الفصل الاول: مقدمة في السيطرة النوعية ولوحاتها

1) **المقدمة في السيطرة النوعية ولوحاتها.**
2) **مفهوم السيطرة النوعية.**
3) **ابعاد النوعية.**
4) **أدوات تحسين النوعية.**
5) **لوحات السيطرة النوعية (خرائط المراقبة).**

المقدمة: (Introduction)

تهتم كل منشأة صناعية بكمية و نوعية بضائعها المنتجة ، كما انها تلتزم بإنتاج الكميات المطلوبة من البضائع حسب خطة الانتاج الموضوعة لمواجهة طلب السوق لذلك اصبح من الضروري ان تضم المنشأة قسماً للسيطرة النوعية لتنسيق جهود العاملين في المنشأة والمحافظة على جودة الانتاج وتحسينها والارتقاء بالمنتجات الى المستوى المطلوب التي تسهم في التقدم الصناعي للقطر.

السيطرة: (Control)

هي الاجراءات المتخذة للتأكد من مطابقة المنتوج او الخدمة للمواصفات المحددة وعدم تجاوزها لتلك المواصفات بما يهدد المستهلك بمواجهة مخاطر متعددة نتيجة لذلك.

النوعية: (Quality)

قدرة المنتج او الخدمة على الوفاء بتوقعات المستهلك او تجاوزها.

السيطرة النوعية : (Quality Control)

هي مجموعة الانظمة والاجراءات الخاصة لتحديد مدى مطابقة المواد للمواصفات النوعية المحددة مسبقاً.

السيطرة الاحصائية على النوعية : (Statistical Quality Control)

وتتمثل بالطرائق والاساليب الاحصائية المستخدمة في تحديد مدى مطابقة المواد للمواصفات النوعية المحددة مسبقاً.

مفهوم التغير: وهو قانون طبيعي يتمثل في عدم وجود عنصرين في الطبيعة متطابقين ، حتى وان كانا من نفس الفئة. ، وهذا الاختلاف او التغير يمكن ان يكون ملموس يمكن تحديده بشكل مباشر كالاختلاف بين اطوال البشر ، او ان يكون الاختلاف غير ملموس يحتاج الى اجهزة خاصة لتحديده ، كما في حالة الاختلاف بين قدحين من الماء ، ومن ناحية اخرى يمكن ان يكون هذا الاختلاف او التغير بسيط بحيث يمكن قبوله ، او ان يكون هذا الاختلاف كبير يحتاج الى تصحيح ومعالجة.

فئات التغير: يمكن تحديد الفئات الثلاثة التالية بالتغير:

1) **التغير أو الاختلاف ضمن الوحدة الواحدة**: وهذا يعني إمكانية وجود اختلاف في النوعية حتى في وحدة الانتاج الواحدة. مثال على ذلك اختلاف نعومة سطح منضدة خشبية من مكان الى اخر.
2) **الاختلاف من وحدة الى اخرى**: وهو يعني وجود اختلاف بين وحدتين حتى وان كانتا من نفس الماكنة.
3) **التغير او الاختلاف حسب الزمان والمكان**: وهذا يعني الاختلاف بين الوحدات المنتجة بأوقات مختلفة أو بأماكن مختلفة.

مصادر التغير: للتغير او الاختلاف مصادر مختلفة وفي مجال الانتاج وبالذات الانتاج الصناعي ، مثلاً يمكن تحديد المصادر على اساس عناصر العملية الانتاجية ومن اهمها:

1) **المعدات والمكائن:** يمكن ان تكون المكائن والمعدات سبباً للاختلاف او التغير فإنتاج المكائن الحديثة يختلف على انتاج المكائن القديمة مثلاً.
2) **عنصر العمل:** ويقصد به العنصر البشري فالاختلاف بين عامل ماهر وعامل غير ماهر ينعكس على انتاج كل منهما.
3) **المواد الاولية:** يمكن ان تكون المواد الاولية المستخدمة في عملية الانتاج سبب لوجود الاختلاف في الوحدات المنتجة.
4) **البيئة:** ويقصد به تأثير الظروف البيئية من درجات حرارة وضوء لوجود اختلاف بين الوحدات المنتجة.

اهميـــة الســـيطرة علـــى النوعيـــة: يمكـــن وضـــع النقـــاط التاليـــة لتحديـــد اهميـــة الســـيطرة النوعيـــة كما يلي:

1) التأكد من نوعية المستخدم والمنتج والتي لا تأثر على المستوى المطلوب في الانتاج.
2) تحسين العلاقة بين المنشاة والمستهلك إضافة الى العاملين.
3) القدرة على تحقيق وضع تنافسي مناسب.
4) تخفيض نسبة المعيب في الانتاج غير المطابق للمواصفات.
5) توفير الظروف المناسبة للعمل.
6) رفع مستوى اداء وانتاجية العاملين.
7) خفض تكاليف الانتاج وبضمنها تكاليف السيطرة على النوعية.
8) تخفيض نسبة العادم اثناء العملية الانتاجية.
9) تقليل حالات المطالبة بالتعويضات الناتجة عن وجود عيوب في الانتاج.

اجراءات السيطرة على النوعية: وفقاً للترتيب تكون اجراءات السيطرة النوعية كما يلي:

1. تحديد المعايير والمقاييس الخاصة ووفقاً للمواصفات المحددة.
2. فحص المواد المستخدمة والمنتجة لتحديد مطابقتها للمواصفات.
3. اكتشاف الانحرافات واتخاذ الاجراءات اللازمة لتصحيحها.
4. التخطيط للتحسين المستمر في النوعية.

اساليب الفحص والمراقبة: كما هو في الاحصاء ، هنالك اسلوبين للفحص والمراقبة هما:

- الاسلوب الشامل.
- اسلوب المعاينة (العينات).

1) الاســـلوب الشـــامل: ويعنـــي اخضـــاع جميـــع الوحـــدات للفحـــص ، ويـــتم تحديـــد اســـتخدام هـــذا الاســـلوب علـــى اســـاس طبيعـــة الانتـــاج ، أو الاســـباب والمبـــررات التـــي تحـــددها طبيعـــة الانتاج ، مثال على ذلك: فحص السيارات المنتجة او الاجهزة الكهربائية ... الخ.
2) اســـلوب العينـــات: ويعنـــي اخـــذ جـــزء مـــن الانتـــاج واجـــراء عمليـــة الفحـــص علـــى هـــذا الجـــزء لتحديـــد مطابقـــة دفعـــة انتـــاج كاملـــة للمواصـــفات المحـــددة ، مثـــال علـــى ذلـــك: فحـــص دفعـــة انتاج من المشروبات الغازية بأخذ عينة من الانتاج.

ابعاد النوعية : (Dimensions of Quality)

في عام 1987 م ، حدد العالم (Garvin) ثمانية ابعاد نذكرها باختصار وهي ما يلي:

1- الأداء: (Performance) ، وتعني ببساطة هل ان المنتج يؤدي الوظيفة المطلوبة.
2- المعَولية: (Reliability) ، وتسمى ايضاً (الموثوقية) وتعني عادة كيف يفشل المنتج.
3- المتانة: (Durability) ، المدة (عمر) المنتج او الخدمة الفعلية للمنتج.
4- الخدمة: (Serviceability) ، مدى سهولة او إمكانية اصلاح المنتج.
5- الجمالية: (Aesthetics) ، وتشير الى كيف يبدو المنتج ، كيف ينظر للمنتج من ناحية لونهُ مثلاً.
6- الملامح: (Features) ، ويقصد بها ما هي إمكانيات المنتج ، ماذا يمكن ان يعمل.
7- النوعية (الجودة) المدركة (Perceived Quality) : ما سمعة المنتج او الشركة المنتجة (القوة التنافسية).
8- مطابقة المواصفات (المعايير): (Conformance to standards) ، هل المنتج مصنع وفقاً للتصميم الأساسي.

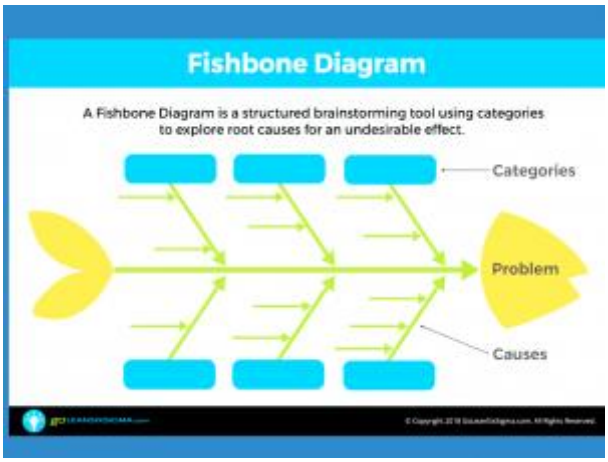
أدوات تحسين النوعية : (Quality Improvement Tools)

هنالك عدة تسميات لعرض الأدوات المستخدمة في مجال تطوير وتحسين النوعية (الجودة) ، وفي الغالب تم حصرها في سبع أدوات فسميت بـ (أدوات النوعية (الجودة) السبع) (Seven Quality Tools) ، وعظمها علماء الإدارة وسموها (السبع العظام في إدارة الجودة) ، ولكون اغلب الأدوات هي إحصائية بمعنى تم وضعها من قبل علماء الإحصاء فيمكن تسميتها (الطرق الإحصائية للسيطرة : (Statistical Process Control)) ، وتكتب بشكل مختصر (SPC) ، وهناك من صنفها الى نوعين أدوات إحصائية وأدوات عير إحصائية وهناك من اجتهد في تسميتها ... الخ.

والآتي توضيح للادوات السبع المتفق عليها لتحسين النوعية:

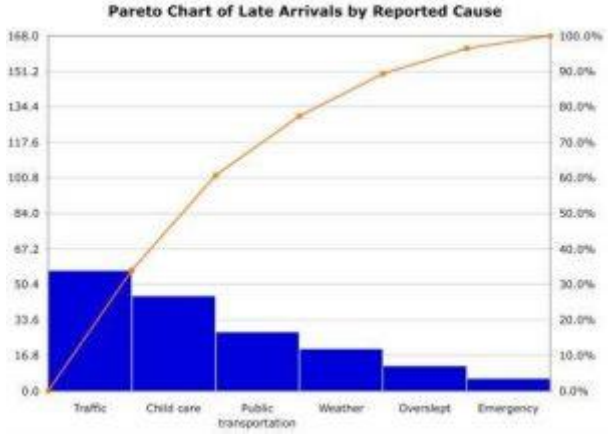
اولاً : مخطط السبب والنتيجة: (Cause & Effect Diagram)

ويرمز لهُ بـ (CED) ويعرف مخطط السبب والنتيجة كذلك بمسمى مخطط إيشيكاوا نسبة للعالم الياباني كوارو إيشيكاوا الذي قام بتطوير هذه التقنية في عام 1943م، بهدف تحليل المشكلات ودراسة أسبابها الجذرية توضع المشكلة في المقدمة والأسباب تمثل بتفرعات جانبية ولهذا يسمى المخطط (شكل عظمة السمكة) لانهُ يشبه الهيكل العظمي للسمكة وكما مبين في الشكل ادناه.



ثانياً : مخطط باريتو: (Pareto Diagram)

مخطط باريتو هو عبارة عن تمثيل بياني للمشاكل الموجودة في العملية، فمن خلال هذه التقنية يمكن ترتيب المشاكل ترتيبا تنازليا من الأكثر حدوثا إلى الأقل، أي حسب أهميتها وتكرار حدوثها. فمن خلال خريطة باريتو يمكن للفريق العامل على النوعية (الجودة) تحديد أهم المشاكل وأبلغها أثرا على النوعية وبالتالي التركيز على حلها أولاً. تقوم هذه التقنية على مبدأ باريتو والذي يرمز لهُ بقانون (Pareto) 20/80 أي أن نسبة 80% من مشاكل العملية أو مشاكل جودة المنتجات أو الخدمات تعود إلى 20% من العوامل و الأسباب. فمن خلال هذه التقنية يمكن لفريق تحسين النوعية تحديد القلة المهمة والمؤثرة على العملية والمتمثلة في 20% من الأسباب و بالتالي يمكن التخلص من 80% من مشاكل العملية ، والشكل التالي يمثل المخطط.



ثالثاً : قوائم (جداول) الفحص: (Check Sheet)

هي تقنية تستعمل لجمع وتصنيف وتسجيل البيانات الكمية أو النوعية في مجموعات ذات خصائص متشابهة لكل مجموعة بطريقة منظمة بمعنى إمكانية ادراجات البيانات في جداول تكرارية (عادة تكون مزدوجة بين السبب والزمن) ، ومن خلال جمع البيانات وتنظيمها يمكن للفريق القائم على تحسين العملية تحليل هذه البيانات بسهولة ويسر مما يساعد في تحديد المشاكل في العملية وإجراء التحسينات المناسبة عليها ، والشكل التالي يمثل قوائم الفحص.

Motor Assembly Check Sheet

Name of Data Recorder:

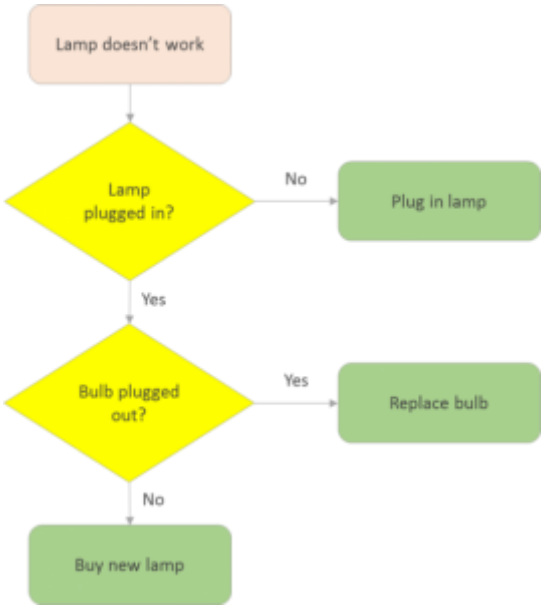
Location:

Data Collection Date:

Defects Types	Days							Total
	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	
Supplied parts rusted								20
Misaligned XXXX								5
Improper test procedure								0
Wrong part issued								3
Film on parts								0
XXXX								6
Incorrect dimension								2
Adhesive failure								0
XXXX								1
Spray failure								5
Total		10	13	10	5	4		

رابعاً : مخطط التتبع : (Flow Chart)

وتسمى ايضاً خرائط التدفق او خريطة المسار ، وهي عبارة عن مخطط يصف تدفق العملية والخطوات والإجراءات التي يمر بها المنتج أو تمر بها الخدمة، تستخدم هذه الخرائط لوصف العمليات الحالية وتتابعها وهذا ما يسمح بتوضيح العمليات الرئيسية المطلوبة واقتراح التعديلات والتحسينات في العملية الإنتاجية والخدماتية ، والشكل التالي يمثل المخطط.

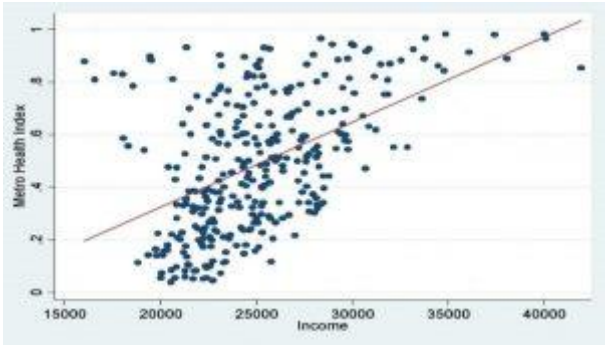


خامساً : مخطط التبعثر (الانتشار) : (Scatter Diagram)

يعتبر مخطط التبعثرأو الانتشار من أدوات تحسين النوعية (الجودة) المتوفرة لدى فرق تحسين العمليات، فهو يستعمل لتحليل بيانات العمليات بطريقة بيانية يمكن من خلالها البحث عن علاقة محتملة أو متوقعة بين متغيرين ، والشكل التالي يمثل المخطط.

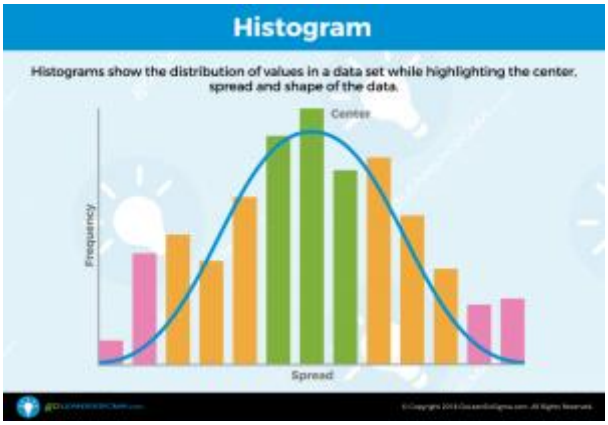
أهم استعمالات هذه التقنية في مجال النوعية:

- ❖ البحث و الكشف عن علاقة السبب والنتيجة (الأثر) بين متغيرين اثنين.
- ❖ توضيح نوع العلاقة بين المتغيرين، ومعرفة قوة الارتباط بينهما.



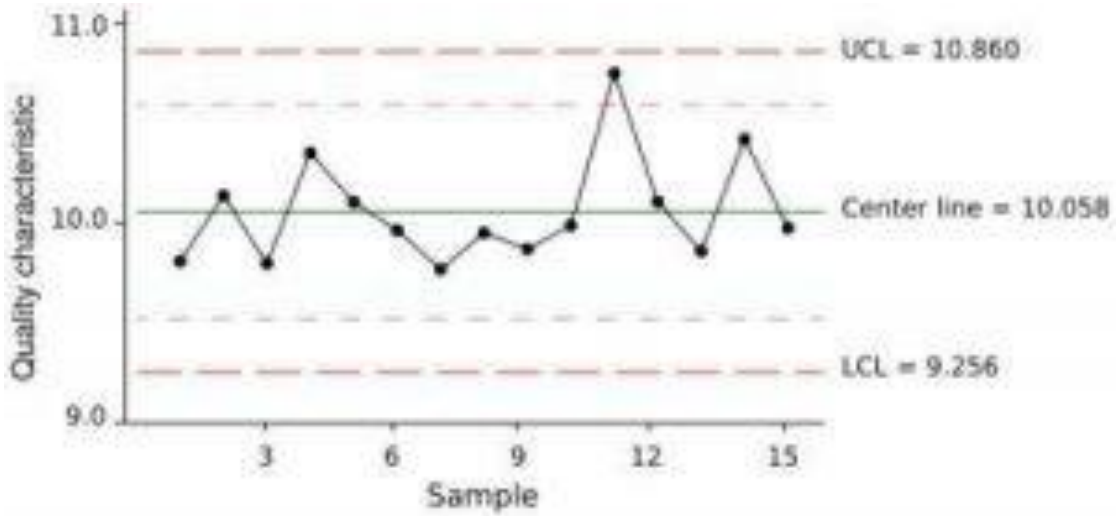
سادساً : المخطط (المدرج) التكراري : (Histogram)

هو تمثيل بياني للبيانات وعرضها بصورة تعبر عن مدى الانحراف عن المواصفات المطلوبة لدراسة نوعية (جودة) مخرجاتها أو اكتشاف عيوبها. وبذلك يمكن تصنيف البيانات المجمعة إلى عدة فئات وحساب تكرارها كما يمكن استخلاص معلومات ومؤشرات مهمة عن جودة المنتج أو الخدمة مثل القيمة المتوسطة للبيانات، ومقدار الاختلافات في البيانات وتشتتها والحكم على جودة المخرجات وأداء العملية مقارنة بالمواصفات المحددة من طرف العميل ، والشكل التالي يمثل المخطط.



سابعاً : خرائط (لوحات) السيطرة (المراقبة): (Control Chart)

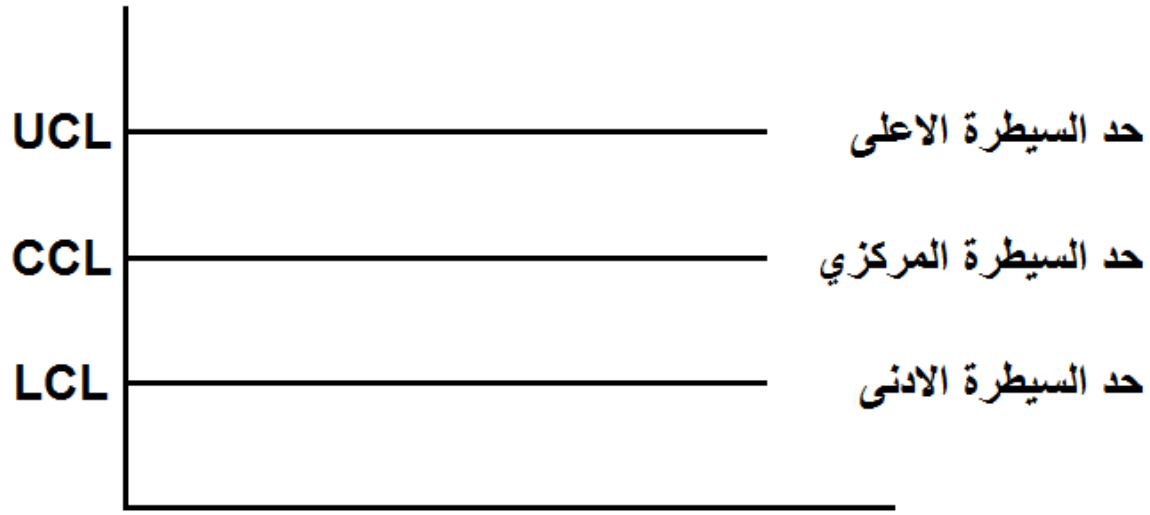
تعتبر الأساس الرئيسي والأفضل لرصد الأداء والمراقبة الإحصائية للعمليات، بحيث يمكن من خلالها إجراء تحليل إحصائي مستمر للتغيرات في العملية، لمراقبة وضبط نوعية (جودة) المنتج أو الخدمة وتحسين أداء العملية. وهي عبارة عن رسم بياني يبين التغيرات والانحرافات التي تحدث في خصائص النوعية (الجودة) مع الزمن، ويمكن من خلالها التمييز بين التغيرات الطبيعية التي تعود إلى الأسباب العامة الكامنة في العملية وبين التغيرات التي تعود إلى أسباب محددة. ومن خلالها يمكن تحديد فيما إذا كانت العملية تقع تحت السيطرة (المراقبة) الإحصائية أو أنها خارجة عن السيطرة (المراقبة) الإحصائية وهي تسير تحت عوامل أخرى تؤثر سلباً على نوعية (جودة) المنتج أو الخدمة المقدمة للعميل.



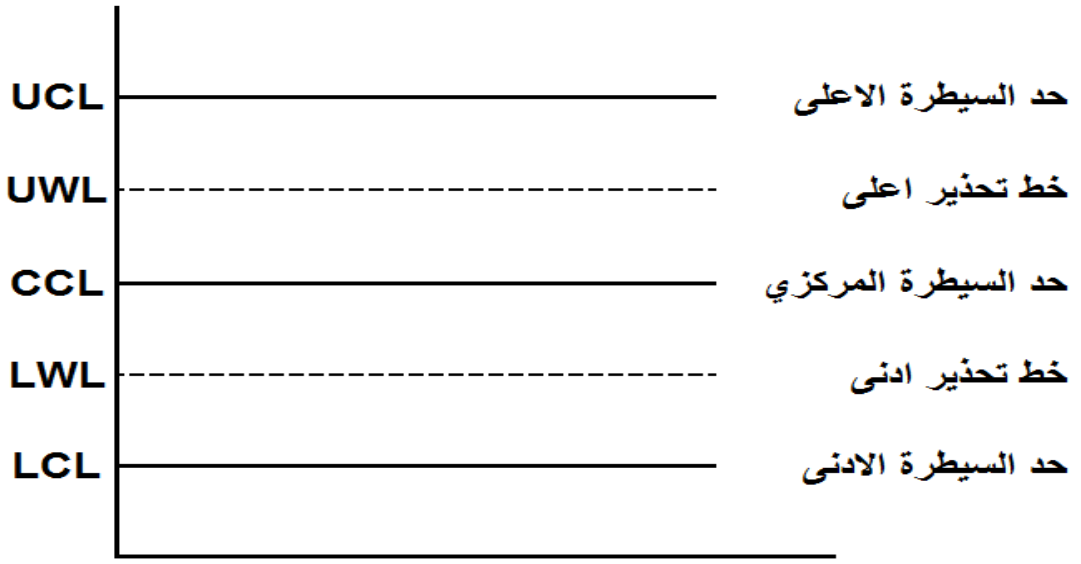
خرائط المراقبة (لوحات السيطرة): (Control Charts)

وهي من أول و أهم الاساليب الاحصائية التي استخدمت في مجال السيطرة على النوعية ويعود استخدامها لعام 1921 حيث بدأ العالم شيوارت **(Shewhart)** بوضع التصاميم الخاصة بها وتم تطويرها في سنوات لاحقة.

خريطة المراقبة: هو الشكل البياني الذي يتكون من ثلاثة خطوط متوازية ، الخط الاوسط يمثل حد السيطرة المركزي **(Center Control Limit)** ويرمز له بـ (CCL) ، والخط الاعلى يمثل حد السيطرة الاعلى ، **(Upper Control Limit)** ويرمز له بـ (UCL) ، والخط الاسفل يمثل حد السيطرة الادنى ، **(Lower Control Limit)** ويرمز له بـ (LCL) ، وتسمى لوحة السيطرة او لوحة شيوارت **(Shewhart).**



ومن خلال عملية التطوير تم إضافة خطين سميا بحدود او خطوط التحذير **(Warning Lines)** ، وعادةً تبتعد حدود السيطرة الادنى والاعلى بمقدار **ثلاثة انحرافات معيارية** عن حد السيطرة المركزي وخطوط التحذير تبتعد بمقدار **انحرافين معياريين**.



انواع خرائط المراقبة: يوجد نوعين رئيسيين من خرائط المراقبة وكما يلي:

اولاً: خرائط المراقبة للمتغيرات: وتستخدم في حالة المتغيرات القياسية كالوزن والطول والحجم ... الخ ، ومن اهم انواع الخرائط المستخدمة الانواع الثلاثة الآتية:

1) خريطة الوسط الحسابي: ($\bar{X}$ **chart**).
2) خريطة الانحراف المعياري: (**S chart**).
3) خريطة المدى : (**R chart**).

وهنالك انواع اخرى تستخدم مقاييس احصائية مختلفة ، مثل خرائط الانحدار او الاتجاه العام.

ثانياً: خرائط المراقبة للصفات (التميزية): وتستخدم في حالة المتغيرات الوصفية التي تعتمد على صفة معينة وفي الانتاج غالباً تكون هذهِ الصفات هي صفة المعاب او غير المعاب من الانتاج ، ومن اهم خرائط المراقبة لهذا النوع الخرائط التالية:

1) خريطة كسر المعيب (عدم المطابقة) (نسبة): (**P chart**).
2) خريطة عدد العيوب (المخالفات): (**C chart**).
3) خريطة متوسط عدد العيوب (عدد المخالفات) في الوحدة: (**U chart**).
4) خريطة عدد الوحدات المعيبة (عدم المطابقة): (**nP chart**).

تمارين الفصل الاول

س1/ عرف ما يلي:

1- السيطرة. ، 2- النوعية. ، 3- السيطرة النوعية. ، 4- السيطرة الاحصائية على النوعية.

س2/ اجب عما يلي:

1- اذكر خمس نقاط لتحديد اهمية السيطرة النوعية.

2- وفقاً للترتيب عدد اجراءات السيطرة النوعية.

3- عدد خمسة من ابعاد النوعية مع شرح مختصر لكل منهما.

4- عدد خمسة فقط لأهم ادوات تحسين النوعية.

5- عدد خمسة فقط من النقاط التي تحدد استخدامات لوحة السيطرة.

س3/ املأ الفراغات التالية:

1- من اهم اساليب الفحص والمراقبة هي ــــــــــــ ، و ــــــــــــ .

2- من اهم مصادر التغير او الاختلاف هي ــــــــــــ ، و ــــــــــــ ، ــــــــــــ .

3- عادةً تبتعد حدود السيطرة الادنى والاعلى بمقدار ــــــــــــ عن حد السيطرة المركزي وخطوط التحذير تبتعد بمقدار ــــــــــــ.

4- ادارة الجودة هي ــــــــــــ.

5- تعرف خرائط المراقبة بـ ــــــــــــ.

الفصل الثاني: لوحات السيطرة للمتغيرات (Control Charts for variables)

وتستخدم في حالة المتغيرات القياسية كالوزن والطول والحجم ... الخ ، ولبناء لوحة (خريطة) المتغيرات يجب ان نتبع الخطوات الاتية:

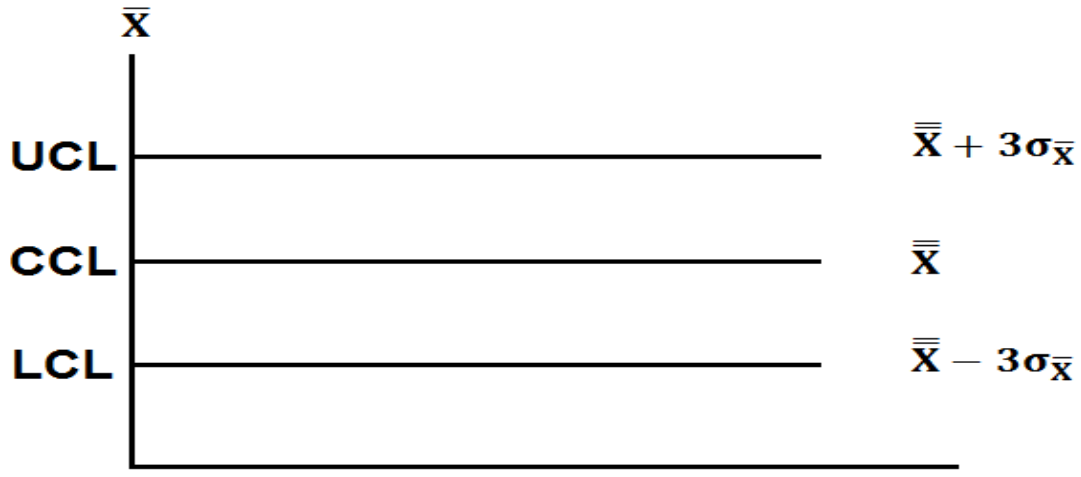
1) تحديد الخاصية النوعية (المتغير) المطلوب مراقبتها.
2) تحديد حجم العينة وعدد العينات المناسبة وفق اسلوب علمي ، (يفضل ان لا تقل عن 20 مفردة).
3) تهيئة ادوات جمع وتسجيل البيانات من استمارات وادوات قياس وغيرها مهيئة للاستخدامات الالكترونية.
4) تحديد نوع الخريطة (اللوحة) المناسب والتأكد من وجودها مسبقاً او تصميم لوحة جديدة والتأكد من ملائمتها بتجريبها قبل الاستخدام النهائي.

عيوب لوحة السيطرة للمتغيرات

1) لا تستخدم في حالة الصفات او الخدمات غير القياسية.
2) وجود عدد كبير من المتغيرات القياسية ضمن الوحدة الواحدة يجعل وضع لوحات سيطرة لكل منها ذو كلفة عالية وتحتاج الى وقت وكوادر اكثر.

خريطة الوسط الحسابي: ($\bar{X}$ chart)

هي من اول وأهم خرائط المراقبة المستخدمة ، ويعود ذلك الى أهمية مقياس الوسط الحسابي وتعبيره عن المتغيرات ، وفي هذه الخريطة يكون الوسط الحسابي هو حد السيطرة المركزي والحدين الاعلى والادنى يكونان بإضافة او طرح ثلاثة انحرافات معيارية لتصبح الخطوط الثلاثة كما مبينة في ادناه:



خريطة الوسط الحسابي: ($\bar{X}$ chart)

ويتم الحصول على البيانات من خلال اخذ عينات من الانتاج ، ثم احتساب المقاييس المطلوبة وكما مبينة في الجدول في ادناه:

Samples	X_1	X_2	⋯	X_n		$\bar{X}$	S^2	S	R
1	X_{11}	X_{12}	⋯	X_{1n}		$\bar{X}_1$	$S^2{}_1$	S_1	R_1
2	X_{21}	X_{22}	⋯	X_{2n}		$\bar{X}_2$	$S^2{}_2$	S_2	R_2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮	⋮
K	X_{K1}	X_{K2}	⋯	X_{Kn}		$\bar{X}_K$	$S^2{}_K$	S_K	R_K
						$\bar{\bar{X}}$	$\bar{S}^2$	$\bar{S}$	$\bar{R}$

ولغرض تقدير المقدار $(3\sigma_{\bar{X}})$ ، توجد ثلاثة صيغ او انواع من خرائط الوسط الحسابي وكما يلي:

اولاً : خريطة الوسط الحسابي: ($\bar{X}$ chart) / الصيغة العامة (المباشرة)

وتكون حدود السيطرة المستخرجة وفق الصيغة التالية:

$$UCL = \bar{\bar{X}} + 3\sigma_{\bar{X}}$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - 3\sigma_{\bar{X}}$$

ووفقاً لهذه الطريقة (الصيغة العامة) يتم تقدير الانحراف المعياري للوسط الحسابي $(\sigma_{\bar{X}})$ باتباع الخطوات التالية:

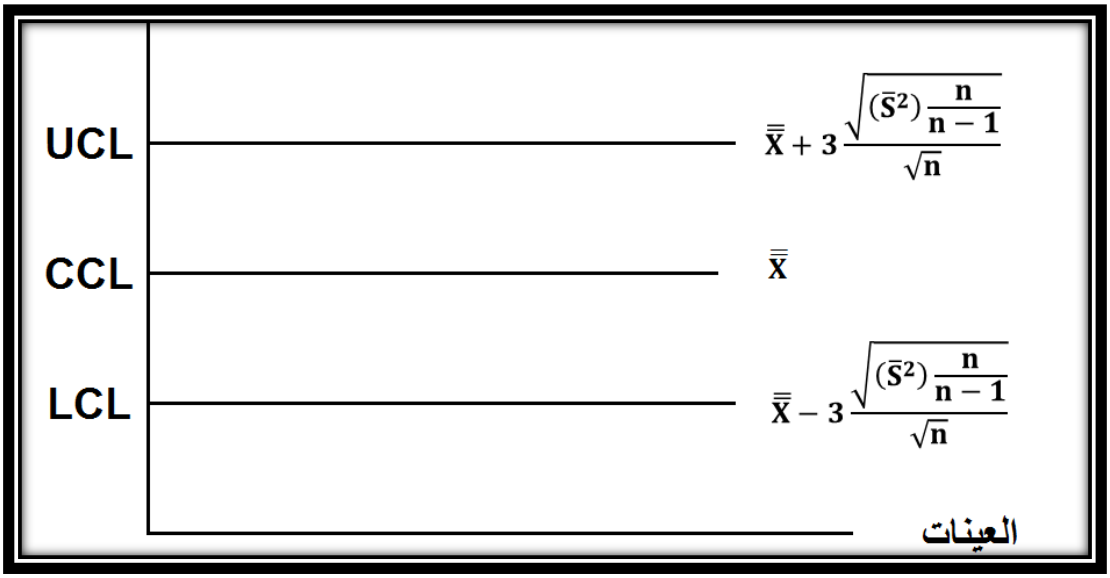
1) نستخرج التباين لكل عينة من العينات ، ثم متوسط التباينات اي نستخرج $(\bar{S}^2)$.
2) يتم تقدير الانحراف المعياري وفق الصيغة التالية:

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\bar{S}^2 * \frac{n}{n-1}}$$

3) يتم تقدير الانحراف المعياري للوسط الحسابي $(\sigma_{\bar{X}})$ وفقاً للصيغة التالية:

$$\hat{\sigma}_{\bar{X}} = \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} = \frac{\sqrt{\bar{S}^2 * \frac{n}{n-1}}}{\sqrt{n}}$$

نستنتج ان خريطة الوسط الحسابي بالصيغة المباشرة هي:



الصيغة العامة لخريطة الوسط الحسابي $(\bar{X} - \text{Chart})$

مثال (1): اخذت (4)عينات من انتاج احدى السلع بأوقات منتظمة وبحجم (5) وحدات لكل عينة وكانت القياسات التالية:

Samples	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
1	8	12	15	10	9
2	8	9.5	15	12.1	10.2
3	9.9	13	9	7	10
4	11	7.5	14.4	12.2	10.1

المطلوب: ارسم خريطة الوسط الحسابي: ($\bar{X}$ chart) / الصيغة العامة (المباشرة) ، ثم حدد اذا كان الانتاج تحت السيطرة.

الحل: من البيانات نستخرج الاتي:

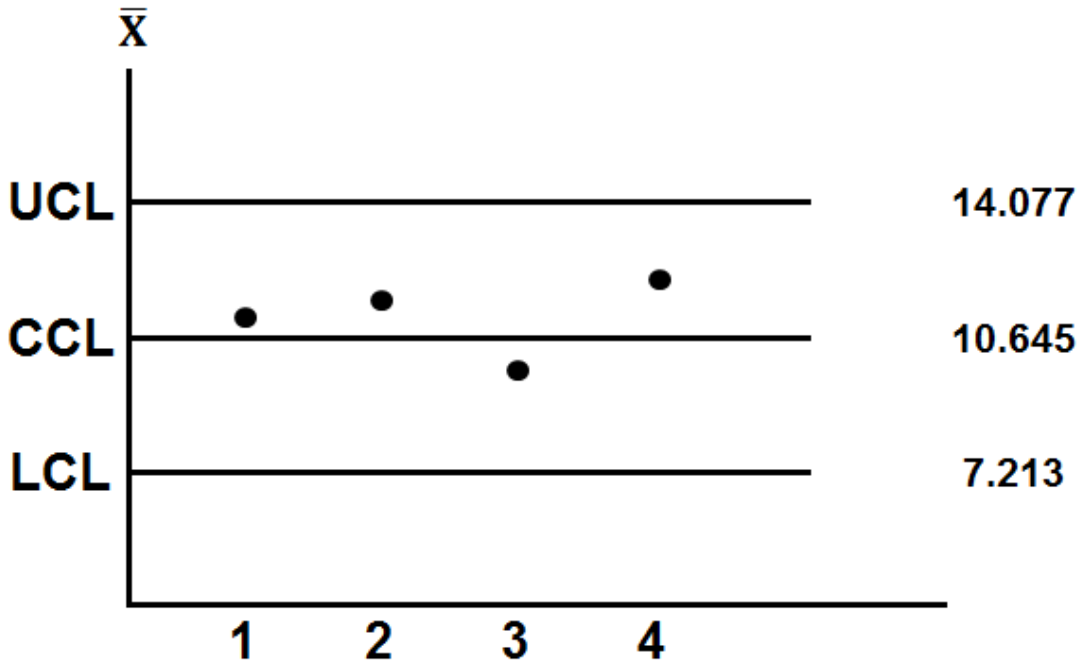
$\bar{X}$	S^2
10.8	6.160
10.96	5.818
9.78	3.754
11.04	5.210
$\bar{\bar{X}} = 10.645$	$\bar{S}^2 = 5.236$

$$\hat{\sigma}_{\bar{X}} = \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} = \frac{\sqrt{\bar{S}^2 * \frac{n}{n-1}}}{\sqrt{n}} = \frac{\sqrt{(5.236) * \left(\frac{5}{5-1}\right)}}{\sqrt{5}} = \frac{2.558}{2.236} = 1.144$$

$$UCL = \bar{\bar{X}} + 3\sigma_{\bar{X}} = 10.645 + 3 * (1.144) = 10.645 + 3.432 = \boxed{14.077}$$

$$CCL = \bar{\bar{X}} = \boxed{10.645}$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - 3\sigma_{\bar{X}} = 10.645 - 3.432 = \boxed{7.213}$$



خريطة الوسط الحسابي: ($\bar{X}$ chart)

القرار: الانتاج تحت السيطرة.

ثانياً : خريطة الوسط الحسابي: ($\bar{X}$ chart) / صيغة الوسط الحسابي ($\bar{X}$) مع الانحراف المعياري (S).

في هذهِ الصيغة يتم استخراج حدود السيطرة باستخدام الانحراف المعياري وفق الصيغة التالية:

$$UCL = \bar{\bar{X}} + \mathbf{A_1}\bar{S}$$
$$CCL = \bar{\bar{X}}$$
$$LCL = \bar{\bar{X}} - \mathbf{A_1}\bar{S}$$

مع ملاحظة ان الصيغة المستعملة لايجاد الانحراف المعياري يعطى وفق الصيغة التالية:

$$\mathbf{S} = \sqrt{\frac{\sum(\mathbf{X_i} - \bar{\mathbf{X}})^2}{\mathbf{n}}}$$

س/ برهن $\mathbf{3\sigma_{\bar{X}} = A_1\bar{S}}$

ج/ يمكن البرهنة على ان $\mathbf{3\sigma_{\bar{X}} = A_1\bar{S}}$ ، حيث ان $\mathbf{A_1}$: ثابت يستخرج من الجداول وكما يلي:

يمكن تقدير الانحراف المعياري وفق الصيغة التالية:

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{S}}{C_2} \quad , C_2: \text{ثابت}$$

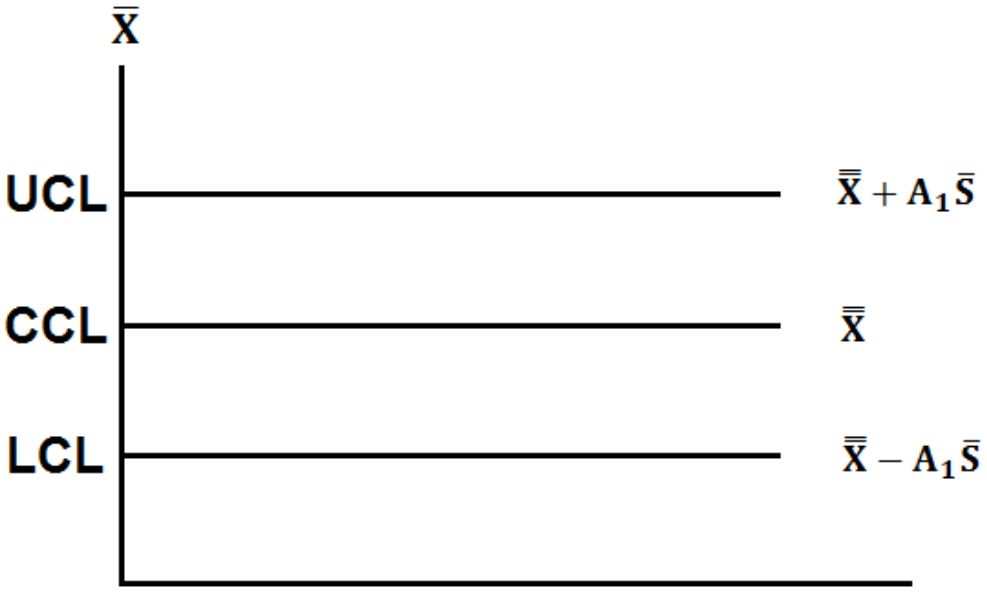
$$\because \mathbf{3\sigma_{\bar{X}}} = 3\frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} = \frac{3}{\sqrt{n}}\hat{\sigma} = \frac{3}{\sqrt{n}} * \frac{\bar{S}}{C_2} = \left(\frac{3}{C_2 * \sqrt{n}}\right)\bar{S}$$

من قوانين الثوابت

$$\left(\frac{3}{C_2 * \sqrt{n}}\right) = \mathbf{A_1}$$

$$\therefore \mathbf{3\sigma_{\bar{X}} = A_1\bar{S}}$$

ان خريطة الوسط الحسابي مع الانحراف المعياري هي:



خريطة الوسط الحسابي $\bar{X}$ مع الانحراف المعياري S

ويتم استخراج حدود السيطرة باستخدام الانحراف المعياري وفق الصيغة التالية:

$$UCL = \bar{\bar{X}} + \mathbf{A_3}\bar{S}$$
$$CCL = \bar{\bar{X}}$$
$$LCL = \bar{\bar{X}} - \mathbf{A_3}\bar{S}$$

مع ملاحظة ان الصيغة المستعملة لايجاد الانحراف المعياري يعطى وفق الصيغة التالية:

$$\mathbf{S} = \sqrt{\frac{\sum(\mathbf{X_i} - \bar{\mathbf{X}})^2}{\mathbf{n-1}}}$$

س/ برهن $\mathbf{3\sigma_{\bar{X}} = A_3\bar{S}}$

ج/ يمكن البرهنة على ان $\mathbf{3\sigma_{\bar{X}} = A_3\bar{S}}$ ، حيث ان $\mathbf{A_3}$: ثابت يستخرج من الجداول وكما يلي:

يمكن تقدير الانحراف المعياري وفق الصيغة التالية:

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{S}}{C_4} \quad , \mathbf{C_4}: \text{ثابت}$$

$$\because \mathbf{3\sigma_{\bar{X}}} = 3\frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} = \frac{3}{\sqrt{n}}\hat{\sigma} = \frac{3}{\sqrt{n}} * \frac{\bar{S}}{C_4} = \left(\frac{3}{C_4 * \sqrt{n}}\right)\bar{S}$$

من قوانين الثوابت

$$\left(\frac{3}{C_4 * \sqrt{n}}\right) = \mathbf{A_3}$$

$$\therefore \mathbf{3\sigma_{\bar{X}} = A_3\bar{S}}$$

مثال (2): اخذت (4)عينات من انتاج احدى السلع بأوقات منتظمة وبحجم (5) وحدات لكل عينة وكانت القياسات التالية:

Samples	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
1	8	12	15	10	9
2	8	9.5	15	12.1	10.2
3	9.9	13	9	7	10
4	11	7.5	14.4	12.2	10.1

المطلوب: ارسم خريطة الوسط الحسابي ، ثم حدد اذا كان الانتاج تحت السيطرة مستعملاً ما يلي:

1- صيغة الوسط الحسابي $(\bar{\mathbf{X}})$ مع الانحراف المعياري $(\mathbf{S})$، اذا علمت ان:

$$\mathbf{S} = \sqrt{\frac{\sum(\mathbf{X_i} - \bar{\mathbf{X}})^2}{\mathbf{n}}}$$

2- صيغة الوسط الحسابي $(\bar{\mathbf{X}})$ مع الانحراف المعياري $(\mathbf{S})$، اذا علمت ان:

$$\mathbf{S} = \sqrt{\frac{\sum(\mathbf{X_i} - \bar{\mathbf{X}})^2}{\mathbf{n} - \mathbf{1}}}$$

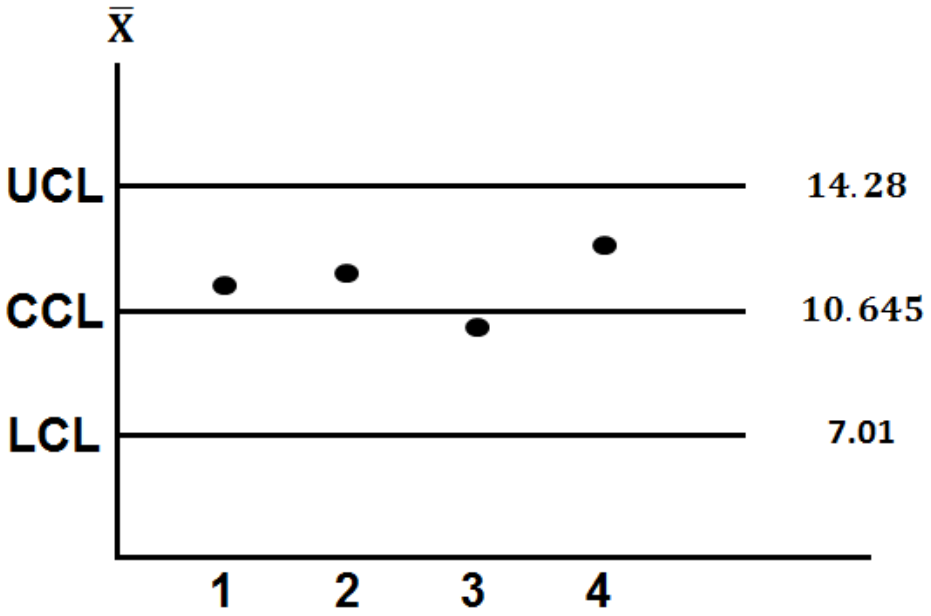
الحل/ اولاً : من البيانات نستخرج الاتي:

$\bar{\mathbf{X}}$	$\mathbf{S} = \sqrt{\frac{\sum(\mathbf{X_i} - \bar{\mathbf{X}})^2}{\mathbf{n}}}$	$\mathbf{S} = \sqrt{\frac{\sum(\mathbf{X_i} - \bar{\mathbf{X}})^2}{\mathbf{n} - \mathbf{1}}}$
10.8	**2.482**	**2.775**
10.96	**2.412**	**2.697**
9.78	**1.937**	**2.166**
11.04	**2.283**	**2.552**
$\bar{\bar{\mathbf{X}}} = 10.645$	$\bar{\mathbf{S}} = 2.279$	$\bar{\mathbf{S}} = 2.548$

$$\text{UCL} = \bar{\bar{\mathbf{X}}} + \mathbf{A_1}\bar{\mathbf{S}} = \mathbf{10.645} + (\mathbf{1.596})(\mathbf{2.279}) = \mathbf{10.645} + \mathbf{3.637} = \boxed{\mathbf{14.282}}$$

$$\text{CCL} = \bar{\bar{\mathbf{X}}} = \boxed{\mathbf{10.645}}$$

$$\text{LCL} = \bar{\bar{\mathbf{X}}} - \mathbf{A_1}\bar{\mathbf{S}} = \mathbf{10.645} - \mathbf{3.637} = \boxed{\mathbf{7.008}}$$



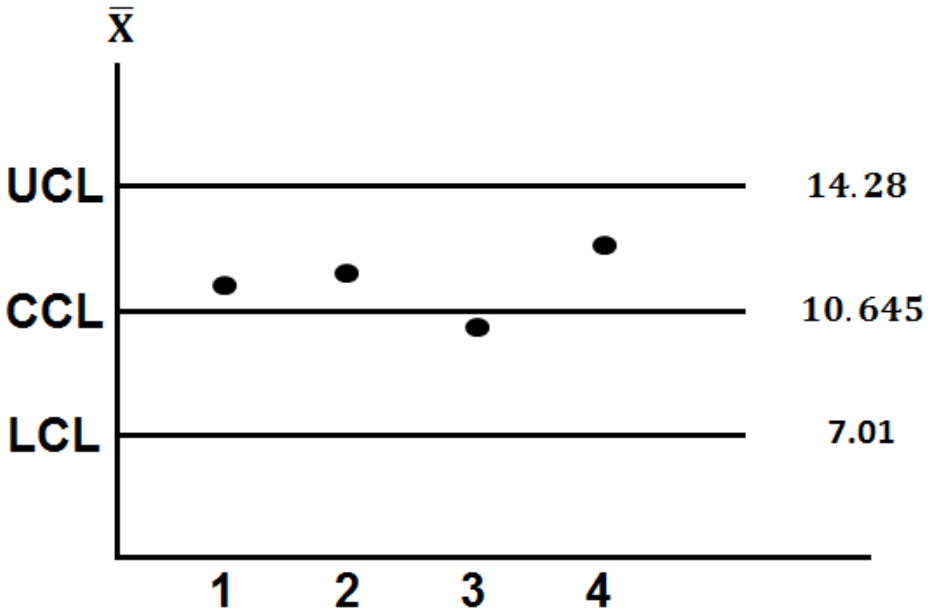
خريطة الوسط الحسابي: ($\bar{X}$ chart) / صيغة الوسط الحسابي ($\bar{X}$) مع الانحراف المعياري (S)

الحل/ ثانياً :

$$UCL = \bar{\bar{X}} + \mathbf{A_3\bar{S}} = \mathbf{10.645} + (\mathbf{1.427})(\mathbf{2.548}) = \mathbf{10.645} + \mathbf{3.636} = \boxed{\mathbf{14.281}}$$

$$CCL = \bar{\bar{X}} = \boxed{\mathbf{10.645}}$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - \mathbf{A_3\bar{S}} = \mathbf{10.645} - \mathbf{3.636} = \boxed{\mathbf{7.009}}$$



خريطة الوسط الحسابي: ($\bar{X}$ chart) / صيغة الوسط الحسابي ($\bar{X}$) مع الانحراف المعياري (S)

ثالثاً : خريطة الوسط الحسابي: ($\bar{X}$ chart) / صيغة الوسط الحسابي ($\bar{X}$) مع المدى (R).

في هذهِ الصيغة يتم استخراج الحدين الادنى والاعلى باستخدام المدى وفق الصيغة التالية:

$$UCL = \bar{\bar{X}} + \mathbf{A_2}\bar{R}$$

$$CCL = \bar{\bar{X}}$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - \mathbf{A_2}\bar{R}$$

س/ برهن $\mathbf{3\sigma_{\bar{X}} = A_2\bar{R}}$

ج/ يمكن البرهنة على ان $\mathbf{3\sigma_{\bar{X}} = A_2\bar{R}}$ ، حيث ان $\mathbf{A_2}$: ثابت يستخرج من الجداول وكما يلي:

يمكن تقدير الانحراف المعياري وفق الصيغة التالية:

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad , d_2: \text{ثابت}$$

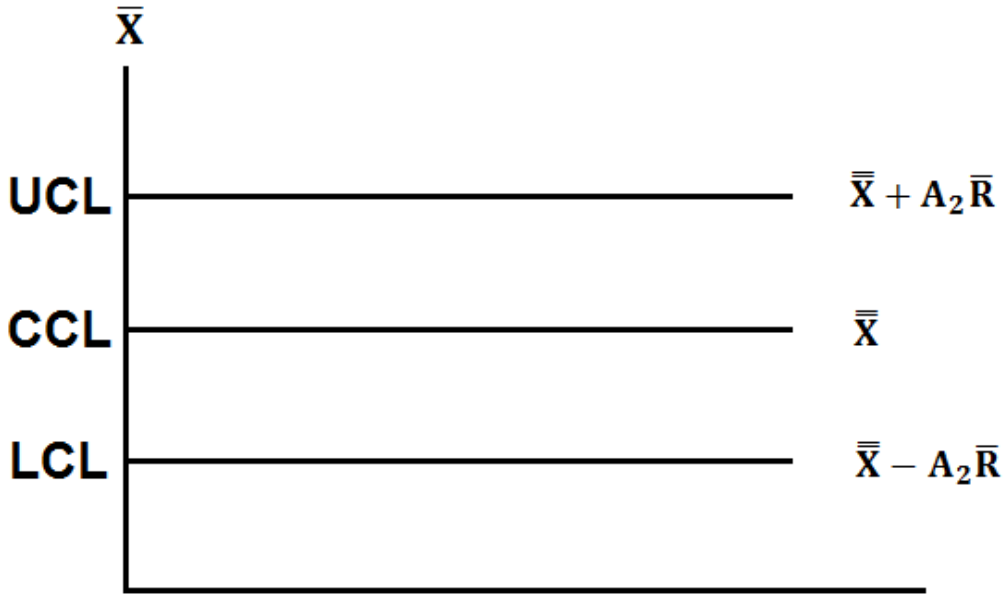
$$\because 3\sigma_{\bar{X}} = 3\frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} = \frac{3}{\sqrt{n}}\hat{\sigma} = \frac{3}{\sqrt{n}} * \frac{\bar{R}}{d_2} = \left(\frac{3}{d_2 * \sqrt{n}}\right)\bar{R}$$

من قوانين الثوابت

$$\left(\frac{3}{d_2 * \sqrt{n}}\right) = A_2$$

$$\therefore 3\sigma_{\bar{X}} = A_2\bar{R}$$

ان خريطة الوسط الحسابي مع المدى هي:



خريطة الوسط الحسابي $\bar{X}$ مع المدى R

مثال (3): اخذت (4)عينات من انتاج احدى السلع بأوقات منتظمة وبحجم (5) وحدات لكل عينة وكانت القياسات التالية:

Samples	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
1	8	12	15	10	9
2	8	9.5	15	12.1	10.2
3	9.9	13	9	7	10
4	11	7.5	14.4	12.2	10.1

المطلوب: ارسم خريطة الوسط الحسابي: ($\bar{X}$ chart) / صيغة الوسط الحسابي ($\bar{X}$) مع المدى (R)، ثم حدد اذا كان الانتاج تحت السيطرة.

الحل/ من البيانات نستخرج الاتي:

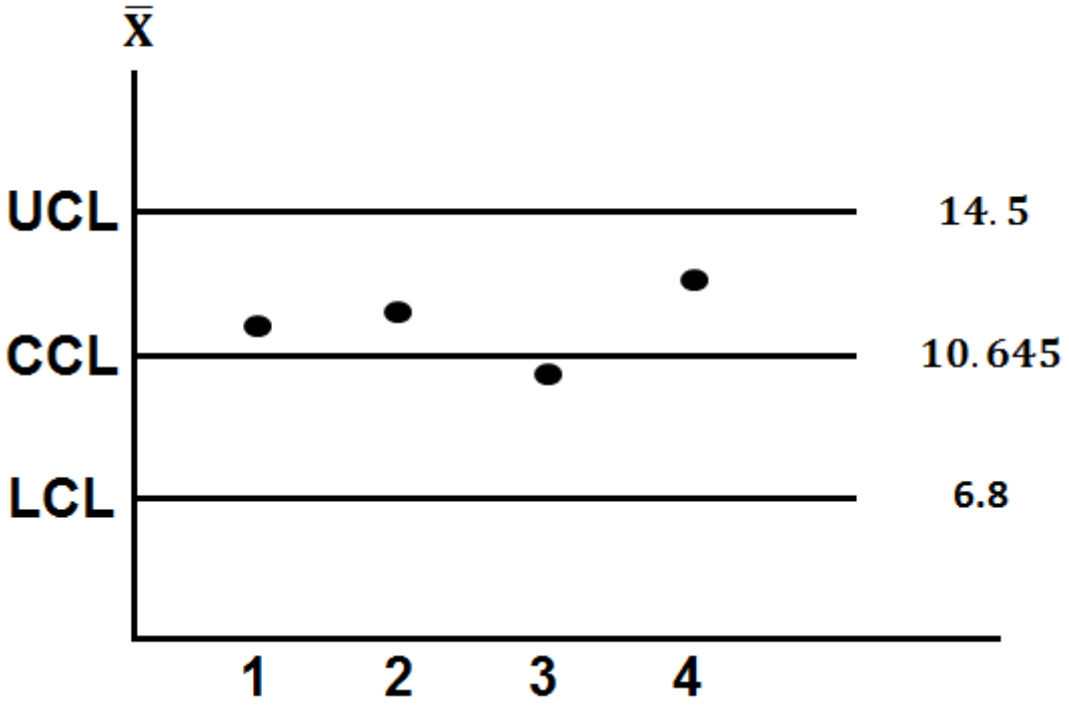
$\bar{\bar{X}}$	R
10.8	7
10.96	7
9.78	6
11.04	6.9
$\bar{\bar{X}} = 10.645$	$\bar{R} = 6.725$

لرسم خريطة الوسط الحسابي: ($\bar{X}$ chart) / صيغة الوسط الحسابي ($\bar{X}$) مع المدى (R) ، نستخرج ما يلي:

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R} = 10.645 + (0.577)(6.725) = 10.645 + 3.88 = 14.525$$

$$CCL = \bar{\bar{X}} = \boxed{10.645}$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R} = 10.645 - 3.88 = 6.765$$



خريطة الوسط الحسابي: ($\bar{X}$ chart) / صيغة الوسط الحسابي ($\bar{X}$) مع المدى (R)

مثال (4): للبيانات التالية:

	X1	X2	X3	X4	X5
1	**42**	**65**	**75**	**78**	**87**
2	**42**	**45**	**68**	**72**	**90**
3	**19**	**24**	**80**	**81**	**81**
4	**36**	**54**	**89**	**77**	**84**
5	**42**	**51**	**57**	**59**	**78**
6	**51**	**74**	**75**	**78**	**132**
7	**60**	**60**	**72**	**95**	**138**
8	**18**	**20**	**27**	**42**	**60**
9	**15**	**30**	**39**	**62**	**84**
10	**69**	**109**	**113**	**118**	**153**
11	**64**	**90**	**93**	**109**	**112**
12	**61**	**78**	**94**	**109**	**136**

المطلوب : ارسم خريطة الوسط الحسابي ($\bar{X}$ chart) ، ثم حدد اذا كانت العملية الانتاجية تحت السيطرة ، بالصيغ الاتية:

1- الصيغة العامة (المباشرة) .

2- صيغة الوسط الحسابي ($\bar{\mathbf{X}}$) مع الانحراف المعياري (**S**)، اذا علمت ان:

$$\mathbf{S} = \sqrt{\frac{\sum(\mathbf{X_i} - \bar{\mathbf{X}})^2}{\mathbf{n}}}$$

3- صيغة الوسط الحسابي ($\bar{\mathbf{X}}$) مع الانحراف المعياري (**S**)، اذا علمت ان:

$$\mathbf{S} = \sqrt{\frac{\sum(\mathbf{X_i} - \bar{\mathbf{X}})^2}{\mathbf{n} - \mathbf{1}}}$$

4- صيغة الوسط الحسابي ($\bar{X}$) مع المدى (R).

الحل/ من البيانات نستخرج الاتي:

العينات	$\bar{\bar{X}}$	$S=\sqrt{\frac{\sum(X_i-\bar{X})^2}{n}}$	$S^2=\frac{\sum(X_i-\bar{X})^2}{n}$	$S=\sqrt{\frac{\sum(X_i-\bar{X})^2}{n-1}}$	R
1	69.4	15.3961	237.04	17.2134	45
2	63.4	17.8841	319.84	19.995	48
3	57	29.0310	842.8	32.4577	62
4	68	19.9900	399.6	22.3495	53
5	57.4	11.8760	141.04	13.2778	36
6	82	26.7955	718	29.9583	81
7	85	29.4211	865.6	32.8938	78
8	33.4	15.7429	247.84	17.6011	42
9	46	24.3557	593.2	27.2305	69
10	112.4	26.7402	715.04	29.8965	84
11	93.6	17.1184	293.04	19.139	48
12	95.6	25.7729	664.24	28.8149	75
الاوساط	$\bar{\bar{X}}=71.93$	$\bar{S}=21.677$	$\bar{S}^2=503.107$	$\bar{S}=24.2356$	$\bar{R}=60.1$

اولاً: الصيغة العامة

$$\hat{\sigma}_{\bar{X}}=\frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}}=\frac{\sqrt{\bar{S}^2*\frac{n}{n-1}}}{\sqrt{n}}=\frac{\sqrt{(503.107)*\left(\frac{5}{5-1}\right)}}{\sqrt{5}}=\frac{25.078}{2.236}=11.216$$

$$UCL=\bar{\bar{X}}+3\sigma_{\bar{X}}=71.93+3*(11.216)=71.93+33.648=\boxed{105.578}$$

$$CCL=\bar{\bar{X}}=\boxed{71.93}$$

$$LCL=\bar{\bar{X}}-3\sigma_{\bar{X}}=71.93-33.648=\boxed{38.282}$$

لوحة الوسط الحسابي (الصيغة العامة)

القرار: العينة (8) ، والعينة (10) خارج حدود السيطرة ، هذا يعني بأن العملية الإنتاجية خارج حدود السيطرة.

ثانياً: صيغة الوسط الحسابي $(\bar{\bar{X}})$ مع الانحراف المعياري (S)، اذا علمت ان:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_1\bar{S} = 71.93 + (1.596)(21.677) = 71.93 + 34.597 = \boxed{106.527}$$

$$CCL = \bar{\bar{X}} = \boxed{71.93}$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_1\bar{S} = 71.93 - 34.597 = \boxed{37.333}$$

ثالثاً: صيغة الوسط الحسابي $(\bar{\bar{X}})$ مع الانحراف المعياري (S)، اذا علمت ان:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_3\bar{S} = 71.93 + (1.427)(24.236) = 71.93 + 34.585 = \boxed{106.515}$$

$$CCL = \bar{\bar{X}} = \boxed{71.93}$$

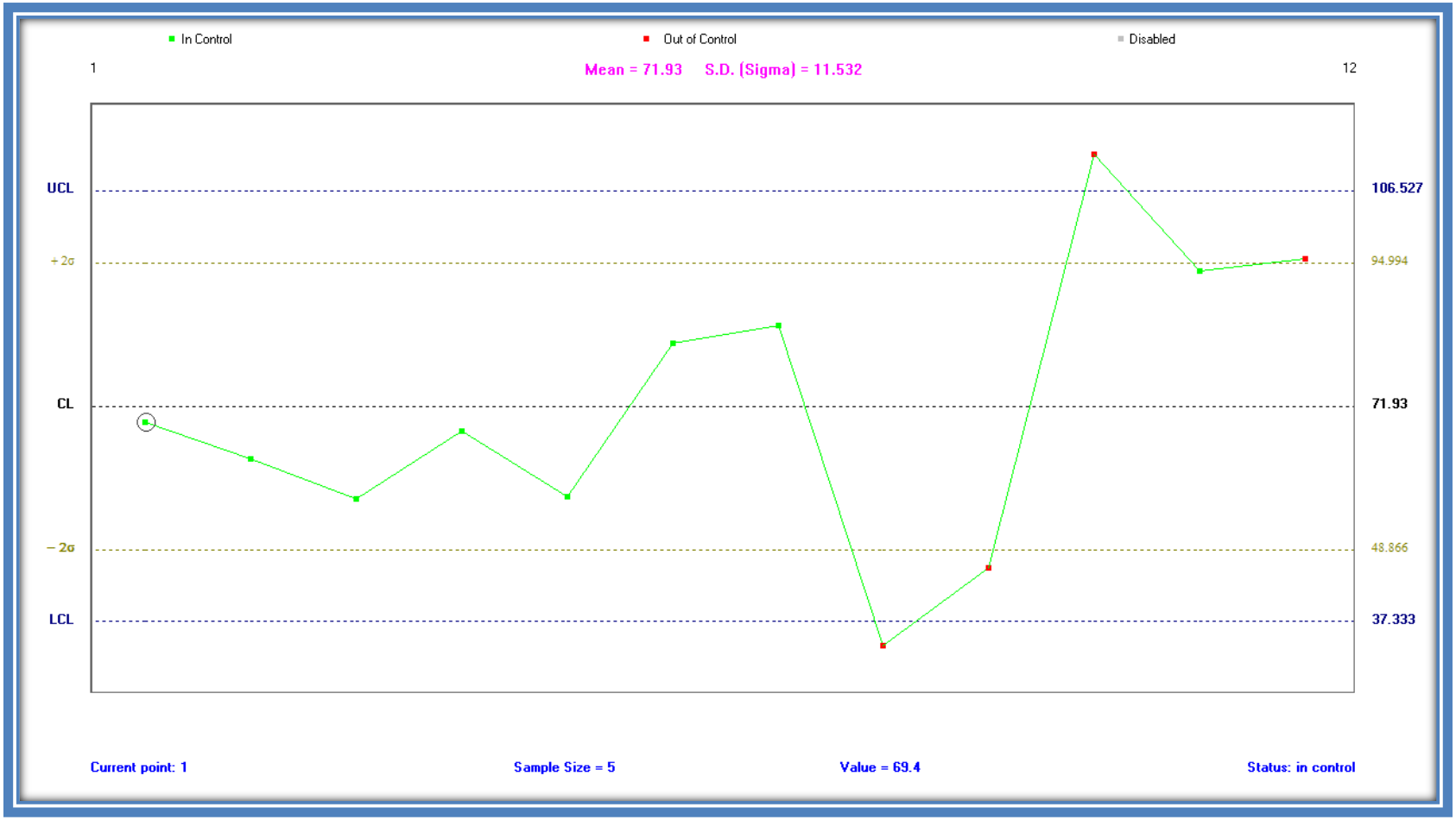
$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_3\bar{S} = 71.93 - 34.585 = \boxed{37.345}$$

رابعاً: صيغة الوسط الحسابي $(\bar{\bar{X}})$ مع المدى (R).

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R} = 71.93 + (0.577)(60.1) = 71.93 + 34.678 = \boxed{106.608}$$

$$CCL = \bar{\bar{X}} = \boxed{71.93}$$

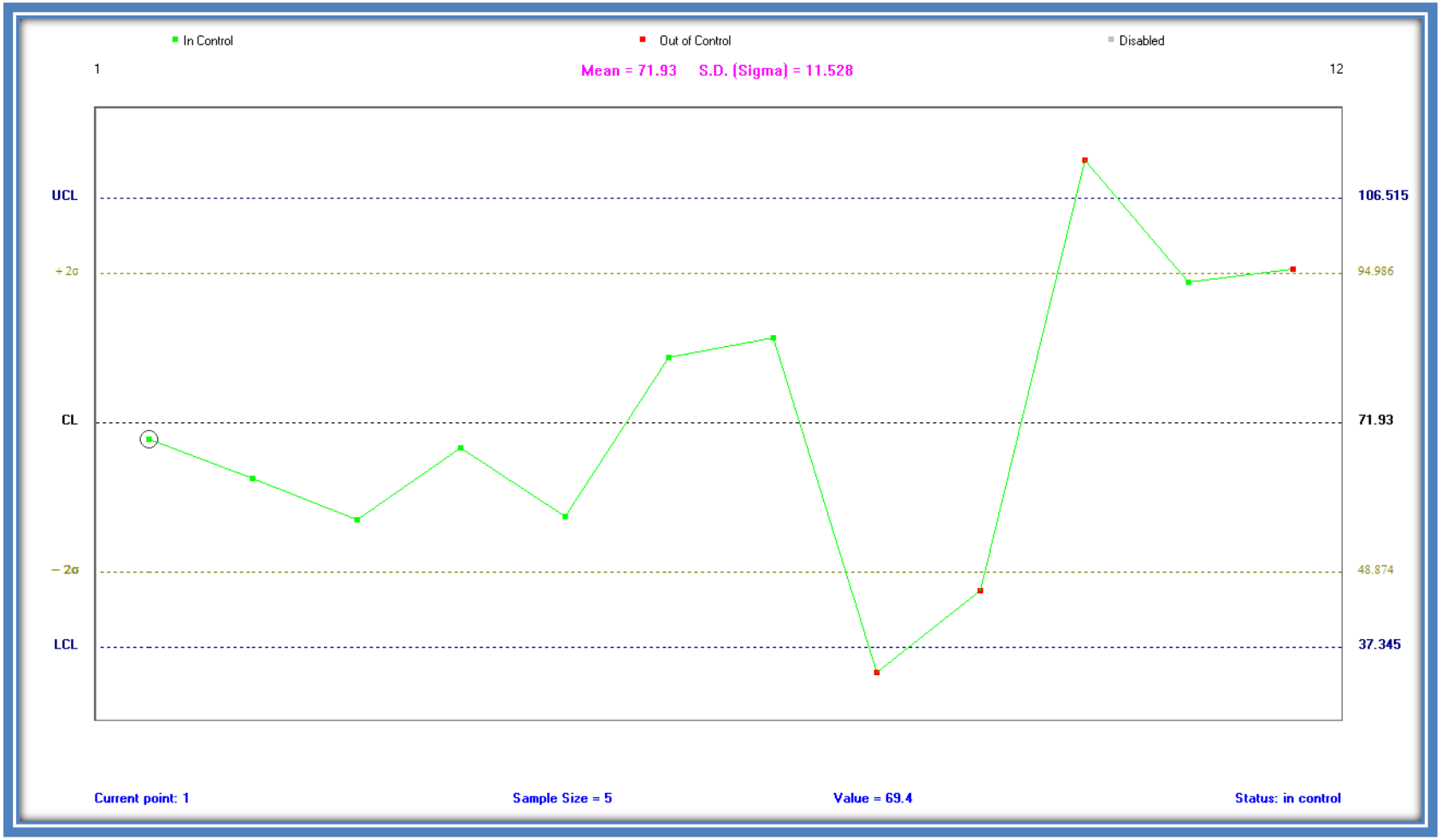
$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R} = 71.93 - 34.678 = \boxed{37.252}$$



لوحة الوسط الحسابي مع الانحراف المعياري (S)، اذا علمت ان:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

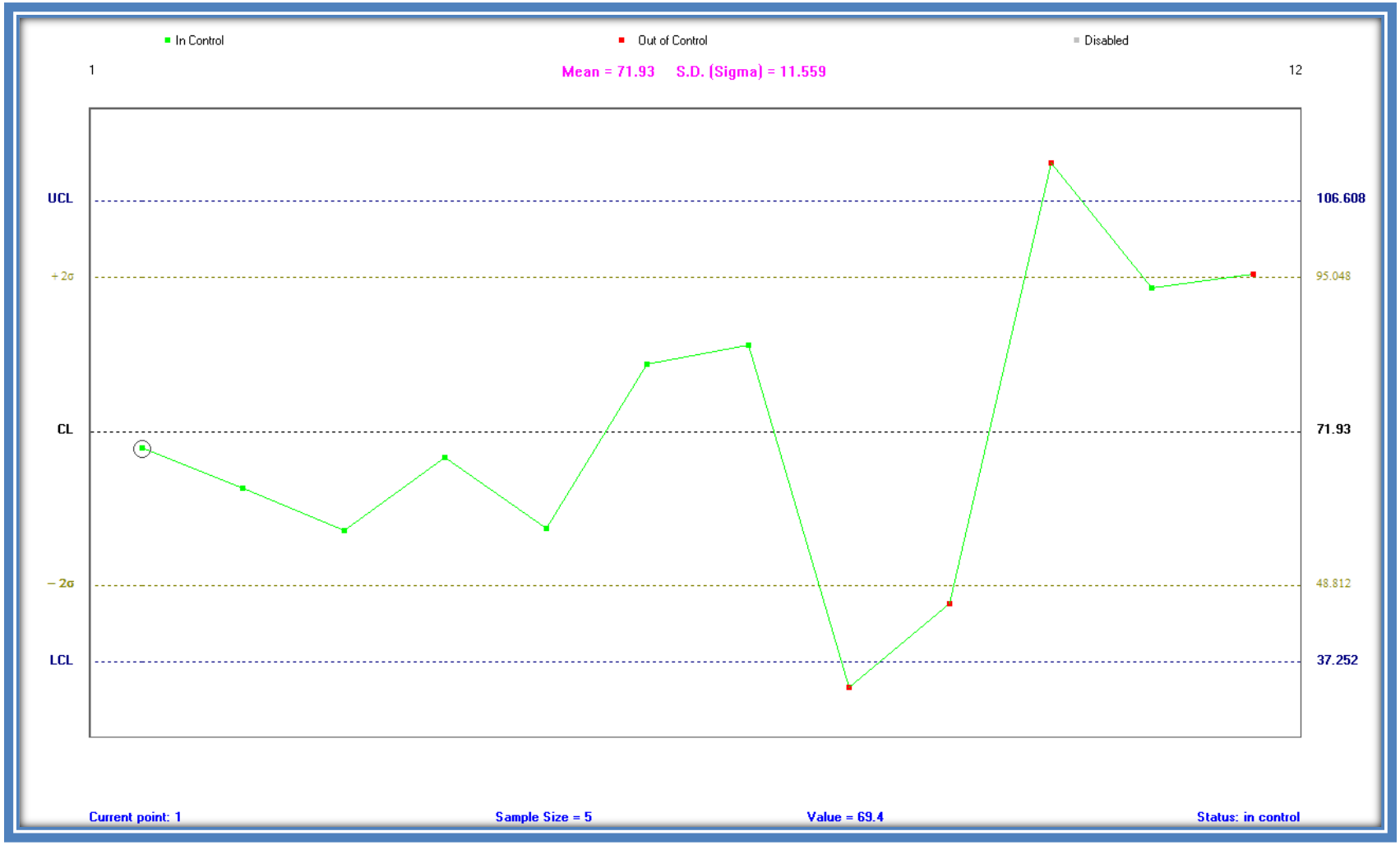
القرار: العينة (8) ، والعينة (10) خارج حدود السيطرة ، هذا يعني بأن العملية الإنتاجية خارج حدود السيطرة.



لوحة الوسط الحسابي مع الانحراف المعياري (S)، اذا علمت ان:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

القرار: العينة (8) ، والعينة (10) خارج حدود السيطرة ، هذا يعني بأن العملية الإنتاجية خارج حدود السيطرة.



لوحة الوسط الحسابي مع المدى.

القرار: العينة (8) ، والعينة (10) خارج حدود السيطرة ، هذا يعني بأن العملية الإنتاجية خارج حدود السيطرة.