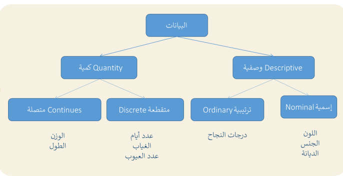
الحزام الأخضر لمنهجية لين ستة سيجما – الجزء الثاني

مرحلة القياس



تعبر عن القيم التي تقع عادة عند مركز التوزيع العددي للقيم
إن متوسط أي ظاهرة يعبر عن المستوي العام لهذة الظاهرة
الوسط الحسابي The mean:
مجموع القيم علي عددهم ويعرف بأنه هو القيمة التي لو حلت محل جميع القيم لا يتغير مجموعه
ملاحظات:
1- يصلح في البيانات الكمية ولا يصلح مع الاسمية أو الترتيبية
2- جميع القيم تدخل في حساب الوسط الحسابي ولذلك في حالة وجود قيم شاذة سوف تؤثر في قيمة الوسط الحسابي

مقاييس النزعة المركزية

الوسيط :
القيمة التي تقع في منتصف القيم بعد ترتيبها تصاعديا او تنازليا
لو كان عدد القيم فردي تكون الوسيط هي قيمة المتصف
لو كان عدد القيم زوجي فتكون الوسيط قيمتان في المنتصف ويتم حساب متوسطهم
المنوال : هو القيمة الأكثر تكرارًا
يمكن أن يكون في بيانات كمية أو وصفية
قد لا يوجد منوال أو قد يوجد أكثر من منوال

ما هي ظاهرة التباين؟

المصدر الرئيسي	التوضيح
المعدات	الاهتزاز – التآكل – الضبط الخاطئ.
الأفراد	مهارة العامل – التعب – تفاوت الأداء.
المواد	تغيرات في جودة أو خصائص المواد الخام.
البيئة	الرطوبة – درجة الحرارة – الإضاءة.
الطريقة	عدم ثبات في خطوات العمل أو تغيّر التعليمات.
القياس	خطأ في أدوات أو طريقة القياس.

التباين Variation هو الاختلاف الطبيعي أو العشوائي الذي يحدث في النتائج أو المنتجات أو العمليات، حتى لو تمت بنفس الطريقة، وبنفس الأدوات.
لا يوجد نظام إنتاجي أو عملية بدون تباين. بمعني : لو كررت نفس العملية 100 مرة، ستلاحظ اختلافات بسيطة في النتائج (الوزن، الحجم، اللون، الوقت...).

أنواع التباين:
التباين الطبيعي Common Cause Variation
يُعرف أيضًا بـ "التباين العشوائي".
هو جزء طبيعي من أي عملية.
ينتج عن أسباب صغيرة كثيرة مثل:
تغيّر درجة الحرارة.
اختلاف بسيط بين المعدات.
مهارات العاملين.
مثال: فرق 0.5 جم في وزن عبوات السكر بالرغم من ضبط الميزان بدقة.

2. التباين الخاص أو الاستثنائي Special Cause Variation
يُعرف أيضًا بـ "التباين غير الطبيعي".
يحدث بسبب مشاكل غير معتادة.
يسبب تغيرًا مفاجئًا في العملية.
مثال: ماكينة تعطلت، أو مادة خام غير مطابقة، أو عامل جديد غير مدرب.

المدرج التكراري

المحتوى:
أداة لتوضيح توزيع البيانات على شكل أعمدة.
يوضح:
شكل التوزيع (طبيعي/منحرف).
مدى التشتت.
وجود شذوذ أو قيم متطرفة.

صندوق الرسم

المحتوى:
يوضح:
الوسيط Median
الربيعيات Quartiles
القيم المتطرفة Outliers
مفيد للمقارنة بين أكثر من مجموعة بيانات.

مخطط الجذع والأوراق

المحتوى:
يعرض البيانات الرقمية بشكل منظم يوضح توزيعها.
يحتفظ بالقيم الأصلية للبيانات.
مفيد في المجموعات الصغيرة والمتوسطة من البيانات.

المخطط النقطي

المحتوى:
يمثل كل قيمة بنقطة.
مفيد للبيانات الصغيرة والمتوسطة.
يوضح الأنماط بسرعة (تجمع – تباعد – قيم متطرفة).

أدوات جمع البيانات في Six Sigma

- ورقة التحقق / جمع البيانات
- استبيانات Questionnaires
- المقابلات
- الملاحظة المباشرة
- سجلات العمليات

المفهوم الأساسي لحساب مستوى السيجما

مستوى السيجما هو مقياس يُستخدم لتحديد جودة العملية الإنتاجية أو الخدمية، وهو يعكس عدد العيوب لكل مليون فرصة (DPMO = Defects Per Million Opportunities)

الصيغة الأساسية:
Sigma Level ≈ Z Score =(USL−μ)\ {Sigma Level}

تحليل نظام القياس

العامل الذي يتم اختباره		اسم الاختبار	كيفية اجراء الاختبار
Inaccuracy/Bias	الانحياز وعدم الدقة	Gauge linearity and Bias study	وجود انحراف بين القيمة المقاسة والقيمة الحقيقية
linearity	الخطية		التأكد من ثبوت قيمة التحيز بطول مدي القياس
Repeatability	دقة العامل	Gauge R&R study	ثياس نفس العينة بنفس العامل تحت نفس الظروف
Reproducibility	دقة الإجراءات		قياس نفس العينة بأكثر من عامل علي نفس جهاز القياس
Stability	الإتزان	X bar & R chart	قياس نفس العينة بنفس العامل تحت نفس الظروف علي فترات منتظمة
Resolution	دقة التمييز	All the above	ظهور ثلاثة أرقام عشرية علي الأقل في كل قراءة

الحكم علي نظام القياس

تباين القياس Measurement variation	مقبول / غير مقبول Accepted/ Not Accepted
30 % or more	غير مقبول Not Accepted
20 %	مقبول Accepted
10%	أكثر دقة More accurate

التحقق من المواصفات

أسئلة يجب أخذها في الاعتبار:
ما هو مصدر المواصفات؟
- متطلبات العميل VOC – Voice of Customer
- متطلبات العمل (الأهداف، المقارنات المرجعية Benchmark
- متطلبات الالتزام والتشريعات (القوانين واللوائح)
- متطلبات التصميم (الرسومات الهندسية، تصميم النظام)
هل هذه المواصفات حديثة؟ وهل من المتوقع أن تتغير؟
هل تم فهم هذه المواصفات والاتفاق عليها من جميع الأطراف المعنية؟

البيانات قصيرة المدى

يجب أن تشمل دراسات قابلية العملية جميع الملاحظات: (أخذ عينات بنسبة 100٪) خلال فترة زمنية محددة.
البيانات قصيرة المدى Short-Term Data
يتم جمعها ضمن نطاق ضيق من ظروف التشغيل.

البيانات طويلة المدى

يتم جمعها عبر نطاق واسع من ظروف التشغيل وعلى فترة زمنية أطول.تشمل عادةً:فترات زمنية ممتدة (أسابيع / شهور)أكثر من وردية أكثر من ماكينة أكثر من مشغّل تغيّرات في المواد الخام أو البيئة تغيّرات تشغيلية طبيعية بمرور الوقتتحتوي على التباين الناتج عن الأسباب العامة والأسباب الخاصة Common Cause + Special Cause Variation تعكس الأداء الحقيقي والفِعلي للعملية على المدى الطويل وليس الأداء المثالي.تُستخدم غالبًا في حساب:- Ppk- Pp تتطلب عددًا أكبر من نقاط البيانات مقارنة بالبيانات قصيرة المدى(غالبًا أكثر من 100 نقطة بيانات).

قياسات قدرة العملية

Cp و Pp
يعبّران عن ما هو ممكن تحقيقه إذا كانت العملية متمركزة تمامًا حول المتوسط.
يمثّلان أفضل أداء محتمل يمكن أن تصل إليه العملية.
يعبّران عن إمكانات العملية Process Potential
Cpk, Ppk
يعبّران عن الواقع الفعلي لأداء العملية.
يوضّحان كيف تعمل العملية بالفعل.
يعبّران عن قابلية العملية مقارنة بحدود المواصفات

خطوات تحديد المتغيرات المؤثرة

- تحديد المخرجات المهمة
- العصف الذهني مع الفريق
- استخدام مخطط السبب والأثر

الارتباط

المتغير Variable :
هو محل الدراسة يمكن أن يكون وصفي أو كمي
1- متغير تابع Depended variable :
وهي التي تشمل الصفات أو الحالات التي يريد الباحث تقديم تفسير لها ومعرفة مدي تأثرها بالمتغيرات المستقلة. (معدل الإنفاق)
2- متغير مستقل Independent variable :
وهي المتغيرات التي تتغير أو لا ،وتؤثر في تغيرات تابعة لها (دخل الإسرة)

تعريف الارتباط
الارتباط هو مقياس إحصائي يوضح مدى وقوة العلاقة بين متغيرين.
وإذا كانت Y و X يجيب على سؤال: "هل هناك علاقة بين ؟ موجودة، ما قوتها؟"

تحليل أنماط وأثر الفشل

التعريف
تستخدم في الجودة والإنتاج لكي Preventive Tool أداة وقائية:
نتوقع أماكن الفشل المحتملة في العملية/المنتج
نقيم مدى خطورتها
نحدد أولويات التحسين قبل حدوث المشكلة

خطوات عمل FMEA
تحديد العملية أو المنتج المراد تحليله.
تحديد خطوات العملية/مكونات المنتج.
تحديد أنماط الفشل المحتملة Failure Modes
مثل: الكسر، التسريب، الخطأ في التعبئة.
تحديد الآثار Effects
مثال: خطأ في التعبئة → عميل يستلم كمية أقل.
تحديد الأسباب Causes
مثال: عطل في ماكينة التعبئة.

6. تقييم كل فشل باستخدام 3 معايير:
S = Severity خطورة الأثر.
O = Occurrence احتمالية الحدوث.
D = Detection إمكانية الاكتشاف.
7. حساب رقم أولوية المخاطر RPN $RPN=S\times O\times D$
8. ترتيب الأولويات: كلما زاد RPN → زادت أهمية معالجته.
9. وضع خطة إجراءات تصحيحية/وقائية.
10. إعادة التقييم بعد التحسين.

الانحدار

أولاً: ما هو الانحدار؟
أسلوب إحصائي يستخدم لفهم العلاقة بين متغير تابع Dependent ومتغير أو أكثر مستقل Independent
الهدف: التنبؤ أو تقدير قيمة المتغير التابع بناءً على المستقلات.

تحليل التباين

تحليل التباين
الهدف: مقارنة متوسطات 3 مجموعات أو أكثر
يختبر الفرق الكلي ANOVA ،كثيرة t بدلاً من عمل اختبارات بين المجموعات.

مقاييس التشتت

مقاييس النزعة المركزية ليست كافية لتوصيف البيانات أو تحليلها كميًا فتختلف البيانات في تشتتها وتجانسها
المدي The Range :
هو الفرق بين أكبر قيمة وأصغر قيمة
1- يأخذ في الحسبان قيمتين فقط ويهمل الباقي
2- لا يقيس تشتت البيانات عن متوسطها
3- حساس لأي قيمة شاذة أو متطرفة

التباين The variation :
- يأخذ جميع القيم في الحسبان عند حسابه
- يقيس التشتت عن الوسط الحسابي
- هو عبارة عن متوسط مربعات انحرافات القيم عن وسطها الحسابي
الانحراف المعياري Standard deviation :
- هو الجذر التربيعي الموجوب للوسط الحسابي لمربعات انحرافات القيم عن وسطها الحسابي أي هو الجذر التربيعي الموجب للتباين
- قيمة الانحراف دائما موجبة
- كلما كان التشتت كبير حول الوسط كلما كان الانحراف المعياري كبير

ما المقصود بالعينات؟

العينة: هي جزء من المجتمع أو الكمية الكلية يتم اختياره للدراسة أو التحليل بهدف الوصول إلى نتائج يمكن تعميمها على الكل. يُستخدم اختيار العينات في مجالات مثل: مراقبة الجودة، الإحصاء، الأبحاث العلمية، اختبار المنتجات، وغيرها.
كيفية اختيار العينة المناسبة؟
يعتمد على:
هدف الدراسة أو التحليل.
عدد الوحدات المنتجة أو المجتمع الأصلي.
التكلفة والوقت المتاح.
درجة الدقة المطلوبة.

أولاً العينات الاحتمالية Probabilistic Sampling
كل عنصر في المجتمع له فرصة معروفة ومتكافئة للاختيار.
1. العينة العشوائية البسيطة Simple Random Sample
كل عنصر له نفس فرصة الاختيار.
يتم السحب عشوائيًا (يدويًا أو باستخدام برامج كمبيوتر).
مثال: سحب 10 عبوات عشوائية من بين 500 عبوة.
2. العينة المنتظمة Systematic Sample
يتم اختيار أول عنصر عشوائيًا، ثم يتم اختيار كل "n" عنصر بعده.
مثال: نختار كل عبوة رقم 25 من خط الإنتاج

3. العينة الطبقية Stratified Sample
يتم تقسيم المجتمع إلى "طبقات" (مجموعات) متجانسة، ثم يُسحب عينة من كل طبقة.
مثال: تقسيم العمال حسب القسم (تعبئة، تغليف، رقابة)، وأخذ 5 عمال من كل قسم.

4. العينة العنقودية Cluster Sample
تقسيم المجتمع إلى مجموعات (عنقود)، ثم اختيار بعض العناقيد بالكامل للتحليل.
مثال: اختيار يومي الثلاثاء والخميس بالكامل من الإنتاج بدلًا من اختيار وحدات من كل الأيام.

ثانيًا: العينات غير الاحتمالية (Non-Probabilistic Sampling)
لا تُعطى جميع العناصر فرصة متساوية للاختيار.
1. العينة العرضية / الميسرة (Convenience Sample)
يتم اختيار العناصر الأسهل في الوصول إليها.
مثال: اختبار أول 10 عبوات منتجة في أول ساعة.
2. العينة الحُكمية (Judgmental Sample)
يتم اختيار العينة بناءً على خبرة أو تقدير المسؤول.
مثال: المفتش يختار عبوات تبدو مشكوك فيها للفحص.
3. العينة الحصصية (Quota Sample)
يتم اختيار نسبة معينة من كل فئة بناءً على معيار محدد.
مثال: فحص 20% من الإنتاج اليومي، بواقع 10% من كل نوع عبو

تقليل مخاطر الخطأ في سحب العينات
لكي تمثل Random Sampling اختيار العينة عشوائية المجتمع بدون تحيز.
استخدام حجم عينة كافي: كل ما زاد حجم العينة قلّ الخطأ.
تقسيم المجتمع لفئات Stratified Sampling التوزيع الطبقي وأخذ عينة من كل فئة.
لا تختار العينات بناءً على السهولة أو Bias تجنب الانحياز التفضيل.
تكرار القياسات أو الدراسات للتحقق من Replication التكرار النتائج.

أهمية سحب العينات في مشاريع Six Sigma
الوقت والتكلفة
صعب أو مستحيل تفحص كل وحدة إنتاج أو كل عميل. العينة توفر تمثيل جيد للواقع بأقل تكلفة وجهد.
تقدير الأداء الحاليBaseline Performance
نحتاج أن نعرف الوضع الحالي للعملية (مثلاً: نسبة العيوب، متوسط زمن العملية، رضا العملاء) العينة تزودنا بهذه البيانات.
اختبار الفرضيات الإحصائية
معظم أدوات Six Sigma مثل الـt-test , ANOVA, تعتمد على بيانات العينة لاستخلاص استنتاجات عن المجتمع كله.
مراقبة التغير Variation
العينات تكشف لنا عن حجم التباين داخل العملية: هل هو طبيعي Common Cause أم غير طبيعي Special Cause

مخاطر الاعتماد على عينة غير ممثلة
إذا تم اختيار العينة من وردية Sampling Bias تحيّز العينة واحدة فقط → ستعطي صورة غير دقيقة عن بقية الورديات.
زيادة احتمالية الخطأ الإحصائي
نستنتج وجود مشكلة وهي غير α error خطأ النوع الأول
نفترض أن العملية β error موجودة فعليًا.خطأ النوع الثاني سليمة في حين أنها تحتوي فعليًا على مشكلة.
قرارات خاطئة اعتماد تحسينات أو استثمارات على بيانات غير دقيقة قد يؤدي إلى إضاعة الوقت والمال بدون الحصول على نتائج حقيقية.

كيفية تقليل المخاطر لضمان عينة ممثلة ؟
1. تصميم خطة سحب عينات Sampling Plan
تحديد حجم العينة باستخدام معادلات إحصائية (بتعتمد على التباين المرصود، مستوى الثقة، هامش الخطأ المقبول)
2. التوزيع العشوائي Randomization
ضمان إن العينة تمثل كل ظروف العملية (ورديات مختلفة – موردين مختلفين – ماكينات مختلفة)
3. استخدام العينات الطبقية Stratified Sampling
تقسيم المجتمع إلى مجموعات مثلاً: خط إنتاج A، خط إنتاج B وسحب عينات متناسبة من كل مجموعة
4. التحقق المستمر Verification
مقارنة نتائج العينة مع بيانات فعلية أو تاريخية للتأكد من إنها فعلاً معبرة

قدرة العملية

قدرة العملية:قدرة العملية على تلبية توقعات العميل دون بذل أي جهد إضافي.
توفر رؤية واضحة حول ما إذا كانت العملية تعاني من:مشكلة في التمركز (مقارنةً بحدود المواصفات)
مشكلة في التباين مزيج من التمركز والتباين حدود مواصفات غير مناسبةتتيح معيارًا أساسيًا للتحسين.

قابلية العملية كمشكلة إحصائية

تسلسل التفكير وحل المشكلة
تحديد المشكلة العمليةDefine a Practical Problem
↓
تحويلها إلى مشكلة إحصائيةCreate a Statistical Problem
↓
تصحيح / معالجة المشكلة الإحصائيةCorrect the Statistical Problem
↓
تطبيق التصحيح على المشكلة العمليةApply the Correction to the Practical Problem

دراسات قدرة العملية

تهدف إلى إجراء تقديرات منتظمة ودورية لقدرة العملية على تلبية متطلباتها.
والبيانات Discrete يمكن تطبيقها على البيانات المنفصلة المستمرة Continuous
تكون أكثر دقة وقيمة عندما تُجرى على عمليات مستقرة ويمكن التنبؤ بأدائها.
Sigma يتم التعبير عنها غالبًا في صورة مستوى السيجما Level والذي يعكس الأداء الأمثل على المدى القصير Short Term
تتطلب دراسات القابلية فهمًا عميقًا لما يلي:
حدود المواصفات الخاصة بالعميل أو بالعمل Specification Limits
طبيعة البيانات طويلة المدى مقابل قصيرة المدى Long-term vs. Short-term Data
متوسط العملية والانحراف المعياري لها Mean & Standard Deviation
تقييم مدى خضوع البيانات للتوزيع الطبيعي (للبيانات المستمرة فقط).

ما هو العصف الذهني؟

أولاً: تعريف العصف الذهني :هو أسلوب جماعي لتوليد الأفكار، يقوم على مبدأ إن:
كل فكرة ممكن تكون مدخل لفكرة أقوى، وممنوع في البداية نحكم «على أي فكرة».
ثانياً: فوائد العصف الذهني في الجودة والتحسين:
المؤثرة على Y. يساعد في تحديد المتغيرات المحتملة (X's)
يقوّي التفكير الجماعي والمشاركة.
يكشف أسباب غير واضحة للمشكلة.
يمهد لاستخدام أدوات تحليل مثل مخطط إيشيكاوا أو مخطط باريتو.

العصف الذهني الجماعي التقليدي	العصف الذهني الصامت	طريقة 6-3-5 (6 أشخاص – 3 أفكار – 5 دورات)
مجموعة أفراد (4 – 10 أفراد).	كل شخص يكتب أفكاره في ورقة خلال فترة زمنية	6 أشخاص يكتب كل منهم 3 أفكار
يدير الجلسة مُيسر أو قائد الفريق.	يتم تبادل الأوراق بين الأعضاء لإضافة أفكار	يمرر الورقة 5 مرات، وكل مرة يُضيف فكرة جديدة لكل سطر
يتم طرح الأفكار شفهياً وتسجيلها دون تعليق أو نقد.	يساعد في تقليل تأثير الشخصيات المسيطرة	ينتج 108 فكرة خلال 30 دقيقة.

رابعاً: قواعد العصف الذهني الناجح:
عدم الحكم على الأفكار أثناء الجلسة (لا تعليق سلبي).
تشجيع الكمّ وليس النوع – كل فكرة لها قيمة.
البناء على أفكار الآخرين.
الوضوح في تحديد المشكلة قبل البدء.
. Excel توثيق كل شيء مكتوبًا – باستخدام لوحة أو تطبيق أو
إدارة الوقت : مثلاً 15–30 دقيقة كحد أقصى للجلسة.
أدوات ممكن تستخدمها لتسهيل الجلسة:
Sticky Notes (عند الاجتماعات المباشرة) أو لوحات بيضاء
Miro – Mural – Google Jamboard للاجتماعات الأونلاين
Excel / Word لجمع وتوثيق الأفكار بعد الجلسة

اختبار الفرضيات

ما هو اختبار الفرضيات؟
أسلوب إحصائي لاتخاذ قرار بشأن مجموعة بيانات.
يجيب على سؤال: هل النتيجة أو الفرق اللي شايفينه حقيقي ولا مجرد صدفة؟

خطوات اختبار الفرضيات
صياغة الفرضيات H0 و H1
اختيار مستوى الدلالة α 0.05 مثل.
. اختيار الاختبار المناسب T-test, ANOVA, Chi-square
حساب قيمة الاختبار Test Statistic
مقارنة مع القيمة الحرجة / أو حساب P-value.
اتخاذ القرار:
إذا P-value < α → نرفض H0.
إذا P-value ≥ α → لا نرفض H0.

أنواع الاختبارات
. اختبارات لمتوسطات: T-test, Z-test
. اختبارات لعدة مجموعات: ANOVA
. اختبارات للنسب: Proportion Test
. اختبارات للبيانات النوعية: Chi-square

أنواع الأخطاء
الخطأ من النوع الأول Type I Error
رفض H0 وهي صحيحة.
نعتقد أن هناك فرقًا بينما في الحقيقة لا يوجد.
مستوى الدلالة α = احتماليته
الخطأ من النوع الثاني Type II Error
قبول H0 وهي خاطئة.
لا نكتشف وجود فرق رغم أنه موجود بالفعل.
احتماليته = β.4

ما هو اختبار T

اختبار إحصائي يُستخدم لمقارنة المتوسطات.
الهدف: نعرف إذا كان الفرق بين المتوسطات حقيقي (إحصائيًا) ولا مجرد صدفة.
يُستخدم عادةً مع العينات الصغيرة n < 30 أو عندما يكون الانحراف المعياري غير معروف.

أنواع اختبار T
1. اختبار T لعينة واحدة One Sample T-test
يقارن بين متوسط عينة وقيمة ثابتة (متوسط مفترض).
مثال: اختبار إذا كان متوسط وزن العبوة = 500 جم فعلًا.
2. اختبار T لعينتين مستقلتين Independent Two-Sample T-test
يقارن بين متوسط مجموعتين مستقلتين.
مثال: مقارنة متوسط إنتاج خط 1 مع خط 2
3. اختبار T للعينات المزدوجة Paired Sample T-test
يقارن بين متوسط نفس المجموعة في حالتين مختلفتين.
مثال: قياس وزن المرضى قبل وبعد استخدام دواء جديد.

Presented with xmind