المجلة العراقية للعلوم الاحصائية (18) 2010
ص ص [273–296]

مقارنة بين الدالة التميزية والمنطق المضبب في السيطرة على إنتاج المشروبات الغازية

مثينة عبدا مصطفى*

الملخص :

لقد برزت الحاجة إلى نظم السيطرة، الموجودة في العديد من المجالات منها الطب والاقتصاد والهندسة والزراعة ....وغيرها، نتيجة للتقدم السريع للعلوم والتكنولوجيا في جميع الحقول، الأمر الذي أدى إلى جعل حقل نظرية السيطرة Control Theory في تفاعل مبدع مع هذه المجالات وخاصة في مجال علوم الحاسبات.

وقد تطورت فيما بعد أساليب أخرى حديثة في مجال نظم السيطرة مثل المنطق المضبب Fuzzy Logic الذي تم استخدامه في هذا البحث مع أسلوب الدالة المميزة كوسيلة في الرقابة على جودة الإنتاج كأسلوب متعدد المتغيرات والمقارنة بينهما من خلال التمييز بين منتوجين متماثلين من حيث تركيب المواد الأولية الداخلة في صنع كل منهما وأسلوب التصنيع ولكنهما مختلفان في قيم المواصفات المحددة لكل منهما، وقد تفوق أسلوب المنطق المضبب على أسلوب دالة التمييز لكونه مخصص لمعالجة النظم المعقدة في الحصول على نتائج أكثر دقة.

A Comparison between the Distinctive Function and Fuzzy Logic in the Control of Carbonated Beverages

Abstract :

The need for control systems exists in many fields, such as, medicine, economics, engineering, agriculture, etc., as a result of the rapid progress in science and technology in all fields which cause a creative interaction between control theory and these fields, especially, in the field of computer science.

* مدرس مساعد/كلية البيئة/-جامعة الموصل

تاريخ التسلم :10 /11 /2009 ـــــــــــــــــ تاريخ القبول : 17/ 2/ 2010

Other modern techniques were developed in the field of control systems such as fuzzy logic which was used in this research with discriminant function by monitoring production quality control, as a multivariable method, and comparing between fuzzy logic and discriminant function through differentiating between identical products by their materials structure entered in manufacturing method but they are different in values, and specified standards for each one of them. The fuzzy logic method overwhelmed discriminant function method as being specified for complex systems treatment to get more accurate results.

1- المقدمة :

التحليل التمييزي هو تقنية تستخدم لتصنيف الأفراد إلى واحد من مجتمعين أو أكثر بالاعتماد على قياس مجموعة من المتغيرات ذات العلاقة، علـى فـرض أن المجتمعات ذوات فروقات معروفة، وكل مشاهدة تنضم إلى أحد المجتمعات وفقـاً إلى هذه القياسات، كذلك يمكن استخدام هذه التقنية لمعرفة المتغيرات التي تساهم في التصنيف، وهي كما في تحليل الانحدار لديها استخدامhن هما الوصف والتنبؤ.

لذلك سوف يتم التعامل مع مسائل التصنيف التمييزي بين مجتمعين (أو أكثـر) بالاعتماد على مشاهدات مجتمع ذات توزيع متعدد المتغيرات الطبيعـي ، وسـوف نقوم بالتعرف على المجتمعين (أو أكثر) قبل جمع البيانـات وبهـذا تكـون لـدينا مجموعة من المتغيرات لكلا المجتمعين ، اللذين سوف نطبق عليهما الدالة التمييزية "discriminate function" التي عن طريقها يتم تصنيف الفرد إلـى المجتمـع الصحيح من خلال مجموعة من المشاهدات التي يتم الحصول عليها من المجتمـع (Goldstein ,1978) .

وقد تم الاعتماد على توظيف مزايا المنطق المضبب في السيطرة النوعية ، فمن المعروف إن عمر السيطرة النوعية هو بعمر الصناعة ، وقد اعتمدت في بـدايتها على التدريب المتواصل للعمال والصناع لغرض إجادة العمل والوصـول بالـسلعة إلى أفضل نوعية ممكنة ، فضلا عن عملية الملاحظة الشخصية المتواصلة للـسلعة المنتجة خلال مراحل التصنيع .

بعد الإقبال الكبير على المنطق المضبب خلال السنوات الأخيرة ، وصل مجموع البضائع التي تم تصنيعها باستخدام المنطق المضبب إلى أكثر من ألفي منتوج صناعي خلال سنة 1996 وتوزع هذا الإنتاج بين المدافئ والآت الغسيل، وعند الانتقال بين هذه المنتجات الصناعية يلاحظ بأن كل تطبيق من التطبيقات المذكورة آنفاً قد استفاد أو اعتمد على مزايا المنطق المضبب مثل الأداء العالي والبساطة والكلفة الواطئة والإنتاجية العالية، ووجد بأن المنطق المضبب هو تقنية مناسبة جدا في التطبيقات الداخلة في وحدات التحكم، إن أعدادا" كبيرة من المصانع تمتلك خطوط إنتاج أوتوماتيكية تعتمد في إنتاجها على تقنية المنطق المضبب في نوعية المنتوج واختصار زمن التطوير، ويبرهن التضبيب في التصنيع على انه التقنية التي لايمكن الاستغناء عنها في زيادة كفاءة خطوط الإنتاج وتشخيص عطلاتها (الدباغ,2003),(Brule,1985)

2 - الجانب النظري :

1-2 حساب دالة التمييز (Calculation of discriminant analysis)

افترض أن مصنعا يقوم بإنتاج منتوجين معينين هما B,A وان هذين المنتوجين متماثلhان من حيث تركيب المواد الأولية الداخلة في صنع كل منهما وأسلوب التصنيع ، لكنهما مختلفان من حيث قيم المواصفات المحددة لكل منهما ولنفترض أن المواصفات المحددة للمنتوج A هي : (Goldstien,1978)

$X_{1a}\ X_{2a}, \ldots\ldots\ldots\ldots, X_{pa}$

وان تلك المحددة للمنتوج B هي :

$X_{1b}\ , X_{2b}, \ldots\ldots\ldots\ldots, X_{pb}$

حيث أن المواصفات X_i , $i=1,2,\ldots\ldots,p$ تحت جودة A وفي نفس الوقت جودة B ، إلا آن قيمة هذه المواصفات مختلفة لكلا المنتوجين ،وعليه فان جودة A سوف تنعكس من خلال عدة متغيرات مرتبطة فيما بينها هي :

$$X_1, X_2, \ldots\ldots\ldots, X_p$$

وكذلك الحال بالنسبة إلى جودة B .

ولنفترض أنه تم سحب عينة عشوائية من خط إنتاج A حجمها n ،وتم تسجيل نتائج فحص كل متغير من متغيرات A وأخرى حجمها n أيضا من خط إنتاج B ،وهذا يعني أن المشاهدة (نتيجة الفحص) j عن متغيرات A هي :

$$X_j^A = (X_{1j}, X_{2j}, \ldots\ldots\ldots, X_{pj}) \ , j = 1,2,\ldots\ldots, n$$

وان المشاهدة j عن متغيرات B هي :

$$X_j^B = (X_{1j}, X_{2j}, \ldots\ldots\ldots, X_{pj}) \ , j = 1,2,\ldots\ldots, n$$

وهذا يعني أن مصفوفة المشاهدات لمتغيرات A هي :

$$\begin{bmatrix} X_{11}\ldots\ldots X_{21}\ldots\ldots X_{i1}\ldots X_{p1} \\ X_{12}\ldots X_{22}\ldots\ldots X_{i2}\ldots X_{p2} \\ : \\ X_{1j}\ldots X_{2j}\ldots\ldots X_{ij}\ldots X_{pj} \\ X_{in}\ldots X_{2n}\ldots X_{in}\ldots X_{pn} \end{bmatrix}$$

وان مصفوفة المشاهدات لمتغيرات B هي:

$$\begin{bmatrix} X_{11}\ldots\ldots X_{21}\ldots\ldots X_{i1}\ldots X_{p1} \\ X_{12}\ldots X_{22}\ldots\ldots X_{i2}\ldots X_{p2} \\ : \\ X_{1j}\ldots X_{2j}\ldots\ldots X_{ij}\ldots X_{pj} \\ X_{in}\ldots X_{2n}\ldots X_{in}\ldots X_{pn} \end{bmatrix}$$

الآن وعلى أساس هاتين المجموعتين من المشاهدات عن B,A يمكن احتساب دالـة التمييز بين جودة B,A .

ولنفرض أن هذه الدالة هي:

$$Z = c_1 X_1 + c_2 X_2 + ... + c_p X_p \qquad (1)$$

وعليه يمكن إيجاد قيم **Z** الخاصة بالمنتوج **A** من خلال الصيغة الاتية:

$$Z_j^A = C_1 X_{1j}^A + C_2 X_{2j}^A + ... + C_p X_{pj}^A, \; j = 1,2,........, n \qquad (2)$$

وكذلك تلك الخاصة بالمنتوج B من خلال الصيغة الاتية:

$$Z_j^B = C_1 X_{1j}^B + C_2 X_{2j}^B + ... + C_p X_{pj}^B, \; j = 1,2,......, n \qquad (3)$$

نأتي الآن إلى تكوين لوحة التمييز للرقابة على جودة B,A من خلال الأتي :

1- تحديد متوسط كل متغير من متغيرات A,B أي أن :

$$\bar{X}_{ia} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_{ij}^{A} \;,\; \bar{X}_{ib} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_{ij}^{B} \quad ,i = 1,2,.........., P$$

2- تحديد المتوسط العام للمتغير X_i لكلا المنتوجين أي أن :

$$\bar{X} = \frac{\bar{X}_{ia} + \bar{X}_{ib}}{2} \quad ,i = 1,2,........, p$$

3- تحديد قيمة الدالة المميزة**(**1**)** عند قيم المتوسطات العامة للمتغيرات أي ان :

$$\bar{Z} = C_1 \bar{X}_1 + C_2 \bar{X}_2 + ... + C_p \bar{X}_p$$

ونجعل $\bar{Z}$ تمثل الخط الفاصل بين جودة B,A .

4- تحديد قيمة الدالة المميزة **(**1**)** عند قيم متوسطات المتغيرات لكل من B,A أي أن :

$$\bar{Z}_A = C_1 \bar{X}_{1a} + C_2 \bar{X}_{2a} + ... + C_p \bar{X}_{pa}$$

و

$$\bar{Z} = C_1 \bar{X}_{ib} + C_2 \bar{X}_{2b} + ... + C_p \bar{X}_{pb}$$

ونجعل كلا من $\bar{Z}_B$, $\bar{Z}_A$ يمثل الخط الأوسط للرقابة على جودة كل من A,B .

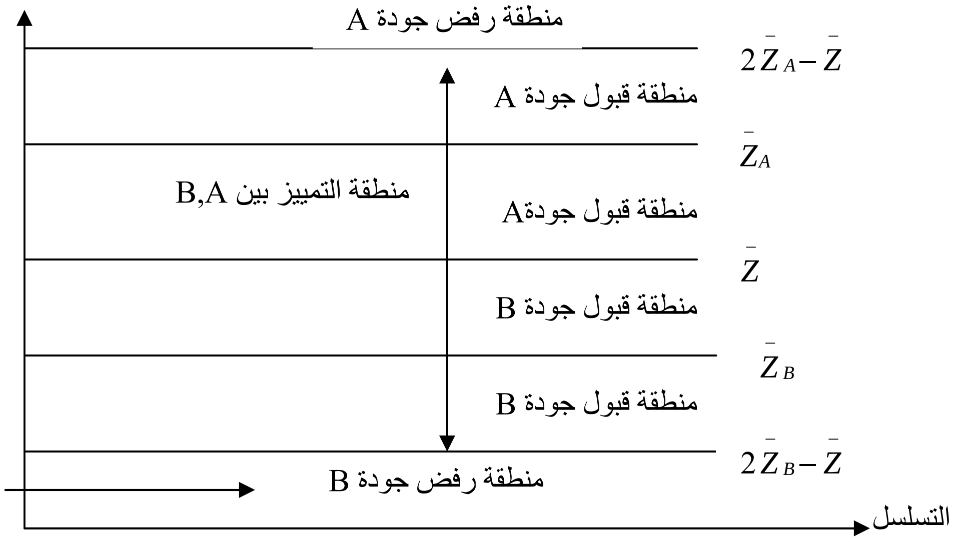
5- تحديد حد أعلى للرقابة على جودة A على أساس أن :

$$\bar{Z}_A\,(\text{upper}) = \bar{Z}_A + (\bar{Z}_A - \bar{Z}) = 2\bar{Z}_A - \bar{Z}$$

كذلك تحديد حد أدنى للرقابة على جودة B على أساس أن :

$$\bar{Z}_B(Iower) = \bar{Z}_B - (\bar{Z} - \bar{Z}_B) = 2\bar{Z}_B - \bar{Z}$$

استناداً إلى ما سبق يمكن رسم لوحة التمييز للرقابة علـى جـودة A , B وكما هو موضح في الشكل الاتي :



الشكل (1) يوضح مناطق القبول والرفض في لوحة السيطرة باستخدام الدالة التمييزية

وبعد إسقاط النقاط Z_j^A و Z_j^B وعلى هذه اللوحة، يمكننـا اتخـاذ القـرار بـشان السيطرة على جودة المنتوجين B,A .

1- إذا كانت $\bar{Z} < Z_j^A < \bar{Z}_{A(upper)}$ ، لجميع قيم j=1,2,…,n فذلك مؤشر علـى أن المنتوج A تحت الرقابة الإحصائية.

2- إذا كانت $\bar{Z}_{B(lower)} < Z_j^B < \bar{Z}$ ، لجميع قيم j=1,2,…,n فذلك مؤشر علـى أن المنتوج B تحت الرقابة الإحصائية.

3- إذا كانت $Z_j^A > \bar{Z}_{A(upper)}$ ، لبعض من قيم j=1,2,…,n فذلك يعني أن المنتوج A خارج الرقابة الإحصائية أي ما تعنيه أن الجودة للمنتـوج A ليـست ضـمن المواصفات المحددة لها.

4- إذا كانت $Z_j^B < Z_{B(Lower)}$ ، لبعض مـن قـيم j=1,2,…,n، فـذلك يعنـي أن المنتوج B خارج الرقابة الإحصائية، أي مـا تعنيـه أن الجـودة المطلوبـة للمنتوج B ليست ضمن المواصفات المحدد لها.

5- إذا كانت $Z_j^A < \bar{Z}$ ، لبعض من قيم j=1,2,…,n، فذلك يعني أن المنتـوج A يصنع ضمن مواصفات المنتوجB وهذا يعني أن الجودة المطلوبة للمنتـوج A ليست ضمن المواصفات المحددة .

6- إذا كانت $Z_j^B > \bar{Z}$ لبعض من قيم j=1,2,…,n فذلك يعني أن الجودة المطلوبـة للمنتوج B ليست ضمن المواصفات المحددة .أي أن المنتوج B يصنع ضمن مواصفات المنتوج A.

2-2 النمذجة المضببة Fuzzy Modeling

إن النمذجة المضببة هي إحدى التقنيات التي تم استخدامها حديثاً في نمذجة الأنظمة غير الخطية والأنظمة المعقدة والتي لايمكن تطبيقها لعدم توفر معرفة كافية عن النظام، إن النماذج المضببة تصف النظام عن طريق تكـوين علاقـات بـين المتغيرات الموجودة في النظام

(المدخلات والمخرجات) على شكل قواعد IF-THEN، كما أن أحـد المفـاهيم الأساسية في النمذجة المضببة هي أن النماذج المضببة تكـون واضـحة التفـسير والتحليل، مع ذلك فان الوضوح في النموذج المضبب لا يحدث بصورة آلية، اذ إن النظام الذي يوصف بمجموعة واضحة من المجموعات المـضببة وقواعـد قليلـة

وصريحة تؤدي الغرض المطلوب منها ، فان هناك في الوقت نفسه أنظمة توصف بإعداد كبيرة من المجموعات المضببة فضلاً عن الكثير من القواعد التي لايمكـن تفسيرها في أغلب الأحيان.**(**Ruan,1997 **)**

ويمكن تعريف النموذج المضبب أيضاً بأنه عبارة عن أنموذج رياضي يتم بناؤه اعتماداً على مفاهيم مأخوذة من نظريـة المجموعـات المـضببة Fuzzy Set Theory ، إذ يتم وصف النظام فيه عن طريق المدخلات Inputs والمخرجات Outputs فضلاً عن وجود قواعد معينة Rules بين المدخلات والمخرجـات، ويمكن وصف النموذج المضبب بمجموعة من الصفات والخصائص منها انه يمتاز بأنه ذو صيغة مرنة وشكل رياضي واضح كما أن التـداخل الـذي يحـصل فـي المناطق يمكن من انتقال سلس ضمن القواعد، ومن الممكن عد النمذجة المـضببة عبارة عن عملية أمثلية (Optimization)، اذ إن جميع أجزاء النظـام المـضبب المستخدم تمثل مجال البحث (Search Space).**(**Reyes,2000**)**

إن النماذج المضببة يمكن وصفها بأنها عبارة عن نماذج منطقية تستخدم قواعد IF-THEN لتكوين علاقات مترابطة بين المتغيرات المستخدمة في النظام وهي تعـد هياكل رياضية مرنة، كما إن النمذجة التي تعتمد على المجموعات المضببة يمكنها حمل الخصائص اللاخطية الموجودة في النظام، حيث يتم ذلك مـن خـلال تحلـل المجال الذي يهمنا في المسألة إلى مناطق مضببة وذلك يتم إما عن طريق استخدام نموذج رياضي مبسط في كل منطقة أو عن طريق إنشاء ربط مباشر بين المناطق الخاصة في مجال مدخلات النموذج بالمناطق المقابلة في مجال المخرجات، وبهـذه الطريقة نلاحظ أن المستخدم يمكنه أن يكسب بعض الفهم للـسلوك الـذي يـسلكه النموذج ومن ثم النظام الأصلي ومن الصفات الأخرى المهمة للأنموذج المـضبب هو قابليته لتمثيل التطبيقات غير الخطية.(Castellano,2000)

إن النمذجة المضببة المبنية على القواعد يمكن تعريفها على أنها تقنية فائقة القـوة في نمذجة الأنظمة المعرفة جزئياً، إن النماذج المضببة يمكنهـا الحـصول علـى معلومات من عدة مصادر منها القوانين الفيزيائية، أو النماذج التجريبية السابقة، أو مقاييس متنوعة، أو عن طريق الحدس، وإن من المجالات التـي يمكـن تطبيـق النمذجة المضببة عليها مجال التنبؤ، واتخاذ القرارات، وتحليل النظم، وتصميم نظام سيطرة......الخ،(Babuska,1998)

وتعد النمذجة المضببة Fuzzy Modeling تقريبات شـاملة ، يمكـن إن تظهر خبرتها في قابليتها للمعاينة ، فضلا عن استخدامها أسلوب القواعد المـضببة Fuzzy Rules في وصف علاقات الدوال بواسطة تلك القواعد المضببة. (هندوش 2003,)

3-2 مراحل بناء النموذج المضبب

Stages of Construction Fuzzy Model

النموذج المضبب نظام خبير Expert System يوضـح العلاقـة بـين المدخلات Input والمخرجات Output من خلال مجموعة من القواعـد Rules ، ويقع عادة بناء النموذج المضبب Fuzzy Model في ثلاث خطوات رئيسية يمكن توضيحها كالآتي (Zadeh ,1965), (Almonds Russell Babuska,2001).

1- التضبيب Fuzzification

تعد هذه الخطوة أول خطوة في بناء النموذج المضيب Fuzzy Model اذ تقوم بتحويل المدخلات الحادة Crisp Inputs إلى مدخلات مضببة Fuzzy Inputs عن طريق دوال العضوية Membership Functions للمدخلات الحادة والتي تأخذ أشكالا مختلفة منها المثلثية Triangles

، شبه المنحرف Trapezoidal ، الكاوزية Gaussain ... الخ ، وتكون قيم عضويتها محصورة بين الصفر والواحد ، وتعد هذه الخطوة مكافئة لمعاينة النموذج إحصائيا Modeling Sampling

2- تقييم القاعدة Rule Evaluation

يتم في هذه الخطوة تحويل المدخلات الحادة 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 إلى مخرجات هشة Crisp Output والتي تأخذ قيما عددية حقيقية .

2-4خوارزمية استخدام المنطق المضبب في السيطرة :

الخطوة الأولى : ندخل البيانات الخام ، هذه البيانات تمثل عينات من منتج أو سلعة أو خدمة معينة ... 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 .
اذ أن هذه الخطوة تمثل عملية التضبيب Fuzzification

الخطوة الثالثة : نكون المصفوفة A ذات الإبعاد (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 إبعاد المصفوفة A) حيث إن :

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

إذ إن :

I_{nxm} : تمثل المصفوفة الأحادية Identity Matrix .

وان عناصر المصفوفة M تمثل درجة الفشل في كل فحص .

الخطوة الخامسة : يتم إيجاد المصفوفة N (بنفس إبعاد المصفوفة M) بحيث إن :

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 ان :

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

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

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

2. عناصر العمود الثاني يتم ايجادها عن طريق عمل Fuzzy OR لمعادلات كل متغيرين وكما ياتي :

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

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

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

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

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

اذ ان : Z_2 تمثل درجة عضوية فشل فحصين بالنسبة للوحدة (المنتج) .

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

ملاحظة : سنقوم بتوضيح العمود الثالث وتتم العملية بنفس الطريقة .

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

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

اذ ان : * تمثل عملية ضرب اعتيادي (Ordinary multiplication) .

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

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

اذ ان : Z_3 تمثل درجة عضوية فشل ثلاثة فحوص بالنسبة الى الوحدة (المنتج) .

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

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

اذ ان : Z_m تمثل درجة عضوية الفشل لـ m من الفحوص بالنسبة الى المنتج .

يلاحظ ان العمليات أعلاه في الخطوة الخامسة تمثـل الـ ـ Rules للـ ـ Fuzzy Logic بالنسبة الى عملية الفحص .

الخطوة السادسة :

لغرض البدء بعملية إزالة التضبيب Defuzzication نقوم بوضع عدد من الاوزان (Weights) للفشل في كل فحص داخل الدالة العضوية لفشل الوحدة (المنتج) في تجاوز الفحوص (m) معا، اذ يتم ايجاد المتجهة MF ذات الابعاد (n x 1) وذلك بإيجاد مجموع كل صف من صفوف المصفوفة (N_{nxm}) ، حيث ان :

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

اذ ان :

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

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

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

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 الى العينة كاملة أي ان 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- الجانب التطبيقي :

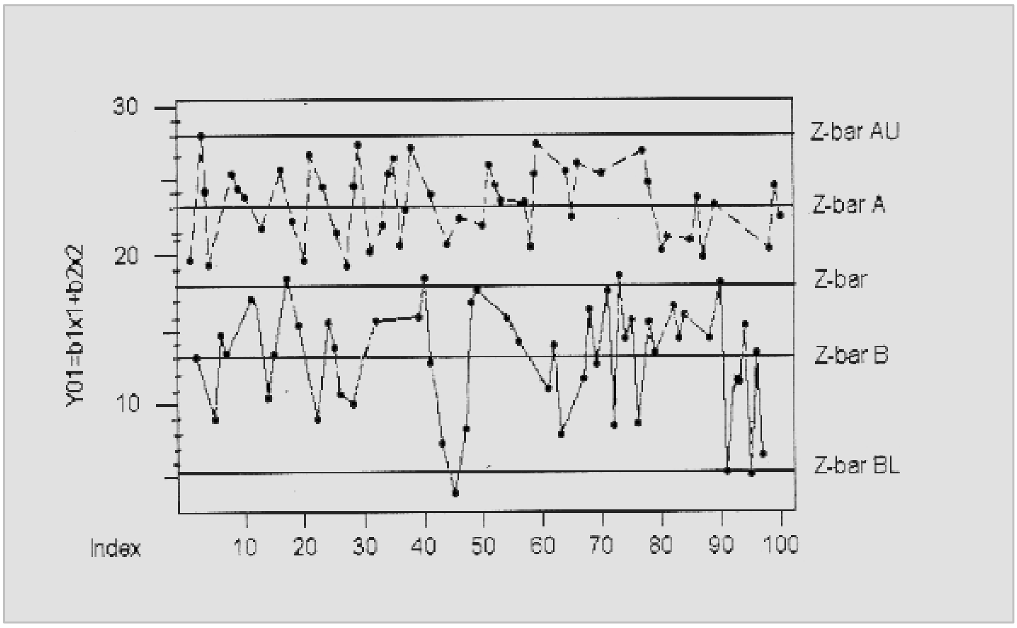
تم اخذ البيانات من شركة الحدباء العامة للمشروبات الغازية في مدينة الموصل والتي مثلت حامض الليمون ملغم/لتر ،والمحلول السكري ملغم/لتر وغاز ثاني اوكسيد الكاربون الذي بدوره يعتمد على الضغط والحرارة لمشروب(البرتقال والليمون) وان العينات المسحوبة من كل خط إنتاجي (50) عينة لكل من المنتوجين علما أن هذه العينات مثلت متوسطات سلسلة من العينات المتعاقبة المسحوبة من خط الانتاج والتي حجم كل منها (8) مشاهدات .

1-3 تقدير الدالة المميزة :

تم تصميم برنامج بنظام MATLAB تمت من خلاله معالجة العمليات الحسابية الخاصة بهذه الدالة ورسم لوحة التمييز الخاصة بالمنتوجين وكانت الدالة كالأتي:

$$Z = X_1 + 65.71849X_2 + 44.614802X_3$$

نأتي الآن إلى تكوين لوحة التمييز بالاعتماد على قيم متوسطات العينة الخاصة بكل من B,A .



الشكل (2) لوحة التمييز للرقابة على جودة B,A

نلاحظ أن المنحنى المنقط يمثل قيم الدالة المميزة لمشروب البرتقال(المنتوج A) والمنحنى غير المنقط يمثل قيم الدالة المميزة لمشروب الليمون (المنتوج B) ومن هذه اللوحة يمكننا اتخاذ القرار بشان جودة المنتوجين B,A وكالاتي :

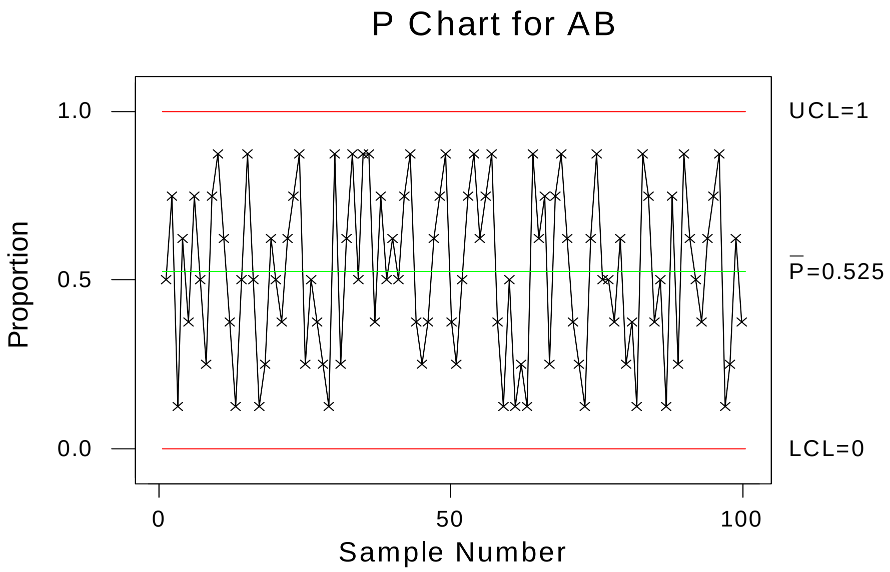
1- يلاحظ من خلال هذه اللوحة أن النقطة (a3) وقعت خارج حد الرقابة الأعلى $\bar{Z}_{A(upper)}$ لجودة A وهذا يعني ان هذه الوحدة المنتجة ليست ضمن الحدود المقبولة الجودة وعليه فان عملية مشروب البرتقال تحت الرقابة الإحصائية .

2- يلاحظ من خلال هذه اللوحة أن مجموعة النقاط (b8,b17,b35,b44) وقعت اعلى الخط $\bar{Z}$ وهذا يعني أن هذه المجموعة من الوحدات المنتجة تعود من حيث خصائصها الى المجموعة A أي أن المنتوج B يصنع ضمن مواصفات المنتوج A كما ويلاحظ ان النقاط(b20,b45,b48) وقعت اسفل حد الرقابة الأدنى $\bar{Z}_{B(iower)}$ لجودة B وعليه فان عملية إنتاج المنتوج B هي ليست تحت الرقابة الإحصائية .

وعند مقارنة لوحة التمييز مع لوحة P للرقابة على جودة الانتاج لكلا المتغيرين معا نلاحظ أن العملية تحت السيطرة الإحصائية أي أنه وبشكل عام يمكن القول بأن المنتوجB, A تحت الرقابة الإحصائية في حين أن لوحة التميز بينت أن المنتوجين خارج الرقابة الإحصائية وذلك يعزى إلى أن لوحة التميز أخذت بنظر الاعتبار الترابط الموجود مابين المتغيرات الثلاثة والتي تعكس جودة هذا المشروب .

لتوضيح سير عملية الفحص من حيث كونها تحت السيطرة (Process Under Control) أو خارج حدود السيطرة (Process Out Control) ، باستخدام البرنامج الإحصائي الجاهز (Minitab) تم رسم لوحات P للسيطرة النوعية .

الشكل(3) يوضح لوحة P للمنتوجين B, A



الشكل (3) يوضح لوحة P للمنتوجين A,B

نلاحظ إن جميع النقاط المرسومة تقع ضمن حدود السيطرة مما يعني إن عملية الفحص للمنتج تحت السيطرة (Process Under Control) .

تم تطبيق خطوات الخوارزمية السابقة على البيانات المسحوبة من خط الإنتاج والتي هي متوسطات (50) عينة ، كل عينة مكونة من (8) مشاهدات.

نـدخل بيانـات العينـة الأولـى ونقـوم باسـتخراج الدالـة العـضوية Membership Function لكل مشاهدة x من مشاهدات العينة واستخراج الدالـة العضوية من نوع Gaussian حيث ان :

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

إذ ان :

a : تمثل متوسط العينة .

b^2 : تباين العينة .

ثم تكون المصفوفة A ذات الإبعاد (50 x 3) ، عناصـر المـصفوفة A هـي الدوال العضوية لكل مشاهدة في العينة ، وبعد ذلك استخرجت المصفوفة M مـن المصفوفة A (بنفس الإبعاد) من خلال طرح المصفوفة A من المصفوفة الأحاديـة (I) لاستخراج درجة عضوية الفشل في تجاوز كل فحص من الفحـوص الثلاثـة ولكل منتوج ، ثم يتم إيجاد المـصفوفة N ذات الإبعـاد (50 x 3) (نفـس إبعـاد المصفوفة M) حتى يتم الحصول على التبادل الممكنة لفشل المنتوج في الفحوصات الثلاثـــة

ثم يتم إيجاد الدالة العضوية لفشل المنتوج في تجاوز الفحوصات الثلاثة معـا مـن خلال جمع القيم في كل صف من صفوف المصفوفة N ، أي ينتج لدينا متجه MF ذو إبعاد (50 x 1) .

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

ويمكن توضيح نتيجة العينة الأولى النهائية بعد تطبيق الخطـوات أعـلاه وكذلك القيمة التي سوف ترسم على لوحة P المضببة بالشكل الاتي :

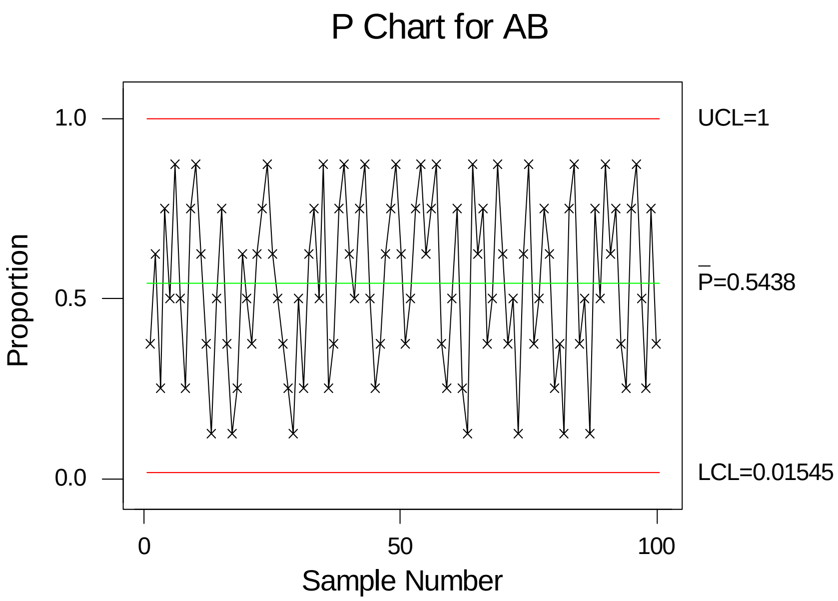
تم رسم لوحات P للسيطرة النوعية لتوضيح سير عملية الفحص من حيث كونها تحت السيطرة (Process Under Control) أو خارج حدود السيطرة (Process Out Control) ، باستخدام البرنامج الإحصائي الجاهز (Minitab) .

حد السيطرة الأعلى (UCL) =1

حد السيطرة الأدنى (LCL) = 0.5425

خط الهدف ($\overline{P}$) = 0.01545

من خلال رسم نسب المعيب في العينات المأخوذة ((50) عينة) على اللوحة يتبين ان جميع النقاط المرسومة تقع ضمن حدود السيطرة مما يعني إن عملية الفحص للمنتج تحت السيطرة (Process Under Control) .



الشكل (4) يوضح لوحة P للمنتوجين A,B

2-3 لوحة P المضببة Fuzzy P Chart

تم استخدام نتائج الخوارزمية السابقة والمعدة لاستخدام المنطق المضبب في السيطرة النوعية (2-4) لرسم لوحة P المضببة Fuzzy P Chart اذ إن القيمة المرسومة على اللوحة تمثل مجموع دوال العضوية لفشل المنتوج في الفحوصات الثلاثة في كل عينة ، وهي تمثل ثقل العينة بالنسبة الى العينات الأخرى المرسومة على اللوحة .

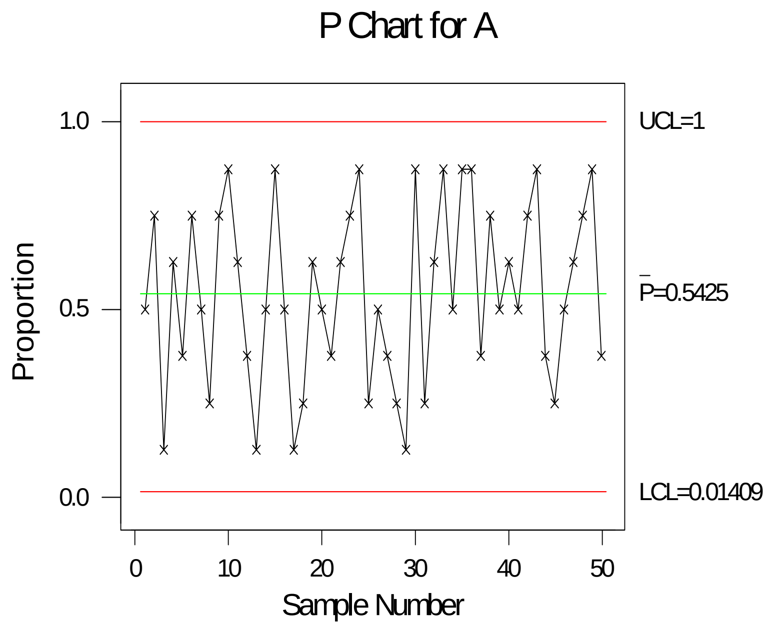
المحور العمودي يمثل النسب المسموح بها ، المحور الأفقي يمثل عدد العينات Sample Number .

حد السيطرة الأعلى (UCL) = 1

حد السيطرة الأدنى (LCL) = 0.5425

خط الهدف $(\overline{P}) = 0.01409$

والشكل (5) يوضح لوحة P المضببة .



الشكل (5) لوحة P المضببة للمنتوج A

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

3- لوحة السيطرة P ذات الحدود الأكثر دقة

تعتبر حدود السيطرة القياسية $(\pm 3\sigma)$ غير كافية من الناحيـة الـصحية ، باعتبار إن المحاولة دائمة لزيادة دقة الفحوص واكتشاف حالات الخلل قبل دخولهـا المراحل النهائية للإنتاج ، كما إن نسبة (3) لكل (1000) كنسبة معيب مسموحة في لوحات Shewhart (ومنها لوحة P) تعتبر نسبة عالية قدر تعلق الأمر بحالات قد تهدد حياة الإنسان لتعامله معها يوميا .

لذلك تم رسم لوحات سيطرة من نوع P ذات حدود أكثر دقة ($\pm 2\sigma$) مـن اجل دراسة سير العملية (الفحص) تحت تلك الحدود والاطلاع على حالة العينـات وحسب كل من الفحوص الثلاثة وكذلك بالنسبة الى لوحة P المضببة .

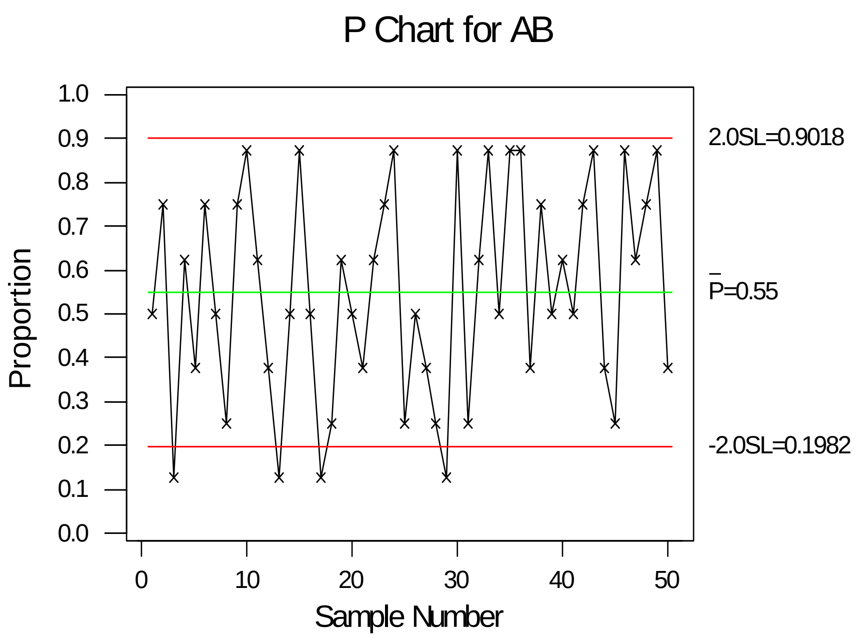
حيث كانت النتائج كالآتي :

لوحة P ذات حدود السيطرة ($\pm 2\sigma$)

حد السيطرة الأعلى (UCL) = 0.9018

حد السيطرة الأدنى (LCL) = 0.1982

خط الهدف ($\bar{P}$) = 0.55



الشكل (6) يبين لوحة السيطرة P ذات حدود السيطرة ($\pm 2\sigma$)

الشكل الناتج من رسم نسبة المعيب في العينات ((50) عينـة) يبـين إن العملية تحت السيطرة Process Under Control على الرغم مـن خـروج (4) عينات عن حد السيطرة الأدنى Upper Control Limits .

الاستنتاجات :

تفوق أسلوب المنطق المضبب على دالة التمييز وحسب الأتي :

1- إن أسلوب المنطق المضبب يبدو أكثر موضوعية في هذا البحـث لكونه مخصصا لمعالجة النظم المعقدة.

2- عند حدود السيطرة ($\pm 2\sigma$) فان العملية تحت الـسيطرة Process Under Control في لوحة P المضببة وكذلك في لوحـة نـسبة المعيب (P) للفحوص الثلاثة وبذلك نحصل على نتائج أكثر دقة من خلال الاستفادة من التطبيقات الحاسوبية واستغلالها على الوجه الأمثل في حل بعض المسائل المعقـدة فـي الحيـاة الواقعيـة وبـالأخص MATLAB في موضوع السيطرة النوعية .

3- يمكن الإفادة من استخدام النظام الحاسوبي في السيطرة الآنية على المحلول السكري وغاز co_2 وحامض الليمـون للحـصول علـى التقدير المقبول وتجنب حصول التلوث الغذائي وبعـض المـشاكل الصحية التي قد تحصل نتيجة أي خلل في العملية الإنتاجيـة ممـا يؤثر سلبا في صحة المواطن.

المصادر :

1- هندوش، رنا وليد بهنام (2003) :"تطبيقات في النمذجـة المـضببة"، رسـالة ماجستير، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل.

2- الدباغ، سفيان سالم (2003):"تصميم نظام حاسوبي لتقدير قوة مقاومة انضغاط الأسمنت البورتلندي"، رسالة ماجستير، كلية علـوم الحاسـبات والرياضـيات، جامعة الموصل.

3- Babuska R. :"Fuzzy systems, modeling & identification", Delft University of Technology, Department of Electrical Engineering, Control Laboratory, The Netherlands, **E-mail: e-mail: r.babuska@et.tudelft.nl** **http://Icewww.et.tudelft.nl/~babuska/transp/fuzzymod.pd**

4- Castellano G. & Fanelli M. (2000): "Fuzzy inference and rule extraction using a neural network", Università degli Studi di Bari, Dipartimento di Informatica,

E-mail:castellano,fanelli@di.uniba.it,

http://www.di.uniba.it/~castella/papers/NNW2000.pdf

5- Babuska R.(1998): "Fuzzy modeling for control", Delft University of Technology, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers, Boston, **http://www.wkap.nl/prod/b/0-7923-8154-8**

6- Ruan D. (1997): "Intelligent Hybird Systems: Fuzzy Logic, Neural Networks and Genetic Algorithms", Belgian Nuclear Research Center (SCK. CEN.), Mol, Belgium.

7- Brule J. (1985): " Fuzzy systems - a tutorial",
http://www.austinlinks.com/Fuzzy/tutorial.html

8- Goldstein .M & Willian .R.D (1978) " Discrite Discriminate Analysis " John and Sons , New York ,Chichester , Brisbane ,Toronto, USA

9- Zadeh, L.A., (1965), "Fuzzy Logic", International Journal of Approximation, Vol. 8,
P. 338-353.