المجلة العراقية للعلوم الاحصائية (16) 2009
ص ص [161– 184]

تطبيق المنطق المضبب لنمذجة الكثافة الانتاجية لمعمل الالبسة الولادي

رنا وليد بهنام هندوش*

الملخص

يهدف البحث إلى تصميم نموذج برمجي لتقدير كثافة منتج جديد باستخدام تقنيات المجموعات المضببة استناداً إلى العوامل المؤثرة في كثافة المنتج. يتكون نموذج تقدير كثافة المنتج FLPDEM من القواعد الشرطية وقد تم استخدام نظام Mamdani للاستدلال المضبب وذلك لكفاءته في معالجة المعرفة لصنع القرار.كما استخدمت الـmatlab كأداة برمجية لكتابة برامجيات النموذج.وقد تم تطبيق النموذج على معدل البيانات المأخوذة من معمل الألبسة الولادي في الموصل وأثبتت النتائج أن FLPDEM هو أداة كفوءه لتقدير كثافة المنتوجات الجديدة .

The Application of Fuzzy Logic to the Modeling of product Density for Children Ready-Made Clothes

ABSTRACT

The main objective of this research is to design a program model for a new product density estimation by implementing fuzzy logic techniques. This model is designed depending upon some of the factors influencing product density. The model consists of conditional rules. Mamdani fuzzy inference system is used for reasoning process because it is an efficient type of fuzzy inference for knowledge to make decision processing. The model is designed using MATLAB as the programming tool for writing the model's programs. The model is applied to real data average taken from Mosul factory for children Ready-Made clothes. The results obtained proved that FLPDEM is an attractive model for new product density.

---

* مدرس مساعد/ قسم البرمجيات/ كلية علوم الحاسبات والرياضيات/جامعة الموصل
تاريخ التسلم :2009/5/26 ـــــــــــــــــــــ تاريخ القبول : 28 /6 /2009

الجانب النظري

1. مقدمة عن المنطق

إن النجاحات التي حققها علم الرياضيات إلى حد ألان تعـود بـشكل كبيـر إلـى الفيلسوف أرسطو وسلفه من الفلاسفة اذ انه ادخل ما يعرف بقوانين التفكير ومـن هذه القوانين استبعاد المتوسط الذي ينص على وجود واحدة من حـالتين (صـحيح أوخطا) لكل قضية أو اقتراح, وتم اقتراح امتلاكها حقيقة بقيمة تساوي "1" أو بقيمة تساوي"0". وان بلاتو(Plato) هو الذي وضع أسس حقل المعرفة الذي عرف فيما بعد بالمنطق المضبب وبذلك تم لأول مرة تشخيص وجود حالة أو منطقـة ثالثـة فضلا عن الحالتين المتضادتين (الصح,الخطأ)((Gerhke & Elbert(2007). وفي السنوات الأخيرة تم اكتشاف نظرية المنطق المضبب وأصـبح لطفـي زادة هـو المؤسس الاول لها فضلاً عن ملاحظاته بعدم قدرة منطق الحاسوب التقليدي علـى معالجة البيانات التي تمثل أموراً موضوعية وتمثل أفكاراً إنسانية غامضة, اذ طور أسلوباً لغوياً للتعامل مع المعلومات اللغوية الغامضة المبنية على أساس المجموعات المضببة والمنطق المضبب ومنذ ذلك الحين استخدم هذا الأسلوب فـي التطبيقـات العملية لشتى المجالات منها الطبية, الصناعية, الهندسية, علوم الأرصـاد الجويـة, إدارة الأعمال, علوم الحاسوب, الأنظمة الخبيرة وغيرها. وبهذا فان تصميم المنطق المضبب يودي إلى السماح للحواسيب في إيجاد الاختلافات بين البيانـات بظـلال غامضة وبشكل يشبه عمليات الجدال الإنسانية.وفي عام 1965 نـشر زادة بحثـه المعروف بعنوان("Fuzzy Sets") الذي يوضح الجوانـب الرياضـية لنظريـة المجموعات المضببة((Klir et al.(1997) .

ان المعرفة المضببة هي معرفة محددة بعبارات اوكلمات مثل:على الأغلب, بضعة, جداً, نوعاًما, كثيراً, قليلاً..الخ. فمن الصعوبة وصف المعرفة الحقيقية دون استخدام المصطلحات الضبابية وذلك لان كل معرفة في الواقع هي حقيقة إلى حد ما ومن أهداف النظرية المضببة تكون طريقة لصياغة نماذج لحل المسائل المعقدة جداً أو المسائل الغامضة التي لايمكن تحليلها باستخدام الطرائق التقليدية وبسبب

كونه غير تقليدي فان المنطق المضبب كان وسيبقى مثيراً للجدل لفترة من الزمن حتى يحتل المكانة العلمية بين العلوم الأخرى. وبالرغم من إدخال تقنية المنطق المضبب في الولايات المتحدة الأمريكية غير إن العلماء والباحثين اهملو هذه التقنية بسبب تسميتها غيرا لتقليدية بشكل أساس عكس العلماء الموجودين في اليابان والصين واغلب الدول الشرقية وهذا ماجعل الولايات المتحدة تأتي بعد اليابان بنحو عشر سنوات من الناحية العلمية لهذه التقنية الحديثة((Stoilos et al.(2006) .

2. تعريف المنطق المضبب

إن المنطق المضبب الذي تم تطويره في الستينات من قبل لطفي زادة, يهدف إلى توفير الدوال والأحكام الرياضية التي تسمح لطرق حساب القيم الوسطى بين الحقيقة المطلقة والنفي المطلق التي تقع بين (0,1). يمثل المنطق المضبب مجموعة راقية من المنطق الكلاسيكي والذي يختلف ويتشابه في الوقت نفسه مع المنطق البوليناي Boolean Logic وتكمن أوجه التشابه في استعادة نتائج منطق بوليان من خلال عمليات المنطق المضبب في حالة تحديد جميع دوال العضوية المضببة بالقيمة(0,1), أما الاختلافات فتحصر بقدرة المنطق المضبب على محاكاة التفكير الإنساني الذي يعتمد على درجات متباينة للحقيقة (Johanyak & Kovacs(2006)),(Tron & Margaliot(2004)).

إن المنطق المضبب هو تقنية تتمتع بقدرة عالية في إيجاد الحلول للمشاكل المختلفة بما في ذلك الأكاديمية منها أو التطبيقية وتوجد عشرات الألوف من تطبيقات المنطق المضبب الداخلة ضمن عمليات السيطرة والمعلوماتية. ويوفر هذا المنطق طريقة بسيطة جدا للحصول على استنتاجات محددة من معلومات غير دقيقة وغامضة, اذ يحاكي هذا المنطق حالات اتخاذ القرارات لدى الإنسان مقرونة بالمحاولات لإيجاد حلول دقيقة من بيانات غير دقيقة اوتقريبية وعلى النقيض من المنطق الكلاسيكي الذي يتطلب استيعاباً واسعاً وفهماً عميقا لنظام موضوع الدراسة فضلاً عن تعيين المعادلات الضرورية وتحديد القيم العددية للنظام نفسه. وبهذا يكون المنطق المضبب إحدى أنواع المنطق متعدد القيم ويعتبر امتداداً له, كما يعني بالعمليات التي تجري على المجموعات المضببة وكيفية تفسيرها وتنفيذها وطبيعة

الضبابية الموجودة فيه, ويعد نظاماً من المبادئ والمفاهيم المستخدمة في طرق الاستنتاج التقريبي فضلاً عن طرق الاستنتاج الدقيق((Klir et al.(1997).

يستخدم المنطق المضبب في العديد من التطبيقات العملية منها ماهو في مجال صنع القرار(وهذا هو محور البحث) كمافي إدارة الأعمال والاقتصاد والمجالات الطبية وغيرها, ومنها ماهو في مجال السيطرة والتحكم وغالبا ما يكون استخدامه في مجالات الصناعية والتقنية وإدارة المرور وأجهزة التحكم بالإنسان الآلي والسيارات الحديثة والغسالات الأوتوماتيكية. ويعد المنطق المضبب مجالاً جذاباً في البحث لأنه يقوم بمعالجة المعلومات الغامضة وتلك التي تفتقر إلى الدقة في طريقة تقديرها فضلا عن انه سهل الفهم لان المفاهيم الرياضية المتعلقة بالاستنتاج التقريبي سهلة جداً وما يجعلها كذلك كونها طبيعية يعبر عنها باللغات الطبيعية وليس عن طريق المعالجات الرياضية المعقدة, ويعتبر المنطق مرنا ويمكن إضافة أو حذف أجزاء وظيفية من أي نظام استنتاج مضبب دون الحاجة إلى إعادة كتابة برامج النظام من البداية ويتحمل هذا النظام البيانات الغامضة حيث يقوم بمعالجة الغموض الملازم لبعض الأنظمة الكلاسيكية ويمكن أيضاً باستخدام معالجة الدوال الخطية المعقدة فتكون هذه العملية سهلة باستخدام التقنيات التكيفية مثل أنظمة الاستدلال العصبية المضببة ANFIS. ونلاحظ أن الأنظمة المضببة تعتمد على خبرة الخبير في بناء النظام على العكس من أنظمة الشبكات العصبية الاصطناعية التي تأخذ بيانات التدريب لتكون نظاما لايتاثر بخبرة البشر.كما نلاحظ إن أساس المنطق المضبب هو الأساس ذاته في اتصال البشر فيما بينهم وهو اللغة حيث تبنى الأنظمة المضببة باستخدام اللغات الطبيعية التي يفهمها البشر (Babuska (2006)),(Tron & Margaliot(2004)).

3. دالة العضوية membership function

هي دالة رياضية تعرف درجة عضوية كل عنصر في المجموعة المـضببة, فإذا كانتAمجموعة مضببة في المجموعة الشاملة X فان دالة عضويةx فـي X للمجموعة A يرمز لها بـ $\mu_A(x)$ وهذه تمثل دالة عضوية العنصر x إلى المجموعة المضببة A وهي عبارة عن دالة رياضية تحقق الشرط الأتي(Klir et al.(1997)

$$\mu_A(x) \in [0,1] \qquad \forall\ x \in X \qquad :$$

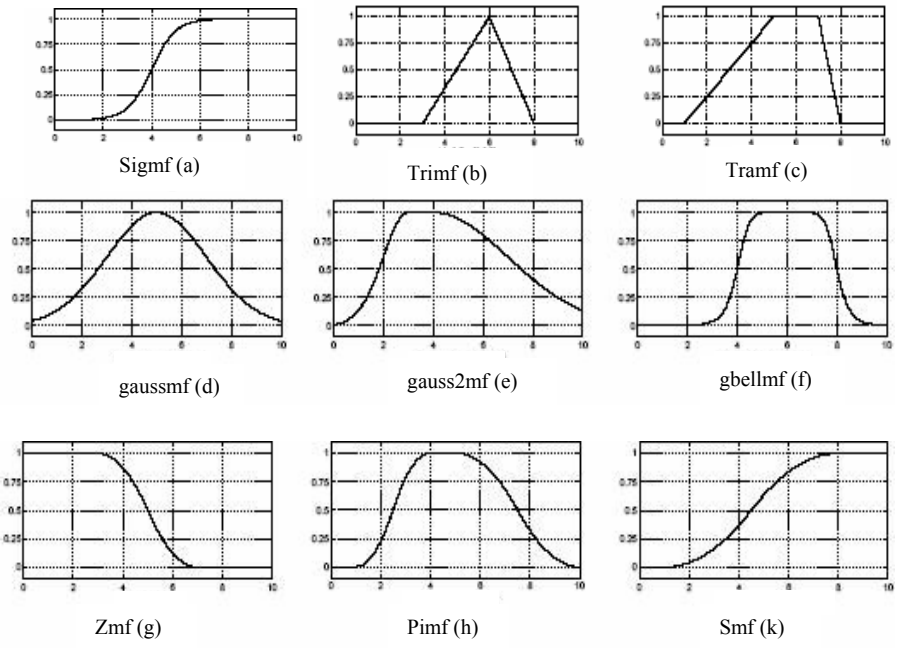
إن المنطق المضبب يتضمن العديد من الدوال العضوية الموجودة فيه ومـن هـذه الأنواع:

1. دالة عضوية Sigmoidal ويرمز لها بـ (sigmf) وهذه الدالة تكون مفتوحة إلى اليمين لتمثيل اكبر قيمة موجبة كما في الـشكل ((1(a)). أو إلـى اليـسار لتمثيل اكبر قيمة سالبة.
2. دالة العضوية المثلثية (Triangular membership function) والتي يطلق عليها(Trimp) كما موضح في الشكل((Gerhke& Elbert (2007) ((1(b)).
3. دالة العضوية ذات الشكل شـبه المنحـرف (Trapezoidal membership function) ويطلق عليها (Tramp) ولهذه الدالة جزء علوي مسطح وهي في الحقيقة تمثل مثلثا مقطوعا من الأعلى كما موضح في الشكل((1(c)) .
4. دالة عضوية توزيع Gaussian وهناك دالتان تبنيان على هذا التوزيـع همـا النوع البسيط ويرمز له بـ(Gaussmf) وهي دالة متناظرة كما في الـشكل (1(d))والنوع الثاني النوع المركب ويرمز له بـ(Gauss2mf) وهذه الدالة هي دمج لدالتين من النوع (Gaussmf) كما في الشكل ((1(e)) .
5. دالـة العـضوية الجرسـية(Bell membership function) ويرمـز لهـا بالرمز(gbellmf) وهذه الدالة ناتجة عن إضافة معامـل أخـر مقارنـة مـع دالة(Gaussmf) وكما في الشكل ((1(f)).

6. دوال العضوية المعتمدة على تعدد السطوح ومنها دالة (zmf) والتي تكون غير متناظرة وبشكل خط مستقيم أو منحن ومفتوحة إلى اليسار كما في الشكل((1(g)). ودالة (pimf) والتي تكون صفرا في كلا الجانبين وفي كلتا النهايتين مع ارتفاع في الوسط كما في الشكل ((1(h)). وأخيراً دالة (smf) التي تكون دالة غير متناظرة إما بشكل خط مستقيم أو منحن مفتوحة إلى اليمين كما في الشكل((1(k)), ((The Math Works(2005), Klement et al.(2004)

4. المتغير اللغوي Linguistic Variable :

وهو المتغير الذي تكون قيمته لغوية, ويتسم بصفات ضبابية أي أن تكون قيمته ضمن مجال مجموعة مضببة ما. فمثلا(كثافة منتج واطئة) معناها أن المتغير اللغوي (كثافة منتج) له قيمة تنتمي إلى المجموعة المضببة (كثافة المنتج الواطئة) انتماء مضبباً. وهنا يكمن الاختلاف عن المتغيرات التقليدية الأخرى المعروفة العددية منها والتقليدية والحرفية وغيرها((Johanyak & Kovacs(2006) .



الشكل (1) : يمثل بعض نماذج دوال العضوية

5. نظام الاستدلال المضبب Fuzzy Inference System :

إن الاستدلال المضبب هو صياغة التمثيل من الإدخال المعطى إلى الإخراج بحالة مقبولة باستخدام المنطق المضبب.وان هذا التمثيل يعطي الأساس الذي يتشكل منه القرار الذي سوف يتخذ أو النمط الذي سيطبق.إن عملية الاستدلال المضبب تتضمن كلاً من دوال العضوية والعمليات في المنطق المضبب وقواعد If-Then. ويختلف نظام الاستدلال المضبب(FIS)عن الأنظمة الخبيرة التقليدية في أسلوب المعالجة اذ يتبع الثاني الأسلوب ألتتابعي والذي يستخدم فيه التقنيات الحدسية وخوارزميات الاختزال لتقليص عدد القواعد التي يتم اختبارها عند التنفيذ إلى اقل مايمكن بينما في أنظمة الاستدلال المضبب يتم اختبار جميع القواعد بغض النظر عن عددها. تكون الفرضية أو القاعدة الجزء الأساسي في نظام الاستدلال المضبب (FIS) ويتم حساب الناتج النهائي عن طريق حساب درجة المصداقية لمجموعة من القواعد الشرطية وغير الشرطية, وان هذه القواعد تمثل جمل المعرفة وتكون مشابهة للقواعد المستخدمة في الأنظمة الخبيرة التقليدية وهي ذات نوعين,النوع الأول القواعد الشرطية والتي يتم احتسابها عن طريق جملة إذا الشرطية (Stoilos et al.(2006))ويكون لها الشكل الاتي:

If w is Z Then x is Y

حيث إن w, x هي قيم عددية, وكل من Z , Y متغيرات لغوية. والجملة التي تتبع If تسمى بالفرضية المنطقية(antecedent) أما الجملة التي تتبع Then فتسمى جملة الاستنتاج المنطقي(consequent) وعلى هذا الأساس فان تفسير الجملة الشرطية أعلاه تكون تنتمي x إلى Y بنفس درجة انتماء w إلىZ, والنوع الثاني يسمى بالقواعد غير الشرطية والتي لاتستخدم فيها جملة If-Then والتي يكون شكلها كما ياتي : x is Y

اذ إنx قيمة عددية وY متغير لغوي. فهي إما أن تستخدم لتحديد مجال الإخراج أو لتكوين مجال إخراج عندما يخلو النظام من القواعد الشرطية أو في

حالة عدم توافق أية من القواعد الشرطية مع مجال الإخراج, ويطلق على الـرابط الوظيفي بين درجات العضوية للمناطق المضببة المرتبطة بالمسالة اسـم طريقـة التضمين(Implication method) وان لعملية التضمين هـذه طـريقتين الأولـى طريقة تضمين الأصغر_الأعظـم (min-max Implication method) والتـي اشتق اسمها من الأسلوب المتبع في التضمين حيث يتم تحديـد منطقـة الإخـراج المضببة بأقل درجة عضوية للفرضية المنطقية, بينمـا تتغيـر منطقـة الإخـراج المضببة بأخذ أعلى قيمة من تلك القيم المصغرة, والطريقة الثانيـة هـي طريقـة التضمين الجمعي (Additive Implication method) والتي تتبع فيها أسـلوباً مختلفاً نوعاً ما عن سابقتها في كيفية تغيير منطقة الإخراج المضببة, فبالرغم مـن أنها تستخدم الطريقة ذاتها في تقليص قيمة درجة العـضوية العظمـى للفرضـية المنطقية فانها تغير منطقة الإخراج ويمكن ملاحظة إن قيم دالة الانتماء سـتتجاوز الـ(1) بسهولة مما يحدث خطا لان هذه القيمة يجب أن تكـون محـصورة بـين القيمتين[0,1], وتوجد طريقتان لحل هذه المشكلة بالاعتماد على الأسلوب المتبع في إزالة الضبابية(defuzzification) حيث يعتبر هذا الأسلوب الرابط الوظيفي بـين المناطق المضببة والإخراج النهائي ويطلق عليه اسـم طريقـة إزالـة الـضبابية (defuzzification method) فعند استخدام القواعد العامة للاسـتدلال المـضبب تنتج عنه مجموعة مضببة واحدة لكل متغير من متغيرات الإخراج,وهذه المرحلـة هي المرحلة الأخيرة من الاستدلال المضبب فان تقييم القواعد يتم من خلال عمليـة التجميع التي تكون منطقة الإخراج المضببة لكل متغير من متغيرات الإخـراج,ثـم تحال هذه المنطقة باستخدام إحدى طرائق التحليل أو إزالة الضبابية ومـن أهمهـا طريقة المركز المتوسط (centroid) والتي يتم خلالها إيجاد (مركز الثقل) لمنطقة الإخراج المضببة وتعد هذه الطريقة من أكثر الطرائق شيوعاً وذلك لسهولة العملية الحسابية فيها, أما الطريقة الثانية فهي طريقـة الارتفـاع الأعظـم (maximum height) ويتم فيها إيجاد النقطة التي تكون لها أعلى درجة عضوية للمجال , و إذا كانت هذه النقطة غامضة أي توجد قيم مجاورة لها بنفس درجة انتمائها فيتم إيجـاد المركز لهذه النقاط لتكون هي نقطة الإخراج المتوقعة. وهنالك نوعان مـن نظـم

الاستدلال المضبب التي يمكن تطبيقها في برنـامج matlab وهمـا (Mamdani type & Sugeno-Takage type) وهذان النوعان يختلفان فـي طريقـة تمثيـل الإخراج بشكل مجاميع مضببة وقيم ثابتة على التوالي.إن نظم الاستدلال من نـوع مامداني تكون مقبولة بشكل واسع وملائمة للإدخالات البشرية. إما نظم الاسـتدلال من نوع ST فتكون كفؤة في الحسابات وخاصة في الطرائق الخطية كمـا تكـون ملائمة في حسابات الامثلية وتكون ملائمة جدا للتحليلات الرياضية.وهناك خمـس مراحل لبنـاء نظـام اسـتدلال مـضبب ((Babuska(2006) & (The Math Works(2005)).

1. الإدخالات المضببة (Fuzzy inputs) :

إن الخطوة الأولى هي بأخذ الإدخال وتحديد الدرجة التي تعود الى اية مجموعة مضببة ملائمة باستخدام دوال العضوية.

2. تطبيق العمليات المضببة (Applying fuzzy operators) :

حالما يدخل الإدخال إلى عملية التضبيب سوف نعرف درجة العوامل التي ستحدد له, وسوف يقيم جميع القواعد الموجودة, إذا كان التحديد لديه أكثر من جزء واحد فان العمليات المنطقية المضببة سوف تطبق عليه لنحصل على نتيجة واحدة .

3. تطبيق طريقة التضمين(Applying implication method) :

إن تطبيق طريقة التضمين يجب أن تأخذ بعناية وزن كل قاعدة. وكل قاعدة تمتلك وزناً (محصورا بين0,1) والذي سوف يطلق على جملة If. وجملة الاستنتاج هي مجموعة مضببة وهذه المجموعة سوف يتغير شكلها اعتماداً على جملة If, فالإدخال هي قيمة واحدة معطاة من جملة If, والإخراج يكون مجموعة مضببة. وان التضمين يكون لكل قاعدة((Chortaras et al.(2006).

4. تجميع كل الاخراجات (Aggregating all outputs) :

بعد إكمال تطبيق طريقة التضمين على كل القواعد واخذ النواتج لها سوف يعمل تجميع للنواتج كافة لإيجاد الناتج النهائي. وهذه العملية تجميع المجموعة المضببة لكل قاعدة في مجموعة مضببة واحدة لكل مخرج. ان عملية التجميع

تظهر مرة واحدة لكل مخرج, وهي قبل أخر عملية والتي تمثل عكس عملية التضبيب.المدخل لعملية التجميع هو عبارة عن قائمة من المجاميع المضببة لكل القواعد الخارجة من العملية.وان الإخراج من عملية التجميع هو مجموعة مضببة واحدة لكل متغير إخراج((Saifizul et al.(2008) .

5. إزالة الضبابية (Defuzzification) :

إن عملية إزالة الضبابية هي عملية تحويل المجموعة المضببة(الإخراج من عملية التجميع)إلى قيمة محددة.ولعل أشهر طريقة لعملية إزالة الضبابية هي حساب المركز(centroid) والذي يعيد المركز للمنطقة تحت المنحني.

الجانب التطبيقي

1. استخدام المنطق المضبب في عملية صنع القرار Using of fuzzy logic in Decision making:

إن عدم التأكدية Uncertainty يحيط بمختلف مظاهر حياتنا العامة, ولاتعد عملية صنع القرار مستثناة من هذه الحالة والسؤال الذي يطرح نفسه هنا كيف نتعامل مع عدم التأكدية؟ فإما نتجاهلها بحيث نبني قراراتنا على إعداد ونسب نتظاهر بأنها دقيقة وفي هذه الحالة سنغامر فربما نربح الرهان أو نخسره ولا توجد حماية ضد احتمالية كون تخميناتنا غير صائبة, أما الاحتمال الثاني فأن نميزها ضمنيا وفي حالة كهذه نعلم بان تخميناتنا غير دقيقة ولكننا لانملك القدرة على تخمين الاتجاه الذي يكتنفه الغموض.ولذلك لاتعد الطرائق التي نتعامل بها مع عدم الدقة او عدم التأكدية مرضية من اجل صنع القرارات الصائبة (Kurnaz et al.(2009)).فيمكن أن تعرف مواقف القرار عادة بأنها تلك المواقف التي يكون فيها لدى صانع القرار هدف محدد وعدد من الخيارات التي من الممكن أن توصل إلى ذلك الهدف. ويجب على صانع القرار حينذاك أن يقوم بتقسيم هذه الخيارات بطريقة ما من اجل اختيار احدها. فلو تأملنا الطرائق التقليدية في صنع القرار سنرى أن رجال الأعمال اتبعوا في صنع قراراتهم الطرائق التقليدية المبنية على أساس نظريات كل من أرسطو, ديكارت و بيز, اذ ذكر أرسطو بان كل فرضية هي

إما صائبة أو خطأ, أما ديكارت فقد اوجد نظرية المجموعات التي تصنف الأشياء إلى أشياء تنتمي وأشياء أخرى لاتنتمي إلى مجموعة ما بينما ابتكر بيز رياضيات الاحتمالات الشرطية القائلة بان احتمالية وقوع حادثتين مستقلتين هي حاصل ضرب احتماليتهما وشكلت هذه البديهيات الأساس في إدارة الأعمال لصنع القرار((Pedrycz (2007). وبهذا يوجه صانع القرار لاختبار مناطق القرار الرمادية الوسطية الممكنة ويفترض طريقة للتحليل تمكن صانعي القرار من تصنيف المشروع كأجزاء نسبية وعلى أساسها يتم توزيع موارد المشروع والتي نلاحظ بأنها تعكس خبرة الخبراء في هذه العملية واستطاعت أن تميز بين الأحداث الحالية والتوقعات المستقبلية فضلا عن كل ذلك تمكنت من تزويدنا بالية لمعالجة الشك الذي لايؤخذ بنظر الاعتبار مثلاً كثافة الإنتاج للسنة القادمة وهوامش الإنتاج في حالة الركود الاقتصادي حيث تكون النتائج عكسية (Hutchinson & Matin(1999) & Saifizul et al.(2008)).

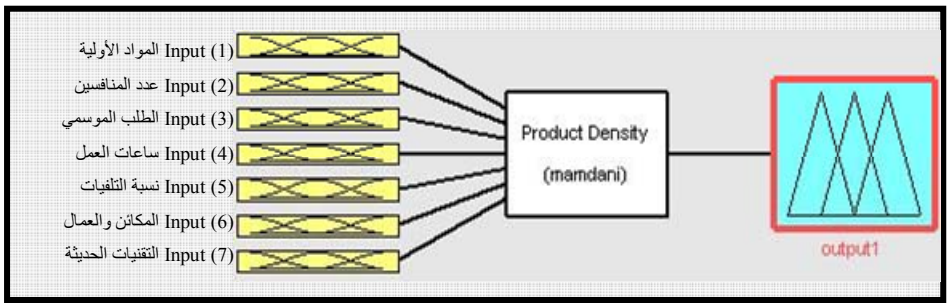
2. نموذج تقدير كثافة منتج باستخدام المنطق المضبب

Fuzzy Logic in Product Density Estimation Model (FLPDEM)

يستخدم الاستنتاج التقريبي في صنع القرار لتخمين كثافة منتج لمعدل الألبسة الولادي في الموصل لمعدل السنوات الثلاثة(2006,2007,2008) كما في الملحق (B), حيث يعتبر هذا المعمل احد المعامل التابعة للشركة العامة لصناعة الألبسة الجاهزة والتي تأسست 1988 ويختص بإنتاج الألبسة للفئة العمرية من 4-18 سنة ومن كلا الجنسين ساهمت الشركة بنقل خبرة الخياطة إلى القطاع الخاص "العوائل"عن طريق دوران العمل باكتساب الخبرة والمهارة ويقوم المعمل بتجهيز دوائر الدولة ومؤسساتها, وتهتم بأنظمة المعلومات من حيث أسلوب نقلها وسهولة وسرعة انسيابها بين المعامل والأقسام المختلفة التي تحتاج إليها في المعمل والحاسوب.وساهم المعمل بإيجاد فرص عمل لأفراد المجتمع حيث بلغ عدد العاملين(3250)عامل.

إن عملية تقدير كثافة المنتج لمعمل الألبسة الولادي تتضمن خليطاً حرجاً من العوامل الغامضة وغيرالدقيقة, فمنها توافر المواد الأولية,عدد المنافسين,الطلب

الموسمي على المنتج,عدد ساعات العمل, نسبة التلفيات الناتجة,عدد المكائن والأيدي العاملة المتوفرة فضلا عن توافر التقنيات الحديثة.وهناك عوامل أخرى كثيرة إلا أن تصميم نموذج تخمين كثافة منتج**FLPDEM** تم بالاعتماد على العوامل المذكورة أعلاه فقط, والشكل (2) يوضح مخطط نظام الاستدلال المضببFIS الخاص بـ**FLPDEM** ويكشف هذا النموذج عن خاصية الأنظمة المضببة وقابليتها على التعبير عن خبرة الخبراء.فهذا النموذج يعكس خبرة أكثر من خبير حيث يطالب مدير الإنتاج بزيادة كثافة المنتج من اجل تغطية السوق بالمنتج لزيادة الربح الناتج عن زيادة التصريف اما مدير التسويق والمبيعات فيطالب بان تكون كثافة المنتج عالية للتوصل إلى رقعة تسويقية جيدة وتحسين النوعية لمنافسة المنافسين الموجودين بالسوق وخاصة في مواسم الأعياد لزيادة القدرة الشرائية والطلب الموسمي المتزايد على المنتج فضلا عن ذلك يطالب المدير المالي بان تكون كثافة المنتج مرتفعة من اجل الحصول على ربح جيد ورقعة تسويقية مثلى.



الشكل(2) : مخطط نظام الاستدلال المضبب الخاص بنموذج FLPDEM

3. تصميم النموذج :

يتألف نموذج تقدير كثافة منتج FLPDEM من 84 قاعدة يربط بعض هذه القواعد الرابط andلتوفير التداخل المتعدد بين العوامل المختلفة الموثرة في هذا النموذج وتعد هذه القواعد الجزء الأساسي والمهم لتصميم هذا النموذج والتي اقترحنا ها بصيغة تضمن لنا الوصول الى تقدير كثافة المنتج بصورة كفوءة وكما هو مبين بالملحق (A), حيث أن (Input(i) , i=1,2…7) تتمثل بالعوامل المؤثرة

في كثافة المنتج وكما موضحة بالشكل (2) أعلاه, والرمز (1) في نهاية كل rule يمثل الوزن لتلك القاعدة وoutput يمثل المخرجات (كثافة المنتج).

4. نظام الاستدلال المضبب المستخدم:

توجد ثلاثة أنواع من أنظمة الاستدلال المضبب والتي تعتمد بصورة أساسية على جزء output من القواعد في if-then وهي نموذج Mamdani ونموذج Sogeno-Tagagi وكذلك النموذج البسيط.وتم استخدام نموذج مامداني في نموذج تخمين كثافة المنتج والذي اقترحه العالمMamdani في عام1974م (Saifizul et al.(2008)). وفي هذا النموذج من نظام الاستدلال المضبب يكون جزء الإخراج output من القواعد عبارة عن متغيرات لغوية مضببة تعرف من خلال دالة العضوية الخاصة بكل قاعدة. وبالرغم من صعوبة تحليل هذا النموذج فانه من السهل وصف المعرفة المحددة في جزء الإخراج ولذلك فانه يعد ملائماً للأنظمة الخبيرة الخاصة بمعالجة المعرفة وصنع القرار أكثر من ملاءمته للأنظمة الخبيرة الخاصة بالسيطرة وهو السبب الرئيسي لاستخدامنا نظام Mamdani FIS في تصميم نموذج **FLPDEM**, لانه يعد النموذج الأكثر شيوعاً في مجال المعرفة وصنع القرار, والسبب الأخر هو أن مجال الإخراج عبارة عن متغيرات مضببة وليست دوالاً خطية.

5. خوارزمية FLPDEM :

لانجاز نموذج تقدير كثافة منتج باستخدام المنطق المضبب سوف نتبع الخطوات الاتية:

أولا :(تضبيب متغيرات الإدخال)

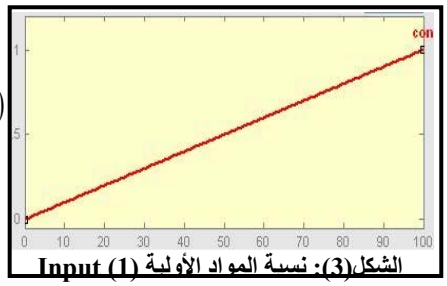
إن قيم الإدخال لنظام الاستدلال المضبب FIS عبارة عن قيم عددية حقيقية ضمن المجال المحدد لكل متغير من متغيرات الإدخال.وفي هذا النموذج اقترحنا أن تكون متغيرات الإدخال سبع مدخلات لكل منها دالة عضوية ومتغيرات لغوية خاصة بها كما موضحة أدناه:

1. نسبة توفر المواد الأولية والتي قيمتها تقع ضمن الفترة[0,100] وتضم هذه المجموعة دالة عضوية واحدة أي منطقة مضببة واحدة وكما موضحة بالشكل(3):

Continuous: S.shaped membership .

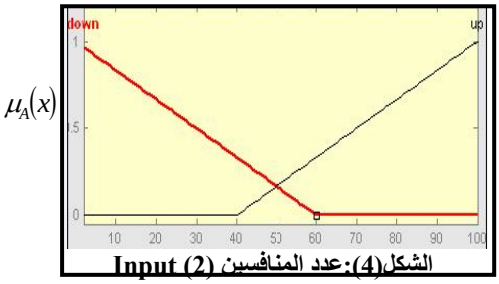
2. عدد المنافسين ومداه يقع ضمن الفترة[0,100],وتم تقسيم هذه المجموعة على منطقتين مضببتين وكما مبينة بالشكل(4)

Down : Linear membership function



الشكل(3): نسبة المواد الأولية Input (1)

Up : Linear membership function



الشكل(4):عدد المنافسين Input (2)

3.الطلب الموسمي على المنتج ويتراوح بين[100,9900],وتضم هذه المجموعة منطقتين في بادئ الأمر وهما: Down : Linear membership function
Up : Linear membership function

وثم استخدام المتغير اللغوي medium لتحوير المجموعة المضببة وتقسيمها إلى منطقة مضببة أخرى لتكون مقسمة على ثلاث مناطق وكما موضح بالشكل(5)أدناه:

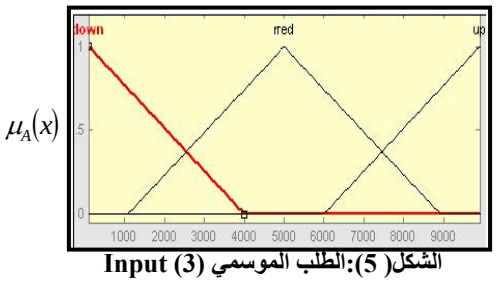
Down : Linear membership function
Medium : Triangular membership function
Up : Linear membership function

4. ساعات العمل يكون العمل في مصنع الألبسة الولادي بين ساعتين و12 ساعة يوميا وتم تقسيم هذه المجموعة إلى منطقة مضببة واحدة فقط والتي يبينها الشكل (6):

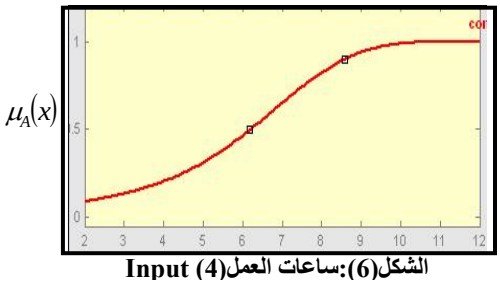
Continuous:S.shaped membership function.

5. نسبة التلفيات وفرضناها بأنها تتراوح بين[0,45] وتضم هذه المجموعة أيضاً منطقة مضببة واحدة وكما موضح بالشكل(7)

Excessive : Linear membership function



الشكل(5):الطلب الموسمي Input (3)



الشكل(6):ساعات العمل Input (4)

6. عدد المكائن والأيدي العاملة ومداها يقع ضمن الفترة المغلقة[1000,4000] وتضم منطقتين مضببتين وهما:

Low : Linear membership function

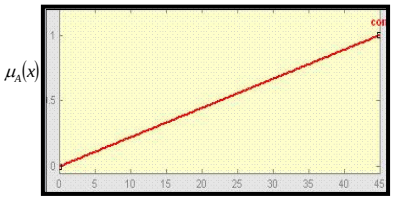
High: Linear membership functio

وكما في حالة الطلب الموسمي تم استخدام الحاجز اللغوي(المتغير اللغوي) medium لتحوير مجموعة عدد المكائن والأيدي العاملة لتضم ثلاث مناطق مضببة وكما موضح بالشكل(8):

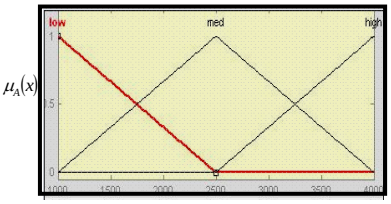
Down : Linear membership function
Medium : Triangular membership function
Up : Linear membership function

6. التقنيات الحديثة والتي اقترحناها أن تقع ضمن الفترة [10,1000] وتحوي منطقة مضببة واحدة وكما في الشكل (9) وهي :

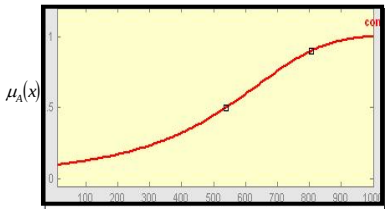
Continuous : S.shaped membership function



الشكل(7): نسبة التلفيات Input (5)



(8):عددالمكائن والعمال Input(6)



الشكل(9):التقنيات الحديثة Input(7)

ثانيًا :(تطبيق العمليات المضببة)

يبدأ تطبيق العمليات المضببة عند تضبيب متغيرات الإدخال في نظام الاستدلال المضبب, فإذا كانت الفرضية المنطقيةantecedent تتكون أكثر من جزء في قاعدة ما فسوف يتم تطبيق العمليات المضببة على الفرضية المنطقية من تلك القاعدة لربط تلك الأجزاء معاً إما باستخدام (and)أو(or) وقد تم استخدام الرابط (and) في هذا النموذج لربط أجزاء الفرضية المنطقية في جملة If-Then في القاعدة((Saifizul et al.(2008), وتكوين قيمة واحدة تمثل الفرضية المنطقية ليتم تطبيقها فيما بعد على جزء الإخراج من تلك القاعدة وهذا موجود في القواعد ابتداء من rule رقم 8 إلى rule رقم 84 من قواعد FLPDEM .

ثالثاً :(تطبيق عملية التضمين Implication)

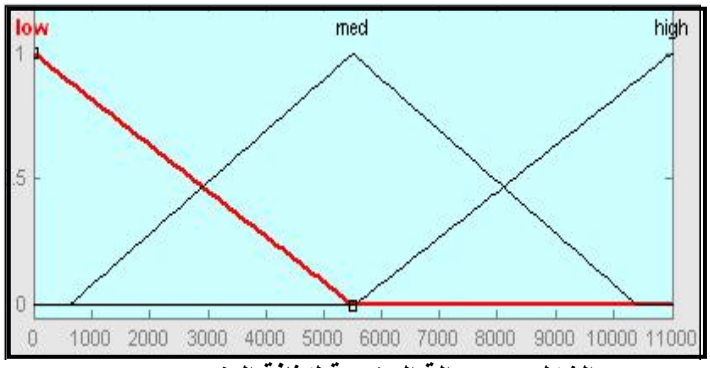
في بعض الأحيان قبل إجراء عملية التضمين تقتضي الحاجة إلى إعطاء كل قاعدة وزنا. وهذا الوزن يكون محصورا دائما بين الواحد والصفر من اجل إبراز التمايز بين القواعد. وفي هذا النموذج تم تثبيت الوزن بمقدار(1) في كل قاعدة(كما في كل القواعد المصممة والموجودة في الملحق A), وان عملية التضمين المستخدمة حسب طريقة min-max Implication method .(Pedrycz (2007)) & (The Math Works(2005))

رابعاً :(إزالة الضبابية Defuzzification)

بعد الانتهاء من عملية التضمين سنقوم بإزالة الضبابية عن الناتج النهـائي وإيجاد كثافة المنتج التقديرية,وتضم مجموعة الإخراج المضببة(كثافة منتج) ثـلاث مناطق مضببة وكمامبين بالشكل (10)وهي:

Low : Linear membership function Medium : Triangular membership function

High : Linear membership function



$\mu_A(x)$

الشكل(10): دالة العضوية لكثافة المنتج Output(1)

وبعد تطبيق الخطوات الثلاث السابقة سوف نلاحظ تكون مجموعة (كثافة المنتج)المضببة والتي تمثل مجموعة الإخراج النهائية والتي تكون عبارة عن استنتاجات منطقية consequent وبتطبيق طريقة التمركز centroid لإزالة الضبابية يتم الحصول على النتائج النهائية وهي مقدار تقدير كثافة المنتج لكل سلعة ينتجها معمل الألبسة الولادي .

6. ***اللغة البرمجية المستخدمة:***

لتنفيذ نموذج تقدير كثافة منتج FLPDEM تم استخدام MATLAB كأداة برمجية لكتابة برامجيات النظام ولأنها لغة لها كفاءة عالية خاصة بالنسبة للأغراض التقنية والعرض الصوري.كما أن كل مفردة بيانات تعامل على أنها مصفوفة وهذا واضح من اسمها المأخوذ من(matrix-laboratory), حيث صممت في الأساس لتكون كبرمجية متكاملة خاصة لحسابات المصفوفات, فلا يتوجب الحجز المسبق لتعريف المصفوفات والمتغيرات المستخدمة في البرنامج.وبذلك فانه يختصر الكثير من الوقت والجهد المطلوبين لكتابة البرنامج ذاته بأية لغة أخرى مثل C^{++}أو لغةFortran وغيرها. وأيضاً من الملامح الجذابة في الـmatlab أنها تحتوي على مجموعات من الحلول الخاصة ببعض المسائل والتي تدعى ToolBoxes وإحداها

خاص بالمنطق المضبب اذ تم استخدام الـToolBoxe والمكتبة الخاصة بالمنطق المضبب في برمجة نموذج **FLPDEM** مع إضافة دوال جديدة.

7. الاستنتاجات والتوصيات :

بعد تشغيل نموذج تخمين (كثافة منتج) لـFLPDEM وتجربته على المعلومات التي تمثل المعدل لكثافة المنتج لثلاث سنوات إنتاج متتالية(2006,2007,2008) والتي حصلنا عليها من مصنع الألبسة الولادي في الموصل كما موضحة في الملحق (B), وتم الحصول على النتائج المبينة في الجدول (1) أدناه :

الجدول رقم (1) : يمثل كلا من الكثافة الحقيقية والتقديرية للمنتج ومقدار الخطأ

ت	اسم المنتج	الكثافة الحقيقية للمنتج (قطعة)	الكثافة التقديرية للمنتج (قطعة)	مقدار الخطأ
1	قمصلة ولأدي- رجالي	9118	9120	2
2	قمصلة بناتي-نسائي	4893	4890	3
3	تنوره نسائي	6925	6920	5
4	بنطلون رجالي	7340	7340	0
5	تركسود ولأدي- رجالي	3793	3790	3
6	تركسود بناتي-نسائي	5590	5590	0
7	قميص بناتي-نسائي	8736	8740	4
8	قميص ولأدي- رجالي	8898	8900	2
9	سيت مطبخ	2991	2990	1
10	بدلة عمل	6273	6270	3
11	منشفة	6703	6700	3

سنلاحظ أن الفرق بين الكثافة التخمينية للمنتج والكثافة الحقيقية لذلك المنتج قليلة جداً تكاد لا تذكر لأنه في كل منتج لا يتعدى الخمس قطع أوقد يكون معدوما كما في(بنطلون رجالي)و(تركسود بناتي-نسائي). وبهذا نكون قد وفقنا في تصميم نموذج FLPDEM من خلال اقتراحنا لدوال العضوية الخاصة بهذا النموذج ومدى كفاءتها وقربها من الواقع والبيانات الحقيقية في تخمين القيمة النهائية لكل منتج. ويمكننا تطبيق هذا النموذج على أية بيانات يمكننا الحصول عليها في السنوات القادمة أو من أي معمل أخر.

المصادر:

Babuska,R.,(2006)."**fuzzy Systems, Modeling and Identification**".Delft University of Technology ,M4, 2600 GA Delft, The Netherlands.

Chortaras,A.,Stamon,G.& Stafylopatis,A.,(2006) "**Adaptation of weighted fuzzy programs**" ; In Proc. of the International Conference on Artifical Neural Networks (ICANN 2006), pages 45-54. Springer.

Gerhke,M.and Elbert,A.,(2007). "**Normal forms and truth tables for fuzzy logic**". Fuzzy Sets And Systems, 138: 25-51.

Hutchinson,L.,Matin,O.,(1999)"**The Use of Fuzzy Logic in Business Decision Making**" ;Derivative Quarterly, Volume 4;Summer.

Johanyak,Z.,Kovacs,S.,(2006)"**Fuzzy Set approximation based on linguistic term shifting**" ;Micro Cad ,being published.

Klement,E.,Mesiar,R.,& Pap,E.,(2004)."**Triangular norms. Position paper I: basic analytical and algebraic properties**";Fuzzy Sets and Systems,143, 5-26.

Klir,G.,Clair,U.,Yuan,S.,Bo(1997)."**Fuzzy set theory Foundations and Applications**" ; Prentice Hall PTR.

Kurnaz,S.Cetin,O.& Kaynak,O.,(2009)."Fuzzy Logic Based Approach to Design"; J Intell Robot Syst , 54:229-244.

Pedrycz,W.,(2007)."**Granular Computing – The Emerging Paradigm**"; Journal of Uncertain Systems, Department of Electrical & Computer Engineering, University of Alberta. Vol.1, No.1, pp.38-61.

Saifizul,A.,Zaiuon,Z.,&Azlan,C.,(2008)."**Fuzzy Inference System**";American Journal of Applied Sciences 3(4): 1795-1802.

Stoilos,G.,Straccia,U.,Stamou,G.&Pan,J.,(2006)."**General concept inclusions in fuzzy description logics**";In Proceedings of the 17th International Conference on Artifical Intelligence (ECAI 60), pp. 457-461. IOS Press.

The Math Works.[online].Fuzzy Logic,(2005)**Toolbox**. Available http:/ www. math works. com/products/fuzzy logic/EDes 16.

Tron,E. & Margaliot,M.,(2004)"**Mathematical modeling of observed natural behavior a fuzzy logic approach**" ; Fuzzy Sets and Systems 146 , 437-450 .

الملحق(A)

- 1. If (Input1 is continuous) then (output is high) (1)
- 2. If (Input2 is down) then (output is high) (1)
- 3. If (Input2 is up) then (output is low) (1)
- 4. If (Input3 is down) then (output is low) (1)
- 5. If (Input3 is med) then (output is med) (1)
- 6. If (Input3 is up) then (output is high) (1)
- 7. If (Input 4 is con) then (output is high) (1)
- 8. If (Input 5 is con) then (output is low) (1)
- 9. If (Input 6 is low) then (output is low) (1)
- 10. If (Input 6 is med) then (output is med) (1)
- 11. If (Input 6 is high) then (output is high) (1)
- 12. If (Input 7 is con) then (output1 is high) (1)
- 13. If (Input1 is con) and (Input2 is down) and (Input 3 is med) then (output is high) (1)
- 14. If (Input1 is con) and (Input2 is down) and (Input3 is up) then (output is high) (1)
- 15. If (Input1 is con) and (Input2 is up) and (Input3 is down) then (output is low) (1)
- 16. If (Input1 is con) and (Input2 is up) and (Input3 is med) then (output is low) (1)
- 17. If (Input2 is down) and (Input3 is med) and (Input4 is con) then (output is high) (1)
- 18. If (Input2 is down) and (Input3 is up) and (Input4 is con) then (output is high) (1)
- 19. If (Input2 is up) and (Input3 is down) and (Input4 is con) then (output is low) (1)
- 20. If (Input3 is down) and (Input4 is con) and (Input5 is con) then (output is low) (1)
- 21. If (Input3 is med) and (Input4 is con) and (Input5 is con) then (output is low) (1)
- 22. If (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) then (output is low) (1)
- 23. If (Input5 is con) and (Input6 is high) and (Input7 is con) then (output is high) (1)
- 24. If (Input1 is con) and (Input2 is down) and (Input3 is med) and (Input4 is con) then (output is high) (1)
- 27. If (Input2 is down) and (Input3 is up) and (Input4 is con) and (Input5 is con) then (output is high) (1)
- 25. If (Input1 is con) and (Input2 is down) and (Input3 is up) and (Input4 is con) then (output is high) (1)
- 26. If (Input1 is con) and (Input2 is up) and (Input3 is down) and (Input4 is con) then (output is low) (1)
- 28. If (Input2 is up) and (Input3 is down) and (Input4 is con) and (Input5 is con) then (output is low) (1)
- 29. If (Input2 is up) and (Input3 is med) and (Input4 is con) and (Input5 is con) then (output is low) (1)
- 30. If (Input3 is down) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) then (output is low) (1)
- 31. If (Input3 is down) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is med) then (output is low) (1)
- 32. If (Input3 is med) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) then (output is low) (1)
- 33. If (Input3 is med) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is high) then (output is high) (1)
- 34. If (Input3 is up) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) then (output is low) (1)

- 35. If (Input3 is up) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is high) then (output is high) (1)
- 36. If (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is med) and (Input7 is con) then (output is high) (1)
- 37. If (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is high) and (Input7 is con) then (output is high) (1)
- 38. If (Input1 is con) and (Input2 is down) and (Input3 is up) and (Input4 is con) and (Input5 is con) then (output is high) (1)
- 39. If (Input1 is con) and (Input2 is up) and (Input3 is down) and (Input4 is con) and (Input5 is con) then (output is low) (1)
- 40. If (Input1 is con) and (Input2 is up) and (Input3 is med) and (Input4 is con) and (Input5 is con) then (output is low) (1)
- 41. If (Input2 is down) and (Input3 is down) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) then (output is low) (1)
- 42. If (Input2 is down) and (Input3 is down) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is med) then (output is low) (1)
- 43. If (Input2 is down) and (Input3 is med) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) then (output is low) (1)
- 44. If (Input2 is down) and (Input3 is med) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is med) then (output is low) (1)
- 45. If (Input2 is down) and (Input3 is up) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) then (output is low) (1)

- 46. If (Input2 is down) and (Input3 is up) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is high) then (output is high) (1)
- 47. If (Input2 is up) and (Input3 is down) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) then (output is low) (1)
- 48. If (Input2 is up) and (Input3 is down) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is med) then (output is low) (1)
- 49. If (Input2 is up) and (Input3 is down) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is high) then (output is low) (1)
- 50. If (Input2 is up) and (Input3 is med) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) then (output is low) (1)
- 51. If (Input2 is up) and (Input3 is med) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is med) then (output is low) (1)
- 52. If (Input3 is down) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) and (Input7 is con) then (output is low) (1)
- 53. If (Input3 is down) and (Input4 is con) and (bad(5) is con) and (Input6 is med) and (Input7 is con) then (output is low) (1)
- 54. If (Input3 is med) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) and (Input7 is con) then (output is low) (1)
- 55. If (Input3 is med) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is high) and (Input7 is con) then (output is high) (1)
- 56. If (Input3 is up) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is med) and (Input7 is con) then (output is high) (1)
- 57. If (Input3 is up) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is high) and (Input7 is con) then (output is high) (1)
- 58. If (Input1 is con) and (Input2 is down) and (Input3 is down) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) then (output is low) (1)
- 59. If (Input1 is con) and (Input2 is down) and (Input3 is med) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) then (output is low) (1)

- 60. If (Input1 is con) and (Input2 is down) and (Input3 is med) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is high) then (output is high) (1)
- 61. If (Input1 is con) and (Input2 is down) and (Input3 is up) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is med) then (output is high) (1)
- 62. If (Input1 is con) and (Input2 is down) and (Input3 is up) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is high) then (output is high) (1)
- 63. If (Input1 is con) and (Input2 is up) and (Input3 is down) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) then (output is low) (1)
- 64. If (Input1 is con) and (Input2 is up) and (Input3 is down) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is med) then (output is low) (1)
- 65. If (Input1 is con) and (Input2 is up) and (Input3 is down) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is high) then (output is low) (1)
- 66. If (Input1 is con) and (Input2 is up) and (Input3 is med) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) then (output is low) (1)
- 67. If (Input1 is con) and (Input2 is up) and (Input3 is med) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is med) then (output is low) (1)
- 68. If (Input1 is con) and (Input2 is up) and (Input3 is up) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) then (output is low) (1)
- 69. If (Input2 is down) and (Input3 is down) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) and (Input7 is con) then (output is low) (1)
- 70. If (Input2 is down) and (Input3 is med) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is high) and (Input7 is con) then (output is high) (1)
- 71. If (Input2 is down) and (Input3 is up) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is med) and (Input7 is con) then (output is high) (1)
- 72. If (Input2 is down) and (Input3 is up) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is high) and (Input7 is con) then (output is high) (1)
- 73. If (Input2 is up) and (Input3 is down) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) and (Input7 is con) then (output is low) (1)
- 74. If (Input2 is up) and (Input3 is med) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) and (Input7 is con) then (output is low) (1)
- 75. If (Input2 is up) and (Input3 is up) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) and (Input7 is con) then (output is low) (1)
- 76. If (Input1 is con) and (Input2 is down) and (Input3 is med) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is high) and (Input7 is con) then (output is high) (1)
- 77. If (Input1 is con) and (Input2 is down) and (Input3 is up) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is med) and (Input7 is con) then (output is high) (1)
- 78. If (Input1 is con) and (Input2 is down) and (Input3 is up) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is high) and (Input7 is con) then (output is high) (1)
- 79. If (Input1 is con) and (Input2 is down) and (Input3 is up) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is high) and (Input7 is con) then (output is high) (1)
- 80. If (Input1 is con) and (Input2 is up) and (Input3 is down) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) and (Input7 is con) then (output is low) (1)
- 81. If (Input1 is con) and (Input2 is up) and (Input3 is down) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is med) and (Input7 is con) then (output is low) (1)
- 82. If (Input1 is con) and (Input2 is up) and (Input3 is med) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) and (Input7 is con) then (output is low) (1)
- 83. If (Input1 is con) and (Input2 is up) and (Input3 is up) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is low) and (Input7 is con) then (output is low) (1)
- 84. If (Input1 is con) and (Input2 is up) and (Input3 is up) and (Input4 is con) and (Input5 is con) and (Input6 is high) and (Input7 is con) then (output is high) (1)

الملحق(B)

الجدول (A) : يمثل عدد القطع المنتجة لكل منتج للسنوات الثلاث (2006,2007,2008) ومعدل القطع لهذه السنوات.

ت	اسم المنتج	سنة 2006م	سنة 2007م	سنة 2008م	المعدل
1	قمصلة ولأدي- رجالي	9344	8991	9019	9118
2	قمصلة بناتي- نسائي	4950	4911	4821	4894
3	تنوره نسائي	6835	6908	7032	6925
4	بنطلون رجالي	7264	7185	7572	7340
5	تركسود ولأدي- رجالي	5425	5465	5880	5590
6	تركسود بناتي- نسائي	3756	3804	3821	3793
7	قميص بناتي- نسائي	8233	9137	8839	8736
8	قميص ولأدي- رجالي	8831	8930	8933	8898
9	سيت مطبخ	3124	2896	2955	2991
10	بدلة عمل	6184	6215	6420	6273
11	منشفة	6525	6685	6900	6703