قياس مقدرة العملية الإنتاجية لبعض العناصر الداخلة في تركيب الصلب GR40M بمصنع الصلب رقم 1 بالشركة الليبية للحديد والصلب

د. مصباح خريص معاتقي
Mosbah.kharis@yahoo.com
م. فاطمة جبريل ابوجبيرة
كلية الهندسة – جامعة مصراتة

الملخص:

تناولت هذه الدراسة قياس مقدرة العملية الإنتاجية لعدد خمسة عناصر داخلة في تركيب الصلب GR 40 M بمصنع الصلب رقم 1 بالشركة الليبية للحديد والصلب، واستخدمت المدرجات التكرارية لتمثيل البيانات المتحصل عليها من واقع سجلات الجودة بمعمل الصلب لعدد 25 عينة، حيث تكونت كل عينة من خمس مفردات مأخوذة من أفران القوس الكهربائي لإنتاج شهر للعناصر الخمس (الكربون، السيلكون، المنجنيز، الفسفور، الكبريت)، تم تحليلها في معمل الصلب رقم 1 باستخدام جهاز التحليل الطيفي.

وحيث إن مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية المقبول، يكون في المدى ما بين ($1< Cp < 1.33$)، فقد بينت الدراسة بأن مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية للعناصر الخمس، قد بين تفاوتًا فيما بينها، حيث وجد أن مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية لعناصر: الكربون والسيلكون والمنجنيز منخفض، حيث كان أقل من الواحد الصحيح، بينما مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية لعنصري الفسفور والكبريت كان مقبولاً حيث ساوى الواحد الصحيح، وهذا الانخفاض والارتفاع راجع لعدة أسباب أهمها: أن النسبة المضافة من هذه العناصر تكون فوق المطلوب، أو أن درجة حرارة التفاعل غير مناسبة، أو نتيجة لتآكل بطانة الفرن.

المقدمة:

في بداية القرن الثامن عشر، كانت المنشآت الصناعية تقوم بعمليات التفتيش على منتجاتها النهائية فقط، أما في الوقت الحاضر فإنها تقوم بتفتيش وفحص المواد الخام أو المواد النصف المصنعة، حيث إن التأكد من جودة هذه المواد مهم وضروري لجودة منتجها النهائي، كما يتم الفحص والتفتيش أثناء مراحل الإنتاج، إضافة للتفتيش ما بعد إنتاج المنتج، وذلك للتأكد من جودة المنتج النهائي قبل تسويقه للمستهلك، وللتفتيش بمختلف صوره أهمية بالغة في المجال الصناعي إذ أن التفتيش، والفحص على جودة المنتجات يعطي صورة واضحة على مدى مطابقة مواصفة هذا المنتج للمواصفات المتبعة.

إن التفتيش بطريقة أخذ العينات طريقة عملية يتم فيها التأكد من جودة المواد الداخلة للمنشأة الصناعية من مواد خام أو مواد نصف مصنعة، وكذلك يتم التفتيش أثناء مراحل الإنتاج، وذلك عن طريق أخذ عينات من المنتج وإجراء التحاليل اللازمة لها، والتي يتم على ضوئها اتخاذ قرار بقبول أو رفض الدفعة، مع التوصية بإجراء التعديلات اللازمة علي المنتج حتى يصبح مطابقا للمواصفات المتبعة.

وتعرف مقدرة العملية بأنها مقياس يتعلق بالدقة المحددة لعملية التصنيع، وتتأثر مقدرة العملية الإنتاجية بمجموعة من العوامل مثل المواد الأولية المستخدمة في العملية الإنتاجية، ومهارة العمال المنفذين للعملية، وكذلك أدوات القياس وأجهزة الفحص ومهارة القائمين بعملية القياس والفحص[1].

إن القدرة العملية لآلة أو عملية التصنيع هي الحد الأدنى من السماحية الذي من المتوقع أن تعمل به الآلة، ولا تنتج أي عيوب وفق المواصفات المتبعة[2].

ويجب مراقبة القدرة العملية للعملية الإنتاجية، بشكل مستمر بحيث يكون أي تباين في العملية ملحوظًا، ثم يتم تحديد التغير والعمل علي تلافيه بأسرع وقت ممكن للتقليل من كمية المنتجات المعيبة [3 ، 4 ، 5].

ويتم تحديد مقدرة العملية الإنتاجية من خلال المؤشر (Cp)، والذى يحسب طبقًا للمعادلة (1)[1]:

$$Cp = USL - LSL/6\sigma - - - (1)$$

حيث: USL= الحد الأعلى للمواصفة.

LSL= الحد الأدنى للمواصفة.

σ = الانحراف المعياري.

$$\sigma = \sqrt{\sum fx^2 \div N - (\sum fx \div N)^2} \quad ----(2)$$

حيث: N – عدد البيانات f– التكرار.

وتوجد عدة طرق لمراقبة مقدرة العملية الانتاجية من أهمها: المدرجات التكرارية، لوحات ضبط الجودة، وورق الاحتمال الطبيعي.

مشكلة الدراسة:

تتلخص مشكلة الدراسة في عدم التطابق بين بعض من نسب العناصر الداخلة في تركيب الصلب GR 40 M المنتج بمصنع الصلب رقم 1 وبطريقة أفران القوس الكهربائي مع المواصفات المطبقة.

أهداف الدراسة:

1- التعرف إلى العناصر الداخلة في تركيب الصلب GR 40 M.

2- إبراز أهمية قياس مقدرة العملية الإنتاجية بالمصنع للاستفادة منها في تحديد أوجه الحيود عن المواصفات المتبعة وللتحسين من جودة المنتجات وتقليل كلفة الإنتاج.

منهجية الدراسة:

اعتمدت منهجية هذه الدراسة على جمع قراءات لعدد 25 عينة من سجلات معمل الصلب، تتألف كلٌ منها من 5 مفردات لكل عنصر: (الكربون، السيلكون، المنجنيز، الفسفور، الكبريت) من فرن القوس الكهربائي وحلة المعالجة، تم تحليلها بواسطة جهاز التحليل الطيفي بمعمل الصلب.

أما البرنامج الإحصائي المستخدم لتحليل هذه القراءات وتمثيل البيانات فهو برنامج الأكسل، والذي تم بواسطته إعداد الجداول للبيانات ورسم المدرجات التكرارية، والتي من خلالها تم حساب الانحراف المعياري ومؤشر مقدرة العملية الإنتاجية للعناصر الخمس.

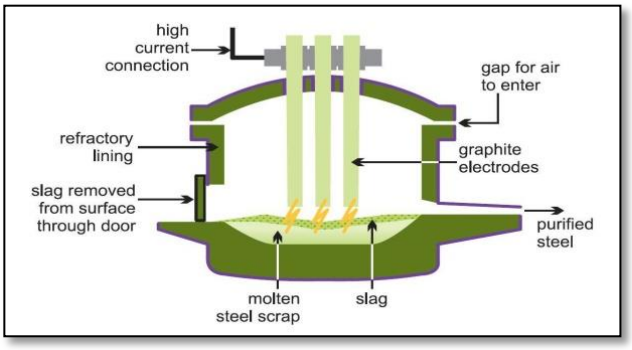
نبذة عن مصنع الصلب رقم 1 بالشركة:

يضم مصنع الصلب رقم 1 بالشركة الليبية للحديد والصلب ثلاثة أفران قوس كهربائي، ومحطة معالجة، وآلتي صب مستمر، ومعمل لإجراء التحاليل والاختبارات اللازمة، وصمم هذا المصنع لإنتاج 630.000 طن سنويا من الكتل والعروق، وهي منتجات شبه نهائية.

1- فرن القوس الكهربائي:

فرن القوس الكهربائي عبارة عن أسطوانة من الصلب تسع 90-100 طن من الصلب السائل، مبطنة بطوب الماجنزيت وهو طوب قاعدي، وتم استخدامه نظرًا لأن الأكاسيد المتكونة أثناء الصهر تكون حامضية، وللفرن غطاء يحتوي على نظام تبريد، كما يحتوي غطاء الفرن علي ثلاث فتحات تدخل منها ثلاثة أقطاب كربونية. ويوجد علي جانبي الفرن فتحة وميزاب للصب، والفرن مزود بجهازي أرجحة وإمالة، وبالتالي يتم إمالة الفرن للخلف بزاوية (15^{O}) لصب الخبث، ثم إمالته للأمام بزاوية (45^{O}) لصب الصلب المصهور و(الشكل1) يبين تركيب فرن القوس الكهربائي، وتتألف شحنة الفرن من (70%-85%) حديد إسفنجي، وتضاف الخردة للفرن بنسبة تتراوح ما بين (20-25 %)، ويضاف كذلك الحجر الجيري للمحافظة علي بطانة الفرن القاعدية من التآكل نتيجة تفاعلها مع الوسط الحامضي بالفرن، وتضاف السبائك المعدنية الآتية للفرن[6]:

Fe-Si (17-23% Fe,2-3% C,75-80% Si)
Fe-C (1-2% Ash, 98-99% C
Fe-Mn (18-23% Fe, 7% C, 70-75% Mn)



الشكل رقم (1) فرن القوس الكهربائي

2- وحدة التحليل الطيفي:

تختص وحدة التحليل الطيفي بالعينات التي تأتي من فرن القوس الكهربائي وحلة المعالجة عن طريق الأنابيب الهوائية والتي يبلغ عددها أربعة أنابيب (أنبوبان خاصان بالأفران، وآخران خاصان بحلة المعالجة)، ويتم أخذ ثلاث عينات من كل حمية (اثنان من الفرن الكهربائي وأخرى من حلة المعالجة). يتم إعداد العينة وذلك بجلخ وصنفرة أحد الأوجه، بزمن لا يتعدى دقيقة واحدة، ثم يتم حرقها في جهاز التحليل الطيفي، الذي يعطي نتيجة نسبة (18) عنصراً في أقل من دقيقة، وتتلخص فكرة عمل جهاز التحليل الطيفي في الآتي:

1- توضع العينة على لوحة التثبيت حيث يكون الوجه المصقول للأسفل باتجاه الإلكترود.

2- في وجود جو مخلخل وخامل من غاز الأرجون، والذي تصل درجة نقائه إلى (99.998%) تحدث شرارة كهربائية بين الإلكترود وسطح العينة المصقول محدثة حرقًا بسيطًا في سطح العينة.

3- بسبب هذا الاحتراق تقفز إلكترونات ذرة الحديد من المستوى الأقل طاقة إلى المستوى الأعلى طاقة، وهذا ما يؤدي إلى زيادة طاقة الذرة، وبالتالي عدم استقرارها، ولكي تصبح الذرة مستقرة فإنها تتخلص من الطاقة الزائدة بأن ترجع الإلكترونات إلى مستواها الأصلي مطلقة كمية هائلة من الطاقة تكون على هيئة أشعة (فوتونات).

4- تسقط الأشعة على العدسة المقعرة، وحيث إنه لكل شعاع (فوتون) طول موجي معين يتراوح ما بين (170-800 Nm)، فإن العدسة المقعرة تعكس كل فوتون لوحده إلى مرآة مستوية خاصة به، ومنها إلى الأنبوب الضوئي الذي يحول الشعاع (الفوتون) إلى قراءة تظهر بجهاز الحاسوب [6] و(الشكل 2) يمثل جهاز التحليل الطيفي.

الشكل (2) جهاز التحليل الطيفي

التطبيق العملي لقياس مقدرة العملية الإنتاجية للعناصر الخمس.

تم تدوين 625 قراءة من سجلات الجودة بمعمل الصلب لصلب GR 40M خلال شهر من الإنتاج لتحاليل العناصر الكيمائية (الكربون (C)، السيلكون (Si)، المنجنيز (Mn)، الفوسفور، (P) الكبريت (S)). وذلك بأخذ 25 عينة، وتكونت كل عينة من خمس مفردات، وبالتالي يكون لكل عنصر كيميائي 125 قراءة، وقورنت نتائج التحاليل للعناصر الخمس بالمواصفة ASTM A 615/A ، وحسب هذه المواصفة تكون نسب العناصر الخمس للصلب GR 40M كما بالجدول (1).

الجدول رقم (1) التركيب الكيميائي للعناصر الداخلة في تركيب الصلب GR 40M [7]

يستخدم لنوعية حديد التسليح	التركيب الكيميائي %					نوعية الصلب
عادي D12, D14, D16	S max.	P max.	Si	Mn	C	GR 40M ASTM A615
	0.04	0.04	0.15–0.25	0.70–0.80	0.30–0.35	

استخدمت في هذه الدراسة المدرجات التكرارية لتمثيل البيانات المتحصل عليها وحساب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية للعناصر الخمس.

1- حساب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية لعنصر الكربون:

من القراءات المتحصل عليها من جهاز التحليل الطيفي لنسب عنصر الكربون والمدونة بالجدول (2) تم رسم المدرج التكراري (الشكل3) وحساب الانحراف المعياري (σ) باستخدام المعادلة رقم (1) ومؤشر مقدرة العملية الإنتاجية (Cp) باستخدام المعادلة رقم (2) لهذا العنصر.

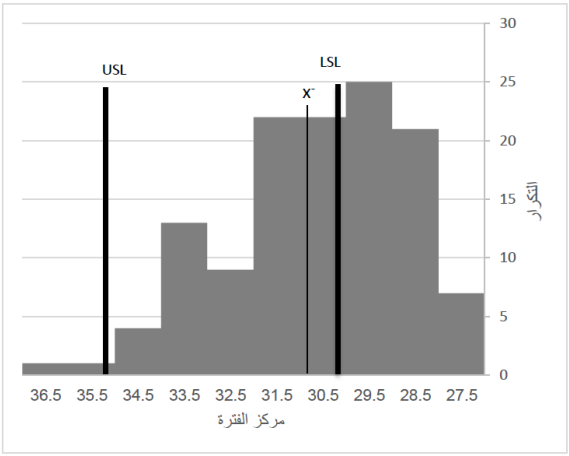
الجدول رقم (2) بيانات نسب عنصر الكربون

حدود الفئة	مركز الفترة (x)	التكرار f	x^2	f x	fx^2
28-27	27.5	7	756.25	192.5	5293.75
29-28	28.5	21	812.25	598.5	17057.25
30-29	29.5	25	870.25	737.5	21756.25
31-30	30.5	22	930.25	671	20465.5
32-31	31.5	22	992.25	693	21829.5
33-32	32.5	9	1056.25	292.5	9506.25
34-33	33.5	13	1122.25	435.5	14589.25
35-34	34.5	4	1190.25	138	4761
36 -35	35.5	1	1260.25	35.5	1260.25
37-36	36.5	1	1332.25	36.5	1332.25
			المجموع	3830.5	117851.25

$$\sigma = 1.94$$

$$CP=0.00430$$

بما أن مؤشر مقدرة العملية الانتاجية أقل من الواحد الصحيح، وبالتالي فإن العملية تكون مقدرتها منخفضة.



الشكل رقم (3) المدرج التكراري لبيانات نسب عنصر الكربون

من (الشكل 3) يتضح أن العملية الإنتاجية تشتتها كبير، ومتوسطها مزاح قليلاً في اتجاه الحد الأدنى للمواصفة، ويلاحظ من الشكل وجود نسبة من الإنتاج خارج الحد الأعلى للمواصفة، وتقدر بحوالي 22.4%، إضافة لوجود نسبة من الإنتاج أقل من الحد الأدنى للمواصفة تقدر بحوالي 1.6%.

حساب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية لعنصر السيلكون:

من القراءات المتحصل عليها من جهاز التحليل الطيفي لنسب عنصر الكربون والمدونة بالجدول (2) تم رسم المدرج التكراري (الشكل 3)، وحساب الانحراف المعياري (σ) باستخدام المعادلة رقم (1)، ومؤشر مقدرة العملية الإنتاجية (Cp) باستخدام المعادلة رقم (2) لهذا العنصر.

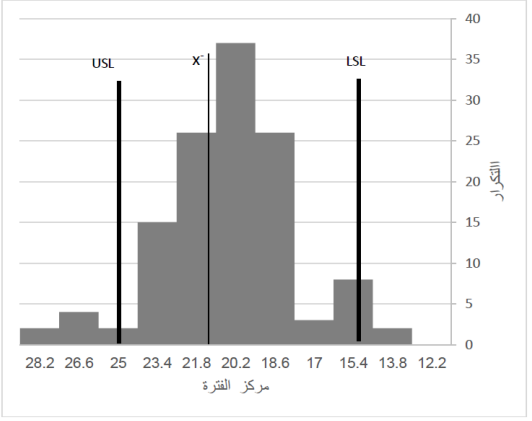
الجدول رقم (3) بيانات نسب عنصر السيلكون

حدود الفئة	مركز الفترة (x)	التكرار f	x^2	fx	fx^2
13–11.4	12.2	0	0	0	0
14.6–13	13.8	2	190.44	27.6	380.88
16.2–14.6	15.4	8	237.16	123.2	1897.28
17.8–16.2	17	3	289	51	867
19.4–17.8	18.6	26	345.96	483.6	8994.96
21–19.4	20.2	37	408.04	747.4	15097.48
22.6–21	21.8	26	475.24	566.8	12356.24
24.2–22.6	23.4	15	547.56	351	8213.4
25.8–24.2	25	2	625	50	1250
27.4–25.8	26.6	4	707.56	106.4	2830.24
29–27.4	28.2	2	795.24	56.4	1590.48
			المجموع	53477.96	2563.4

$$\sigma = 2.69$$

$$Cp=0.0062$$

بما أن مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية أقل من الواحد الصحيح، وبالتالي فإن العملية تكون مقدرتها منخفضة.



الشكل رقم (4) المدرج التكراري لبيانات نسب عنصر السيلكون

من (الشكل 4) يتضح أن العملية الإنتاجية تشتتها كبير، ومتوسطها مزاح قليلاً في اتجاه الحد الأدنى للمواصفة، ويلاحظ من الشكل وجود نسبة من الإنتاج خارج الحد الأعلى للمواصفة وتقدر بحوالي 4.8%، إضافة لوجود نسبة من الإنتاج أقل من الحد الأدنى للمواصفة تقدر بحوالي 1.6%.

2- حساب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية لعنصر المنجنيز:

من القراءات المتحصل عليها من جهاز التحليل الطيفي لنسب عنصر المنجنيز والمدونة بالجدول (4) تم رسم المدرج التكراري (الشكل 5)، وحساب الانحراف المعياري (σ) باستخدام المعادلة رقم (1)، ومؤشر مقدرة العملية الانتاجية (Cp) باستخدام المعادلة رقم (2) لهذا العنصر.

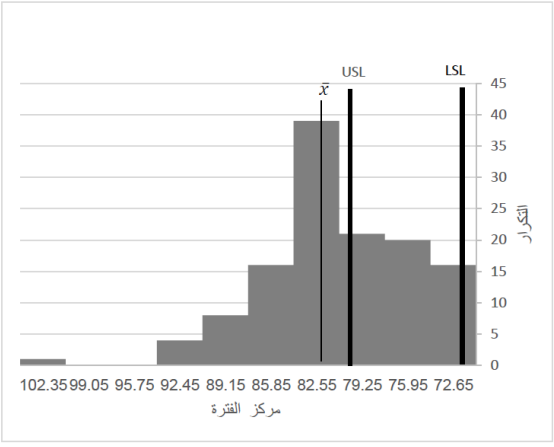
الجدول رقم (4) بيانات نسب عنصر المنجنيز

حدود الفئة	مركز الفترة (x)	التكرار f	x^2	fx	fx^2
71- 74.3	72.65	16	5278	1162.4	84448
74.3- 77.6	75.95	20	5768	1519	115368
77.6-80.9	79.25	21	6280	1664.25	131891
80.9-84.2	82.55	39	6814	3219.45	265765
84.2-87.5	85.85	16	7370	1373.60	117923
87.5-90.8	89.15	8	7948	713.20	63582
90.8-94.1	92.45	4	8547	369.80	34188
94.1-97.4	95.75	0	9168	0	0
97.4-100.7	99.05	0	9811	0	0
100.7-104	102.35	1	10475	102.35	10475
	المجموع			10124.05	823640

$$\sigma = 5.42$$

Cp=0.0031

بما أن مؤشر مقدرة العملية الانتاجية أقل من الواحد الصحيح، وبالتالي فإن العملية تكون مقدرتها منخفضة.



الشكل رقم (5) المدرج التكراري لبيانات نسب عنصر المنجنيز

من (الشكل 5) يتضح أن العملية الانتاجية تشتتها كبير، ومتوسطها مزاح قليلاً في اتجاه الحد الأدنى للمواصفة، ويلاحظ من الشكل وجود نسبة من الإنتاج خارج الحد الأعلى للمواصفة تقدر بحوالي 54.4%.

3- حساب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية لعنصر الفسفور:

من القراءات المتحصل عليها من جهاز التحليل الطيفي لنسب عنصر الفسفور والمدونة بالجدول (5) تم رسم المدرج التكراري (الشكل 6)، وحساب الانحراف المعياري (σ) باستخدام المعادلة رقم (1)، ومؤشر مقدرة العملية الإنتاجية (Cp) باستخدام المعادلة رقم (2) لهذا العنصر.

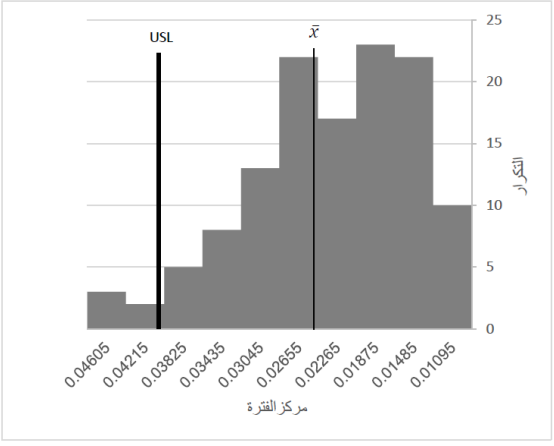
الجدول رقم (5) بيانات نسب عنصر الفسفور

حدود الفئة	مركز الفترة (x)	التكرار f	x2	fx	fx2
0.0129 – 0.009	0.01095	10	0.0001199	0.1095	0.001199
0.0168 – 0.0129	0.01485	22	0.0002205	0.3267	0.004851
0.0207 – 0.0168	0.01875	23	0.0003516	0.43125	0.008081
0.0246 – 0.0207	0.02265	17	0.0005130	0.38505	0.008721
0.0285 – 0.0246	0.02655	22	0.0007049	0.5841	0.01550
0.0324 – 0.0285	0.03045	13	0.0009272	0.39585	0.01205
0.0363 – 0.0324	0.03435	8	0.0011799	0.2748	0.00943
0.0402 – 0.0363	0.03825	5	0.0014630	0.19125	0.00731
0.0441 – 0.0402	0.04215	2	0.0017766	0.0843	0.00355
0.048 – 0.0441	0.04605	3	0.0021206	0.13815	0.00636
			المجموع	2.92095	0.077052

$$\sigma = 0.00839$$

$$Cp = 0.8 \cong 1$$

بما أن مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية ساوى الواحد الصحيح تقريبًا، وبالتالي فإن العملية تكون مقدرتها مقبولة.



الشكل رقم (6) المدرج التكراري لبيانات نسب عنصر الفسفور

من الشكل (6) يتضح أن العملية الإنتاجية تشتتها كبير، ومتوسطها مزاح قليلاً في اتجاه الحد الأدنى للمواصفة، ويلاحظ من الشكل وجود نسبة من الإنتاج خارج الحد الأعلى للمواصفة تقدر بحوالي 4%.

4- حساب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية لعنصر الكبريت:

من القراءات المتحصل عليها من جهاز التحليل الطيفي لنسب عنصر الفسفور والمدونة بالجدول (6) تم رسم المدرج التكراري (الشكل 7)، وحساب الانحراف المعياري (σ) باستخدام المعادلة رقم (1)، ومؤشر مقدرة العملية الإنتاجية (Cp) باستخدام المعادلة رقم (2) لهذا العنصر.

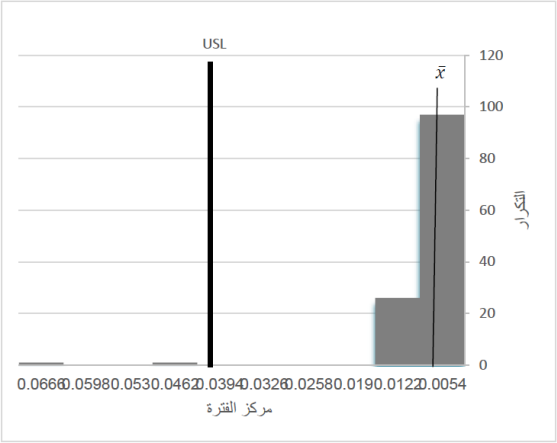
الجدول رقم (6) بيانات نسب عنصر الكبريت

حدود الفئة	مركز الفترة (x)	التكرار f	x2	fx	fx2
0.0088 – 0.002	0.0054	97	0.00002916	0.5238	0.0028285
0.0156 – 0.0088	0.0122	26	0.000148	0.3172	0.003848
0.0224 – 0.0156	0.019	0	0.000361	0	0
0.0292 – 0.0224	0.0258	0	0.000665	0	0
0.036 – 0.0292	0.0326	0	0.00162	0	0
0.0428 – 0.036	0.0394	0	0.001552	0	0
0.0496 – 0.0428	0.0462	1	0.002134	0.0462	0.002134
0.0564 – 0.0496	0.053	0	0.00281	0	0
0.0632 – 0.0564	0.0598	0	0.003576	0	0
0.07 – 0.0632	0.0666	1	0.00443	0.0666	0.00443
			المجموع	0.9538	0.0132405

$$\sigma = 0.0069$$

$$Cp = 0.966 \cong 1$$

بما أن مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية ساوى الواحد الصحيح تقريباً، وبالتالي فإن العملية تكون مقدرتها مقبولة.



الشكل رقم (7) المدرج التكراري لبيانات نسب عنصر الكبريت

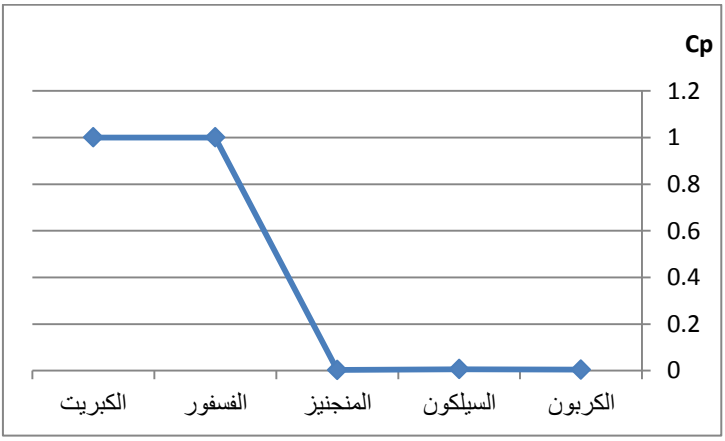
من (الشكل 7) يتضح أن العملية الإنتاجية تشتتها كبير، ومتوسطها مزاح قليلاً في اتجاه الحد الأدنى للمواصفة، ويلاحظ من الشكل وجود نسبة من الإنتاج خارج الحد الأعلى للمواصفة تقدر بحوالي 1.6%.

الاستنتاجات:

من خلال دراسة مقدرة العملية الإنتاجية للعناصر الخمس الداخلة في تركيب الصلب (GR40M) وجد أن مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية لعناصر الكربون، السيلكون، المنجنيز منخفضة وأقل من الواحد الصحيح، في حين أن مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية لعنصري الفوسفور والكبريت ساوى الواحد الصحيح، وهو يعدُّ مؤشرًا مقبولاً، ويرجع هذا الانخفاض في مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية للعناصر لعدة أسباب: من أهمها أنّ النسبة المضافة من هذه العناصر تكون فوق المطلوب، أو أن درجة حرارة التفاعل تكون غير مناسبة، أو نتيجة لتآكل بطانة الفرن، و(الجدول 7) يمثل خلاصة نتائج مقدرة العملية الإنتاجية للعناصر الخمس أما (الشكل8) فيبيّن مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية للعناصر الخمس.

الجدول رقم (7) خلاصة نتائج مقدرة العملية الإنتاجية للعناصر الخمس

العنصر	المؤشرات الإحصائية	
	المدرج التكراري	مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية Cp
الكربون	النسبة الخارجة عن حدود المواصفة %24	0.00430 المقدرة الإنتاجية منخفضة
السيلكون	النسبة الخارجة عن حدود المواصفة %6.4	0.0062 المقدرة الإنتاجية منخفضة
المنجنيز	النسبة الخارجة عن حدود المواصفة %54.4	0.0031 المقدرة الإنتاجية منخفضة
الفسفور	النسبة الخارجة عن حدود المواصفة 4%	1.00 المقدرة الإنتاجية مقبولة
الكبريت	النسبة الخارجة عن حدود المواصفة %1.6	1.00 المقدرة الإنتاجية مقبولة



الشكل رقم (8) مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية للعناصر الخمس

التوصيات:

1- ضرورة تحديد الأسباب التي أدّت إلى انخفاض مقدرة العملية الإنتاجية، والعمل على معالجتها.

2- ضرورة استخدام الأساليب الإحصائية المختلفة مثل لوحات ضبط الجودة، المدرجات التكرارية، وورق الاحتمال لحساب مقدرة العملية الإنتاجية بالمصنع.

المصـــادر والمراجع

1- إسماعيل القزاز وعادل عبد المالك، ضبط الجودة بين النظرية والتطبيق، ط 1، 1997م.

2- Jamal, A., Sarker,B R.& Mondal,S.2004.Optimal manufacturing batch size with rework process at a single-stage production system. Journal of Computers & Industrial Engineering, 47(1) ,77-89.

3- Chen, K.-S., Huang, M. & Li, R. 2001. Process capability analysis for an entire product. International Journal of Production Research,39(17),4077-4087.

4- Chen, K.-S., Hsu, C.-H. & Wu, C.C.2006.Process capability analysis for a multi-process product. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology,27(11),1235-1241.

5- Ngoi, B. & Sreejith, P. 2000.Ductile regime Finish a chining-A review. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology,16, 547-550.

6- Iron and Steel Making Manual. 1988.Libyan Iron& Steel Company.

7- ASTM A615 / A615M - 16 Standard Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete Reinforcement, 2001.