المجلة العراقية للعلوم الاحصائية (20) 2011
عدد خاص بوقائع المؤتمر العلمي الرابع كلية علوم الحاسوب والرياضيات
ص ص [527– 538]

A Fuzzy Computer System for the Classification of Medical Conditions

د. باسل يونس الخياط* مروة صباح يحيى**

Abstract

This research deals with the actual medical data including a number of variables such as Systolic Blood Pressure (SBP) Total Cholesterol (TC) and high density lipoprotein .a computer system is constructed depending on the fuzzy logic ,which classifies the risk value of health status for each patient after feeding the input of the above mentioned variables. By application of this constructed system on the actual medical conditions it is found that it gives medically accepted results of more reality than the results which do not depend on the fuzzy logic.

نظام حاسوبي مضبب لتصنيف الحالات المَرضّية

الملخص:

يتعامل هذا البحث مع بيانات طبية واقعية تتضمن عدداً من المتغيرات، مثل ضغط الدم العالي(SBP) والكولسترول الكلي(TC)، وكولسترول عالي الكثافة (HDL) ويتم بناء نظام حاسوبي يستند على المنطق المضبب، ويقوم بتصنيف درجة خطورة الحالة الصحية لكل مريض بعد أُدخال قيم المتغيرات المذكورة. وبتطبيق هذا النظام على حالات مَرضيّة واقعية، فقد وجد بأنه يعطي نتائج مقبولة طبياً وذوات مردودات اكثر واقعية من تلك التي لا تستند الى المنطق المضبب.

* استاذ/كلية علوم الحاسوب والرياضيات/جامعة الموصل

** طالبة ماجستير/ كلية علوم الحاسوب والرياضيات/جامعة الموصل

تاريخ التسلم :2011/10/1 ـــــــــــ تاريخ القبول : 21 /12 /2011

1 –مقدمة:

إن نظرية الأنظمة المضببة تعد الاختيار البديل للانطباعات أو الآراء التقليدية عن درجة عضوية العنصر في المجموعة وعن المنطق الذي يعود في الأصل إلى الفلاسفة الإغريق، فهذا الحقل من الحقول الجديدة، قد استخدم في العديد من المجالات، فاحدث تطوراً كبيراً فيها منها مجال السيطرة، ومن ثم تعرف المسيطرات المضببة Fuzzy Controller على أنها عبارة عن مفهوم تصوري بسيط يتكون من مرحلة الإدخال، مرحلة المعالجة، ومرحلة الإخراج، وتقوم المرحلة الأولى، مرحلة الإدخال بتحويل المتحسسات أو أي إدخال آخر إلى دالة العضوية المناسبة ومن ثم إلى قيم حقيقية، أما المرحلة الثانية وهي مرحلة المعالجة فهي المرحلة التي تحاكي كل قانون أو قاعدة Rule مناسبة ثم تقوم بربط النتائج بالقوانين، واخيراً مرحلة الإخراج، التي تقوم بتحويل النتائج المترابطة إلى قيم إخراج تحدد السيطرة في موضوع محدد، والشكل الشائع والمعروف بالنسبة لدالة العضوية هو المثلث Triangle وكذلك المعين المنحرف Trapezoids .....الخ، ويمكن تعريف مسيطرات المنطق المضبب Fuzzy Controllers أيضاً على أنها أنظمة مبنية على مجموعة من القوانين أو القواعد بأسلوب ناجح تحاكي مرونة الإنسان باتخاذ القرار، وذلك عن طريق نظرية المجموعات المضببة، [Cotta 1996] و [Brule 1985]..

2– متطلبات إنشاء نظام مضبب و مراحله:

ثمة مجموعة من المتطلبات يجب أن يتم تحديدها عند إنشاء نظام مضبب، وهي [Bydon 2001]:

1– **العدد والنوع والمدى لكل من المُدخل والإخراج:** في البداية يجب تحديد مُدخلات النظام، وماهي النتائج التي من الممكن التوصل إليها، أي تحديد االمُخرجات، وتعد هذه المُدخلات والمُخرجات عناصر الهيكل الرئيس للنظام.

2– **دوال العضوية لكل من المُدخلات والمُخرجات:** في هذه الخطوة يتم تحديد دوال العضوية لكل من المُدخلات والمُخرجات، وحسب حاجة كل مُدخل وكل مُخرج.

3– **القوانين:** تعد هذه الخطوة من الخطوات المهمة جدا فعلى أساسها يتم تحديد النتائج.

إن النموذج المضبب هو عبارة عن نظام خبير expert system يوضح العلاقة بين المُدخلات والمُخرجات من خلال مجموعة من القوانين. ان بناء النموذج المضبب يقع عادة بثلاث خطوات أساسية وهي [هنوش،2003]:

أولا: التضبب Fuzzification :

الخطوة الأولى في كُلّ نظام مضبب يَشْملُ تَحويل المُدخلات من بيّنة تقليديةٍ إلى مضببة. هذه الخطوةِ المعروفة بالتضبب أَو التَشْفير المضبب، وتتميز هذه الخطوة بقبول عدم اليقين في قيم المُدخل، اذ ان كُلّ قيمة مُدخل تُرتَبطُ بمتغيّر لغوي. كما ان كُلّ متغيّر لغوي يجب ان يرتبط بمجموعة من التعابير اللغوية والتي توصف المتغير الاعتيادي. وكامثلة على التعابير اللغوية "صغير"، "كبير"، "حار".

ان كُلّ تعبير لغوي يكون له مجموعة مضببة ودالة عضوية، ان التضبب يعنى حِساب قيمةِ عضويةَ كُلّ مُدخل في المجموعةِ المضببة [Ashutosh 2000]. ان الدوال العضوية تأخذ أشكالاً مختلفة منها المثلثية، شبه المنحرف... الخ والتي تكون قيم عضويتها محصورة بين الصفر والواحد . وبهذا تعتبر هذه الخطوة كخطوة مكافئة لعملية معاينة النموذج Model Sampling في المسائل الإحصائية [هنوش،2003].

ثانيا: تقييم القانونRule Evaluation:

في هذه الخطوة نقوم بتحويل المُدخلات المضببة إلى مُخرجات مضببة من خلال الاستعانة بالقواعد.

يَستعملُ النظامُ المضبب القواعدُ لتَمْثيل المعرفةِ رسمياً. وعلى الرغم من أنه لايوجد نوع وحيد مِنْ القوانينِ، الا ان أساس if-then rule يُمْكِنُ أَنْ يكْتَبَ على النحو الاتي:

$$IF\ u_1\ is\ M_1\ and\ u_2\ is\ M_2\ and\ \ldots\ldots u_p\ is\ Mp\ THEN\ v\ is\ G$$

حيث ان M_i و G مجموعات مضببة و u_i v_i متغيرات لغوية. ويتم تقييم القاعدة عادة بأربع نقاط [هنوش،2003]:

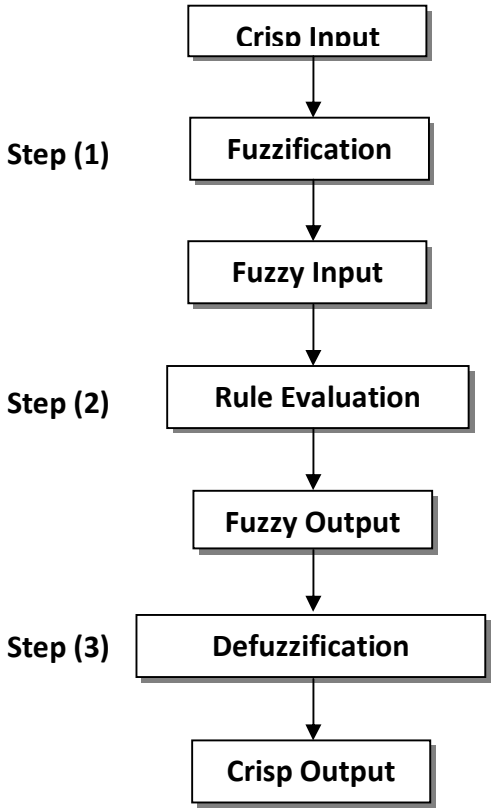
- تكوين قاعدة الأحكام Create Rule -Base والتي تستخدم فيها القواعد اللغوية ،
- تحديد قيم الصحة للمقدمة المنطقية ،
- إيجاد مقدار سند القاعدة والذي يكون مساوياً لأصغر قيمة لدرجة الصحة للمقدمة المنطقية .
- تحديد المُخرجات المضببة للنتيجة المنطقية .

ثالثا: انقشاع المضببة Defuzzification :

تعد خطوة انقشاع المضببة أخر خطوة لبناء نموذج مضبب والتي تعمل على تحويل المُخرجات المضببة إلى مُخرجات بيّنة والتي تأخذ قيماً عددية حقيقية ويتم هذا عادة من خلال طريقة مختلفة لازالة التضبيب منها،

[هنوش 2003]:

والشكل الاتي يوضح الخطوات الأساسية لبناء نموذج مضبب .



الشكل (1): الخطوات الأساسية لبناء نموذج مضبب

3- نظام الاستدلال المضبب:

نظام الاستدلال المضبب معروف كذلك بِالأنظمةِ المُسندة إلى قانون مضبب (fuzzy rule-based systems)، والانظمة الخبيرة المضببة (fuzzy expert systems)، والنمذجه المضببه (fuzzy modeling) والذاكرة المشتركة المضببه (fuzzy associative memory). ان نظام الاستدلال المضبب يصيغ قواعد مناسبة واستنادا الى القواعد يتخذ القرار وهذا بالاساس قائم على مبادى نظرية المجموعة المضببة ، يستخدم نظام الاستدلال المضبب عبارة if then وكذلك الموصلات الموجودة في عبارة القاعدة وهي اما " or " او "and" لعمل قواعد لازمة لاتخاذ القرار. ان نظام الاستدلال المضبب يمكن ان ياخذ المُدخلات المضببة او المُدخلات الاعتياديه لكن المُخرجات الناتجة في اغلب الاحيان مجموعات مضببة. [Sivanandam 2007].

نماذج الاستدلال المضبب:

اهم نوعين من هذه النماذج هي نموذج ماميداني المضبب، التي يلاحظ أنها أكثر الطرق شيوعا. هذه النموذج قدم من قبل الباحثين ماميداني وأسيليان في العام 1975. نموذج استدلال أخر معروف جيدا هو ما يسمى نموذج سوجينيو أو نموذج تاكي–سوجينيو–كانك والتي قدمت من قبل سوجينيو في العام 1985. الفرق الرئيسي بين النموذجين يقع في تتابعات القواعد المضببة. أنظمة ماميداني تستخدم المجموعات المضببة كنتائج في حين أنظمة تاكي سوجينيو توظف الدوال الخطية لمتغيرات المُدخل كناتج قاعدة [Sivanandam 2007].

1. نموذج مامداني المضببة:

هذا النموذج هو الأكثر شيوعا في النماذج المضببة. كان هذا النموذج من بين أول أنظمة السيطرة المبنية باستخدام نظرية المجموعات المضببة كمحاولة للسيطرة على ماكنة بخار وخزان الغليان بواسطة تركيب مجموعة من القواعد السيطرة اللغوية المستحصلة من المشغلات البشرية المجربة. لقد كان جهد مامداني قائما على بحث لطفي زادة 1973 حول الخوارزميات المضببة للأنظمة المعقدة. ان استدلال مامداني ، يتوقع دوال عضوية للاخراج بان تكون مجموعة مضببة ، من اجل حساب الاخراج فان المُدخلات المعطاة تتبع ستة خطوات وهي:

- تحديد مجموعة القواعد المضببة.
- تضبيب المُدخلات باستخدام دوال عضوية المُدخل.
- ربط المُدخلات المضببة طبقا الى القواعد المضببة لتاسيس قوة القاعدة.
- ايجاد ناتج القاعدة بربط قوة القاعدة و دالةعضوية الاخراج.
- ربط النتائج للحصول على توزيع الاخراج

2. نموذج تاكي سوجينو المضببة:

لقد قدّما تاكي سوجينيو وتاكي نوع مبتكر من عمليات النمذجة في 1985،الذي أَصْبَحَ أحد المواضيع الرئيسية في الدِراساتِ النظريةِ والتطبيقات العمليةِ [Dou 1995]. هذا النموذج أُقترح لمحاولة النظام لتوليد او خلق قواعد مضببة من مجموعة بيانات المُدخل والاخراج وله الصيغة الاتية:

$$\text{If x is A and y is B then } z=f(x,y)$$

حيث ان A و B هما مجموعتان مضببتان وعادة تكون f(x,y) متعددة حدود لمتغيرات المُدخل x,y .
. [Sivanandam 2007]

4- النظام المضبب :-

4-1 الحالات المَرضّية قيد الدراسة:

تتضمن البيانات قياسات لضغط الدم العالي والدهن الكلي للجسم والدهن المفيد للجسم وتعتبر هذة المتغيرات من العوامل الاساسية المسببة لحدوث انسداد الشرايين. يدعى الكولسترول الجيد (الحميد ،المفيد) HDL لأنه لا يتراكم داخل جدران الشرايين، بل على العكس يمنع من ترسب الكولسترول في جدران الشرايين وهذا يساعد في تنظيف الجسم من الكولسترول منخفض الكثافه (LDL) أو السيء ونقله إلى الكبد للتخلص منه . يحتوي معظم الكولسترول الجيد على نسبة عاليه من البروتين وفقط كميه قليله من الدهون. فإذا كانت نسبة ال HDL منخفضة في الدم، أي تكون أقل من 40 ملغرام/دسيلتر للرجال وأقل من 50 ملغرام/دسيلتر للنساء ، فإن ذلك يشكل خطوره عاليه لأمراض شرايين القلب التاجيه ، لذلك يفضل أن تكون نسبته في الدم 60 ملغرام/دسيلتر أو أعلى ، لأنه بذلك يقلل من احتمالية التعرض لأمراض القلب ويعمل على حمايته . هناك عدة أسباب و عوامل تؤثر و تسبب ارتفاع في نسبة الكولسترول في الدم، منها ما يمكن السيطره والتحكم عليها ومنها ما لا يمكن، مثل زيادة الوزن، داء السكري ،العمر، قلة النشاط الرياضي، ارتفاع ضغط الدم، التدخين، القلق النفسي وتناول الكحول.

لقد تم تصميم هذا النظام بحيث يراعي عدداً من المتغيرات المهمة ذوات العلاقة، وهي: العمر، الجنس، ضغط الدم العالي، نسبة الكورسترول، وحالة التدخين. وبعد ادخال هذه المعلومات الى النظام يقوم باعطاء درجة الخطورة وفق منظار المنطق المضبب. وقد تم تطبيق هذا النظام على عينة من المرضى من مركز الوفاء التابع لمستشفى ابن سينا التعليمي. وقد تم تحديد نسبة الخطورة لهؤلاء المرضى باستخدام النظام المصمم، وتم توثيق ذلك بالاستعانه بعدد من الاطباء المتخصصين في مجال امراض الباطنية وامراض القلب وعلى راسهم الدكتور عامر عبد الحق النعيمي الاستاذ في كلية الطب.

4-2 وصف النظام المضبب:

لقد تم تصميم نظام استدلال مضبب حاسوبي يقوم بفحص المُدخلات والمُخرجات، ومن ثم يقوم بتحديد المُخرج، وقد تم تقسيم النظام الحاسوبي على النحو الاتي:-

1- المُدخلات: يتكون كل مُدخل من اسم المُدخل، والمدى ودوال العضوية، بالاعتماد على المشاهدات التي تم الحصول عليها. وقد تم تقسيم كل مُدخل إلى ثلاثة أقسام، وهي الاسم، والمدى ودوال العضوية المستخدمة مع كل مُدخل، حيث يمثل الاسم اسم المُدخل، ويمثل المدى القيم المحصورة بين أدنى قيمة وأعلاها بالنسبة لهذا المُدخل، أما العنصر الثالث فهو دوال العضوية.

تتضمن دوال العضوية اسم دالة العضوية، ونوعها، أي تحديد شكل الرسم لدالة العضوية هل هي دالة مثلثية (Triangular) أم دالة كاوسيان (Gaussian) ام شبه منحرف (Trapezoidal). وقد تم اعتماد الدوال المثلثية ودوال شبه المنحرف في هذه الدراسة، والقسم الأخير هو المدى لكل دالة.

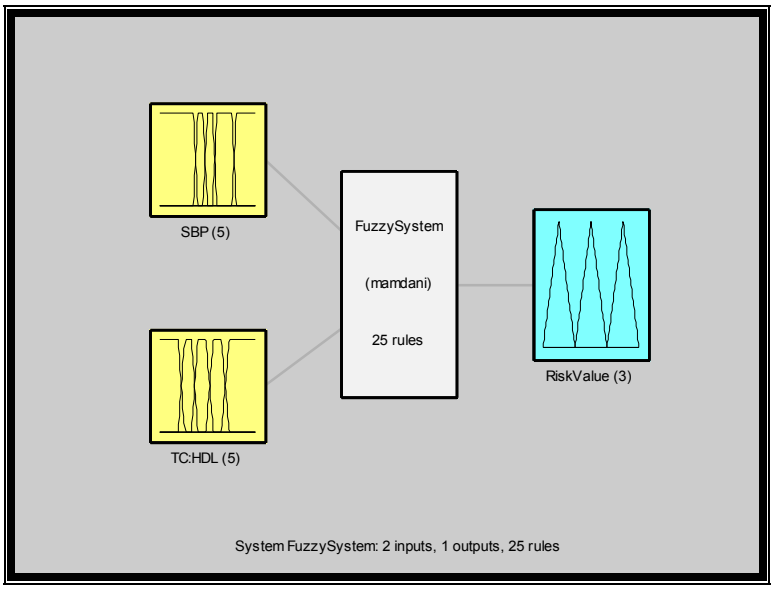
***2*- القواعد:** تعد القواعد هي الخطوة الرئيسة في هيكلية النظام إذ يتم عن طريق هذه الخطوة تحديد النتائج، وتقسم القواعد إلى المقدمة المنطقية والنتيجة المنطقية والارتباط، وتعد المقدمة المنطقية المسار الذي سوف يحدد النتيجة المنطقية أما الخطوة الثانية فهي الناتج النهائي للقانون أو القاعدة، وتستخدم الخطوة الثالثة في حالة احتواء الشرط على أكثر من مقدمة منطقية وهي تمثل عملية الارتباط بين هذه المقدمات المنطقية، وتتم عملية الارتباط هذه باستخدام العمليات المنطقية إما (AND) أو (OR).

لقد تم اعتماد مجموعة من القواعد في تصميم النظام الحاسوبي بالإستفادة من آراء عدد من الاطباء ذوي الخبرة والاختصاص في امراض القلب، والتي تعد قواعد علمية يتم على أساسها قياس نسبة الخطورة للشخص .

3- المُخرجات: بالرجوع إلى آراء الاطباء فقد تم اعتماد مُخرج واحد وهو نسبة الخطورة على الشخص . وتتكون المُخرجات من ثلاثة أقسام وهي اسم المُخرج والمدى للإخراج ودوال العضوية المستخدمة مع المُخرج.

لقد تم تصميم نظام حاسوبي مضبب يقوم بقياس نسبة الخطورة اصابة الاشخاص بانسداد الشرايين القلبية (الجلطة) لعشر سنوات باستخدام لغة Matlab ، إذ تتمتع هذه اللغة بعدة ميزات مكنت من تصميم نظام حاسوبي مضبب، مثل وجود برامج خاصة يمكن ربطها بالنظام لغرض إكمال عمليات التمهيد اللازمة. وقد تم الاستناد في تصميم هذا النظام الى الكتاب الطبي (ديفدسن)، والذي يعتبر الاساس الطبي الذي يستند الية اغلب الأطباء في

دراساتهم وبحوثهم . وقد تم تصميم واجهات تقوم بعرض دوال العضوية لكل من المُدخلات والمُخرجات فضلاً عن واجهة تقوم بعرض الهيكل العام للنظام، وهذه الواجهة موضحة بالشكل الاتي.



الشكل(2): واجهة النظام الطبي المصمم.

إن النظام يتكون من مُدخلين هما (ضغط الدم العالي والدهن الكلي على الدهن المفيد للجسم). ولكل مُدخل خمس دوال عضوية، وهناك 25 قاعدة يتم على أساسها تحديد النتيجة والتي تكون موضحة أيضاً مع ثلاث دوال عضوية، اما الاخراج فيمثل نسبه خطورة اصابة الشخص بأنسداد الشرايين القلبية (الجلطة) لعشرة سنوات قادمة.

لقد تم اعتماد الخوارزمية الآتية لتصميم النظام :-

الخطوة الأولى :- ندخل البيانات الخاصة بالضغط ونسبه الدهن الكلي على الدهن المفيد للجسم على الواجهة المصممة.

الخطوة الثانية :- نقوم بقياس نسبة اصابة الاشخاص بامراض انسداد الشرايين القلبية بعد عشر سنوات وعرضها على الواجهة المصممة.

الخطوة الثالثة :- نقوم بعرض الشكل الأول، والذي يمثل النظام المضبب بشكل كامل.

الخطوة الرابعة :- نقوم بعرض الأشكال التي تمثل دوال العضوية للمدخلات والمخرجات المحددة.

أن المُدخل الأول (الضغط العالي) يتكون من خمس دوال عضوية، ويلاحظ أن المحور السيني يمثل قيماً لضغط الدم العالي، إذ أن أدنى قيمة لضغط الدم العالي كانت (80) وأعلى قيمة كانت(180)، إذ تم تقسيم المنحني إلى اربعة أقسام اعتماداً على اراء الاطباء، وهي:

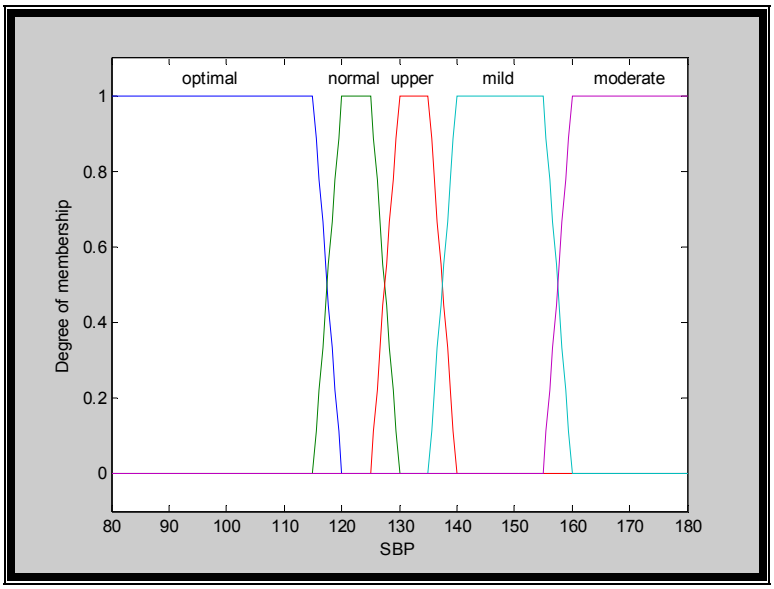
دالة العضوية الأولى هي optimal ويقع المدى لهذه الدالة بين (120-80) ملم زئبق.

دالة العضوية الثانية هي normal ويقع المدى لهذه الدالة بين (120-130) ملم زئبق.

دالة العضوية الثالثة هي upper normal ويقع المدى لهذه الدالة بين (130-140) ملم زئبق.

دالة العضوية الرابعة هي mild ويقع المدى لهذه الدالة بين (140-160) ملم زئبق.

دالة العضوية الخامسة هي moderate ويقع المدى لهذه الدالة بين (160_180) ملم زئبق.



الشكل(3): المجموعات المضببة المتعلقة بضغط الدم.

أما المحور الصادي فيمثل درجة العضوية، إذ إن دالة العضوية normal على سبيل المثال تكون أعظم قيمة لها، أي تكون درجة العضوية لها تساوي (1) عندما تكون قيمة الدالة واقعة ضمن الفترة المغلقة [120−125] وعندها تكون الدالة في ذروتها، فكلما ازدادت القيمة قلت درجة العضوية، وهذا هو الأساس الذي يستند اليه عمل دوال العضوية.

اما المُدخل الثاني للنظام وهو(TC:HDL) والذي تمت نمذجته أيضاً بخمسة دوال عضوية، فيتم تقسيم المنحني إلى خمسة أقسام، ويمثل المحور السيني قيم (TC:HDL)، إذ أن أدنى قيمة (TC:HDL) كانت (2) وأعلى قيمة كانت(10)، إذ تم تقسيم المنحني إلى خمسة أقسام اعتماداً على اراء الاطباء، وهي:

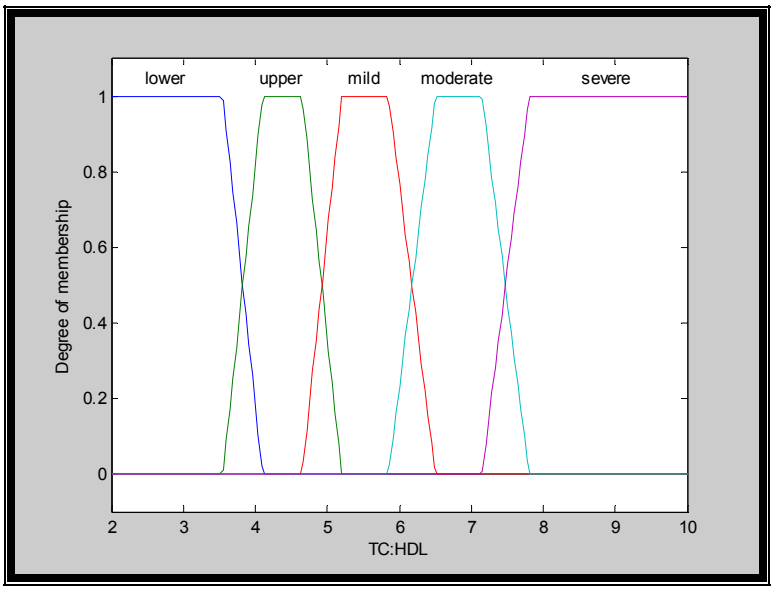
دالة العضوية الاولى: هي lower ويقع مدى هذه الدالة بين (2-4.1)

دالة العضوية الثانية: هي upper ويقع مدى هذه الدالة بين (4.1-5.2).

دالة العضوية الثالثة: هي Mild increases ويقع مدى هذه الدالة بين (5.2-6.5).

دالة العضوية الرابعة: هيModeratin incrases ويقع المدى هذه الدالة بين (6.5-7.8) .

دالة العضوية الخامسة: هي Sever incrases ويقع مدى هذه الدالة بين (7.8-10) .



الشكل (4): المجموعات المضببة المتعلقة **TC:HDL**.

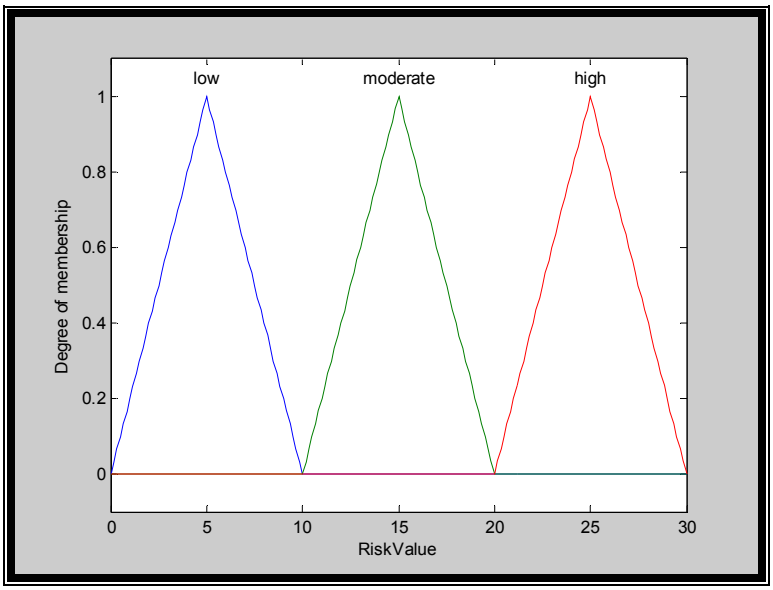
ان الاخراج يمثل نسبه الخطورة، وقد تم تقسيم الاخراج الى ثلاثة دوال عضوية، إذ يمثل المحور السيني قيم (TC:HDL)، حيث أن أدنى قيمة (TC:HDL) كانت (0) وأعلى قيمة كانت(30)، وقد تم تقسيم الاخراج بالاعتماد على اراء الاطباء الى :

دالة العضوية الاولى: هي L (Low) ويقع المدى لهذه الدالة بين 0 و 10.

دالة العضوية الثانية: هي M (Moderate) ويقع المدى لهذه الدالة بين 10 و 20.

دالة العضوية الثالثة: هي H (High) ويقع المدى لهذه الدالة بين 20 و 30.

فاذا كانت نسبة الخطورة هي Low فينصح الشخص ان يغير نظامه الغذائي، اما اذا كانت نسبة الخطورة هي Moderate فيجب ان يقوم الشخص بتغيير نظامه الغذائي وتناول نوعية معينة من الدواء، اما في حالة كانت النسبة High فيتم نقل الشخص الى المستشفى ومتابعة حالتة الصحية



الشكل(5): المجموعات المضببة المتعلقة **TC:HDL**.

وبعد أن تم تحديد الهيكل العام للنظام وتم رسم دوال العضوية وتحديدها لكل مدخل، فان المعلومات الآن أصبحت كاملة وكافية لكتابة القواعد والتي يتم على أساسها قياس نسبة اصابة الشخص بامراض انسداد الشرايين بعد عشر سنوات، وهذه القواعد هي على النحو الآتي:-

1. If (SBP is optimal) and (TC:HDL is lower) then (Risk Value is low)
2. If (SBP is optimal) and (TC:HDL is upper) then (Risk Value is low)
3. If (SBP is optimal) and (TC:HDL is mild) then (Risk Value is low)
4. If (SBP is optimal) and (TC:HDL is moderate) then (Risk Value is moderate)
5. If (SBP is optimal) and (TC:HDL is severe) then (Risk Value is moderate)
6. If (SBP is normal) and (TC:HDL is lower) then (Risk Value is low)
7. If (SBP is normal) and (TC:HDL is upper) then (Risk Value is low)
8. If (SBP is normal) and (TC:HDL is mild) then (Risk Value is moderate)
9. If (SBP is normal) and (TC:HDL is moderate) then (Risk Value is moderate)
10. If (SBP is normal) and (TC:HDL is severe) then (Risk Value is moderate)
11. If (SBP is upper) and (TC:HDL is lower) then (Risk Value is low)
12. If (SBP is upper) and (TC:HDL is upper) then (Risk Value is low)
13. If (SBP is upper) and (TC:HDL is mild) then (Risk Value is moderate)
14. If (SBP is upper) and (TC:HDL is moderate) then (Risk Value is moderate)
15. If (SBP is upper) and (TC:HDL is severe) then (Risk Value is moderate)
16. If (SBP is mild) and (TC:HDL is lower) then (Risk Value is low)
17. If (SBP is mild) and (TC:HDL is upper) then (Risk Value is moderate)
18. If (SBP is mild) and (TC:HDL is mild) then (Risk Value is moderate)
19. If (SBP is mild) and (TC:HDL is moderate) then (Risk Value is moderate)
20. If (SBP is mild) and (TC:HDL is severe) then (Risk Value is high)
21. If (SBP is moderate) and (TC:HDL is lower) then (Risk Value is moderate)
22. If (SBP is moderate) and (TC:HDL is upper) then (Risk Value is moderate)
23. If (SBP is moderate) and (TC:HDL is mild) then (Risk Value is moderate)

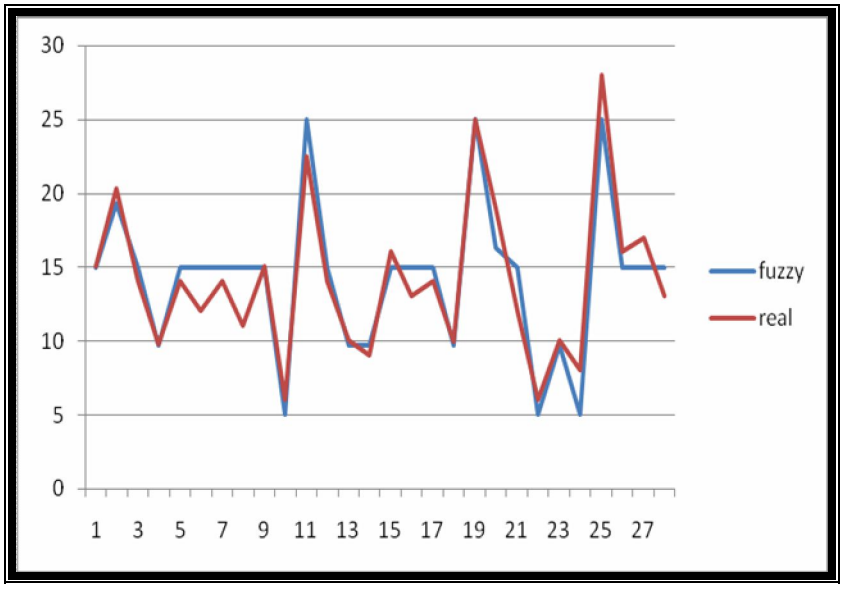
24. If (SBP is moderate) and (TC:HDL is moderate) then (Risk Value is high)
25. If (SBP is moderate) and (TC:HDL is severe) then (Risk Value is high)

3-6 تطبيق النظام والنتائج :-

وتطبيق النظام في حالة كان الشخص انثى عدم وجود حالة تدخين والعمر يتراوح بين ال50-59، يتم ادخال البيانات والتي تمثل قراءات لضغط الدم العالي (SBP)، ونسبة الدهن الكلي على الدهن المفيد للجسم (TC:HDL) الى النظام وذلك عن طريق الواجهة المصممة لهذا الغرض، وبعدها يتم الدخول الى النظام المضبب عن طريق الدالة ((readfis (FuzzySystem.fis)، وهذه الدالة تقوم بقراءة النظام المضبب الذي يكون في ملف اسمهFuzzySystem.fis واعطائه الى متغير معين وليكن Sys، وبعد ذلك يتم استخدام الدالة (evalfis) وهذه الدالة تحتوي على متغيرين الاول يمثل المدخلات الى النظام والثاني يمثل المتغير الخاص بالنظام وكما ياتي :-

```
sys =readfis("FuzzySystem.fis ");
RiskValue=evalfis ([SBP TC:HDL ] , sys );
```

ان الجملة الاولى هي مجرد احلال النظام الى متغير مثل sys الذي يمثل طريقة التعامل مع النظام، اي يتم ادخال البيانات الى النظام والاخراج منه. اما الجملة الثانية فهي عملية ادخال البيانات الى النظام واخذ الاخراج منه ، حيث يتم ادخال قيم الضغط الدم العالي والدهن واخذ الناتج والذي يمثل نسبة الخطورة من المتغير Comp_Str . فعن طريق دالات العضوية والقواعد المكونة يتم اخراج النتائج. ولو ادخلنا مدخلات النماذج (28 نموذجا) فان النتائج تكون بالشكل الاتي :-



الشكل(6) يوضح مقارنة بين البيانات الحقيقية والبيانات باستخدام النظام المضبب

1- المصادر العربية

هندوش ، رنا وليد بهنام ، (2003) ، "دراسة عن النمذجة المضببة مع تطبيقات" ، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية علوم الحاسبات والرياضيات ، جامعة الموصل ، العراق.

2- المصادر الأجنبية

1. Sivanandam, S. N., Sumathi, S. and Deepa , S. N. , (2007), **"Introduction to Fuzzy Logic Using MATLAB"**, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin.
2. Cotta A.(1996): "Evolutionary of fuzzy logic controllers", **http://citeseer.ist.psu.edu./cotta96 evoltionary.html**
3. Brule J. (1985): " Fuzzy systems - a tutorial", **http://www.austinlinks.com/Fuzzy/tutorial.html**
4. Bydon S. (2001): "Supervisory fuzzy controller for linear control system", Unpublished MSc Thesis. department of Process control, University of Mining and Metallurgy, Poland, http://pcc.imir.agh.edu.pl/poz6/.
5. Malaviya Ashutosh and Peters Liliane (2000), " Fuzzy Handwritten Description Language: FOHDEL", Journal of the Pattern Recognition Society, pp. 119-131,.
6. Charlie Dou and j.a.Macedo **"Complex System Inference-Control and Fuzzy Logic modeling"** 0-.8186-7126-2/9$54 .00*0* 1995 IEEE Proceedings of ISUMA-NAFIPS '95