تقدير عدد المعيبات المنتجة باستخدام مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية دراسة حالة – مصنع سيراميك ليبيا

سليمان قليون، [2] علي الطويل [*1]

a.altaweel@eng.misuratau.edu.ly[2] , Soliman.gliwan@eng.misuratau.edu.ly[1]

[*1] قسم الهندسة الصناعية ، كلية الهندسة، جامعة مصراتة، ليبيا

الملخص

تواجه الشركات الصناعية تحديات وضغوط كبيرة لضمان بقائها في سوق المنافسة؛ نظراً لشدة التنافس بين الشركات العالمية للاستحواذ على حصصهم من الأسواق. حيث تسعى المنظمات الصناعية بشكل كبير لتلبية رغبات المستهلكين واحتياجاتهم، وتعمل بشكل جاد على تلبية هذه الرغبات للحصول على رضا الزبائن بتقديم منتج خالي من العيوب وبجودة عالي. هذا يقود المنظمات إلى تحسين جودة منتجاتها لضمان بقائها في الأسواق ودوام استقرارها وربحيتها. الهدف الرئيسي من هذه الورقة هو دراسة استخدام مؤشر مقدرة العملية وكسر عدم التطابق في الرقابة على نوعية السيراميك الذي يتم إنتاجه في شركة سيراميك ليبيا من أجل تقدير عدد المعيبات المنتجة وتقييم أداء المكائن التصنيعية المستعملة وذلك من خلال تحليل القياسات والنتائج التي تم جمعها للمنتجات قيد الدراسة. وتوصلت الدراسة إلى أن مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية جيد وعدد المعيبات قليلة؛ نتيجة تكامل عدة أسباب تقف وراء عدم حصول العيوب في الخط الإنتاجي، وأهم هذه الأسباب هي العامل، أدوات الإنتاج، المادة الأولية وبيئة العمل.

الكلمات المفتاحية: – مقدرة العملية الإنتاجية – كسر عدم التطابق – سمك البلاط الأرضي سمك البلاط الحائطي.

1 مقدمة

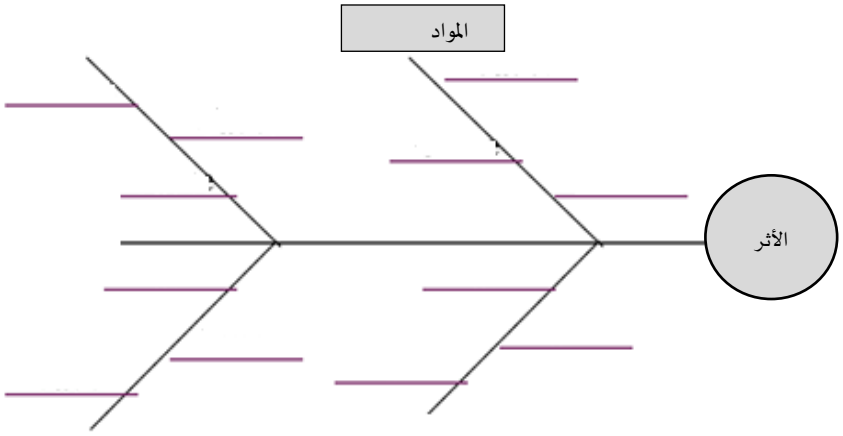
تبرز أهمية الصناعة في كونها ترفع من مستوى معيشة الشعوب بما تدره من مال، وما توفره من رفاهية للإنسان بمقتنياتها المختلفة، وكذلك هي وسيلة مهمة لامتصاص الأيدي العاملة الزائدة عن الحاجة، وما تساهم به الصناعة من تطوير للنشاطات الاقتصادية الأخرى. حيث تعد صناعة السيراميك أحد الصناعات الحديثة في العالم، وتعتبر سماكة بلاطة السيراميك من الخصائص

المهمة في صناعة السيراميك، حيث يتم صناعة سمك بلاط السيراميك إلى المقاس المطلوب والمرغوب في احتياجات السوق. حيث ركزت الدراسة الحالية على تقدير عدد العيوب المتوقعة في منتجات مصنع سيراميك ليبيا، الأمر الذي يسبب في ارتفاع التكاليف الإجمالية وهدر في المواد وكذلك زيادة المنافسة في السوق المحلي، مما دعا إلى استخدام مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية وكسر عدم التطابق في مراقبة سماكة بلاطة السيراميك، ومقارنتها بالمواصفات المطلوبة.[1] هناك الكثير من الدراسات السابقة التي تشير إلى استخدام خرائط مراقبة الجودة في ضبط العملية الإنتاجية ولكن القليل منها يشير إلى قياس مقدرة العملية الإنتاجية بمختلف مؤشراتها والنادر منها ما يقوم بحساب كسر عدم التطابق، وتقدير عدد المنتجات المتوقعة خارج المواصفات التصميمية للعملية الإنتاجية، حيت دراسة قامت بها الباحثة امل الشيخ(2017) بعنوان " استخدام خرائط المراقبة الإحصائية لمراقبة العملية الإنتاجية" حيث تم جمع البيانات من مصنع دريم للمواد الغذائية بمدينة الخرطوم، وتوصلت الدراسة إلى أن العملية الإنتاجية مستقرة ومنضبطة إحصائيا، وأوصت الدراسة بضرورة قياس مؤشرة المقدرة الإنتاجية للعملية الإنتاجية للتأكد من أن العملية تحدث ضمن حدود المواصفات المسموحة.[2] كما أن دراسة الباحث راتب سطاس (1999) هدفت إلى دراسة السيراميك السوري هل وفق المواصفة القياسية السورية رقم 520/1987 و1987/521 ولتحديد هل أصبح إنتاج السيراميك السوري ضمن المواصفات المطلوبة من حيث النوعية في سبيل منافسة السيراميك الأجنبي، وكانت نتيجة هذه الدراسة أنَّ منتجات الصناعة السورية مطابقة للمواصفات العالمية ومنافسة للسلع والمواد والمنتجات العالمية، وهناك إمكانية لتصدير هذه المنتجات للأسواق العالمية. [3]

أما الدراسة الحالية فهي تهدف إلى قياس كسر عدم التوافق بعد حساب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية الذي يوضح مدى تكامل معدات الإنتاج والعمال والمواد الخام والطرق الصناعية من أجل الحصول على منتجات خالية من العيوب.

2 مقدرة العملية الإنتاجية

مما لا شك فيه أن التصميم الجيد للمنتج واستخدام المواد الخام الجيدة والتأهيل المناسب للعمال الذين يؤدون العملية الإنتاجية واختيار طريقة الإنتاج المناسبة وصيانة الآلات والمعدات والتحقق من أجهزة القياس المستخدمة يؤثر على جودة العملية الإنتاجية، كما هي موضحة بالشكل (1) مما يؤدي إلى تقليل العيوب في العملية الإنتاجية ويحسن من قدرتها على تحقيق المواصفات الموضوعة ولذلك تعرف القدرة الإنتاجية على أنها تحقيق العملية الإنتاجية للمواصفات الموضوعة [4]



الشكل 1 الأسباب الرئيسية لانحراف جودة العملية الإنتاجية لمنتج [3]

وتعرف مقدرة العملية على أنها القدرة على مقابلة مواصفات التصميم. لذلك يشير الضبط الإحصائي للعملية إلى الرغبة في إبقاء العملية تحت السيطرة ضمن حد أعلى وحد أدنى للمواصفات، وعليه يجب أن يكون تباين العملية صغيراً إلى الحد الذي يسمح بإنتاج منتجات تقابل المواصفات المطلوبة، ولكن رغم بقاء العملية ضمن حدود ضبطها الإحصائي في أحيان كثيرة لكنها قد لا تنتج سلع أو خدمات طبقاً لمواصفات التصميم، لأن حساب حدود الضبط في خرائط الرقابة لا يستند على مواصفات التصميم بل على الوسط الحسابي والانحراف المعياري لتوزيع العينة.[5]

3 مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية

تعتبر مؤشـرات القدرة الإنتاجية هي مقاييس أو معاملات بسـيطة تسـتعمل في تحديد العلاقة بين تشـتت العملية الإنتاجية وحدود المواصـفات وبالتالي يمكن من خلالها معرفة مدى مقدرة العملية الإنتاجية على تحقيق المواصـفات ومن أهم هذ المؤشـرات مؤشـر القدرة الإنتاجية (CP) ويعرف كالآتي [6]:

$$C_P = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

USL: الحد الأعلى للمواصفات القياسية.

LSL: الحد الأدنى للمواصفات القياسية.

σ: الانحراف المعياري.

CP مؤشر القدرة الإنتاجية

تمثل ميزات مقدرة العملية الإنتاجية في الآتي [7]:

يسـمح مؤشـر القدرة الإنتاجية بمعرفة مدى مقدرة العملية الإنتاجية على تصـنيع منتج حسـب المواصفات.

كلما كان مؤشر القدرة الإنتاجية أكبر كلما زادت مقدرة العملية الإنتاجية.

اقتراح التحسينات على العملية الإنتاجية بتقليل العيوب في المنتج وفي تكلفة المنتج.

تقديم إنتاج بمواصفات قياسية جيدة.

ويمكننا معرفة احتمال كمية الإنتاج غير المطابقة للمواصـفات بقانون كسـر عدم التطابق كالآتي [8]:

$$P(X = X) = P\left(Z < \frac{\overline{\overline{X}} - LSL}{\sigma}\right) + P\left(Z > \frac{USL - \overline{\overline{X}}}{\sigma}\right)$$

USL: الحد الأعلى للمواصفات القياسية.

LSL: الحد الأدنى للمواصفات القياسية.

P: احتمالية الإنتاج المعيب.

$\overline{\overline{X}}$: متوسط المتوسطات للعينات.

σ: الانحراف المعياري.

4 نبذة عن شركة سيراميك ليبيا

نفّذت الشركة مشروع إنشاء مصنع لإنتاج البلاط الخزفي الأرضي والحائطي بطاقة إنتاجية تبلغ 4.2 مليون متر مربع سنويا، ويوفر المصنع حوالي 250 فرصة عمل مباشرة في تخصصات مختلفة وكذلك فرص عمل غير مباشرة مثل النقل والخدمات والتسويق وغيرها، وتم التعاقد مع عدد من المهندسين والفنيين للعمل بالمصنع من العناصر الوطنية، بالإضافة إلى عدد من العمالة المساعدة، وهذا في إطار إعداد وتدريب العناصر الليبية لتتولى تشغيل المصنع، وتقع الشركة بالمنطقة الصناعية الكراريم مدينة مصراته، حيث تملك أرض بمساحة 6.192 هكتار. يتكون المصنع من خطين لإنتاج البلاط أحدهما لإنتاج البلاط الخزفي الحائطي والآخر لإنتاج البلاط الأرضي، ويحتوي الخطان على الآلات والمنظومات وفق مراحل الإنتاج كما في الشكل (2).

الشكل 2 مراحل الإنتاج

ويشترك الخطان في منظومة آلية النقل وحاملات البلاط الخزفي الحائطي والأرضي من مرحلة إنتاج إلى مرحلة ووحدة متكاملة لإعداد وتحضير الطلاء، إضافة إلى 4 روافع شوكية، وجرافة لمناولة المواد الخام والإنتاج التام ومستلزمات التشغيل، ويعتبر سمك بلاطة السراميك من العوامل الرئيسة لقدرة البلاطة علي مقاومة الكسر، ويحدث هذا في وحدة المكابس وهي الوحدة التي تمت الدراسة عليها، والتي يقصد بها عملية الكبس للمسحوق وعمل بلاط أخضر متماسك بالمقاسات المطلوبة أي أنه يتم تحديد مجموعة عوامل قبل عمل الأشكال الخاصة بالمكبس ومعاينة سمك بلاطة السيراميك، حيث تم أخذ القراءات من التقارير الشهرية وهي 30 عينة تتكون من 4 مشاهدات لسمك بلاط السيراميك الأرضي والحائطي، والسمك المستهدف لبلاطة السيراميك الأرضي (9.4 ملم) ولبلاطة السيراميك الحائطي (9.2 ملم)، وإن الأداة المستخدمة في قياس

سمك بلاط السيراميك هي القدمة ذات الورنية الموضحة بالشكل (3) التي تستخدم لقياس الأحجام والسماكة، وتم أخذ 30 عينة في شهر أبريل 2021 م، والجدول (1) و(2) يبين جمع العينات وكيفية حسابات العناصر المطلوبة لحساب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية وكسر عدم التطابق، لسمك بلاطة الأرضي والحائطي على التوالي.

الشكل 3 القدمة ذات الورنية

الجدول1: جمع العينات لقياس سمك بلاط السيراميك الأرضي

S.D	X	X4	X3	X2	X1	المشاهدات
0.170783	9.075	9.3	9	8.9	9.1	1
0.216025	9.200	9.1	9.5	9	9.2	2
0.216025	9.200	9.3	9.2	9.4	8.9	3
0.170783	9.325	9.4	9.3	9.1	9.5	4
0.170783	9.225	9.4	9.2	9.3	9	5
0.129099	9.350	9.3	9.5	9.4	9.2	6
0.170783	9.225	9.3	9.2	9.4	9	7
0.238048	9.350	9.5	9.4	9	9.5	8
0.238048	9.150	9.4	9	9.3	8.9	9
0.238048	9.250	9	9.5	9.1	9.4	10
0.262996	9.225	9	9.4	9.5	9	11
0.262996	9.175	9.4	9	8.9	9.4	12
0.244949	9.200	9.5	9.3	9	9	13
0.221736	9.175	9.3	8.9	9.4	9.1	14
0.216025	9.200	9.5	9.1	9.2	9	15
0.221736	9.125	9.2	9.4	9	8.9	16
0.221736	9.225	9.3	9.1	9.5	9	17
0.238048	9.150	9.4	9	8.9	9.3	18
0.294392	9.200	8.9	9.4	9	9.5	19
0.208167	9.250	9.5	9.2	9.3	9	20
0.170783	9.325	9.5	9.1	9.4	9.3	21
0.221736	9.225	9.3	9	9.1	9.5	22
0.262996	9.125	8.9	9.3	8.9	9.4	23
0.221736	9.225	9.1	9.5	9	9.3	24
0.170783	9.325	9.3	9.1	9.4	9.5	25
0.170783	9.225	9.4	9.3	9.2	9	26
0.250000	9.175	9.2	9.5	8.9	9.1	27
0.208167	9.250	9.3	9	9.2	9.5	28
0.095743	9.275	9.2	9.4	9.3	9.2	29
0.182574	9.200	9.3	9.4	9.1	9	30
0.210217	276.625					

الجدول 2: جمع العينات وقياسات سمك بلاط السيراميك الحائطي

S.D	$\overline{X}$	X4	X3	X2	X1	المشاهدات
0.095743	9.275	9.2	9.3	9.2	9.4	1
0.216025	9.500	9.4	9.8	9.3	9.5	2
0.216025	9.500	9.6	9.5	9.7	9.2	3
0.095743	9.725	9.7	9.6	9.8	9.8	4
0.081650	9.600	9.7	9.5	9.6	9.6	5
0.129099	9.650	9.6	9.8	9.7	9.5	6
0.170783	9.525	9.6	9.5	9.7	9.3	7
0.150000	9.625	9.5	9.7	9.5	9.8	8
0.238048	9.450	9.7	9.3	9.6	9.2	9
0.170783	9.525	9.3	9.6	9.5	9.7	10
0.208167	9.550	9.5	9.6	9.8	9.3	11
0.238048	9.550	9.7	9.6	9.2	9.7	12
0.208167	9.550	9.8	9.6	9.3	9.5	13
0.221736	9.525	9.6	9.2	9.7	9.6	14
0.216025	9.500	9.8	9.4	9.5	9.3	15
0.221736	9.425	9.5	9.7	9.3	9.2	16
0.208167	9.550	9.6	9.5	9.8	9.3	17
0.262996	9.425	9.7	9.2	9.2	9.6	18
0.221736	9.625	9.7	9.7	9.3	9.8	19
0.141421	9.600	9.8	9.5	9.6	9.5	20
0.050000	9.625	9.6	9.6	9.7	9.6	21
0.141421	9.600	9.6	9.5	9.5	9.8	22
0.057735	9.250	9.2	9.3	9.2	9.3	23
0.216025	9.500	9.4	9.8	9.3	9.5	24
0.129099	9.650	9.6	9.5	9.7	9.8	25
0.170783	9.525	9.7	9.6	9.5	9.3	26
0.264575	9.450	9.5	9.8	9.2	9.3	27
0.208167	9.550	9.6	9.3	9.5	9.8	28
0.095743	9.575	9.5	9.7	9.6	9.5	29
0.129099	9.450	9.6	9.5	9.4	9.3	30
0.172491	285.850					

5 حساب معامل مقدرة العملية الإنتاجية

$$C_P = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

الجدول (3) يبين المواصفات القياسية المحلية المعتمدة لسمك السيراميك في قسم المكابس بمصنع السيراميك مصراته ليبيا، والتي سيتم استخدامها في قانون كسر عدم التطابق، وحساب مقدرة العملية.

الجدول3: المواصفات القياسية

المواصفات القياسية Standard Specifications	الحد الأعلى USL Upper Specifications Limit	الحد الأدنى LSL Lower Specification Limit
سمك السيراميك الحائطي	9.95	8.50
سمك السيراميك الأرضي	10.10	8.80

1.5 مقدرة العملية الإنتاجية للخط الحائطي

من الجدول الحد الأعلى لسمك السيراميك الحائطي USL = 9.95، والحد الأدنى لسمك السيراميك الحائطي LSL = 8.50، والانحراف المعياري من الجدول (1) = 0.210217 بالقانون الآتي:

$$\sigma = 0.210217$$

يمكننا حساب مقدرة العملية الإنتاجية كالآتي:

$$CP = \frac{9.95-8.50}{6\ (0.210217)}$$

$$C_P = 1.15$$

إن المقدرة أكبر من 1 هذا يدل على أنه احتمال إنتاج كمية قليلة جداً غير مطابقة للمواصفات وللتأكيد يمكننا تطبيق قانون كسر عدم التطابق كالتالي:

$$P(X=X) = P\left(Z < \frac{\bar{\bar{X}}-LSL}{\sigma}\right) + P\left(Z > \frac{USL-\bar{\bar{X}}}{\sigma}\right)$$

$$P(X=X) = P\left(Z < \frac{9.2208-8.5}{0.210217}\right) + P\left(Z > \frac{9.95-9.2208}{0.210217}\right)$$

ومن خلال جداول Z المرفقة في ملاحق الكتب الإحصائية نجد القيم المطلوبة.

$$P(X=X) = P\ (Z < 3.468) + P\ (Z < 3.429)$$

$$P = (1 - 0.9997) + (1 - 0.9997)$$

$$P = 0.0006$$

حيث احتمال إنتاج 600 قطعة من الإنتاج المعيب لكل مليون قطعة وهذا يعتبر احتمال إنتاج كميات كبيرة جداً مطابقة للمواصفات.

2.5 مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية للخط الأرضي

من الجدول الحد الأعلى لسمك السيراميك الأرضي USL = 10.10، والحد الأدنى لسمك السيراميك LSL = 8.80، والانحراف المعياري من الجدول (2) = 0.172491 بالقانون الآتي:

$$0.172491\sigma =$$

يمكننا حساب مقدرة العملية الإنتاجية كالآتي:

$$C_P = \frac{10.10-8.80}{6\ (0.172491)}$$

$$C_P = 1.25$$

إن المقدرة أكبر من 1 هذا يدل على أنه احتمال إنتاج كمية قليلة جداً غير مطابقة للمواصفات

وللتأكيد يمكننا تطبيق قانون كسر عدم التطابق كالتالي:

$$P(X=X) = P\left(Z < \frac{\bar{\bar{X}}-LSL}{\sigma}\right) + P\left(Z > \frac{USL-\bar{\bar{X}}}{\sigma}\right)$$

$$P(X=X) = P\left(Z < \frac{9.5283-8.80}{0.172491}\right) + P\left(Z > \frac{10.10-9.5283}{0.172491}\right)$$

ومن خلال جدول Z المرفق في ملاحق كتب الإحصاء نجد القيم المطلوبة.

$$P(X=X) = P\ (Z < 4.222) + P\ (Z > 3.314)$$

$$P = (1 - 0.9999) + (1 - 0.9995)$$

$$P = 0.0006$$

احتمال إنتاج 600 قطعة من الإنتاج المعيب لكل مليون قطعة وهذا يعتبر احتمال إنتاج كميات كبيرة جداً مطابقة للمواصفات.

كما تم حســـاب المقدرة الإنتاجية وكانت أكبر من 1 وهذا يدل على أنه حيث احتمال إنتاج 600 قطعة من الإنتاج المعيب لكل مليون قطعة للخط الأرضـــي وكذلك الحائطي، وهذا يعتبر احتمال إنتاج كميات كبيرة جداً مطابقة للمواصفات.

6 الاستنتاجات

مما سبق نستنتج أن:

نتائج حســـابات معامل مقدرة العملية الإنتاجية للبلاط الأرضـــي والحائطي كانت اكبر من الواحد وهذا يدل على أن هناك تكامل تام بين معدات الإنتاج من مواد خام وعمال والآلات وطرق تصنيع وبيئة عمل من اجل التقليل من احتمالية انتاج منتجات معيبة..

كما يؤكد ذلك حســاب كســر عدم التطابق والذي يشـير إلى احتمال إنتاج 600 قطعة معيبة في المليون قطعة يتم انتاجها..

7 التوصيات

نوصي بالآتي:

الاهتمام بنشر مفاهيم مؤشرات مقدرة العملية الإنتاجية للتأكد من تكامل أدوات العملية الإنتاجية لإنتاج منتجات خالية من العيوب باقل عدد ممكن.

كذلك حساب كسر عدم التطابق يؤكد ما تم التوصل إله من حسابات مؤشرات مقدرة العملية الإنتاجية.

8 المراجع

[1] المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني, الرياض. (2013). ميكانيكا إنتاج: ضبط الجودة..

[2] عبدالله، امل شيخ الدين محمد. (2017). *استخدام خرائط المراقبة الإحصائية لمراقبة العملية الإنتاجية*"، دراسة حالة مصنع دريم للمواد الغذائية، رسالة دكتوراه، جامعة الجزيرة ، السودان .

[3] سطاس، راتب . (1999). *دراسة مدى مطابقة السيراميك السوري إنتاج المعامل الحديثة للمواصفات القياسية السورية*، *مجلة جامعة دمشق*، 15 (*2*)، 9-45.

[4] الشبلي، طارق. (2002). *الجودة في المؤسسات الحديثة*، عمان: دار صفاء للنشر والتوزيع والطباعة.

[5] رضوان، محمد. (1971).*الضبط الإحصائي للجودة الإنتاج*، ط1،القاهرة: مصر .

[6] حمودة، عبدالمنعم. (1985). *تخطيط ومراقبة الإنتاج في الصناعة*، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية: مصر .

[7] محسن، عبد الكريم والنجار، صباح. (2012). *إدارة الإنتاج والعمليات*، ط4، الذاكرة للنشر والتوزيع، عمان: الأردن.

[8] د. محمد عيشوني، مقدرة العملية الصناعية، جامعة بغداد، قسم الهندسة الميكانيكية، الحائل العراق 2014 م.