بحوث مستقبلية (١٥) ٢٠٠٦
ص ص [١٥٥-١٧٠]

أنموذج رياضي لبيان الحدود الاقتصادية لكلفة الاشتراك بخدمة الانترنيت

حسن مظفر الرزو[١]

الملخص

تمّ صياغة أنموذج رياضي يستند الى آلية المنطق المضبّب تتألف مادته من مجموعة مدخلات تصف واقع خدمة الانترنيت المطروحة في السوق المحلية، ومخرج يوفر القرار الصائب المناسب لكل حالة من متطلبات المشترك الذي يرغب في الحصول على خدمة معلوماتية تلبي طلباته الذاتية. وقد تألفت مدخلات النموذج المقترح من أربعة متغيرات هي : آلية العمل، وسرعة تناقل البيانات، وعدد ساعات العمل اليومية، وكلفة الاشتراك. بالمقابل تألفت مخرجاته من عامل واحد يصف الخدمة بمعيار يناسب احتياجات المستخدم. اقترحت ثلاثة مستويات لكل مدخل من مدخلات الأنموذج الرياضي، بينما تألف القرار من أربعة مستويات للحكم بدقة موضوعية على مستوى الخدمة المطروحة. يمكن لهذا الأنموذج المحوسب أن يعتمد كأداة فاعلة لدى القطاعات المختلفة عند محاولة تقييم البعد الاقتصادي للاشتراك في خدمة الانترنيت، من خلال الموازنة المعلوماتية / الاقتصادية بين الخيارات التي تطرحها الشركات المجهزة.

Abstract

A Fuzzy logic model a mathematical pattern based on the mechanism of is formulated to describe the parameters of internet service in Mosul city. The model contains four inputs and a single output which provides the right decision for each case of the client's need. The inputs are: Class of internet service, information transfer rate, daily hours of service and cost of internet subscription. The output represents the optimum criteria of internet service for each case. Each input consists of three levels and the output consists of four levels. These levels are selected carefully to cover the expected cases in the studied area. The proposed model any party in Mosul, when decides to subscribe to any class of internet service, to choose correctly enables.

(١) مدرس مساعد، قسم العلوم المالية والمصرفية، كلية الحدباء الجامعة.

تاريخ الاستـــلام: ٢٠٠٥/١٢/١٨
تاريخ قبول النشر: ٢٠٠٦/١/٢٦

١ . مقدمة :

لقد أظهرت نتائج البحث العلمي المعاصر وجود فجوة كبيرة بين دقة الأنموذج الرياضي وصرامته وغياب الدقة طبيعة المتغيرات التي نتعامل معها على أرض الواقع اليومي. وقد وجد الباحث الإيراني الشهير لطفي زاده أنّ هناك أنموذجاً جديداً يقيم في هذه الفجوة، أطلق عليه اصطلاح المنطق المضبّب Fuzzy Logic بوصفه منطقة وسيطة تقبع بين صرامة الرياضيات وتناسقها، ودائرة المتغيرات التي تفتقر الى الدقة (المضبّبة) في العالم الواقعي.

و على الرغم من أن الرياضيات قد حققت نجاحات باهرة في حل الكثير من المسائل التي نشأت في تربة الواقع الذي حاول الإنسان تغييره في ضوء الأنساق المعرفية المطروحة لفهم الواقع والتعامل معه، بيد أنّ هناك الكثير من العقبات المعرفية التي تشخص أمام توظيف المنهج الرياضي الصارم في بعض ميادين الاقتصاد، وعلوم الاجتماع، وتحليل آلية اتخاذ القرار الصائب في دائرة العلوم الإدارية، وحقول أخرى لا تتوفر في دائرة متغيراتها الدقة الموضوعية السائدة في العالم الفيزيائي، مما ينعكس بوضوح على قدرة الأنموذج الرياضي، وخوارزمياته، وصيغه بالغة الدقة في الانطباق على جل مساحة المتغير الذي نتناوله بالدراسة والتحليل.

يعد المنطق المضبّب جسراً يتجاوز الفجوة المقيمة بين عتبة الدقة المصاحبة للمنطق التقليدي بسمته الحدّية ، وغياب الدقة السائدة في العالم الواقعي ومحاولات الكائن البشري لتفسير المظاهر التي تحيط بنا في كل مكان(Freska,C.,1994). بالمقابل تكمن الخصائص الفريدة لهذا المنطق في قدرته على التعامل مع المتغير اللغوي Linguistic والذي بات يطلق عليه اصطلاح منهج الحوسبة بواسطة الكلمات Computing With Words مما أسهم في فتح الأبواب على مصاريعها أمام إنشاء نماذج رياضية ومنطقية مبتكرة لوصف الكثير من المسائل الشائكة في علومنا المعاصرة.

إن الانتشار الواسع لشبكة الانترنيت، وكثرة الشركات المجهزة لخدمته، مع تباين الخصائص التقنية للخدمة التي تطرحها للزبائن، وما ينجم عنها من تغير في الأسعار المترتبة عن الحصول على هذه الخدمة، بات يشكّل اختياراً صعباً عند محاولة الموازنة بين هذه العروض بمنطق معلوماتي يسترشد بموازنة اقتصادية حكيمة. من أجل هذا فإن استخدام النماذج التقليدية في عملية الموازنة الاقتصادية بين كلف الاشتراك بخدمة الانترنيت قد لا تفي

بمتطلبات الواقع، نتيجة لتداخل المتغيرات، ووجود أكثر من مستوى لتقييم الاشتراك الأمثل من الناحيتين التقنية والاقتصادية.

وقد وجدنا في أنموذج المنطق المضبّب مميزات فريدة تتفوق على الأنماط التقليدية للنماذج الرياضية، فحاولنا خلال هذا البحث توظيف هذه التقنية لإجراء موازنة اقتصادية / معلوماتية حول الخصائص المطروحة للاشتراك بشبكة الانترنيت.

٢. الأسس الرياضية والمنطقية لأنموذج المنطق المضبب :

تبدأ تخوم المنطق المضبّب عندما تبرز أمامنا المجموعة المضبّبة Fuzzy Set كبديل ملائم للمجموعة الكلاسيكية التي لم تعد تفي بمتطلبات الفهم الرياضي والمنطقي الجديد في أنساق فكرنا العلمي المعاصر. وتعرف المجموعة المضبّبة بأنها تلك المجموعة من المتغيرات التي لا يمكن أن نعدها بيّنة Crisp، ولا يمكن تعريف حدودها بصورة واضحة ودقيقة(Fuzzy Logic ToolBox,2001).

وعند هذه النقطة تبرز حقيقة غياب حدود (نعم / لا) الصارمة عن دائرة تعاملنا اليومي بمستوياته المعرفية جميعها ، وذلك لوجود مناطق غير جلية لا يمكن القطع بصلاحية حكم القضية المنطقية إزاءها على أرض الواقع. وعلى هذا الأساس يؤكد المنطق المضبب على أن صدق أية قضية عبارة عن مستوى من مستويات متباينة لدرجة انطباقها مع الواقع. بمعنى آخر كما يوجد أمامنا قضية صادقة بصورة كلية، أو بالعكس، فهناك صدق أو لا صدق جزئي بمستوى يتحدد من خلال المعالجة المعرفية أو المنظور الذي ننظر من خلاله إليها. وقد أطلق على هذه المستويات اصطلاح دالة العضوية Membership Function والتي يتم من خلالها تحديد نسبة الانتماء الى خصائص المجموعة.

تتألف الصيغة الرياضية الخاصة بوصف المجموعة المضبّبة من المعادلة الآتية :

$$A=\{(x,\mu_A(x))\},\qquad x\in X \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث يرمز المتغير μ الى دالة العضوية ، وأن الحد $\{(x,\mu_A(x))\}$ عبارة عن حد منفرد Singleton يصف متغيراً يقع ضمن المجموعة A (Spagnolo,F.,2003).

وعلى هذا الأساس تصبح المجموعة المضبّبة A عبارة عن مجموعة، أو اتحاد من الحدود جميعها المنفردة التي تم وصفها بواسطة الحد $\mu_A(x_i)|x_i$.

$$A = \bigcup_{x,\in X} \mu_A(x_i)|x_i \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

يختلف مظهر الوصف الرسومي لدالة العضوية Membership Shape في ضوء الخصائص الحاكمة لعناصر المجموعة المضبّبة. وقد اقترح العاملون في هذا الميدان أكثر من شكل معياري لطبيعة التغاير في قيمتها. ويمكن اختيار أي منها في ضوء الخصائص النوعية لعناصر كل مجموعة من المجموعات المضبّبة التي نتناولها بالدراسة والتحليل(Bezdek, J.C. ,1993).

إن المعالجة النظرية الصرفة للمجموعة المضبّبة A ، التي تتألف من الميدان الكلي للمجال الذي نعبر عنه بالمعادلة :

$$X = \{x\} \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

يمكن التعبير عنه بواسطة رسم دالة العضوية :

$$\mu_A(x) : X \rightarrow [0, \alpha] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

والتي يتم بواسطتها تحديد قيمة عددية للعنصر x على خط الاتجاه $[0, \alpha]$ ، حيث يؤشر الى مقدار انتماء العنصر x الى خصائص المجموعة A.

تم اختيار دالة عضوية من النوع الرسغي Trapezoidal Membership Function التي يتحدد مظهرها في ضوء القيم المحددة للثوابت (a,b,c,d) الموصوفة في المعادلة الآتية (Berkan,etal., 1997)، والتي تم اختيارها بعناية لوصف طبيعة التغيرات الحاكمة للمتغيرات قيد الدراسة.

$$Trapezoid(x,a,b,c,d)=\begin{cases}0 & x<a\\ (x-a)/(b-a) & a\le x\le b\\ 1 & b\le x\le c\\ (d-x)/(d-c) & c\le x\le d\\ 0 & x\ge d\end{cases} \quad \ldots\ldots (5)$$

ويتألف الإطار الكلي لآلية الاستدلال المضبّب من علاقات رياضية / منطقية تصف مدخلات الأنموذج المضبّب Fuzzy Model ومخرجاته بواسطة مجموعة من القواعد التي تتألف صياغتها من IF … THEN في توصيف الجانب الأيسر من معادلاتها L.H.S وربطها مع الجانب الأيمن R.H.S في ظل شبكة من العلاقات التي تحكم متغيراتها.

تسهم القاعدة المضبّبة من هذا النوع بربط شرط تم وصفه باستخدام متغيرات منطقية ومجموعات مضبّبة لتوليد استنتاج محدد. وتتألف القواعد المنطقية من شطرين، يطلق على الشطر الأول من القاعدة أو العبارة المنطقية اصطلاح ركن البيان المنطقي Premise ، بينما يطلق على الشطر الثاني منها نتيجة المقايسة المنطقية Consequent .

بصورة عامة يتألف الوصف اللغوي للقواعد المضبّبة من الصيغة الآتية:

IF Condition (شرط) THEN Consequence (نتيجة)

تبرز مرحلة إزالة التضبيب Defuzzification كخطوة ضرورية لإعادة قولبة القيم المضبّبة التي أدخلت في بنية النظام الرياضي والمنطقي لكي تتلاءم مع الآليات السائدة في أنموذجه (Kartalopoulos,1996). وتسهم هذه العملية في إنتاج قيم حدّية يمكن التعامل معها كمخرجات يمكن استثمارها في اتخاذ قرارات جديدة.

وقد استخدمت طريقة مركز المساحة Center of Area (COA) التي يكثر استخدامها لاعتمادها على حساب المتوسط الموزون Weighted Average للمتغيرات كما في المعادلة الآتية :

$$COA(A)=\frac{\sum_x \mu_A(x)\times x}{\sum_x \mu_A(x)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

حيث يمثل الرمز $\mu_A(x)$ المتوسط الموزون لقيمة المتغير x .

وقد اعتمد أنموذج Mamdani لوصف المتغيرات التي تناولناها بالدراسة لمقاربته حدود المسألة (Schneider,etal.,1996). يتألف هذا الأنموذج من القواعد اللغوية التي تصف المجال الذي يمتد على مجموعة من المدخلات $U_1 \times U_2 \times U_3 \times ..... \times U_r$ ولغاية W. وتتألف الصيغة العامة لقواعده مما يأتي :

$$R_i : IF..x_1..IS..A_{i1}..AND..AND..x_r..IS..A_{ir}..THEN..y..IS..C_i \quad ..... (7)$$

حيث يمثل المتغير $x_j (j = 1,2,.....,r)$ مدخلات الأنموذج، بينما يمثل y المخرج، بينما تمثل كل من A_{ij} و C_i مجموعتان مضبّبتان للمتغيرين x_j و y على التوالي.
فإذا كانت لدينا المدخلات بالصيغة الآتية :

$$x_1.....IS..A'_1, x_2.....IS..A'_2, ..., x_r.....IS..A'_r \quad ..... (8)$$

حيث أن $A_1, A_2, ... A_R$ عبارة عن مجموعات مضبّبة ثانوية لكل من $U_1, U_2, \ldots, U_R$.
وعليه فإن مساهمة القاعدة R_1 في التأثير على نتيجة أنموذج Mamdani ستكون عبارة عن مجموعة مضبّبة تمتلك دالة عضوية يمكن احتسابها كما يأتي:

$$\mu_{c'_i}(y) = (\alpha_{i1} \wedge \alpha_{i2} \wedge ..... \wedge \alpha_{in}) \wedge \mu_{c_i}(y) \quad ..... (9)$$

حيث يمثل المتغير αi درجة التطابق (قوة التنفيذ) للقاعدة R_1 ، وأن α_{ij} هي درجة التطابق بين x_j من جهة و شروط القاعدة Ri حول المتغير x_j[1].

$$\alpha_{ij} = \sup_{x_j} (\mu_{A'_j}(x_j) \wedge \mu_{A_{ij}}(x_j)) \quad ..... (10)$$

وستكون النتيجة النهائية لهذا الأنموذج عبارة عن حاصل جمع المخرجات الناتجة عن القواعد جميعها باستخدام معامل القيمة القصوى، والتي يمكن وصفها بالمعادلة الآتية.

$$\mu_C(y) = \max\{\mu_{C'_1}(y), \mu_{C'_2}(y), ..., \mu_{C'_L}(y),\} ..... (11)$$

(1) . يشير الرمز $\wedge$ الى معامل القيمة الدنيا.

٣ . البنية المقترحة لأنموذج التقييم :

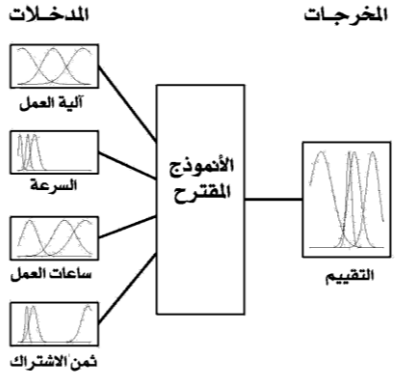
تعد مسألة تقييم الاشتراك بأحد مجهزي خدمة الانترنيت في منطقة عملك أو إقامتك خير مثال على توظيف المنطق المضبّب في اتخاذ القرارات التي تفتقر الى حدود واضحة للخيار الأمثل في زحمة المتغيرات التي تحيط بنا على أرض الواقع.

إن توفر أكثر من مجهز لخدمة الانترنيت في الجوار، وتباين العروض التي يقدمونها للمشتركين، تجعل من الصعوبة الوصول الى قرار حدّي بصدد الاشتراك مع مجهز معين دون غيره. ولتوظيف آلة الاستدلال التي يطرحها أنموذج المنطق المضبّب سنحاول في البداية تحديد مدخلات الأنموذج، ومطالعة مخرجاته التي ستمنحنا فرصة اتخاذ قرار واضح.

بصورة عامة تحكم خدمة الانترنيت جملة من العوامل سنحاول أن نركز على أربعة مدخلات هي:

- الأول : آلية العمل.
- الثاني: سرعة تناقل البيانات.
- الثالث : عدد ساعات العمل اليومية.
- الرابع : ثمن الاشتراك بالخدمة.

وعلى هذا الأساس تألف الأنموذج المقترح من أربعة مدخلات (آلية العمل، وسرعة تناقل البيانات، وعدد ساعات العمل اليومية، وثمن الاشتراك بالخدمة) بينما تألفت مخرجات من مخرج واحد هو (التقييم) . أنظر شكل (١).



شكل (١) . هيكلة الأنموذج المعلوماتي المقترح

يظهر في جدول (١) المستويات التي ستتراوح بينها قيم دوال العضوية للمتغيرات الأربعة (٤ مدخل + ١ مخرج)، في ضوء متطلبات توفير أرضية مناسبة لإصدار حكم بصدد كل مستوى من هذه المستويات.

جدول (١) . مستويات دوال العضوية لمتغيرات الأنموذج المقترح

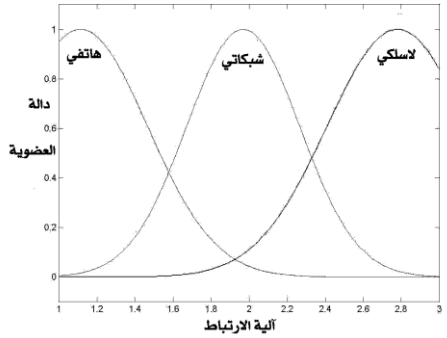
المتغير	الفئة	مستويات دالة العضوية		
آلية العمل.	مدخل	هاتفية	شبكاتي	لاسلكية
سرعة تناقل البيانات.	مدخل	منخفضة	متوسطة	سريعة
عدد ساعات العمل اليومية.	مدخل	حسب الحاجة	مبرمجة	مستمرة
ثمن الاشتراك.	مدخل	رخيص	مقبول	غالي الثمن
التقييم	مخرج	منخفض	متوسط	جيد	ممتاز

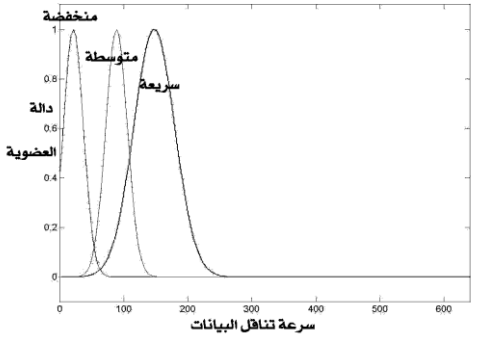
أما جدول (٢) فيظهر القيم الواقعية المناظرة لكل مستوى من هذه المستويات في ضوء طبيعة الخدمات المطروحة لدى الشركات المحلية المجهزة لخدمة الانترنيت.

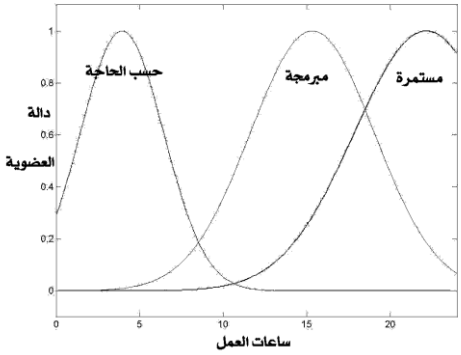
جدول (٢) . القيم المقترحة لمستويات دوال عضوية المتغيرات المقترحة.

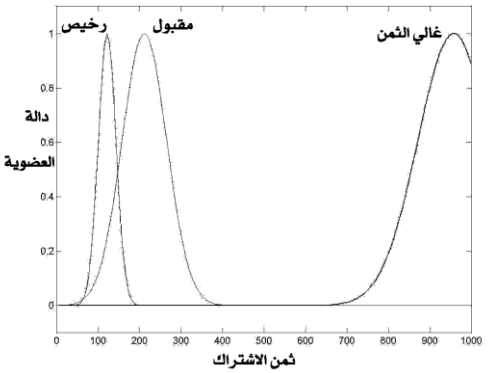
المتغير	الفئة	قيم مستويات دالة العضوية		
آلية العمل.	مدخل	١-٠	١-٠	١-٠
سرعة تناقل البيانات (كيلوبايت/ثانية).	مدخل	٥٦	١٢٨	٦٤٠
عدد ساعات العمل اليومية(ساعة).	مدخل	٢	١٢	٢٤
ثمن الاشتراك (دولار).	مدخل	٨٠	٢٠٠	١٠٠٠
التقييم	مخرج	٤٠	٦٠-٥٠	٨٠-٦٠	١٠٠-٨٠

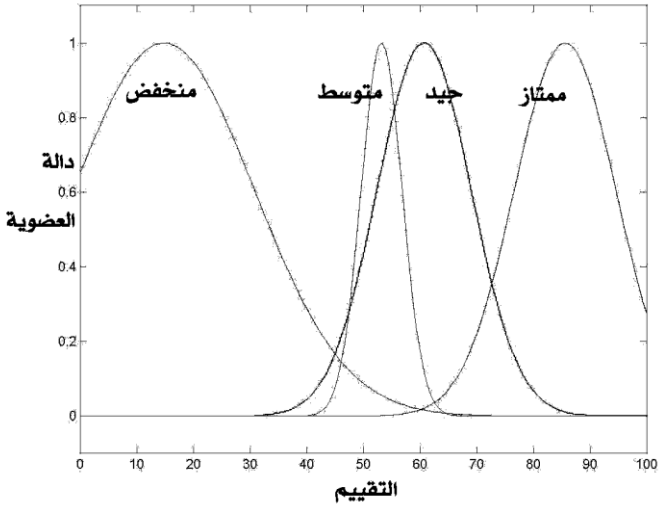
ويظهر في شكل (١) أشكال دوال العضوية ومراتب المدخلات الأربعة الخاصة بالأنموذج المقترح، بينما يظهر في شكل (٢) مراتب دالة عضوية مخرج الأنموذج. وقد تم إعداد هذه الأشكال من البيانات المدرجة في الجدولين (١ ، ٢) بعد أن تم اختيار دالة العضوية من نوع دالة Gaussian . أنظر شكل (٢).











شكل (٢) . دوال العضوية لمدخلات الأنموذج المقترح ومخرجاته.

وتـأتي مرحلـة صـياغة القواعـد المنطقيـة الحاكمـة للأنمـوذج الرياضـي، إذ أعـدّت مجموعة من هذه القواعد على وفق الصيغة المذكورة في معادلة (٧) وبحيث يتم من خلالها تغطية كل الخيارات التقنية والاقتصادية المقابلة لكل خيار من الخيارات المطروحة أمام المستخدم العادي أو المتخصص على حد سواء.

ويظهـر جـدول (٣) الهيكلـة المنطقيـة لـبعض القواعـد المنطقيـة الـتي اسـتخدمت في الأنموذج المضبّب المقترح لهذه المسألة.

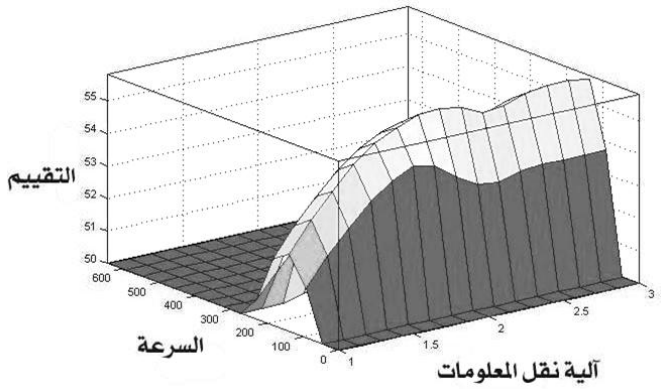
جدول (٣) . وصف بعض القواعد المنطقية المستخدمة في الأنموذج المقترح.

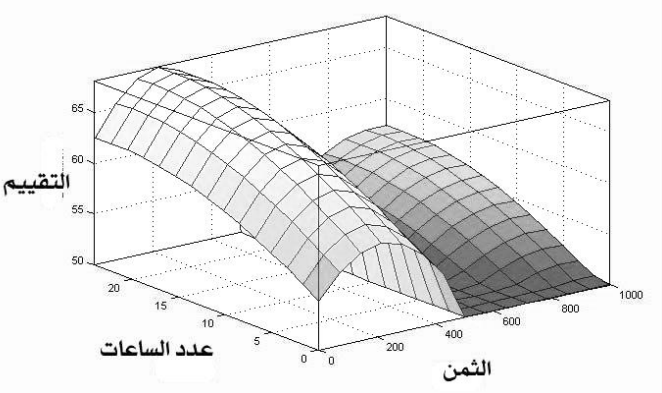
القاعدة	آلية العمل	سرعة تناقل البيانات	عدد ساعات العمل	ثمن الاشتراك	التقييم
R#1	هاتفية	منخفضة	حسب الحاجة	رخيص	متوسط
R#2	هاتفية	منخفضة	حسب الحاجة	مقبول	منخفض
R#3	هاتفية	منخفضة	مبرمجة	رخيص	منخفض
R#4	هاتفية	منخفضة	مستمرة	غالي الثمن	منخفض
R#5	شبكاتي	منخفضة	حسب الحاجة	رخيص	منخفض
R#6	شبكاتي	متوسط	حسب الحاجة	رخيص	متوسط
R#7	شبكاتي	متوسط	مبرمجة	رخيص	متوسط
R#8	شبكاتي	جيد	مبرمجة	رخيص	جيد
R#9	شبكاتي	ممتاز	مستمرة	مقبول	ممتاز
R#10	شبكاتي	ممتاز	مستمرة	غالي الثمن	جيد
R#11	لاسلكية	منخفضة	مبرمجة	مقبول	منخفض
R#12	لاسلكية	منخفضة	مستمرة	مقبول	منخفض
R#13	لاسلكية	متوسط	مستمرة	مقبول	متوسط
R#14	لاسلكية	جيد	مبرمجة	مقبول	متوسط
R#15	لاسلكية	سريعة	مستمرة	غالي الثمن	جيد

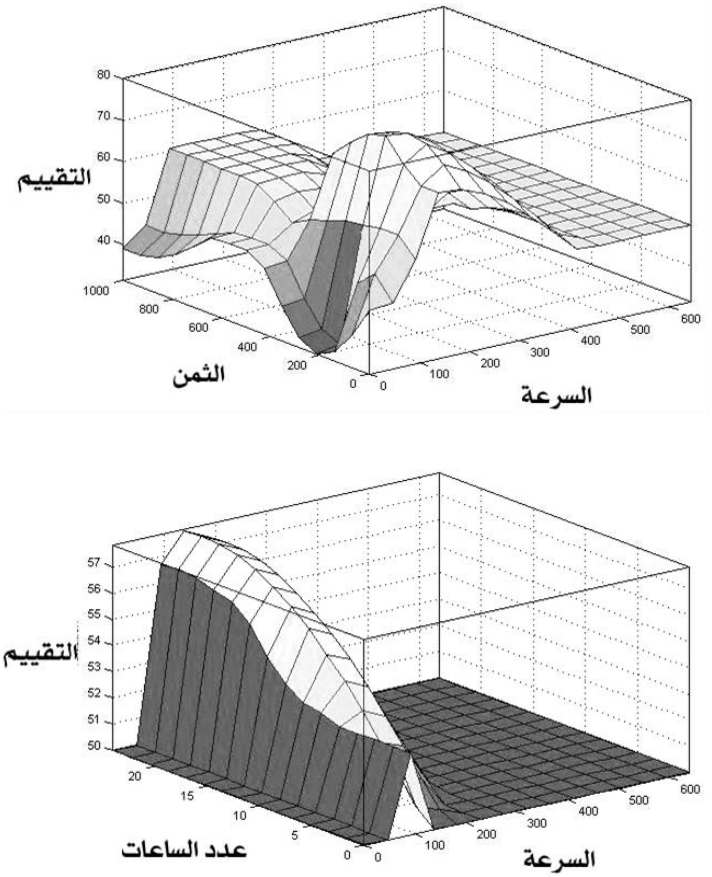
ولغرض الوصول الى قيم واقعية من هذا الأنموذج واستثمارها على أرض الواقع، أزيلت صفة التضبيب عن مخرجات الأنموذج باعتماد أسلوب مركز المساحة COA لكي تكون النتائج المستحصلة أكثر قرباً من قراراتنا التي نحاول إصدارها بصدد العقبات التي تعترضنا في حياتنا اليومية(Babuska ,R.,2000).

٤ . تحليل مخرجات الأنموذج المضبّب :

استخدم برنامج MATLAB Versions 12.0 لحوسبة الأنموذج المقترح ، وترجمة البيانات المذكورة في الجدولين (١ ، ٢) الى مستويات مدخلات الأنموذج ومخرجاته، وصياغة دوال العضوية لكل منها. وقد أدخلت القواعد المنطقية التي تربط كل متغير من هذه المتغيرات، بواسطة صندوق أدوات المنطق المضبّب (Jang, R.& N. Gulley,1997).







شكل (٣) . وصف ثلاثي الأبعاد لمتغيرات قواعد الأنموذج المقترح.

إن صناعة القرار الأمثل لتقييم نمط الاشتراك المناسب لكل حالة من الحالات التي يفرزها الواقع تسري على سطح ثلاثي الأبعاد يظهر واضحاً من الحالات المتضمنة في شكل (٣). ويبدو من السطوح ثلاثية الأبعاد التي تعرضها هذه الأشكال أنه ليس هناك قرار قطعي لتقييم الأسلوب الأمثل للاشتراك بخدمة الانترنيت بمعزل عن التداخلات التي يفرزها الواقع من خلال جملة متغيرات لا يمكن القطع بصورة دقيقة إزاء كل حالة من حالاتها.

فعلى سبيل المثال إذا حاولنا تفسير دلالة هذه المخططات ثلاثية الأبعاد سنجد أن:

- هناك فرقاً ملموساً في تقييم نمط الاشتراك كدالة لسرعة تناقل البيانات، بيد ان هذا التأثير تتضاءل قيمته عندما تزيد السرعة على (٢٠٠كيلوبايت/ثانية) لعدم وجود فائدة عملية ملموسة بعد هذه الحدود في تغيير قرارنا إزاء التقييم الأمثل.
- يبدو أن هناك تأرجحاً واضحاً في مستوى التقييم عندما نأخذ بعين الاعتبار سرعة تناقل البيانات والكلفة المترتبة على ذلك، إذ يظهر ثانية أن الحد المذكور في الفقرة السابقة هو أمثل قرار.
- لا يوجد أي تأثير معنوي يربط عدد ساعات العمل مع سرعة تناقل البيانات عندما تقل هذه الساعات عن حدود ٢٠ ساعة يومياً. أما في حالة زيادة عدد ساعات العمل بحيث توشك أن تشمل اليوم بكامله يصبح تأثير ساعات العمل معنوياً كدالة لسرعة تناقل البيانات لأنها ستضيف بعداً اقتصادياً نتيجة لتناقص كلفة الاشتراك مع دوران عقارب الساعة بشكل ملموس.

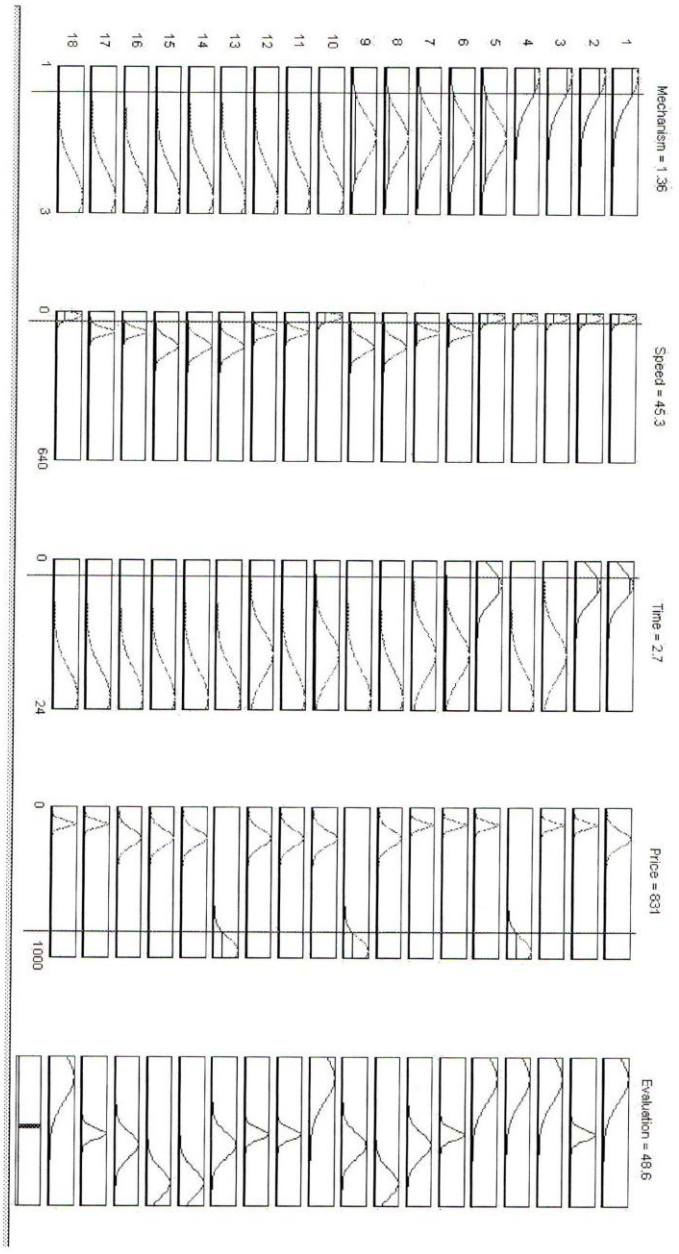
من أجل هذا تبرز أمامنا الحاجة الى وجود نسق رياضي يلم هذه المتغيرات المضببة في شكل رسومي نستطيع من خلاله تقييم كل حالة من حالات الواقع كحالة منفردة بعيداً عن استخدام حالات التعميم في معادلة رياضية أحادية البعد تفتقر الى القدرة على وصف جميع معطيات كل حالة من الحالات التي يفرزها الواقع.

ويظهر في شكل (٤) اللوحة المحوسبة بنسق المنطق المضبب والتي توفر لنا فرصة اختيار مدخلات كل حالة من الحالات ثم الوقوف على التقييم الأمثل المناظر لها، بعد استبعاد سمة القطعية التي تحكم قوانيننا الرياضية التي تفلح في وصف متغيرات العالم الفيزيائي، وتعجز في كثير من الحيان عن وصف المتغير الواقعي لحياتنا الذي يلفه أكثر من مورد للتشويش، أو يفتقر الى حد قطعي يؤشر نحو تخومه المنطقية.

٥ . الاستنتاجات :

يبدو واضحاً بان الموازنة الاقتصادية السليمة بين أنماط الاشتراك بخدمة الانترنيت المطروحة في السوق المحلية تفتقر الى حدود واضحة تبين بوضوح الاختيار الأمثل من خلال معايير معلوماتية واقتصادية في آن واحد.

وتوفر الآليات المحوسبة للمنطق المضبب بيئة مناسبة لصناعة القرار بهذا الصدد وبما يضمن الوصول الى مقاربة اقتصادية . معلوماتية عند اتخاذ القرار المناسب لكل حالة. من اجل هذا لا يمكن القطع بطبيعة التقييم الأمثل ما لم تدرج ضمن معطيات الأنموذج تفاصيل خصائص الحالة التي نريد تقييمها، والتي سيمكن من خلال السطوح ثلاثية الأبعاد المدرجة في شكل (٣)، أو اللوحة المحوسبة المدرجة في جدول (٤) أن تتوفر لنا إجابة تتناسب مع معطيات الواقع الميداني الذي يخلو من قرارات قطعية في صحتها بصورة مطلقة.



شكل(4) – لوحة حوسبة القواعد المنطقية المستخدمة في تقييم الحالات المطروحة.

٦ . المراجع:

1. Babuska ,R.,(2000), **Fuzzy Systems, Modeling and Identification,** Delft University of Technology, Department of Electrical Engineering Control Laboratory, Mekelweg , GA Delft, The Netherlands, 2000.
2. Berkan,R.C., & S.L. Trubatch,(1997), **Fuzzy Systems Design Principles**, IEEE Press, USA , 1997.
3. Bezdek, J.C. ,(1993),**Fuzzy Models - What Are They, and Why?,** IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Vol. 1, No. 1, February 1993 .
4. Freksa, C.**,**(1994), **Fuzzy Systems in AI,** In Fuzzy Systems In Computer Science, Kruse R, Gebhardt J, Palm R, eds,155-169, Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden 1994.
5. Jang,J.S.R, C.T. Sun ,& E. Mizutani, **Neuro-Fuzzy And Soft Computing**, MATLAB Curriculum Series, Prentice Hall, USA, 1997.
6. Kartalopoolos, S.V.(1996), **Understanding Neural Networks and Fuzzy Logic: Basic Concepts and Applications**, IEEE Press,1996.
7. Mathworks,(2001), F**uzzy Logic ToolBox**, Users Guide, Version 12,2001.
8. Schneider, M, A. Kandel , G. Langholz & G. Chew,(1996), **Fuzzy Expert System Tools**, John Wiley, USA, 1996.
9. Spagnolo,F.,(2003), **Fuzzy Logic, Fuzzy Thinking And The Teaching/Learning Of Mathematics In Multicultural Situations,** The Mathematics Education Into The 21st Century Project Proceedings Of The International Conference The Decidable And The Undecidable In Mathematics Education ,Brno, Czech Republic, September, 2003.