



تحديد العوامل المؤثرة في جودة المنتج بأستعمال تحليل FMEA دراسة حالة في شركة الزوراء العامة

الباحث/ الاء فرحان هيال (2) أ.م.د. نداء صالح مهدي (1)
الجامعة التقنية الوسطى، الكلية التقنية الادارية، قسم تقنيات ادارة الجودة الشاملة، بغداد
الجامعة التقنية الوسطى، الكلية التقنية الادارية، قسم تقنيات ادارة الجودة الشاملة، بغداد
العراق، العراق
alaaalardhi635@gmail.com dr.n.alshaheen@gmail.com

Received: 1/11/2020 Accepted: 25/11/2020 Published: FEBRUARY / 2021

هذا العمل مرخص تحت اتفاقية المشاع الابداعي نسب المُصنَّف - غير تجاري - الترخيص العمومي الدولي 4.0

[Attribution-NonCommercial 4.0 International \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



مستخلص البحث:

يهدف البحث الى تحديد العوامل التي تؤثر على جودة المنتج بأستعمال اداة وضع الفشل وتحليل التأثير (FMEA) واقتراح اجراءات لتقليل الانحرافات او العيوب في عملية الانتاج. أستعمل منهج دراسة الحالة للوصول الى اهدافه ، واختير خط منتوج الفلتر الهوائي في مصنع الفلاتر الهوائية التابع لشركة الزوراء العامة عينة البحث بسبب ظهور العديد من العيوب مختلفة التأثير واستمرار الطلب على المنتج. جمعت البيانات والمعلومات من سجلات المصنع لسنتي (2018,2019) ، واستعمل مخطط باريتو ومخطط عظم السمكة فضلا عن اداة FMEA لتحليل البيانات والوصول الى النتائج. بين مخطط باريتو ان هناك (20) نوع من العيوب، (11) منها تمثل الاكثر تأثيراً و(9) منها الاقل تأثيراً و اظهرت اداة (FMEA) أن أعلى خطر محتمل هو مواد ذات جودة رديئة (RPN = 360) والاقبل هو ضعف نظام التحفيز (RPN=160) القيمة المضافة: توظيف اداة (FMEA) في تحديد العوامل التي تؤثر على جودة المنتج وتحديد اولويات المخاطر.

المصطلحات الرئيسية للبحث: جودة المنتج , FMEA , مخطط باريتو, مخطط عظم السمكة.

(* البحث مستل من رسالة ماجستير).

المقدمة:

تعد جودة المنتج من القرارات الاستراتيجية المهمة للمنظمات لأنها مفتاح النجاح والبقاء في ظل المنافسة الشديدة، ومن أجل ذلك فإن تحقيق متطلبات الزبون وتوقعاته والمحافظة عليه وعلى سمعتها ومكانتها جعلها دأمة البحث عن اساليب وادوات وطرائق لتحسين جودة منتجاتها وتقديم منتجات بجودة عالية لما لها من تأثير كبير على ثقة الزبائن بها والتي اثبتتها عدد من الدراسات، كما تُعد اداة (FMEA)، سواء كانت موجهة نحو المنتج أو العملية أو النظام ككل، واحدة من أكثر الأدوات التي يجري استعمالها لتحديد الأخطاء والمخاطر المحتملة وترتيب أولوياتها من أجل القضاء على الفشل في المنتجات والعمليات قبل إصدارها، وبالتالي تحسين جودة المخرجات والمنتجات وتقليل الهدر في الموارد.

لذا فإن البحث الحالي قد تلمس أهمية جودة المنتج كونه يؤثر على سمعة المنظمة سواء كانت جيدة أو سلبية من خلال استمرار العلاقات مع المجهزين والموردين والعاملين وستظهر الجودة في التصورات حول المنتجات الجديدة للمنظمة، الى جانب ذلك فإن المنظمات التي تصمم أو تنتج أو توزع منتجات أو خدمات معيبة تسبب الأضرار أو الإصابات الناتجة عن استعمالها، ستقاضيه المحاكم لأن هناك العديد من القوانين التي شرعت لحماية المستهلك، مثل قانون سلامة المنتج الاستهلاكي الذي يفرض معايير المنتج ويحضر تلك المنتجات التي لا تصل إلى تلك المعايير، على سبيل المثال (الأطعمة التي تسبب المرض، أو ثياب النوم التي تحترق، أو الإطارات المنهارة، أو خزانات وقود السيارات التي تنفجر عند التأخير) كل هذه النتائج تؤدي الى فرض غرامات قانونية ضخمة وخسائر مالية كبيرة تتحملها المنظمة، فضلاً عن ان الجودة اصبحت مصدر قلق ليس على مستوى المنظمة فحسب، بل على مستوى الدول، ولكي تتنافس كل من المنظمة والدولة بشكل فاعل في الاقتصاد العالمي، ينبغي أن تلبى المنتجات توقعات الجودة والتصميم والاسعار للزبون، لان المنتجات الرديئة سوف تضر بسمعة المنظمة وربحياتها وسوف تتضرر إيرادات الدول.

منهجية البحث**أولاً: مشكلة البحث**

تتمثل مشكلة البحث في ضعف الاهتمام بجودة المنتجات، مما أدى الى تجاوز الحدود القياسية للمواصفات الفنية التي وضعتها الشركة لمنتج الفلاتر الهوائية وارتفاع عدد العيوب في خطوطها الانتاجية، وعدم توافر خصائص المنتج بالجودة المطلوبة فضلاً عن عدم البحث عن اسبابها بشكل جذري ومعالجتها.

ثانياً: أهداف البحث

يهدف البحث الى تطبيق اداة (FMEA) لتحديد العيوب التي تظهر في المنتج، وتحديد درجة الخطورة لكل عامل من العوامل التي تؤثر على جودة المنتج والعمل على وضع اجراءات لتقليل الانحرافات والعيوب في خط الانتاج.

ثالثاً: أهمية البحث

تتلخص أهمية البحث في إثارة اهتمام ادارة الشركة في الجوانب الايجابية لتطبيق اداة (FMEA)، وقدرتها على تقييم المخاطر المرتبطة بارتفاع الفشل واسبابها وآثارها وتحديد الاولويات من اجل اتخاذ الاجراءات التصحيحية، فضلاً عن مساندتها على انتاج منتجات بجودة عالية بتقليل الانحرافات والقضاء على اسباب العيوب كلما امكن من خلال اتباع الخطوات والاجراءات التي سيقدمها البحث.

رابعاً: حدود البحث

- 1- الحدود المكانيّة: وقع الاختيار على مصنع الفلاتر الهوائية التابع لشركة الزوراء العامة وذلك لظهور العديد من المشكلات في الانتاج.
- 2- الحدود الزمانيّة: جرى الاعتماد على بيانات الانتاج لسنتي (2018-2019) لكون الانتاج مستقر خلال هذه المدة ولكونها قريبة من سنة اجراء البحث الحالي.

خامساً: مجتمع وعينة البحث

لدى الشركة العديد من المنتجات والخطوط الانتاجية وقد وقع الاختيار على منتج الفلاتر الهوائية (الاسطواني والمخروطي) ليكون عينة للبحث للأسباب الاتية :-

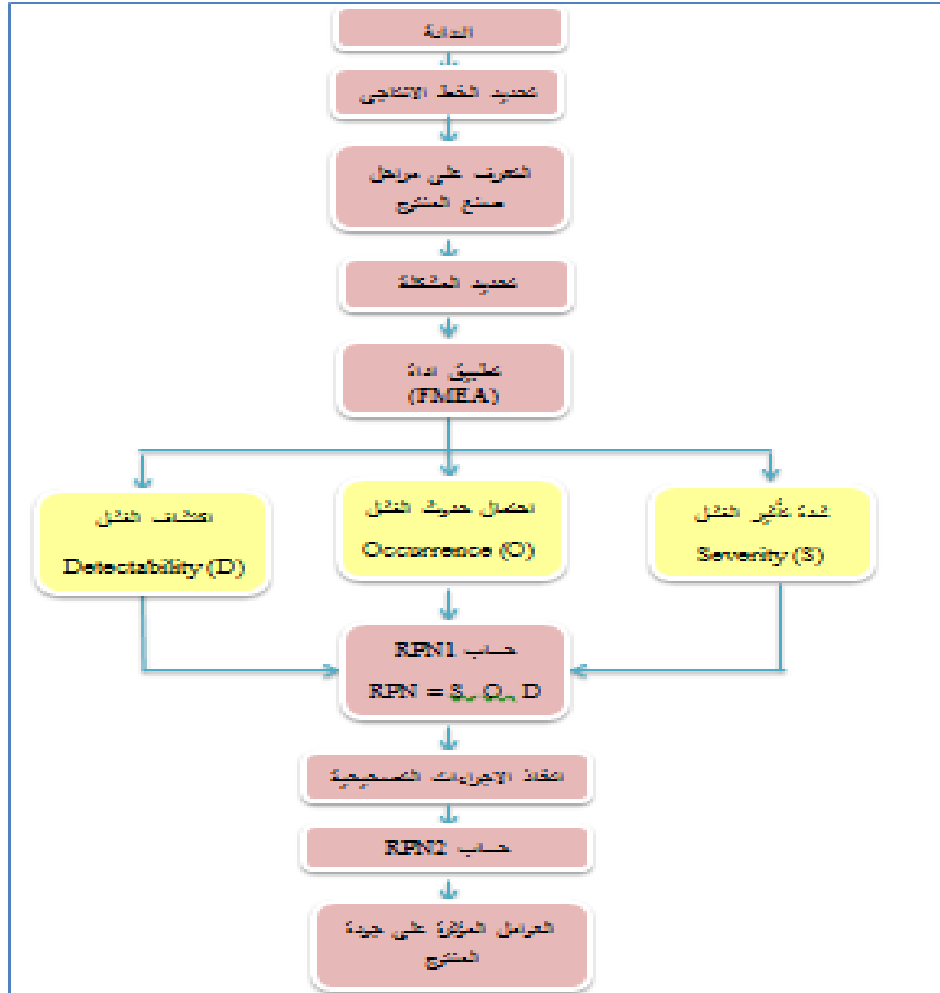
- 1- استمرار العمل في خط انتاج الفلاتر الهوائية والطلب المستمر على المنتج.

2- وجود بعض المشكلات التي تعانيها الشركة في مصنع انتاج الفلاتر لتعدد خطوطه الانتاجية وظهور عيوب كثيرة ومتنوعة فيه.

3- إمكانية الحصول على البيانات الخاصة بالانتاج لمنتوج الفلاتر الهوائية لإنجاز متطلبات الدراسة.

سادسا: المخطط الاجرائي للبحث

سيتمتع البحث الاجراءات التالية في جانبه العملي لتحقيق اهدافه



شكل (1) المخطط الاجرائي للبحث

سابعا : منهج البحث

اعتمد منهج دراسة الحالة (Case Study) لكونه المنهج الأكثر ملائمة للوصول الى أهدافها، وذلك لأنه يجمع بين أكثر من أسلوب (المقابلات الشخصية، المعايشة الميدانية، الحصول على البيانات الواقعية من السجلات)، والذي يؤدي الى التشخيص الفعلي للمشكلة للوصول الى حلول واقعية ممكنة التطبيق.

ثامنا : مصادر جمع البيانات

لإنجاز متطلبات الجانب النظري، إعتد على مجموعة من المصادر وهي الكتب العربية والاجنبية. المجالات والدوريات العربية والاجنبية المنشورة. الرسائل والاطاريح الجامعية. اما الجانب العملي، فقد اعتمد على المعايشة الميدانية في مصنع الفلاتر الهوائية لاجراء المقابلات مع المسؤولين وذوي العلاقة للحصول على البيانات اللازمة، ومنهم مدير السيطرة النوعية في الشركة، مدير مصنع الفلاتر الهوائية، مهندسي الانتاج ومهندسي قسم السيطرة النوعية في المصنع. تقارير الشركة والوثائق والسجلات ذات العلاقة.

تاسعا: أدوات قياس وتحليل البيانات

- اعتمدت في تحليل البيانات على مجموعة من الأدوات وكما يأتي:-
- 1- مخطط باريتو للكشف عن العيوب او حالات الفشل الاكثر تأثيراً في كل خط من خطوط الانتاج.
 - 2- مخطط عظم السمكة لمعرفة الاسباب الجذرية للعيوب التي اظهرها مخطط باريتو.
 - 3- اداة (FMEA) لتحليل أسباب وأثار الفشل للإخفاقات المحتملة التي قد تحدث في المنتج من أجل تحسين موثوقية وسلامة المنتج.
 - 4- الاستعانة ببرنامج الـ (Microsoft Excel 2010) لكتابة واستدعاء البيانات ورسم خرائط السيطرة ومخطط باريتو.

مراجعة الأدبيات

أولاً: جودة المنتج

أن جودة المنتج من القرارات الاستراتيجية المهمة للمنظمات لأنها مفتاح النجاح والبقاء في ظل المنافسة الشديدة، ومن أجل تحقيق متطلبات الزبون وتوقعاته والمحافظة عليه وعلى سمعتها ومكانتها، عليه سيجري توضيح مفهوم جودة المنتج وتعريفها والعوامل المؤثرة على الجودة وكما يأتي:

1- مفهوم جودة المنتج وتعريفها

يعد مفهوم الجودة من المفاهيم الادارية الحديثة، وترجم الكلمة اللاتينية للجودة (qualitas) على أنها (جودة) أو (خصائص) أو (نوع) أو (ترتيب) وهي مشتقة من كلمة (quails) التي تعني " الشيء الحقيقي" مما يعني أن الجودة هي التميز الفعلي لأي مجال سواء كان (منتج ، خدمة ، عملية ، منظمة، إلخ). (et.al ; Liepiņa 2014: 668).

عرف (Crosby) الجودة بأنها التوافق مع المتطلبات (Liepiņa et.al ; 2014: 668) , أما (Krajewski) فعرّفها على أنها مصطلح يستعمله الزبائن لوصف مدى رضاهم العام عن الخدمة أو المنتج , بينما عرفها (Joseph M. Juran) الملائمة للاستعمال, اما (Taguchi) مقدار الخسارة التي يمكن تفاديها والتي قد يسببها المنتج للمجتمع بعد تسليمه (Krajewski et.al ; 2016: 119).

حدد (Garvin) خمسة مداخل رئيسة لتحديد الجودة تكون متسقة ومختلفة عن بعضها، وأن كل مدخل يصف الجودة على وفق مدخل معين، إذ ينبغي تحديد هذه المداخل الخمسة من أجل الحصول على رؤية شاملة لمفهوم الجودة وهي كما يأتي (Owlia , 2010: 1218):

أ- المدخل المثالي Transcendent: ويقصد به تقديم منتج متميز بالاعتماد على المعايير الموضوعية التي تكتسب من خلال التجربة.

ب- المدخل القائم على المنتج Product-based: يقصد به مجموعة من الخصائص او الصفات القابلة للقياس.

ت- المدخل القائم على المستخدم User-based: هو ملاءمة المنتج للاستخدام من أجل تحقيق الرضا للزبون.
ث- المدخل القائم على التصنيع Manufacturing-based: يقصد به تقديم منتجات مطابقة للمواصفات المحددة وتكون خالية من العيوب.

ج- المدخل القائم على القيمة Value-based: أنها مزيج من التميز والسعر أي تقديم منتج بأعلى جودة واقل كلفة.

2- العوامل المؤثرة على جودة المنتج

هناك العديد من العوامل الأساسية التي تؤثر على جودة المنتج , كما يمكن تحديد أسباب عدم المطابقة للمواصفات أو فشل المنتج او انخفاض الجودة من خلال النظر الى العوامل الاتية:

(Siregar & Siregar , 2018 : 3) (Wang , 2011 : 300):

- أ- العاملين: يمكن أن يؤثر المشغلون او العاملون على جودة المنتج عندما يفشلون في القيام بالعمليات لعدم املاكهم المهارات والمعارف والقدرات البدنية والعقلية المناسبة للتكنولوجيا المطلوبة للاداء.
- ب- الآلات والمعدات: الآلات والمعدات المستعملة في تنفيذ العملية هي الموارد الهامة التي يمكن أن تتعطل ثم تنتج عيوباً, إذ تتضمن هذه الموارد تهالك الأدوات او قدمها واهتزاز الماكينة ومواقع التركيبات والتذبذب الهيدروليكي والكهربائي فضلاً عن حاجتها الى الصيانة.

ت- المواد الأولية: قد تكون المواد الخام أو الأجزاء التي تدخل في عملية ما معيبة أو رديئة الجودة أو غير ملائمة لخصائص الجودة أو الخاصة للوظيفة أو العملية أو الغرض المقصود, على سبيل المثال, قوة الشد والمتانة والسمك والمسامية ومحتوى الرطوبة وما إلى ذلك.

ث- الاساليب: قد تنجم أسباب الفشل في جودة المنتج عن أربع طرائق غير كفوءة وهي:

- ترتيب غير كفوء: مثل وجود المواد الخام في أماكن غير مناسبة.
 - سوء استعمال المعدات: أي لا يجري استعمال المعدات بشكل صحيح.
 - طريقة قياس غير ملائمة وغير دقيقة.
 - استعمال طريقة تقليدية أو غير مناسبة للعمل.
- ج- المعلومات: تعد المعلومات أيضاً مصدراً مهماً في عملية التصنيع. لذلك، يمكن أن تؤدي المعلومات الخاطئة أو غير الصحيحة إلى حالات فشل في المنتج.
- ح- البيئة: يمكن أن تؤدي بيئة العمل غير المناسبة إلى فشل المنتج مثل درجة الحرارة العالية أو المنخفضة والضوء والإشعاع والضغط والرطوبة (Islam & et.al; 2016: 38).

ثانياً: اداة وضع الفشل وتحليل التأثير Failure Mode and Effect Analysis(FMEA)

تعد اداة (FMEA) واحدة من الأدوات المستعملة في تحليل الأسباب الجذرية التي تحدث في المنتج أو العملية أو المجموعات الفرعية أو العناصر أو النظام وتأثيراتها لمنع حدوث الفشل المحتمل لها لتقليل الكلفة وتقليل الوقت اللازم لإجراءات البحث والتطوير من أجل زيادة رضا الزبائن. سنتناول ضمن هذه الفقرة تعريف FMEA وعوامل أو متغيرات هذه الاداة وكما يأتي:

1- تعريف FMEA

تعد (FMEA) اداة لتحليل أسباب وآثار الفشل في المنتجات, العمليات والخدمات , وهي إحدى الطرائق الوقائية التي تعمل المنظمات على استعمالها لتحسين الجودة عن طريق تحديد العيوب بطريقة متسقة وممنهجة من اجل القضاء على سبب العيوب أو الفشل عن طريق إجراءات التحسين المناسبة, لذلك يتوافق تحليل (FMEA) مع مبدأ التحسين المستمر لـ "PDCA" (الخطة، التنفيذ، التحقق، الإجراء) التي طورها ديمك والذي يتطلب توثيق كل منتج أو عملية والإشراف عليها وتحليلها وتحسينها باستمرار (Domagala et.al 2019 : 684).

يمكن القول بأن (FMEA) هي أداة تحليل تستعمل لتحديد حالات الفشل المحتملة الأكثر أهمية لغرض ازالة المشكلات والاطفاء وتحسين موثوقية وسلامة النظم والتصاميم والعمليات والخدمات قبل وصولها إلى الزبائن.

2- عوامل (أو متغيرات) أداة (FMEA)

يرتبط بأداة (FMEA) عدد من المتغيرات أو العوامل ذات العلاقة بحالات الفشل المحتملة, لذلك لابد ان تؤخذ هذه العوامل بنظر الاعتبار وهي, احتمال حدوث الفشل (O) Occurrence ، وشدة أو تأثير الفشل (S) Severity ، والقدرة على الكشف عن حدوث الفشل (D) Detection , ويؤدي مضاعفة هذه العوامل إلى تحديد رقم أولوية المخاطر Risk Priority Number (RPN) والتي سيجري توضيحها كما يأتي:(Pazireh et.al; 2017: 3-4)

أ- احتمال حدوث الفشل (O) Probability of failure occurrence

يحدد هذا العامل إمكانية حدوث سبب محتمل للفشل, بمعنى آخر يحدد احتمال الحدوث, حدوث خطأ محتمل بتكرار محدد, ويجري تقييم احتمال الحدوث على أساس مقياس من (1-10), ومن الضروري دراسة وتحديد جميع الأسباب المحتملة لوضع الفشل واحتمال حدوثها وتوثيقها, والجدول (1) يوضح ذلك .

جدول (1) معايير حدوث الفشل (O)

التصنيف	معدلات الفشل المحتملة	احتمال الفشل
10	100/1000	الفشل لا مفر منه
9	50/1000	فشل عالي جداً
8	20/1000	الفشل المتكرر
7	10/1000	الفشل عالي
6	5/10000	الفشل مرتفع معتدل
5	2/10000	فشل معتدل
4	1/1000	فشل منخفض نسبياً
3	.5/1000	فشل منخفض
2	.1/1000	فشل بعيد
1	.01/1000	الفشل عن بعد من غير المرجح حدوثه

المصدر : اعداد الباحثان (بتصرف) بالاعتماد على

Source: Pazireh , E. and Sadeghi , A.H. and Shokohyar, S. ,(2017)," Analyzing the enhancement of production efficiency using FMEA through simulation-based optimization technique: A case study in apparel manufacturing" ,PRODUCTION & MANUFACTURING / RESEARCH ARTICLE, Tehran, Iran, pp.(12) .

ب- شدة الفشل (Severity of failure (S)

هي شدة تأثير الفشل على المنتج أو تجربة المستخدم النهائي منه، وتعبّر عن مدى خطورة التأثير لحالة الفشل ويجري التعبير عن شدة الفشل على مقياس من (1- 10) و يتراوح من لا شيء إلى مرتفع بشكل خطير وكما موضح في الجدول (2)

جدول (2) معايير تصنيف شدة الفشل (S)

التصنيف	المعايير - شدة التأثير	التأثير
10	أقصى تأثير خطير ويحدث دون تحذير	خطير
9	بعض الفشل مع تأثير خطير ويحدث مع تحذير مسبق	شديد
8	غير صالحة للعمل مع فقدان الوظيفة الأساسية للمنتج	مرتفع جداً
7	أداء ضعيف جداً والزبائن غير راضين	مرتفع
6	الإداء ضعيف والزبائن منزعجين	معتدل
5	قابلية المنتج للتشغيل ولكن يلاحظ استياء الزبائن	منخفض
4	ملاحظة العيوب من قبل معظم الزبائن	منخفض جداً
3	ملاحظة عيوب متوسطة من قبل الزبائن	صغيرة
2	عيوب بسيطة من قبل عدد قليل من الزبائن	صغيرة جداً
1	بدون تأثير	لا شيء

Source: Pazireh , E. and Sadeghi , A.H. and Shokohyar, S. ,(2017)," Analyzing the enhancement of production efficiency using FMEA through simulation-based optimization technique: A case study in apparel manufacturing" ,PRODUCTION & MANUFACTURING / RESEARCH ARTICLE, Tehran, Iran, pp.(13) .

ج- كشف الفشل (Detection of failure (D)

يوضح هذا العامل احتمال اكتشاف الخطأ من قبل المشغل أو المستخدم النهائي. إذ ينبغي توضيح كيف يمكن للمشغل اكتشاف وضع الفشل أو السبب في ظل الظروف العادية أو ما إذا كان يمكن أن يكتشفه فريق الصيانة عن طريق بعض عمليات التفتيش أو أنواع الإجراءات الأخرى وينبغي تقييم درجات المخاطر المحتملة بعد الترتيب والتأكد من أن التصنيف لا يزال دون تغيير والجدول (3) يوضح ذلك .

جدول (3) معايير الكشف (D) عن حالة الفشل

التصنيف	المعايير	الكشف
10	غير مثبتة ، فرصة غير موثوقة للكشف عن الفشل	عدم التأكد المطلق
9	فرصة بعيدة جداً للكشف عن الفشل	بعيد جداً
8	من المحتمل أن تكون الفرصة بعيدة للكشف عن الفشل	بعيد
7	الفرصة منخفضة جداً للكشف عن الفشل	منخفض جداً
6	الفرصة منخفضة للكشف عن الفشل	منخفض
5	الضوابط التشغيلية فاعلة الى حد ما للكشف بشكل معتدل عن الفشل	معتدل
4	هناك احتمال كبير للكشف عن الفشل	مرتفعة بشكل معتدل
3	فرصة كبيرة للضوابط التشغيلية للكشف عن الفشل	مرتفع
2	فرصة عالية جداً من احتمال الكشف عن الفشل	مرتفع جداً
1	سيتم اكتشاف عناصر التحكم بشكل شبه مؤكد	تقريباً متأكد

Source: Pazireh , E. and Sadeghi , A.H. and Shokohyar, S. ,(2017)," Analyzing the enhancement of production efficiency using FMEA through simulation-based optimization technique: A case study in apparel manufacturing" ,PRODUCTION & MANUFACTURING / RESEARCH ARTICLE, Tehran, Iran, pp.(13).

د- رقم اولوية المخاطر (RPN) Risk Priority Number

أن (RPN) هو مؤشر لتحديد الإجراء التصحيحي المناسب على أوضاع الفشل ويجري حسابه عن طريق ضرب مستويات تصنيف الشدة والحدث والكشف والذي يتكون قياسية من (1-1000). بعد تحديد أرقام الشدة والحوادث والكشف، ويمكن حسابه بسهولة بضرب هذه الأرقام وكما في المعادلة (1) الاتية :-

معادلة (1)

$$\text{RPN} = (\text{درجة الخطورة} \times \text{الحدوث} \times \text{الكشف})$$

تعد قيمة (RPN) الصغيرة هي الأفضل دائماً من (RPN) الكبيرة، ويمكن حسابها للعملية بأكملها أو لعملية التصميم فقط، وبمجرد حسابها يصبح من السهل تحديد المناطق ذات الاهتمام الأكبر ليقوم الفريق الهندسي بإنشاء شبكة (RPN) والتركيز على حل أوضاع الفشل (Thakore et.al ;2015 :415).

تحليل البيانات

أولاً: نبذة تعريفية عن شركة الزوراء العامة

تعد شركة الزوراء العامة احدى شركات وزارة الصناعة والمعادن التي تأسست عام 1988 لإنتاج منظومات الجهد الواطئ والتي تتضمن منظومات السيطرة على المحركات، ومجهرات القدرة الصناعية، منظومات الموزانيك والدوائر الالكترونية المطبوعة، وقد دمجت مع شركتي المنصور العامة في سنة 2016 (التي تأسست سنة 1975 وتخصصت في إنتاج الواح الطاقة الشمسية وإنتاج الغازات الطبية والصناعية وإنتاج المياه الصحي) وشركة التحدي العامة في سنة 2017 (تأسست في سنة 1992 وتخصصت في إنتاج منظومات حماية البيئة وتأهيل محركات الجهد العالي وإنتاج المولدات والمحولات والمعدات وإنتاج فلاتر الهواء لمحطات توليد الكهرباء الغازية)، لتكون تحت اسم شركة الزوراء العامة برأس مال قدره (91) مليون دولار.

ثانياً: تطبيق أداة وضع الفشل وتحليل التأثير (FMEA) في خط تصنيع الفلاتر

الهوائية

من أجل التعرف على المعيبات والاسباب الجذرية للمشكلات ومعرفة الآثار الناجمة عنها ولمنع حالات الفشل التي تحدث في المنتج خلال عملية التصنيع وتقييم درجة اولويتها وفقاً لـ (RPN), سيجري تطبيق أداة (FMEA) على مراحل التصنيع في خط انتاج الفلاتر الهوائية من خلال جلسات العصف الذهني للفريق المشكل لهذا الغرض والتي ضم عدد من المسؤولين المتخصصين، فضلاً عن الباحثان وبالاعتماد على بيانات الملحق (1) الذي يوضح اجمالي العيوب للفلتر الهوائي، سنعمل على اعداد مخطط باريتو لظهور العيوب الاكثر تأثيراً .

1- اعداد مخطط باريتو

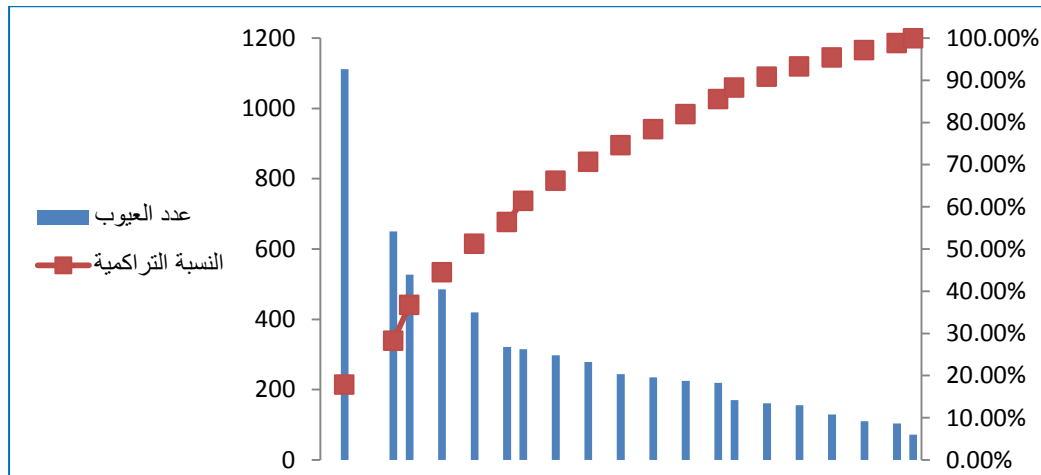
سيجري ترتيب تكرار العيوب تنازلياً من الاعلى عدداً الى الاقل مع التكرار النسبي والتراكمي والجدول (4) يوضح ذلك.

جدول (4) البيانات المطلوبة لمخطط باريتو لعيوب الفلتر الهوائي (اسطواني ومخروطي)

ت	اسم العيب	التكرار	التكرار النسبي	النسبة التراكمية
1	عدم الالتصاق بالغطاء من جهة ما	1124	17.92%	17.92%
2	عدم دقة اللحام	652	10.40%	28.32%
3	عدم انتظام شكل	534	8.51%	36.83%
4	عدم انضباط الابعاد	488	7.78%	44.61%
5	وجود اترية على الورق	420	6.70%	51.31%
6	خطوط رفيعة	329	5.25%	56.55%
7	ميلان الغطاء لاحد الجوانب	315	5.02%	61.58%
8	عدم تساوي محيط المشبك	298	4.75%	66.33%
9	كمية كلو غير كافية	279	4.45%	70.77%
10	عدم انتظام الشكل للتشميع	244	3.89%	74.67%
11	فقدان جزء من الكلو	234	3.73%	78.40%
12	عدم تساوي الارتفاع من جهة ما	226	3.60%	82%
13	تباين السمك	219	3.49%	85.49%
14	عدم انتظام طيات الورق	170	2.71%	88.20%
15	لصق غير صحيح	167	2.66%	90.86%
16	عدم تساوي السطح	156	2.49%	93.35%
17	عدم تساوي الابعاد	134	2.14%	95.49%
18	عيوب الاغطية	107	1.71%	97.19%
19	عيوب اللحام	104	1.66%	98.85%
20	عيوب الورق	72	1.15%	100%
21	المجموع	6272	100%	

المصدر: من اعداد الباحثان

يوضح الشكل (2) مخطط باريتو لأنواع العيوب الاكثر تكراراً.

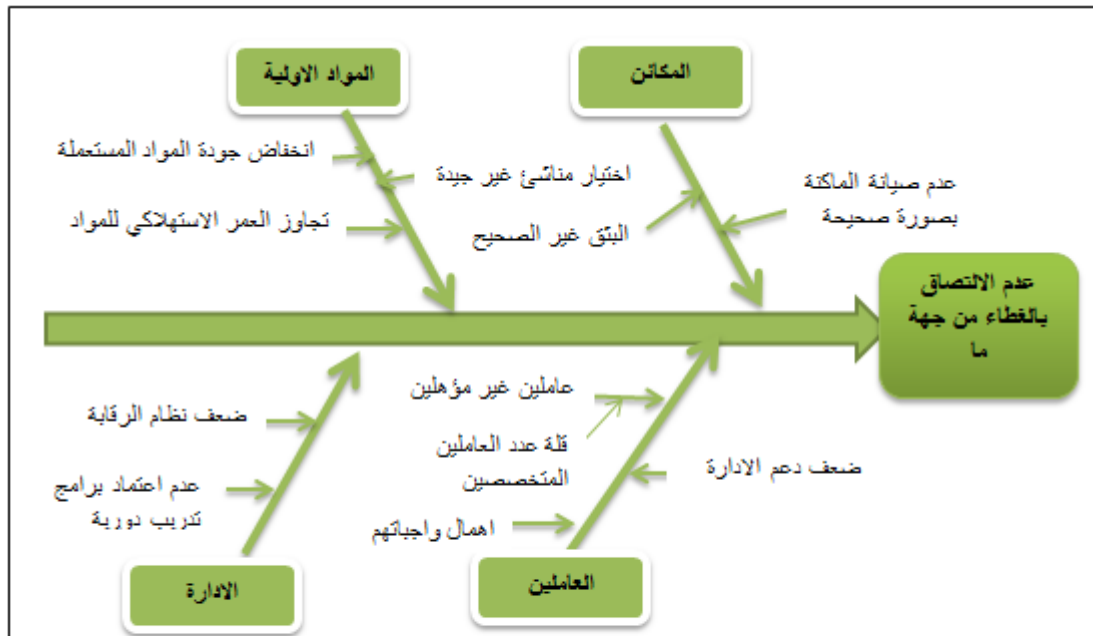


شكل (2) مخطط باريتو لانواع العيوب

المصدر : من اعداد الباحثان بالاعتماد على مخرجات برنامج الاكسل
من خلال الشكل (2) تتضح المساهمة النسبية لكل عيب نسبة الى التأثير الكلي للعيوب , فالعيوب الاكثر تأثيراً بالاعتماد على قاعدة باريتو (20/80) تتمثل بـ (عدم الالتصاق بالغطاء من جهة ما, عدم دقة اللحام, عدم انتظام شكل التشميع, عدم انضباط الابعاد, وجود اترية على الورق, خطوط رفيعة, ميلان الغطاء لاجد الجوانب, عدم تساوي محيط المشبك, كمية كلو غير كافية, عدم انتظام الشكل, فقدان جزء من الكلو), أما العيوب الاقل تأثيراً فتمثل (عدم تساوي الارتفاع من جهة ما, تباين السمك, عدم انتظام طيات الورق, لصق غير صحيح, عدم تساوي السطح, عدم تساوي الابعاد, عيوب الاغطية عيوب اللحام, عيوب الورق).

2- اعداد مخطط عظم السمكة

بعد التعرف على العيوب الاكثر تأثيرا التي اظهرها مخطط باريتو سيجري التعرف على الاسباب الجذرية لهذه العيوب من خلال مخطط عظم السمكة بدءاً بالعيب الاكثر تأثيراً الى العيب الاقل تأثيراً التي حددها يوضح الشكل (3) التالي وجود اربع عوامل رئيسية تؤثر في الالتصاق بالغطاء تتمثل بالقوى العاملة والمكانن والمواد الاولية والادارة ولكل منها اسباب فرعية أدت الى حدوث هذا النوع من العيب.



شكل (3) مخطط عظم السمكة لعدم الالتصاق بالغطاء من جهة ما

المصدر: من اعداد الباحثان.

اما بقية مخططات عظم السمكة فيمكن النظر الى الملحق(2)

3- تعيين درجة الشدة (S) والحدوث (O) والكشف (D) لحالات الفشل

بعد معرفة العيوب الأكثر تأثيراً والاقل تأثيراً التي اظهرها مخطط باريتو ومعرفة الاسباب الجذرية التي اظهرها مخطط عظم السمكة, سيجري حساب درجة اولوية الفشل (RPN1), بعد قيام الفريق باعطاء قيم تقديرية لكل من الشدة (S) والحدوث (O) والكشف (D) وفقاً لدرجة قياسها من (1-10) لكل حالة فشل او عيب, وذلك عن طريق ضرب الابعاد او المتغيرات الثلاثة الشدة (S) والحدوث (O) والكشف (D) وفق المعادلة رقم (1) المذكورة سابقاً. الجدول (5) يوضح ذلك.

جدول (5) ورقة عمل FMEA

وثيقة FMEA									
الوثيقة / رقم FMEA :					الجزء / رقم المنتج:				
الصفحة :					الجزء / وصف المنتج: الفلتر الهوائي				
تاريخ FMEA :					الفريق الأساسي ل FMEA				
RPN	D	آليات التحكم الحالية	O	الاسباب المحتملة	S	اثر الفشل المحتمل	وضع الفشل المحتمل	وصف العملية	رقم العملية
324	4	1- اعادة تنظيم ماكينة الكازكيت من اجل الانتاج الصحيح	9	1- البثق غير صحيح	9	فشل انتاج الكازكيت	عدم الالتصاق بالغطاء من جهة ما	صب الكازكيت	1
324	4	2- الصيانة بشكل صحيح	9	2- عدم صيانة الماكينة بصورة صحيحة					
360	4	3- استعمال مواد ذات جودة عالية	9	3- انخفاض جودة المواد المستعملة	10	تآكل القوالب وحدوث مشاكل في المكانن تؤدي الى فشل المنتج			
360			9	4- تجاوز العمر الاستهلاكي للمواد					
224	4	4- توظيف عاملين ذوي مهارات	7	5- ضعف المهارة لدى العاملين	8	اخطاء في الانتاج			
224	4	5- توفير الدعم من قبل الادارة	7	6- ضعف دعم الادارة					
256			8	7- ضعف نظام الرقابة					
224			7	8- عدم اعتماد برامج تدريب دورية					
224	4	1- تنبيه العاملين من اجل دقة اللحام	7	1- ضعف مهارة العاملين على ماكينة اللحام	8	فشل في عملية التجميع	عدم دقة اللحام	خط تصنيع المشبك	2
192	3	2- ضبط قالب اللحام	8	2- عدم ضبط قالب اللحام					
216	3	3- صيانة فاعلة	9	3- اخطاء نظام الصيانة					
224			7	4- عدم وجود الفحص الفني للالات					
192	4	4- تشجيع الادارة العاملين وتحفيزهم	6	5- عدم وجود تحفيز للعاملين					

288	4	1- مواد ذات جودة عالية وعاملين متخصصين	9	1- عدم جفاف المادة اللاصقة بصورة صحيحة	8	فشل المنتج	عدم انتظام الشكل للتشميع	خط التشميع	3
224		عاملين لديهم المهارات والخبرات اللازمة	7	2- خطأ العاملين					
320	4	2- الصيانة بشكل صحيح	9	3- عدم صيانة الماكنة بصورة صحيحة					
252	4	1- مواد ذات جودة عالية	9	1- انخفاض جودة المواد المستعملة	7	عدم دقة انتاج الفلتر النهائي	عدم انضباط الابعاد	خط صب الكازكيت	4
160	4	2- تشجيع الادارة العاملين وتحفيزهم	5	2- عدم وجود تحفيز للعاملين					
224			7	3- ضعف المهارة لدى العاملين					
288			9	4- قياسات غير دقيقة للابعاد					
216	3	1- خزن الورق في اماكن ملائمة للمحافظة عليه	9	1- خزن الورق في اماكن مكشوفة	8	فشل في عملية انتاج الورق	وجود اترية على الورق	خط تكسير الورق	5
288	4	2- توفير الدعم من قبل الادارة	9	2- بيئة عمل غير صالحة					
224			7	3- ضعف دعم الادارة					
189	3	تهيئة الماكنة بشكل منتظم وصيانتها	7	عدم انضباط التشميع	9	فشل المنتج	خطوط رقيقة	خط التشميع	6
192	3	معايرة القالب بشكل منتظم	8	عدم معايرة القالب بصورة صحيحة	8	فشل في عملية التجميع وتصنيع الكازكيت	ميلان الغطاء لاحد الجوانب	خط تصنيع الاغطية	7
192	3	معايرة القالب بشكل منتظم	8	القطع غير منتظم للمشبك	8	عدم دقة ابعاد الفلتر النهائي	عدم تساوي محيط المشبك	خط تصنيع المشبك	8
324	4	تهيئة الماكنة بشكل منتظم وصيانتها	9	عدم صيانة الماكنة بصورة صحيحة	9	فشل المنتج	كمية كلو غير كافية	خط التشميع	9
324	4	صيانة الماكنة بشكل دوري ومستقل	8	عدم صيانة الماكنة	9	فشل انتاج الكازكيت	عدم انتظام الشكل	خط صب الكازكيت	10
192	3	معايرة القالب بشكل منتظم	8	عدم معايرة القالب بصورة صحيحة	8	فشل انتاج الكازكيت	عدم تساوي الارتفاع من جهة ما	خط صب الكازكيت	11
360	4	مواد صالحة للاستعمال	9	تلف المواد	10	تآكل القوالب وحدوث مشاكل في المكانن تؤدي الى فشل المنتج	فقدان جزء من الكلو	خط التشميع	12
324	4	تهيئة الماكنة بشكل منتظم وصيانتها	9	عدم صيانة الماكنة بصورة صحيحة	9	فشل المنتج			
360	4	مواد صالحة للاستعمال	9	تلف المواد	10	تآكل القوالب وحدوث مشاكل في المكانن تؤدي الى فشل المنتج	تباين السمك	خط التشميع	13
324	4	تهيئة الماكنة بشكل منتظم وصيانتها	9	عدم صيانة الماكنة بصورة صحيحة	9	فشل المنتج			
324	4	اعادة تنظيم ومعايرة الماكنة بصورة صحيحة	9	التقعات في المشابك	9	فشل في التجميع	عدم انتظام طيات الورق	خط تكسير الورق	14
243	3	تهيئة الماكنة بشكل منتظم وصيانتها	9		9	فشل في التجميع			

224	4	توظيف عاملين يمتلكون مهارات عالية	7	ضعف مهارة العاملين	8	تجميع غير صحيح	لصق غير صحيح	خط التجميع	15
224	4	توظيف عاملين ذوي مهارات	7	ضعف مهارة العاملين	8	عدم دقة ابعاد الفلتر	عدم تساوي السطح	خط تصنيع الاغطية	16
224	4	توظيف عاملين ذوي مهارات	7	ضعف مهارة العاملين	8	عدم دقة ابعاد الفلتر	عدم تساوي الابعاد	خط تصنيع الاغطية	17
243	3	غطاء صحيح	9	عدم معالجة عيوب الاغطية بشكل دقيق	9	تجميع غير صحيح	عيوب الاغطية	خط التجميع	18
216	3	مشبك منتظم للحام	8	عدم انتظام مشبك اللحام	9	تجميع غير صحيح	عيوب اللحام	خط التجميع	19
216	3	ورق صحيح	8	عدم معالجة عيوب الورق بشكل دقيق	9	تجميع غير صحيح	عيوب الورق	خط التجميع	20

المصدر: اعداد الباحثان مع فريق العصف الذهني

نلاحظ من خلال جدول (5) ان اعلى (RPN1) هي (360) وتمثل مواد اولية ذات جودة رديئة واقل (RPN1) هي (160) وتمثل ضعف نظام الحوافز للعاملين, اذ سيجري توضيح درجات الخطورة حسب المستويات في المصفوفة لمساعدة المصنع في تقليل الخطورة .
بالاعتماد على مقياس (1-10) للشدة والحدوث والكشف والجدول (5) جرى بناء مصفوفة تقييم اولوية المخاطر (RPN), من اجل تصنيف المخاطر وفقاً للمستويات الثلاثة الاتية :-
1- المستوى الاول هو فشل كبير غير مقبول باللون الاحمر.
2- المستوى الثاني هو فشل معتدل متوسط باللون الاصفر.
3- المستوى الثالث هو فشل بسيط معتدل باللون الاخضر. وكما يوضحه الملحق (3)

مناقشة النتائج

كان الهدف من البحث تحديد العوامل التي تؤثر على جودة المنتج بأستعمال اداة "FMEA" وتحديد الاسباب الرئيسية والثانوية لها من خلال مخطط عظم السمكة بعد التعرف على العيوب الأكثر تأثيراً التي اظهرها مخطط باريتو, فضلاً عن تقديم آليات وإجراءات مقترحة للمساعدة في "تقليل العيوب", وقد اظهر مخطط باريتو (20) نوع من العيوب, (11) منها تمثل الأكثر تأثيراً و(9) منها الأقل تأثيراً, مما يستدعي ايجاد الاسباب الرئيسية والجذرية لها, وقد استعملنا مخطط عظم السمكة و اداة (FMEA) التي بينت ان أعلى خطر محتمل هو مواد ذات جودة رديئة (RPN=360) والأقل هو ضعف نظام التحفيز (RPN=160), وبعد معرفة وتشخيص هذه الاسباب وجد الباحثان ان بالإمكان ايجاد الحلول لها من خلال شراء المواد الاولية من مناشئ معروفة بجودة موادها لضمان جودة المنتج وعدم تسبب أي عطل في المكان وظهور معييبات في الانتاج واستعمال اداة (FMEA) على خطوط الانتاج الأخرى للشركة وذلك لما لها من دور وتأثير في معرفة المخاطر المتوقعة للمنتجات وتقليل درجة الخطورة, إذ اثبتت البحث عبر تطبيق هذه الاداة على منتج الفلتر الهوائي تخفيض نسب الخطورة للمنتج بعد اجراء المعالجات المطلوبة التي توصل اليها من خلال التحليل والنتائج في الجانب العملي التي اظهرتها مخططات باريتو وعظم السمكة واداة FMEA من أجل القضاء على الانحرافات والعيوب وتحسين جودة المنتج.

الاستنتاجات

1. اشارت النتائج الى افتقار قسم السيطرة النوعية في الشركة الى الملاكات المؤهلة لاستعمال ادوات ادارة الجودة مخططات باريتو وعظم السمكة اللتان تساعدان في تحديد العيوب الأكثر تأثيراً والمساعدة في البحث عن جذور المشكلات والعيوب وحالات الفشل في الخطوط الانتاجية.

2. ساعدت اداة (FMEA) في تحديد العوامل التي تؤثر على جودة المنتج وهي العوامل البشرية وتشمل (ضعف نظام الرقابة, عدم اعتماد برامج تدريب دورية, ضعف نظام التحفيز, ادارة غير كفوءه) وعاملين (غير مدربين, غير متخصصين, غير محفزين, قلة المهارة, اهمال), العوامل الميكانيكية وتشمل (أخطاء نظام الصيانة, عدم وجود الفحص الفني للألات, عدم ضبط القوالب, درجة حرارة الماكينة مرتفعة, البثق غير الصحيح, صيانة غير جيدة), العوامل البيئية وتشمل (بيئة غير صالحة للعمل, الضوضاء, الاتربة, الاماكن غير ملائمة), العوامل المادية وتشمل (مواد ذات جودة رديئة, تجاوز العمر الاستهلاكي للمواد, اختيار مناشئ موادها غير جيدة) .
3. كما اظهرت اداة (FMEA) أن هذه العيوب قد تؤثر على كل من المصنع (اي تسبب خسائر مالية نتيجة تلف المواد والعزوف عن شراء منتجاتها) والمبيعات (قلة المبيعات بسبب زيادة تلف المواد التي يجري عزلها) والمنتج (ظهور العيوب تؤدي الى فشل المنتج في الايفاء بخصائص الجودة المطلوبة) والاستهلاك (ان العمر الاستهلاكي للفلتر الهوائي من (6-8) أشهر ولكن نتيجة المؤثرات البيئية يكون عمرها اقصر) واندثار المكانن (أن العمر التشغيلي للماكينة عشر سنوات), ولكن بسبب تلف المواد واخطاء نظام الصيانة وعاملين غير مؤهلين وغير مندفعين ادى الى حدوث عطلات في المكانن مما تسبب في عمر تشغيلي أقل.
4. اظهرت اداة (FMEA) أن أعلى خطر محتمل هو مواد ذات جودة رديئة ($RPN = 360$) والأقل هو ضعف نظام التحفيز ($RPN = 160$) , وذلك بسبب عدم اهتمام الشركة بمناشئ الحصول على المواد ذات الجودة واقتصار اهتمامها بمواد رخيصة الكلفة لقلّة التخصيصات المالية.
5. تمثلت مصفوفة تصنيف المخاطر بثلاث مستويات, إذ يمثل المستوى الاول فشل كبير والذي يبدأ من درجة (1000-321) والمستوى الثاني فشل معتدل يبدأ من درجة (64-320) والمستوى الثالث فشل بسيط يبدأ من درجة (1-63).

التوصيات

- في ضوء الاستنتاجات التي توصل اليها البحث, نقدم التوصيات التي نامل ان تحضى باهتمام الشركة والمصنع وكما ياتي:
1. شراء المواد الاولية من مناشئ معروفة بجودة موادها لضمان جودة المنتج وعدم تسبب اي عطل في المكانن وظهور معييبات في الانتاج.
 2. استعمال اداة (FMEA) على خطوط الانتاج الاخرى للشركة وذلك لما لها من دور وتأثير في معرفة المخاطر المتوقعة للمنتجات وتقليل درجة الخطورة.
 3. الاعتماد على ادوات الجودة بما فيها مخطط باريتو ومخطط عظم السمكة من اجل تحليل العيوب ومعرفة مسبباتها وغيرها من الادوات بما يتناسب والمشكلة المراد حلها.
 4. ضرورة الاهتمام بنظام الصيانة للمصنع وذلك من خلال الصيانة اليومية التي تشمل تنظيف المكانن وتهيئتها واعدادها بشكل سليم لغرض ادامة خطوط الانتاج اليومية, والصيانة الاسبوعية لتلافي تلف المواد الاولية وصيانة شهرية للمكانن واعادة تصميم القوالب.
 5. اتخاذ الاجراءات التصحيحية التي جرى وضعها من اجل تقليل العيوب واثارها على الانتاج والمبيعات.
 6. توفير الدعم من قبل الادارة للعاملين سواء كان ماليا او من خلال اشراكهم بدورات تدريبية لتنمية المهارات والمقدرات المطلوبة للعمل.
 7. تنشيط نظام السيطرة النوعية لتلافي حدوث اي خلل في عملية الانتاج.
 8. الاخذ بما جاء من نتائج في الجانب العملي للبحث والتي اظهرها مخطط باريتو ومخطط عظم السمكة واداة FMEA من اجل القضاء على الانحرافات والعيوب وتحسين جودة المنتج.

References

- 1- Domagała , Joanna Fabiś and Momeni , Hassan and Domagała , Mariusz and Filo , Grzegorz , (2019) , "MATRIX FMEA ANALYSIS AS A PREVENTIVE METHOD FOR QUALITY DESIGN OF HYDRAULIC COMPONENTS" , System Safety: Human - Technical Facility - Environment , VOL.1, issue 1, pp. (684-691).
- 2- Islam , Muhaiminul and Naisra , Sultana and Pritom , Sarker Towfiq and Rahman , Md. Ashiqur , (2016) , "Application of Fishbone Analysis for Evaluating Supply Chain and Business Process- A Case Study on KMART" , Industrial Engineering Letters , Vol.6, No.7, pp.(36-42).
- 3- K Siregar and S F Siregar , (2018) , "Analysis of Causes of Defects Gloves and Bar Soap Using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) in XYZ Company" ,The 2nd Annual Applied Science and Engineering Conference , Medan.
- 4- Krajewski. j, Lee, J, P. Ritzman, Larry,(2016), "Operations Management process and value chain", 11th ed., Prentice-Hall, New Jersey.
- 5- Liepiņa , Raimonda and Lapiņa , Inga and Mazais , Jānis , (2014) , "Contemporary issues of quality management: relationship between conformity assessment and quality management" , Contemporary Issues in Business, Management and Education conference , Riga, Latvia.
- 6- Owlia , Mohammad Saleh , (2010) , "A framework for quality dimensions of knowledge management systems" , Industrial Engineering Department, Yazd University, Yazd, Iran , Vol. 21, No. 11,p.p(1215–1228).
- 7- Pazireh , E. and Sadeghi , A.H. and Shokohyar, S. ,(2017)," Analyzing the enhancement of production efficiency using FMEA through simulation-based optimization technique: A case study in apparel manufacturing" ,PRODUCTION & MANUFACTURING / RESEARCH ARTICLE, Tehran, Iran.
- 8- Thakore , Riddhish and Dave , Rajat and Parsana, Tejas ,(2015) , "A Case Study: A Process FMEA Tool to Enhance Quality and Efficiency of Bearing Manufacturing Industry" , Scholars Journal of Engineering and Technology (SJET),VOL.3, pp(413-418).
- 9- Wang , Michael H. , (2011) , "A Cost-Based FMEA Decision Tool for Product Quality Design and Management" , IEEE International Conference on Intelligence and Security Informatics , Beijing, China .

Determine The Factors Affecting Product Quality Using FMEA Analysis: A Case Study in Al Zawraa State Company

Researcher. Alaa Farhan Hayal
Central Technical University,
Administrative Technical College,
Department of Total Quality
Management Technologies, Baghdad,
Iraq
alaaalardhi635@gmail.com

Asst.prof.Dr. Nidaa Saleh Mahdi
Central Technical University,
Administrative Technical College,
Department of Total Quality
Management Technologies, Baghdad,
Iraq
dr.n.alshaheen@gmail.com

Received: 1/11/2020

Accepted :25/11/2020

Published :FEBRUARY / 2021



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Abstract

The research aims to identify the factors that affect the quality of the product by using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) tool, and to suggest measures to reduce the deviations or defects in the production process. I used the case study approach to reach its goals, and the air filter product line was chosen in the air filters factory of Al-Zawraa General Company. The research sample was due to the emergence of many defects of different impact and the continuing demand for the product. I collected data and information from the factory records for two years (2018-2019), and used a scheme Pareto Fishbone Diagram as well as FMEA tool to analyze data and generate results.

Pareto diagram showed that there are (20) types of defects, (11) of which represent the most effective and (9) of them are the least effective. Stimulation (RPN = 160).

Added value: Utilizing the (FMEA) tool in determining the factors that affect the quality of the product and determining the priority risks.

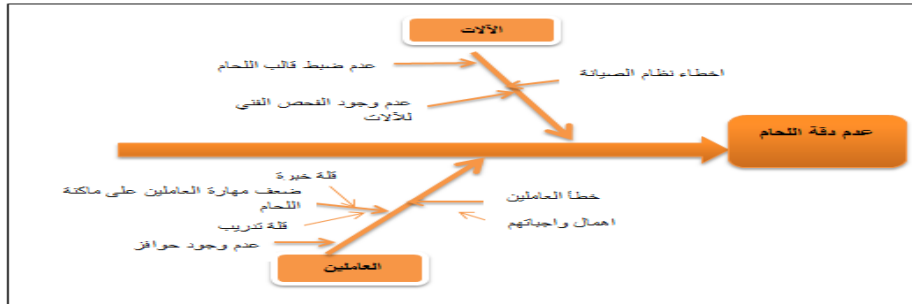
Key words: Product Quality, FMEA, Pareto Diagram, Fishbone Diagram.

الملاحق

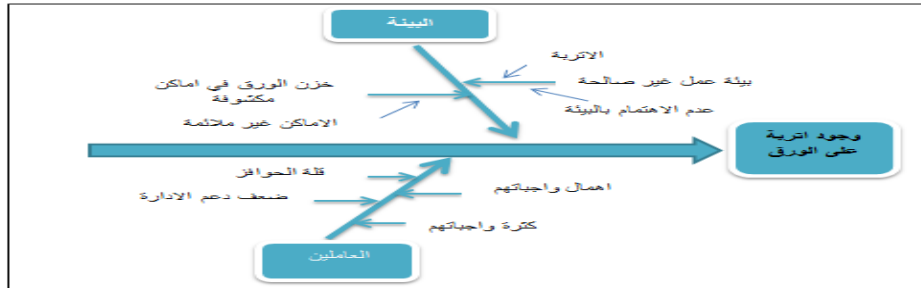
ملحق (1) اجمالي العيوب للفلتر الهوائي

تكرار العيوب	نوع العيب	حجم العينة	الخط
652	عدم دقة اللحام	1820	الثاني
298	عدم تساوي محيط المشبك	1078	
315	ميلان الغطاء لاحد الجوانب	1236	
156	عدم تساوي السطح	877	
134	عدم تساوي الابعاد	637	
1124	عدم الالتصاق بالغطاء من جهة ما	2613	الثالث
488	عدم انضباط الابعاد	1827	
244	عدم انتظام الشكل	1545	
226	عدم تساوي الارتفاع من جهة ما	1597	
420	وجود اتربة على الورق	1759	الرابع
170	عدم انتظام طيات الورق	691	
107	عيوب الاغطية	1521	الخامس
104	عيوب اللحام	1308	
167	اللتصق غير الصحيح	1909	
72	عيوب الورق	1212	
534	عدم انتظام الشكل	2485	السادس
329	خطوط رفيعة	2047	
279	كمية كـلـو غير كافية	1770	
234	فقدان جزء من الكـلـو	1573	
219	تباين السمك	1494	

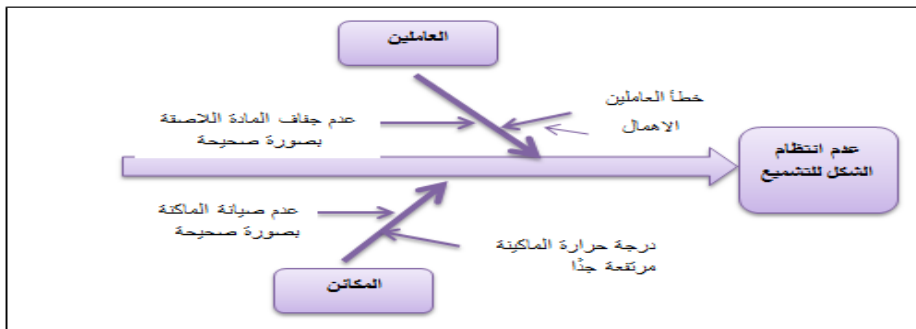
ملحق (2) مخططات عظم السمكة



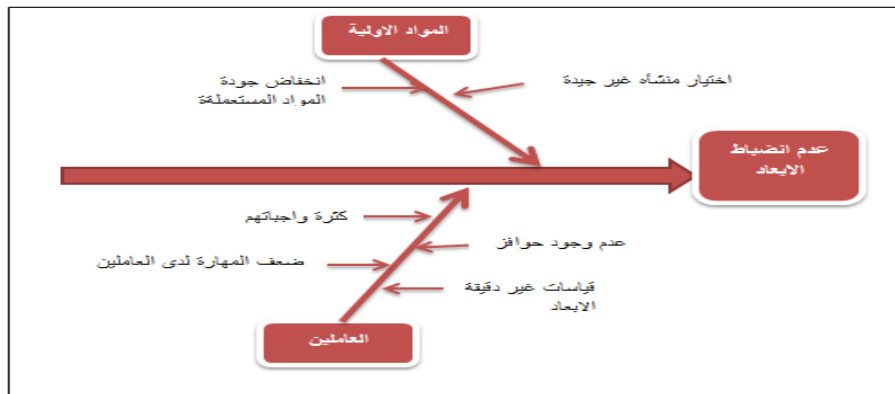
شكل (4) مخطط عظم السمكة لعدم دقة اللحام



شكل (7) مخطط عظم السمكة لوجود اترية على الورق



شكل (5) مخطط عظم السمكة لعدم انتظام الشكل للتشميع



شكل (6) مخطط عظم السمكة لعدم انضباط الأبعاد

ملحق (3) مصفوفة تقييم درجة اولوية الخطر في مصنع الفلاتر الهوائية

التوقع DETECTABILITY		OCCURRENCE الحدوث										الشدّة SEVERITY	
		فشل لا مفر منه	عالي جداً	فشل متكرر	فشل عالي	مرتفع معتدل	فشل معتدل	منخفض نسبياً	فشل منخفض	فشل بعيد	فشل بعيد جداً		
		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
متأكد	10	1000	900	800	700	600	500	400	300	200	100	10	خطير
مرتفع جداً	9	810	729	648	567	486	405	324	243	162	81	9	شديد
مرتفع	8	640	576	512	448	384	320	256	192	128	64	8	مرتفع جداً
مرتفع معتدل	7	490	441	392	343	294	245	196	147	98	49	7	مرتفع
معتدل	6	360	324	288	252	216	180	144	108	72	36	6	معتدل
منخفض	5	250	225	200	175	150	125	100	75	50	25	5	منخفض
منخفض جداً	4	160	144	128	112	96	80	64	48	32	16	4	منخفض جداً
بعيد	3	90	81	72	63	54	45	36	27	18	9	3	صغيرة
بعيد جداً	2	40	36	32	28	24	-20	16	12	8	4	2	صغيرة جداً
عدم التأكد	1	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	لا شيء
تصنيفات الخطر													
خطر / فشل كبير / من درجة (1000)													
خطر / فشل معتدل / من درجة (64-320)													
خطر / فشل بسيط / من درجة (1-63)													

المصدر: من تصميم الباحثان

الشكل (8) مصفوفة تقييم درجة اولوية الخطر في مصنع الفلاتر الهوائية