الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

الأكاديمية العربية الدولية

المقررات الجامعية

www.aiacademy.info | care@aiacademy.info

الادوات السبعة الاساسية لضبط الجودة

Seven Basic Tool Of Quality Control

الادوات السبعة الاساسية لضبط الجودة

Seven Basic Tool Of Quality Control

توظف المنظمات الصناعية المبدعة سبعة انواع من الادوات للمساعدة في اسناد جهود تحقيق ادارة الجودة الشاملة(TQM) وهي تسهم مجتمعة في تشخيص مسببات التباين في الانتاج وقدرة عمليات التصنيع للاستجابة الى مواصفات التصميم المرغوبة.ان الهدف من استخدام الادوات السبعة لضبط الجودة الشاملة هو التحكم بقدرة العملية ومنع التباين او الانحراف في جودة المنتوج وصولا الى المعيب الصفري(Zero Defect)؛ ويوفر تطبيق الادوات السبعة المزايا الاتية:

1-الحصول على استنتاجات علمية تهدف الى تصحيح مسار العملية الانتاجية.

2-التنبؤ بالتباين المتوقع في المسارات المختلفة للعملية الانتاجية قبل وقوعها.

3-تقليص العاملين في عمليات الفحص والتفتيش عبر توظيف اساليب الرقابة الاحصائية.

4-تحديد مسببات التباين والانحراف عن المواصفات وأسبابها وتحديد اجراءات تصحيحها.

مفاهيم مفتاحيه في ضبط الجودة
Key Concept in QC

- ان الغاية الاساسية للأدوات السبعة لضبط الجودة هي كشف الانحرافات في العملية الانتاجية وهنك نوعين من التباين او الانحراف(Variation):
- *1-التباين الطبيعي(Normal Variation)* او العشوائي وهو التباين الذي يكون مرده لأسباب لايمكن تحديدها او توقعها في العملية الانتاجية ومنها على سبيل المثال اهتزاز المكائن؛ارتفاع درجات الحرارة؛التذبذب في التيار الكهربائي؛انقطاع الماء وغيرها وهي ذات تاثير محدود على الجودة ومسار العملية الأنتاجية.
- *2-التباين غير الطبيعي او المحدد(Assignable Variation)* وهو التباين الناشى عن اسباب قابلة للتحديد والتي يمكن الكشف عنها والتحكم بها بطريقة او بأخرى ومنها على سبيل المثال لا الحصر اختلاف كفاءة العاملين ؛اختلاف قدرة المكائن؛ تباين جودة المدخلات رداءة عمليات الصيانة ؛سوء ظروف الانتاج وغيرها.
- ان الكشف عن التباين في العملية الانتاجية يتم اما من خلال:
- *1- اسلوب الفحص الكامل(Total or Complete Inspection)*ويعني الفحص الكلي والشامل للإنتاج بدا من المواد الخام مرورا الانتاج نصف المصنع وانتهاءا بالإنتاج التام الصنع بهدف التأكد من مطابقته للمواصفات .ومن مساؤى هذا الاسلوب التكاليف العالية والوقت والجهد واستحالة تطبيقه في صناعات الانتاج الكبير.
- *2-الفحص الاحصائي باستخدام العينات(Sampling Inspection)* ويعني استخدام الاساليب الاحصائية عبر انتخاب عينات احصائية مقبولة Acceptance (Random Sample) يتم التأكد من مطابقتها للمواصفات المحددة. ومن مزايا هذه الطريقة الاقتصاد بالجهد والوقت والتكاليف فضلا عن السرعة في انجاز عمليات الفحص.

- ***ان الادوات السبعة لضبط الجودة هي:***
- **1-لوحات الضبط الاحصائي Statistical Quality Control (SQC) .**
- **2-المدرجات التكرارية Histogram**
- **3-مخطط باريتو Pareto Diagram**
- **4-مخطط السبب –النتيجة Cause and Effect Diagram**
- **5-قوائم المراجعة Check List**
- **6-مخطط الانتشار Scatter Diagram**
- **7- خرائط التدفق Flow Chart**

الرقابة الاحصائية على الجودة

Statistical Quality Control (SQC)

- ان لوحات الضبط الاحصائي للجودة هي خرائط بيانية تستخدم كوسيلة لضبط مسار وقدرة العملية الانتاجية في تحقيق مواصفات الانتاج المحددة من خلال سحب عينات عشوائية بأوقات محددة ايضا من دفعات الانتاج بعد تحديد خصائص اوصفات او متغيرات المنتوج المراد السيطرة عليها.وتقسم لوحات الضبط الاحصائي الى:

- **1-لوحات السيطرة للمتغيرات Variable Control Chart** وتستخدم للسيطرة على المتغيرات التي تستند الى بيانات مستمرة وقابلة للقياس مثل الطول والعرض والسمك والمتانة والمعولية اى البيانات التي نحصل عليها من خلال القراءات الحقيقية والقياس المباشر لإبعاد المنتوج ومن هذه اللوحات:
  - **a-لوحات المتوسط والمدى Ý and R Cart**
  - **b-لوحات المتوسط والانحراف المعياري Ý and σ (sigma) Chart**
  - **c-لوحات المدى R- Chart**
- **2-لوحات الضبط للسمات Control Chart For Attributes** وتستخدم للسيطرة على السمات او الميزات عندما تستند على بيانات وقراءات منفصلة أي عندما تقتصر عمليات التقييس على تصنيف الوحدات الانتاجية الى وحدات معيبة او غير معيبة اومطابقة وغير مطابقة او لتعداد العيوب في العينة الواحدة ومنها:
  - **a-لوحات النسب المئوية للمعيب P-Chart**
  - **b-لوحات ضبط عدد المعيب C -Chart وفيما يأتي تقديم موجز للخرائط الاكثر شيوعا:**

• 1- لوحات المتوسط والانحراف المعياري Ý- Sigma Chart

اذا كان الانحراف المعياري لمجتمع العينة(العملية الانتاجية)معلوما من معلومات سابقة يمكن الحصول على الحد الاعلى والأدنى للسيطرة النوعية كما يأتي:

Upper Control Limit = Ý+ ZσÝ

Lower Control Limit = Ý- ZσÝ

Where:

Ý= mean of the sample means or target Value

Z=Number of normal standard deviations= (2 for 95.45%confidence,3 for99.73)

σÝ=standard deviation of the sample means=σ/ square root of n where= σ/$\sqrt{n}$, n=sample size

- **Example:**
- **ترغب احدى الشركات الصناعية ضبط اوزان منتجاتها بمستوى ثقة(99.73%) وقد تم انتخاب 12عينة تضم كل منها 9 وحدات من المنتوج وكانت نتائج قياس الوسط الحسابي لأوزان مفردات العينة كما يأتي:**

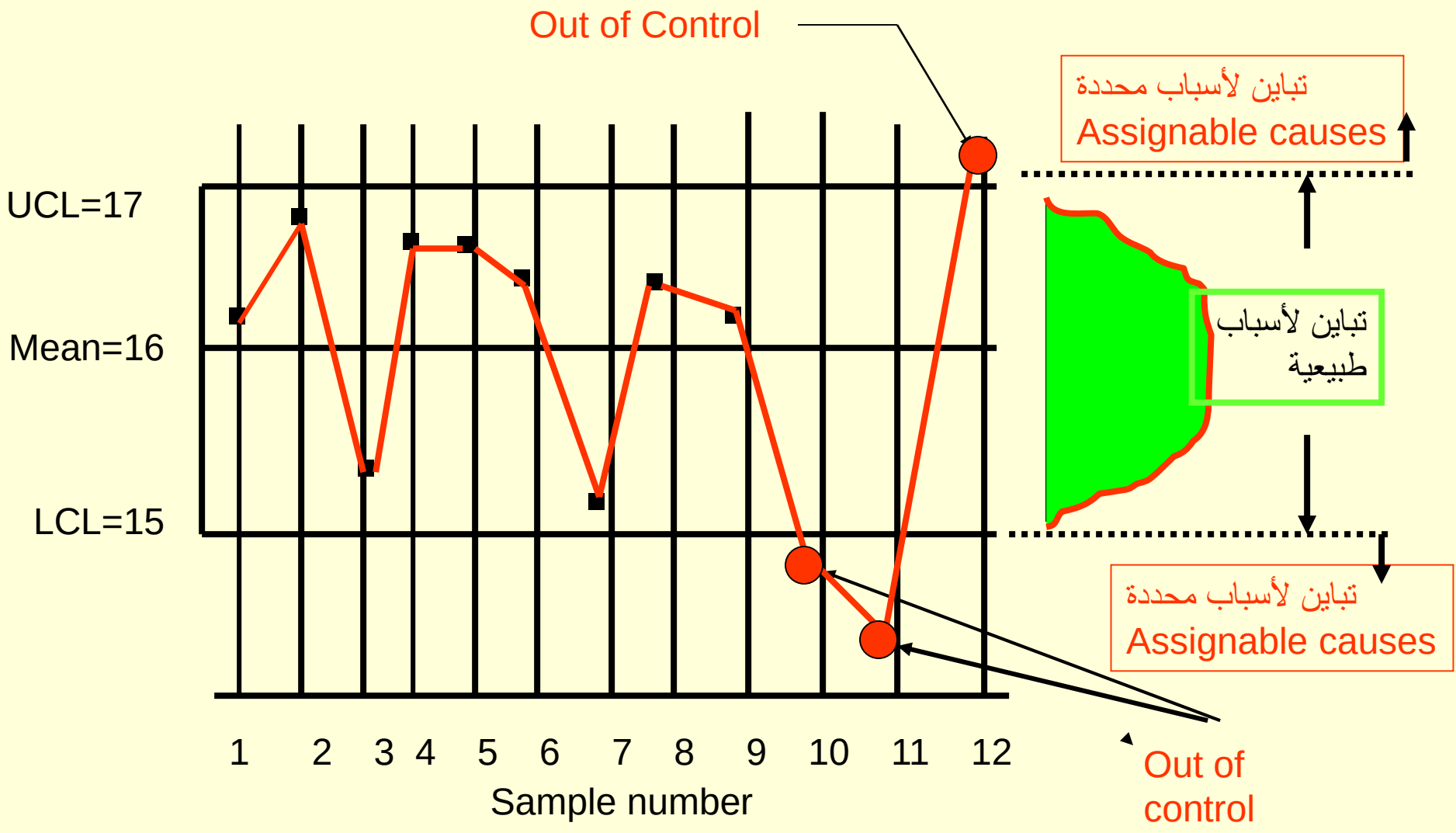
رقم العينة	متوسط العينة
1	16.1
2	16.8
3	15.5
4	16.5
5	16.5
6	16.4
7	15.2
8	16.4
9	16.3
10	14.8
11	14.2
12	17.3

- المطلوب:اعداد لوحة السيطرة النوعية باستخدام المتوسط والانحراف المعياري (Ý-σChart)
- الحل solution

- Ý=∑Ý/n where Ý=mean n=number of means
- Ý=16.1+16.8+…….+17.3 / 12
- Ý=16
- Because the confidence=99.73% then Z=3
- UCL= Ý+ ZσÝ
- UCL=16+3(1/SR9)where SR=square root of 9
- UCL=17

- LCL=Ý-ZσÝ
- LCL=16-3(1/SR9)where SR=square root of 9
- LCL=15

*ارسم لوحة المتوسط والانحراف المعياري



- **الاستنتاج: Conclusion**

يظهر من خلال لوحة المتوسط والانحراف المعياري ان القراءات الاخيرة لمتوسطات العينة كانت خارج الحدود الدنيا والعليا للسيطرة النوعية ومنها نستنتج وجود تباين خطير في العملية التي اصبحت خارج حدود السيطرة.

2-لوحات المتوسط والمدى Ý-R Chart

وهي احدى لوحات الضبط الاحصائي للجودة التي تعتمد مدى العينة كأساس للسيطرة النوعية ؛او عندما لا تتوفر معلومات لحساب الانحراف المعياري.عندئذ تحسب حدود السيطرة النوعية بدلالة المدى بدلا من الانحراف المعياري وكما يأتي:

$$UCL=Ý+A_2R$$

$$CL=Ý$$

$$LCL=Ý-A_2R$$

Where : R=average range of the sample

A2 =statistical factor at 3 sigma

Ý=mean of the sample means

- Example: للمعلومات الواردة في المثال السابق احسب حدي السيطرة النوعية لضبط الجودة اذا علمت انّ $\bar{R}=(0.25)$ و$A_2=(0.337)$؟
- الحل:

- $UCL=\acute{Y}+A_2\bar{R}$
- $=16+(0.337)(0.25)$
- $=16.084$
- $CL=\acute{Y}=16$
- $LCL=\acute{Y}- A_2\bar{R}$
- $=16-(0.337)(0.25)$
- $=15.915$

- **Example**

- حصلت على البيانات الاتية عن(10) عينات من منتوج الكتروني بحجم (4) وحدات لكل عينة ولدى قياس المقاومة الكهربائية بالاوم لكل مفردة من العينات كانت نتائج القراءات كما يأتي:

رقم العينة	قراءات المقاومة الكهربائية			
	1	2	3	4
1	35	40	32	33
2	46	37	36	41
3	34	40	34	36
4	9	68	64	69
5	40	44	34	38
6	34	43	41	42
7	46	41	41	44
8	36	38	41	33
9	51	49	52	48
10	42	36	43	47

- المطلوب:اعداد لوحة المتوسط والمدى وبين ما اذا كانت العملية الانتاجية في حدود السيطرة النوعية اذا علمت ان A2=(0.729) ؟
- الحل:
- 1- احسب متوسط القراءات والمدى لكل عينةٌ R and Ý
- Ý=∑Y/n
- R=Y max.-Y min.
- $Ý_1$=35+40+32+33 / 4
- =35
- R1= 40 -32 = 8
- وبذلك نحصل على الجدول الاتي:

رقم العينة	المتوسط(Ý)	المدىٌ(R)
1	35	8
2	40	10
3	36	6
4	65	10
5	39	10
6	40	9
7	43	5
8	37	8
9	50	4
10	42	11
	∑ =427	∑= 81

- 2-احسب قيمة $\acute{Y}$ و $\bar{R}$ كما يأتي:

- = 427 / 10

  =42.7

- $\bar{R}$= 81 / 10 = 8.1

- 3- احسب حدود السيطرة النوعية كما يأتي:

- UCL= $\acute{Y}$+ A2$\bar{R}$

  = 42 .7+ (0.729) (8.1)

  = 48.63

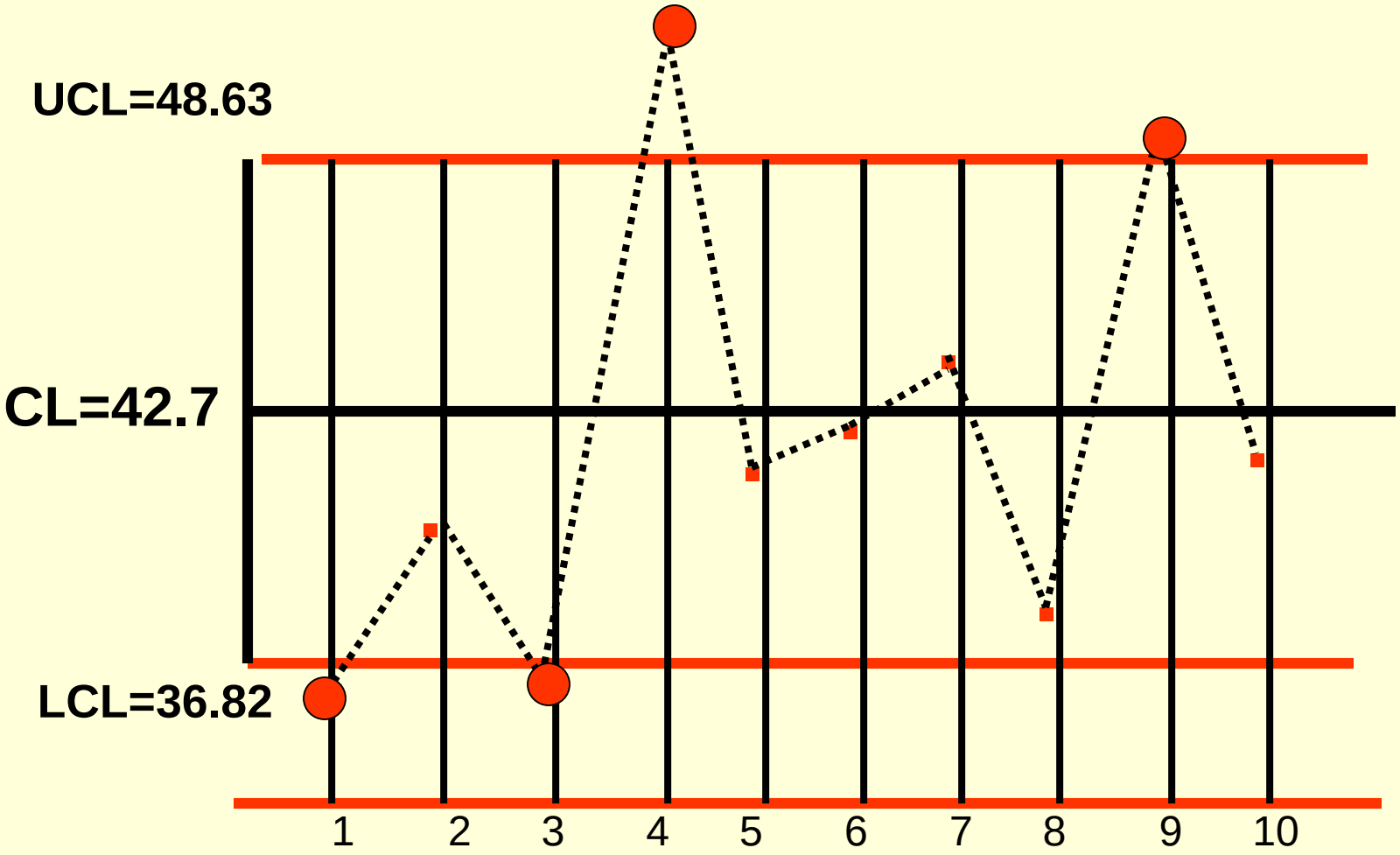
- CL= 42.7

- LCL= $\acute{Y}$- A2$\bar{R}$

  = 42.7- (0.729) (8.1)

  = 36.82

4- ارسم لوحة المتوسط والمدى كما يأتي:

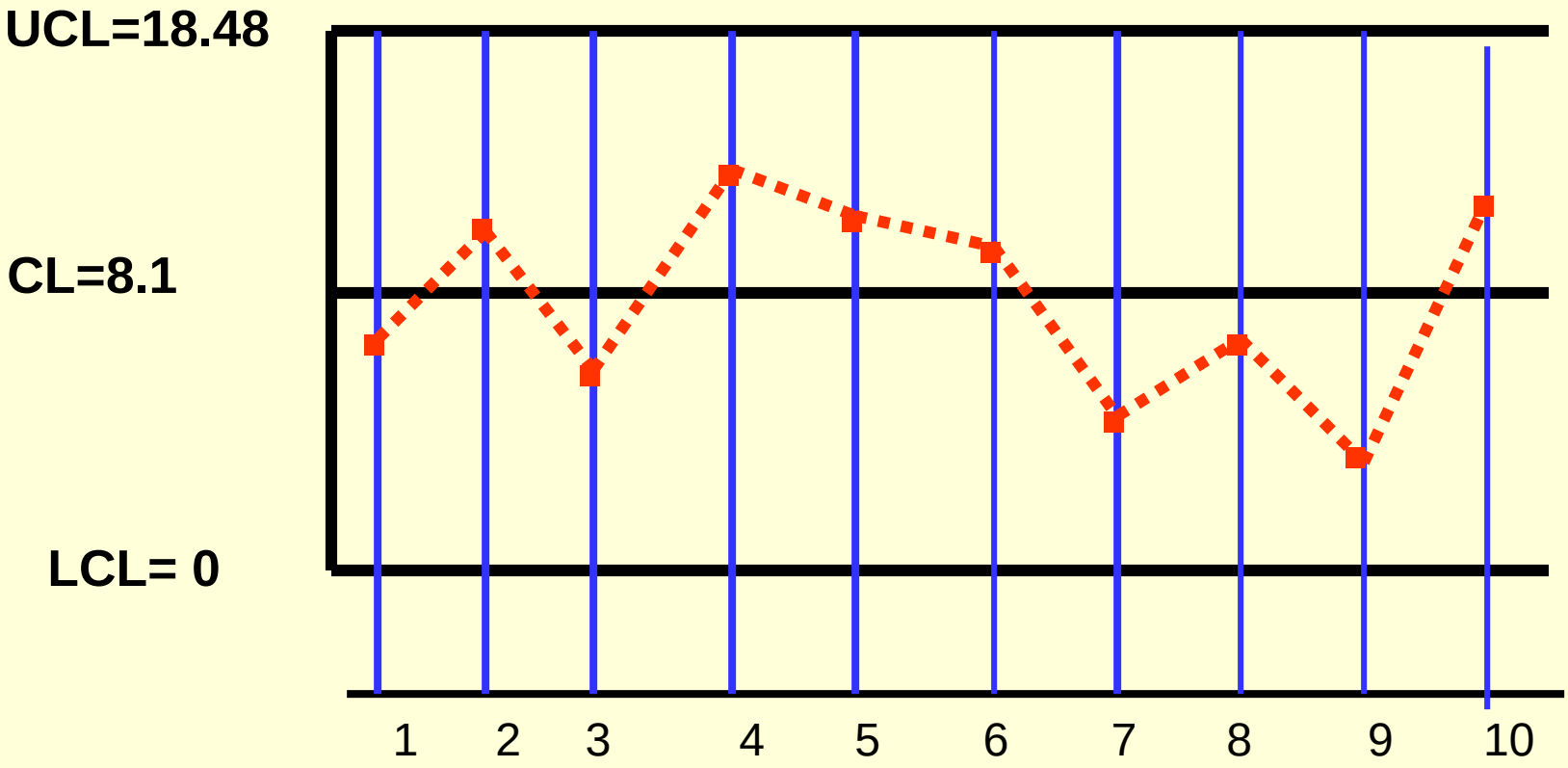


الاستنتاج: يتضح من خلال لوحة الضبط الاحصائي للمتوسط والمدى ان العملية الانتاجية خارج حدود السيطرة النوعية بدلالة العينات 1؛3؛4؛9 التي تقع خارج حدود الرقابة.

- **3- لوحات المدى R-Chart**
- **تعتمد لوحات المدى على قياس التشتت في العملية الانتاجية وليس المتوسط .ففي كثير من الاحيان قد يكون متوسط العملية ضمن حدود الرقابة بينما لا يكون تشتتها كذلك.فقد يظل متوسط العينات المنتخبة نفسه إلا ان التشتت في العينة يكون عاليا.لهذا السبب يتم توظيف لوحات المدى لضبط التباين في العملية الانتاجية.وبنفس منطق النزعة المركزية (Central tendency)فانه يمكن حساب حدود السيطرة النوعية للوحات المدى بدلالة متوسط المدى وكما يأتي:**
- **$UCL=D_4\bar{R}$**
- **$LCL=D_3\bar{R}$**
- **Where :UCL=upper control limit LCL=lower control limit**
- **R=average range**
- **D_4, D_3=statistical factors or constant**

- **Example:**
- **احسب حدود السيطرة النوعية للمثال السابق وارسم لوحة المدى-R (Chart)؟**
- **الحل:**
- **1-احسب المدى لكل عينة كما ورد في المثال السابق.**
- **2-احسب متوسط المديات ($\bar{R}$) كما يأتي:**
- $\bar{R}=81/10=8.1$
- **3-من الجداول الاحصائية وفي ضوء عدد المفردات لكل عينة وفي مثالنا الحالي(n=4) نحصل على(D3=0 , (D4=2.282))**
- **4-نحسب حدي ضبط الجودة للوحة المدى كما يأتي:**
- $UCL=(2.282)*(8.1)$
- $=18.48$
- $LCL=(0)*(8.1)$
- $=0$
- **5- ارسم لوحة المدى كما يأتي:**

لوحة المدى



الاستنتاج: يتضح من خلال لوحة المدى بان العملية الانتاجية في حدود السيطرة النوعية طالما ان جميع القراءات تقع ضمن حدي ضبط الجودة

- **لوحات السيطرة للسمات Control Chart For Attributes**

تختلف لوحات السيطرة النوعية للسمات عن لوحات السيطرة النوعية للمتغيرات ؛فالأخيرة تعتمد علي ابعاد العملية او المنتوج القابلة للقياس مثل الوزن او الطول اما لوحات السمات او الخصائص فتعتمد على تصنيف المنتوج الى مطابق او غير مطابق اوالى معيب او غير معيب(*defective or nondefective*).وفيما يأتي عرض لبعض لوحات ضبط السمات:

1-لوحة النسب المئوية للمعيب P- Chart

وتستخدم لضبط سمات وخصائص المنتج في ظل التوزيع الطبيعي وعندما تكون العينات كبيرة وهي توفر معلومات عن التغيرات المحتملة في نسب المعيب في العملية الانتاجية .تحسب حدود السيطرة النوعية للوحات النسب المئوية للمعيب كما يأتي:

- $\bar{P} = \sum P / n$
- $\bar{n} = \sum n / N$
- $UCL = \bar{P} + Z\sigma_P$
- $CL = \bar{P}$
- $LCL = \bar{P} - Z\sigma_p$
- Where: $\bar{P}$= mean of defects $\bar{n}$= mean of sample size Z=number of standard deviation (Z=2 for 95.45%,Z = 3 for 99.73%) , σ_P = standard deviation of sample distribution.

- **Example:**
- جمعت(11) احد عشر عينة من منظم حراري يستخدم في المدافىء الزيتية وتم فحصها بالعين المجردة(فحص بصري) وظهرت عيوب في بعض منها موضحة في الجدول الاتي:

رقم العينة	حجم العينة	عدد المعيب
1	112	9
2	121	7
3	121	9
4	115	5
5	114	8
6	118	9
7	117	10
8	107	6
9	111	9
10	117	5
11	122	18

- **المطلوب:**
- **1-احسب حدود السيطرة النوعية باستخدام لوحة النسب المئوية للمعيب بمستوى ثقة (99.73%).**
- **2-ارسم لوحة النسب المئوية للمعيب وعلق على النتائج**
- **الحل:**
- **1-احسب النسبة المئوية للمعيب وإمامنا طريقتان:**
- **الاولى تبدءا بحساب النسب المئوية للمعيب لكل عينة كما في الجدول الاتي:**

sample	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Defect%	0.080	0.058	0.074	0.043	.070	0.076	0.085	0.056	.081	0.043	0.148

ان الجدول السابق يتضمن النسب المئوية لكل عينة مثال ذلك للعينة (1) حصلنا على النسبة المئوية للمعيب فيها كما يأتي:

P%=Defect/ sample size= 9/112=0.08 or 8%

وهكذا بالنسبة لجميع العينات.بعدها يتم جمع النسب المئوية لجميع العينات وتقسم على عددها للحصول على متوسط النسب المئوية وكما يأتي:

$$\bar{P} = 0.080 + 0.058 + 0.074 + \ldots\ldots\ldots\ldots + 0.148 / 11 = 0.074$$

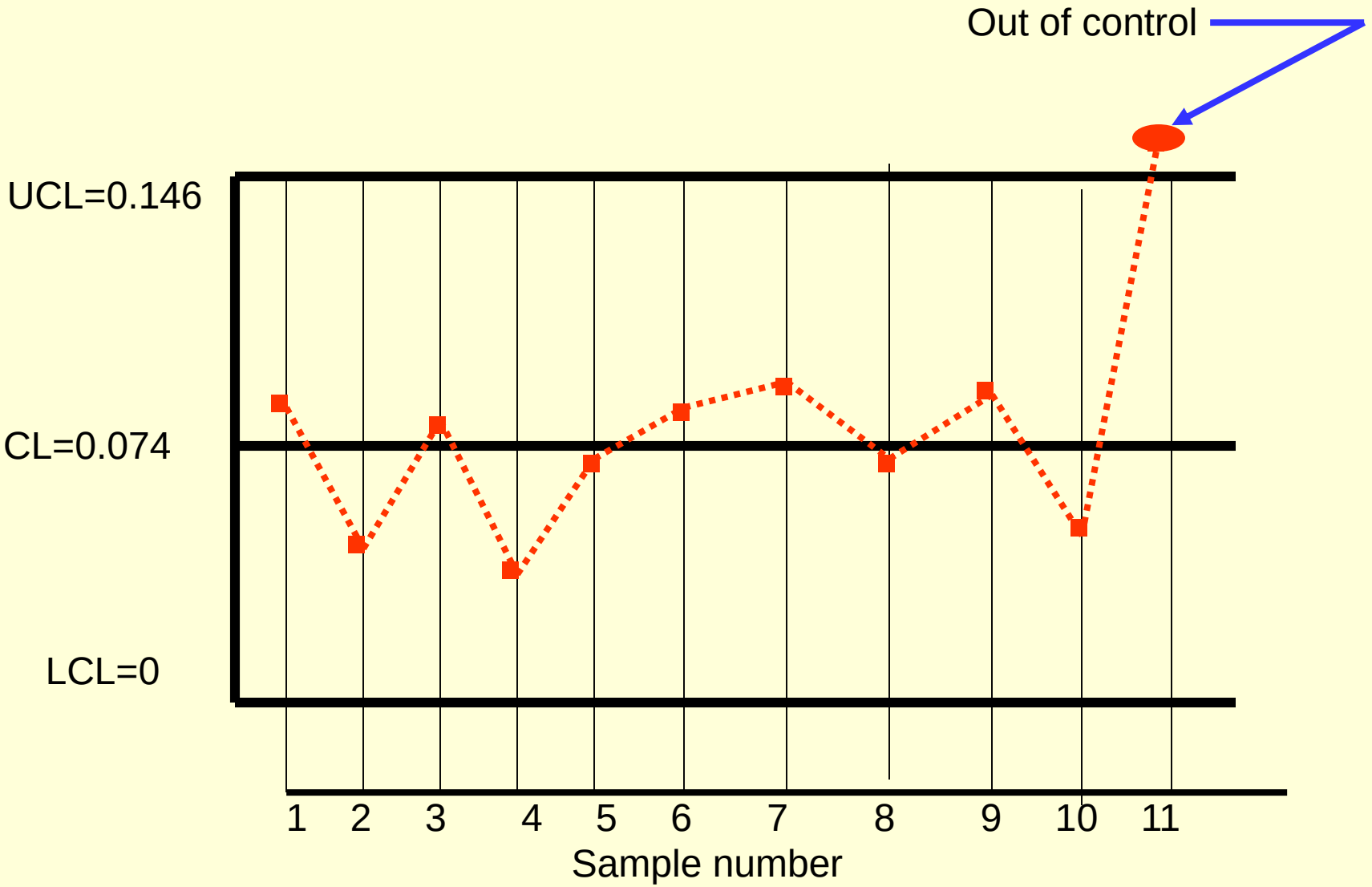
- اما الطريقة الثانية فهي مباشرة ويتم بموجبها احتساب متوسط النسب المئوية للمعيب كما يأتي:

- $P=9+7+9+5+\ldots\ldots\ldots\ldots+5+18 / 112+121+\ldots\ldots\ldots+111+117+122$
- $=0.074$
- $\bar{n}=112+121+\ldots\ldots\ldots\ldots+122 / 11$
- $=116$

- احسب الحدين الاعلى والأدنى للسيطرة النوعية كما يأتي:

- $UCL=\bar{P}+z\sigma_P$
- $=\bar{P}+(3)\sqrt{\bar{P}(1-\bar{P})/n}=0.074+(3)\sqrt{0.074(1-0.074)/116}$
- $=0.146$
- $LCL=\bar{P}-Z\ \sigma_P$
- $=\bar{P}-(3)\sqrt{\bar{P}(1-\bar{P})/n}=0.074-(3)\sqrt{0.074(1-0.073)/116}$
- $=0$

لاحظ ان النتيجة هنا سالبة وقد استعضنا عنها بصفر بسبب عدم وجود نسبة معيب سالبة



الاستنتاج:يتضح من خلال لوحة النسب المئوية للمعيب بان جميع المشاهدات او القراءات في حدود السيطرة النوعية باستثناء العينة الاخيرة وهو مؤشر تحذير بان العملية الانتاجية بداءت تنحرف عن المسار الطبيعي.

2-لوحة ضبط عدد العيوب C-Chart

وتستخدم للسيطرة على عدد العيوب في المنتوج او الخدمة وهي تلاءم المصانع والشركات التي تكون منتجاتها اكثر عرضة للأخطاء (Poisson distribution) ان اساس هذه هو توزيع بواسون. الذي يتساوى وسطه مع تباينه بسبب ان متوسط عدد العيوب للوحدة وان الانحراف المعياري هو الجذر التربيعي لمتوسط عدد العيوب.ولحساب حدي السيطرة النوعية بمستوى ثقة 99.73% للوحة ضبط عدد العيوب نستخدم المعادلة الاتية:

- $UCL=\bar{C}+3\sqrt{\bar{C}}$
- $LCL=\bar{C}-3\sqrt{\bar{C}}$
- Where: C=mean of defects c= defects number n= number of operations 3=confidence level.

- **Example:**
  - **شركة لصناعة الاثاث المنزلية وجدت بعد عملية التقييس والفحص ان عدد المسامير المفقودة في(25) عملية تجميع للأثاث كما يأتي:**

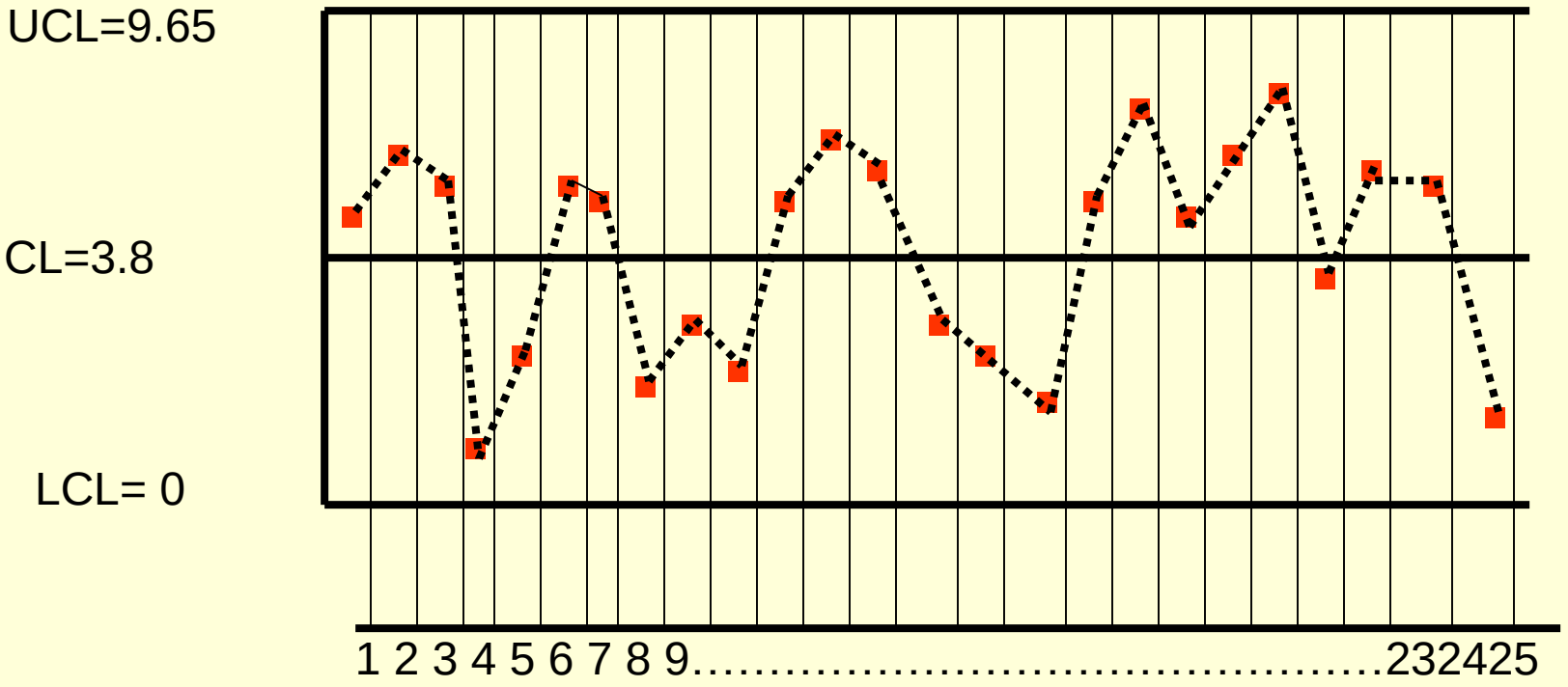
- **[2,4,3,6,5,4,8,1,4,2,3,5,6,4,2,2,1,5,5,3,2,1,5,6,4]**

- **المطلوب:1-احسب حدي السيطرة النوعية للوحة ضبط عدد العيوب 2- ارسم لوحة ضبط عدد العيوب(c-chart).**

- الحل:
- $\bar{C}=4+6+5+1+2+3+\ldots\ldots\ldots+4+2 / 25$
- $=3.8$
- $UCL=\bar{C}+3\sqrt{\bar{C}}$
- $= 3.8+3 \quad 3.8$
- $=9.65$
- $LCL=\bar{C}-3\sqrt{\bar{C}}$
- $=3.8-3 \quad 3.8$
- $=- 2.04= 0$

تقرب للصفر بسبب عدم جواز القبول بعدد سلبي للعيوب

لوحة ضبط عدد العيوب
C-Chart

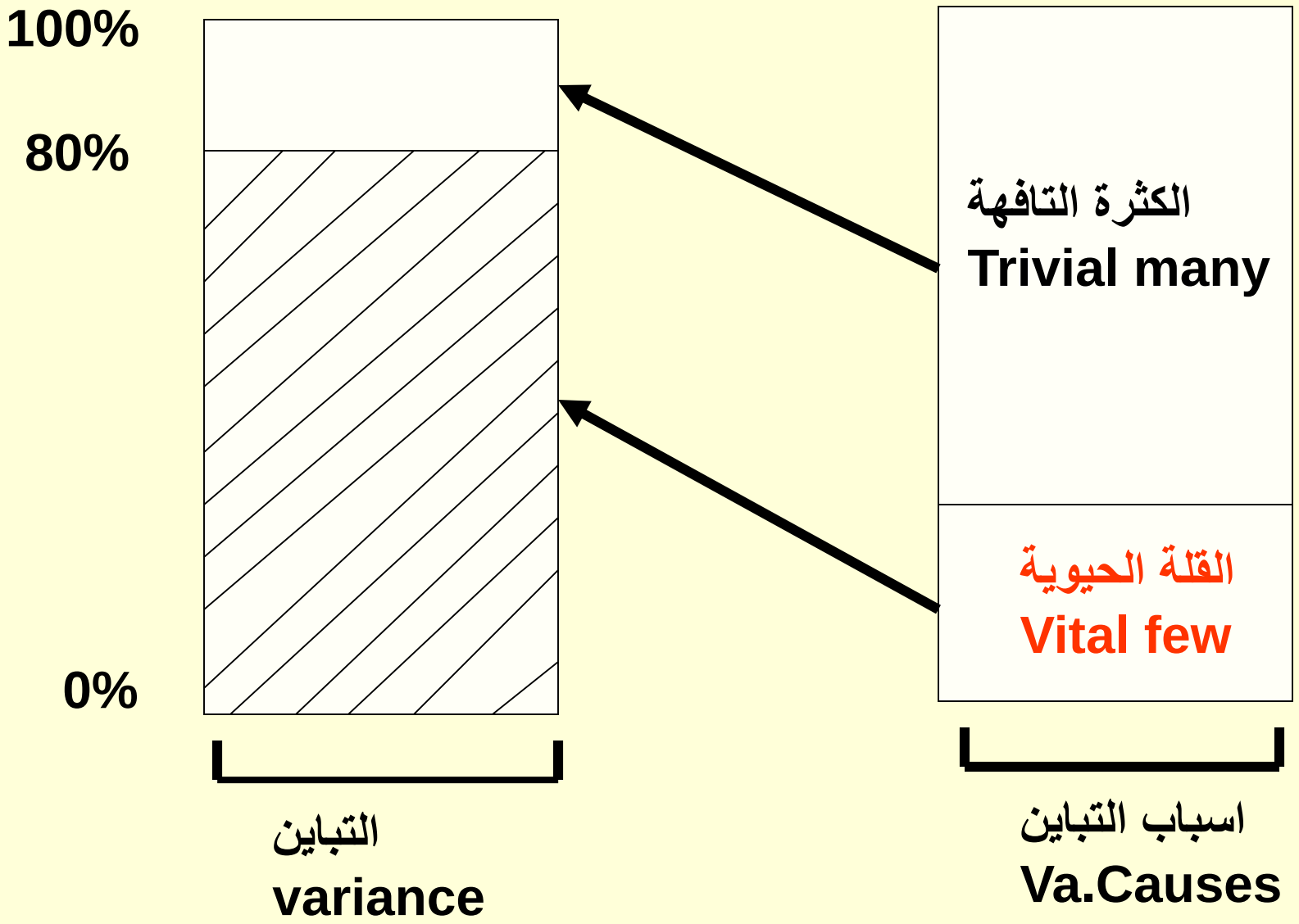


الاستنتاج: يتضح من لوحة ضبط عدد العيوب بان العملية الانتاجية في حدود السيطرة النوعية

مخطط باريتو
Pareto Diagram

- ترجع فكرة مخطط باريتو الى الاقتصادي الايطالي الفريد باريتو الذي جاء في معرض تعليقه على توزيع الثروة بقوله ان(80%) من الثروة يملكها(20%) من السكان وقد استعير هذا المفهوم من قبل رواد الجودة لتحليل التباين في العملية الانتاجية مؤكدين على ان(80%) من مشكلات الجودة يمكن تفسيرها بدلالة (20%) من الاسباب.وبهذا المنطق تم تصنيف اسباب تدني الجودة الى صنفين هما القلة الحيوية او المؤثرة (Vital Few) والكثرة التافهة او قليلة التأثير(Trivial Many).ويوضح المخطط الاتي فكرة باريتو.

الشكل يوضح مخطط باريتو لتحليل مشاكل الجودة



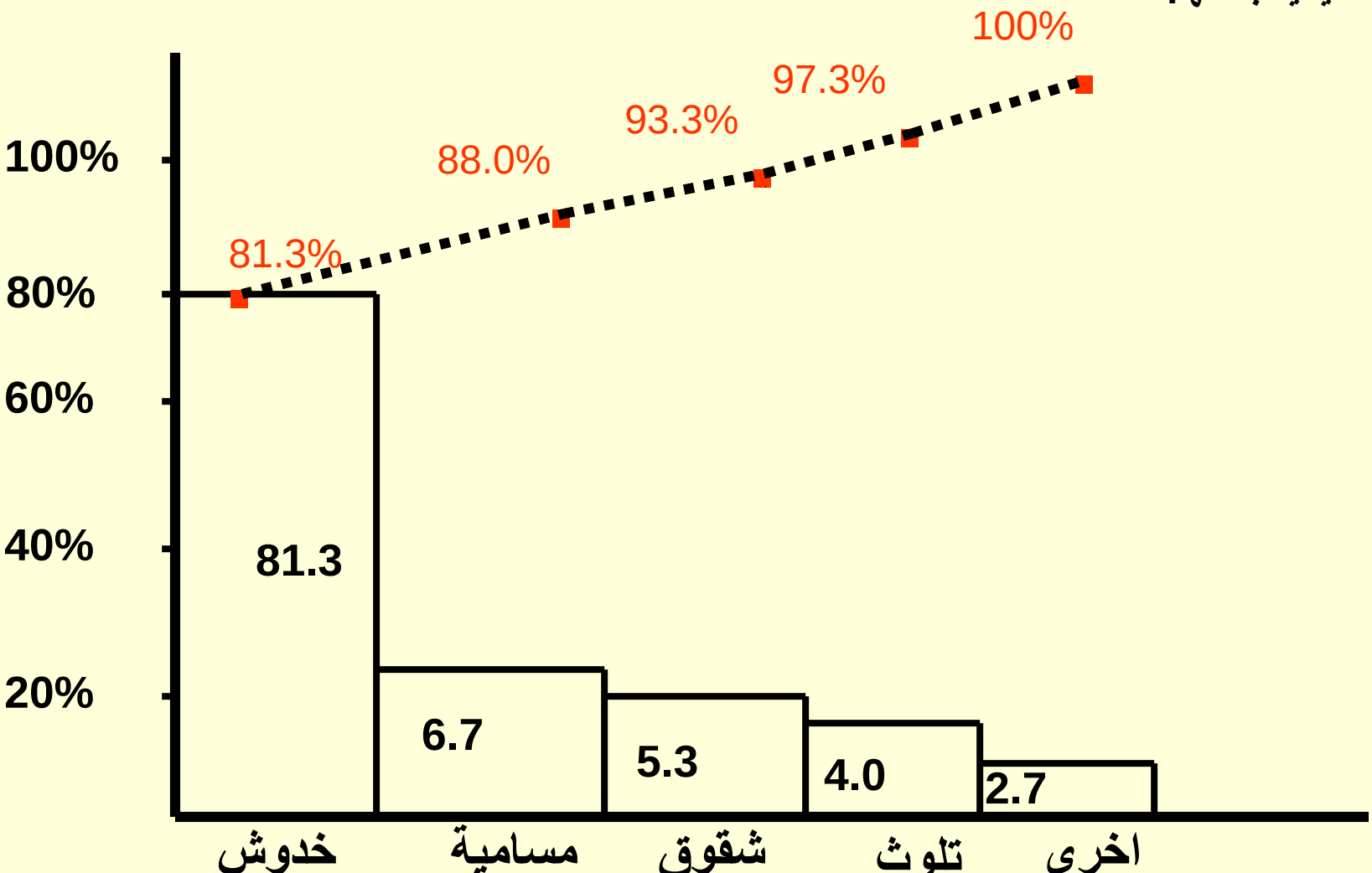
- **Example:**
- **الجدول الاتي يوضح عدد القناني الزجاجية المعيبة في احد مصانع العصير في انتاج يوم واحد والتي بلغت (75) قنينة وكان عدد المعيب لكل نوع من الاسباب كما يأتي:**

ت	العيوب	العدد
1	خدوش	61
2	المسامية	5
3	شقوق	4
5	تلوث	3
6	اخرى	2

- **المطلوب: اعداد مخطط باريتو لأسباب المعيب في الانتاج مع الرسم.**
- **الحل:**
- **1- احسب التكرار التراكمي والنسبة المئوية المتراكمة كما يأتي:**

ت	العيوب	العدد	التكرار المتراكم	النسبة المئوية	النسبة المئوية المتراكمة
1	خدوش	61	61	81.1	81.3
2	مسامية	5	66	6.7	88.0
3	شقوق	4	70	5.3	93.3
4	تلوث	3	73	4.0	97.3
5	اخرى	2	75	2.7	100

2-ارسم المحورين المتعامدين وثبت على المحور الافقي انواع العيوب وعلى المحور العمودي النسب المئوية لكل عيب على ان يكون ترتيب الاسباب حسب اهميتها أي من النسب المئوية العالية يسارا الى النسب المئوية الاقل يمينا وبذلك نحصل على الترتيب النسبي لأسباب الانتاج المعيب التي تسبب النسبة الاكبر للعيوب في الانتاج ليتسنى للإدارة اتخاذ الاجراءات التصحيحية بشأنها.



الشكل يوضح مخطط باريتو لأسباب المعيب في الانتاج

- **3-المدرجات التكرارية Histograms**

تقدم المدرجات التكرارية تصويرا مرئيا لانتشار البيانات وتستخدم لبيان نمط توزيعها؛ كما تساعد في المحافظة على العملية الانتاجية ضمن حدود الضبط الاحصائي وتسهم في الكشف عن الانحرافات والتباين في عمليات التصنيع وأسباب عدم المطابقة للمواصفات لأجل اتخاذ الاجراءات التصحيحية الملائمة.

Example:

- **توافرت لديك البيانات الاتية عن متوسط وقت التصنيع لأحد المنتجات لعينة قدرها (N=100)**

رقم الفئة	التكرار
1	3
2	5
3	8
4	11
5	19
6	14
7	20
8	10
9	6
10	4

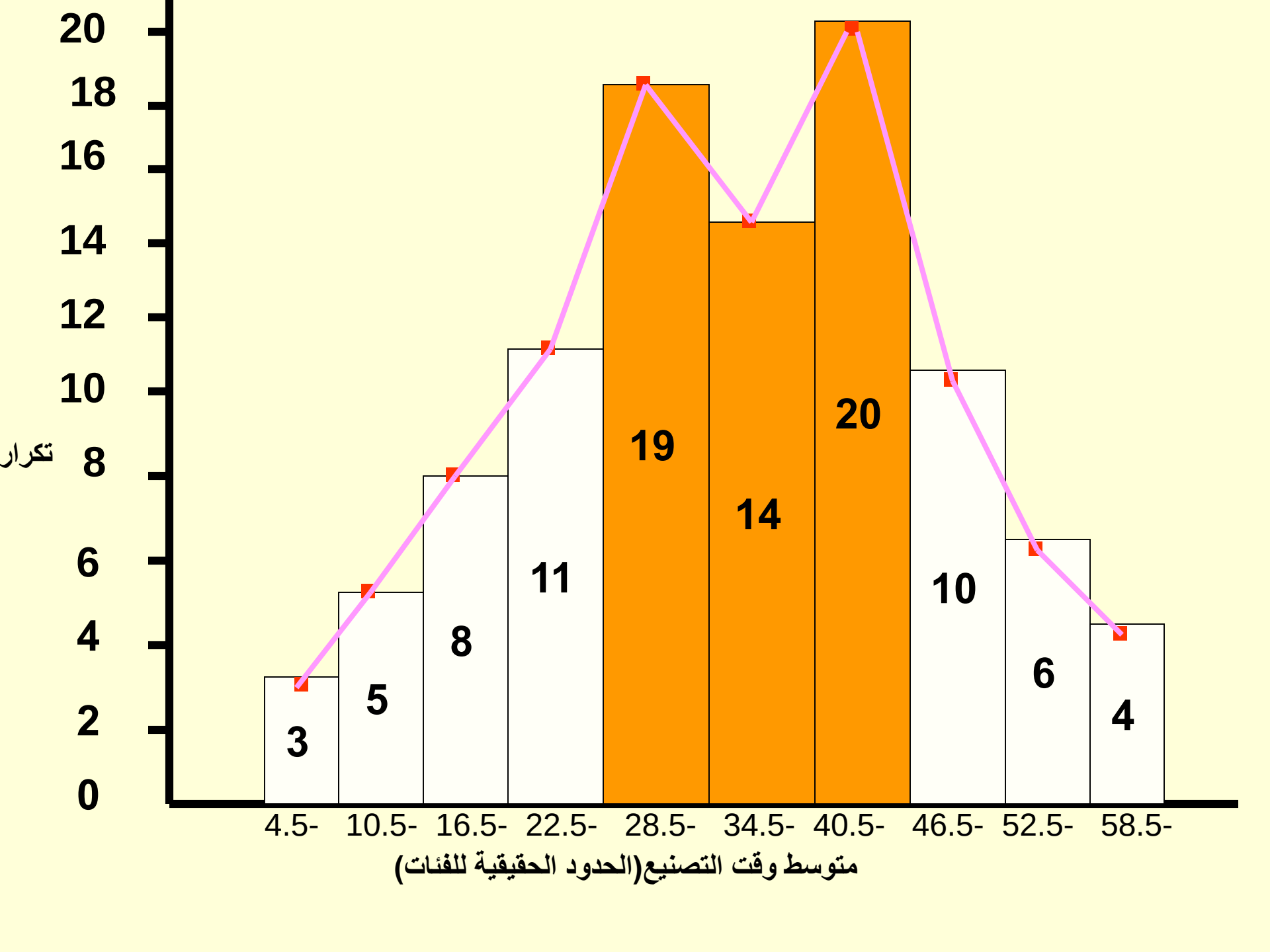
المطلوب:اعداد المدرج التكراري لمتغير وقت التصنيع اذا علمت بان اعلى وقت للتصنيع هو (60)دقيقة وادنى وقت للتصنيع هو(5)دقائق.

- الحل:
- 1-احسب مدى البيانات
- $R = X_{max} - X_{min}$
- $= 60 - 5 = 55$
- 2-احسب عدد الفئات
- $C = N = \sqrt{100} = 10$
- 3-احسب طول الفئة
- $W = R/C = 55/10 = 5.5 = 6$
- 4-احسب الحدود الحقيقية للفئات
- $L1 = 5 - 0.5 = 4.5$
- $L2 = 4.5 + 6 = 10.5$
- $L3 = 10.5 + 6 = 16.5$
- $L4 = 16.5 + 6 = 22.5 \ldots\ldots$
- $L10 = 58.5 + 6 = 64.5$

- **5-وبذلك نحصل على جدول التوزيع التكراري الاتي:**

حدود الفئات	التكرار
10.5 - 4.5	3
16.5-10.5	5
22.5-16.5	8
28.5-22.5	11
34.5-28.5	19
40.5-34.5	14
46.5-40.5	20
52.5-46.5	10
58.5-52.5	6
64.5-58.5	4

- ارسم المدرج التكراري بالاعتماد على الحدود الحقيقية للفئات الواردة في الجدول السابق؛ حيث يخصص المحور العمودي للتكرارات والمحور الافقي للحدود الحقيقية(او مراكز الفئات) كما في الشكل الاتي:
- الاستنتاج: يتضح من المدرج التكراري ان حولي(53%) من متوسط وقت التصنيع يقع مابين (28.5- 46.5).
- ملاحظة : يمكن توظيف مراكز الفئات في رسم المدرج التكراري السابق(مركز الفئة=الحد الادنى +الحد الاعلى \ 2)

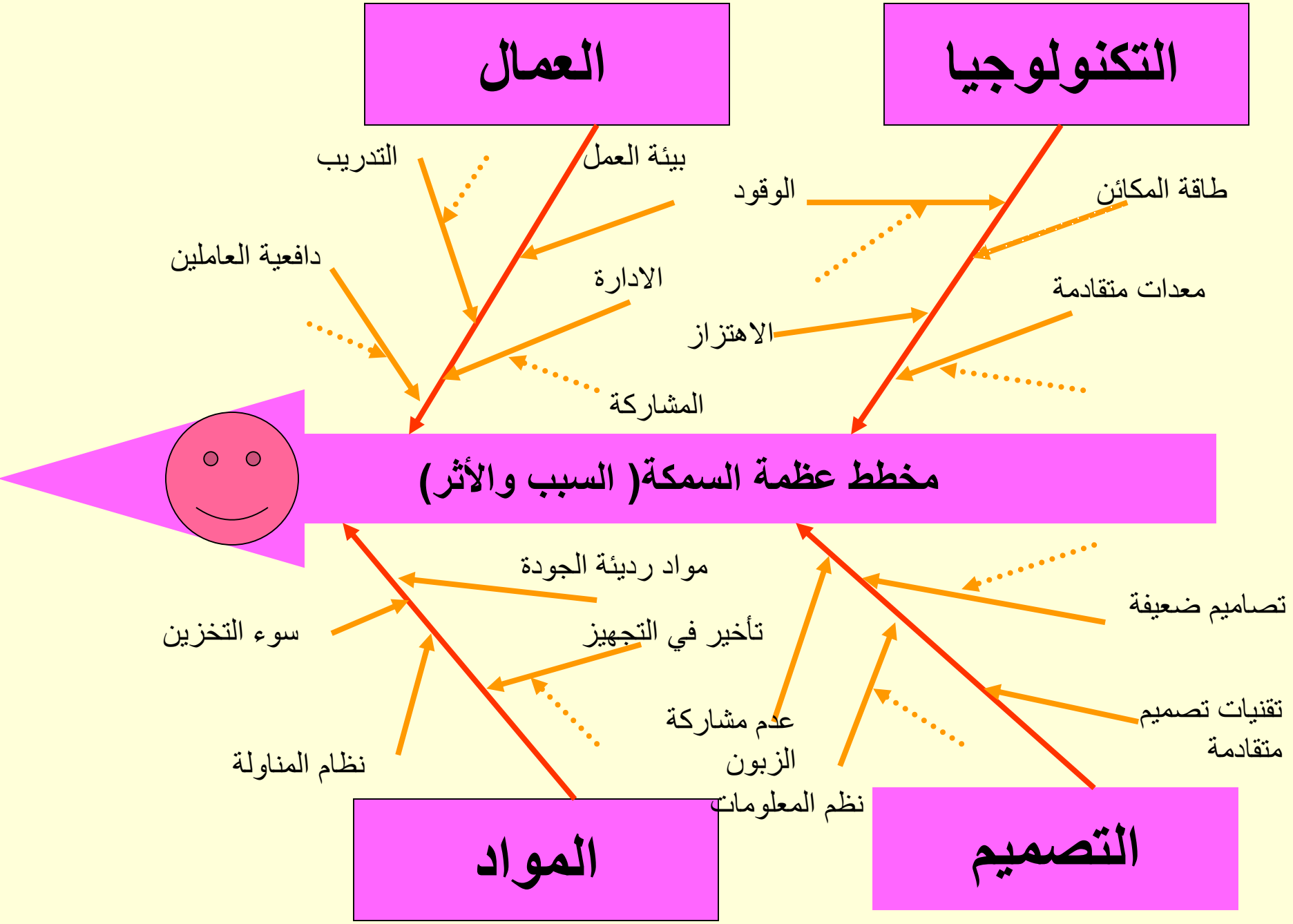

20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
تكرار
3
5
8
11
19
14
20
10
6
4
4.5-
10.5-
16.5-
22.5-
28.5-
34.5-
40.5-
46.5-
52.5-
58.5-
متوسط وقت التصنيع(الحدود الحقيقية للفئات)

- **مخطط السبب- الاثر(النتيجة)Cause and Effect Diagram**

طور هذا الاسلوب من قبل الياباني ايشيكاوا (Ishikawa) ويطلق عليه احيانا مخطط عظمة السمكة (Fishbone Diagram) ويهدف الى دراسة وتحليل الاسباب المحتملة لمشكلات الجودة لغرض استنباط الحلول لتلك المشكلات.ويعتمد المخطط على فكرة بسيطة لتشخيص مشكلات الجودة وتصنيفها الى اسباب اساسية او جوهرية وأسباب ثانوية او فرعية وترتيبها بشكل متناسق يشبه الى حد ما عظام السمكة ؛اذ ان كل سهم يعبر عن احد مصادر المعيب او التباين في العملية الانتاجية.ويعد هذا الاسلوب من اكثر ادوات الجودة استخداما لإمكانية الاستفادة منه في جميع انشطة المصنع او الشركة.فهو باختصار وثيقة اومخطط للمشكلة المطلوب دراستها لتحليل مسبباتها والحلول المحتملة التي غالبا ما تشتق من مقترحات وأراء العاملين في الشركة.وغالبا ما تصنف مشكلات الجودة الى:

1- **مشكلات تصميم العملية والمنتوج.**
2- **مشكلات القدرات الفنية والإدارية للعاملين.**
3- **مشكلات تكنولوجيا العمليات.**
4- **مشكلات المواد والتجهيزات.**

- **Example:**
- **تعاني احدى شركات صناعة الاثاث الخشبية من تدني جودة منتجاتها.ناقش الاسباب المحتملة الاتية: (التكنولوجيا؛العمال؛المواد الخام؛التصميم) موضحا ذلك على مخطط السبب والأثر (Cause and Effect Diagram.) مع عرض مختصر للعوامل الفرعية او الثانوية المرتبطة بها.**


العمال
التكنولوجيا
التدريب
بيئة العمل
الوقود
طاقة المكائن
دافعية العاملين
الادارة
معدات متقادمة
الاهتزاز
المشاركة
مخطط عظمة السمكة(السبب والأثر)
مواد رديئة الجودة
تصاميم ضعيفة
سوء التخزين
تأخير في التجهيز
تقنيات تصميم متقادمة
عدم مشاركة الزبون
نظام المناولة
نظم المعلومات
المواد
التصميم

- **قدرة العملية Process Capability**

ان الهدف من الرقابة الاحصائية هو المحافظة على العملية الانتاجية ضمن حدود السيطرة النوعية.وهذا يعني استقرار التباين الطبيعي للعملية؛ومع ذلك فان العملية التي في حدود السيطرة النوعية قد لا تنتج سلع او خدمات تكون مطابقة للمواصفات .ان قدرة العملية على الاستجابة لمواصفات التصميم او المواصفات الهندسية تسمى امكانية او قدرة العملية Process (Capability).وتقاس قدرة العملية بدلالة مؤشرين:

1-نسبة قدرة العملية (Cp) Process Capability Ratio

تكون العملية ذات قدرة على الاستجابة لمتطلبات التصنيع اذا كانت قيم توزيع العملية تقع في حدود المواصفات.وكقاعدة عامة فان قيم اى توزيع للعملية تقع ما بين+و- 3 انحرافات معيارية عن المتوسط وهذا يعني اذا كان توزيع العملية توزيعا طبيعيا فان(99.74) من القيم تقع ضمن ثلاث انحرافات معيارية. باختصار ان نسبة قدرة العملية تمثل مقدار السماحات (tolerance) مقسوم على (6) انحرافات معيارية أي ان:

- **Cp=UCL-LCL / 6 Sigma**
- **Where ;sigma=standard deviation of the process distribution**
- **قاعدة القرار:**
- **اذا كانتCp=1فان العملية في حدود السماحات.**
- **اذا كانتCp>1فان العملية تحقق مستويات فائقة للجودة.**
- **اذا كانتCp<1فان العملية خارج حدود السماحات.**

- **2- مؤشر قدرة العملية: Process Capability Index**

تكون العملية في حدود السيطرة النوعية اذا كانت نسبة قدرة العملية اكبر من القيمة المستهدفة اوان توزيع العملية يتمركز حول القيمة الاسمية لمواصفات التصميم وهنا نحن بحاجة لحساب مؤشر قدرة العملية(C_{pk})لقياس او التأكد من احتمالية ان تقع مخرجات العملية خارج الحد الادنى او الحد الاعلى للمواصفات اى ان:

Cpk=Minimum of[x-LCL/3*sigma,UCL-X/3* sigma]

أي ان مؤشر قدرة العملية هو الاختلاف المواصفات الفعلية للمنتوج والمواصفات المستهدفة او المرغوبة.

- **Example:**
  - **اذا علمت الاتي حول احدى عمليات التصنيع:**
- **UCL=30 minutes**
- **LCL=20 minute**
- **Average Turnaround=26.2 minutes**
- **Sigma=1.35**
  - **وترغب الادارة في تحقيق مستوى اداء قدره (four sigma) بانحراف معياري قدره(1.33)**

فهل يمكن للمصنع تحقيق هذا المستوى؟

- الحل:
- احسب مؤشر قدرة العملية اولا كما يأتي:
- LCL=26.2-20/3(1.35)
- =1.53
- UCL=30.0-26.2/3(1.35)
- =0.94
- Cpk= minimum of(1.53,0.94)
- =0.94
- طالما ان القيمة المستهدفة للعملية بمستوى اداء اربعة انحرافات معيارية هي(1.33) فان مؤشر قدرة العملية يشير الى ان العملية غير قادرة على تحقيق القيمة المستهدفة.
- احسب نسبة قدرة العملية كما يأتي:
- Cp=30.0-20.0/6(1.35)
- =1.23
- وتشير النتيجة بان العملية غير قادرة على تحقيق مستوى الاداء المرغوب.

- **Example:**
- **حصلت على البيانات الاتية:**
- **Ý=210.0 σ=0.516**
- **Design specification=210±3**
- **احسب نسبة قدرة العملية Cp ؟**
- **الحل:**
- **Cp=UCL-LCL/ 6σ**
- **=213-207/ 6(0.516)**
- **=1.938**
- **طالما ان النسبة تزيد على الواحد فان قدرة العملية عالية ومقبولة.**

- **Example:**
- **اذا علمت ان:**
- **Ý=0.250 σ=0.001**
- **New σ=0.0005**
- **المطلوب:احسب مؤشر قدرة العملية Cpk ؟**
- **الحل:**
- **Cpk=mini.of[(UCL-Ý)/3σ,(Ý-LCL)/3σ]**
- **=[0.251-0.250/(3)(0.0005),(0.250-0.249/(3)(0.0005)]**
- **=0.001/0.0015=0.67**
- **بما ان Cpk اقل من واحد فان العملية غير قادرة على الاستجابة لمواصفات التصميم.**