الفصل الخامس: أدوات وتقنيات الجودة

توجد العديد من الأدوات المساهمة في ضبط وقياس الجودة، والتي تعتمد بشكل كبير على الأساليب الإحصائية من أجل التأكد من موافقة الإنتاج للمتطلبات والمواصفات الموضوعة، كما توجد كذلك العديد من الأدوات المساعدة على حل المشاكل وتحسين الأداء.

من خلال هذا الفصل سوف نركز على تلك الأساليب الإحصائية المساعدة على ضبط الجودة:

- المدرج التكراري
- خريطة التبعثر
- قوائم الاختبار
- خرائط التدفق
- مخطط باريتو
- مخطط السبب والنتيجة
- خرائط المراقبة

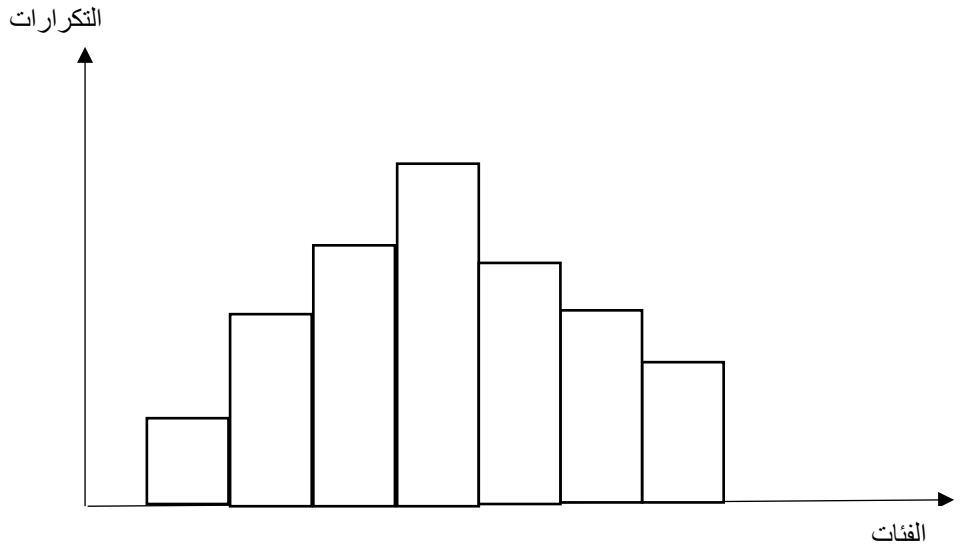
1. المدرجات التكراري Histograms

يعرف كذلك بالتوزيع التكراري، حيث يتم تلخيص المعلومات وتمثيلها بيانيا بحسب الفئات وتكرارها، وبالتالي يمكن دراسة نمط التوزيع، وبالتالي استخلاص المعلومات اللازمة حول جودة المنتجات والخدمات.

يتصف التوزيع التكراري بثلاثة عناصر أساسية هي:

- المركز Center
- عرض المنحنى Width
- شكل المنحنى Shape

يمثل الشكل التالي نموذجا للمدرج التكراري



ويأخذ المنحنى عدة أشكال، سنكر بعضها :

- منحنى طبيعي

- منحنى مفرطح

- منحنى مدبب

2. خريطة التبعثر أو الانتشار Scatter Diagram

هو أداة إحصائية للبحث في احتمالية وجودة علاقة بين متغيرين، غير أن اثبات السببية يتطلب دراسات معمقة، ويأخذ المتغير التابع (Y) مقياس الجودة الخاص بأحد المنتجات أو الخدمات، بينما يأخذ المتغير المستقل (X) مقياسا لأحد العناصر المؤثرة على الجودة.

ومن خلال شكل الانتشار، يمكن إعطاء قراءة أولية حول نوعية العلاقة الموجودة بين المتغيرين

ارتباط موجب، ارتباط سالب، ارتباط قوي، ارتباط ضعيف، لا يوجد ارتباط.

3. قوائم التحقق/ الاختبار/المراجعة Check Sheeets

هي وثيقة بسيطة تستخدم على شكل استمارة، يتم من خلالها جمع مختلف البيانات اليومية أوالمتكررة المراد مراقبتها خلال فترة زمنية معينة، حيث يتم وضع إشارة بسيطة في الخانة المناسبة توضح وقوع الحدث، كما يمكن تحرير الملاحظات الخاصة بذلك

1.3 تصنيف قوائم المراجعة: يمكن تصنيف قوائم المراجعة إلى:

- قائمة مراجعة لمسح الخلل أو العيوب: حيث يتم البحث في تفاصيل العيوب الرئيسية للمسألة المراد تتبعها.

- قائمة مراجعة لمعرفة العامل المسبب للعيوب: يتم التعرف على تكرار حدوث العيوب إما بصفة يومية أو أسبوعية، كما يتم التعرف على أسباب هذه العيوب.

- قائمة مراجعة لتحديد موقع العيوب: من خلال مختلف مراحل العملية الإنتاجية، ومن خلال تتبع حدوث العيوب يتم التأكد من المراحل أو المواقع التي تقع بها العيوب بشكل لافت للانتباه.

- قائمة مراجعة لمعاينة التوزيعات التكرارية: لهذه القائمة أهمية كبيرة في معرفة شكل التوزيع التكراري، ومن خلالها يمكن حساب العديد من مقاييس النزعة المركزية ومقاييس التشتت.

- قائمة مراجعة الفحص والتدقيق: يتم الاستعانة بها من أجل التأكد من سلامة عملية الفحص والتدقيق، من خلال مراجعة جميع البنود الموضوعة.

2.3 خطوات الاستخدام:

- يتم تحديد الهدف العملي للمشكلات وأنواع العيوب، حيث يتم تحديد من سيقوم بجمع هذه البيانات، وماهي الفترة الزمنية اللازمة لذلك حتى تعطي تصورا كاملا عن العملية.

- وضع نموذج مبسط لجمع البيانات، يكون عادة على شكل جدول أو مصفوفة توضح فيها فترات رصد الحدث، وأنواع العيوب المختلفة.

- يتم وضع إشارة بسيطة في المكان المناسب عند وقوع الحدث.

- حساب التكرارات المختلفة لكل خانة مع إبداء وتدوين مختلف الملاحظات الخاصة بكل خانة.

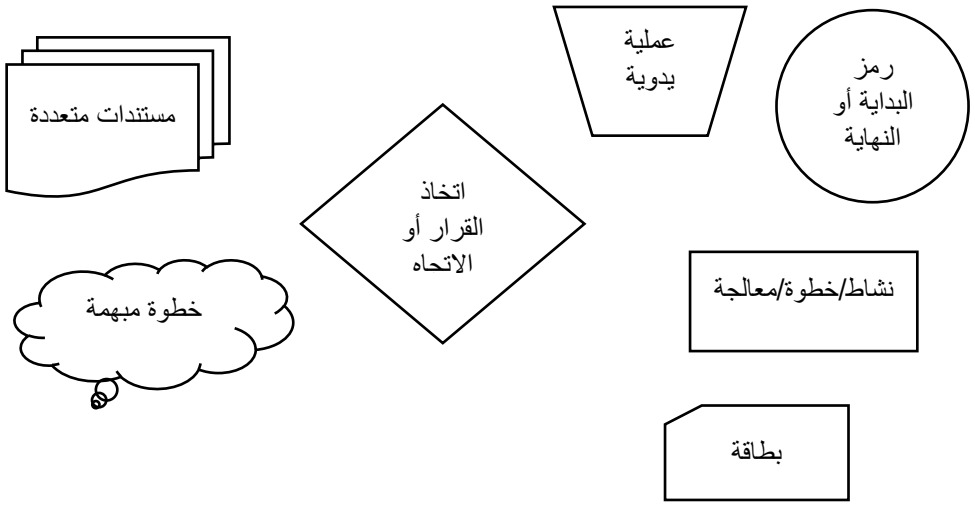
مثال:

الزيارات اليومية للعيادات الخارجية في إحدى المستشفيات خلال أسبوع

	الأطفال	الباطنية	النساء والتوليد	الجراحة العامة	الأسنان	**المجموع**
السبت	///	///// ///// /	///// /////	///// ///// /	///// /	41
الأحد	////	///// ///// ///	///// ///	///// /////	///// //	42
الإثنين	/// /////	///// ///// ///// ///	///// ///// ///// /	///// //	///// /////	59
الثلاثاء	/////	///// ///// /////	///// ///// //	///// ///	/////	45
الأربعاء	//	///// ///// //	///// /	/////	///// /////	35
الخميس	/	///// ///	///// //	///// ///// /	///// /	33
الجمعة						
المجموع	23	77	59	52	44	255

4. خرائط التدفق / مخطط سير العمليات Flow chart/ Process Mapping

هي عبارة عن مخطط خوارزمي يتكون من عدة أشكال يستخدم في توضيح خطوات العملية، وأهم القرارات المتخذة، بالإضافة إلى ابراز أهم التصحيحات الواجب القيام بها . وفيما يلي بعض الأشكال المستخدمة لبناء خرائط التدفق.



من خلال مختلف الأشكال السابقة وأشكال أخرى، يتم رسم العديد من مخططات التدفق، حيث يمكن تجميعها في عدة أنواع كمايلي:

- المخططات البسيطة: يتم تمثيل أهم الإجراءات بالإضافة إلى المدخلات والمخرجات.

- المخططات التفصيلية: حيث يتم إضافة النقاط المتعلقة باتخاذ القرار إلى المخطط البسيط، إضافة إلى بعض العناصر الأخرى كالتغذية الراجعة، وإعادة عمليات معينة.

- المخططات الإجرائية: يعتمد على المخططات التفصيلية أو البسيطة في بناءها، إضافة إلى الأشخاص المعنيين بالقيام بتلك المهام.

5. مخطط باريتو Pareto Charts

يهدف هذا المخطط إلى التركيز على أهم المشكلات من أجل الوصول إلى تحسين فعلي للجودة، وعدم تضييع الوقت واهدار الموارد في مشكلات جانبية. حيث يتم تجميع البيانات الاحصائية من خلال عدد تكرارات وقوع كل سبب للمشكلة، ثم يتم ترتيب تلك الأسباب حسب أهميتها في حدوث المشكلة.
ويرتكز تحليل باريتو على قاعدة 80 – 20، أي أن 80% من المشاكل ترجع إلى 20% من الأسباب، ومقابل ذلك، فإن 20% من المشكلات فقط راجعة إلى 80% من الأسباب.

1.5 تحليل باريتو / ظاهرة جوران

قام الاقتصادي الايطالي " ألفرد باريتو" بدارسة توزيع السكان للمدينة التي يعيش فيها، حيث قام بوضع مخطط سنة 1904 عبر فيه عن أن: 20% من السكان يمتلك 80% من الثروات، وقد عرف ذلك فيما بعد

بقانون 80 – 20، وتم استخدامه فيما بعد من طرف "جوزيف جوران" في مجال ضبط الجودة من أجل تحديد الانحراف في العملية الانتاجية، حيث عرف بظاهرة جوران، وقد عبر عن أن 20% من المشكلات تحتاج إلى 80% من التكاليف المرتبطة بالجودة، إضافة إلى أن 20% من العمليات مسؤولة عن 80% من التكاليف المرتبطة بالجودة.

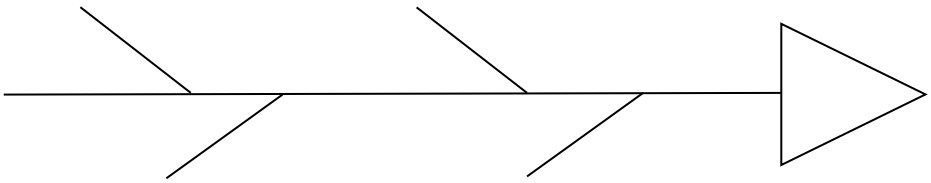
2.5 خطوات إعداد المخطط:

- مسح جميع مسببات المشكلة وتصنيفها.
- حساب التكرارات المرتبطة بأسباب المشكلة، ثم حساب النسب المئوية حسب تصنيفات الأسباب.
- ترتيب الأسباب وفقا للنسبة المئوية من الأكثر أهمية إلى الأقل أهمية.
- رسم المحور (X) لتمثيل الأسباب، والمحور(y) لتمثيل تكرارات الأخطاء ونسبها المئوية.
- تمثيل كل سبب بعمود منفصل عن الآخر من الأكثر تكرارا إلى الأقل تكرارا.
- تمثيل منحنى عن طريق ربط نقاط تمثل منتصف الأعمدة.

6. مخطط السبب والنتيجة (عظم السمكة)

Cause and effect diagram / Fishbone diagram

يعتبر مخطط السبب والنتيجة من بين أدوات تحسين الجودة والسيطرة على النوعية، ويرتبط عادة باسم أحد رواد حلقات الجودة في اليابان : كاورو إشيكاوا Kaoru ISHIKAWA ، حيث يسمى عادة بمخطط إشيكاوا، كما يسميه البعض بمخطط السبب والنتيجة، بينما آخرون يسمونه بعظم السمكة حيث أن شكله يشبه العمود الفقري للسمكة.



يحدد مخطط السبب والنتيجة مجمل أسباب المشكلة وعلاقة هذه الأسباب بالمشكلة نفسها، ففي البداية يتم تحديد المشكلة أي النتيجة / الأثر والذي يعبر عنه برأس السمكة، ثم يتم رسم الخط الرئيسي وبعدها الخطوط الفرعية الرئيسية، وفي الأخير يتم رسم فروع ثانوية خاصة بكل سبب رئيسي. وبالتالي يصحب مخطط السبب والنتيجة مخططا شاملا وسهلا للقراءة، حيث يمكن من خلاله تحليل الأسباب الرئيسية والثانوية واتخاذ الاجراءات التصحيحية اللازمة.

الخطوات العملية لإعداد مخطط السبب والنتيجة:

1. تحديد المشكلة بشكل واضح و مفصل، والابتعاد عن العبارات العمومية.

2. وضع المشكلة في إطار على اليمين وربطه بخط رئيسي يعبر عن العمود الفقري المركزي.

3. استخدام العصف الذهني أو أسلوب الخطوة – خطوة، من خلال الاهتمام بالأسباب الرئيسية وتصنيفها، ثم العمل على تحديد الأسباب الثانوية لكل سبب رئيسي قبل الانتقال إلى سبب رئيسي أخر.

الأسباب الأساسية للإنتاج والخدمات	
القوى البشرية	الشخص (الموظفون)
المواد	الاحتياطات (المؤن)
الطرق	الإجراءات
الآلات	المكان (البيئة)
القياسات	النماذج

4. يتم إيصال الأسباب الرئيسية (بين 2 و 6) مع الخط الرئيسي المشكلة.
5. إضافة الأسباب الفرعية وإيصالها بالسبب الرئيسي
6. التأكد من المصداقية المنطقية لكل سلسلة سببية.

7. تقنيــة لوحات الضبط Control Charts Technique

تعود بداية استخدام لوحات الضبط الى **"والتر شويهارت "**، حيث تستخدم لتبيين أسباب الاختلاف في خواص المنتجات من خلال سحب عينات عشوائية من دفعات الانتاج خلال فترات زمنية متتالية.

1.7 أنواع مسببات التغيرات في العملية الإنتاجية: يمكن إجمال مسببات عدم التطابق التام للمنتجات إلى ثلاثة أنواع
هي:

- التغيرات بين الوحدات المنتجة.
- التغيرات داخل الوحدة المنتجة.
- التغيرات التي تحدث في فترات زمنية معينة.

وتحدث هذه التغيرات عادة نتيجة:
- العمليات الانتاجية (تقادم المعدات والأدوات، اهتزاز في الماكنات، تذبذب في مصادر الطاقة الكهربائية والهيدروليكية)
- المادة الأولية (قوة الشد، السمك، النفاذية، محتوى الرطوبة، ...)
- ظروف العمل (الحرارة، الضوء، الرطوبة، الاشعاعات،...)

2.7 مكونات لوحة ضبط الجودة: Control Charts Components

تعتبر لوحة ضبط الجودة طريقة بيانية لمراقبة مستمرة للعملية الانتاجية، يمثل المحور الأفقي تتابع العينات المأخوذة على عدة فترات زمنية، بينما يمثل المحور العمودي خاصية الجودة المطلوب متابعتها، تتمثل الخطوط البيانية في الشكل في:

- خط الوسط: ويمثل المتوسط العام للخاصية ، ويسمى خط المركز " central line (CL)"
- حد الضبط الأعلى " Upper Control Limit (UCL)"، حيث يبعد عن خط المركز بمسافة $+3\sigma$.

- حد الضبط الأدنى " Lower Control Limit (LCL)"، ويبعد عن خط المركز بمسافة - 3σ.
يتم حساب حدود الضبط للوحتي المتوسط والمدى من خلال المعادلات التالية:

$UCL = \bar{\bar{x}} + 3\sigma_x$
$LCL = \bar{\bar{x}} - 3\sigma_x$
$UCL = \bar{R} + 3\sigma_R$
$LCL = \bar{R} - 3\sigma_R$

حيث أن:
σ_x = الانحراف المعياري للمتوسط الحسابي للعينات
σ_R = الانحراف المعياري لمدى العينات.

وبما أن حاصل ضرب متوسط المديات "$\bar{R}$" في المعامل " A_2" يمثل ثلاثة انحرافات معيارية في المعاملات الخاصة بلوحة المتوسط، وحاصل ضرب متوسط المديات "$\bar{R}$" في المعامل " D_4 " يمثل الحد الأعلى للوحة المدى وفي "D_3" الحد الأدنى منها. يمكن إعادة صياغة المعادلات الخاصة بحساب حدود لوحتي المتوسط والمدى إلى الصيغة الآتية:

حدود الضبط للوحة المتوسط

$UCL = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}$
$LCL = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$

حدود الضبط للوحة للمدى

$UCL = D_4 \bar{R}$
$LCL = D_3 \bar{R}$

حيث أن قيم A_2، D_3 ، D_4 يتم استخراجها من الجدول الاحصائي الملحق بحسب حجم العينة.

مثال: لوحة المتوسط والمدى Mean – Range Control Chart

تم أخذ 30 عينة حجم كل منها 5 علب من خط انتاج القشطة باحدى مصانع الألبان، وذلك خلال أيام العمل 5، 6، 7، 8 و 2023/02/9. تحمل كل علبة لائحة بالمعلومات التي تخص المنتج، حيث من المفروض أن تزن كل علبة 50غ وزنا صافيا من القشطة.

اليكم الأوزان الفعلية لكل علبة تم أخذها عشوائيا من خط الانتاج.

تسلسل البيانات	التاريخ	الوقت	وزن مفردات العينة بالغرام				
			الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة	الخامسة
1	2023/02/05	8:00	45	48	49	50	52
2		9:00	55	57	52	53	55
3		10:00	44	48	56	52	50
4		11:00	55	51	48	49	52
5		12:00	48	52	50	46	48
6		13:00	42	45	48	50	50
7	2023/02/06	8:00	40	45	48	52	52
8		9:00	58	56	58	60	54
9		10:00	55	52	48	55	55
10		11:00	48	42	42	48	50
11		12:00	50	50	42	42	44
12		13:00	58	50	50	52	54
13	2023/02/07	8:00	55	52	45	50	51

51	47	48	52	50	9:00		14
50	42	45	55	52	10:00		15
50	58	58	56	55	11:00		16
53	47	44	52	48	12:00		17
55	48	46	52	50	13:00		18
48	40	42	45	55	8:00	2023/02/08	19
45	46	48	42	38	9:00		20
52	54	54	52	50	10:00		21
54	50	50	56	46	11:00		22
54	55	55	48	55	12:00		23
49	51	59	52	48	13:00		24
46	52	54	53	52	8:00	2023/02/09	25
51	52	56	58	60	9:00		26
44	51	52	48	55	10:00		27
55	52	55	50	49	11:00		28
42	42	44	51	55	12:00		29
56	54	52	48	44	13:00		30

المطلوب:

قم برسم لوحة المتوسط والمدى ، مع تحليل النتائج المتحصل عليها.