irmgn.ir

هفت ابزار کنترل کیفیت

Seven Tools of Quality Control

irmgn.ir

۱ – نمودار پارتو (Pareto Chart)

نمودار پارتو، نمودار میله ای است که علل مشکلات به وجود آمده را با فراوانی آنها مقایسه می کند. نام این نمودار، از یک دانشمند ایتالیایی علوم اجتماعی بنام " ویلفرد پارتو" گرفته شده است.

براساس اصلی که وی درمورد اقتصاد بیان کرد ۸۰ درصد نتایج ومسائل از ۲۰ درصد علل ناشی می شوند. به عبارت دیگر، اگر چه ممکن است برای مسائل موجود، علل بسیار زیادی وجود داشته باشد، ولی اندکی از این علل اهمیت دارند وبا رفع آنها میتوان بخش اعظم مسائل را حل کرد. به عنوان مثال می توان گفت:

۸۰ درصد خطاها توسط ۲۰ درصد کارکنان انجام می شود.

۸۰ درصد ضایعات محصول به علت مشکل در ۲۰ درصد فرایندهای تولیدی آن است.

به کمک نمودار پارتو می توان علل مختلف به وجود آمدن نتایج نامناسب را طبقه بندی کرد و به سرعت و روشنی نشان داد که کدام دسته از علل از اهمیت بیشتری برخوردار است. برای رسم نمودار پارتو، میله متناظر هرکدام از علل با همان ترتیب صعودی رسم می شود وبا محاسبه جمع تجمعی درصد فراوانیها می توان عللی را که باعث بروز حدود ۸۰ درصد مشکلات شده اند تعیین کرد.

در جدول زیر داده های مربوط به درصد ضایعات ریخته گری میل بادامک ذکر شده است. در صد ضایعات هرکدام از علل به ترتیب نزولی در شکل رسم شده است. با بررسی این شکل می توان نتیجه گرفت که حدود ۸۰ درصد ضایعات به علت وجود مک و لنگی در قطعه میل بادامک است. بنابر این فقط با اصلاح این دو علت می توان ۸۰ درصد از ضایعات را کاهش داد.

نمودار پارتو به دست آمده به تحلیلگر کمک می کند تا براحتی عللی را که بیشتر از بقیه مشاهده می شوند شناسایی کند. نمودار پارتو به طور نسبتاً وسیع در کاربردهای تولیدی روشهای بهبود

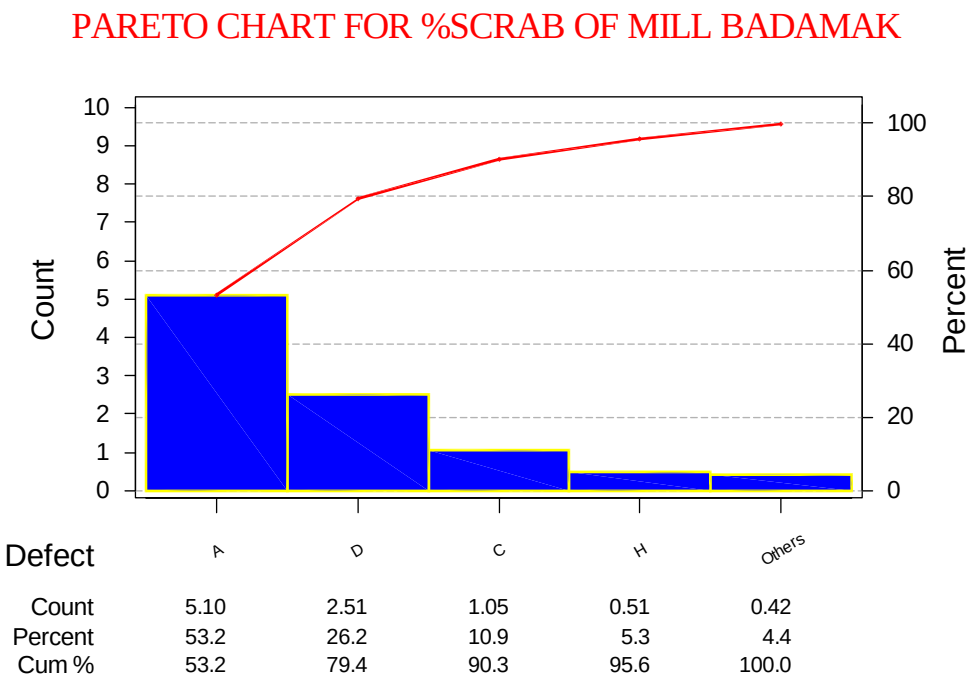
irmgn.ir

کیفیت استفاده می شوند. به طور کلی نمودار پارتو از مفیدترین ابزارهای هفتگانه کنترل آماری فرایند است و کاربرد های آن در برنامه های بهبود کیفیت، بستگی به میزان خلاقیت تحلیلگر دارد.

ردیف	علل ضایعات	درصد ضایعات	نسبت درصد ضایعات
۱	مک(A)	5.1	53.2
۲	شلاکه(B)	0.06	0.006
۳	انحراف(C)	1.05	10.95
۴	لنگی(D)	2.51	26.2
۵	فشردگی(E)	0.1	1
۶	شکستگی(F)	0.11	1.2
۷	نیامد مذاب(G)	0.15	1.6
۸	مشکلات برقی(H)	0.51	5.3
جمع کل ضایعات محصول		9.59	100

جدول درصد ضایعات ریخته گری میل بادامک

irmgn.ir



نمودار پارتو درصد ضایعات ریخته گری میل بادامک

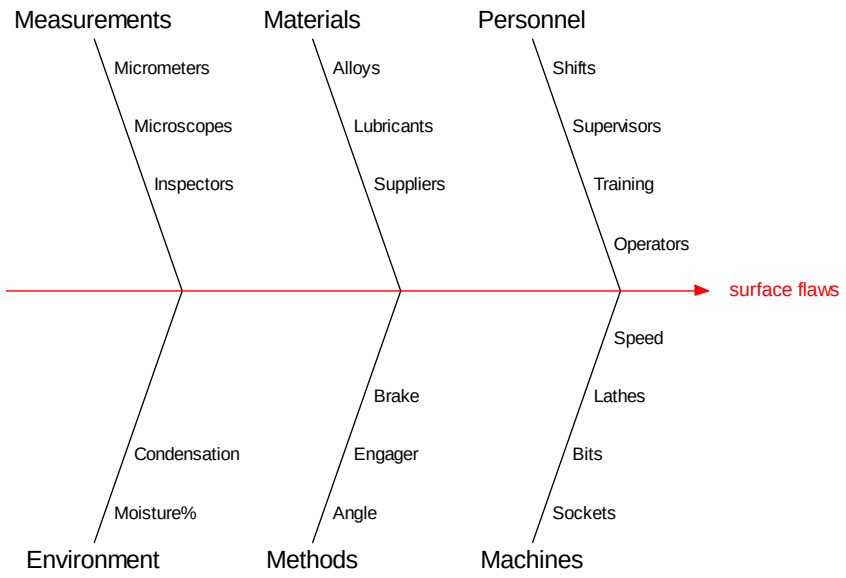
۲- نمودار علت ومعلول (CAUSE & EFFECT)

زمانی که عیب، اشکال و یا اشتباهی شناسایی می شود باید علل بالقوه آن نیز تعیین گردد. در مواقعی که مجموعه علل بروز مشکل واضح نیست- یا فقط دو یا چند مورد از آنها مشخص است- نمودار علت و معلول می تواند ابزار مفیدی برای شناسایی علل بالقوه باشد.

نمودار علت ومعلول با نام نمودار " ایشی کاوا " یا نمودار" استخوان ماهی" " (Fish Bone) نیز شناخته می شود. زیرا این نمودار توسط دکتر ایشی کاوا و در ۱۹۴۳ مطرح شد واز طرف دیگر، شکلی شبیه یک ماهی دارد که مشخصه کیفی در سر آن قرار گرفته و علت ها، شکلی همانند استخوان ماهی ایجاد می کنند. شکل زیر نمونه ای از یک نمودار علت و معلول را نشان می دهد که در آن نوعی عدم تطابق (ترکهای سطحی- surface flow) مورد تحلیل قرار گرفته است.

irmgn.ir

CAUSE&EFFECT DIAGRAM FOR SURFACE FLOWS DEFFACT



نمودار علت ومعلول برای مشکل ترک سطحی (Surface Flows)

مراحل تهیه نمودار علت ومعلول عبارتند از:

۱- مشکل یا معلولی که باید تجزیه و تحلیل شود را تعریف کنید.

۲- تیمی برای انجام تجزیه وتحلیل های مورد نیاز تشکیل دهید. در اغلب موارد، تیم بهبود کیفیت، علل بالقوه ایجاد مشکل را از طریق طوفان ذهنی (Brain Storming) تعیین می کند.

۳- خط مرکز را رسم کرده،مشکل (معلول) را در سمت راست آن (در جلو پیکان) قرار دهید.

۴- گروه های علل بالقوه را تعیین و آنها را از طریق جعبه هایی به خط مرکزی متصل کنید. (معمولاً این گروه ها ی اصلی عبارتند از:

۱- مواد اولیه (Material)

۲- روشها (Method)

۳- تجهیزات (Machines)

irmgn.ir

۴- اندازه گیری (Measurement)

۵- نیروی انسانی (Man power)

۶- محیط (Media=Enviroment)

و معروف به 5M+1E(6M) می باشند.

۵- علل ممکن را شناسایی کرده، آنها را در گروه های تعیین شده در مرحله ۴ قرار دهید. در صورت نیاز، گروه های دیگری تشکیل بدهید. علل باید تا پایین ترین سطح، فهرست شوند.

۶- علل را رتبه بندی کنید تا آنهایی که اثر زیادی بر مشکل دارند شناسایی شوند.

نمودار علت و معلول یکی از ابزارهای قوی برای تجزیه وتحلیل مشکلات است. یک نمودار علت و معلول که با جزئیات خوب (حدوداً با 50 علت) تهیه شده باشد را می توان به عنوان ابزار گره گشای مؤثری استفاده نمود. بعلاوه تهیه یک نمودار علت و معلول کمک خواهد کرد تا با تشکیل تیم، افراد به صورت گروهی مشکل را حل کنند.

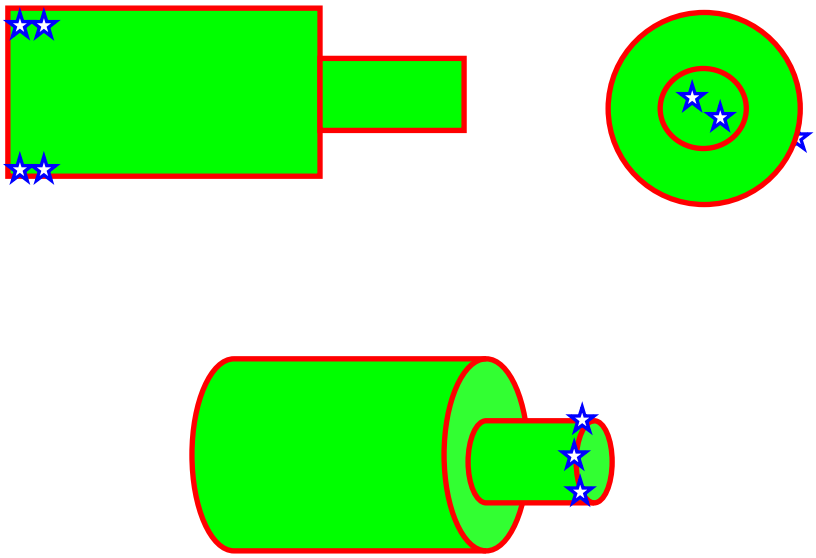
از نمودار پارتو در اینجا برای تشخیص مهمترین علل ایجاد مشکل استفاده می شود تا اقدام اصلاحی در مورد عمده ترین علل انجام گیرد.

۳- نمودار تمرکز نقص ها

نمودار تمرکز نقص ها، تصویری است از یک محصول که آن را از ابعاد مختلف نشان می دهد. با استفاده از این شکل می توان محل یا محلهای ایجاد عیب را روی محصول مشخص کرد و مورد تجزیه و تحلیل قرار داد.

در شکل زیر نمونه ای از نمودار تمرکز نقص مربوط به یک شرکت ریخته گری ملاحظه می شود. در این شکل، نقشه قطعه از دو زاویه رسم شده است و اپراتورها محل های ایجاد مک را که در بازرسی های قطعه مشاهده می کنند، روی شکل علامت می زنند. بدین طریق بیشترین جایی که مک دارد، در قطعه معلوم می شود و لذا در صدد رفع عیب قالب بر خواهند آمد.

irmgn.ir



نمودار تمرکز نقص ها : محلهای ایجاد مک در یک قطعه ریخته گری

با بررسی یک نمودار تمرکز نقصها برای مرحله نهایی فرایند مونتاژ یخچال مشاهده می کنیم که درصد زیادی از عیبها توسط بخش حمل ونقل ایجاد می گردد. بخش حمل ونقل قبل از جابجا کردن یخچالها آنها را ابتدا توسط تسمه ای خیلی شل ویا خیلی محکم می بندد. این تسمه ها ممکن است پوسیده بوده یا از مواد نامناسب ساخته شده ویا اینکه خیلی نازک باشند. از طرف دیگر ،هنگامی که یخچالها حمل می شوند گوشه های آن صدمه می بینند.

به نظر می رسد خستگی کارگر می تواند یکی از عاملهای بروز عیب در این فرایند حمل ونقل باشد.

نمودارهای تمرکز نقصها یکی از ابزارهای رفع مشکل بسیار مفید در صنایعی نظیر آبکاری، رنگ کاری، ریخته گری و ذوب، ماشینکاری ومونتاژ محسوب می شود.

۴ – نمودارپراکندگی (Scatter Plot)

نمودار پراکندگی یا پراکنش یکی از نمودارهای مفید است که به منظور پی بردن به رابطهٔ بالقوه بین دو متغیر استفاده می شود. برای رسم این نمودار داده ها به صورت زوجی نظیر (X1,Y1) که

irmgn.ir

تعداد این نقاط ذوجی میتواند N مرتبه باشد تهیه می شود. مقدار Y بر حسب مقدار X بر روی این نمودار رسم می گردد. طریقه رسم نقاط بر روی نمودار پراکندگی بیانگر نوع رابطهٔ موجود بین دو متغیر است.

شکل زیر نمودار پراکندگی مربوط به بازیافت فلز منیزیم (بر حسب درصد) در یک فرایند ذوب که بر حسب مقدار گدازا به بوته اضافه می شود را نشان می دهد. این نمودار بیانگر وجود یک همبستگی (Correlation) مثبت قوی بین بازیافت فلز ومقدار گدازا می باشد. به عبارت دیگر با افزایش مقدار گدازا به بوته، بازیافت فلز نیز افزایش می یابد.

با بررسی این نمودار ممکن است این نتیجه گیری به عمل آید که این دو عامل دارای یک رابطه علت و معلولی هستند و یا به عبارت دیگر با افزایش گدازا همیشه بازیافت فلز نیز افزایش می یابد. این طرز تفکر از خطر بالقوه ای برخوردار می باشد. علت آن است که همبستگی حتماً علیت(Causality) را به همراه ندارد. در این نمودار رابطه موجود بین دو عامل ممکن است به علت وجود عامل دیگری حادث شده باشد.

بعنوان مثال، ممکن است هر دو متغیر به متغیر سومی نظیر درجه حرارت فلز قبل از افزودن گدازا وابسته باشند و این همبستگی باعث به وجود آمدن روندی که ما در نمودار مشاهده می کنیم گردد. اگر در درجه حراتهای زیاد مقدار بازیافت فلز افزایش یابد و در عمل گدازا به نسبت درجه حرارت مصرف گردد آنگاه افزودن گدازا موقعی که فرایند در درجه حرارت کم کار می کند تغییری در بازده فرایند ایجاد نخواهد کرد.

نمودار پراکندگی برای پی بردن به وجود روابط بالقوه موجود بین عاملهای متفاوت مفید است. به منظور پی بردن به وجود علیت معمولاً از روش طراحی آزمایشات(DOE) استفاده می شود.

irmgn.ir

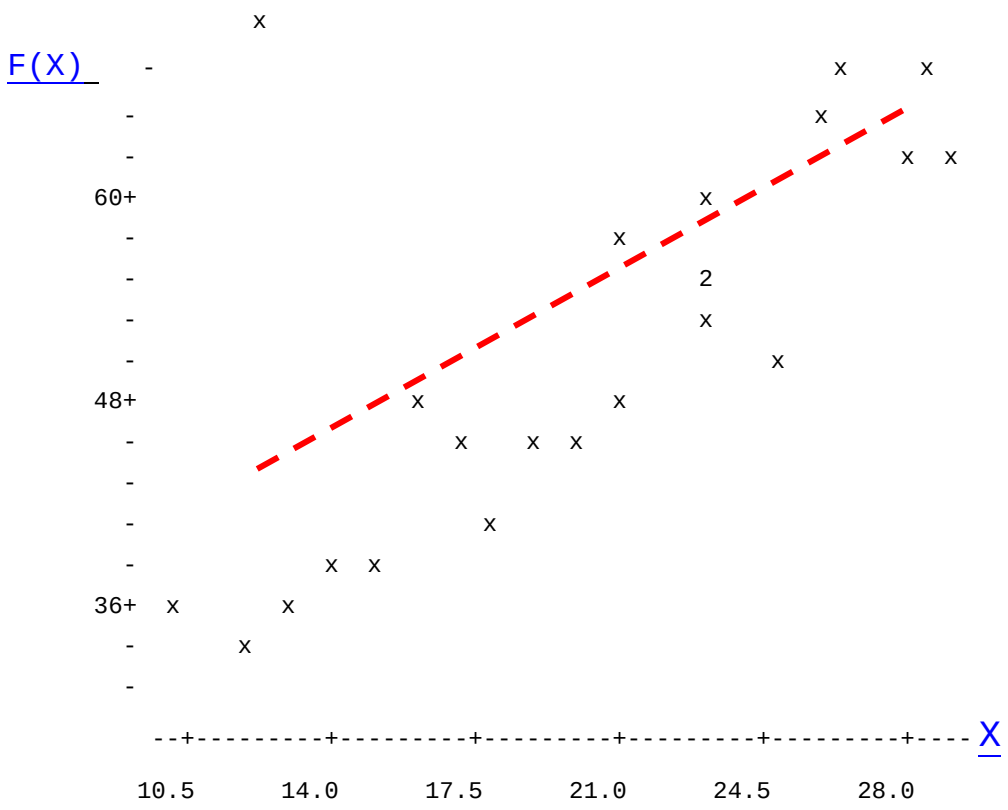
ROW	F(X)	X	ROW	F(X)	X
1	62	29	12	۵۸	۲۱
2	63	28	13	48	21
3	68	28	14	45	20
4	69	27	15	46	19
5	67	26	16	41	18
6	65	26	17	46	17
7	50	25	18	49	16
8	53	23	19	39	15
9	54	23	20	38	14
10	56	23	21	37	13
11	59	23	22	34	12

جدول اطلاعات نمودار پراکندگی

SCATTER DIAGRAM

-

irmgn.ir



نمودار پراکندگی

۵- نمودار هیستوگرام (Histogram)

هیستوگرام نوعی نمودار میله ای است که به کمک آن م یتوان داده ها را تشریح کرد. در هیستوگرام، تعداد زیادی از داده ها در قالب خاصی طبقه بندی می شوند تا بتوان آنها را ساده تر درک و تحلیل کرد. بدیهی است گروه بندی و نمایش ترسیمی داده ها به اخذ تصمیم منطقی و مؤثر کمک می کند. هیستوگرام، تصویری از داده ها ارائه می کند که توسط آن می توان سه ویژگی زیر را ساده تر مشاهده کرد:

۱- شکل توزیع فراوانی داده ها (Shape)

۲- مکان یا تمایل مرکزی توزیع (Location or Central Tendency)

۳ – پراکندگی یا گسترش توزیع (Scatter or Spread)

irmgn.ir

برای مثال توزیع فراوانی داده های مربوط به رینگ پیستون در جدول زیر نشان داده شده و شکل هیستوگرام آنها رسم شده است. در این شکل، ملاحظه می شود که یک رینگ، قطری بین 73.965 میلیمتر و73.970 میلیمتر دارد. هشت رینگ دارای قطرهای بین 73.980 میلیمتر و 73.985 میلیمتر هستند و بقیه نیز به همین ترتیب گروه بندی شده اند. ارتفاع هر ستون در نمودار نمایانگر فراوانی قطر رینگ در آن است.

در داده های مربوط به قطر رینگ پیستون،توزیع فراوانی رینگ پیستون حدوداًمتقارن بوده و تمایل مرکزی آن بسیار نزدیک به 74 میلیمتر است. به نظر میرسد تغییر پذیری موجود در قطر رینگ، زیاد باشد. این امر بدین دلیل است که بعضی از قطر ها به کوچکی 73.967 میلیمتر و بعضی از آنها به بزرگی 74.030 میلیمتر هستند. بنابر این از هیستوگرام اطلاعاتی بدست می آید که با بررسی داده های خام حاصل نمی شود.

در زمان رسم هیستوگرام، توجه به چند نکته مفید است. وقتی داده ها به صورت عددی هستند، گروه بندی آنها به دسته هایی نظیر داده های مربوط به مثال رینگ پیستون مفید خواهد بود. بطور کلی داده ها بین 4 تا 20 دسته گروه بندی می شود. در اغلب مواردی که تعداد دسته ها تقریباً برابر با جذر تعداد کل نمونه ها در نظر گرفته می شود، محاسبات معمولاً براحتی انجام می گیرد. اندازه یا عرض هر دسته یکنواخت است و حد پایین اولین دسته، اندکی کمتر از اندازه کوچکترین عدد مشاهده شده در نظر گرفته می شود.

شماره نمونه	مشاهدات				
1	74.030	74.002	74.019	73.992	74.008
2	73.995	73.992	74.001	74.011	74.004

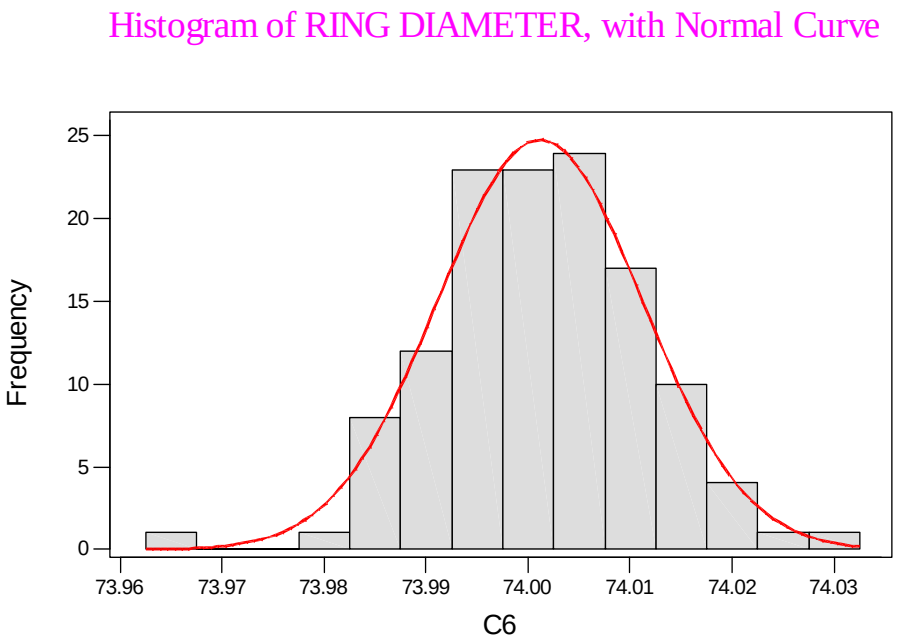
irmgn.ir

3	73.988	74.024	74.021	74.005	74.002
4	74.002	73.996	73.993	74.015	74.009
5	73.992	74.007	74.015	73.989	74.014
6	74.009	73.994	73.997	73.985	73.993
7	73.995	74.006	73.994	74.000	74.005
8	73.985	74.003	73.993	74.015	73.988
9	74.008	73.995	74.009	74.005	74.004
10	73.998	74.000	73.990	74.007	73.995
11	73.994	73.998	73.994	73.995	73.990
12	74.004	74.000	74.007	74.000	73.996
13	73.983	74.002	73.998	73.997	74.012
14	74.006	73.967	73.994	74.000	73.984
15	74.012	74.014	73.998	73.999	74.007
16	74.000	73.984	74.005	73.998	73.996
17	73.994	74.012	73.986	74.005	74.007
18	74.006	74.010	74.018	74.003	74.000
19	73.984	74.002	74.003	74.005	73.997
20	74.000	74.010	74.013	74.020	74.003
21	73.988	74.001	74.009	74.005	73.996
22	74.004	73.999	73.990	74.006	74.009
23	74.010	73.989	73.990	74.009	74.014
24	74.015	74.008	73.993	74.000	74.010
25	73.982	73.984	73.995	74.017	74.013

جدول قطر داخلی رینگ پیستون

irmgn.ir

واحد آموزش و نشر
www.kapaco.ir
شرکت کاوشیار پژوهان



نمودار هیستوگرام قطر رینگ پیستون (بهمراه منحنی نرمال آن)

Descriptive Statistics Graph: RING DIAMETER

Histogram

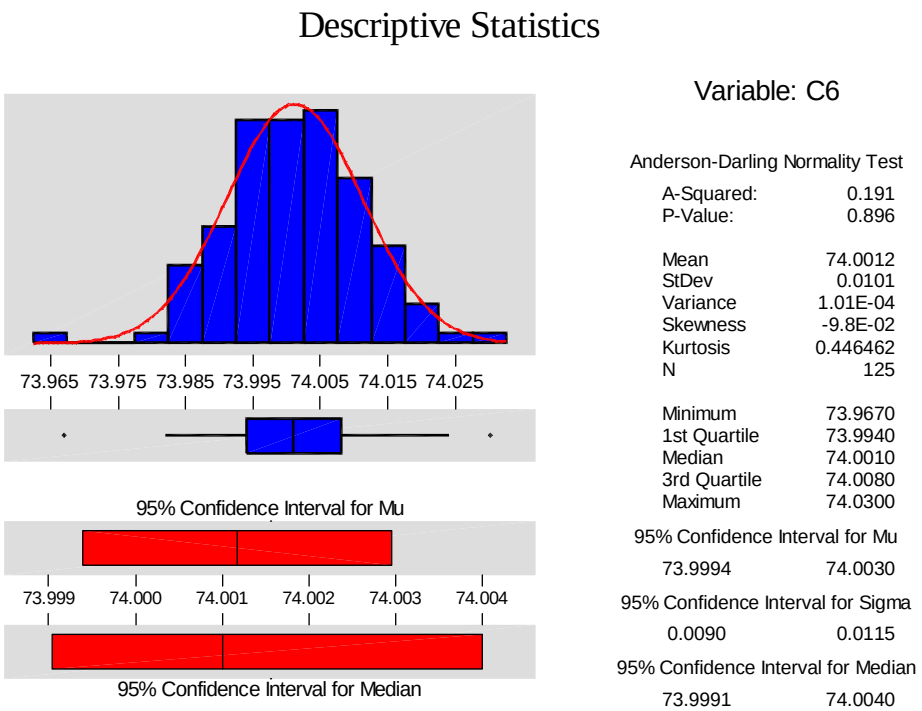
Histogram of C6 N = 125

Midpoint	Count	
73.965	1	*
73.970	0	
73.975	0	
73.980	1	*
73.985	8	********
73.990	12	************

irmgn.ir


```
73.995          23  **********************
74.000          23  **********************
74.005          24  ************************
74.010          17  *****************
74.015          10  **********
74.020           4  ****
74.025           1  *
74.030           1  *
```

نمودار هیستوگرام قطر رینگ پیستون (بصورت نقطه ای بهمراه تعداد)



نمودار هیستوگرام قطر رینگ پیستون (بهمراه اطلاعات آماری آن)

۶- نمودار کنترل (Control Chart)

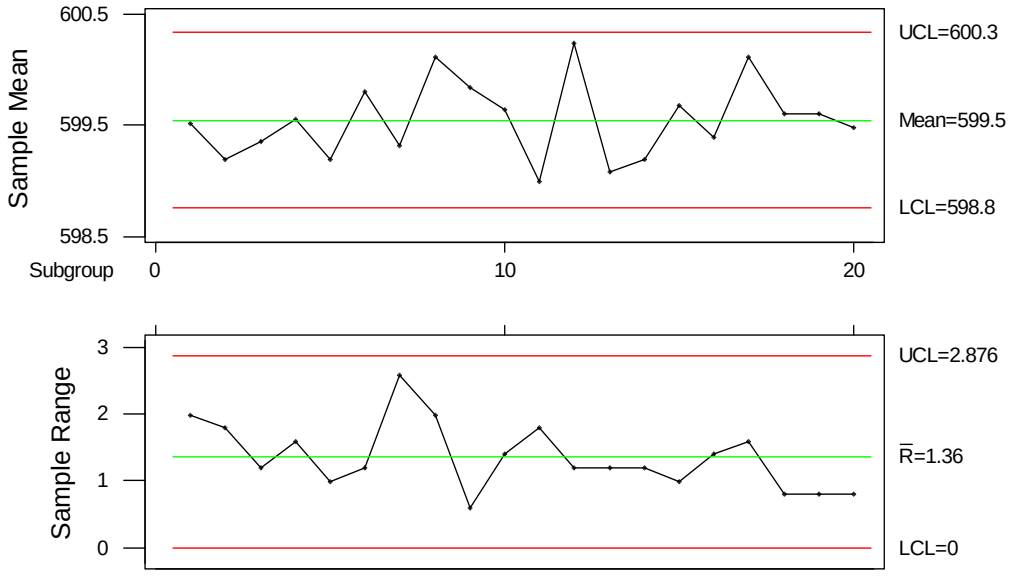
در میان ابزارهای هفتگانه کنترل کیفیت، نمودار کنترل از لحاظ فنی پیچیده ترین آنها است. نمودارهای کنترل در دهه ۱۹۲۰ توسط دکتر " والتر شوهارت " که در آن زمان در آزمایشگاههای تلفن بل مشغول بکار بود ارائه گردید.

irmgn.ir

یک نمونه از نمودارهای کنترل در شکل پایین نشان داده شده است. این نمودار روش ارائه یک مشخصه کیفی که بر اساس اطلاعات نمونه، اندازه گیری یا محاسبه شده است را بر حسب شماره نمونه یا زمان نشان می دهد. نمودار شامل یک خط مرکز (CL) است که مقدار متوسط مشخصه کیفی را در حالت تحت کنترل نشان می دهد ویا به عبارت دیگر مرحله ای از فرایند را نشان می دهد که فقط خطاهای تصادفی حضور دارند. دوخط افقی دیگر که حد کنترل بالا(UCL) وحد کنترل پایین (LCL) نامیده می شوند در این نمودار نشان داده شده اند. این حدود کنترل به گونه ای انتخاب شده اند که اگر فرایند تحت کنترل باشد آنگاه تقریباً کلیه نقاطی که بر اساس اطلاعات نمونه محاسبه شده اند بین این حدود واقع می شوند. تا زمانی که نقاط بین حدود کنترل قرار می گیرند، فرض می شود که فرایند تحت کنترل است و نیازی به فعالیتهای اصلاحی نیست. اگر نقطه ای خارج از حدود کنترل رسم شود نتیجه گیری می شود که فرایند در شرایط خارج از کنترل بسر می برد و اقدامات اصلاحی نیاز است تا منبع ایجاد انحراف یا انحرافات با دلیل تعیین و حذف گردد. معمولاً مرسوم است که نقاط رسم شده بر روی نمودار کنترل به وسیله خط راست به یکدیگر متصل گردند. دلیل اصلی این کار سهولت در بررسی نقاط در طول زمان می باشد.

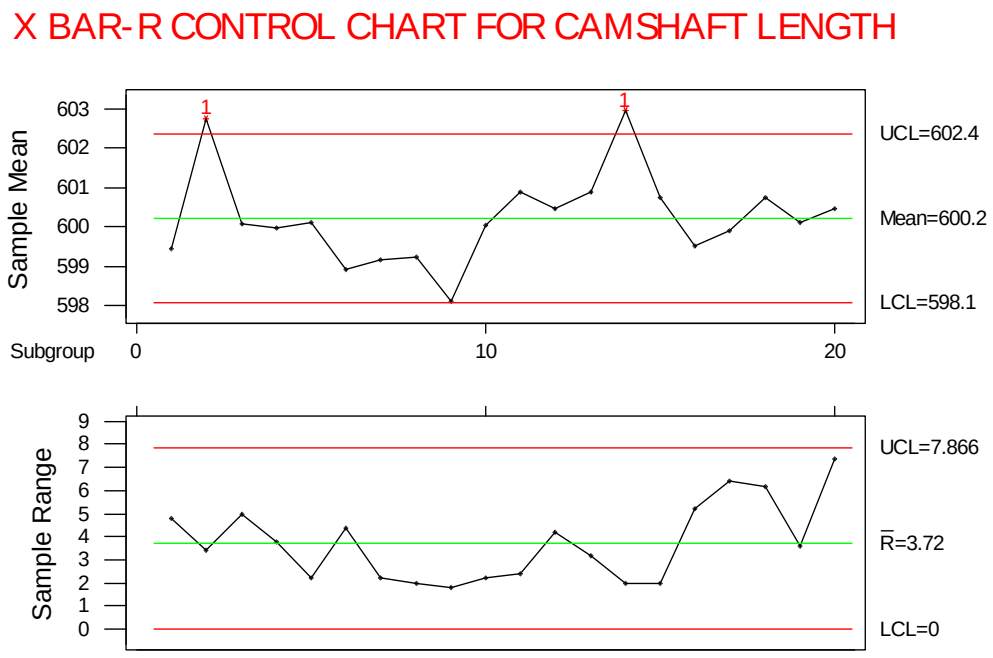
irmgn.ir

X BAR-R CONTROL CHART FOR CAMSHAFT LENGTH(in control)



نمودار کنترل طول میل بادامک (Camshaft) با نقاط تحت کنترل

irmgn.ir



نمودار کنترل طول میل بادامک (Camshaft) با نقاط خارج از کنترل

۷- برگه کنترل(Check Sheet)

در مراحل اولیه از استفاده از ابزارهای کیفی، غالباً جمع آوری اطلاعات عملیاتی درباره فرایند مورد مطالعه، ضروری خواهد بود. در این گونه موارد برگه کنترل (Check Sheet) یکی از ابزارهای مفیدی است که می توان استفاده نمود.

irmgn.ir

	thickness	MEQ	Temp(Oven)	Solvent Cont.	cupping	bending	adhesion	hardness
1	16.0	65.3	173		1.3	Crack	b	275
2	16.0	63.2	170		1.9	Crack	b	303
3	17.0	63.4	174		2.0	Crack	b	295
4	16.0	65.9	173		2.0	Crack	b	300
5	16.0	66.8	176		0.5	Crack	b	295
6	15.0	65	177		0.5	Crack	b	284
7	15.0	68.4	180	1.19	0.5	Crack	b	281
8	15.0	70	173		1.0	Crack	b	285
9	15.0	68.7	174		1.5	Crack	b	292
10	15.0	65	174		1.2	Crack	b	297
11	15.0	65.3	178		0.4	Crack	b	297
12	17.0	72.7	176		0.5	Crack	b	305
13	16.0	75	178		1.2	Crack	b	299
14	15.0	68	178	0.91	0.7	Crack	b	286
15	16.0	69	180		0.9	Crack	a	244
16	15.0	65.5	172		1.9	Crack	a	300
17	15.0	66.9	175		1.2	Crack	a	286
18	15.0	69.1	170		1.0	Crack	b	282
19	14.0	68.3	177		1.5	Crack	b	291
20	15.0	71.2	180		1.5	Crack	b	299
21	16.0	72.2	170	1.61	4.0	Nocrack	a	276
22	16.0	72.4	178		2.8	Nocrack	a	282
23	15.0	72.2	181		0.6	Crack	a	288
24	14.0	70.6	176		1.5	Crack	a	291
25	16.0	70.9	173		0.5	Crack	b	289
26	15.0	71.1	172		1.5	Crack	b	292
27	15.0	73.3	170		0.5	Crack	b	285
28	16.0	73.5	176	0.21	1.0	Crack	b	290
29	14.0	69.4	181		0.5	Crack	b	296
30	15.0	68.5	179		0.6	Crack	b	279
31	14.0	71.2	175		0.8	Crack	b	2295
32	16.0	71.7	172		0.9	Crack	b	274
33	15.0	70.1	176		1.0	Crack	b	280
34	16.0	73.3	175		0.7	Crack	b	292
35	15.0	72.4	175		0.8	Crack	b	277
36	15.0	76.2	175	0.05	0.9	Crack	b	280
37	16.0	78.2	181		0.7	Crack	b	294
38	15.0	77	176		0.5	Crack	b	286
39	15.0	69.6	172		0.2	Crack	b	290
40	16.0	65	171		0.6	Crack	b	288
41	15.0	67.2	173		0.6	Crack	b	291
42	14.0	67.1	179		0.2	Crack	b	278
No. Out	5.0	5.0	6.0	4.00	41.0	40.0	35.0	0.0
Total	42.0	42.0	42.0	5.0	42.0	42.0	42.0	42.0
Per%	11.9%	11.9%	14.3%	80.0%	97.6%	95.2%	83.3%	0.0%

نمونه ای از برگهٔ کنترل خواص فیزیکی وشیمیایی Electrodeposition رنگ

irmgn.ir

No	Date	Paint code	Type of Filter	Reason of filter exchanging				Pressure				Type of replaced filter
				Pressure drop	Defects in the line	Paint exchange	Others	Before filter	After filter	Input before exchange	Input after exchange	
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												

نمونه ای از برگهٔ کنترل شرائط تعویض فیلتر در سالن رنگ

نکته حائز اهمیت در زمان طراحی یک برگهٔ کنترل، نوع داده هایی است که باید جمع آوری گردد. شماره قطعه یا عملیات، تاریخ، تحلیلگر و هر گونه اطلاعات دیگر که می تواند به گونه ای در تعیین عملکرد نامطلوب نقش داشته باشد باید در نظر گرفت.