**4-3- مخطط السبب والأثر:** أو ما يسمى بمخطط إيشيكاوا **ن**سبة للعالم الياباني “كارو إيشيكاوا” Kaoru Ishikawa بجامعة طوكيو الذي قام بتطوير هذه التقنية في عام 1943م، يعد مخطـط ايـشيكاوا تحليلاً نظامياً للمشاكل التي تظهر في الجودة، ويعد طريقاً بيانياَ لوصف السبب لحدث معين، ويوضح مخطط السبب والنتيجة الأسباب المختلفة المـؤثرة فـي الأداء بواسطة تصنيف محدد مع ربط هذه الأسباب، وغالباً ما تكون لكل نتيجـة عدة أسباب، ويأخذ هذا المخطط شكل عظمة السمكة (لأن شكل المخطط يشبه عظمة السمكة)، ويقوم هذا المخطط على:

* الربط بين الأسباب الفاعلة والآثار الناتجة على شكل عظمة السمكة حيث يمثل الهيكل العظمى كل الأسباب المحتملة التأثير وتمثل الرأس النتيجة أو الأثر أي العلاقة بين نتائج عملية ما والأسباب المؤثرة في هذه العملية، ويلاحظ أن كل عملية تتأثر بعدد لا حصر له من العناصر لذا يجب التركيز على العناصر المؤثرة، ومن الضروري التفريق بين الأسباب والآثار ولذلك يستخدم شكل السبب والأثر  ومن الضروري عند إعداده تحفيز الأطقم المشاركة لتوليد أكبر كم من الأفكار والاقتراحات المستمدة من المعلومات والخبرة.
* تحديد الأسباب المحتملة للمشكلة أو الأهداف المرجو تحقيقها، ويتم اختيار الأسباب الموضحة عاليه تبعا للنتيجة أو الأثر المطلوب أو لدراسة مشكلة قائمة.
* التركيز على هذه الأسباب لتطوير الحلول المناسبة وطرح مقترحات التحسين في العملية الإنتاجية أو الخدماتية.

**- خطوات إنجاز مخطط السبب والنتيجة:** تتم خطوات عمل مخطط السبب والنتيجة كالتالي:

1- الاعتماد على العصف الذهني لتحديد الأسباب المحتملة وذلك في إطار عمل جماعي للفريق.

2- بناء المخطط في إتباع نظم لتجميع الأفكار بحيث يجب أن يكون المشكل المدروس والأسباب المؤدية إليه واضحة لجميع أفراد الفريق.

3- استعمال وسيلة عمل جماعية مثلا كاستعمال الصبورة وتدوين جميع الأفكار عليها ويستحسن أن يكون هناك فرد من الفريق يقوم بعملية الكتابة.

4- كتابة الهدف المراد تحقيقه وهذا ما يمثل التي يجب تحديد الأسباب المؤدية إليها.

5- تحديد وتصنيف الأسباب الرئيسية المؤدية إلى النتيجة أو المشكل المدروس.

6- كتابة هذه الأسباب الرئيسية على اليسار.

7- رسم الأسباب الرئيسية ثم نرم أسهم للأسباب الثانوية مقسمة إلى عدة مستويات.

8- قيام فريق العمل بالبحث عن أهم الأسباب المؤثرة على المشكل المدروس.

.9- التركيز على السبب الرئيسي والعمل على الإجراءات التصحيحية المناسبة من قبل أفراد الفريق.

 والشكل التالي يوضح رسم توضيحي لمخطط السبب والنتيجة.

**المواد**

**العمالة**

**الآلات**

**التكنولوجيا**

**طرق العمل**

**البيئة**

**المشكل**

 **مثال:**



**4-4- المدرجات التكرارية Histograms / Frequency Distribution:** يعود تطور المدرج التكراري إلى الإحصائي الفرنسي GERRY A.M عندما قدم مخططا بيانيا جديد يصف فيه تحليل بيانات الجرائم عام 1833 ، وهو تمثيل بياني للبيانات وعرضها بصورة تعبر عن مدى الانحراف عن المواصفات المطلوبة، لدراسة جودة مخرجاﺗﻬا أو اكتشاف عيوﺑﻬا، وبذلك يمكننا تصنيف البيانات اﻟﻤﺠمعة إلى عدة فئات وحساب تكرارها، ومنه يمكن استخلاص معلومات ومؤشرات مهمة عن جودة المنتج أو الخدمة مثل القيمة المتوسطة للبيانات، ومقدار الاختلافات في البيانات وتشتتها والحكم على جودة المخرجات وأداء العملية مقارنة بالمواصفات المحددة من طرف العميل.

 وهو يوضح الفوارق النوعية لكل صفة من صفات الظاهرة المدروسة، ويتم تمثيله بمحورين أحدهما أفقي يمثل الزمن أو تقدم العملية الإنتاجية أو أي صفة أخرى، أما المحور العمودي فيخصص للمستوى الذي يمكن أن تصل إليه الصفة المطلوبة، ويتسم هذا الأسلوب بالبساطة ويعتمد على درجة كفاءة القائم على الرسم.

 ویعتبر التوزیع التكراري أو المدرجات التكرارية أهم وأنجع تقنية لدراسة حالة جودة المنتج الصناعي في مرحلة الإنتاج، ویمكن من خلال هذه التقنية تلخيص البيانات الخام لجودة المنتج وتصنيفها (تبویبها) إلى فئات معينة ومن ثم تحدید قيم الأعداد لكل فئة، وهذا ما نطلق عليه اسم تكرار الفئة، وهنا يتم مقارنة المنحنى الممثل لبيانات الظاهرة المدروسة مع منحنى التوزيع الطبيعي لتحديد ما إذا كانت الانحرافات تعود لعامل الصدفة أو لعوامل أخرى بحساب كل من المتوسط الحسابي والانحراف المعياري.

 - **خصائص المدرجات التكرارية:**

* معرفة ما إذا كان التوزيع طبيعي أو ملتو.
* معرفة مدى تمركز قيم البيانات حول الوسط الحسابي او القيمة المستهدفة لخاصية الجودة.
* معرفة مدى التجانس في قيم البيانات.

**- عيوب المدرجات التكرارية**:

* ترتيب المشاهدات حسب قيمها بغض النظر عن الوقت الذي أخذت فيه أي أنه لا يعكس مخرجات العملية عبر الزمن.

**- أهمية المدرجات التكرارية:** تساعد المدرجات التكرارية على تحقيق ما يلي:

* اتخاذ القرارات اللازمة عن كيفية تركيز الجهود لتحسين الجودة.
* الاطلاع على سلوك العملية الإنتاجية.
* عرض منحنى التغير والاختلافات للبيانات.

**مثال:** في أحد مصانع الطماطم تم سحب 100 علبة خلال ساعة معينة في احد الأيام للتأكد من وزن كل منها فكانت نتيجة الفحص العينة كما في الجدول التالي:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  الوزن | 390 | 392 | 395 | 397 | 400 | 403 | 405 | 408 | 410 |
| التكرار | 2 | 5 | 10 | 18 | 50 | 10 | 3 | 2 | 0 |

المطلوب: هل الاختلافات في الوزن تعود إلى الصدفة أو لوجود خلل.

**الحل:**

 نلاحظ أن البيانات تأخذ شكل التوزيع الطبيعي وأن العلب التي تحقق الوزن المطلوب هي الأكبر وهذا يعني أن الانحرافات عن الوزن المطلوب ناتجة عن عامل الصدفة وليس عوامل أخرى.