شكل ۸. ۵ است. سلول J5، مقدار UCL را با استفاده از فرمول "$=H5*VLOOKUP(4;Table;8)$" محاسبه مي‌كند و سلول J5، در باقيمانده ستون J، مورد استفاده قرار مي‌گيرد. شكل ۸. ۱۱، نمودار كنترل را با استفاده از انحراف معيار نشان مي‌دهد.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Sample Data									
2										
3			Observations							
4			1	2	3	4	Standard Deviation	Center	Lower Bound	Upper Bound
5	Sixteen Data Sets	1	14.54	14.63	14.50	13.43	0.57	0.56	0.00	1.26
6		2	14.13	14.10	14.88	14.91	0.45	0.56	0.00	1.26
7		3	13.69	14.30	14.74	14.54	0.46	0.56	0.00	1.26
8		4	14.23	13.94	14.80	13.40	0.58	0.56	0.00	1.26
9		5	14.01	14.50	14.60	13.34	0.58	0.56	0.00	1.26
10		6	14.77	14.77	14.68	13.63	0.56	0.56	0.00	1.26
11		7	15.01	14.35	13.21	14.65	0.78	0.56	0.00	1.26
12		8	13.16	14.00	14.69	13.16	0.74	0.56	0.00	1.26
13		9	13.86	13.31	14.46	14.35	0.53	0.56	0.00	1.26
14		10	13.80	13.25	13.91	14.28	0.43	0.56	0.00	1.26
15		11	13.65	13.79	14.13	14.40	0.34	0.56	0.00	1.26
16		12	15.08	13.48	14.34	13.19	0.86	0.56	0.00	1.26
17		13	13.22	14.81	14.15	14.08	0.65	0.56	0.00	1.26
18		14	14.95	15.05	13.71	14.17	0.64	0.56	0.00	1.26
19		15	14.66	14.19	14.91	14.66	0.30	0.56	0.00	1.26
20		16	14.09	14.18	13.86	13.18	0.45	0.56	0.00	1.26
21										
22	Overall values									
23	Standard deviation			0.56						

شكل ۸. ۱۰ داده‌هاي شكل ۸. ۳ كه براي ايجاد يك نمودار كنترل انحراف معيار تغيير يافته‌اند

irmgn.ir



شكل ٨. ١١ نتيجه نمودار انحراف معيار از داده‌هاي مربوط به شكل ٨. ١٠

٨. ٦ استفاده از اين نمودارها

تاكنون، يك نمودار كنترل ميانگين، يك نمودار كنترل دامنه و يك نمودار كنترل انحراف معيار را ايجاد كرده ايم. اين نمودارها، عملكرد يك فرآيند توليد را رديابي مي‌كنند و تغييرپذيري بيشتري را نسبت به آن چيزي كه توقع داريم به طور طبيعي رخ دهد، دنبال مي‌كنند.

اگر يك مشاهده در زير (يا بالاي) خط مركزي نمودار كنترل ميانگين باشد، آيا اين مسئله به معناي داشتن يك مشاهده در زير (يا بالاي) خط مركزي نمودار كنترل انحراف معيار است؟ دوباره مثال سيب زميني سرخ كرده را در نظر بگيريد. اگر در نمودار كنترل ميانگين، نقاط در زير خط مركزي قرار بگيرند، به معني اين است كه مشتريان به طور متوسط، سيب زميني سرخ كرده كمتري از آنچه كه انتظار دارند، دريافت مي‌كنند. اگر در نمودار كنترل انحراف معيار، نقاط در زير خط مركزي قرار بگيرند، به معني اين است كه نسبت به ميانگين، تغييرپذيري كمتري بين كيسه‌ها وجود دارد. در حالي كه، پايين بودن ميانگين وزن‌ها، نشان دهنده يك مشكل است، در حالي كه، پايين بودن تغييرپذيري مشكلي ايجاد نمي‌كند.

حال چگونه مديريت مي‌بايست به اين سؤال پاسخ دهد كه اگر نقاط در نمودار كنترل ميانگين، به خط مركزي نزديك باشند، ولي در نمودار انحراف استاندارد به صفر نزديك باشند، نشان دهنده تحت كنترل بودن آنهاست؟ نمودار كنترل انحراف معيار، بيان كننده اين است كه در دراز مدت فرآيند تحت كنترل آماري نيست. ولي به هر حال، اين حالت خوب است! ممكن است چيزي در توليد تغيير كرده باشد كه باعث شده است وزن كيسه نسبت به گذشته، پايدارتر شده باشد.

مديريت مي‌بايست بررسي نمايد تا ببيند كه علت اين بهبود چه بوده است. شايد ماشين‌هاي برش سرويس شده‌اند يا اينكه شركت سيب زميني‌هايي با كيفيت بهتر خريداري كرده است. اگر اين بهبود انتظار رود كه ادامه داشته باشد، براي هر دو نمودار كنترل، نياز به محاسبه حدود كنترل پايين و بالاي جديد خواهيم داشت. پايين بودن تغييرپذيري نشان دهنده آن است كه حدود كنترل جديدي براي نمودار كنترل انحراف معيار

irmgn.ir

مورد نياز است. به هر حال، به علت اينكه حدود نمودار كنترل ميانگين بر اساس انحراف استاندارد مي‌باشند، آنها نيز به، به روز شدن نياز خواهند داشت.

۸. ۷ نمودارهاي كنترل براي داده هاي وصفي[1]

نمودارهاي كنترل ميانگين و انحراف استاندارد كه در بالا بحث شد، تنها براي داده‌هاي پيوسته[2]، مانند داده‌هايي همچون ارتفاع و وزن كه مي‌توانند هر مقداري را در يك دامنه داشته باشند، به كار مي‌رود. بسياري از اوقات، مي‌خواهيم يك فرآيند را براي وجود يا عدم وجود يك مشخصه كيفتي گسسته نظارت كنيم. براي مثال، ممكن است بخواهيم تعداد عمليات منگنه زني را كه در حين منگنه زدن محصول ممكن است چروك شود، مورد نظارت قرار دهيم. در اين حالت، هر محصول مي‌تواند تنها يكي از دو ويژگي چروك شدن يا چروك نشدن را داشته باشد. در چنين حالت‌هايي كه تنها دو ويژگي ممكن وجود دارد، توزيع آماري مربوطه، توزيع دو جمله‌اي[3] است. نمودارهاي كنترل براي استفاده از توزيع دو جمله‌اي، نمودارهاي P و nP مي‌باشند.

۸. ۷. ۱ نمودار P

نمودار P براي كنترل نسبت‌هاي[4] نمونه مورد استفاده قرار مي‌گيرد. شكل ۸. ۱۲ داده‌هايي را نشان مي‌دهد كه براي ايجاد يك نمودار P از آنها استفاده خواهيم نمود. صفر نشان دهنده قابل قبول بودن محصول و يك نشان دهنده معيوب بودن محصول است.
از ١٦ مجموعه داده‌ها، ٦ تا از آنها، فقط داراي يك معيوب هستند و هيچكدام از آنها بيشتر از يك معيوب ندارند. نسبت كل اقلام معيوب 0.09 است. به دليل اينكه اين داده‌ها داراي توزيع دو جمله‌اي هستند، براي محاسبه انحراف معيار، از فرمول زير استفاده مي‌شود كه $\bar{P}$، ميانگين نسبت اقلام معيوب مي‌باشد:

$$S_p = \sqrt{\frac{\left(\bar{P} \times \left(1 - \bar{P}\right)\right)}{n}}$$

[1] Attribute Data
[2] Continuous Data
[3] Binomial Distribution
[4] Proportions

irmgn.ir

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Sample Data										
2											
3			Observations								
4			1	2	3	4	Number Defective	Proportion Defective	Lower Bound	Center	Upper Bound
5	Sixteen Data Sets	1	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.09	0.53
6		2	0	1	0	0	1	0.25	0.00	0.09	0.53
7		3	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.09	0.53
8		4	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.09	0.53
9		5	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.09	0.53
10		6	0	0	1	0	1	0.25	0.00	0.09	0.53
11		7	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.09	0.53
12		8	0	1	0	0	1	0.25	0.00	0.09	0.53
13		9	0	1	0	0	1	0.25	0.00	0.09	0.53
14		10	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.09	0.53
15		11	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.09	0.53
16		12	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.09	0.53
17		13	1	0	0	0	1	0.25	0.00	0.09	0.53
18		14	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.09	0.53
19		15	1	0	0	0	1	0.25	0.00	0.09	0.53
20		16	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.09	0.53
21						Total	6	0.09			
22											
23	Overall values										
24	Standard deviation			0.14574							

شکل ۸. ۱۲ داده‌هاي مورد استفاده براي ايجاد يك نمودار P

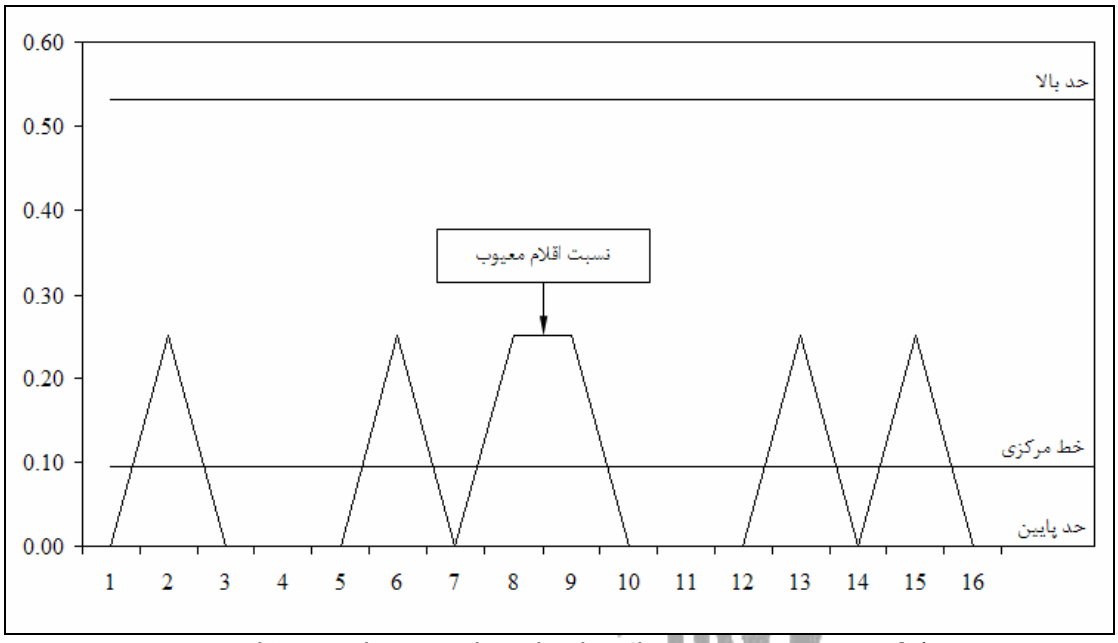
در اين فرمول n، اندازه نمونه است نه تعداد نمونه‌ها. بنابراين در اين مثال، n برابر 4 است نه 16. انحراف معيار در سلول D24 با استفاده از فرمول "$=SQRT(((H21*(1-H21))/4)$" محاسبه مي‌شود كه در اين مثال مقدار آن برابر 0.14574 است.

فرمول حد پايين كنترل آن به صورت $\left(\overline{P}-\left(3\times S_p\right)\right)$ مي‌باشد كه در ستون I با استفاده از فرمول "$=MAX(0;\$H\$21-(3*\$D\$24))$" محاسبه مي‌شود. اين فرمول منفي بودن يك عدد را مورد بررسي قرار مي‌دهد. به دليل اينكه نسبت هرگز نمي‌تواند منفي باشد، هنگام محاسبه LCL، صفر هر بار جايگزين عدد منفي بدست آمده مي‌شود. فرمول حد بالاي كنترل آن به صورت $\left(\overline{P}+\left(3\times S_p\right)\right)$ مي‌باشد كه در ستون K با استفاده از فرمول "$=\$H\$21+(3*\$D\$24)$" محاسبه مي‌شود. خط مركزي نسبت كل اقلام معيوب است كه در سلول H21 با استفاده از فرمول "$=G21/64$" محاسبه مي‌شود. نتيجه نمودار P در شكل ۸. ۱۳، نشان داده شده است.

۸. ۷. ۲ نمودار nP

نمودار nP به جاي نسبت اقلام معيوب، متوسط تعداد اقلام معيوب را كنترل مي‌كند. جهت استفاده از يك نمودار nP، اندازه هر نمونه بايد يكسان باشد. شكل ۸. ١٤، داده‌هايي را نشان مي‌دهد كه براي ايجاد يك نمودار nP از آنها استفاده خواهيم كرد. صفر نشان دهنده قابل قبول بودن محصول و يك نشان دهنده معيوب بودن محصول است.

irmgn.ir



شکل ۸. ۱۳ نتیجه نمودار P از داده‌هاي مربوط به شكل ۸. ۱۲

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Sample Data										
2											
3			Observations								
4			1	2	3	4	Number Defective	Proportion Defective	Lower Bound	Center	Upper Bound
5	Sixteen Data Sets	1	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.38	1.84
6		2	0	1	0	0	1	0.25	0.00	0.38	1.84
7		3	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.38	1.84
8		4	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.38	1.84
9		5	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.38	1.84
10		6	0	0	1	0	1	0.25	0.00	0.38	1.84
11		7	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.38	1.84
12		8	0	1	0	0	1	0.25	0.00	0.38	1.84
13		9	0	1	0	0	1	0.25	0.00	0.38	1.84
14		10	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.38	1.84
15		11	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.38	1.84
16		12	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.38	1.84
17		13	1	0	0	0	1	0.25	0.00	0.38	1.84
18		14	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.38	1.84
19		15	1	0	0	0	1	0.25	0.00	0.38	1.84
20		16	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.38	1.84
21						Total	6	0.09			
22						nP	0.38				
23											
24	Overall values										
25	Standard deviation		0.582961								

شکل ۸. ١٤ داده‌هاي مورد استفاده براي ايجاد يك نمودار nP

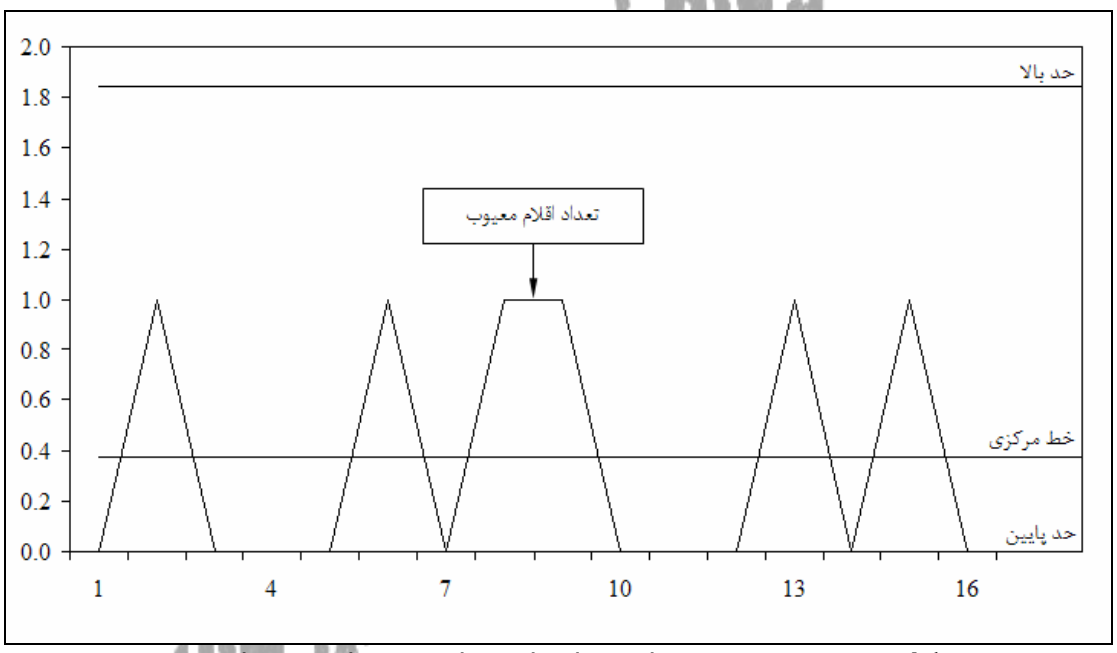
از ١٦ مجموعه داده‌ها، ٦ تا از آنها فقط داراي يك معيوب هستند و هيچكدام از آنها بيشتر از يك معيوب ندارند. ميانگين كل تعداد اقلام معيوب 0.38 است كه اين همان nP مي‌باشد. براي محاسبه انحراف معيار، از فرمول زير استفاده مي‌شود:

irmgn.ir

$$S_{n\bar{P}} = \sqrt{n \times \bar{P} \times (1 - \bar{P})}$$

در این فرمول n، اندازه نمونه است. در این مثال، n برابر 4 است نه 16. انحراف معیار در سلول D25 با استفاده از فرمول "=SQRT(H21*(1-H21)*4)" محاسبه مي‌شود که در این مثال مقدار آن برابر 0.582961 است.

فرمول حد پایین کنترل آن به صورت $\left(\bar{P} - \left(3 \times S_{n\bar{P}}\right)\right)$ مي‌باشد که در ستون I با استفاده از فرمول "=MAX(0;$H$21-(3*$D$25))" محاسبه مي‌شود. این فرمول منفي بودن يك عدد را مورد بررسي قرار مي‌دهد. به دلیل اینکه این میانگین هرگز نمي‌تواند منفي باشد، هنگام محاسبه LCL، صفر هر بار جایگزین عدد منفي مي‌شود. فرمول حد بالاي کنترل آن به صورت $\left(\bar{P} + \left(3 \times S_{n\bar{P}}\right)\right)$ مي‌باشد که در ستون K با استفاده از فرمول "=$H$21+(3*$D$25)" محاسبه مي‌شود. خط مرکزي میانگین کل تعداد اقلام معیوب است که در سلول G22 با استفاده از فرمول "=H21*4" محاسبه مي‌شود. نتیجه نمودار nP در شکل ۸. ۱۵ نشان داده شده است.



شکل ۸. ۱۵ نتیجه نمودار nP از داده هاي مربوط به شکل ۸. ١٤

۸. ۸ سایر نمودارهاي کنترل کیفیت

۸. ۸. ۱ برگه‌هاي کنترل[1]

برگه‌هاي کنترل يك روش قلم و کاغذ[2] است که براي ثبت پیشامدهاي نقص‌هاي خاص یا سایر موارد که مدیریت قصد کنترل آنها را دارد، به کار مي‌رود. شکل ۸. ١٦، يك نمونه از برگه‌هاي کنترل را نشان مي‌دهد. به محض اینکه برگه‌هاي کنترل کامل شدند، مي‌توان نتایج را براي رسم نمودار به اکسل منتقل کرد.

[1] Checksheet
[2] Pen-and-Paper Method

irmgn.ir

	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنج شنبه	جمعه
شل شدن سیم	√√√√	√√	√√√√√√	√	√√√
رنگ پریدگی	√√	√		√√	√
خمیده شدن پوشش	√	√	√		√√
انطباق ناقص	√		√√		
غیر قابل استفاده	√			√	

شکل ۸. ۱۶ یك نمونه از برگه کنترل

۸. ۸. ۲ تحلیل پاراتو[1]

تحلیل پاراتو با شناسايي منابع مهم خطاها، به دنبال حذف نقص‌ها مي‌باشد. براي تحليل پاراتو، نتايج مربوط به برگه‌هاي كنترل را در نظر بگيريد و آن را از بيشترين تكرار به كمترين تكرار مرتب كنيد. سپس درصد هر نقص را محاسبه كنيد. بعد از اين كار، تعداد تجمعي هر نقص و درصد هر تجمعي را محاسبه كنيد. كاربرگ اكسل مورد نظر كه براي برگه كنترل شكل ۸. ۱۶ ايجاد شده، در شكل ۸. ۱۷ نشان داده شده است.

	A	B	C	D	E	F
1		**Defect**	**Count**	**Percent**	**Running Total**	**Running Percent**
2	A	Loose Wires	16	50.0%	16	50.0%
3	B	Chipped Paint	6	18.8%	22	68.8%
4	C	Bent Case	5	15.6%	27	84.4%
5	D	Faulty Alignment	3	9.4%	30	93.8%
6	E	Inoperative	2	6.3%	32	100.0%
7			32			

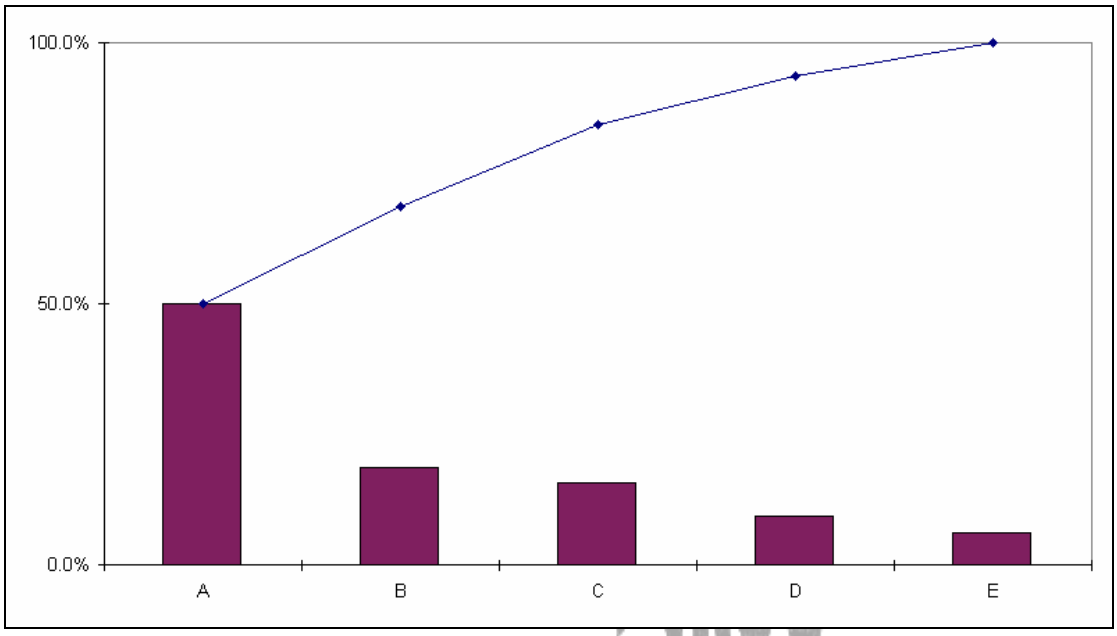
شکل ۸. ۱۷ كاربرگي كه تحليل پاراتو را انجام مي‌دهد

در اين كاربرگ، ستون C شامل داده‌هاي مربوط به برگه كنترل است و سلول C7 مقدار مجموع را با استفاده از فرمول "=SUM(C2:C6)" محاسبه مي‌كند. ستون D درصد را با تقسيم هر مقدار به مقدار مجموع محاسبه مي‌كند. براي سلول D2، فرمول به صورت "=C2/$C$7" مي‌باشد و اين فرمول به ساير سلول‌ها كپي مي‌شود. ستون E، تعداد تجمعي را محاسبه مي‌كند. فرمول براي سلول E2 به صورت "=C2" و براي سلول E3 به صورت "=C3+E2" است. فرمول سلول E3 به ساير سلول‌ها در ستون مورد نظر كپي مي‌شود. ستون F درصد تجمعي‌ها را با تقسيم هر سلول به مقدار مجموع محاسبه مي‌كند. فرمول در سلول F2 به صورت "=E2/$C$7" مي‌باشد و اين فرمول به ساير سلول‌ها كپي مي‌شود.

نمودار پاراتو در شكل ۸. ۱۸ نشان داده شده است. اين نمودار با استفاده از يك نمودار خاص از نوع "خط- ستون"[2] ايجاد شده است. از درصدهاي انفرادي در ميله‌ها (ستون‌ها) و از درصدهاي تجمعي در خطها استفاده شده است.

[1] Pareto Analysis
[2] Line-Column

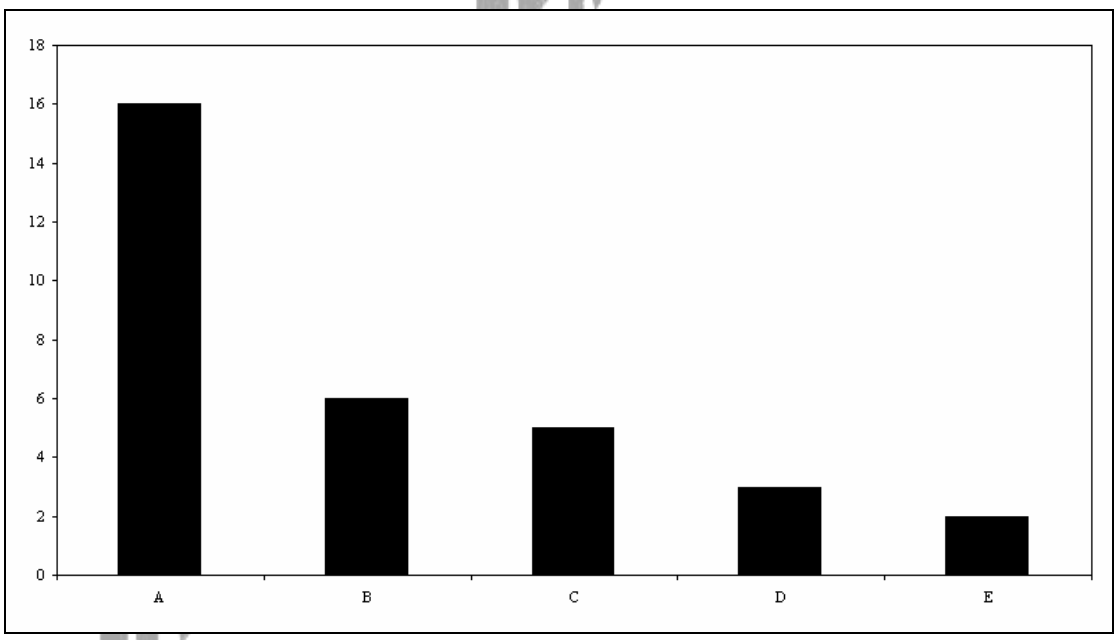
irmgn.ir



شکل ۸. ۱۸ يك نمودار پاراتو

۸. ۸. ۳ نمودارهاي ميله‌اي[1] و هيستوگرام‌ها[2]

در اكسل يك نمودار ميله‌اي، تعداد را از برگه كنترل با استفاده از يك نمودار ستوني نشان مي‌دهد.[3] نمودار ميله‌اي مربوط به برگه كنترل شكل ۸. ١٦، در شكل ۸. ۱۹ نشان داده شده است. اين نمودار با استفاده از ستون C كاربرگ شكل ۸. ۱۷ ايجاد شده است.



[1] Bar Chart
[2] Histogram
[3] بسیاری از متخصصان کنترل کیفیت، انواع نمودارهای میله‌ای را به عنوان هیستوگرام در نظر می‌گیرند، اگرچه به لحاظ فنی این عبارت صحیح نیست.

irmgn.ir

شكل ۸. ۱۹ يك نمودار ميله‌اي به سادگي تعداد را به صورت بصري نشان مي‌دهد

۸. ۹ نتيجه‌گيري

كنترل كيفيت يك مسئله بسيار مهم در مديريت عمليات است. وقتي كه فرآيندها به نظر مي‌رسند كه خارج از كنترل آماري باشند، نمودارها، بر اساس نمونه‌هايي كه در فواصل منظم گرفته مي‌شوند، مي‌توانند به عنوان ابزاري مفيد در تصميم‌گيري مديريت به كار روند. توجه كنيد كه هر داده مربوط به محصول، مي‌تواند تغيير كند و باعث انجام تحليل‌هاي What-if شوند. علاوه بر اين، به راحتي مي‌توانيد نمونه‌هاي جديدي به مجموعه داده‌ها اضافه يا كم كنيد. اين مسئله بخصوص وقتي كه قضاوت روي مجموعه داده‌ها تغيير مي‌كند،بسيار مهم است.

تمرينات

۸. ۱- شكل ۸. ۲۰، ۲۰ مجموعه داده را به همرا هشت مشاهده براي هر يك، نشان مي‌دهد. يك نمودار كنترل ميانگين براي اين داده‌ها رسم كنيد.
۸. ۲- با استفاده از داده‌هاي شكل ۸. ۲۰، يك نمودار كنترل دامنه رسم كنيد.
۸. ۳- با استفاده از داده‌هاي شكل ۸. ۲۰، يك نمودار كنترل انحراف معيار رسم كنيد.
۸. ٤- شكل ۸. ۲۱، ۲۰ مجموعه داده را به همراه ده مشاهده براي هر يك، نشان مي‌دهد. يك نمودار P براي اين داده‌ها رسم كنيد.
۸. ٥- با استفاده از داده‌هاي شكل ۸. ۲۱، يك نمودار nP رسم كنيد؟

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Observations								
2			1	2	3	4	5	6	7	8
3	Data Sets	1	32.47	32.21	32.15	31.79	31.73	32.90	31.88	31.76
4		2	31.68	32.47	32.46	31.61	32.57	32.02	31.76	32.81
5		3	31.72	31.93	31.57	31.81	31.70	32.50	31.53	31.55
6		4	31.70	32.34	32.49	32.42	31.68	31.98	32.89	31.70
7		5	32.23	32.67	32.22	32.18	32.25	31.92	31.80	31.49
8		6	31.95	32.56	31.71	31.71	32.56	32.84	31.70	32.70
9		7	32.24	32.31	31.84	31.90	31.91	32.05	31.91	31.15
10		8	31.61	31.62	32.51	31.03	32.07	31.96	31.52	31.60
11		9	31.92	32.21	31.81	31.91	32.36	31.81	31.08	31.37
12		10	31.61	31.60	32.30	31.25	31.37	31.52	31.40	32.14
13		11	32.47	32.20	32.36	32.04	31.88	32.53	31.73	31.46
14		12	32.18	31.96	31.65	32.31	31.92	31.17	32.21	31.49
15		13	32.44	31.99	31.96	31.61	32.13	32.37	31.68	31.76
16		14	32.00	32.31	32.05	31.16	32.59	31.93	32.26	31.55
17		15	32.10	32.54	32.04	32.27	31.97	31.99	32.88	32.08
18		16	32.10	31.93	32.14	31.71	32.52	31.80	32.44	31.50
19		17	31.41	31.51	32.02	31.47	31.28	32.07	31.91	31.78
20		18	31.70	31.60	32.06	31.52	32.13	31.64	31.94	31.75
21		19	32.88	32.16	32.87	32.36	31.72	31.48	31.34	32.32
22		20	32.38	32.30	31.85	32.44	32.06	31.27	31.88	32.08

شكل ۸. ۲۰ داده‌هاي مربوط به تمرينات ۸. ۱، ۸. ۲ و ۸. ۳

irmgn.ir

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		Observations										
2			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	Data Sets	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4		2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
5		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7		5	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
8		6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
9		7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
10		8	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
11		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13		11	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
14		12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15		13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16		14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17		15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
18		16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19		17	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
20		18	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
21		19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
22		20	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

شکل ۸. ۲۱ داده‌هاي مربوط به تمرينات ۸. ٤ و ۸. ٥

۸. ٦- شركت غذاهاي دريايي فيشي[1]، به داشتن سيستم كنترل كيفيت پيشرفته خود افتخار مي‌كند. اين سيستم، هم شامل كنترل كيفيت غذا و هم شامل كنترل كيفيت خدمات مي‌باشد. مديريت در مورد زمان خدمت رساني به مشتريان نگران است. زمان‌هاي خدمت رساني به مشتريان (بر حسب دقيقه) در يكي از رستوران‌هاي زنجيره‌اي در شنبه شب به صورت زير مي‌باشند: 5.0، 6.0، 5.0، 5.5، 7.0، 4.0، 12.0، 4.5، 2.0، 5.0، 5.5، 6.0، 6.0، 13.0، 2.0، 5.0، 4.0، 4.5، 6.5، 4.0، 1.0، 2.0، 3.0، 5.5، 4.0، 4.0، 8.0، 12.0، 3.0، 4.5، 6.5، 6.0، 7.0، 10.0، 6.0، 6.5، 5.0، 3.0، 6.5، 7.0 داده‌ها را به صورت گروه‌هاي چهارتايي در نظر بگيريد و يك نمودار كنترل براي ميانگين اين فرآيند رسم كنيد. آيا زمان انتظار در رستوران تحت كنترل است؟

۸. ۷- با استفاده از داده‌هاي تمرين ۸. ٦، يك نمودار كنترل دامنه رسم كنيد.

۸. ۸- با استفاده از داده‌هاي تمرين ۸. ٦، يك نمودار كنترل انحراف معيار رسم كنيد.

۸. ۹- با استفاده از نتايج تمرينات ۸. ٦ تا ۸. ۸، كيفيت خدمات شركت غذاهاي دريايي فيشي را تفسير كنيد.

۸. ۱۰- يك شركت لاستيك سازي به طور تصادفي 40 لاستيك را در انتهاي هر شيفت براي تست معيوب بودن آنها نمونه‌گيري مي‌كند. تعداد معيوب‌ها در ۱۲ شيفت به اين صورت مي‌باشند: 4، 2، 0، 5، 2، 3، 14، 2، 3، 4، 12 و 3. يك نمودار كنترل براي اين فرآيند رسم كنيد. آيا فرآيند توليد تحت كنترل است؟

۸. ۱۱- يك فروشگاه همبرگر فروشي، قصد دارد تعداد شكايت‌هايي را كه در مورد همبرگرهاي خود در طول يك هفته دريافت كرده است، كنترل كند. اين نتايج به اين صورت

[1] Fishy

irmgn.ir

مي‌باشند: بيش از حد پخته-23، كمتر از حد پخته-8، ادويه نامناسب-6، بي نمك-4. يك تحليل پاراتو در اين مورد ارائه دهيد.
۸. ۱۲- با استفاده از داده‌هاي تمرين ۸. ۱۱، يك نمودار ميله‌اي رسم كنيد.

منبع:
کاربرد اکسل در مهندسی صنایع و مدیریت عملیات، ترجمه: ابوالفضل کاظمی