JOURNAL OF ENGINEERING RESEARCH AND APPLIED SCIENCES (JERAS)
10th Edition – September 2022, (Hoon – Libya), **ISSN 2414-6515**

تشخيص مسببات الانحراف في جودة الإنتاج
(دراسة تطبيقية بخط الدرفلة الطولية بالشركة الليبية للحديد والصلب بمصراتة)

منصور سالم زغينين* فرج علي أبوليفة علي أحمد أبوحجر

كلية التقنية الصناعية، قسم الهندسة الصناعية، مصراتة، ليبيا
*manszn@yahoo.co.uk

الملخص
إن نجاح المؤسسات الصناعية لا يتأتى إلا بوجود إدارات ناجحة داخل هذه المؤسسات تؤسس لنظام جودة فعال يعتمد على استخدام الأساليب العلمية ويسهم في تحسين ورفع جودة منتجاتها والذي بدوره ينعكس إيجابياً على تقليل تكاليف الجودة وزيادة الأرباح وعلى رضا الزبون. يهدف هذا البحث لتشخيص مسببات الانحراف في جودة الإنتاج بخط الدرفلة الطولية بالشركة الليبية للحديد والصلب بمصراتة وذلك بتطبيق بعض الأساليب الإحصائية على البيانات المجمعة من قسم الجودة والمتعلقة بالعيوب المتداولة بالخط، هذه البيانات تنقسم إلى بيانات كمية تتعلق بكميات الإنتاج المعيب، وبيانات غير كمية تتعلق بالعيوب التي تظهر على منتوجات المصنع. حيث استخدام مخطط باريتو للتعرف على العيوب المؤثرة (القلة المؤثرة) والتي تمثل 94 %من إجمالي العيوب قيد الدراسة، واستخدام مخطط السبب والنتيجة لتحديد مسببات هذه العيوب، واستخدم برنامج (Microsoft Excel)لتبويب البيانات في حين استخدم البرنامج الإحصائي (Minitab)لرسم مخطط باريتو كونه أحد البرامج التي تعمل في بيئة نظام Windows والتي تستخدم في مجال الاحصاء والرياضيات وترجع أهمية هذا البرنامج في سهولة الاستخدام وإدخال البيانات. وقد إتضح من مخطط باريتو أن العيوب المؤثرة (القلة المؤثرة) والتي تمثل 94 %من إجمالي العيوب هي على التوالي :عيب النقص في ارتفاع النتوءات الطولية، عيب عدم تطابق المقطع، عيب الزيادة في وزن المتر الطولي، عيب الزيادة في ارتفاع النتوءات الطولية، كما اتضح من مخططات السبب والنتيجة أن أغلب المسببات الرئيسية للعيوب تكمن في الآلات وطريقة العمل وليست في المواد الخام والعمالة، الأمر الذي يتطلب التركيز على العيوب المؤثرة (القلة المؤثرة) وبذل جهود أكبر لتحليلها والعمل على إيجاد الحلول لها، واستخدام البرمجيات التي تساعد على مراقبة وضبط الجودة وذلك لسرعتها ودقتها في الحصول على النتائج مما يساعد الإدارة على اتخاذ الإجراءات التصحيحية في أسرع وقت.

1. مقدمة
إن مفهوم الجودة تطور خلال عقود القرن العشرين حيث كانت البداية باستخدام أساليب التفتيش الفعالة من أجل التفتيش على المنتج النهائي لتحديد الوحدات المعابة، واستمر مفهوم الجودة بالتطور وصولاً إلى المرحلة الحالية ألا وهي مرحلة سعي المؤسسات لتحقيق رضا الزبون، وللوصول إلى هذه المرحلة فإن هذه المؤسسات تواجه العديد من التحديات نتيجة التغيرات والتطورات خاصة في ظل العولمة واقتصاد السوق، الشيء الذي زاد من حدة المنافسة بين هذه المؤسسات، وما تفرضه هذه المنافسة من ضرورة اتباع الأساليب العلمية للرفع من مستوى الأداء والاستفادة من التقنيات الحديثة للوصول إلى تقديم منتج أو خدمة قادرة على الصمود أمام البدائل المنافسة خاصة وأن الزبون أصبح أكثر وعياً في الحصول على منتج أو خدمة متميزة. وفي ظل هذه التحديات ليس هناك أمام هذه المؤسسات إلا إتباع الأساليب العلمية في الإدارة لمواجهة الظروف التي أصبحت أكثر تعقيداً وغموضاً، ويتمثل ذلك في الاعتماد على الإدارة والاهتمام بالجودة حتى يمكنها استخدام الموارد بشكل أمثل وتحقيق ميزة تنافسية على المستوى المحلي والعالمي .

2. المفاهيم الأساسية لضبط وتأكيد الجودة
1.2 مفهوم الجودة
رغم المحاولات العديدة لتقديم تعريف لمفهوم الجودة إلا أن هناك بعض التعريفات التي فرضت نفسها وذلك لما اتصفت به من موضعية وتعبير دقيق عن المفهوم ومن أهم هذه التعريفات ما يلي:
يرى إيشيكاوا (Ishikawa) أن الجودة قد يتسع مداها لتشتمل على جودة العمل، وجودة الخدمة، وجودة المعلومات والتشغيل، وجودة الناس، وجودة الشركة وجودة الأهداف وغيرها، مما يجعل مراقبة الجودة وأبعادها المتعددة من الأدوات الأساسية لتحقيق الأهداف المنشودة [1].
أما جوران (Joran)فقد اقترح أن للجودة مفهومين مكملان لبعضهما؛ أحدهما يركز على فكرة التخلص من العيوب، والآخر يعرف الجودة من ناحية خصائص وصفات المنتج [1].
بينما يؤكد ديمنج (Deming) أن الجودة عبارة عن "تخفيض مستمر للخسائر وتحسين مستمر للجودة في جميع النشاطات، ويمكن أن تتحقق عن طريق تحسين العملية التي تؤدي إلى زيادة الإنتاجية بوقت أقل "[2].

وتعرفها المنظمة الدولية للتقييس (ISO) بأنها "الخصائص الكلية لكيان (نشاط، أو عملية، أو سلعة، أو خدمة، أو منظمة، أو نظام، أو فرد، أو مزيج منها) التي تنعكس في قدرته على إشباع حاجات صريحة أو ضمنية" [3].

أما الجمعية الأمريكية لضبط الجودة فقد عرفت الجودة بأنها: "مجموعة من المزايا وخصائص المنتج أو الخدمة القادرة على تلبية حاجات المستهلكين". [1]

في حين أن المنظمة الأوروبية لضبط الجودة عرفت الجودة بأنها "مجموعة الخصائص والمميزات التي تجعل المنتوج قادراً على الايفاء بحاجة معينة، وأكدت على أن جودة المنتجات المصنعة تعتمد بشكل أساسي على جودة التصميم وجودة التصنيع "[4]

ومن خلال التعاريف السابقة يمكن النظر إلى الجودة من خلال ثلاثة زوايا، ترتبط الأولى بجودة التصميم وهي مواصفات الجودة التي توضع عند تصميم المنتج أو الخدمة، وترتبط الثانية بجودة المطابقة وهي تطابق المواصفات المتحققة خلال العملية الإنتاجية نفسها، وترتبط الثالثة بجودة الأداء والتي تظهر للمستهلك عند الاستعمال الفعلي للمنتج، إضافة إلى ضرورة التركيز على الجودة أثناء تقديم هذه السلع والخدمات إلى العملاء وهو ما يعرف بجودة خدمة العملاء [5].

2.2 التطور التاريخي للجودة[6]

بدأت الجودة منذ عهد القدماء المصريين والإغريق والرومان وتطورت في العصور الوسطى وفي العصر الحديث مع الثورة الصناعية واختراع الآلات، ومنذ بداية القرن العشرين وحتى عام 1920 ظهرت إسهامات لبعض المفكرين من أمثال فردريك تايلور الأمريكي، ثم مرت الجودة بعد ذلك بأربع مراحل هي:

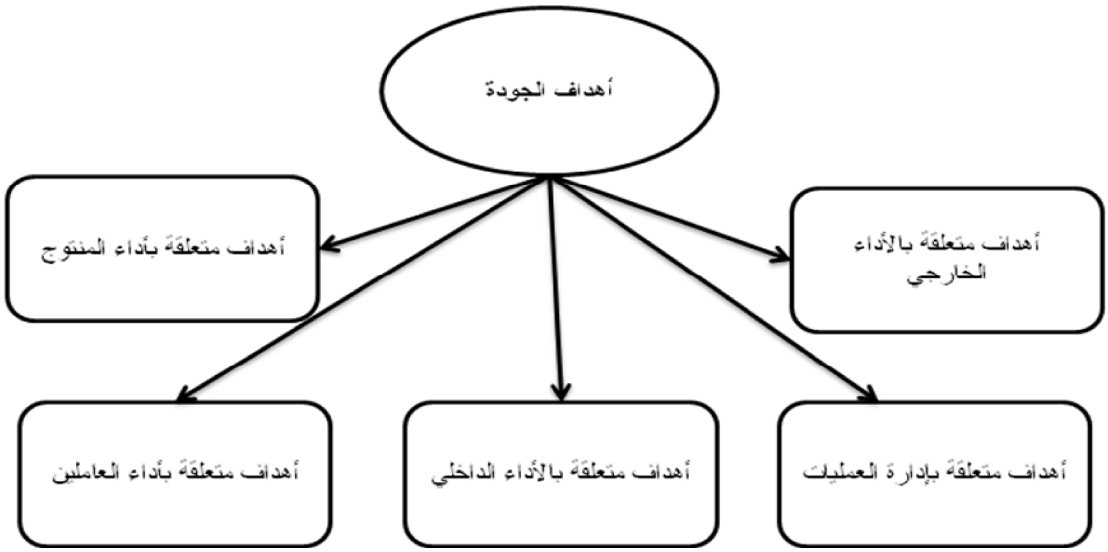
- مرحلة التفتيش أو الفحص Inspection (1920 - 1940)، حيث اهتمت باكتشاف الأخطاء في المنتج وعلاجها دون السعي لمنع حدوث الأخطاء.
- مرحلة مراقبة الجودة Quality Control (1940 - 1968)، تهدف إلى منع وتقليل نسب المعيب في المنتجات باستخدام الطرق الاحصائية.
- مرحلة تأكيد الجودة Quality Assurance (1968 – 1985)، ركزت على منع حدوث الأخطاء أثناء التصنيع.
- مرحلة إدارة الجودة الشاملة Total Quality Management (TQM) (1985 وحتى الآن)، حيث أدى منهج إدارة الجودة الشاملة إلى تغيير جذري في مفهوم جودة الناتج لتصبح أداة للإدارة بدلاً من كونها أداة للرقابة ولتمثل وضع تخطيط استراتيجي للمشروع يضمن حشد كافة الجهود لتحقيق أهداف محددة في ضوء رغبات وتوقعات العملاء مع إحداث تحسين مستمر في إدارة المشروع من خلال مشاركة جميع العاملين على كافة المستويات.

3.2 أهداف الجودة[6]

- أهداف تخدم ضبط الجودة وهي التي تتعلق بالمعايير التي ترغب المؤسسة في المحافظة عليها، حيث تصاغ هذه المعايير على مستوى المؤسسة ككل، وذلك باستخدام متطلبات ذات مستوى أدنى تتعلق بصفات مميزة مثل الأمان وإرضاء الزبون.
- أهداف تحسين الجودة وهي غالباً ما تنحصر في الحد من الأخطاء وتطوير منتجات وخدمات جديدة ترضي العملاء بفاعلية أكبر.

ومن هنا يمكن تصنيف أهداف الجودة بنوعيها إلى خمسة فئات كما موضحة بالشكل (1).

- أهداف الأداء الخارجي للمؤسسة ويتضمن الأسواق والبيئة والمجتمع.
- أهداف الأداء للمنتوج أو الخدمة وتتناول حاجات العملاء والمنافسة.
- أهداف العمليات وتتناول مقدرة العمليات وفاعليتها وقابليتها للضبط.
- أهداف الأداء الداخلي وتتناول مقدرة المؤسسة وفاعليتها ومدى استجابتها للتغيرات في محيط العمل.
- أهداف الأداء للعاملين وتتناول المهارات والقدرات والتحفيز وتطوير العاملين.



شكل 1 أهداف الجودة [6]

4.2 مفهوم ضبط الجودة

عرف جوران ضبط الجودة بأنها "العملية التي يقاس من خلالها الأداء النوعي الفعلي ويقارن مع مواصفة ويتخذ اجراء تصحيحي عند وجود فرق بينهما"[1]، أما بسترفيلد فقد عرف ضبط الجودة بأنها "عملية تنظيم النشاطات التي تقيس أداء المنتوج ومقارنته مع مواصفة معينة ومواصلة متابعة الاجراءات التصحيحية بغض النظر عن محل حدوث هذه النشاطات"[2]. في حين عُرفت ضبط الجودة من قبل المنظمة الأوروبية لضبط الجودة بأنها "نظام لبرمجة وتنسيق فعاليات المجموعات المختلفة في المؤسسة، للمحافظة على الجودة أو تحسينها لمستوى اقتصادي أفضل"[1]. أما الجمعية الأمريكية لضبط الجودة فعرفت ضبط الجودة بأنها "التقنيات التشغيلية والنشاطات التي تدعم جودة المنتوج، أو الخدمة التي تفي بحاجة معينة"[1].

5.2 فوائد ضبط الجودة [6]

تنقسم هذه الفوائد إلى فوائد داخلية على مستوى الشركة وفوائد تتعدى حدود الشركة إلى خارجها ووضعها في السوق.

1.5.2 الفوائد الداخلية لضبط الجودة

- تحسين جودة المنتجات وزيادة انتاجية الشركات.
- انخفاض أسعار المنتجات للمنافسة في السوق.
- زيادة حصة الشركة في السوق، وبالتالي زيادة الأرباح التي تحققها الشركة.

2.5.2 الفوائد الخارجية لضبط الجودة

- زيادة رضا المستهلك عن منتجات الشركة.
- الإقبال المتكرر على شراء منتجات الشركة.
- زيادة حصة الشركة في السوق.
- زيادة الأرباح التي تحققها الشركة.

وعلى الجانب الآخر يمكن للشركة زيادة أسعار منتجاتها نظراً للارتفاع مستوى جودتها عن جودة المنتجات الأخرى مما يؤدى لتحقيق ربحاً أكثر.

6.2 توكيد الجودة

يمكن تعريف توكيد الجودة على أنها " كافة الأنشطة المخططة والنظامية المطابقة داخل الشركة لتوفير الثقة الكافية لتحقيق متطلبات الجودة"[4]. ومن أمثلة هذه الأنشطة في مجال التصميم تحديد متطلبات معطيات التصميم المتعلقة بالمنتج وتوثيقها لضمان وفاء التصميم لهذه المتطلبات، وفي مجال المشتريات تقييم الموردين لضمان مطابقة المنتجات المشتراه للمتطلبات المحددة من قبل الشركة، وفي مجال العمليات الإنتاجية ضمان تنفيذ هذه العمليات تحت ظروف المراقبة.

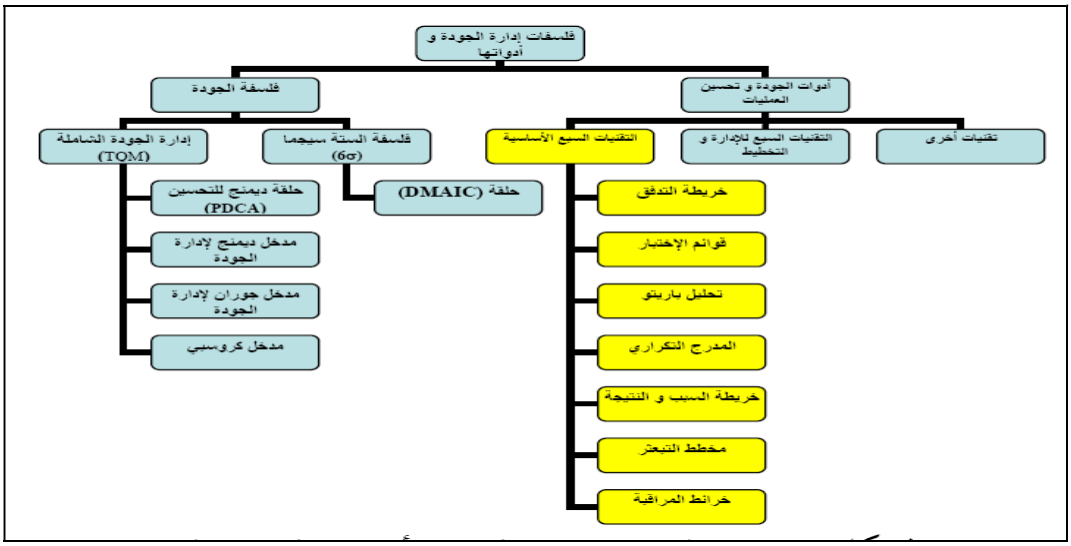
7.2 أدوات الجودة

هناك عدة أدوات وفلسفات كما موضحة بالشكل (2) تهتم بموضوع الجودة بهدف تحسين جودة العملية الإنتاجية ورفع جودة المنتج أو الخدمة، هذه الأدوات تتضمن عملية تحسين الجودة باستخدام وتطبيق أدوات الجودة السبعة الأساسية لفهم وتحسين العمليات التصنيعية. حيث تساعد هذه الأدوات المنظمة على جمع المعلومات، توليد الافكار، تحليل وتطوير وتقييم العمليات التصنيعية [7].

لقد جاءت فكرة الأدوات السبع للسيطرة على الجودة من رائد الجودة الياباني ايشيكاوا Ishikawa، فحسب رأيه فإن 95 %من المشاكل المتعلقة بالجودة يمكن التغلب عليها وحلها باستخدام أدوات الجودة السبع في تحليل بيانات الجودة واكتشاف أسباب الانحرافات عن المواصفات المطلوبة في المنتوج ومدى علاقتها بالإجراءات التصحيحية، ويعتمد نجاح حل مشاكل الجودة على مدى التشخيص الصحيح للمشكلة، واستخدام الأداة المناسبة اعتماداً على طبيعة المشكلة، حيث يوفر تطبيق الأدوات السبعة الميزات التالية:

- الحصول على استنتاجات علمية تهدف إلى تصحيح مسار العملية الانتاجية.
- التنبؤ بالانحرافات المتوقعة في مسار العملية الانتاجية قبل حدوثها.
- تقليص عدد العاملين في عملية الفحص والتفتيش وذلك بالاعتماد على أسلوب الفحص بالعينات بدلاً من أسلوب الفحص الشامل.
- تحديد مسببات الانحراف في خواص الجودة ودراسة العوامل المؤثرة واتخاذ الاجراءات العلاجية.

وتنقسم أدوات السيطرة على الجودة إلى نوعين هما:
أولاً: أدوات السيطرة على الجودة غير الإحصائية وتشمل ثلاث أدوات هي :قوائم المراجعة، مخطط باريتو، مخطط السبب والنتيجة.
ثانياً: الأدوات الإحصائية للسيطرة على الجودة وتشمل أربعة أدوات هي :مخطط التدفق، مخطط الانتشار (مخطط التبعثر)، خرائط السيطرة، المدرج التكراري[5].



شكل 2 فلسفة إدارة الجودة وأدوات الجودة والتحسين[5]

3. الدراسات السابقة

ازداد الاهتمام بموضوع الجودة في العقود الأخيرة لما له من دور في بقاء المؤسسات في سباق المنافسة، عدة بحوث تطرقت لموضوع الجودة واستخدام أدوات الجودة السبعة الأساسية في تشخيص وتحليل وتصحيح الانحرافات إن وجدت في المؤسسات الإنتاجية أو الخدمية، من هذه الأدوات مخطط باريتو ومخطط السبب والنتيجة.
أجرى Mohammed T. Hayajneh (2007) عدة تجارب لبيان خصائص جودة السطح في نهاية عملية التفريز حيث تم استخدام مخطط باريتو في دراسة تأثير العوامل المؤثرة على خشونة السطح مثل سرعة الدوران، عمق القطع، معدل التغذية[8].

ركز Rami Hikmat (2010) على التعرف على المكونات الأساسية لإدارة الجودة الناجحة في المنظمة الصناعية من خلال بيان كيفية التطبيق الكفوء لأدوات الجودة السبعة الأساسية للحصول على القوة الكامنة لتلك الأدوات، حيث تم تطبيق أدوات الجودة السبع في الشركة الأردنية لتصنيع الفولاذ واستخدام مخطط السبب والنتيجة ومخطط باريتو وقوائم المراجعة ومخطط الانتشار والمدرج التكراري لتحديد المشاكل المؤثرة على جودة المنتوج ووجد أن مشاكل الجودة قليلة التأثير (The vital few problems) تشكل 70 %وتتعلق بمقاومة الشد للفولاذ[9].

استخدم Talib, Faisal (2010) مخطط باريتو في دراسة العوامل الرئيسية التي تسهم في نجاح جهود إدارة الجودة الشاملة المسماة عوامل النجاح الحرجة Critical Success Factors (CSFs)إذ تم تحديد واقتراح قائمة بالقلة المؤثرة (vital few) باستخدام مخطط باريتو في تصنيف وترتيب عوامل النجاح الحرجة تبعاً لأهميتها [10].

ركز How Sheng Boon (2010) على دراسة تنفيذ أدوات الجودة السبعة في شركة لتصنيع الورق لتحديد نسبة ونوع العيوب التي تظهر في خطوط انتاج الورق واقتراح طرق وأساليب جديدة للشركة لتقليل العيوب وبالتالي تحسين انتاجية الشركة، حيث تم استخدام مخطط باريتو ومخطط السبب والنتيجة وقوائم المراجعة [11].

استخدم ماجد جاسم (2010)مخطط باريتو للتعرف على أسباب العيوب في معمل اسمنت المثنى، وكذلك تقديم سياسات وإجراءات واضحة بخصوص مفهوم الجودة. إضافة لتحقيق الميزة التنافسية للمعمل من خلال خفض الكلف الخاصة بالتلف وكذلك تقديم المنتج بجودة عالية وقد اعتمد البحث في ذلك على البيانات المأخوذة من سجلات قسم السيطرة النوعية في المعمل وأيضاً البيانات التي تخص قسم الإنتاج للسنوات (2003 – 2010م) بالإضافة إلى المقابلات الشخصية مع مدراء أقسام المعمل .وقد توصل البحث لجملة من الاستنتاجات منها قلة اهتمام إدارة المعمل قيد البحث باستخدام خرائط باريتو والتي تساعد إدارة المعمل في معرفة المشكلات في العملية الإنتاجية. وخرج البحث بجملة من التوصيات ومنها ضرورة قيام إدارة المعمل بالاعتماد على خرائط باريتو للوقوف بشان المشكلات التي تحدث في عملية الإنتاج وإيجاد الحلول اللازمة لمعالجتها أو التقليل منها الأمر الذي يؤدي إلى خفض نسب المعيب في الإنتاج[12] .

أجرت بتول خلف (2019) دراسة لتحسين العملية الإنتاجية لخط التجميع بالشركة العامة لصناعة السيارات باستخدام بعض تقنيات الجودة، وتوصلت إلى مجموعة من التوصيات أهمها عدم فاعلية الاجراءات المتبعة من قسم السيطرة النوعية في محطات الفحص، واقترحت الدراسة ترتيب جديد لخط التجميع واعادة النظر في الاجراءات المتبعة بمحطات التفتيش بقسم السيطرة النوعية عبر تطوير وسائل الفحص [13].

قام زغينين، منصور سالم وأخرون (2022) بدراسة احصائية للتعرف عن واقع الإنتاج والجودة بخط الدرفلة على الساخن بالشركة الليبية للحديد والصلب بمصراتة من خلال تحليل تقارير الإنتاج والجودة لسنة 2021م باستخدام برنامج الإكسل، وتوصلت الدراسة إلى وجود نسبة من الإنتاج المعيب، وتم التعرف على العيوب المؤثرة لغرض التركيز عليها والعمل على تفادي حدوثها مستقبلاً قدر الإمكان .وتخلص الورقة إلى بعض التوصيات أهمها تدريب الأطقم الفنية نظرياً وعملياً لاستخدام الأساليب الإحصائية لمراقبة عمليات الإنتاج، ووضع نظام معلومات يوفر المعلومات عن أي انحرافات ممكن أن تحدث وذلك لعدم تكرار هذه العيوب [14].

4. الدراسة الميدانية

1.4 نبذة عن مصنع الدرفلة الطولية بالشركة الليبية للحديد والصلب[15]

يشمل المصنع على خطين لإنتاج القضبان والأسياخ، تبلغ الطاقة التصميمية لكل منهما 200,000 طن سنوياً من القضبان والأسياخ وبعض القطاعات الصغيرة، حيث دخل الخط الأول مرحلة التشغيل التجاري بتاريخ 1988/10/12م في حين دخل الخط الثاني مرحلة التشغيل التجاري في 1989/02/18م كما تم في عام 1997م تنفيذ الخط المزدوج لإنتاج الأسياخ بالمصنع ذاته بطاقة تصميمية سنوية تبلغ (400,000) طن، وقد بدأ التشغيل بتاريخ 1998/6/ 2م، يشتمل المصنع الجديد على خط واحد لإنتاج القضبان بطاقة تصميمية تصل الى (800) ألف طن من حديد التسليح مقاسات (8مم إلى 40مم) حيث يستخدم المصنع عروق حجم (130مم إلى 150مم). وقد صمم المصنع لدرفلة منتجات تلبي من حيث الجودة أقصى متطلبات الشروط الصارمة للمعايير الصناعية الألمانية.

2.4 بيانات الدراسة وتحليلها

من واقع سجلات قسم الجودة بالمصنع تبين أن العيوب المحتمل ظهورها على المنتوج النهائي للمصنع تكمن في العيوب التالية:

- زيادة في ارتفاع النتوءات الطولية (OVF)
- عدم التطابق (عدم تماثل مقطع القضيب) (UNS)
- زيادة في وزن المتر الطولي (OUW)
- نقص في ارتفاع النتوءات الطولية (UNF)
- علامات الدرافيل (ROM)
- أطوال غير منتظمة (IRL)
- زيادة في القطر (DOT)
- تراكيب (OLP)
- نقص أو انعدام النتوءات العرضية (DTR)
- تشققات طولية (SEM)

جدول (1) يبين واقع الإنتاج والجودة بالمصنع خلال اثنى عشر أسبوعاً حيث يبين كمية الإنتاج والعيوب التي ظهرت على المنتج النهائي للمصنع والتي تتفاوت أهميتها وتأثيرها من عيب لآخر على جودة وقبول المنتج من عدمه.

جدول 1 واقع الإنتاج والجودة بالمصنع خلال اثنى عشر أسبوعاً

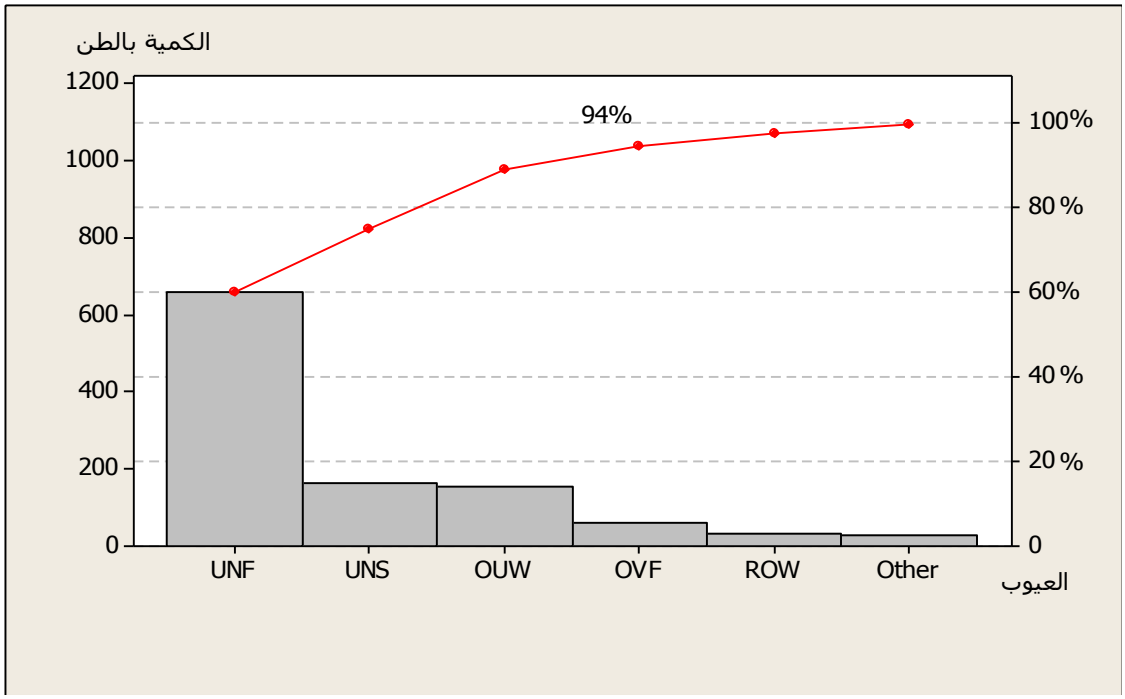
الأسابيع	كمية الإنتاج (طن)	كمية الإنتاج الخارجة عن المواصفة (طن)					
		OVF	UNF	UNS	OUW	IRL	ROM
1	4028.647	20.973	0	0	0	0.00	0.00
2	5189.697	0	115.14	0	23.825	0.00	0.00
3	6347.15	0	96.97	0	0	5.33	8.67
4	5797.475	0	59.518	0	0	0.00	0.00
5	6654.53	0	29.18	10.3	13.13	13.33	2.03
6	1661.568	0	42.942	0	0	0.00	0.00
7	2150.012	9.841	2.15	0	0	0.00	0.00
8	3715.963	0	6.702	0	0	1.19	0.00
9	7023.59	0	69.059	19.102	0	0.00	7.16
10	6787.18	0	30.059	3.281	5.573	0.00	0.00
11	6399.71	16.659	208.75	28.831	73.504	4.32	11.48
12	4655.31	14.14	0	103.7	36.893	2.60	1.40
المجموع	60410.832	61.613	660.464	165.217	152.925	26.770	30.740

وللتعرف على العيوب المؤثرة (القلة المؤثرة) والتي تمثل 94 %من إجمالي العيوب قيد الدراسة، استخدم تحليل باريتو والذي يتطلب تحديد العيوب وكميتها ونسبة كل عيب جدول (2).

جدول 2: العيوب المؤثرة (القلة المؤثرة)

اسم العيب	رمز العيب	الكمية (طن)	النسبة %	النسبة التراكمية%
نقص في ارتفاع النتوءات الطولية	UNF	660.464	60.166	60.166
عدم التطابق	UNS	165.217	15.051	75.21
زيادة في وزن المتر الطولي	OUW	152.925	13.931	89.15
زيادة في ارتفاع النتوءات الطولية	OVF	61.613	5.613	94.75
علامات الدرافيل	ROM	30.740	2.800	97.55
أطوال غير منتظمة	IRL	26.770	2.439	100
المجموع		1097.729	100	

وبناءً على المعلومات الواردة بالجدول (2) تم رسم مخطط باريتو شكل (3) باستخدام برنامج (Minitab).



شكل 3 مخطط باريتو للعيوب المؤثرة

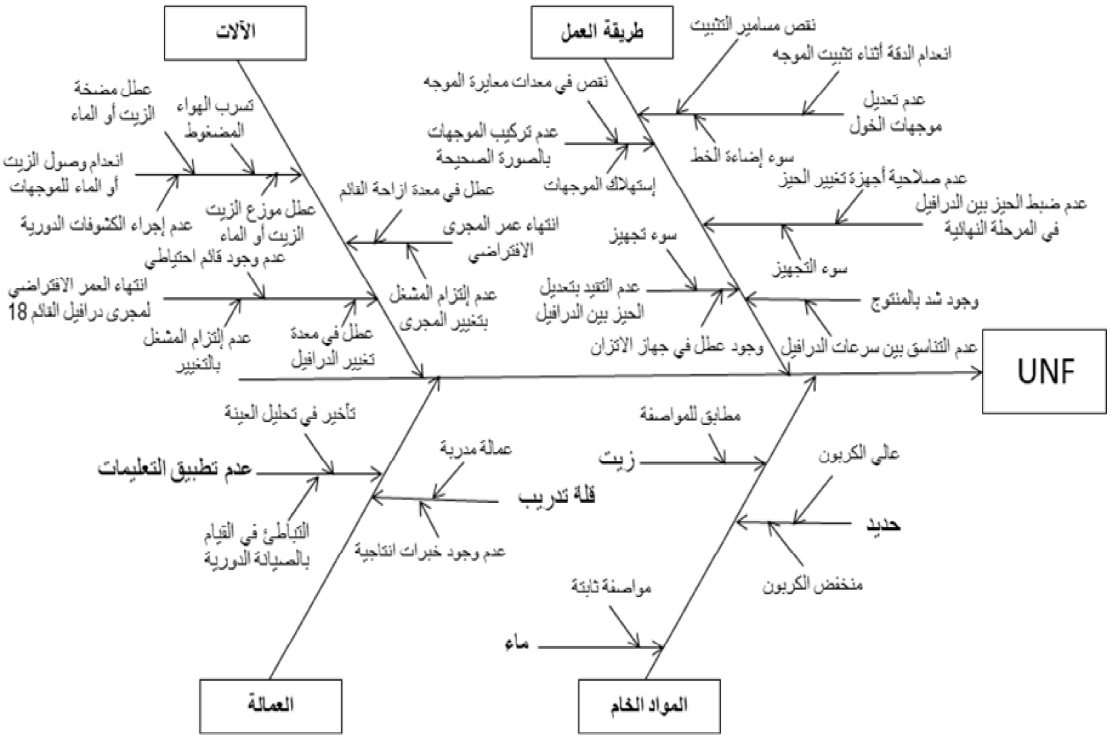
يلاحظ من الشكل (3) أن العيوب المؤثرة (القلة المؤثرة) والتي تمثل 94 %من إجمالي العيوب هي على التوالي:

- عيب النقص في ارتفاع النتوءات الطولية (UNF).
- عيب عدم تطابق المقطع (UNS).
- عيب الزيادة في وزن المتر الطولي (OUW).
- عيب الزيادة في ارتفاع النتوءات الطولية (OVF).

هذه العيوب تحتاج إلى جهود أكبر لتحليلها وإيجاد حل لها ويجب التركيز عليها ومعرفة أسباب حدوثها. مخطط السبب والنتيجة يساعد على فرز مسببات التشتت الحقيقية ومن ثم تنظيم العلاقة المتبادلة فيما بينها، وتحديد الأسباب الرئيسية والأسباب الثانوية التي تؤدي إلي خروج المنتج عن المواصفات لكل عيب. وفيما يلي مخططات السبب والنتيجة للعيوب المؤثرة:

أولاً :مخطط السبب والنتيجة لعيب النقص في ارتفاع النتوءات الطولية (UNF)

مخطط باريتو يوضح أن عيب النقص في ارتفاع النتوءات الطولية يأتي في المرتبة الأولى، ولمعرفة الأسباب التي تكمن وراء حدوث هذا العيب تم رسم مخطط السبب والنتيجة لهذا العيب شكل (4).



شكل 4 مخطط السبب والنتيجة لعيب النقص في ارتفاع النتوءات الطولية

وتم تلخيص الأسباب الرئيسية والأسباب الثانوية والفرعية التي تؤدي إلى خروج المنتج عن المواصفة بسبب هذا العيب بالجدول (3).

جدول 3 الأسباب المحتملة لعيب النقص في ارتفاع النتوءات الطولية

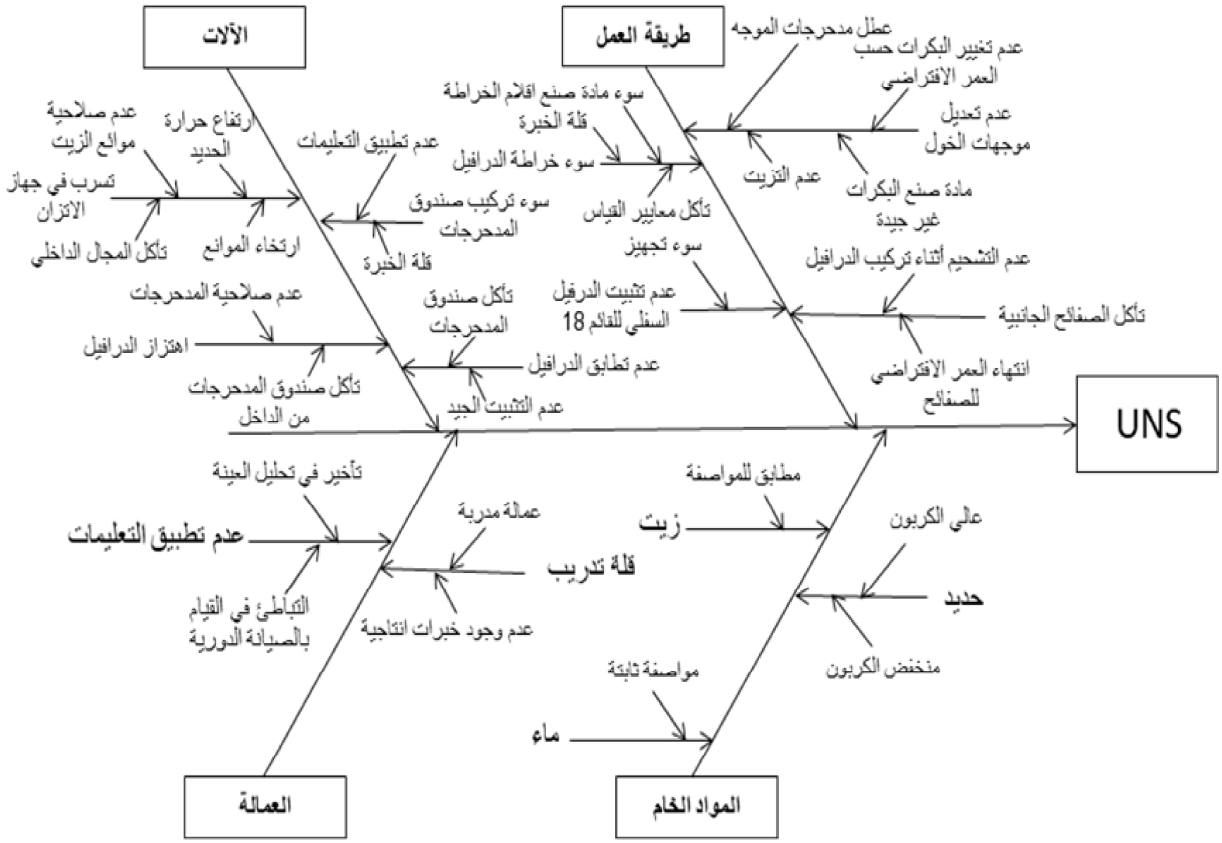
السبب الرئيسي	الأسباب الثانوية	الأسباب الفرعية
طريقة العمل	عدم تعديل موجهات الدخول	نقص مسامير التثبيت
		انعدام الدقة أثناء تثبيت الموجه
		سوء إضاءة الخط
	عدم ضبط الحيز بين الدرافيل في المرحلة النهائية	سوء تجهيز
		عدم صلاحية أجهزة تغيير الحيز
	وجود شد بالمنتج	عدم التناسق بين سرعات الدرافيل
	عدم تركيب الموجهات بالصورة الصحيحة	نقص في معدات معايرة الموجه
		استهلاك الموجهات
	عدم التقيد بتعديل الحيز بين الدرافيل أثناء التشغيل	وجود عطل في جهاز الاتزان
		سوء تجهيز
الآلات	انتهاء العمر الافتراضي لمجرى درافيل القائم 18	عطل في معدة تغيير الدرافيل
		عدم وجود قائم احتياطي
		عدم التزام المشغل بالتغيير
	انعدام وصول الزيت و الماء للموجهات	تسرب الهواء المضغوط
		عطل مضخة الزيت و الماء
		عدم إجراء الكشوفات الدورية
		عطل موزع الزيت والماء
	انتهاء عمر المجرى الافتراضي	عطل في معدة إزاحة القائم
		عدم التزام المشغل بتغيير المجرى
المواد الخام	حديد	عالي الكربون
		منخفض الكربون
	زيت	مطابق للمواصفات
	ماء	مواصفة ثابتة
العمالة	قلة التدريب	عدم وجود خبرات إنتاجية
		عمالة مدربة
	عدم تطبيق التعليمات	تأخر في تحليل العينة
		التباطئ في القيام بالصيانة الدورية

ولمعالجة هذه الأسباب والتغلب على عيب النقص في ارتفاع النتوءات الطولية يتوجب القيام بالمهام التالية:

- تجهيز الدرافيل بشكل دقيق.
- تعديل موجهات الدخول بالصورة الصحيحة.
- التأكد من دقة معايير القياس قبل الاستعمال.
- ضرورة التركيز على صلاحية جهاز الاتزان.
- الالتزام بتعديل الفتحة بين الدرافيل.
- التأكد من جودة صناعة وخراطة الدرافيل.
- تغيير المجرى عند انتهاء عمره الافتراضي.
- توفير الخبرات اللازمة.

ثانياً :مخطط السبب والنتيجة لعيب عدم تماثل المقطع (عدم التطابق) UNS

مخطط باريتو يوضح أن عيب عدم التطابق يأتي في المرتبة الثانية، ولمعرفة الأسباب التي تكمن وراء حدوث هذا العيب تم رسم مخطط السبب والنتيجة لهذا العيب شكل (5).



شكل 5 مخطط السبب والنتيجة لعيب عدم التطابق

وتم تلخيص الأسباب الرئيسية والأسباب الثانوية والفرعية التي تؤدي إلى خروج المنتج عن المواصفة بسبب هذا العيب بالجدول (4).

ولمعالجة أسباب الخروج عن المواصفة والتغلب على عيب عدم التطابق يتوجب القيام بالمهام التالية:

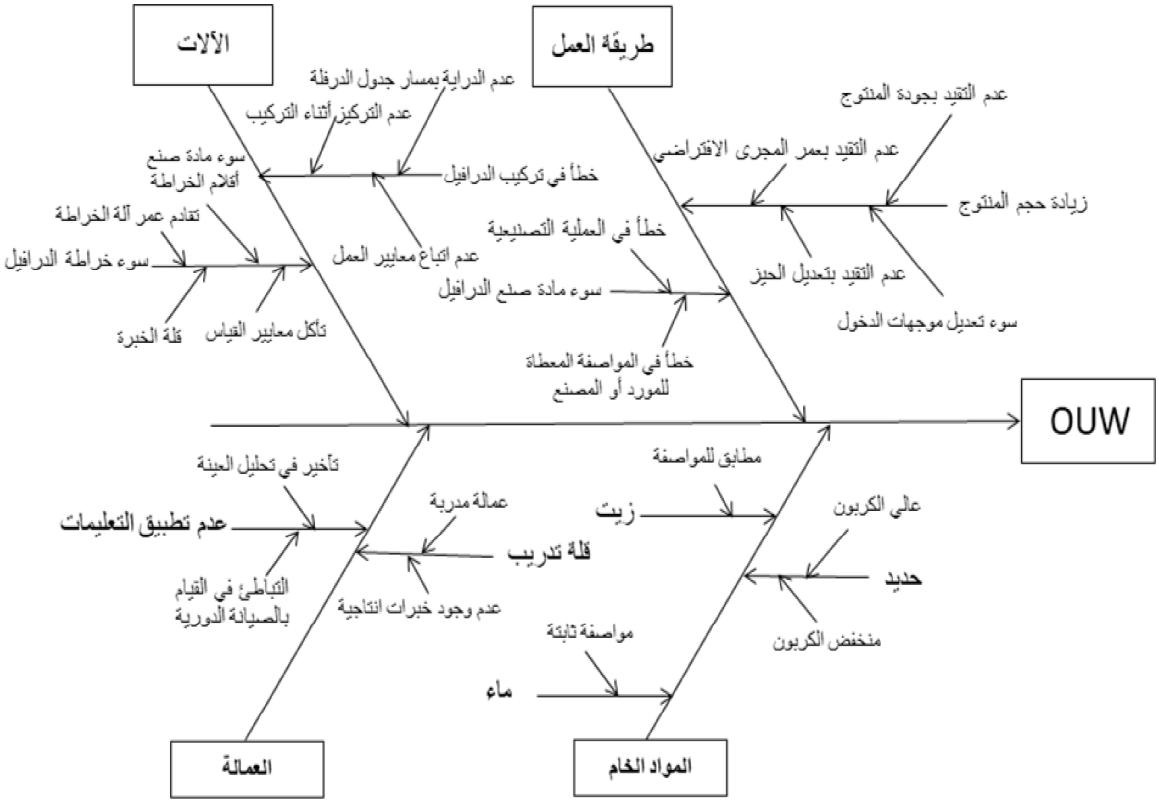
- تركيب صندوق المدحرجات بشكل جيد.
- التأكد من صلاحية موانع الزيت.
- تركيب جهاز الاتزان بشكل صحيح.
- التزييت والتشحيم.
- تغيير بكرات موجه الدخول حسب العمر الافتراضي.
- خراطة الدرافيل بشكل جيد.
- تعديل الموجه مع مسار الدرفلة.
- جودة مادة الصنع

جدول 4 الأسباب المحتملة لعيب عدم التطابق

السبب الرئيسي	الأسباب الثانوية	الأسباب الفرعية
طريقة العمل	عدم تعديل موجهات الدخول	عدم تغيير البكرات حسب العمر الافتراضي
		عدم التزييت
		مادة صنع البكرات غير جيدة
		عطل مدحرجات الموجه
	تآكل الصفائح الجانبية	عدم التشحيم أثناء تركيب الدرافيل
		انتهاء العمر الافتراضي للصفائح
	عدم تثبيت الدرفيل السفلي للقائم 18	سوء التجهيز
	سوء خراطة الدرافيل	سوء مادة صنع أقلام الخراطة
		تآكل معايير القياس
		قلة الخبرة
الآلات	تسرب في جهاز الاتزان	عدم صلاحية موانع الزيت
		ارتخاء الموانع
		ارتفاع حرارة الحديد
		تآكل المجال الداخلي
	اهتزاز الدرافيل	عدم صلاحية المدحرجات
		تآكل صندوق المدحرجات من الداخل
	عدم تطابق الدرافيل	تآكل صندوق المدحرجات
		عدم التثبيت الجيد
	سوء تركيب صندوق المدحرجات	عدم تطبيق التعليمات
		قلة الخبرة
المواد الخام	حديد	عالي الكربون
		منخفض الكربون
	زيت	مطابق للمواصفات
	ماء	مواصفة ثابتة
العمالة	قلة التدريب	عدم وجود خبرات إنتاجية
		عمالة مدربة
	عدم تطبيق التعليمات	تأخر في تحليل العينة
		التباطئ في القيام بالصيانة الدورية

ثالثاً :مخطط السبب والنتيجة لعيب الزيادة في وزن المتر الطولي (OUW)

مخطط باريتو يوضح أن عيب الزيادة في وزن المتر الطولي يأتي في المرتبة الثالثة ، ولمعرفة الأسباب التي تكمن وراء حدوث هذا العيب تم رسم مخطط السبب والنتيجة لهذا العيب شكل (6).



شكل 6 مخطط السبب والنتيجة لعيب الزيادة في وزن المتر الطولي

وتم تلخيص الأسباب الرئيسية والأسباب الثانوية والفرعية التي تؤدي إلى خروج المنتج عن المواصفة بسبب هذا العيب بالجدول (5).

ولمعالجة أسباب الخروج عن المواصفة والتغلب على عيب الزيادة في وزن المتر الطولي يتوجب القيام بالمهام التالية:

- التأكد من صلاحية أجهزة التعديل.
- تعديل موجهات الدخول بالصورة الصحيحة.
- التأكد من تساوي المقطعين.
- التأكد من دقة معايير القياس قبل الاستعمال.
- التنسيق في السرعات بين الدرفيل.
- صيانة آلات الخراطة واستبدالها إن لزم الأمر.
- التجهيز بشكل جيد.

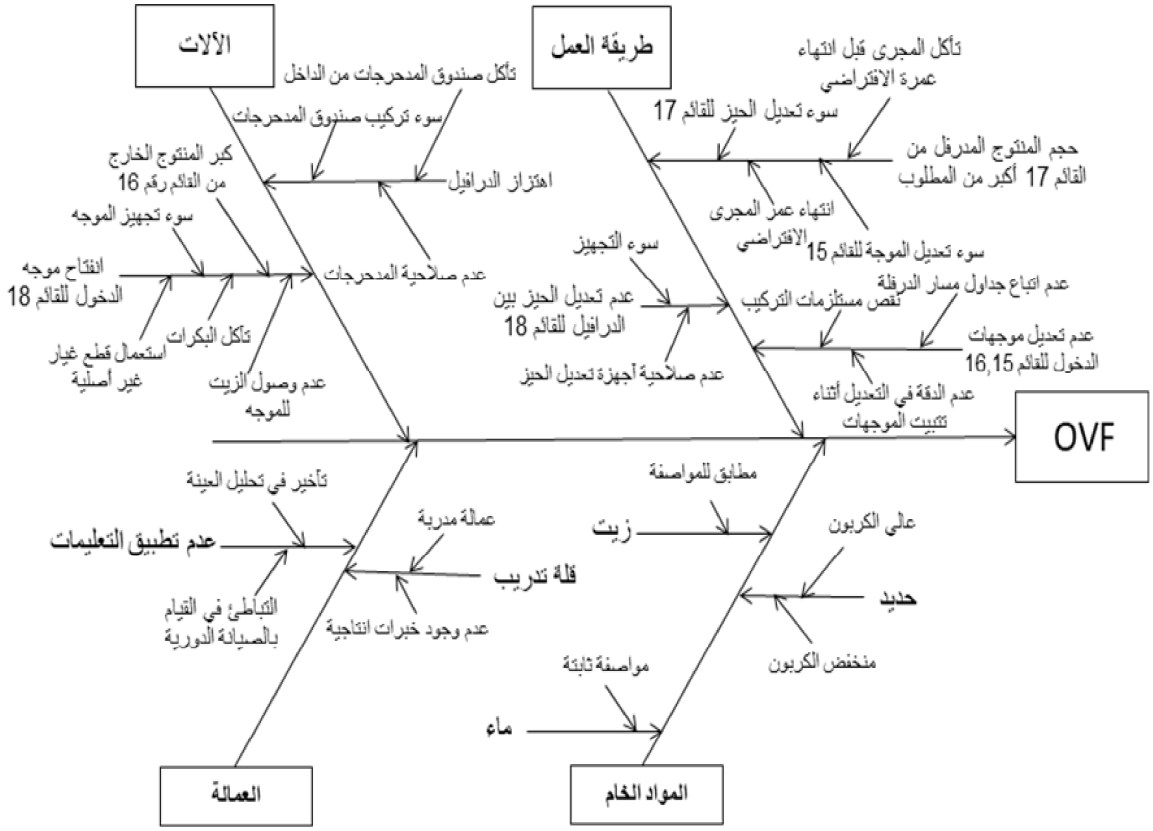
توفير التبريد اللازم لمجسمات القراءة.

جدول 5 الأسباب المحتملة لعيب الزيادة في وزن المتر الطولي

السبب الرئيسي	الأسباب الثانوية	الأسباب الفرعية
طريقة العمل	زيادة حجم المنتوج	عدم التقيد بعمر المجرى الافتراضي
		عدم التقيد بجودة المنتوج
		عدم التقيد بتعديل الحيز
		سوء تعديل موجهات الدخول
	سوء مادة صنع الدرافيل	خطأ في المواصفة المعطاة للمورد أو المصنع
		خطأ في العملية التصنيعية
الآلات	سوء خراطة الدرافيل	سوء مادة صنع أقلام الخراطة
		تأكل معايير القياس
		تقادم عمر آلة الخراطة
		قلة الخبرة
	خطأ في تركيب الدرافيل	عدم إتباع معايير العمل
		عدم التركيز أثناء التركيب
		عدم الدراية بمسار جدول الدرفلة
المواد الخام	حديد	عالي الكربون
		منخفض الكربون
	زيت	مطابق للمواصفات
	ماء	مواصفة ثابتة
العمالة	قلة التدريب	عدم وجود خبرات إنتاجية
		عمالة مدربة
	عدم تطبيق التعليمات	تأخر في تحليل العينة
		التباطئ في القيام بالصيانة الدورية

رابعاً :مخطط السبب والنتيجة لعيب الزيادة في ارتفاع النتوءات الطولية (OVF)

مخطط باريتو يوضح أن عيب الزيادة في النتوءات الطولية يأتي في المرتبة الرابعة ، ولمعرفة الأسباب التي تكمن وراء حدوث هذا العيب تم رسم مخطط السبب والنتيجة لهذا العيب شكل (7).



شكل 7 مخطط السبب والنتيجة لعيب الزيادة في ارتفاع النتوءات الطولية

وتم تلخيص الأسباب الرئيسية والأسباب الثانوية والفرعية المواصفة بسبب هذا العيب بالجدول (6) التي تؤدي إلى خروج المنتج عن

جدول 6 الأسباب المحتملة لعيب الزيادة في ارتفاع النتوءات الطولية

السبب الرئيسي	الأسباب الثانوية	الأسباب الفرعية
طريقة العمل	عدم تعديل موجهات الدخول للقائم 15,16 بالصورة المطلوبة	عدم الدقة في التعديل أثناء تثبيت الموجهات
		عدم إتباع جداول مسار الدرفلة
		نقص مستلزمات التركيب
	عدم تعديل الحيز بين الدرافيل للقائم 18	عدم صلاحية أجهزة تعديل الحيز
		سوء التجهيز
	حجم المنتوج المدرفل من القائم 17 أكبر من المطلوب	سوء تعديل الحيز للقائم 17
		تأكل المجرى قبل انتهاء عمره الافتراضي
		انتهاء عمر المجرى الافتراضي
		سوء تعديل الموجه لقائم رقم 15
الآلات	اهتزاز الدرافيل	عدم صلاحية المدحرجات
		تأكل صندوق المدحرجات من الداخل
		سوء تركيب صندوق المدحرجات
	انفتاح موجه الدخول للقائم 18	تأكل البكرات
		سوء تجهيز الموجه
		كبر المنتوج الخارج من القائم رقم 16
		عدم وصول الزيت للموجه
		استعمال قطع غيار غير أصلية
المواد الخام	حديد	عالي الكربون
		منخفض الكربون
	زيت	مطابق للمواصفات
	ماء	مواصفة ثابتة
العمالة	قلة التدريب	عدم وجود خبرات إنتاجية
		عمالة مدربة
	عدم تطبيق التعليمات	تأخر في تحليل العينة
		التباطئ في القيام بالصيانة الدورية

ولمعالجة أسباب الخروج عن المواصفة والتغلب على عيب الزيادة في ارتفاع النتوءات الطولية يتوجب القيام بالمهام التالية:

- تعديل موجهات الدخول للقائم 15، 16 بالصورة المطلوبة.
- إتباع جداول الدرفلة.
- توفير مستلزمات التركيب.
- تثبيت الدرافيل ومنع الاهتزاز.
- التأكد من حالة مجاري الدرفلة في جميع المراحل.
- تعديل الحيز بين الدرافيل للقائم رقم 18.
- التأكد من حالة الموجهات وعملها بالشكل الصحيح.
- التأكد من وصول الزيت للموجهات واستعمال قطع غيار أصلية.
- التأكد من صلاحية المدحرجات وتركيب صندوق المدحرجات بشكل صحيح.

5. الاستنتاجات

من خلال الزيارات الميدانية لخط الدرفلة الطولية بالشركة، ومن خلال تحليل البيانات التي تم جمعها لوحظ ما يلي:

- يتضح من مخطط باريتو أن العيوب المؤثرة (القلة المؤثرة) والتي تمثل 94 %من إجمالي العيوب هي على التوالي :عيب النقص في ارتفاع النتوءات الطولية، عيب عدم تطابق المقطع، عيب الزيادة في وزن المتر الطولي، عيب الزيادة في ارتفاع النتوءات الطولية.
- يتضح من مخططات السبب والنتيجة أن أغلب المسببات الرئيسية للعيوب تكمن في الآلات وطريقة العمل وليست في المواد الخام والعمالة.
- وجود كمية من المنتجات خارجة عن المواصفة، وتصنف كدرجة ثانية أو كخردة مما يتسبب في زيادة تكاليف الإنتاج.
- قدم أجهزة القياس والمعايرة بمختبر الجودة بالمصنع وعدم توفر الأجهزة الحديثة.
- ضعف التنسيق بين وحدة الصيانة ووحدة التشغيل مما يترب عليه تأخر في إجراء الصيانة اللازمة وبالتالي زيادة في كمية المنتجات المعيبة.

6. التوصيات

- دراسة بقية العيوب التي تحدث بمنتجات المصنع وتحليل هذه العيوب وتشخيص مسبباتها واقتراح سبل التغلب عليها أو تقليلها للحد الأدنى.
- دراسة سياسة الجودة المتبعة بالمصنع والعمل على تطوير هذه السياسة بغية التحسين المستمر.
- دراسة تكاليف الجودة بالمصنع والعمل على تقليل هذه التكاليف بهدف تقليل تكلفة المنتج النهائي في ظل ما يشهده العالم هذه الآونة من انخفاض في السعر العالمي لمنتجات الحديد والصلب.
- دراسة مؤشرات الصيانة بالمصنع للوقوف على المعوقات التي تعوق برامج وعمليات
- الصيانة المختلفة بهدف التغلب على هذه المعوقات وتقليل الانحرافات التي قد تحدث بمنتجات المصنع بسبب عدم تنفيد برامج الصيانة كما هو مخطط لها.

7. المراجع

[1] القزاز، إسماعيل إبراهيم وعبد المالك، عادل، ضبط الجودة (النظرية والتطبيق)، مكتبة طرابلس العالمية، المعهد العالي للصناعة مصراتة، الطبعة الأولي،1997ف.

[2] بسترفيلد، ترجمة سرور علي إبراهيم سرور، "الرقابة على الجودة" المكتبة الأكاديمية 1995م.

[3] باديس، بوخلوة، أثر تطبيق مبادئ إدارة الجودة الشاملة على جودة المنتجات النفطية، أطروحة دكتوراه، جامعة قاصدي مرباح – ورقلة، الجزائر، 2010م.

[4] معجم مصطلحات السيطرة النوعية، المنظمة الأوروبية للسيطرة النوعية، ترجمة علي هادي الجابر وزيد علي أحمد، إصدار الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، بغداد 1986م.

[5] عيشوني، محمد أحمد، ضبط الجودة التقنيات الأساسية وتطبيقاتها في المجالات الإنتاجية والخدمية، دار الأصحاب للنشر والتوزيع، الطبعة الثانية، 2010م

[6] المنصوري، أبوبكر المبروك وآخرون، الاتجاهات الحديثة في إدارة الجودة الشاملة، الطبعة الأولى 2000م .

[7] Zainab A Ibrahim Diagnose and analyze the defect causes for the production process for an industrial product using quality tools,The Iraqi Journal For Mechanical And Material Engineering, Vol.13, No3, 2013

[8] Mohammed T. Hayajneh, Montasser S. Tahat, Joachim Bluhm (2007)," A Study of the Effects of Machining Parameters on the Surface Roughness in the End-Milling Process, Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering, Volume 1, Number 1.

[9] Rami Hikmat Fouad, Adnan Mukattash (2010), "Statistical Process Control Tools: A Practical guide for Jordanian Industrial Organizations, Jordan Journal of Mechanical and Industrial

Engineering, Volume 4, Number 6, ISSN 1995-6665 Pages 693 - 700.

[10] Talib, Faisal & Rahman, Zillur (2010) ,"Pareto Analysis of Total Quality Management Factors Critical to Success For Service Industries ", International Journal for Quality Research ,UDK ,Vol.4, No. 2 .

[11] How Sheng Boon, (2010), "Productivity Improvement Using Industrial Engineering Tools",Thesis, Faculty of Mechanical Engineering, University Malaysia Pahang.

[12]جاسم، ماجد جودة استخدام مخطط باريتو لتشخيص عيوب المنتج والتعرف على مسبباتها دراسة حالة في معمل اسمنت المثنى، مجلة القادسية، للعلوم الإدارية والاقتصادية، المجلد 14، العدد 1 لسنة 2020م.

[13]خلف، بتول عطية ومنهل، حسن عادل تحسين العملية الإنتاجية لخط التجميع باستخدام بعض تقنيات الجودة بحث تطبيقي في الشركة العامة لصناعة السيارات، مجلة دجلة، المجلد 2، العدد 1 لسنة 2010م

[14]زغينين، منصور سالم، أبوتركية، ناصر، واقع الإنتاج والجودة بمصنع الدرفلة على الساخن بالشركة الليبية للحديد والصلب، مصراتة، المجلة الدولية للعلوم والتقنية، العدد 2 لسنة 2022م.

[15] الشركة الليبية للحديد والصلب (libyansteel-Plants.com) تاريخ الدخول 20/ 10/2022