إستخدام أسلوب ضبط الجودة الإحصائي 6–Sigma لقياس جودة المنتج وضبط جودة الإنتاج الصناعي لمصنع النيل للأسمنت

محمد أحمد محمد **حسن**، رجاء مصطفى صالح **الأمين**، إبراهيم محمد إبراهيم **سيدأحمد***

*قسم الإحصاء التطبيقي، كلية العلوم والتقانة، جامعة شندي، شندي، السودان، *ibraheim@ush.sd*

ملخص

تهدف هذه الدراسة لبيان أهمية إستخدام الأساليب الإحصائية في قياس ومعرفة مدى جودة المنتجات الصناعية. تم إختيار ثلاثة متغيرات تخص مصانع الاسمنت و تعد الأكثر أهمية من حيث معرفة جودة المنتج و هي متغير النعومة، متغير زمن الشك و متغير المقاومة، و تم اختيار تلك المتغيرات بناء على أراء الخبراء في مصانع الأسمنت حيث تمثل الخواص الفيزيائية الأكثر أهمية. تكمن المشكلة في وجود قصور واضح حول مفهوم رقابة الجودة الإحصائية لدى المسؤولين في الوحدات الإنتاجية للمصانع إضافة لعدم إستخدام معيار 6–Sigma و المعايير الإحصائية في مراقبة ضبط الجودة للمنتجات، كذلك عدم تقيد المصانع بالتحقق من معايير الجودة المتبعة في العملية الإنتاجية، إضافة الى ضعف إستخدام الطرق الإحصائية في ضبط جودة المنتجات في مصانع الاسمنت. قامت الدراسة بإيجاد مستوى 6–Sigma لتلك المتغيرات و التي تعنى بالوصول الى أعلى مستويات الجودة بأقل التكاليف الممكنة مع المحافظة على مطابقة المواصفات لهذه المتغيرات إضافة لمعرفة مقدرة العملية الإنتاجية من أجل الكشف والقضاء على أي أسباب غير طبيعية أو انحرافات حتى يتم الوصول بالعملية الى حالة الضبط الإحصائي و قد توصلت الدراسة الى ان مصنع النيل للإسمنت يعمل بمستوى Sigma 3.77 بالنسبة لمتغير النعومة للمنتج و0.08% من العملية الإنتاجية لمتغير النعومة خارج المواصفات، و مستوى Sigma لمتغير زمن الشك هو 3.76 و 0.00008% من العملية الإنتاجية لزمن الشك يكون خارج المواصفات و مستوى Sigma لمتغير المقاومة 3.76 و 0.02% من العملية الإنتاجية لمتغير المقاومة خارج المواصفات.

كلمات مفتاحية: الضبط، جودة المنتج، جودة الإنتاج، الجودة الإحصائي، 6–Sigma.

مقدمة

شهد العالم في الآونة الأخيرة إهتماما بالغا بموضوع الجودة، و أصبحت المنظمات الصناعية والخدمية على حد سواء تضع نصب أعينها ميزة التنافسية و التي لا يمكن تحقيقها الا بتحقيق الجودة و التي زاد الاهتمام بها خلال العقود الماضية و أخذت ممارستها تزداد بشكل تلقائي و أصبح هنالك نماذج للجودة تستطيع المنظمات من خلالها تحسين أدائها و فاعليتها التنظيمية من خلال إستثمار جهود العاملين في المنظمة [1].

أصبح موضوع الجودة يحظى باهتمام متزايد في كل المنظمات و في كافة أنحاء العالم المتقدم و النامي على حد سواء بعد ان انتبهت هذه المنظمات الى أهمية تطوير و تحسين الجودة كمدخل أساسي لمواجهة التحديات الداخلية و الخارجية التي بدأت في مواجهتها خاصة بعد ظهور التكتلات الاقتصادية فضلا عن التطورات التكنولوجية المتلاحقة و الاتجاه نحو العولمة و التغير الحاصل في سلوك الزبون و الذي بدأ ينظر للجودة كمعيار أساسي لتقييم و إختيار ما يشبع حاجاته ورغباته من سلع وخدمات بغض النظر عن مصدرها [2].

تعددت تعريفات الجودة لدى الكثير من المتخصصين والمهتمين بموضوع الجودة فقد عرفها جوران [3] بانها الملاءمة للاستخدام، وعرفها كروسبي [4] بانها التطابق مع الاحتياجات أو المتطلبات، و هي تعتمد على صنع الأشياء صحيحة من أول مرة بواسطة جميع الافراد

العاملين، بينما عرفها فيجينبا [5] بان الجودة لا تعني المعنى الشائع أو الأحسن في المفهوم المطلق وإنما تعني بالمفهوم الصناعي الأحسن للمستهلك في حالات معينة، ومن بين هذه الحالات الاستخدام النهائي الفعلي وسعر بيع المنتوج و أوضح ان هاتين الحالتين تنعكسان بدورهما على توافر خمس حالات هي: مواصفات الأبعاد التشغيلية، العمر الخدمي والعملي للمنتج، تكلفة التصميم و الإنتاج، ظروف الإنتاج التي يصنع على ضوئها المنتج، و التركيب و الصيانة.

عليه عرف الجودة على انها الخواص المميزة الشاملة المركبة للمنتج عند التسويق و التصميم و التصنيع والصيانة و التي سوف يفي بها عند وضعه قيد الاستخدام بتوقعات المستهلك [6].

و ضبط الجودة هو مجموعة من الأساليب والأنشطة التي تهدف الى تحقيق وتحسين جودة المنتجات [7] و عرف على انها مجموعة من الخطوات المحددة مسبقا والتي تهدف الى التأكد من ان النتاج المتحقق متطابق مع المواصفات و الخصائص الأساسية الموضوعة للمنتج [8] ويتضح من هذا التعريف مجموعة من الحقائق و العناصر الأساسية لموضوع الرقابة على الجودة هي: ضرورة توفر خطوات محددة مسبقا تتمثل في مجموعة من الإجراءات الضرورية التي يمكن استخدامها للتأكد من جودة المنتجات، هدف الرقابة التأكد من المطابقة للمواصفات و ليس انتاج مستوى جودة عالي، ضرورة وجود مواصفات محددة للتعبير عن مستوى الجودة و يقصد بالمواصفات مجموعة من الخصائص الأساسية للمنتج التي يمكن قياسها للمنتج ككل، وجود نظام للرقابة على الجودة لا يعني عدم وصول وحدات معيبة من السلع للعميل و انما تخفيض الأخطاء الى اقل حد ممكن، تهتم الرقابة على الجودة بالرقابة على جودة المنتج النهائي إضافة الى الاهتمام بالرقابة على جودة المدخلات و الاهتمام بالرقابة على العملية الناتجة اثناء مراحل التشغيل.

الإحصاء يعتبر أداة مهمة جدا في مراقبة العملية الإنتاجية و مسار العملية الإدارية و التي يطلق عليها مراقبة الجودة، و أصبحت هذه الأدوات الإحصائية وسيلة فعالة في مجالات واسعة و متنوعة من الأنشطة الصناعية و الخدمية وت دعى من بعض الإداريين بمؤشر الإنذار [9].

المنهجية و الأدوات

تم أخذ ثلاث متغيرات رئيسية (النعومة، زمن الشك و المقاومة) وهذه تمثل أكثر المتغيرات الفيزيائية أهمية في دراسة جودة الأسمنت و لتحليل البيانات تم إستخدام المنهج الوصفي التحليلي بإستخدام نموذج 6-Sigma للوصول للنتائج.

تعرف 6-Sigma بعدة طرق منها انها مقياس إحصائي لأداء عملية تهدف للوصول الى مستوى يقارب الكمال يسعى لتطوير الأداء وهي طريقة ذكية لأداء العمل باستخدام الحقائق والبيانات [10]، كذلك عرف على انها منهجية تهدف لزيادة الربحية وزيادة حصة السوق و إرضاء العميل بإستخدام الأدوات الإحصائية [11] ، تسعى 6-Sigma الى الوصول نحو الكمال في انتاج منتج خالي من العيوب للوصول الى رضا العميل وتحقيق إحتياجاته ورغباته فهي إذن تسعى الى تحقيق ثلاثة اهداف هي: 1/ زيادة رضا العملاء 2/ تقليل دورة الوقت اللازمة 3/ تقليل العيوب.

يمكن إيجاز مبادئ 6-Sigma في الاتي: 1/ التركيز على رضا العملاء 2/ بناء الإدارة على الحقائق 3/ التركيز على العمليات الداخلية 4/ الإدارة الاستباقية 5/ التعاون 6/ السعي الى الاتقان وتحمل مسؤولية الفشل.

أهم ما يميز 6-Sigma هو منهجيتها المحددة تحديدا جيدا والتي تعتمد على نموذجين محددين هما:

1- نموذج DMAIC (Definition Measurement Analysis Improvement Control)

الهدف الأساسي من النموذج هو تحسين العملية الحالية وفق تلك المراحل، ويمكن تلخيص مراحله في:

مرحلة العريف: هي مرحلة التعرف على المشكلة و ماهو السبب الرئيس لحلها و ما هي أهميتها بالنسبة لتطبيق معيار الجودة العالي.

مرحلة القياس: هي مرحلة تجميع البيانات و المعلومات لغرض فهم أسباب المشكلة و تحديد أفضل المقاييس التي يمكن ان تستخدم لتحديد طبيعة المشكلة.

مرحلة التحليل: هي مرحلة التعرف على أسباب المشكلة و إستخدام الأدوات الملائمة لغرض كشف العلاقات و المسببات لغرض تحديد الطرق الإحصائية التي تساعد في تحليل مسببات المشكلة.

مرحلة التحسين: تتضمن هذه المرحلة مجموع الأنشطة التي تسهم في عملية تحسين الأداء و الارتقاء بمستوى الخدمة بالمنظمة و ذلك من خلال كيفية التخلص من العيوب و السلبيات ثم استنتاج البدائل المختلفة لحل المشكلة و بعد ذلك إختيار الحل المناسب وقياس النتائج.

مرحلة المراقبة: يتم فيها متابعة العمليات و التأكد من عدم تكرار الأخطاء مع الاستمرار بتطوير العمل و إعطاء معلومات للإدارة العليا عن مخرجات المشروع.

2- نموذج DFSS

هي منهجية تستخدم الأدوات و التدريب و القياسات لتمكين تصميم المنتجات و الخدمات و العمليات التي تلبي توقعات العملاء بجودة مستويات Sigma-6، و هنالك عدد من المنهجيات ل DFSS و أهمها منهجية IDOV و هو إختصار للكلمات IDENTIFY, DESIGN, OPTIMISE و هي الكلمات التي توضح مراحل هذه المنهجية و هي:

مرحلة التحديد: تتضمن هذه المرحلة بشكل أساسي فهم المنظمة لمعايير النجاح ويتحقق ذلك من خلال: تحديد متطلبات العملاء، تعريف متطلبات تصميم المنتج بطريقة واضحة، تحديد خصائص العملاء الحرجة للجودة، تخطيط المتطلبات الوظيفية و الهندسية، تحديد العلاقة بين متطلبات العملاء و التقنية، و تحديد الأهداف.

مرحلة التصميم: هذه المرحلة تحتوي على: تحليل متطلبات التصميم و معلمات التصميم الرئيسية، تحديد بدائل التصميم، دراسة العلاقة بين معلمات التصميم عند المستويات الفرعية و المعقدة في العمليات و الأنظمة، تحديد المخاطر المتضمنة و الفشل النموذجي باستخدام تصميم وضع الفشل و تحليل التأثير.

مرحلة التحسين الأمثل: تشمل هذه المرحلة مواصلة النظر في التصميم لضمان فعاليته بحيث تكون المنظمة واثقة من ان المنتج يمكن ان يكون وفق معايير التصميم و يتم فيها: تحديد مصادر التباين، تقليل حساسية أداء المنتج الى جميع مصادر التباين باستخدام تصميم متين، تطبيق تصميم التسامح لمعايير التصميم الحرجة التي تم الحصول عليها، تحسين التصميم للحصول على افضل قدرة تصنيعية، و تحسين تصميم موثوقية المنتج.

مرحلة التحقق: تتحقق المرحلة من اكتمال العملية و صلاحيتها و وفائها بالمتطلبات وتتطلب: التحقق من التصميم للتأكد من انه يلبي المتطلبات المحدودة و تقييم الأداء.

يمكن تعريف بعض المفاهيم ل Sigma-6 كالآتي:

- الوحدة Unit: هي منتج أو خدمة أو مستوى الخدمة المطلوب دراسته

- الوحدات المعيبة Defective units: هي الوحدات غير المطابقة لصفة واحدة أو اكثر من متطلبات المستهلك

- العيوب في الوحدة الواحدة defect per unit (DPU): وهي مجموعة العيوب ل n من الوحدات المعيبة مقسما على العدد الكلي للوحدات

$$DPU = \frac{Number\ of\ defects}{Number\ of\ units}$$

- الفرصة المعيبة Defect opportunity: عدد الفرص المحتمل ان تكون معيبة في الوحدة و يمكن ان يكون هناك العديد من الفرص المعيبة في الوحدة الواحدة

- العيوب في الفرصة الواحدة defect per opportunity(DPO): وتمثل نسبة العيوب في الوحدة الواحدة مقسوم على مجموع الفرص

$$DPO = \frac{DPU}{Number\ of\ opportunity}$$

- العيوب في المليون فرصة Defects per million opportunity (DPMO): وهي تمثل العيوب في الفرصة مضروبا بمليون أي ان :

$$DPMO = DPU \times 10^6$$

- العائد الخالي من العيوب (Y) Yield: يمثل الوحدات ضمن المواصفات مقسوما على العدد الكلي للوحدات أي ان :

$$Y = \frac{Units\ swatisfing\ standards}{Total\ number\ of\ units}$$ حيث ان الوحدات ضمن المواصفات تعني الوحدات الخالية من العيوب

- العائد المدور للطاقة الإنتاجية الخالية من العيوب Rolled throughput yield (RTY)يمثل الإنتاج الخالي من العيوب لكل العمليات الجزئية ويعبر عنه بالصيغة: $RTY = Y_1 \times Y_2 \times Y_3 \times \dots \times Y_K$

حيث ان:

Y_i: تمثل العائد الخالي من العيوب، K: عدد الخطوات في الإنتاج او الخدمة

- مستوى Sigma: تستخدم الصيغ الاتية التالية في إيجاد مستوى Sigma

Sigma quality level = 0.8406 $+\sqrt{29.37 - 2.221x\ Ln(DPMO)}$ وبعد ذلك يتم إستخدام القيمة المتحصل عليها من المعادلة في تحديد مستوى Sigma التي تعمل به المنشأه المحددة (جدول 1).

جدول 1. العلاقة بين مستويات Sigma وعدد العيوب لكل مليون فرصة [12]

Sigma level	DPMO	Process yield %
1	691500	30.85
2	308500	69.15
3	66800	93.32
4	6200	99.38
5	230	99.977
6	3.4	99.99966

النتائج و المناقشة

نظرة وصفية لبيانات الدراسة

تم أخذ ثلاث متغيرات رئيسية تمثل أكثر المتغيرات الفيزيائية أهمية في دراسة جودة الاسمنت كالاتي:

متغير النعومة (cm^2/g):

عبارة عن متغير يصف حجم حبيبات الأسمنت ويتم قياسه بواسطة جهاز خاص يستخدم فكرة تدفق الهواء من خلال عينة ذات وزن محدد من الأسمنت ويقاس السطح النوعي بوحدات المساحة لكل جرام من الاسمنت (cm^2/g) و ان الحد الأدنى من هذه المساحة وفقا لمتطلبات المواصفات القياسية للأسمنت العادي محل الدراسة هي (2800 cm^2/g) والحد الأعلى (3540 cm^2/g) والتفسير العلمي لعدم السماح لإنتاج الأسمنت بأقل من هذه الحدود هو ان التفاعل الكيميائي للماء مع جزيئات الأسمنت يصبح أقل سرعة في حال إزدياد حجم جزئية الأسمنت الواحدة لأنه يحتاج الى وقت اكثر للوصول

الى قلب الجزئية أو قد لا يتم التفاعل بشكل تام حتى فترات طويلة مما يتسبب في فشل كونكريت الاسمنت، لذلك يسعى أغلب المنتجين بالارتفاع بنعومة الأسمنت لتحقيق عدد الأهداف ومن ناحية أخرى نجد ان كلفة طحن الكلنكر تزداد بزيادة النعومة مما يستوجب تحديد نعومة للإسمنت (جدول 2) .(عدد العينات 17 حجم العينة 5 عدد المشاهدات 85)

جدول 2. قيم متغير النعومة

رقم العينة	حجم العينة	عناصر العينة				
		عنصر (1)	عنصر (2)	عنصر (3)	عنصر (4)	عنصر (5)
1	5	3478	3510	3469	3494	3518
2	5	3478	3510	3541	3510	3494
3	5	3518	3541	3510	3494	3518
4	5	3487	3494	3518	3487	3494
5	5	3518	3487	3518	3494	3518
6	5	3487	3518	3494	3290	3290
7	5	3322	3273	3248	3298	3232
8	5	3265	3273	3224	3240	3240
9	5	3273	3265	3240	3265	3255
10	5	3265	3240	3215	3422	3257
11	5	3257	3240	3263	2403	3263
12	5	3273	4263	3246	3333	3409
13	5	3399	3401	3387	3403	3382
14	5	3399	3401	3355	3399	3387
15	5	3387	3378	3355	3216	3387
16	5	3372	3403	3424	3399	3403
17	5	3303	3372	3355	3399	3401

زمن الشك (Minutes):

الشك الابتدائي هو الزمن الذي يبدأ عنده تفاعل الماء مع الاسمنت ويستمر 45 دقيقة و الشك النهائي هو الزمن اللازم لوصول الخلطة الاسمنتية لدرجة من التصلب لا تستطيع ابرة اختراقها أثناء سقوطها من ارتفاع محدد تحت وزنها الابتدائي (جدول 3). (عدد العينات 17 حجم العينة 5 عدد المشاهدات 85).

جدول 3. يوضح قيم متغير زمن الشك

رقم العينة	حجم العينة	عناصر العينة				
		عنصر (1)	عنصر (2)	عنصر (3)	عنصر (4)	عنصر (5)
1	5	185	185	185	180	180
2	5	185	215	195	180	180
3	5	180	185	185	180	185
4	5	185	210	185	210	210
5	5	200	185	185	180	185
6	5	195	170	180	170	165
7	5	165	160	170	170	170

8	5	165	160	170	160	160
9	5	160	175	160	165	170
10	5	170	170	165	170	170
11	5	175	170	170	165	165
12	5	170	170	170	170	175
13	5	175	170	170	170	170
14	5	170	185	180	185	180
15	5	180	180	190	185	190
16	5	170	195	170	180	190
17	5	180	185	190	180	185

المقاومة:

مقاومة الأسمنت للضغط هي مقاومة مكعب من المونة الأسمنتية طول ضلعة 7.06 سم و مساحة كل وجه 50 سم^2 بنسبة (1 أسمنت : 3 رمل) مع كمية مياه تعادل 10 % من وزن الاسمنت و الرمل (جدول 4).(عدد العينات 17 حجم العينة 5 عدد المشاهدات 85).

جدول 4. قيم متغير المقاومة

رقم العينة	حجم العينة	عناصر العينة				
		عنصر (1)	عنصر (2)	عنصر (3)	عنصر (4)	عنصر (5)
1	5	37	38	36	3.5	38
2	5	38	32	38	36.5	34.5
3	5	35	35.5	36	35.5	35.5
4	5	35.5	37.5	39	38.7	38.2
5	5	37.7	39	39.5	36.5	37
6	5	36.5	36.5	39.5	45.7	45.2
7	5	46.2	43.5	36.5	42.7	46.5
8	5	46.7	36.2	42.7	45	41
9	5	42	41.7	46	42	39
10	5	43.5	41	43.5	38.5	38.5
11	5	42	43.5	40	41.5	38.7
12	5	42	39.5	42	36.7	38.7
13	5	39.7	40	38.5	41.5	37
14	5	39.7	38.7	40	37.7	38.2
15	5	39.5	40.2	35.5	39.5	36.2
16	5	39.2	37.7	39.5	35	39.7
17	5	36.7	40	36	38.5	39

تمت دراسة الوسط الحسابي و الانحراف المعياري و معامل الاختلاف للمتغيرات الثلاث كما هو موضح في الجدول 5.

جدول 5. القيم الإحصائية لمتغيرات النعومة، زمن الشك و المقاومة

المتغيرات	المتوسطات	الانحراف المعياري	أقل قيمة	أكبر قيمة	معامل الاختلاف
النعومة	3367.61	148.87	2403	3541	%4.42
زمن الشك الابتدائي	178	11.655	160	210	%6.65
المقاومة	39.39	3.050	35	47	%7.76

نلاحظ من الجدول (5) بأن تشتت جميع المتغيرات ضعيف لكن أقلها تشتتا و أكثرها تجانسا هو متغير النعومة

مستوى 6-Sigma لخاصية النعومة:

لمعرفة مستوى 6-Sigma للمصنع أولا يتم (DPU) Defects per unit عن طريق:

$$DPU = \frac{\text{Number of Defects}}{Number\ of\ Units}$$

و بالرجوع للجدول و فحص العينات نجد ان عدد الوحدات الواقعة خارج منطقة القبول عددها وحدة واحدة من الدفعة البالغ عددها 85 وحدة

$$DPU = \frac{1}{85} = 0.0118$$

ومن ثم يمكن حساب العيوب في المليون فرصة Defects per million opportunity (DPMO)

$$DPMO = DPU \times 10^6$$

$$DPMO = 0.0118 \times 10^6$$

ويتم حساب مستوى Sigma لمستوى النعومة:

$$\text{Sigma quality level} = 0.8406 + \sqrt{29.37 - 2.221\ X \ln 11764.7}$$

$$\text{Sigma quality level} = 3.7651$$

أي ان المصنع يعمل بمستوى Sigma = 3.765 فيما يختص بخاصية النعومة.

مقدرة العملية الإنتاجية:

لمعرفة مدى مقدرة العملية الإنتاجية على تصنيع منتج حسب المواصفات فيما يختص بمتغير النعومة يتم حساب قيمة معامل Cp باستخدام USL = 3540، LSL= 2800، حيث ان قيمة δ مجهولة فيم تقديرها من المعادلة $\delta = \frac{R}{d2}$ ومنها تصبح قيمة δ = 54.623 و بالتالي Cp = 2.2579 أي ان Cp > 2 و بالتالي فان مقدرة العملية ممتاز جدا .

و لحساب احتمال وقوع العملية الإنتاجية خارج المواصفات فان

$$P = \emptyset\left(\frac{2800-336\ 76}{54.6\ 23}\right) + 1 - \emptyset\left(\frac{354\ 0-336\ 76}{54.6\ 23}\right)$$

$$= P(Z < -10.3912 + 1 - P(Z < 3.1562)$$

في جدول توزيع Z نحصل على

$$P = 0 + (1 - 0.99921) = 0.0008$$

و هذا يعني ان احتمال 0.08% من العملية الإنتاجية لمتغير النعومة خارج المواصفات

مستوى 6-Sigma لمتغير زمن الشك:

يتم أولا حساب العيوب في الوحدة الواحدة Defects per unit (DPU) عن طريق

$$DPU = \frac{number\ of\ defects}{Number\ of\ Units}$$

و بالرجوع للجدول و فحص العينات نجد ان عدد الوحدات الواقعة خارج منطقة القبول عددها وحدة واحدة من الدفعة البالغ عددها 85 وحدة وبذلك يكون

$$DPU = \frac{1}{85} = 0.0118$$

و من ثم ممكن حساب العيوب في المليون فرصة $DPMO = 0.0118 \times 10^6 = 11800$ و يتم حساب مستوى Sigma لمستوى النعومة بالمصع من القاعدة

$$\text{Sigma quality level} = 0.8406 + \sqrt{29.37 - 2.221\ X \ln 11800}$$

$$\text{Sigma quality level} = 3.764$$

أي ان المصنع يعمل بمستوى Sigma = 3.764 فيما يختص بخاصية زمن الشك.

مقدرة العملية الإنتاجية:

لمعرفة مدى مقدرة العملية الإنتاجية على تصنيع منتج حسب المواصفات فيما يختص بمتغير زمن الشك يتم حساب قيمة معامل $Cp = \frac{210-120}{6(5.9528)}$ ، Cp =

2.5198، أي ان $Cp > 2$ و بالتالي فان مقدرة العملية ممتاز جدا .

و لحساب احتمال وقوع العملية الإنتاجية خارج المواصفات فان

$$P = \emptyset(\frac{120 - 17.86}{5.9528}) + 1 - \emptyset(\frac{210 - 17.86}{5.9528})$$
$$= P(Z < -9.8441) + 1 - P(Z < 5.2748)$$

في جدول توزيع Z نحصل على

$$P = 0 + (1 - 0.9999992) = 0.0000008$$

و هذا يعني ان احتمال 0.00008% من العملية الإنتاجية لمتغير زمن الشك خارج المواصفات.

مستوى 6-Sigma لمتغير المقاومة:

يتم أولا حساب العيوب في الوحدة الواحدة Defects per unit (DPU) عن طريق

$$DPU = \frac{number\ of\ defects}{Number\ of\ Units}$$

وبالرجوع للجدول و فحص العينات نجد ان عدد الوحدات الواقعة خارج منطقة القبول عددها وحدة واحدة من الدفعة البالغ عددها 85 وحدة و بذلك يكون

$$DPU = \frac{1}{85} = 0.0118$$

و من ثم ممكن حساب العيوب في المليون فرصة $DPMO = 0.0118 \times 10^6 = 11800$ و يتم حساب مستوى Sigma لمستوى النعومة بالمصع من القاعدة

$$\text{Sigma quality level} = 0.8406 + \sqrt{29.37 - 2.221\ X \ln 11800}$$
$$\text{Sigma quality level} = 3.764$$

أي ان المصنع يعمل بمستوى Sigma = 3.764 فيما يختص بخاصية المقاومة.

مقدرة العملية الإنتاجية:

لمعرفة مدى مقدرة العملية الإنتاجية على تصنيع منتج حسب المواصفات فيما يختص بمتغير زمن الشك يتم حساب قيمة معامل $Cp = \frac{52.5-32.5}{6(1.82)}$ ، $Cp =$ 1.832، أي ان $Cp < 21.67$ و بالتالي فان مقدرة العملية ممتاز.

و لحساب احتمال وقوع العملية الإنتاجية خارج المواصفات فان

$$P = \emptyset(\frac{32.5 - 38.8}{1.82}) + 1 - \emptyset(\frac{52.5 - 38.8}{1.82})$$
$$= P(Z < -3.46) + 1 - P(Z < 7.527)$$

في جدول توزيع Z نحصل على

$$P = 0.00027 + (1 - 1) = 0.0023$$

و هذا يعني ان احتمال 0.02% من العملية الإنتاجية لمتغير المقاومة خارج المواصفات.

الخلاصة

من خلال تطبيق الأساليب الإحصائية على منتج الأسمنت لمصنع النيل، فالأساليب الإحصائية مهم جدا لمعرفة جودة المنتجات الصناعية وما اذا كانت مطابقة للمواصفات والمقاييس أو غير ذلك و أن جميع متغيرات الأسمنت (النعومة، زمن الشك و المقاومة) للمصنع تعمل بمستوى 3 Sigma و أن إنتاج الأسمنت في مصنع النيل للأسمنت متجانس بمتغيراته الثلاث. من خلال هذه النتائج نوصي بضرورة إستخدام الأساليب الإحصائية في معرفة جودة المنتجات الصناعية وغيرها من المنتجات وعدم الاكتفاء بالنظم الالية في ضبط الجودة والعمل على زيادة مستوى Sigma في المنتجات الصناعية تقليلا للإنتاج غير المطابق للمواصفات و الاهتمام برفع كفاءة مقدرة العملية الإنتاجية للأسمنت.

المراجع

[1] علوان، قاسم نايف 2005. إدارة الجودة الشاملة، الطبعة الأولى. الأردن، عمان، دار الثقافة للنشر والتوزيع

[2] يسري السيد يوسف 2002). مبادئ إدارة الجودة الشاملة، مدخل لتحسين جودة أداء الخدمات الصحية، دراسة تطبيقية، مجلة البحوث التجارية، مجلد 24، العدد 1، القاهرة، مصر (مجلة علمية)

[3] الفضل، مؤيد 2007. تخطيط ومراقبة الإنتاج منهج كمي مع دراسة حالة، مصر، دار المريخ للنشر.

[4] العلي، عبد الستار محمد 2000. إدارة الإنتاج والعمليات–مدخل كمي، الطبعة الأولى، عمان، دار وائل.

[5] القزاز، إبراهيم إسماعيل واخرون 2009. Six Sigma وأساليب حديثة أخرى في ادلرة الجودة الشاملة، الطبعة الأولى، الأردن، دار الميسرة للنشر والتوزيع، عمان.

[6] المحياوي، قاسم نايف 2006. ادارة الجودة في الخدمات: مفاهيم وعمليات وتطبيقات، الأردن، دار الشروق.

[7] بنيلوبيرزيكوب 2008. ترجمة محمد يوسف، Six Sigma للتميز في مجال الاعمال، الطبعة الأولى، الرياض، العبيكان للنشر.

[8] صادق سعد 2003. إدارة المشروعات الإسكندرية، الدار الجامعية.

[9] Stapenhurst T. 2005. Mastering Statistical Prpcess Control. 1st ed, Oxford, Butterworth-Heinemann.

[10] Pyzdek T, Keller P. 2010. The Six Sigma Hand book, 3rd ed, McGraw Hill, New York.

[11] Pande P, hoippe L. 2002. What is the Six Sigma? McGrew Hill, New York.

[12] Barringer H, Barringer PE. 2003. The Evolution of Reliability. International Maintenance Conference, Sheraton Sand Key resort, Clearwater Beach, Florida.

.