Fuzzy Expert System To Assess the Efficiency of Hospitals Performance

Lecturer. Iqbal Jasim Ja'afar
Basra and Arab gulf Studies Center
Basra University

Abstract:

The process of administrationrequires continuous evaluation for various departments of institutionsto achieve quality by knowing the work efficiencyIn providing servicesfor beneficiaries,the traditional methods usedin the evaluation no longer give a true and accurate results,so systems designersturn to integrate artificial intelligence techniquesin the various operations of the administration including expert systems ,and by taking systems designersin turn use other techniquesto address the complexuncertain data ,where administrators need modern methods to evaluate .One of these techniques,theory of fuzzy logicpresented by thescientistLotfiZadeh in 1965.The research aims to design an expert fuzzy system to determine hospitals performance efficiency system adopted 'Basra general hospital / operations division' as data baseusing Mamdani as a model inobtaining results to determine the hospitalefficiency .

نظام خبير مضبب لتقييم كفاءة اداء المستشفيات في البصرة (مستشفى البصرة النسائية)

م. اقبال جاسم جعفر
مركز دراسات البصرة والخليج العربي/جامعة البصرة

الملخص

ان عملية الادارة (Management) تتطلب التقييم المستمر لمختلف اقسام المؤسسات وذلك من اجل تحقيق الجودة من خلال معرفة كفاءة عملها في تقديم الخدمات للمستفيدين. لم تعد الطرق التقليدية المتبعة في التقييم تعطي النتائج الحقيقية والدقيقة، لذا اتجه مصممو الانظمة الى دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي في العمليات المختلفة للادارة ومنها النظم الخبيرة التي اخذ المصممون بدورهم باستخدام تقنيات اخرى من اجل معالجة البيانات المعقدة التي يشوبها الغموض (Ambiguity) وعدم التأكيد (Uncertainty). والتي يحتاج فيها الاداريون الى طرق حديثة للتقييم ،ومن هذه التقنيات نظرية المنطق المضبب (fuzzy logic) التي قدمها العالم Lotfi Zadeh عام 1965.

يهدف البحث الى تصميم نظام خبير مضبب لتحديد كفاءة اداء المستشفيات واعتمد النظام في بناء قاعدة معلوماته على بيانات (مستشفى البصرة النسائية/قسم العمليات) انموذجا وباستخدام نموذج (Mamdani) تستحصل النتائج التي تحدد كفاءة اداء المستشفى.

المقدمة

يعد تقييم الاداء على مستوى وحدات العمل بالمستشفى من المفاهيم الحديثة في ادارة المستشفيات فلم يعد الامر قاصرا على تقييم اداء العاملين وذلك لأن النظام المتكامل لادارة المستشفى يتطلب قياس مدى كفاءة وفعالية وحداتها الطبية والفنية والادارية في القيام بالمهام المنوطة بها وتحقيق الاهداف او القيام بالمسئوليات الملقاة على عاتقها.(1)

ان مسألة تقييم كفاءة المستشفى يعتمد على مختلف وحد اتها الطبية والادارية لذا يجب وضع مقاييس ومؤشرات تحدد مستوى اداءها وفق عملها واختصاصها ، وعادة لاتكون هذه المؤشرات واضحة ودقيقة لذا تتطلب اعداد نظام بعد دراسة البيانات وتحليلها من اجل معرفة جودة الخدمة فيها ، وهذا يؤدي الى تقييم فعلي لمعرفة كفاءة الاستراتيجيات الموضوعة للمستشفى التي يمكن تعديلها وتحديثها وفقا لمخرجات هذا النظام.

ونظرا لان هنالك الكثير من جوانب العمل الطبي والاداري في المستشفى يصعب قياسها بمؤشرات كمية او رقمية او موضوعية تكون المقاييس الكمية او التقديرات تكون الاكثر استخداما. لذا اتجه المصممون الى استخدام العديد من التقنيات في تصميم انظمة التقييم منها النظام المضبب، والخوارزميات الجينية والشبكات العصبية .

2- هدف البحث

تعد مسألة الادارة (Management) هـ امة اذ تعتمد عليها نجاح اي من الخدمات المقدمة للمستفيدين ، وادارة المستشفيات (Hospital Management) من المجالات التي تتطلب ادارة كفوءة لاتصالها المباشر بالانسان ، لذا يجب ان تعتمد طريقة لقياس كفاءة عمل المستشفيات تمكن الادارة من رسم ستراتيجية واضحة تضع المستشفى في مرتبة جيدة في تقديم الخمات.ان هدف البحث هو تصميم نموذج

يستخدم نظرية المنطق المضبب لتقييم كفاءة عمل المستشفيات يمكن المستفيد من اختيار المستشفى التي تقدم افضل الخدمات وتمكن ادارة المستشفى من معرفة نجاح ادارتها في تقديم الخدمات ورسم استراتيجيات مستقبلية على اساس نتائج هذا النموذج .

اهمية البحث:

ان مسألة كفاءة الاداء موضوع اهتمام مختلف المؤسسات الا انها تعد هـ امة في المؤسسات الصحية لانها مرتبطة بحياة الانسان ، وهذا يجعل القائمين على ادارة المستشفيات ان يهتموا بمسألة التقويم والاداء الدقيق لمختلف الوحدات للوصول الى الاهداف المرسومة لخدمة الافراد. وتأتي اهمية البحث من كونه يقوم وحدة هـامة في المستشفى وهي وحدة العمليات .

3- مفهوم النظام الخبير المضبب

(Concept Of Fuzzy Expert System,FES)

النظام الخبير المضبب هو نظام يستخدم مجموعة من دوال الانتماء والقوانين للتفكير بالبيانات التي تختلف عن المنطق البولياني (Boolean logic).(2) اذ انه يعتمد على نظرية المنطق المضبب، وقد استخدمت هذه النظرية كوسيلة لنمذجة عدم التأكيد (uncertainty) باللغات الطبيعية(natural language)(3).

قدمت نظرية المنطق المضبب من قبل العالم Lotfi Zadah في 1965 وهي توسيع للنظرية الرياضية التقليدية عن المجموعات. تقدم النظرية درجات انتماء للمجموعة مقابل الفكرة العامة ينتمي او لاينتمي (4)].وهي تختلف عن نظرية المجموعات التقليدية كون الاخيرة تحتوي على علاقتين فقط بين العنصر x والمجموعة A(اما $x \in A$ او $x \notin A$).

اما في المنطق المضبب فتحدد درجة الانتماء بواسطة دوال الانتماء الخاصة بالمجموعة وتطبق هذه الدوال على كل عنصر وتعطي قيمة تقع ضمن الفترة [0,1],

حيث ان 0 يعني لاينتمي و 1 يعني ينتمي واذا كان العنصر بين الصفر والواحد يعني انه ينتمي للمجموعة و لكن بدرجة معينة.

تعرف المجموعة المضببة A في المجموعة X كمجموعة من الازواج المرتبة بالشكل التالي(4):-

$$A=\{(x, \mu A(x)) \mid x \in X\}$$

اذ ان μ تعني درجة انتماء عنصر (x) الى المجموعة A .

وتطبق عليها مجموعة من العمليات والدوال والتي تُعّد العمليات الاساسية في المنطق المضبب(5)وهي:

١ - التقاطع:

$$\mu(A\cap B)= Min(\mu A[x],\mu B[y])$$

٢ - الاتحاد:

$$\mu(AU B)=Max(\mu A[x],\mu B[y])$$

٣ - المكملة(المتممة):

$$\mu(A\tilde{})=1-\mu A[x]$$

واما أكثر الدوال استخداما وشيوعا هي:

1- دالة الانتماء لكاوس (Gaussian membership function)

2-دالة الانتماء المثلثية (Triangular membership function)

3- دالة الانتماء شبه المنحرف (Trapezoidal membership function)

ويعتبر العالم (Mamdani) اول من استخدم نظرية المنطق المضبب في عام 1974،(6) اذ صمم اول نظام خبير مضبب للسيطرة ، ، بعدها قدمت كثير من التطبيقات اعتمادا على هذا النظام ، من ثم صمم الكثير من الانظمة الخبيرة المضببة خاصة في مجالات الانظمة المالية والانتاج والادارة والطب وغيرها.

4- نماذج من الانظمة الخبيرة المضببة في مجال ادارة المستشفيات

هنالك الكثير من المسائل المعقدة التي يشوبها الغموض (fuzzy) وعدم التأكيد (ambiguity) في مجال الصحة والمؤسسات المرتبطة فيها التي تحتاج الى حلول بطرق فعالة ودقيقة، لذا صممت الكثير من الانظمة الخبيرة المضببة سواء في مجال التشخيص (Diagnoses) او الادارة (Management) ومن هذه الانظمة:

1- صمم الباحثون Wann-Yih Wu, Shih-Wen Hsio & Hsing-Ping Kuo نظام

بعنوان " Fuzzy Set Theory Based Decision Model for Determining Market Position and Developing Strategy fo Hospital Service Quality.

"يستخدم هذا النظام نظرية المنطق المضبب (Fuzzy set theory) لنمذجة مسألة كفاءة المستشفيات وقدرتها على تحسين ستراتيجيتها في نوعية الخدمة المقدمة لزبائنها. وقد طبق على مجموعة من المستشفيات الحكومية والاهلية في تايوان.

استخدم النظام الدالة المثلثية (Triangular function) في تمثيل المجموعات المضببة (Fuzzy set)، واستخدم متغيرات لغوية (Linguistic variables) لتسمية هذه المجاميع وهي (Strongly Disagree, Disagree, Little Disagree, No comment, Little Agree, Agree, Strongly Agree)، ، حيث استنتجت هذه المجاميع المضببة من خلال مجموعة من الاسئلة وجهت الى المراجعين لهذه المستشفيات لمعرفة درجة الرضا لديهم للخدمات المقدمة في هذه المستشفيات لاقتراح استرتيجية عمل لتحسين هذه الخدمات.(7)

2- صمم الباحثان Xiao-Ming Hung & Andy Thompson، نظام بعنوان " Setting up waiting-time Targets to Satisfy Patients :An Application of mathematical Programming "

يقدم هذا البحث، نموذج اً لتحديد اوقات انتظار المراجعين في ردهات المستشفى (Out –patients–waiting –time) حيث يقسم المراجعون الى درجات بلستخدام المصطلحات اللغوية مثلا "راض جدا"،" Very Satisfactory" من خلال توجيه مجموعة اسئلة الى المراجعين بطريقة الاستبيان ،ووثقت نتائجه لتصبح قاعدة المعرفة للنظام ، واستخدم النظام الدالة المثلثية (Triangular function) في تمثيل المجاميع المضببة (Fuzzy set) والدالة (COA) في حل التضبيب (Defuzzification) لاستخراج النتائج. ويضع النظام استراتيجية لتنظيم اوقات انتظار المراجعين في المستشفيات.(8)

3- قدم الباحثون Aqil Burney, Nadeem Mahmood, Tahseen Jilani, Hussain Saleem نظام مضبب بعنوان

" Conceptual Fuzzy Temporal Relational Model (FTRM) for Patient Data"

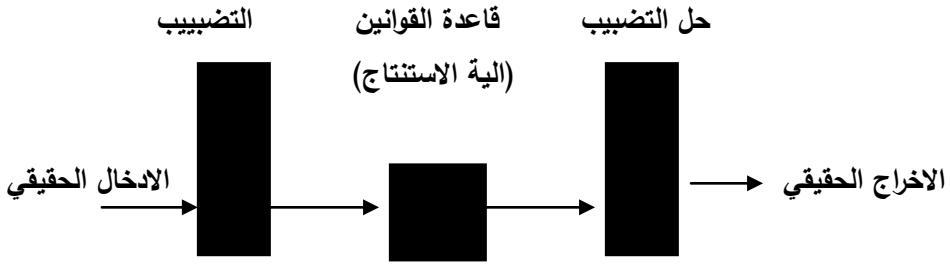
يقترح هذا النظام طريقة لاحتساب تكلفة العناية في المستشفيات (cost treatment) من خلال تحديد ادخالات النظام وهي حالة المريض (patient condition) في وقت الدخول ووقت الخروج وفيما اذا كان الدخول لفترة زمنية محددة او حالة سريعة اي لاتتطلب الرقود في المستشفى وقد قسم الادخال الى مجاميع مضببة سميت ب (critical, severe, stable, normal) اما الاخراج فقد سميت مجموعاته المضببة ب (low,medium,high,veryhigh) . واستخدمت الدالة المضببة شبه المنحرف(Trapezoidal) في تمثيل المجاميع المضببة وجمعت البيانات لحالات المرضى في مستشفى لمدة عام .(9)

5- النموذج المضبب المقترح لتقييم كفاءة عمل المستشفيات في البصرة

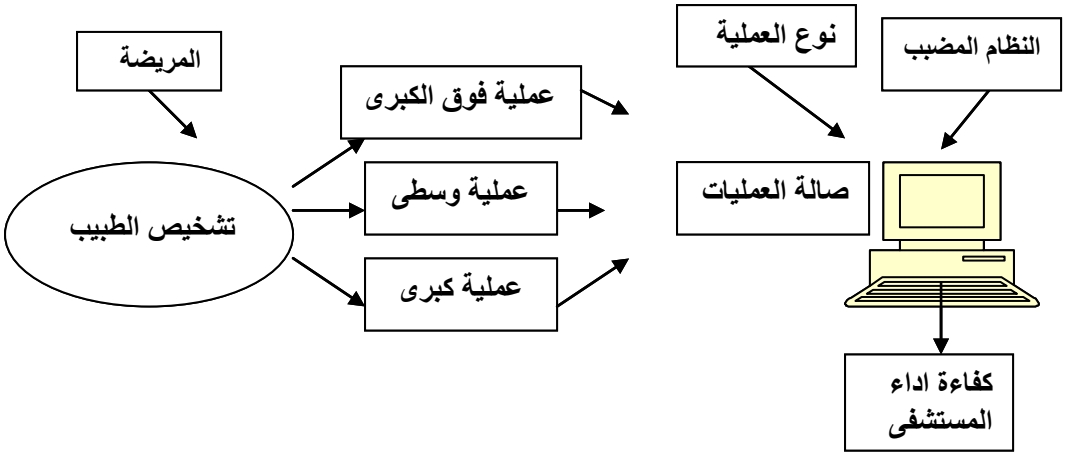
تم اعتماد نموذج مضبب من نوع Mamdani الموضح في الشكل رقم (1) لغرض تقييم كفاءة اداء المستشفيات في البصرة، (مستشفى البصرة النسائية ، قسم

العمليات الجراحية) ، فقد تم جمع المعلومات من خلال البحث الميداني لمعرفة بيانات لسنة كاملة واستشارة عدد من الاطباء والاداريين ومعاوني الاطباء والممرضين للتوصل الى المعلومات الحقيقة والاستعانة بالسجلات الرسمية بعد استحصال الموافقات من دائرة صحة البصرة.ويمثل الشكل (2) المشكلة التي تم نمذجتها في النظام المقترح.

الشكل رقم (1) نموذج (Mamdani)



الشكل رقم (2) النموذج المقترح



اعداد الباحث

إذ ان النموذج المضبب المستخدم صمم بالاعتماد على عدد المرضى ونوع العملية التي اجريت لهم عمليات في المستشفى والوقت المصروف لمعالجتهم الذي اعتبر معياراً لتقييم كفاءة اداء المستشفى.

5-1- قاعدة معرفة النظام (Knowledge base)

يبين الجدول رقم (1) نوع العمليات التي اجريت في مستشفى البصرة النسائية ونسبة عدد المرضى لكل نوع من العمليات التي تحتاج الى تداخل جراحي وهي على ثلاثة انواع فوق الكبرى وكبرى ووسطى وكما مبين في الشكل (1).

الجدول رقم (1) عدد العمليات ونوعها

الشهر	فوق الكبرى	كبرى	وسطى
كانون الثاني	161	311	107
شباط	154	126	95
آذار	165	180	199
نيسان	218	156	208
أيار	215	162	205
حزيران	231	171	175
تموز	177	186	205
أب	228	191	160
أيلول	182	170	142
ت الأول	116	128	161
ت الثاني	189	175	93
كانون الاول	124	177	108

المصدر: مستشفى البصرة النسائية(قسم الاحصاء)

كما اعتمد النظام على الوقت المصروف في معالجة المرضى من قبل الاطباء كاخراج حقيقي للنظام (crisp output) لاحتساب كفاءة اداء المستشفى ، حيث تم

احتساب الوقت المصروف للعمليات من البيانات التي استخلصت من الاطباء والعاملين في صالة العمليات وهي قيم تقريبية ، فكانت كالاتي:

الوقت اللازم للعملية فوق الكبرى 60 دقيقة

الوقت اللازم للعملية الكبرى 30 دقيقة

الوقت اللازم للعملية الوسطى 15 دقيقة

ويبين الجدول رقم (2) الوقت اللازم لاجراء العمليات بأنواعها الثلاث ة بالساعات لمدة عام وهي ارقام تقريبية اذ لايمكن احتساب الزمن بصورة قطعية فهي من البيانات غير الواضحة وغير ثابتة لذا اعتمد المنطق المضبب لمحاكاة النموذج والحصول على اخراجات دقيقة وبمقدار خطأ ضئيل.

جدول رقم (2)

الوقت اللازم لاجراء العملية بالساعات

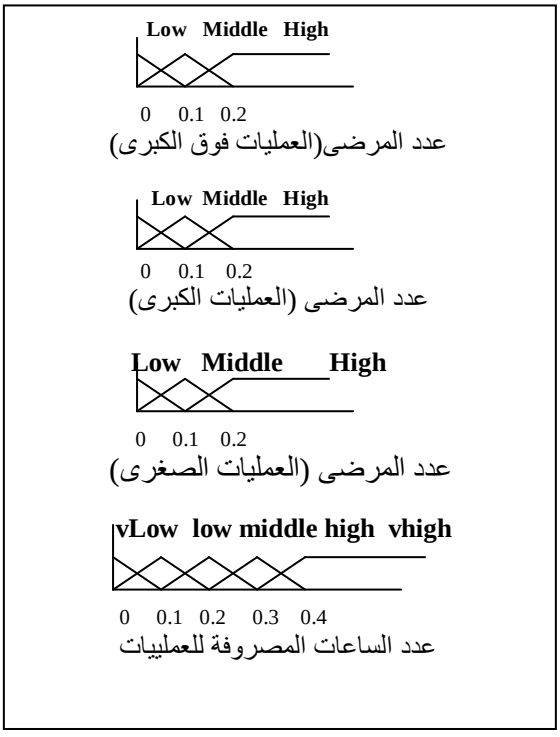
الشهر	فوق الكبرى	كبرى	وسطى	المجموع
كانون الثاني	161	155.5	26.25	343.3
شباط	154	63	23.75	240.75
آذار	165	90	40.47	303.41
نيسان	218	78	52	348
أيار	215	81	51.25	347.25
حزيران	231	89.5	43.75	364.25
تموز	177	93	51.25	321.25
أب	228	95.5	40	363.5
أيلول	182	42.5	35.5	306
ت الأول	116	64	40.25	220.25
ت الثاني	189	87.5	23.25	365.25
كانون الاول	124	88.5	44.25	256.75

تم احتسابها من قبل الباحث

5-2- تمثيل المجموعات المضببة للنظام (Fuzzy sets)

اعتمد النظام المقترح عدد المرضى حسب نوع العمليات الجراحية ك ادخالات للنظام وقسمت الادخالات الحقيقية (crisp input) الى ثلاث مجموعات مضببة (Fuzzy set) سميت بمتغيرات كلامية (linguistic variables) ويقصد بها المتغيرات التي تمثل وتعالج العبارات الكمية والفعلية رياضيا، وهي التي تكون قيمها ليست رقمية بل عبارة عن كلمات او جمل باللغات الطبيعية.(10) فقد استخدم المتغيرات (Low, Middle, High) في تسمية المجاميع المضببة للنظام الـتي تمثل الادخالات (العمليات فوق الكبرى، العمليات الكبرى، العمليات المتوسطة) ،والاخراج وهو كفاءة اداء المستشفى فقد قسم الى خمسة مجاميع مضببة وكما مبين في الشكل رقم (3) هي (vlow, low, middle ,high, very hig) .

الشكل رقم (3) المجاميع المضببة لادخالات واخراج النظام المقترح



اعداد الباحث

ويبين الجدول رقم (3) تقسيم مديات المجاميع المضببة للادخالات والاخراج حسب الجدولين رقم (1) و(2) .

جدول رقم (3) مديات الادخالات

المجموعة	المديات
Low	50-150
Middle	50-250
High	150-350

جدول رقم (4) مديات الاخراج

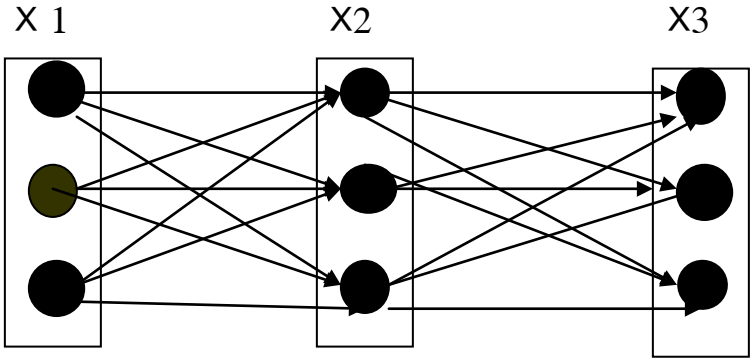
المجموعة	المديات
Vlow	300-200
Low	350-250
Middle	400-300
High	450-350
Vhigh	500 -400

3-5 قاعدة القوانين (Rules Base)

تم تمثيل القوانين بالقواعد الشرطية (If.....then) ، واحتسب عدد القوانين من الصيغة (N^m)،(4) حيث N هي عدد الادخالات و m هي عدد المجاميع المضببة لكل ادخال وبهذا يكون عدد القوانين للنظام هو $3^3 = 27$ ، وكما مبين في الشكل (4) .

الشكل رقم (3) قاعدة القوانين للادخالات

للنظام المقترح



إذ إن الصيغة العامة للقواعد المتبعة لغرض تحديد الإخراج تكون على الشكل الأتي:-

If *(x1Is A)* And *(x2 Is B)* And *(x3 Is C)* Then *Out* Is *W*

تمثل X1,X2,X3 قيم (عدد المرضى من النساء الذين اجريت لهم العمليات).

و A,B,C هي (المجاميع المضببة التي ينتمي اليها الادخال)

وتمثل W قيمة الإخراج (كفاءة اداء المستشفى).

فمثلا

If *(x1Is high)* And *(x2 Is high)* And *(x3 Is low)* Then *Out* Is middle

وتترجم هذه القاعدة كالآتي:-

إذا كانت قيمة الإدخال x1 عالية وكانت قيمة الإدخال x2 عالية وقيمة الإدخال x3 قليلة فإن كفاءة اداء المستشفى تكون متوسط ة. ويبين الجدول رقم (5) بعض قوانين الية الاستنتاج المستخدمة في النظام التي تضم (27) قانوناً والتي استنتجت من المعلومات التي جمعت من مستشفى البصرة النسائية ودائرة الصحة.

جدول رقم (5) بعض قوانين الية الاستنتاج

X1	X2	X3	Out
Low	Low	Low	Vlow
Low	Low	Middle	Vlow
Low	Low	High	VLow
Low	Middle	Low	Low
Low	Middle	Middle	Middle
Low	Middle	High	Middle
Low	High	Low	Low
Low	High	Middle	Middle
Low	High	High	High

المصدر: اعداد الباحث

نتائج النظام المقترح

طبق النظام على الادخالات الحقيقية X3=161, X2=128, X1=116 واجريت عليها العمليات المضببة،(Fuzzification) فتم البحث في المجاميع المضببة وايجاد درجة انتماء (Membership degree) الادخالات وحسب الدالة المثلثية وفق المعادلة رقم (1). (11)

$$A(x) = \begin{cases} b\left(1 - \left|\frac{x-a}{s}\right|\right) & when\ a-s \le x \le a+s \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad \ldots\ldots 1$$

فكانت النتائج كما في الجدول رقم (6):

جدول رقم (6) المجموعات المضببة

الادخالات	المجموعات المضببة	درجات الانتماء
161	Middle,high	0.89 ،0.11
155.5	High	0.89
26.25	Low,Middle	0.57،0.43

وبعد تطبيق الية الاستنتاج(Inference Engine) للبحث في قاعدة القوانين (Rule Base) عن القوانين المحفزة فكانت كالاتي:

Rule1: if X1 is Middle and X2 is High and X3 is Low then out is High
Rule2: if X1 is Middle and X2 is High and X3 is Medium then out is Vhigh
Rule3: if X1 is High and X2 is High and X3 is Low then out is High
Rule4: if X1 is High and X2 is High and X3 is Middle then out is High

وبعد تطبيق العامل المنطقي (And) لايجاد قيمة الدرجة الصغرى (min) في درجات انتماء مقدمة القانون ف ان هذه القيمة تطبق على جزء النتيجة في القانون لايجاد الاخراج المضبب الذي هو مجموع كل حاصل ضرب القيمة الصغرى لمقدمة كل قانون مع مركز اخراج كل قانون وحسب المعادلة رقم (2). (11) ويوضح الجدول رقم (7)الية الاستنتاج.

$$f(X) = \sum_{i=1}^{n} \mu(xi).Ci \qquad \text{2.....}$$

حيث n هي عدد القوانين و c هي مركز نتيجة القانون .

جدول رقم (7) الاستنتاج

درجات الانتماء لمقدمة القوانين	مركز اخراج القوانين	القيمة الصغرى (MIN)	حاصل ضرب القيمة الصغرى في مركز الاخراج
0.89,0.39,0.43	350	0.39	136.5
0.89,0.39,0.57	350	0.39	136.5
0.11,0.39,0.43	350	0.11	38.5
0.11,0.39,0.57	350	0.11	38.5

ولغرض ايجاد الاخراج الحقيقي للنظام الذي يمثل كفاءة عمل المستشفى يقوم النظام بحل تضبيب الاخراج المضبب باستخدام طريقة (Center Of Area COA,) وحسب المعادلة رقم (3).(12)

3.....

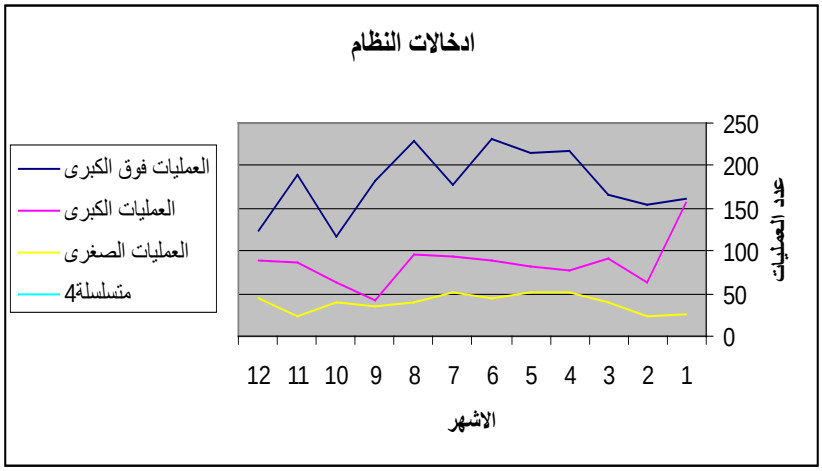
$$U^* = \frac{\sum_{i=1}^{k} ui.\mu(ui)}{\sum_{i=1}^{k} \mu(ui)}$$

فكانت النتيجة (136.5+136.5+38.5+38.5)/ 1.00 = 350 ولو قارناها مع الجدول رقم (1) للشهر كانون الثاني وبالمقارنة مع عدد الساعات للشهر نفسه في الجدول رقم (2) التي تساوي 334.3 نرى ان مقدار الخطأ قليل وان صدقية النتائج ودقتها جيدة حيث الزمن هو قيمة تقريبية ومن الممكن معرفة كفاءة عمل المستشفى من خلال المنطق المضبب المستخدم في النظام المقترح.

وكانت اخراجات النظام المبينة في الشكل رقم (5) التي طبقت على ادخالات النظام الحقيقية المبينة في الشكل رقم (6) كالاتي:

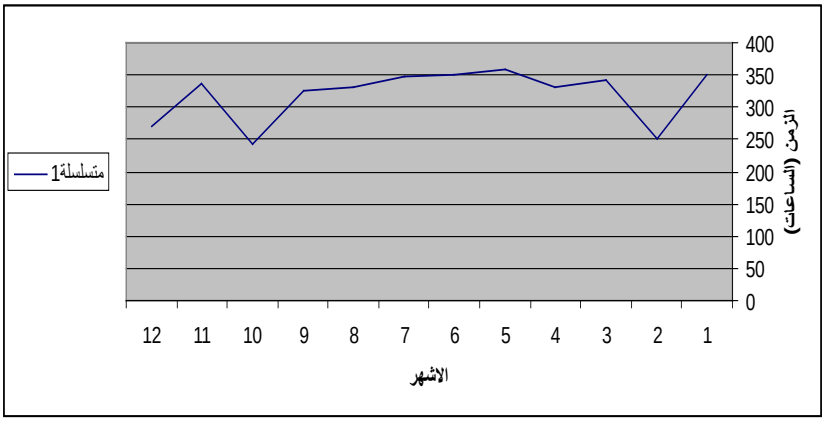
الشكل رقم (5)

ادخالات النظام المضبب المقترح



الشكل رقم (6)

اخراج النظام المضبب المقترح لتحديد كفاءة اداء المستشفى



7- الاستنتاجات والتوصيات

بعد تطبيق النظام المقترح على قاعدة البيانات (قاعدة المعرفة) للبيانات الخاصة بمستشفى النسائية تم الحصول على النتائج الاتية:

1- تعد ادارة المستشفيات مسألة هامة وهي تحتاج الى دمج التطبيقات والانظمة البرمجية الحديثة لغرض تقييم اداءها على مختلف المستويات والاقسام.

2-ان الانظمة الخبيرة لها القابلية على حل المسائل الصعبة اذا اضيفت لها ادوات غير تقليدية مثل المنطق المضبب ، اذ اثبتت الانظمة الخبيرة المضببة امكانية الحصول على نتائج دقيقة وجيدة وهذا مايبن سبب استخدامها في الالاف من التطبيقات في مجالات مختلفة.

3- ان النظام المقترح قد اثبت صدقيته من خلال تطبيق نموذج مستشفى البصرة النسائية ومن الممكن تعميمه على المؤسسات الصحية الاخرى لغرض رسم استراتيجيات مستقبلية لتطوير عملها واضافة صفة الشفافية في تعاملها مع المرضى في بيان كفائتها لتمكنهم من اختيار المستشفى التي يرغبون العلاج بها.

4- من الممكن تطوير هذا النظام ب اضافة معايير جديدة لتقييم كفاءة اداء المستشفيات.

المصادر

1-عبد العزيز مخيمر، محمد الطعامنة،" الاتجاهات الحديثة في ادارة المستشفيات (المفاهيم والتطبيقات)، المنظمة العربية للتنمية الادارية، مصر، 2003، ص99 .

2- "what is a fuzzy expert systems",@www.2.cs.cmu.edu.

3- "What is a fuzzy logic ",@www.2cs.cmu.edu.

4- Schmidt,M., & Stidsen,T. ," Hybrid Systems : Genetic Algorithms , Neural Networks , and Fuzzy Logic ", computer science department , AARHUS university , Denmark , 1997

5- Cox ,E., "The Fuzzy System (hand book) ", second edition, Academic1 press , USA , 1999.

6- Clive, L. Dym & Raymond, E. L. , "knowledge- Based Systems in Engineering",Mc, Graw-Hill, , USA, 1991.

7- Wann-Yih Wu, Shih-Wen Hsio & Hsing-Ping Kuo, " Fuzzy Set Theory Based Decision Model for Determining Market Position and Developing Strategy for Hospital Service Quality" , Total Quality Management,Vol15, No.4, 2004.

8- Xiao-Ming Hung & Andy Thompson، "Setting up waiting-time Targets to Satisfy Patients: An Application of mathematical Programming",IMA Journal of Mathematics Applied in Medicine & Biology ,1995.

9- Aqil Burney, Nadeem Mahmood, Tahseen Jilani, Hussain Saleem, "Conceptual Fuzzy Temporal Relational Model (FTRM) for Patient Data",University of Karachi, PAKISTAN.,2010.

10- Zimmerman, H.J, Fuzzy Sets Theory and its Applications, 2nd edn Boston:Klower Academic Publisher, 1991

11-George, J.k., & Ute, St. C. & Yuan ,B., "Fuzzy set Theory (Foundations and Applications ", Hall PTR ,Inc , A Simon & Schuster company , USA , 1997 .

12- Reznik ,L.," Fuzzy controllers" , Jordan Hill , Oxford OX2 8DP, England , 1997 .