استخدام المنطق المضبب في السيطرة النوعية

أ.م.د.أحمد محمود السبعاوي* م.م. عامر خضر جرجيس**

المستخلص :

تم في هذا البحث تطبيق المنطق المضبب في مجال السيطرة النوعية الإحصائية من خلال رسم لوحة P المضببة بالاعتماد على خوارزمية مقترحة معدة لهذا الغرض ، وتطبيق ذلك على بيانات (401) مريض تمثل فحوص مختبرية خاصة بتروية القلب بالدم Serum lipid profile (T.C., H.D.L., L.D.L., T.G.) ، حيث تم تقسيم البيانات إلى (25) عينة ، كل عينة مكونة من (50) شخص ، كل شخص لديه أربعة مشاهدات تمثل الفحوص الأربعة ، وتم جمع لوحات P المضببة الكلاسيكية (Shewhart) في لوحة واحدة سميت لوحة الفحوص الأربعة Lab-Test ،ومقارنة نتائج هذه اللوحة مع لوحة P المضببة ، وكذلك التوسع في حدود السيطرة لتشمل بالإضافة إلى الحدود القياسية (□3±) حدود أكثر دقة (□2± ,□1±) ، ومقارنة درجة حساسية لوحة P المضببة مع لوحة P للفحوص الأربعة Lab-Test لغرض دراسة سير عملية الفحص في المختبر عند تلك الحدود والوصول إلى الحدود المناسبة لتلك العملية . وأظهرت المقارنة بان لوحة P المضببة لها نفس دقة وحساسية لوحة P للفحوص الأربعة ، كذلك فان حدود السيطرة المناسبة لسير عملية الفحص في لوحة P المضببة هي (□2±) .

AbstracT

In this research, the application of fuzzy logic in statistical quality control have been done by plotting fuzzy P chart depending on a suggested algorithm prepared for this purpose and applied that on data of (401) patients of laboratory tests about heart providing with blood (T.C., H.D.L, L.D.L, T.G.). The data distributed into (25) samples, each sample of (50) patients, each patients had four observations. The chart of the tests compound in one chart called Lab. Test. The results were compared with Shewart chart of P type for defective proportion (Lab. Test). The control limits was expanded to include standard limits (36) and more accurate limits (16, 26). The sensitivity of fuzzy P charts was compared with Lab. Test. The comparing results that fuzzy P chart have the same accuracy and sensitivity of classical P chart (Lab. Test) and the suitable control limits of this chart is (26).

1.1 المقدمة:

تعتمد الدراسات الحديثة على التوليف أو التداخل بين الاتجاهات المختلفة للعلوم ، فالتداخل بوسعه أن يستفيد من المزايا المتعددة لهذه العلوم وتوظيفها في اتجاه خدمة المجالات الأخرى ، كذلك الابتعاد أو محاولة تجاوز العيوب الموجودة في بعض الطرق من خلال استخدام الحلول المتوفرة في الاتجاه الموظف فيه

لكن موضوع التوظيف في مختلف العلوم شائك ومعقد ويحتاج إلى دراية كافية في كلا الاتجاهين المستخدمين لكي يمكن تحقيق النتائج المطلوبة .

* كلية علوم الحاسبات والرياضيات / جامعة الموصل
** كلية الإمام الأعظم / نينوى

وعلى هذا الأساس اعتمدت هذه الدراسة على توظيف مزايا المنطق المضبب في السيطرة النوعية ، فمن المعروف إن عمر السيطرة النوعية هو بعمر الصناعة ، ولقد اعتمدت في بدايتها على التدريب المتواصل للعمال والصناع لغرض إجادة العمل والوصول بالسلعة إلى أفضل نوعية ممكنة ، بالإضافة إلى عملية الملاحظة الشخصية المتواصلة للسلعة المنتجة خلال مراحل التصنيع .

ثم تطورت الطرق المستخدمة في قياس النوعية ففي عشرينات القرن الماضي ساهم Shewhart في تطوير السيطرة النوعية الإحصائية من خلال استخدام الطرق الإحصائية والتوزيعات الاحتمالية لإيجاد وسيلة لمراقبة عملية الإنتاج إحصائيا ، سميت هذه الوسيلة من قبله (لوحات السيطرة النوعية Quality) (Control Charts) ، ثم أدخلت تطورات واسعة على هذه اللوحة من قبل آخرين في محاولة لتجاوز بعض القصور الموجود في لوحات Shewhart ، وبمرور الزمن شهد موضوع السيطرة النوعية تطورات واسعة ليدخل مجالات أخرى غير المجالات الصناعية ومنها الطب حيث تم إدخال موضوع السيطرة النوعية لمراقبة أداء المستشفيات والمختبرات ... الخ وبعد ذلك تم استخدام إمكانيات العلوم الأخرى في محاولة لجعل السيطرة النوعية أكثر مواكبة للتقدم العلمي الحاصل .

منذ ظهور المنطق المضبب على يد لطفي زادة والعلماء المتحمسين له في محاولة دائمة لتطبيقه في مختلف المجالات العلمية مستفيدين من المزايا المرنة التي يتمتع بها ، حيث قام العالم Marcucci (1985) بمحاولة مراقبة عملية تصنيع السيراميك باستخدام المنطق المضبب ، عملية تصنيع السيراميك المنتج تتم من خلال شخص خبير يقوم بتقسيم السيراميك إلى أربعة أصناف هي : (قياسي) Standard ، (صنف ثاني) Second Choice ، (صنف ثالث) Third Choice ، (معيب) Chipped ، هذه الأصناف تعتبر متنافية الحدوث Mutually Exclusive [Marcucci.1985].

كما تم استعراض الموضوع بصورة نظرية وفلسفية من قبل العالم William. H. Woodall (2000) رئيس قسم الإحصاء في جامعة كاليفورنيا في بحث تحت عنوان "الجدل والتناقص في السيطرة الإحصائية على العملية" Controrvsies and Contradications in Statistical Process Control [Woodall . 2000].

أما على مستوى الدراسات العربية فقد قام حسن طالب ومحمد الإمام الباحثان في جامعة تونس (2002) بتناول الموضوع في البحث On Fuzzy and Probabilistic حيث تم استعراض طرق مختلفة لتكوين لوحات السيطرة لبيانات لغوية Lingustic Data معتمدة على الضبابية ونظرية الاحتمال. [Hassen Taleb , Mohamed Limam .2002]

1ـ 2 السيطرة Control

تعرف السيطرة على انها مقياس للفعاليات المقدمة في مجال معين (مؤسسة صناعية أو خدمية) ومقارنتها مع المواصفات والمعايير القياسية واتخاذ الاجراءات التصحيحية اللازمة بهدف الحصول على نوعية فيها اقل مستوى من الاختلاف عن الحدود المقبولة [الراوي 2004] .

1ـ3 النوعية Quality

عندما يستخدم تعبير النوعية ، يتبادر إلى الذهن مصطلحات منها انتاج أو خدمة ممتازة ترضي التوقع ، ترتكز هذه التوقعات على نية الاستخدام وسعر الشراء ، فعندما يفوق منتج ما التوقع فنعتبر ذلك (نوعية) [Besterfield, 2002] .

ويمكن التعبير عن النوعية بالآتي :

حيث ان :

Q : النوعية.

P : الأداء.

E : التوقعات.

1ـ 4 السيطرة النوعية Quality Control

يمكن تعريف السيطرة النوعية بانها استخدام التقنيات والفعاليات لانجاز ، أو مساندة ، تحسين نوعية منتج معين أو خدمة ما .[المصدر السابق]

1ـ 5 السيطرة النوعية الإحصائية : Statistical Quality Control

هي إحدى أنواع السيطرة النوعية الكلية المعرفة سابقا ، حيث تمثل عملية جمع ، وتحليل وتفسير البيانات لاستخدامها في فعاليات السيطرة النوعية حيث ان السيطرة الاحصائية الخاصة بالعملية (SPC) Statistical Process Control ومعاينة القبول Acceptance Sampling يمثلان الجزء الاساس من السيطرة النوعية الاحصائية فالعملية Process هي مجموعة من الفعاليات المتبادلة التي تستخدم ادخالات محددة لإنتاج اخراجات محددة [Besterfield, 2002] .

وتهدف السيطرة النوعية الاحصائية الى تقليل التباين وعزل مصادر المشاكل المرافقة لعملية الانتاج .

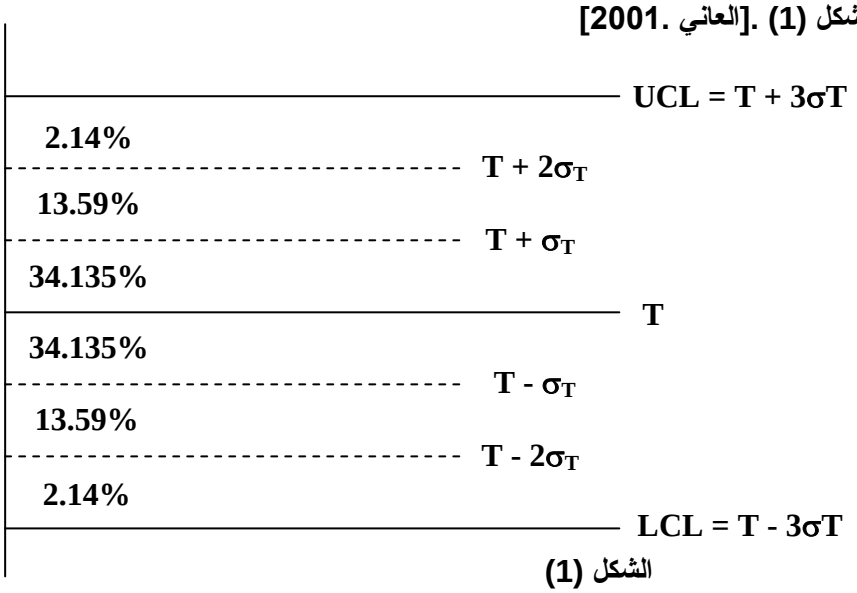
1ـ 6 العملية تحت السيطرة Process In Control

تكون العملية تحت السيطرة عندما تحذف الاسباب الفعلية من العملية على امتداد النقاط المرسومة على لوحة السيطرة .

وعندما تكون العملية تحت السيطرة ، فان ذلك يحدث نمطاً طبيعياً Normal Pattern من الاختلاف . حيث ان هذا النمط الطبيعي من الاختلاف يكون :

1. حوالي 34% من النقاط المرسومة في النطاق الخيالي بين (□1) على كل الجهتين من الخط المركزي Central Line .
2. حوالي 13.5% من النقاط المرسومة في النطاق الخيالي يبين (□1) أو (□2) على كلا الجهتين من الخط المركزي Central Line .
3. حوالي 2.5% من النقاط المرسومة في النطاق الخيالي ما بين (□2) أو (□3) على كلا الجهتين من الخط المركزي Central Line .

تقع النقاط امام وخلف من كلا الجانبين للخط المركزي بنمط عشوائي من دون وجود نقاط خارج حدود السيطرة ، والنمط الطبيعي للنقاط أو معدل قيم المجموعة الجزئية يصيغ التوزيع التكراري الخاص بها ، كما موضح في الشكل (1) .[العاني .2001]



الشكل (1)

ومن الطبيعي إن تكون عملية الانتاج الناجحة تحت السيطرة لفترة زمنية طويلة ويفترض بالعملية ان تنتج سلعة مقبولة خلال تلك الفترة .

1ـ 7 العملية خارج السيطرة Process Out Control

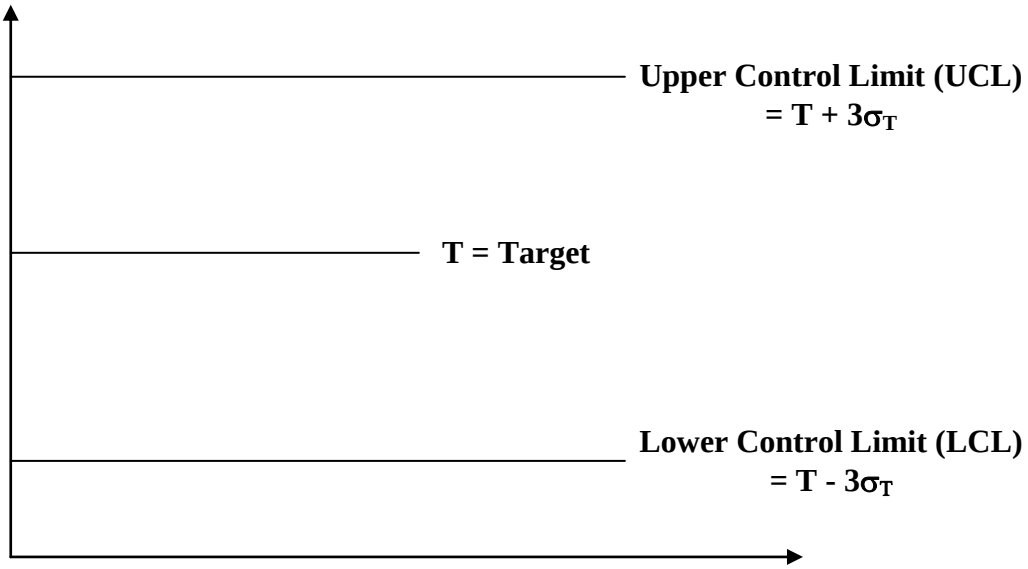
تكون العملية خارج السيطرة إذا كانت التغيرات التي تحدث في العملية الانتاجية ناتجة عن اسباب فعلية في العملية الانتاجية .

ففي حالة وقوع اكثر من (3) نقاط تقريبا من مجموع (1000) نقطة خارج حدي السيطرة تكون العملية خارج السيطرة ، فضلا عن ذلك يمكن اعتبار العملية خارج السيطرة حتى لو وقعت كافة النقاط داخل حدود السيطرة (□3±) من خط الهدف ، إذا كان توزيع النقاط حول خط الهدف يخالف نمط التوزيع الطبيعي ، حيث يمكن توضيح حالة النمط غير الطبيعي (Unnatural Partten) كما يلي :

1. وقوع (7) نقاط متتالية على طرف واحد من خط الهدف أو (10) نقاط من مجموعة (11) نقطة أو (12) نقطة من مجموع (14) نقطة على طرف واحد من خط الهدف ويفسر ذلك على انه تغير في المعدل .
2. وقوع نقطتين أو اكثر من مجموع (40) نقطة أو نقطة لكل من (20) نقطة خارج مدى التحذير (أي بين حدود (□2±) والخط المركزي) .
3. وقوع نقاط قريبة من حد السيطرة (□3±) وعلى طرفين مختلفين ، وهذا يفسر على انه تغيير في التباين [العاني ، 2001] .
4. ومن المهم فحص التغير الحاصل سريعا كي يمكن تصحيح الخطأ ، فاذا كان الفحص بطيئا سوف تنتج سلع عديدة وهذا يعد اضاعة للموارد وزيادة للتكاليف ، ان بعض انواع صفات النوعية يجب ان تكون تحت الدراسة ووحدات العملية تعاين على مدى الزمن ، مثلا الصفة هي محيط تحمل الماكنة ، الخط المركزي يمثل معدل الصفة عندما تكون العملية تحت السيطرة ، والنقاط المرسومة على الشكل تمثل معدلات العينة لهذه الصفة حيث ان العينات تؤخذ على مدى الزمن ، وحدا السيطرة العلوي والسفلي يتم اختيارهما بحيث يتوقع ان تكون كل نقاط العينة داخل هذه الحدود (إذا كانت العملية تحت السيطرة) ،وبالنتيجة فان الطبيعة العامة للنقاط المرسومة عبر الزمن تحدد امكانية استنتاج بان العملية تحت السيطرة ام لا .
5. فالنمط العشوائي للنقاط يمكن ان يستنتج منه ان العملية تحت السيطرة عندما تقع نقطة أو اكثر خارج حدود السيطرة وهو دليل على ان العملية خارج السيطرة ، ويتم البحث عن الاسباب الفعلية فضلا عن ان النمط العشوائي للنقاط يمكن اعتباره مصدر شك ونحتاج بالتأكيد إلى تحقيق لإيجاد الإجراء التصحيحي المناسب .

8.1 لوحات السيطرة النوعية Quality Control Charts

تعرف لوحة السيطرة بأنها اداة احصائية للتمييز بين الاختلافات الطبيعية وغير الطبيعية ، والغرض منها هو تحديد استمرارية اداء العملية في مستوى مقبول من حيث النوعية ، أي انها تستخدم لتحليل البيانات لغرض الاشارة إلى ان الاختلافات الملاحظة في النوعية هي اكبر من ان تكون مصادفة .[الراوي ,2004] والشكل (2) يوضح الشكل العام للوحة السيطرة .



الشكل (2)

9.1 لوحات السيطرة للصفات Attribute Control Charts

إن الصفة في هذا النوع من اللوحات تكون غير قابلة للقياس Unmeasurable Characteristic أي يشار للصفة بالفروقات في النوع بدلا من الفروقات في الدرجة مثل (مطابق ، غير مطابق ، معيب ، غير معيب ، ... ، الخ) . وتستخدم لوحات السيطرة للصفات Attribute Control Chart عندما :[العاني .2001]

1. تكون إمكانية القياس غير ممكنة مثل اللون ، الاجزاء المفقودة ، الخدوش والاضرار .
2. تكون إمكانية القياس ممكنة ولكن لا يؤخذ بها بسبب الوقت او الكلفة او الحاجة .

10.1 لوحة نسبة المعيب (P) : The Fraction Defective P- Chart

تستخدم هذه اللوحة إذا كان الحكم على نوعية الوحدة المفحوصة معيبا أو غير معيب بمعنى ان الوحدات توصف بخواص معينة غير مقاسة ، ويفترض في كل عملية انتاجية ان تحتوي على وحدات انتاج مقبولة واخرى غير مقبولة ، والهدف من اللوحة هو السيطرة على نسبة الوحدات المعيبة P ، وان عدد الوحدات المعيبة يتبع توزيع ثنائي الحدين Binomial Distribution وعلى فرض وجود عملية انتاجية وسحبت منها عينات متعاقبة بطريقة عشوائية وعلى فترات منتظمة ، وهنا يفضل أن يكون هناك على الاقل (25) عينة وكل عينة مكونة من (50) مشاهدة على الأقل ، عندئذ يكون تقدير نسبة المعيب لكل عينة $\hat{P}$ بالشكل الآتي :[الراوي.2004]

$$\hat{P} = \frac{\text{عدد الوحدات المعيبة في العينة}}{\text{عدد الوحدات المفحوصة في العينة}}$$

وتوضع قيم $\hat{P}$ على اللوحة لكل عينة مقابل تسلسل العينات (أو الخدمة) .

ويمثل خط الهدف لهذه اللوحة المعدل العام لنسب الوحدات المعيبة لجميع العينات $\overline{\hat{P}}$ ويحسب كالآتي :

$$\overline{\hat{P}} = \frac{\sum_{i=1}^{m} \hat{P}_i}{m}$$

إذ أن m تمثل عدد العينات المسحوبة .

وتكون حدود السيطرة لهذه اللوحة تكون كالآتي :

$$UCL = \overline{\hat{P}} + 3\sigma_{\hat{P}}$$

$$LCL = \overline{\hat{P}} - 3\sigma_{\hat{P}}$$

إذ أن :

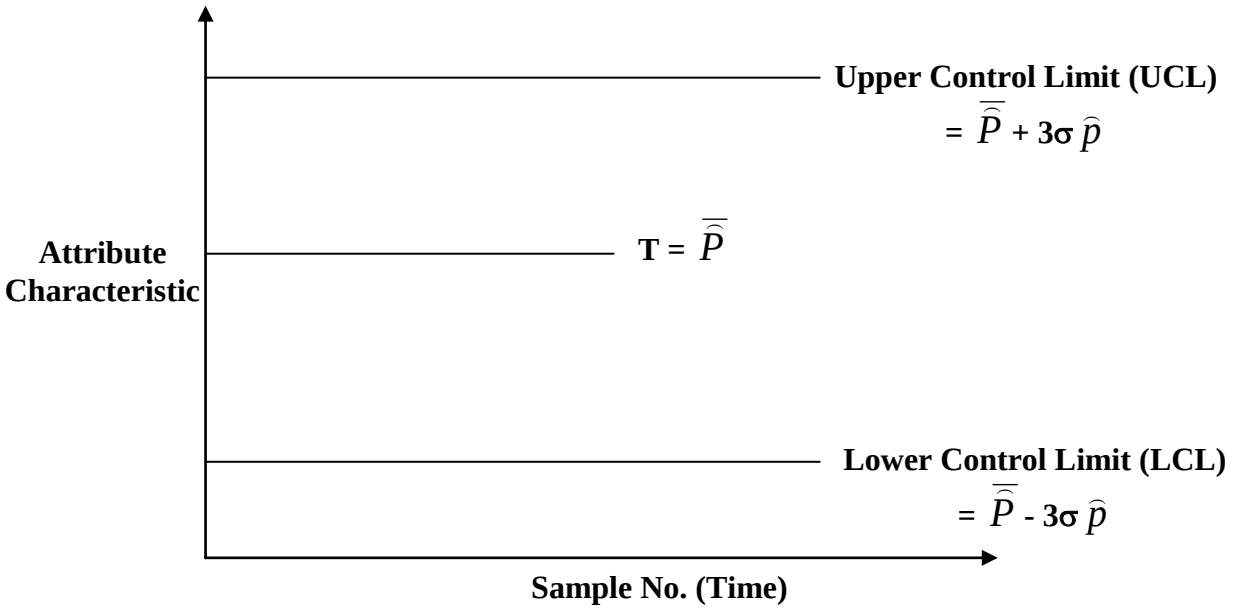
UCL : حد السيطرة العلوي Upper Control Limit

LCL : حد السيطرة السفلي Lower Control Limit

$\sigma_{\hat{P}}$: الانحراف المعياري لنسب المعيب وتحدد قيمته كالآتي :

1. إذا كان حجم العينات متساوي (ثابت) فان :

$$\sigma_{\hat{P}} = \sqrt{\frac{\hat{P}(1-\hat{P})}{n}}$$



الشكل (3)

2-1نظرية المجموعة المضببة Fuzzy Set Theory

تعد نظرية المجموعة المضببة تعميما لنظرية المجموعة الكلاسيكية فيمكن للمجموعة المضببة ان تضم المجموعة الكلاسيكية كحالة خاصة [الدباغ ، 2003] .

وتعرض نظرية المجموعات المضببة الشكل الرياضي الدقيق لوصف المصطلحات المضببة بشكل مجاميع مضببة للمتغيرات اللغوية ، ولتمثيل التفاوت الطفيف في المعنى نجد ان المفهوم لدرجات العضوية أو المفهوم للقيم الاحتمالية للعضوية يمكن ان نحصل عليه بشكل بسيط ، حيث يمكن ان نمثل العضوية لبعض العناصر في المجموعة الشاملة X وان هذه العضوية تتغير من العضوية التامة إلى عدم العضوية ، وتكون اما تمتلك عضوية كاملة Full Membership أو لا تمتلك عضوية Non Membership أو ربما عضوية جزئية Partial Mambership وبهذا فان أي عبارة مضببة توصف بدالة رياضية لمجموعة من الازواج والتي يكون لكل منها قيمة .

يعد النموذج المضبب نموذجا رياضيا يتم بناؤه اعتمادا على مفاهيم مأخوذة من نظرية المجموعات المضببة Fuzzy Sets Theory ، فهو يصف النظام System من خلال ترسيخ العلاقات القائمة بين المدخلات Inputs والمخرجات Outputs على شكل قواعد معينة ، فهي صيغة مرنة وتركيب رياضي واضح يحقق امتدادا معينا ، فضلا على انها تصف العلاقات بين اجزاء العملية [Babuska and Verbruggen (1999)] .

وقد أشار الباحثان Yager and Filer (1994) الى التوسع الكبير الحاصل في تطبيقات النمذجة المضببة Fuzzy Modeling لكون المجموعات المضببة Fuzzy Sets تمثل وصفا نموذجيا يمكن بواسطته تجزئة مجالات متغيرات المسألة الى مناطق غير متداخلة (Babuska, 1999) Unintersection region .

وتعد النمذجة المضببة Fuzzy Modeling تقريبات شاملة ، يمكن ان تظهر خبرتها في قابليتها للمعاينة ، فضلا عن استخدامها اسلوب القواعد المضببة Fuzzy Rules وانها تصف علاقات الدوال بواسطة تلك القواعد المضببة [هندوش 2003] .

2-2 مراحل بناء النموذج المضبب Stages of Construction Fuzzy Model

النموذج المضبب عبارة عن نظام خبير(*) Expert System يوضح العلاقة بين المدخلات Input والمخرجات Output من خلال مجموعة من القواعد Rules ، ويقع عادة بناء النموذج المضبب Fuzzy Model من ثلاث خطوات رئيسية يمكن توضيحها كالآتي:

[Almonds Russell (1995), Zadeh (1965),]

1. التضبيب Fuzzification

تعد هذه الخطوة أول خطوة في بناء النموذج المضيب Fuzzy Model حيث تقوم بتحويل المدخلات الهشة Crisp Inputs إلى مدخلات مضببة Fuzzy Inputs عن طريق دوال العضوية Membership Functions للمدخلات الهشة والتي تأخذ أشكالا مختلفة منها المثلثية Triangles ، شبه المنحرف Trapezoidal ، الكاوزية Gaussain ... الخ ، وتكون قيم عضويتها محصورة بين الصفر والواحد ، وتعد هذه الخطوة مكافئة لمعانية النموذج Modeling Sampling إحصائيا .

2. تقييم القاعدة Rule Evaluation

يتم في هذه الخطوة تحويل المدخلات الهشة Crisp Inputs إلى مخرجات مضببة Fuzzy Output مستعينين بالقواعد Rule-Base .

3. انقشاع الضبابية Defuzzification

تعد هذه الخطوة أخر خطوة في بناء النموذج المضبب Fuzzy Model والتي يتم فيها تحويل المخرجات المضببة Fuzzy Output الى مخرجات هشة Crisp Output والتي تأخذ قيما عددية حقيقية . والشكل (4-1) يوضح خطوات بناء النموذج المضبب [هندوش ، 2003].

3-2 فحص مجموعة الدهون Serum Lipids Profile

هي مجموعة فحوص لتقيم حالة الدهون العامة في الجسم للوقوف على الحالة الطبيعية أو المرضية للشخص المراد فحصه ، تتضمن هذه الفحوص :

1. فحص الكوليسترول الكلي Total Cholesterol
   المعدل الطبيعي (*) 150-250 mg%
2. فحص الشحوم البروتينية عالية الكثافة High Density Lipoproteins H.D.L.
   المعدل الطبيعي (*) 39-60 mg%
3. فحص الشحوم البروتينية واطئة الكثافة Low Density Lipoproteins L.D.L.
   المعدل الطبيعي (*) اقل من 130 mg%
4. فحص الشحوم الثلاثية Triglyceride TG
   المعدل الطبيعي (*) اقل من 65-180 mg%

هذه الفحوص ذات أهمية خاصة في تشخيص وعلاج أمراض قصور تروية القلب بالدم وهي مهمة في تحديد وتعريف وجود أو عدم وجود خطورة حول حصول أمراض القلب والشرايين ، حيث تتطلب :

1. صوم لمدة 10-14 ساعة قبل الفحص في حالة قياس الشحوم الثلاثية .
2. كون المريض على تغذية وتمارين اعتيادية قبل الفحص بأسبوعين .

حيث تعتمد عملية تشخيص قصور تروية القلب بالدم (الجلطة القلبية) على ثلاث نقاط رئيسية :

1. الفحوص المختبرية : وهي فحص مجموعة الدهون Serum Lipid Profile
2. تخطيط عضلة القلب .
3. الخبرة الشخصية للطبيب وتقديره للحالة العامة للمريض وهذا العامل هو الأساس في التشخيص حيث توجد حالات كثيرة تكون الفحوص المختبرية مضللة وخاطئة نتيجة جمعها خلال بعض أسابيع من (احتشاء عضلة القلب) مثلا وكذلك بالنسبة لتخطيط عضلة القلب وخصوصا عند تعرض الإنسان لصدمة عصبية أو نفسية .

(*) النظام الخبير Expert System : هو برنامج مصمم لينفذ مهاماً متعلقة بالخبرة الإنسانية . ويحاول النظام الخبير القيام بعمليات تعد عادة من اختصاص البشر ويتضمن الحكم واتخاذ القرارات .

(*) المعدلات الطبيعية حددت حسب نشرة وزارة الصحة - دائرة الامور الفنية - قسم المختبرات – 2002 انظر الملحق .

من ما تقدم تم تطبيق المنطق المضبب لان العامل الأساس يرتكز على الخبرة الشخصية للطبيب وتقيمه للحالة العامة للمريض.

4-2 خوارزمية استخدام المنطق المضبب في السيطرة النوعية

من خلال ما تقدم تم اقتراح الخوارزمية الآتية لتعالج الربط بين السيطرة النوعية والمنطق المضبب كما موضحة بالخطوات الآتية :

الخطوة الأولى : ندخل البيانات الخام ، هذه البيانات تمثل عينات من منتج أو سلعة أو خدمة معينة أو فحوص مختبرية لأشخاص ... الخ .

الخطوة الثانية : نأخذ بيانات العينة الأولى ويتم إيجاد الدالة العضوية Membership Function لكل مشاهدة X من مشاهدات العينة ، وذلك لغرض إيجاد درجة عضوية كل مشاهدة في العينة ، وهذا يشابه إيجاد نسبة المعيب في الطريقة الكلاسيكية (Shewhart) ، حيث يتم اختيار نوعية الدالة العضوية حسب نوعية الحالة المدروسة .

حيث أن هذه الخطوة تمثل عملية التضبيب Fuzzification

الخطوة الثالثة : نكون المصفوفة A ذات الأبعاد (nxm) إذ أن :

n : عدد الوحدات في كل عينة (حجم العينة) .

m : عدد الفحوص للوحدات في (n) .

وعناصر المصفوفة A هي الدوال العضوية لكل فحص وتمثل درجة نجاح المنتج أو السلعة في كل فحص .

الخطوة الرابعة : يتم إيجاد المصفوفة M (بنفس أبعاد المصفوفة A) حيث أن :

$$M_{nxm} = I_{nxm} - A_{nxm}$$

إذ أن :

I_{nxm} : تمثل المصفوفة الأحادية Identity Matrix .

وان عناصر المصفوفة M تمثل درجة الفشل في كل فحص .

الخطوة الخامسة : يتم إيجاد المصفوفة N (بنفس أبعاد المصفوفة M) بحيث ان :

1. عناصر العمود الأول يتم إيجادها عن طريق عمل Fuzzy OR بين المتغيرات (m) (الصف في المصفوفة M_{nxm})، حتى يتم إيجاد الناتج والذي يمثل اكبر قيمة في الصف.

أي أن :

R_1: If ((a_1) or (a_2) or (a_3) of (a_4) or .... or (a_n)) then Z_1

إذ أن : $a_1, a_2, a_3, a_4, \dots, a_n$ تمثل عناصر الصف في المصفوفة M_{nxm} .

وان : Z_1 اكبر قيمة في الصف وهي تمثل درجة عضوية الفشل بالنسبة للوحدة (المنتج) للفحص الأول .

2. عناصر العمود الثاني يتم إيجادها عن طريق عمل Fuzzy OR لمعادلات كل متغيرين (فحوص) من المتغيرات الأربعة وكما يلي :

أ. يتم ضرب جميع التباديل Permutation لكل اثنين من المتغيرات (m) : أي أن :

$$a_1*a_2, a_1*a_3, a_1*a_4, \dots, a_1*a_n, a_2*a_1, a_2*a_3, a_2*a_4, \dots, a_2*a_n,$$
$$a_{n-1}*a_1, a_{n-1}*a_2, a_{n-1}*a_3, \dots, a_{n-1}*a_n,$$

إذ أن : * تمثل عملية ضرب اعتيادي (Ordinary multiplication) .

ب. يتم عمل Fuzzy OR بين نتائج الخطوة أ وكما يلي :

R_2: If ((a_1*a_2) or (a_2*a_3) or (a_1*a_4) or (a_1*a_n) or (a_2*a_3) or ... (a_2*a_n) ... or ($a_{n-1}*a_n$) then Z_2

3. عناصر الأعمدة من الثالث إلى (m-1) يتم إيجادها عن طريق عمل Fuzzy OR لمعادلات كل (ثلاثة ، أربعة ، ... ، (m-2)) حسب العمود وكما يلي :

ملاحظة : سنقوم بتوضيح العمود الثالث وتتم العملية بنفس الطريقة .

إذ أن : Z_2 تمثل درجة عضوية فشل فحصين بالنسبة للوحدة (المنتج) .

أ. يتم ضرب جميع التباديل Permutation لكل ثلاثة متغيرات : أي ان :

$$a_1*a_2*a_3, a_1*a_2*a_4, a_1*a_3*a_4, a_2*a_3*a_4$$

إذ أن : * تمثل عملية ضرب اعتيادي (Ordinary multiplication) .

ب. يتم عمل Fuzzy OR بين نتائج الخطوة أ وكما يلي :

R_3: If (($a_1*a_2*a_3$) or ($a_1*a_2*a_4$) or ($a_1*a_3*a_4$) or ($a_2*a_3*a_4$) then Z_3

إذ أن : Z_3 تمثل درجة عضوية فشل ثلاثة فحوص بالنسبة للوحدة (المنتج) .

4.عناصر العمود الأخير (m) تمثل مضروب عناصر الصف في المصفوفة M_{nxm} أي أن :

$$Z_m = \prod_{i=1}^{m} a_i$$

إذ أن : Z_m تمثل درجة عضوية الفشل لـ m من الفحوص بالنسبة للمنتج .

يلاحظ أن العمليات أعلاه في الخطوة الخامسة تمثل الـ Rules للـ Fuzzy Logic بالنسبة لعملية الفحص .

الخطوة السادسة :

لغرض البدء في عملية إزالة التضبيب Defuzzication نقوم بوضع عدد من الأوزان (Weights) للفشل في كل فحص داخل الدالة العضوية لفشل الوحدة (المنتج) في تجاوز الفحوص (m) معا ، حيث يتم إيجاد المتجهة MF ذو الأبعاد (n x 1) وذلك بإيجاد مجموع كل صف من صفوف المصفوفة (N_{nxm}) ، حيث أن :

$$MFi = W_1Z_1 + W_2Z_2 + ... + W_mZ_m \; ; \; i = 1, ..., n$$

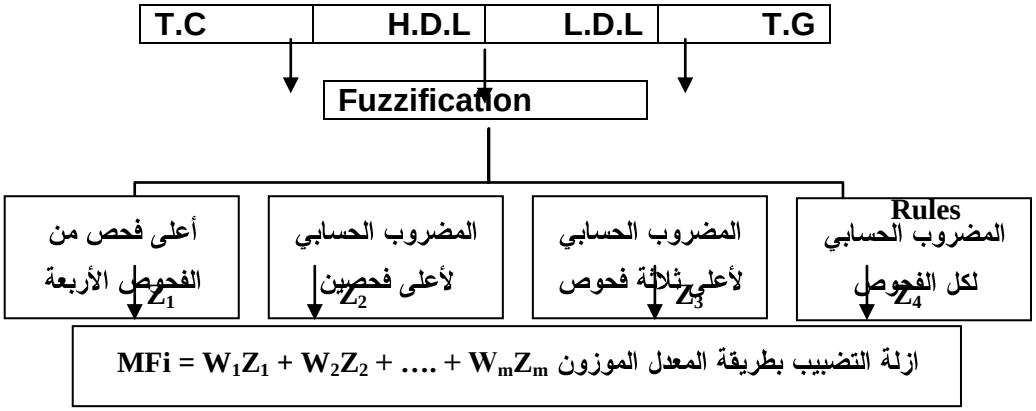
إذ أن :

$W_k; k = 1, ..., m$ تمثل أوزان الفشل في كل فحص

$Z_k; k = 1, ..., m$ تمثل درجة عضوية فشل كل وحدة لكل فحص

أي أن عملية إزالة التضبيب Defuzzication تعتمد على دالة المعدل الموزون لنتائج القواعد Rules .

والشكل التالي يوضح الخطوات من الثانية إلى السادسة :



الخطوة السابعة : إيجاد قيمة F بالصيغة الآتية :

$$F = \sum_{i=1}^{n} MFi$$

حيث تمثل مجموع دوال العضوية لكل منتج في العينة ، وهو يمثل درجة عضوية الفشل في تجاوز الفحوص بالنسبة للعينة كاملة أي أن القيمة F تمثل ثقل العينة كاملة وهي القيمة التي سيتم رسمها على لوحة P المضببة للسيطرة النوعية .

الخطوة الثامنة : الذهاب إلى الخطوة الثانية لأخذ بيانات العينة الثانية ... وهكذا .

الخطوة التاسعة : يتم استخراج حدود السيطرة Control Limits عن طريق الوسط الحسابي والانحراف المعياري للقيم المستخرجة من الخطوة السابعة (استخدام البرنامج الجاهز Minitab) .

3-1 الجانب التطبيقي :

تم تطبيق خطوات الخوارزمية السابقة على بيانات تمثل تحاليل مختبرية لفحص تروية القلب بالدم Serum Lipid Profile ، حيث أن هذه البيانات عبارة عن (25) عينة ، كل عينة مكونة من (50) شخص ، وكل شخص لديه أربعة مشاهدات .

ندخل بيانات العينة الأولى ونقوم باستخراج الدالة العضوية Membership Function لكل مشاهدة x من مشاهدات العينة واستخراج الدالة العضوية من نوع Gaussian حيث أن :

$$f = e^{-\frac{(x-a)^2}{2b^2}}$$

إذ أن :

a : تمثل متوسط العينة .

b^2 : تباين العينة .

لغرض التوضيح تم تطبيق الخطوتين (الأولى والثانية) على بيانات العينة الأولى وكانت النتائج كالآتي :

```
a1=[260 55 205 190;
    195 45 150 200;
    200 30 115 190;
    165 55 195 185;
    220 70 160 120;
    185 30 155 110;
    250 30 155 200;
    245 35 205 180;
    300 70 190 115;
    185 70 115 145;
    185 30 155 200;
    260 50 175 135;
    155 30 125 110;
    185 35 165 185;
    175 30 210 170;
    200 70 200 200;
    245 50 195 180;
    169 70 185 165;
    190 35 165 170;
    170 55 125 120;
    180 35 190 165;
    200 30 170 195;
    235 60 175 165;
    180 50 225 125;
    165 40 100 130;
    220 40 215 155;
    175 50 125 200;
    300 35 140 200;
    195 40 155 115;
    150 45 155 195;
    250 50 200 195;
    195 40 170 110;
    270 45 225 200;
    190 50 210 160;
    160 65 150 165;
    270 45 225 200;
    270 40 220 185;
    165 60 105 145;
    160 30 130 110;
    245 50 190 180;
    162 65 120 140;
    200 30 170 185;
    150 50 220 195;
    190 401 45 180;
    185 65 150 155;
    270 70 200 100;
    170 70 185 130;
    163 45 175 200;
    170 35 110 190;
    180 30 115 185;]
```

```
A=[1.875927e-001   8.419501e-001   5.917434e-001   7.335448e-001
   9.810823e-001   9.905790e-001   8.795591e-001   5.485083e-001
   9.972287e-001   4.728904e-001   3.340253e-001   7.335448e-001
   6.542865e-001   8.419501e-001   7.570905e-001   8.185149e-001
   9.196606e-001   2.468025e-001   9.742852e-001   3.892016e-001
   9.088023e-001   4.728904e-001   9.347212e-001   2.428219e-001
   5.251741e-001   4.728904e-001   9.347212e-001   5.485083e-001
   5.980513e-001   6.898284e-001   5.917434e-001   8.918231e-001
   6.405701e-002   2.468025e-001   8.318315e-001   3.111037e-001
   9.088023e-001   2.468025e-001   3.340253e-001   8.342666e-001
   9.088023e-001   4.728904e-001   9.347212e-001   5.485083e-001
   3.875927e-001   9.751167e-001   9.822445e-001   6.605356e-001
   5.085135e-001   4.728904e-001   4.852701e-001   2.428219e-001
   9.088023e-001   6.898284e-001   9.960405e-001   8.185149e-001
   7.940056e-001   4.728904e-001   5.081672e-001   9.856882e-001
   9.972287e-001   2.468025e-001   6.758451e-001   5.485083e-001
   5.980513e-001   9.751167e-001   7.570905e-001   8.918231e-001
   7.119334e-001   2.468025e-001   8.964165e-001   9.998809e-001
   9.511820e-001   6.898284e-001   9.960405e-001   9.856882e-001
   7.260591e-001   8.419501e-001   4.852701e-001   3.892016e-001
   8.557023e-001   6.898284e-001   8.318315e-001   9.998809e-001
   9.972287e-001   4.728904e-001   9.987455e-001   6.419169e-001
   7.422522e-001   6.376443e-001   9.822445e-001   9.998809e-001
   8.557023e-001   9.751167e-001   2.865153e-001   4.754407e-001
   6.542865e-001   8.826407e-001   1.649586e-001   5.671138e-001
   9.196606e-001   8.826407e-001   4.280227e-001   9.579044e-001
   7.940056e-001   9.751167e-001   4.852701e-001   5.485083e-001
   6.405701e-002   6.898284e-001   7.348381e-001   5.485083e-001
   9.810823e-001   8.826407e-001   9.347212e-001   3.111037e-001
   4.385722e-001   9.905790e-001   9.347212e-001   6.419169e-001
   5.251741e-001   9.751167e-001   6.758451e-001   6.419169e-001
   9.810823e-001   8.826407e-001   9.987455e-001   2.428219e-001
   2.697976e-001   9.905790e-001   2.865153e-001   5.485083e-001
   9.511820e-001   9.751167e-001   5.081672e-001   9.903966e-001
   5.810472e-001   4.235775e-001   8.795591e-001   9.998809e-001
   2.697976e-001   9.905790e-001   2.865153e-001   5.485083e-001
   2.697976e-001   8.826407e-001   3.536013e-001   8.185149e-001
   6.542865e-001   6.376443e-001   2.127761e-001   8.342666e-001
   5.810472e-001   4.728904e-001   5.681539e-001   2.428219e-001
   5.980513e-001   9.751167e-001   8.318315e-001   8.918231e-001
   6.103744e-001   4.235775e-001   4.065257e-001   7.512326e-001
   9.972287e-001   4.728904e-001   9.987455e-001   8.185149e-001
   4.385722e-001   9.751167e-001   3.536013e-001   6.419169e-001
   9.511820e-001   1.641678e-143   2.793094e-003   8.918231e-001
   9.088023e-001   4.235775e-001   8.795591e-001   9.579044e-001
   2.697976e-001   2.468025e-001   6.758451e-001   1.377240e-001
   7.260591e-001   2.468025e-001   8.964165e-001   5.671138e-001
   6.250397e-001   9.905790e-001   9.822445e-001   5.485083e-001
   7.260591e-001   6.898284e-001   2.691892e-001   7.335448e-001
   8.557023e-001   4.728904e-001   3.340253e-001   8.185149e-001]
```

```
b1=[203.08 46.9 168.2 164.5;]
c1=[41.342;13.809;35.924;32.392;]
```

إذ أن :

a_1 : مصفوفة بيانات العينة الأولى .

b_1 : متجه متوسطات العينة الأولى .

c_1 : متجه الانحرافات المعيارية للعينة الأولى .

A : مصفوفة نتائج العينة الأولى بعد تطبيق الخطوتين الأولى والثانية .

ثم تكون المصفوفة A ذات الأبعاد (4 x 50) ، عناصر المصفوفة A هي الدوال العضوية لكل مشاهدة في العينة ، وبعد ذلك استخرجت المصفوفة M من المصفوفة A (بنفس الأبعاد) من خلال طرح المصفوفة A من المصفوفة الأحادية (I) لاستخراج درجة عضوية الفشل في تجاوز كل فحص من الفحوص الأربعة ولكل شخص ، ثم يتم إيجاد المصفوفة N ذات الأبعاد (4 x 50) (نفس إبعاد المصفوفة M) وذلك حسب النقاط الأربعة في الخطوة الخامسة حتى يتم الحصول على التبادل الممكنة لفشل الشخص في الفحوص المختبرية
الأربعة .

في الخطوة السادسة يتم إيجاد الدالة العضوية لفشل الأشخاص في تجاوز الفحوص الأربعة معا من خلال جمع القيم في كل صف من صفوف المصفوفة N ، أي ينتج لدينا متجه MF ذو أبعاد (1 x 50) .

أخيرا يتم إيجاد القيمة التي سوف ترسم على لوحة P المضببة من خلال جمع عناصر المتجه MF لكي نستخرج درجة عضوية الفشل في تجاوز الفحوص بالنسبة للعينة كاملة ، أي ثقل العينة بالنسبة للعينات الأخرى .

ويمكن توضيح نتيجة العينة الأولى النهائية بعد تطبيق خطوات الخوارزمية وكذلك القيمة التي سوف ترسم على لوحة P المضببة بالشكل التالي :

6.124073e-001	2.500193e-001	6.661895e-002	1.052912e-002
4.514917e-001	5.437805e-002	1.028709e-003	9.691514e-006
6.659747e-001	3.510416e-001	9.353688e-002	2.592202e-004
3.457135e-001	8.397710e-002	1.524059e-002	2.408774e-003
7.531975e-001	4.600518e-001	3.696028e-002	9.504272e-004
7.571781e-001	3.991158e-001	3.639846e-002	2.376047e-003
5.271096e-001	2.502853e-001	1.130017e-001	7.376614e-003
4.082566e-001	1.640982e-001	5.089859e-002	5.506051e-003
9.359430e-001	7.049499e-001	4.856374e-001	8.166890e-002
7.531975e-001	5.016105e-001	8.313362e-002	7.581598e-003
5.271096e-001	2.379856e-001	2.170375e-002	1.416794e-003
6.124073e-001	2.078905e-001	5.173010e-003	9.184962e-005
7.571781e-001	3.991158e-001	2.054369e-001	1.009694e-001
3.101716e-001	5.629153e-002	5.133660e-003	2.032668e-005
5.271096e-001	2.592498e-001	5.340400e-002	7.643058e-004
7.531975e-001	3.400624e-001	1.102329e-001	3.054901e-004
4.019487e-001	9.763714e-002	1.056208e-002	2.628198e-004
7.531975e-001	2.169710e-001	2.247462e-002	2.677324e-006
3.101716e-001	1.514195e-002	2.167081e-004	8.580537e-007
6.107984e-001	3.143962e-001	8.612597e-002	1.361220e-002
3.101716e-001	5.216109e-002	7.526724e-003	8.966328e-007
5.271096e-001	1.887490e-001	5.230831e-004	6.562114e-007
3.623557e-001	9.339641e-002	1.658304e-003	1.975481e-007
7.134847e-001	3.742651e-001	5.400558e-002	1.343839e-003
8.350414e-001	3.614779e-001	1.249678e-001	1.466614e-002
5.719773e-001	6.712688e-002	5.392932e-003	2.270185e-004
5.147299e-001	2.323963e-001	4.787233e-002	1.191223e-003
9.359430e-001	4.225704e-001	1.310694e-001	3.475460e-002
6.888963e-001	8.084842e-002	5.277686e-003	9.984185e-005
5.614278e-001	2.010378e-001	1.312350e-002	1.236370e-004
4.748259e-001	1.700271e-001	5.511512e-002	1.371448e-003
7.571781e-001	8.886192e-002	1.681066e-003	2.108909e-006
7.302024e-001	5.209883e-001	2.352219e-001	2.216035e-003
4.918328e-001	2.401028e-002	5.974559e-004	5.737618e-006
5.764225e-001	2.414938e-001	2.908573e-002	3.464883e-006
7.302024e-001	5.209883e-001	2.352219e-001	2.216035e-003
7.302024e-001	4.720019e-001	8.566132e-002	1.005316e-002
7.872239e-001	2.852551e-001	9.861655e-002	1.634406e-002
7.571781e-001	3.991158e-001	1.723566e-001	7.220928e-002
4.019487e-001	6.759510e-002	7.312226e-003	1.819526e-004
5.934743e-001	3.420920e-001	1.332878e-001	3.315765e-002
5.271096e-001	9.566254e-002	2.651111e-004	3.325837e-007
6.463987e-001	3.629062e-001	1.299506e-001	3.233604e-003
1	9.972069e-001	1.078747e-001	5.266224e-003
5.764225e-001	6.942484e-002	6.331388e-003	2.665233e-004
8.622760e-001	6.494641e-001	4.742402e-001	1.537273e-001
7.531975e-001	3.260488e-001	8.931811e-002	9.251880e-003
4.514917e-001	1.692914e-001	3.005862e-003	2.831835e-005
7.308108e-001	2.266767e-001	6.209603e-002	1.654581e-002
6.659747e-001	3.510416e-001	6.370883e-002	9.193036e-003

```
the final value of sample 1 = 4.936680e+001
```

وهكذا يتم اخذ بيانات العينة الثانية وإجراء نفس الخطوات السابقة لاستخراج القيمة الثانية التي سترسم على لوحة P المضببة ، ... وهكذا .

وبعد استخراج القيم الخاصة بكل عينة من العينات الـ (25) ، نستخرج حدود السيطرة Control Limits عن طريق استخراج الوسط الحسابي والانحراف المعياري للقيم المستخرجة لكل عينة وباستخدام البرنامج الجاهز Minitab لرسم لوحة P المضببة .

2.3 لوحة P للفحوص الأربعة : Lab. Test

تم تجميع لوحات P لنسبة المعيب للفحوص الأربعة في هذه اللوحة بالاعتماد على كون الشخص فشل في تجاوز أي من الفحوص الأربعة . حيث كانت النتائج كالآتي :

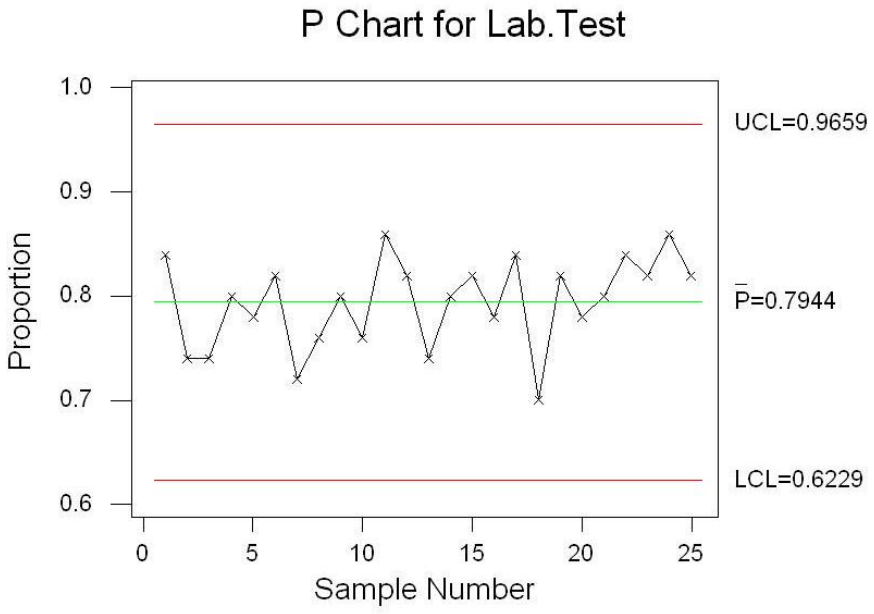
حد السيطرة الأعلى (UCL) = 0.9659

حد السيطرة الأدنى (LCL) = 0.6229

خط الهدف ($\bar{P}$) = 0.7944

لوحة السيطرة تبين أن عملية الفحص للفحوص الأربعة تتم تحت السيطرة (Process Under Control) وذلك لوقوع جميع النقاط داخل حدود السيطرة كما أن نمط النقاط طبيعي Normal Partten .

والشكل (4) يوضح لوحة P للفحوص الأربعة (Lab. Test) .



الشكل (4)

3.3 لوحة P المضببة Fuzzy P Chart

تم استخدام نتائج الخوارزمية المقترحة والمعدة لاستخدام المنطق المضبب في السيطرة النوعية (4-5) لرسم لوحة P المضببة Fuzzy P Chart حيث ان القيمة المرسومة على اللوحة تمثل مجموع دوال العضوية للاشخاص المصابين بعجز في تروية القلب بالدم ، أي الأشخاص الذين فشلوا في فحص Serum Lipid Profile والتي هي (T.G., L.D.L., H.D.L., T.C.) في كل عينة ، وهي تمثل ثقل العينة بالنسبة للعينات الأخرى المرسومة على اللوحة .

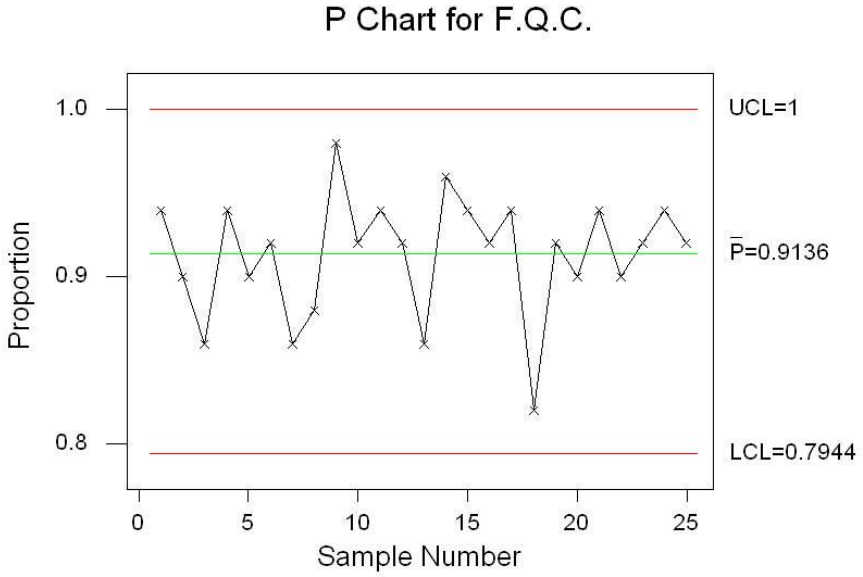
المحور العمودي يمثل النسب (للمصابين) Propotions ، المحور الأفقي يمثل عدد العينات Sample Number .

حد السيطرة الأعلى (UCL) = 1

حد السيطرة الأدنى (LCL) = 0.7955

خط الهدف ($\bar{P}$) = 0.9136

والشكل (5) يوضح لوحة P المضببة .



الشكل (5)

من الرسم الناتج يتبين أن جميع النقاط المرسومة تقع ضمن حدود السيطرة مما يعني أن عملية الفحص باستخدام لوحة P المضببة Fuzzy P Chart تحت السيطرة Process Under Control .

4.3 لوحة P المضببة ولوحة P للفحوص الأربعة تحت الحدود القياسية

المقارنة بين لوحة Shewhart لنسبة المعيب (P) للفحوص الأربعة Lap Test ولوحة P المضببة تحت الحدود القياسية (□3±) يمكن توضيح ما يلي :

1. جميع النقاط المرسومة على اللوحتين ذات نمط طبيعي Normal Partten أي أن اللوحتين تحقق الشروط (1.4.2) .
2. عملية الفحص تكون تحت السيطرة Process Under Control في لوحة الفحوص الأربعة Lap Test وكذلك في لوحة P المضببة .
3. يمكن جمع لوحات السيطرة للفحوص الأربعة في لوحة P المضببة .
4. هناك تغير في المتوسط والانحراف المعياري للبيانات في لوحة P المضببة مقارنة مع لوحة الفحوص الأربعة حيث تبدو النقاط في لوحة P المضببة ذات مستوى أعلى من لوحة الفحوص الأربعة وذلك بسبب الاختلاف في المتوسط والانحراف المعياري وذلك واضح عند مقارنة حدود السيطرة حيث أن خط الهدف في لوحة الفحوصالأربعة ($\overline{P}$ 0.7944 =) يساوي حد السيطرة الأدنى للوحة P المضببة .

5.3 لوحات سيطرة P ذات حدود أكثر دقة

تعتبر حدود السيطرة القياسية (□3±) غير كافية من الناحية الصحية ، باعتبار أن المحاولة دائمة لزيادة دقة الفحوص واكتشاف الحالات المرضية قبل دخولها المراحل الخطرة في الإصابة وخصوصا حالات الإصابة بمشاكل في تروية القلب بالدم والتي تعتبر احد الأسباب الرئيسية للجلطة القلبية ، كما أن نسبة (3) لكل (1000) كنسبة معيب مسموح بها في لوحات Shewhart (ومنها لوحة P) تعتبر نسبة عالية قدر تعلق الأمر بحالات مرضية تهدد حياة الإنسان .

لذلك تم رسم لوحات سيطرة من نوع P ذات حدود أكثر دقة (□2±، □1±) من اجل دراسة سير العملية (الفحص) تحت تلك الحدود والاطلاع على حالة العينات وحسب كل من الفحوص الأربعة وكذلك بالنسبة للوحة P المضببة .

حيث كانت النتائج كالآتي :

6.3 لوحة P لجميع الفحوص P Chart for Testes Lab. Test

a. لوحة P لجميع الفحوص Lab. Test (±2)

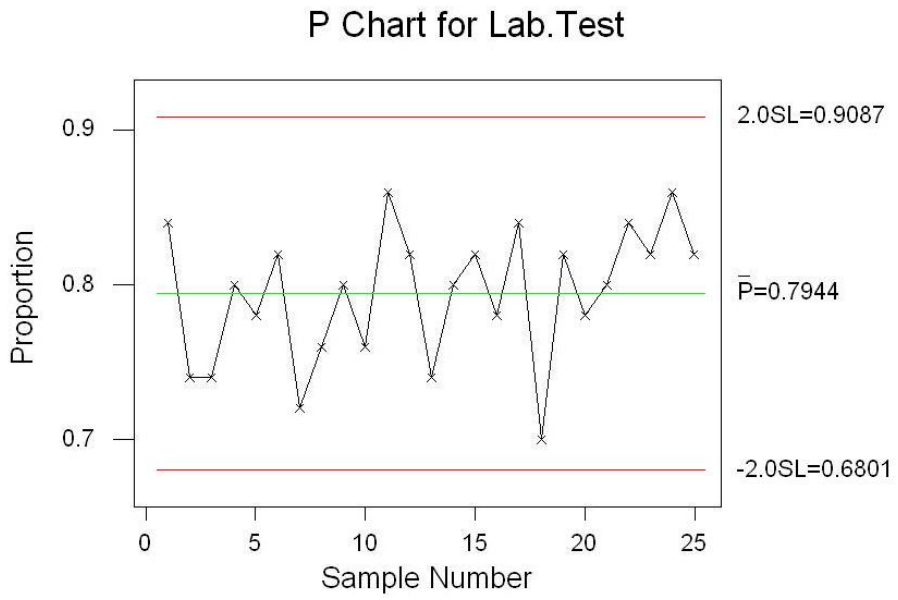
حد السيطرة الأعلى (UCL) = 0.9087

حد السيطرة الأدنى (LCL) = 0.6801

خط الهدف ($\bar{P}$) = 0.7944

من اللوحة يتبين أن عملية الفحص داخل حدود السيطرة Process in Control وذلك لوقوع جميع النقاط داخل حدود السيطرة وكذلك نمط النقاط المرسومة طبيعي .

الشكل (6) يبين لوحة السيطرة P ذات حدود السيطرة (±2) .



الشكل (6)

b. لوحة P لجميع الفحوص Lab. Test (±1)

حد السيطرة الأعلى (UCL) = 0.8516

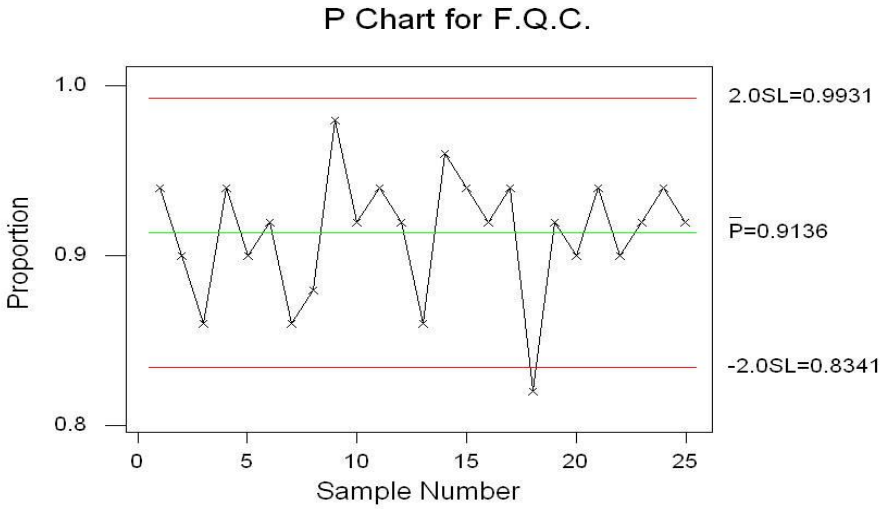
حد السيطرة الأدنى (LCL) = 0.7372

خط الهدف ($\bar{P}$) = 0.7944

من اللوحة يتبين أن عملية الفحص خارج حدود السيطرة Process out Control وذلك لوقوع النقاط (7 ، 11 ، 18 ، 24) خارج حدود السيطرة .

الشكل (6) يبين لوحة السيطرة P ذات حدود السيطرة (±1) .

والشكل (7) يبين لوحة السيطرة P ذات حدود السيطرة (±2) .



الشكل (7)

b. لوحة P ذات حدود السيطرة (±1)

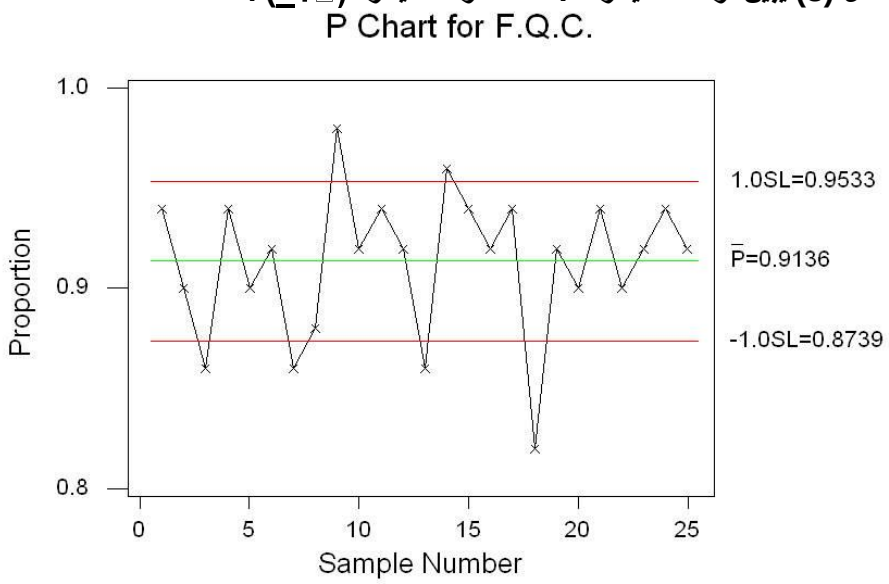
حد السيطرة الأعلى (UCL) = 0.9533

حد السيطرة الأدنى (LCL) = 0.8739

خط الهدف ($\bar{P}$) = 0.9136

من الرسم الناتج تبين أن العملية خارج السيطرة Process Out Control وذلك لوقوع العينات (3 ، 7 ، 9 ، 13 ، 14 ، 18) خارج حدود السيطرة .

والشكل (8) يبين لوحة السيطرة P ذات حدود السيطرة (±1) .



الشكل (8)

الاستنتاجات

1. **يمكن جمع لوحات من نوع P لأكثر من متغير واحد في لوحة P المضببة ، حيث تم جمع لوحات P للفحوص الأربعة في هذه اللوحة وباستخدام الخوارزمية المقترحة .**
2. **إن لوحة P المضببة لها نفس الدقة والحساسية Chart Sensivity للوحة Shewhrt للفحوص الأربعة Lap Test في اكتشاف التغيرات الحاصلة في سير العملية ، حيث كانت النتائج متساوية تقريبا عند حدود سيطرة (±3) و (±2) كذلك في (±1) .**
3. **في لوحة P المضبة يمكن اعتبار ان حدود السيطرة (±2) هي الحدود المناسبة لسير العملية .**

المصـــــادر

المصادر العربية

1. الخياط ، باسل يونس ذنون ، (2004) ، "اللاتأكدية من خلال نظرية الاحتمال ونظرية المجموعات المضببة" ، المجلة العراقية للعلوم الاحصائية ، العدد 6 ، كلية علوم الحاسبات والرياضيات ، جامعة الموصل ، العراق.
2. الدباغ ، سفيان سالم ، (2003) ، "نظام حاسوبي مضبب لتقدير قوة مقاومة الانضغاط للاسمنت البورتلندي" ، رسالة ماجستير ، كلية علوم الحاسبات والرياضيات ، جامعة الموصل ، العراق .
3. الراوي ، عمر فوزي صالح ، (2004) ، "استخدام الدالة التمييزية في السيطرة النوعية مع تطبيق على ولادات الاطفال الخدج" ، رسالة ماجستير ، كلية علوم الحاسبات والرياضيات ، جامعة الموصل ، العراق .
4. العاني ، بان غانم ، (2001) ، "تأثير الحصار على الاوزان والتشوهات الخلقية لاطفال حديثي الولادة باستخدام السيطرة النوعية" ، رسالة ماجستير ، كلية علوم الحاسبات والرياضيات ، جامعة الموصل ، العراق.
5. هندوش ، رنا وليد بهنام ، (2003) ، "دراسة عن النمذجة المضببة مع تطبيقات" ، رسالة ماجستير ، كلية علوم الحاسبات والرياضيات ، جامعة الموصل ، العراق .

المصادر الاجنبية:

6. Babuska, R and Verbuggen, H.D., Jamshid, M., Zadeh, L. A., (1999), "Application of Fuzzy Logic Towards High Machine Intelligence Quality System", Editors, Prentice Hall PTR.
7. Babuska, R., (1999), "Fuzzy Modeling", Engineering Application in Artificial Intelligence.
8. Bestrfield D.H., (2002), "Quality Control", Prentice Hall, Inc., Upper saddle River, New Jersey, 07458.
9. Cox and Eral, (1998), "Fuzzy System Handbook", A professional, London.
10. Hassen Taleb, Mohamed Limam "On fuzzy and problisitic control charts", University of Tunisia, Institute Supareierur de Gesion, 2002.
11. Keller, P.E., (1997), "Fuzzy Set Theory", Battelle Mamorial Institute..
12. Laviolette, Seaman, Barrett, Wood, "A problistic and statistical view of fuzzy methods", IEEE Transactions on Systems, 1995.
13. Marcucci, M. "Monitoring Multinomial Processes" Journal of Quality Technology, vol. 17, pp. 86–91, 1985.
14. Ngugen, H.T. and Walker, E.A., (2000), "A First Course in Fuzzy Logic", Chapman and Hall, CRC.
15. Raz, T. and Wang, J. "On the construction of control charts using linguistic variables", International Journal of Production Research, vol. 28, pp. 477–487, 1990a.
16. Vinterbo, S.A., (2002), "Fuzzy and Rough Sets", Decision System Group, Broughham and Women's Hospital, Harvard Medical School.
17. William H. Woodle "Controversies and contradictions in statistical process control" Virginia Polytechnic and State University, 2000.

.....

.....

.....