دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	استخدام الاحصاء في دراسة اعتمادية المنتج : مثال الشركة العامة لصناعة الزجاج في حلب - معمل المصابيح الكهربائية =
المؤلف الرئيسي:	بشمانى، شكيب
مؤلفين آخرين:	بلكش، عبدالمجيد، عبيدو، أميرة(مشرف)
التاريخ الميلادي:	2004
موقع:	حلب
الصفحات:	1 - 230
رقم MD:	583823
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	Arabic
الدرجة العلمية:	رسالة دكتوراه
الجامعة:	جامعة حلب
الكلية:	كلية الاقتصاد
الدولة:	سوريا
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	جودة الانتاج، ضبط الجودة، الاحصاء الرياضي، الشركة العامة لصناعة الزجاج في حلب ، معمل المصابيح الكهربائية
رابط:	http://search.mandumah.com/Record/583823

© 2020 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

جامعة حلب

كلية الاقتصاد

قسم الإحصاء والبرمجة

استخدام الإحصاء في دراسة اعتمادية المنتج

The use of statistics in studying the product reliability

مثال :

(الشركة العامة لصناعة الزجاج في حلب – معمل المصابيح الكهربائية)

رسالة قدمت لنيل درجة الدكتوراه في الإحصاء

إعداد الطالب

شكيب بشماني

للعام الدراسي

1425 هـ – 2004 م

جامعة حلب
كلية الاقتصاد
قسم الإحصاء والبرمجة

استخدام الإحصاء في دراسة اعتمادية المنتَج

The use of statistics in studying the product reliability

مثال :

(الشركة العامة لصناعة الزجاج في حلب – معمل المصابيح الكهربائية)

رسالة قدمت لنيل درجة الدكتوراه في الإحصاء

إعداد الطالب

شكيب بشماني

إشراف

د. أميرة عبيدو

د. عبد المجيد بلكش

للعام الدراسي

1425 هـ – 2004 م

نوقشت هذه الرسالة بتاريخ 16 / 3 / 2004 م

بإشراف

الدكتورة أميرة عبيدو

والدكتور عبد المجيد بلكش

شهادة

أشهد بأن العمل الموصوف بهذه الرسالة هو نتيجة بحث قام به الطالب شكيب بشماني بإشراف الدكتورة أميرة عبيدو الأستاذة المساعدة في قسم الإحصاء والبرمجة - كلية الاقتصاد – جامعة حلب والدكتور عبد المجيد بلكش الأستاذ المساعد في قسم الإحصاء والبرمجة – كلية الاقتصاد – جامعة حلب ، وأي رجوع إلى بحث آخر في هذا الموضوع موثق في النص .

المرشح	المشرف	المشرف
شكيب بشماني	الدكتورة أميرة عبيدو	عبد المجيد بلكش

تصريح

أصرح بأن هذا البحث " استخدام الإحصاء في دراسة اعتمادية المنتَج " مثال الشركة العامة لصناعة الزجاج في حلب - معمل المصابيح الكهربائية . لم يسبق أن قُبل للحصول على أي شهادة ولا هو مقدم حالياً للحصول على شهادة أخرى .

المرشح

شكيب بشماني

بسم الله الرحمن الرحيم

إنا لا نضيع أجر من أحسن عملا

صدق الله العظيم

الشكر والتقدير لكل من ساهم في إنجاز هذا البحث من
مشرف وعامل وإداري ومواطن .
وأخص بالذكر :

الدكتورة أميرة عبيدو

الدكتور عبد المجيد بلكش

لجنة الحكم

كما أقدم شكري إلى جميع العاملين في كلية الاقتصاد – جامعة حلب

الإهداء

إلى من غرس في نفسي العزيمة والطموح ...

إليك أيها المكافح في معركة الحياة ... فكنت نعم الأب .

إلى من اختارت التضحية والعطاء ... إلى ينبوع الحنان ...

إلى من أدين لها بعمري ... فكانت مثال الأم الحنون ...

إلى زهرة حياتي وعطرها ...

إلى من بلقائها تكتمل فرحتي ويخفق بالمحبة لها قلبي ...

إلى أحبتي الذين عشت بينهم وكبرت معهم ...

إلى من كانوا لي سندا وعونا يلوم بالأمل ...

إلى كل من عشت معهم أحلى أيام صداقتي ...

إلى كل من ترك بصماته منقوشة على صفحات هذا البحث ...

* * *

الجزء الأول : القسم النظري

المحتويات : Contents

الجزء الأول : القسم النظري .

- مقدمة ..... أ
1- أهمية البحث ..... ب
2- مشكلة البحث ..... ب
3- أهداف البحث ..... ب
4- فرضيات البحث ..... ت
5- أسلوب البحث ..... ت
6- معيقات البحث ..... ث

الفصل الأول : أوجه أساسية للجودة 1

- مقدمة 2

1 – 1 جودة التصميم 3

1 – 1 – 1 أهداف التصميم 4

1 – 1 – 2 تصميم النظام وتصميم المنتج – إحصائيا 6

1 – 1 – 3 أهم التقنيات التي تواجه الاعتمادية في عملية التصميم ... 8

1 – 2 جودة المطابقة 10

1 – 3 جودة الأداء 12

1 – 3 – 1 الأبعاد الاستراتيجية للجودة 12

1 – 3 – 2 الأبعاد الدولية للجودة 14

1 – 3 – 3 تكاليف الجودة 15

- خلاصة الفصل 19

الفصل الثاني : مراقبة جودة المنتج بعد البيع والاعتمادية... 23

- مقدمة 24

2 – 1 مراقبة جودة المنتج بعد البيع 25

2 – 1 – 1 حوار الجودة والأسئلة الستة..... 26

2 – 1 – 2 المفهوم الموسع لمراقبة جودة المنتج بعد البيع 28

2 – 2 مفهوم الاعتمادية 30
2 – 2 – 1 عناصر الاعتمادية 31
2 – 2 – 2 تابع الاعتمادية 32
2 – 3 مفهوم قابلية الصيانة 36
2 – 4 مواضيع ذات صلة 37
– خلاصة الفصل 40
الفصل الثالث : التوزيعات الاحتمالية وقياس الاعتمادية 43
- مقدمة 44
3-1 التوزيع الأسي 48
3-1-1 اعتمادية التوزيع الأسي..... 50
3-1-2 معدل الفشل الأسي 52
3-2 توزيع ويبول 53
3-2-1 اعتمادية توزيع ويبول 56
3-2-2 معدل فشل ويبول 57
3 – 3 التوزيع الطبيعي والتوزيع الطبيعي اللوغاريتمي..... 58
3-3-1 التوزيع الطبيعي 58
3 – 3 – 1 – 1 اعتمادية التوزيع الطبيعي..... 59
3 – 3 – 1 – 2 معدل الفشل الطبيعي 60
3 – 3 – 2 التوزيع الطبيعي اللوغاريتمي 61
3 – 3 – 2 – 1 اعتمادية التوزيع الطبيعي اللوغاريتمي 62
3 – 3 – 2 – 2 معدل الفشل اللوغاريتمي الطبيعي 63
– خلاصة الفصل 65

الجزء الثاني : القسم التطبيقي.

- مقدمة القسم 69

الفصل الأول : تحليل واقع شـــركة زجـــاج حلـــب – معمـــل المصابيح الكهربائية 70

مقدمة 71

1 – 1 وصف الشركة 73

1 – 1 – 1 معمل الزجاج 73

1 – 1 – 2 معمل المصابيح الكهربائية 73

1 – 2 تحليل الواقع الداخلي للمعمل واعتمادية منتجاته..... 76

1 – 2 – 1 تحليل الاستبيان الداخلي..... 76

1 – 3 تحليل الواقع الخارجي للمعمل واعتمادية منتجاته..... 91

1 – 3 – 1 تحليل الاستبيان الخارجي وفقـــا لبيئـــة الاســـتخدام وسبب الفشل 91

1 – 3 – 2 تحليل الاستبيان الخارجي وفقا للأسئلة المرافقة 96

1 – 4 تحليل واقع اعتمادية منتجات المعمل 99

- خلاصة الفصل 104

الفصل الثاني : استخدام التقنيات الإحصائية في دراسة اعتمادية منتجات شركة زجاج حلب 107

– مقدمة 108

2-1 قياس اعتمادية منتجات الشركة (المعمـــل) باســـتخدام التوزيعات الاحتمالية 110

2 – 1 – 1 قياس اعتمادية المصابيح الكهربائية استطاعة 150 واط كمكون واحد 110

2 – 1 – 1 –1 التوزيع الأسي 114

2– 1 – 1 – 2 التوزيع الطبيعي 115

2– 1 – 1 – 3 التوزيع الطبيعي اللوغاريتمي..... 124

2– 1 – 1 – 4 توزيع ويبول 131

2– 1 – 2 قياس اعتمادية المصابيح الكهربائية استطاعة 150 واط باستخدام التوزيعات الاحتمالية لمكوناتها 141
2– 1 – 3 قياس اعتمادية المصابيح الكهربائية استطاعة 75 واط مغشى شرار باستخدام الفحص المخبري لها 149
2– 2 تحليل نتائج مراقبة اعتمادية منتجات معمل المصابيح 155
2– 2 – 1 تحليل نتائج اعتمادية المصابيح 155
2– 2 – 2 تحليل نتائج اعتمادية مكونات المصابيح استطاعة 150 واط 159
2– 2 – 3 تحليل نتائج اعتمادية المصابيح استطاعة 75 واط مغشّى شرار 166
2– 3 تحديد المتطلبات المثلى لاعتمادية منتجات معمل المصابيح 172
– خلاصة الفصل 175
النتائج والمقترحات 179
أ – النتائج 179
ب – المقترحات..... 181
– خاتمة..... 183
– المراجع 185
- الملاحق 189

- مقدمة :

كان لمراقبة الجودة مكان متميز في الممارسة الإدارية ضمن الشركة وخارجها ولا يزال كذلك بالرغم من تباين نشاط وأحجام الشركات معتمدة بذلك على عدد من التقنيات الإحصائية عند إجراء بحوثها .

مرت مراقبة الجودة بتطورات كبيرة ، مفهوماً وتطبيقاً ، عبر سنوات طويلة ، بدءاً من النظر إليها كمفهوم فني يخضع له المُنتَج النهائي وانتهاءً بمفهوم أصبح اليوم مزيجاً فنياً واقتصادياً وإدارياً متكاملاً يمارس على أنشطة الشركة كافة وقد تبلور أخيراً في مفهوم إدارة الجودة الشاملة Total Quality Management (T.Q.M) .

أما جودة المنتج فقد ينظر إليها على أنها :

- **جودة التصميم** : Design Quality .
- **وقد يراد بها جودة المطابقة** : Conformance Quality أي الجودة الواجب تحقيقها خلال العملية الإنتاجية نفسها .
- **وقد يُقصد بها جودة الأداء** : Performance Quality أي جودة الاستخدام الفعلي من المستهلك .

في الماضي وحتى سنوات قليلة مضت لم يكن هناك أي اهتمام بخاصية هامة جداً للجودة وهي ما يسمى بالاعتمادية ، التي يمكن التمييز بين نوعين منها :

1- **اعتمادية النظام** .

2- **اعتمادية المنتج** .

وفي دراستنا هذه سنعتمد بحث اعتمادية المنتَج ، التي تسمى أحياناً بالجودة على المدى الطويل ، وأحياناً أخرى تعرّف :

" بمدى قدرة المنتَج على أداء الوظيفة المتوقعة منه خلال فترة من الزمن "[1] ، أي العمر الافتراضي المقدّر له .

---

[1] بسترفيلد ، دال – 1995 – الرقابة على الجودة ، ترجمة ومراجعة سرور ، علي إبراهيم سرور ، المكتبة الأكاديمية ، القاهرة ، مصر ، ص 467 .

1-مشكلة البحث :

قد تدرس بعض الشركات الصناعية السورية في القطاعين العام والخاص الجودة أثناء التصنيع وإن كانت تلك الدراسة لا ترتقي إلى مستوى الأبحاث العلمية سواء من حيث المقدرة أو من حيث الرغبة أو كلاهما . إلا أنها تعكس في النهاية مستوى نجاح البحث ، وهذه الشركات تفتقر إلى دراسة الجودة على المدى البعيد باستخدام مؤشرات إحصائية تعكس نتائج دراستها ، كالتوزيعات الاحتمالية وتطبيقاتها على الاعتمادية وما يرافقها من معدلات الفشل .

2- أهمية البحث :

قد تُجري بعض الشركات الإنتاجية السورية في القطاع العام عدداً من الدراسات الخاصة بجودة المنتَج من حيث مطابقته للمواصفات لكنها في الغالب لم تجرِ دراسات تتتبّع أثر المنتج بعد البيع ، أي دراسة جودة المنتج على المدى الطويل بمعنى دراسة بعدها الاستراتيجي ، كدراسة جودة الأداء . كما يمكن دراستها بدءاً من التصميم وانتهاءً بدراسة المنتَج لدى المستهلك .

مما تقدم نجد أن هذا البحث يولي أهمية خاصة لدراسة المنتج على أرض الواقع ولسنة كاملة بشراء بعض منتجات شركة زجاج حلب (مصابيح) لإجراء الدراسات الخاصة بالبحث .

3- أهداف البحث :

تتمثل أهم هذه الأهداف بما يلي :

1- وضع استراتيجيا لجودة منتجات المعمل بقصد تعميمها على المنتجات الأخرى للشركة ككل ودراستها على المدى البعيد وهي تتمثل بمعرفة اعتمادية المصابيح ووسطي عمرها الحقيقي لتحسينهما ، بالإضافة إلى المعرفة النظرية لمفهوم الاعتمادية وطرق تطبيقها وقياسها .

2- ضمان استمرارية الشركة وديمومتها وبقائها التنافسي وذلك بوضع أبعاد استراتيجية لضمان جودة منتجات المعمل وتعميمها على منتجات الشركة ككل متل تحديد المتطلبات المثلى لاعتمادية منتجاتها .

3- استمرار تطوير الجودة وتحسينها باستخدامنا التقنيات الإحصائية ، كالتوزيعات الاحتمالية وتطبيقاتها على الاعتمادية كبعدٍ استراتيجي للجودة واختبارات الحياة .

4- فرضيات البحث :

يهدف البحث إلى إثبات الفرضيات الهامة التالية :

1- كلما ازداد الوقت إلى الفشل انخفضت الاعتمادية .

2- يخضع المجتمع الإحصائي المدروس لأحد التوزيعات الاحتمالية وهو التوزيع الطبيعي .

3- إن تفادي الشركة لعيوب منتجاتها من خلال معرفة وسطي عمرها الحقيقي ومقارنته بوسطي العمر الافتراضي يضمن لها التحسين والتطوير .

4- تحديد المتطلبات المثلى لاعتمادية منتجات الشركة (MTTF) يضمن إشباع رغبات المستهلك ورضاه من ناحية عمر المنتَج , ومن ثَمّ زيادة الطلب على منتجاتها .

5- كلما قلّ عدد الأجزاء الداخلة في المنتج , ارتفعت اعتمادية المنتَج النهائي (كون المصباح مصمم على التسلسل) .

5- أسلوب البحث :

اعتمدنا في دراستنا للبحث على الأسلوبين التاليين :

1) الأسلوب التحليلي .

2) الأسلوب النسبي المقارن سواء لنسب مقارنة ، أو نسب متوسطة ، أو نسب المعدلات .

كما قسمنا البحث إلى القسمين التاليين :

1- القسم النظري :

أ- درسنا في الفصل الأول من هذا القسم المداخل الثلاثة للجودة المتمثلة بجودة التصميم وجودة المطابقة وجودة الأداء ، أما في الفصل الثاني فقد درسنا مراقبة جودة المنتَج بعد البيع الذي تضمّن حوار الجودة ، ثم درسنا الاعتمادية وما رافقها كالعناصر العائدة إليها وقابلية الصيانة .

ب- درسنا في الفصل الثالث أهم التقنيات الإحصائية التي تطبق على الاعتمادية واستخدام الحاسوب في تحليل ورسم المنحنيات المرافقة للاعتمادية ومعدل الفشل العائدة للتوزيعات الاحتمالية التالية : الأسي ، الطبيعي ، الطبيعي اللوغاريتمي ، ويبول .

2- القسم التطبيقي :

أ- حددنا مجتمع البحث وعينة الدراسة باتباع أسلوب السحب العشوائي لعينة عنقودية بسيطة للمصابيح استطاعة 150 واط وأسلوب العينة العشوائية البسيطة للمصابيح استطاعة 75 واط، واستخدمنا التقنيات الإحصائية في دراسة اعتمادية منتجات شركة زجاج حلب - معمل المصابيح الكهربائية ، وذلك باستخدامنا أساليب الدراسة الآنفة الذكر في الفصلين الأول والثاني من هذا القسم ، حيث ركزنا في الفصل الأول على تحليل الاستبيانين الداخلي

والخارجي لمعرفة واقع المعمل و اعتمادية منتجاته ، أما في الفصل الثاني فقد ركزنـــا علـــى استخدام التوزيعات الاحتمالية وتطبيقاتها على الاعتمادية كأدوات قياس لها وبشكل موسّع .

ب- جمعنا البيانات وحللناها وعكسنا نتائجها باستخدام المصادر التالية :

1- الاستبيان المقسّم إلى محورين ، داخل الشركة ، وخارجها .

2- المقابلة الشخصية .

3- الملاحظة والمعاينة المباشرتان .

6 – معوقات البحث : تتمثل هذه المعوقات بما يلي :

أ – معوقات التحفظ والتحيز أحياناً في إعطاء المعلومة .

ب – معوقات فهم مصطلحات الاستبيان .

جـــ – معوقات تتمثل بالفترة الزمنية الطويلة لاستخدام المصابيح ومراقبتها المستمرة .

الفصل الأول : أوجه أساسية للجودة

- مقدمة .

1 – 1 جودة التصميم : Design Quality

1 – 1 -1 أهداف التصميم : Design Objectives

1 – 1 – 2 تصميم النظام وتصميم المنتج – إحصائياً .

1 – 1 – 3 أهم التقنيات التي تواجه الاعتمادية في عملية التصميم :
Reliability Techniques

1 – 2 جودة المطابقة : Conformance Quality

1 – 3 جودة الأداء : Performance Quality

1 – 3 – 1 الأبعاد الاستراتيجية للجودة : Strategic Dimensions

1 – 3 – 2 الأبعاد الدولية للجودة : International Dimensions

1 – 3 – 3 تكاليف الجودة : Quality Costs

- خلاصة الفصل .

- مقدمة :

يأخذ موضوع مراقبة الجودة مكان الصدارة في الأبحاث والأعمال العلمية التي تهتم بواقع الشركات الصناعية . ولم يصبح عمل مراقبة الجودة مقتصراً على الإجراءات المتعلقة بالإنتاج داخل الشركة من العمال والمراقبين المختصين فحسب ، بل أصبح عملها على مستوى الشركة كلها ، وكل قسم له دوره المكمّل في مراقبة الجودة للوصول إلى درجة الجودة وبالتكلفة المناسبة . كما تعدّى عمل مراقبة الجودة حدود الشركة ليتجه بها إلى دراسات استراتيجية للجودة بعد بيع المنتَج .

أهم الدراسات الاستراتيجية للجودة هي تلك الدراسات المتعلقة بالأبعاد الاستراتيجية للجودة وبالخصائص المؤلّفة للجودة ، من أهم هذه الأبعاد ما يُسمّى بالاعتمادية (1) ، أو كما يسميها البعض بالموثوقية (2) ، وآخرون يسمونها بالعولية (3) . وبغض النظر عن هذه المسميات ، فهي تعكس معنىً واحداً عاماً يُستخدم ليعبّر عن درجة اعتماد (أو ثقة) منتَجٍ أو نظام للعمل بنجاحٍ في بيئةٍ معينة خلال فترة محددة من الوقت (4) .

فالاعتمادية قد تُدرس بدءاً من التصميم وصولاً إلى المنتَج النهائي سواء داخل الشركة وذلك بالاختبارات المخبرية أو التجريبية ، أوخارج الشركة وذلك بالاستخدام العادي للمنتَج من المستهلك النهائي ويُراعى في ذلك بعض الشروط والمتطلبات كما سنراها لاحقاً .

إذاً سندرس الاعتمادية كبعدٍ استراتيجي للجودة ، وكخاصية من خصائص الجودة وبأسلوب إحصائي ، ولكن ما هي الجودة ؟ .

يختلف تعريف الجودة ويتعدد من مصدرٍ إلى آخر ومن موقعٍ إلى آخرٍ . وبرغم تعريف جوران Juran للجودة بأنها " ملاءمة المنتَج للاستعمال " (5) وهو التعريف الأكثر عمومية والأكثر استخداماً ، إلا أننا نرى في أماكن أخرى أن تعريف الجودة يتضمن أهم خصائصها وأبعادها وأقرب إلى موضوع بحثنا المتعلق بالاعتمادية ومعدلات الفشل ، والأداء .

فالجودة : هي انخفاض معدلات الفشل (6) ، بالإضافة إلى تحسين الأداء (7) .

يمكننا أن نميز هنا بين ثلاثة مداخل مختلفة مرتبطة بمعنى جودة المنتَج : (8)

1- جودة التصميم .
2- جودة المطابقة .
3- جودة الأداء .

سنركّز اهتمامنا على مسؤولية كل قسم وكل فرد في الشركة تجاه الجودة انطلاقاً من مفهومٍ أوسع و أشمل لجودة المنتَج ، بحيث لن يقتصر التركيز على المنتَج بشكله المحدود ، بل سنلجأ إلى تقييمه بالاعتماد على المراحل الأربع لإدارة الجودة وهي (9) :

1- الفحص .

2- مراقبة الجودة .

3- تأكيد الجودة .

4 - إدارة الجودة الشاملة .

1 - 1 جودة التصميم :

الجودة عن طريق الحضّ والنصح هي منهج قصير الأمد ، فالجودة الطويلة الأمد تتطلب أكثر من ذلك ، ولا يكفي للمدراء أن يؤكدوا لموظفيهم وعمالهم حرصهم على تحقيق الجودة والتزامهم بها . فآلية الجودة تستهلك موارد شتى ، حيث يقول فيل كروسبي : " إنّ أي جهد في سبيل الجودة سيسدّد أكثر مما أُنفِقَ عليه في المدى البعيد " (10) . وهنا يجب تركيز الجهد والإنفاق منذ البداية ، أي من مرحلة التصميم وحتى مرحلة ما بعد البيع .

إن أهمية التصميم في تحقيق منتجات موثوقة ، أي ذات اعتمادية عالية ، يمكن أن تُدرك من حقيقة أن التصميم نفسه هو " صورة فوتوغرافية بسيطة عن رسم ميكلنيكي "(11) . فالتصميم قد يصبح وثيقةً هامة للإنتاج وموظفي الفحص . وبعد كل التصميمات التي قد تُنشَر، فإن الطريقة الوحيدة التي يستخدمها الموظفون لفحص المنتَج والتي يمكن أن تزيد من اعتماديته ، هي الحث على تغييرات التصميم في حالة ضرورة التغيير بوساطة المعلومات الخاصة بالجودة وبياناتها ، وبذلك يرتفع مستوى الاعتمادية من جديد بعد أن يُصحّح التصميم. هناك مصدر آخر يحث على رفع مستوى الاعتمادية للمنتَج ، بعد أن تُستكمل التصميمات ، وهو الزبون وملاحظاته حول أداء المنتَج لديه ومن ثَمّ إمكانية تشكيل فريق من الخبراء في مختلف الفروع يعملون على تحويل احتياجات ورغبات الزبون إلى متطلبات فنية لتصميم المنتَج الذي يحقق الاحتياجات ، لأن رغبات المستهلك هي أساس التصميم (12) . ورضا المستهلك هو الهدف في النهاية .

يخضع التصميم لاختبارات متنوعة ، وتُعزى نتائج تلك الاختبارات إلى اختبارات الكفاءة ، وهنا تهمنا المواصفات المتعلقة بجودة المنتَج وأدائه ، وبخاصة تلك المتعلقة بالاعتمادية . بعد الاختبار يحصل المصمم على درجة الاعتمادية المتحققة في التصميم ، لكنه بالتأكيد سيلجأ إلى تعديل التصميم ليصحّح العيوب .

يمكن أن تأخذ مشاكل التصميم التي تتطلّب فعلا تصحيحياً أشكالا مختلفة كضعف أو عدم تجانس المواد المختارة ، أو قد تكون ضعفاً في بعض أجزاء المنتَج ، وفي أحيان كثيرة

بعض هذه المشاكل والأخطاء التصميمية لا تُكتَشف إلا بعد أن يوضع المنتَج ضمن الخدمة . وعندها لن يعطي المنتَج الاعتمادية المطلوبة . لذلك يجب أن تُكتَشف أغلب أخطاء التصميم والتي يمكن أن تسبب فشل المنتَج قبل أن يبدأ الإنتاج النظامي .

بتعبير أدق إن جودة التصميم العالية ضرورية ، لكنها ليست كافية لتصنيع منتج جيد ، حيث يجب أن يعقبها جودة في الإنتاج وجودة في التسليم ، أي أن يُسلَّم المنتَج في الوقت المتفق عليه ، بالإضافة إلى جودة علائقية (13) بوساطة كل شخص لديه اتصال مع المستهلك أو الزبون ، حيث نرى أن الجودة العلائقية هي نوع من جودة الخدمة التي هي إلى حدٍّ كبير تعتمد على كيفية معالجة الاتصالات .

إذا كان مصطلح الجودة يشير إلى مدى نجاح المنتَج في إشباع رغبات المستهلك و احتياجاته ، فإن أولى الخطوات التي تحدِّد مستوى هذه الجودة هو التصميم ، الذي يقصد به أيضاً بالإضافة إلى كل ما تقدّم ، جميع القرارات التي تتعلق بتحديد خصائص المنتَج (الحجم، الشكل ، الأبعاد ...) الطرق ، المواد ، المراحل ، الآلات المطلوب استخدامها (14) . فالتصميم هو أكثر وجوه الاعتمادية أهميةً ، لذلك يجب أن يكون بسيطاً بقدر الإمكان لتسهيل إمكانية فهمه وتطبيقه . فكلما ازداد عدد الأجزاء أو المكونات ، ازدادت فرصة فشل المنتَج (15) وهذا ما سيتم تأكيده في الفصول التطبيقية للبحث بإثبات هذه الفرضية .

بالإضافة إلى التعريفات التي تقدّمت والخصائص التي يجب أن يتصف بها التصميم ، هناك اعتبارات عامة يجب أن تؤخذ في تصميم المنتَج ويدركها المصمم جيداً من بداية التصميم منها (16) :

1- الكفاءة الوظيفية .
2- المظهر .
3- الأمان .
4- الاعتمادية .
5- قابلية الصيانة .

٥٩٤١٣٢

تعكس هذه الاعتبارات بعض الأبعاد الاستراتيجية للجودة التي سنراها لاحقاً من هذا الفصل ، ما عدا قابلية الصيانة ، إذ هناك منتجات غير قابلة للصيانة ، وفي بعض حالات المنتج القابل للصيانة تُدمج قابلية الصيانة مع الاعتمادية كبعد واحد ، ولم تكن قط بعداً مستقلاً بذاته ، أما الكفاءة الوظيفية فتعني ، برأينا ، جودة الأداء .

1 – 1– 1 أهداف التصميم :

مما تقدّم يمكن استنتاج بعض هذه الأهداف المتمثلة باحتياجات يجب أن تكون واضحة قبل البدء بتصميم المنتَج وهي (17) :

1- حاجات المستهلك :

قبل البدء بخطوات التصميم ، فإنه من المستحسن معرفة حاجات المستهلك من المنتَج الجديد ويتم ذلك عن طريق عمل دراسات تسويقية ، وعند الحصول على تلك المعلومات يجب تضمينها ضمن أهداف تصميم المنتَج ، لأنه كما ذكرنا إن هدف كل منتج يجب أن ينصب على تلبية حاجات المستهلك .

2- سلامة المنتَج أو الأمان في تصميم المنتَج:

الرؤية الكاملة الرئيسية لأي شركة صناعية في المجتمع الحديث هي أن تصمّم وتسوّق المنتَج بحيث يقدّم خدمة آمنة وموثوقة للمستهلك .

أما مظهر الأمان لتصميم المنتَج فيتعلق بالأمان الملازم للمنتَج والحسابات لكل الاستخدامات النهائية الممكنة . إن تصميم المنتَج الذي سيعمل بشكل آمن تحت شروط خدمة غير عادية يكون مكلفاً نسبياً ، لكن يجب أن تؤخذ تدابير وقائية للأمان قدر الإمكان . كما أن ارتفاع تكاليف دعوى قضائية واحدة بسبب التصميم الرديء للمنتَج يمكن أن تؤدي إلى خسارة الشركة ، فالتصميم الرديء هو المسبب لكثير من حالات الفشل وفقدان عدد كبير من فرص البيع .

وفي الصناعة الحديثة ، يجب على المصمم أن يستبق المراحل غير العادية أو تطبيقات المنتَج قبل أن يوثّق التصميم ويوزّع على أقسام الإنتاج .

لا تقتصر الحاجة للأمان في تصميم المنتَج على المنتجات المعروفة كالسيارات ، بل يجب أن تُدرس عوامل الأمان أيضاً في تصميم المنتجات الاستهلاكية والتجارية كالمصابيح الكهربائية . ويجب ألا يكون الأمان في التصميم عرضياً أو محاولة سطحية ، لكنه يجب أن يبدأ عندما تنشأ مفاهيم التصميم الأساسية وتستمر كنشاط نظامي خلال تطور المنتَج مثل : تفصيل التصميم ، التعديل ، الاختبار ، التركيب ، الصيانة ، وأخيراً خلال حياة المنتَج .

3- الاحتياجات القانونية للأسواق :

يجب أن تشمل أهداف التصميم مقاييس القبول وحدود التفاوت ويُراعى عند اختيار حدود التفاوت تلبية توقعات المستهلك وبتكاليف معقولة . وقد يتم وضع هذه الحدود بالاتفاق مع المستهلك .

لو نظرنا قليلا إلى كل ما أسلفناه لوجدنا أن المنتج غير مستقل بذاته عن المستهلك ، لأنه ينتج لأجله ولأجل إرضائه وكسب قبوله والأخذ بنصحه لتطوير وتحسين منتجه ، فالمنتج الناجح يستقطب آراء المستهلك لتصبح متطلبات له و ليوظفها كأبعاد تخدم جودة ذلك المنتج وهذا ما يجب التأكيد عليه .

1-1-2 تصميم النظام وتصميم المنتج – إحصائياً :

يحتوي التصميم الجيد كل خصائص الاعتمادية الضرورية التي ستخوّل المنتَج أداء عمله بشكلٍ مرضٍ خلال فترته المتوقعة من الوقت . فالمصمم الناجح يتجنب استخدام طرق التصميم غير المختبرة وطرق التصميم الضعيفة . إذا كان من الممكن أن نصنّع منتجاً باعتمادية كاملة (احتمال لا فشل) فإن قيمة الاعتمادية ستكون مساوية الواحد ، فالاحتمال هو الأساس في حسابات الاعتمادية ، وعندما تتحقق الاعتمادية الكاملة نستدل بأن فرصة الفشل يمكن أن تُحذَف كلها .

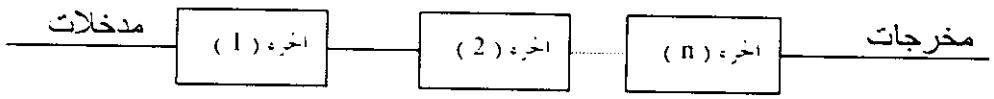
نستخدم عدة طرق أو أنظمة أساسية عند تصميمنا للاعتمادية لتحقيق مستوى الاعتمادية المناسب في المنتَج المعطى ، منها [18] :

1) التصميم على التسلسل : Series Design

يُسمى أحياناً بالترتيب على التسلسل series configuration وهو مألوف جداً . وفق هذا النظام أو التصميم ، يجب أن تعمل جميع أجزاء أو مكونات المنتَج أو(النظام) بنجاح حتى يعمل المنتَج أو(النظام) [19] وهذا ما سيتأكد في القسم التطبيقي للبحث . يشار إليه بـ (n / n) أو n من n ، حيث n تمثل عدد الأجزاء . إذاً لا يعمل المنتَج إلا بشرط عمل جميع أجزائه تماماً ومثال بسيط على ذلك ، المصابيح الكهربائية ، حيث لا يضيء المصباح إلا إذا أدّت كل أجزائه وظيفتها بنجاح.

يوضّح هذا النظام وفق رسوم تخطيطية تمثّل خصائص وظيفية لنظامٍ أو منتَج أو جزء منهما ولكل تخطيطٍ مدخل ومخرج من الأعمال كما هو موضّح في الشكل (1 – 1) .

أما الرسوم التخطيطية ، فهي أدوات أساسية وقيّمة في تعريف عمليات الإنتاج ، التصميم ، التحليل ، والتحسين [20] .



الشكل (1 – 1) تصميم على التسلسل.

نلاحظ وفق هذا التصميم أنه كلما زاد عدد الأجزاء المؤلفة للمنتج أو النظام ، انخفضت الاعتمادية الكلية للمنتج ، على اعتبار أن الاعتمادية وفق هذا التصميم تعطى كحاصل ضرب أجزائه المستقلة وفق العلاقة التالية : [21]

$$R = R_1 . R_2 \ldots R_n \qquad (1 - 1)$$

حيث : R اعتمادية المنتج أو النظام .

$R_1 . R_2 , \ldots R_n$ اعتمادية الأجزاء المكونة لهذا المنتج .

فإذا كان المنتَج مؤلفاً من المكونين A و B فإن اعتماديته تُعطى بالعلاقة التالية :

$$R = R(A \text{ and } B) = R(A) \cdot R(B)$$

وفي حالةٍ خاصة عندما تكون : $R(A) = R(B) = r$ فإن اعتمادية المنتَج أو النظام* ستكون r^2 . وعندما نضيف أجزاء جديدة لهذا المنتَج ، ستنخفض الاعتمادية ، علماً أن اعتمادية المنتَج ستكون أقل من أدنى قيمة لاعتمادية الجزء دائماً .

2) تصميم على التوازي : Parallel Design

وفق هذا التصميم لا يفشل المنتَج إلا إذا فشلت كل أجزائه معاً ؛ لذلك فهو لا يناسب عمل المصابيح الكهربائية ، إذ نجد ، وفق هذا التصميم ، أن احتمال الفشل زائد احتمال النجاح يساوي الواحد وفق العلاقة التالية :

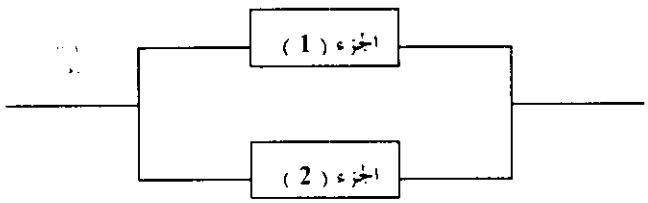
$$F + R = 1 \qquad (2-1)$$

حيث F هو احتمال الفشل و R هي الاعتمادية أو احتمال النجاح .

واحتمال الفشل أو ما يُسمّى أحياناً معدل الفشل : هو احتمال أن تفشل الوحدة أو المنتَج في وحدة زمن أو فتراتٍ زمنية محددة [22] .

أما الفشل : فهو التغير في منتج من شرط العمل المرضي إلى الشرط الذي يكون دون المعيار المقبول [23] .

ويوضح هذا التصميم أيضا وفق رسوم تخطيطية كما هو مبين في الشكل (1 – 2) التالي :



الشكل (1 – 2) : تصميم على التوازي .

وتحسب اعتمادية المنتج لهذا التصميم وفق العلاقة التالية على اعتبار أنه مؤلف من مكونين اثنين : [24]

$$R = R_1 + R_2 - R_1 R_2 \qquad (3-1)$$

هناك طريقة أخرى أسهل نحصل من خلالها على النتيجة نفسها باستخدام المنطق التالي لحساب الاعتمادية لمنتج مؤلف من المكونين A و B : [25]

$$R = 1 - F(A \text{ and } B) \qquad (4-1)$$

إذ : $F(A \text{ and } B)$ هو احتمال فشل A و B معا .

---

* سنستخدم من الآن فصاعدا تعبير اعتمادية المنتج للدلالة على اعتمادية المنتج أو النظام لأن المنتج واحد وكذلك دراستنا التطبيقية ستكون على المنتج فقط (المصابيح الكهربائية) .

احتمال أن يفشل A هو : $1 - R(A)$ أو $1 - r$ واحتمال أن يفشل B هو $1 - R(B)$ أو $1 - r$ أيضا و $R(A) = R(B)$ عندئذ تكون الاعتمادية الناتجة للمنتج ككل هي :

$$R = 1 - (1 - r)^2 = 1 - 1 + 2r - r^2 = 2r - r^2$$

هذا الأسلوب البسيط يمكن أن يعمم على n مكون على التوازي لها الاعتمادية r نفسها وفق العلاقة التالية :

$$\boxed{R = 1 - (1 - r)^n} \qquad (5 - 1)$$

ومع تزايد عدد العناصر المتوازية ، تزداد الاعتمادية ، وتكون اعتمادية العناصر ككل ، أي اعتمادية المنتج ، أكبر من اعتمادية العناصر الفردية .

وتعد العلاقات الخمس السابقة مفاهيم احتمالية أساسية لفهم الاعتمادية في الفصول القادمة .

1 – 1 – 3 أهم التقنيات التي تواجه الاعتمادية في عملية التصميم :

من بين التقنيات الهامة المتعلقة في عملية التصميم ذات الصلة بالمنتج التقنيات التالية : (26)

1) هامش التصميم : Design Margin

يعد هامش التصميم من المفاهيم الأكثر أهمية في تصميم منتج باعتمادية عالية حيث يقارن أحيانا مع ما يسمى بعامل الأمان . ولكي نصمم أي هامش ، يتوجب علينا معرفة متغيرية قوى المنتج والإجهادات العظمى المفروضة من البيئة ، حيث تقاس هذه المتغيرية بوحدات الانحراف المعياري (سيغما) . وهي غالبا لا تعرف بدقة كافية ، مما يستلزم إنتاج المنتج وإخضاعه لبيئات ستواجهه في الخدمة ، وهنا ستحدد مواطن ضعف المنتج في علاقة مع البيئة المعطاة بعمليات التجربة والخطأ . وهذا الهامش قد يغطي إجهادات غير معروفة يمكن أن تحدث ، كالاختلاف في قوة المواد المستخدمة ، إساءة الاستعمال وهكذا . وكلما كانت معرفتنا كثيرة عن الظروف المحيطة بالمنتج تناقصت المتغيرية وعندها يمكن أن نستخدم معامل أمان أو هامش تصميم أخفض .

2) المبالغة في تقدير ظروف الاستعمال : Derating

تعني ببساطة أن المنتج أو الجزء ينتج لمهمة ما شاقة أقل من تلك التي تصمم أصلا . كأن يصمم منتج ليستخدم في كهرباء تصل إلى 270 فولت علما أن ظروف الاستخدام الطبيعية لن تصل في درجتها العظمى لأكثر من 220 فولت . وهذه يجب أن تراعى في تصميم المصابيح الكهربائية . وهي شبيهة بهامش التصميم ، حيث تعطي تسامحا في التقدير .