نظـام خبير مضبب لتحديـد كمية إنتـاج النفط وفق مؤشرات أوبك

م.م.إقبال جاسم جعفر
مركز دراسات الخليج العربي- جامعة البصرة

المقدمة

بدأت أنظمة الذكاء الاصطناعي في الخمسينيات، إذ تحاول هذه الأنظمة بناء أنموذج لمعرفة الخبراء بطرق منطقية مختلفة لتسلك سلوكا ذكيا كسلوك البشر، تعرف هذه الأنظمة بالأنظمة الخبيرة (Expert system) . تنظم هذه الأنظمة معرفة وأفكار الخبراء ، ثم تفكر على أساس هذه المعرفة ولكن التفكير البشري نادرا ما يعتمد على صيغ رياضية أو منطق شكلي ويعتمد عادة على صياغة المعرفة كما في المثال التالي :

(إذا الحرارة منخفضة فأن سرعة المروحة ستنخفض)

أن الأنظمة الخبيرة التقليدية لم تكن كفوءة في حل مثل هذه المسائل ، لذا جاءت الأنظمة الخبيرة المضببة لتحل محلها ، فالهدف من أنظمة المنطق المضبب هو بناء أنظمة تجعل برامج الحاسبة تستخدم مثل هذا النوع من المعرفة لكي تفكر بشكل ذكي. اذ أن المعلومات المؤكدة والواضحة لحقل معين من الصعب الحصول عليها . وهذا النوع من المعرفة ليس موجود دائماً في حقل كالنفط مثلا، فان مسألة تحديد الإنتاج يشوبها كثير من الضبابية، لذا استخدمنا المنطق المضبب(Fuzzy logic) في بحثنا هذا لكي يعطي النظام قوة أكثر للحصول على نتائج لها درجة عالية من الدقة وذلك لأن أنتاج النفط يتأثر بكثير من العوامل التي لايمكن ان تكون ثابتة إذ يمكن وضع معادلة خطية للحصول على نتائج جيدة .

٢- الهدف من البحث :

يهدف هذا البحث الى بناء نظام خبير مضبب يحدد توقعات انتاج النفط على اساس عوامل محددة . إذ ليس من السهل ضبط التنبؤ حول مستوى الانتاج ، بأعتبار ان النفط آيل للنضوب على المدى المتوسط والطويل ، نتيجة للحساسية المفرطة التي يتسم بها هذا المصدر الاستراتيجي تجاه التقلبات الدولية السريعة[١] .

يعمل النظام الخبير المضبب بالاعتماد على مدخلات محددة تؤثر في عملية الإنتاج وفق مؤشرات منظمة أوبك لتحديد كمية الإنتاج من النفط (برميل / يوميا") باستخدام المنطق المضبب الذي يعد اداة قوة في أنظمة الذكاء الاصطناعي وهذه الأداة هي ، الأنظمة الخبيرة في إعطاءه النتائج الدقيقة نسبيا" بالاعتماد على بيانات ومعلومات غير ثابتة وغامضة.

٣- النظام الخبير (Expert system)

النظام الخبير هو برنامج حاسبة خصص لحل المسائل وتقديم النصائح ضمن مجال محدد من المعرفة وله القدرة على تطبيق انجازية الخبير البشري في ذلك الاختصاص[٢]. وتعد الأنظمة الخبيرة من أهم الحقول في الذكاء الاصطناعي (AI) والتي تستخدم بصورة واسعة. وتستخدم مصطلحات الذكاء الاصطناعي والأنظمة الخبيرة بصورة مترادفة احياناً، إذ ان أهم خواص الذكاء الاصطناعي هو القدرة على التفكير وهو يغطي مجال واسع في تطبيقات الحاسبات التي تحاكي ذكاء وسلوك الإنسان ، هذه القدرة على التفكير هي أساس الأنظمة الخبيرة (Expert system) .

تسمح الأنظمة الخبيرة (Expert system) بأن تجمع معرفة الخبير البشري في قاعدة معرفة حاسوبية (Knowledge base) ، هذه القاعدة تحتوي على البيانات والقوانين لمعالجة هذه البيانات وترتب عملية الاستنتاج للوصول للحل باستخدام قاعدة المعرفة بواسطة الة الاستنتاج(Inference engine) التي تعد المعالج او المفكر في النظام . فالتصميم الجيد للنظام يُمكن المستخدم من الحصول على النتائج الجيدة للمسائل الصعبة بدون الرجوع للخبير البشري[٣] .

ينظم مهندس المعرفة او مصمم نظام المعرفة التي جمعت من الخبراء في مجموعة قوانين بالشكل If- Then ، تسمى هذه القوانين بقوانين الإنتاج (Production rules). يمكن للنظام الخبير ان يستنتج الحلول عن طريق آلة الاستنتاج من هذه القوانين. مثلا" اذا

كان القانون If x Then y و If y Then z في قاعدة المعرفة فأن آلة الاستنتاج تستنتج القانون If x then z .(٢)

ان المعرفة التي تجمع من الخبراء ليس بالضرورة أن تكون دائما ثابتة وواضحة اذ أنها تجمع من مصادر متعددة والتفكير والاستنتاج وعملية صنع القرار عند الإنسان ليست ثابتة وواضحة. كما يوجد تناقض بين هذا الغموض عند الإنسان وبين الوضوح في التفكير العلمي اذ انه ثابت بين الأبيض والأسود وهذا انجده في الخوارزميات والطرق الأخرى في الحاسبات . هذا التناقض ولّد طريقة جديدة في استخدام الحاسبات ليساعد البشر في عملية صنع القرار والذي كان السبب الرئيسي في فشل أنظمة قواعد البيانات التقليدية والتي تسمى بالأنظمة الخبيرة والتي بدأت في أوائل عام ١٩٥٠ والتي بقيت في مكتبات الباحثين ولم تطلق للأسواق[٤] . الطريقة الجديدة هي المنطق المضبب (Fuzzy logic) الذي استخدم بصورة واسعة في تصميم الأنظمة التي تكون متغيراتها غامضة وغير ثابتة ومستمرة ، فقد استخدم في آلاف التطبيقات مثل الزراعة والطب والصناعة والإدارة[٥] . حتى أصبح المنطق المضبب في السنوات القليلة الماضية الطريقة المفضلة في تصميم الأنظمة لحقول مختلفة .

٤-النظام الخبير المضبب (Fuzzy Expert System)

النظام الخبير المضبب هو عبارة عن مجموعة من دوال الانتماء (membership functions) والقوانين (rules) والتي تستخدم للاستفسار عن البيانات المدخلة للحالة الجارية والأنظمة الخبيرة المضببة تختلف عن الأنظمة الخبيرة التقليدية التي عادة ما تتعامل مع التفكير الرمزي فقط ، في حين تتعامل مع كلا التفكير الرمزي والرقمي وتعالج البيانات الغامضة (vague) وغير المؤكدة (imprecise) لتقديم حلول تقريبية للمسائل المعقدة وغير المعرفة فهو أداة قوة لبناء أنموذج التفكير البشري، وقد نجح الباحثون في هذا النوع من الأنظمة في بناء تصاميم في المجالات الصناعية والأكاديمية[٦].

وتعتمد النظم الخبيرة المضببة على نظرية المنطق المضبب التي قدمها العالم Lotfi Zadeh في عام ١٩٦٥ ، والتي هي توسع لنظرية المجموعة التقليدية . أهم مكونات نظرية المنطق المضبب هي المجموعة المضببة (Fuzzyset)[٧]. ولكل مجموعة مضببة درجة انتماء ليس على أساس قيمتين محددتين {٠،١} كما في المجموعة التقليدية بل الانتماء ضمن فترة حقيقية [٠،١] إذ إن عناصر المجموعة ممكن أن تأخذ قيم الانتماء ١،٠ وأيضا تأخذ قيم انتماء جزئية مثل ٠,٣٤ و٠,٧ . فمثلا" إذا كانت[٨].

X={a, b, c, d, e, f}

دالة الانتماء تولد المجموعة المضببة A:

A= {a/٠,٩, b/٠,٢٣, c/٠, d/٠,٧, e/٠,٤٧, f/١, g/٠}

لا تؤثر قيم الانتماء. وستؤثر قيم الانتماءات المضببة الجزئية التي تكون المجموعة A بالشكل :

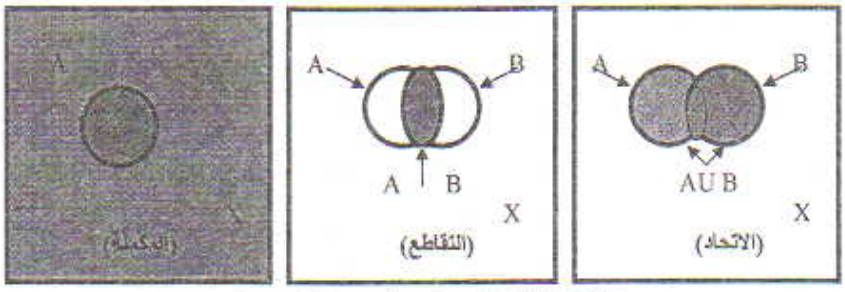
A= {a/٠,٩, b/٠,٢٣, d/٠,٧, e/٠,٤, f/١}

والصيغة العامة للمجموعة المضببة[٩].

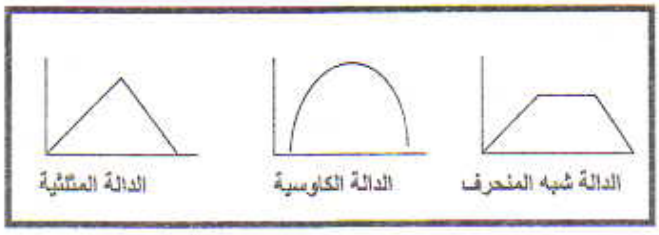
$A=\{(x, \mu A(x)) / x \in X\}$

إذ μ هي درجة انتماء x للمجموعة المضببة A .

تطبق مجموعة من العمليات على المجموعات المضببة بصورة مشابهة للمجموعات التقليدية والتي تُعَد العمليات الأساسية في المنطق المضبب وهي التقاطع(Min) والاتحاد (Max) المكملة (المتممة) الموضح في الشكل (١). وتوجد مجموعة دوال انتماء ثابتة ومعروفة لتمثيل المجاميع المضببة الموضحة في الشكل (٢) مثل شبه المنحرف (Trapezoidal) والمثلثية (Traingular) والكاسية (Gaussian) ومنحني الجرس(bell curves))[١٠] .



الشكل(١) العمليات على المجموعة المضببة



الشكل (٢) دوال المجاميع المضببة

صمم العالم (Mamdani) في عام ١٩٧٤ أول نظام خبير مضبب[١١] ، والذي اعتمد فيما بعد من قبل المصممين لتطوير وتصميم الكثير من الأنظمة الخبيرة المضببة ، يتكون النظام المضبب من مجموعة من القوانين المضببة (fuzzy rules) والتي جمعت في القاعدة المعرفة (Knowledge base) بالشكل :

If X is low **And** Y is high **Then** Z= medium

المقدمة — النتيجة

إذ X و Y هي متغيرات الإدخال و Z هي متغير الإخراج والتي ستحتسب ، و Low هي دالة انتماء معرفة على X و High هي دالة انتماء معرفة على Y و Medium هي دالة انتماء معرفة على Z ، توضح مقدمة القانون (antecendent) درجة انتماء ادخالات القانون وتوضح نتيجة القانون (consequent) درجة انتماء إخراج او أكثر.

يعمل النظام الخبير المضبب بصورة عامة كالتالي [١٢]:-

١- التضبيب (Fuzzification) : تعمل الدوال المضببة المعرفة على متغيرات الإدخال بتحويل الادخالات الحقيقية الى ادخالات مضببة وفق الدرجة التي تحددها مقدمة القانون(antecedent) .

٢- آلية الاستنتاج (Inference engine) .

أ- المطابقة (Inference) : يتم احتساب نتائج مقدمة القوانين وتؤشر نتيجة واحدة فقط باستخدام طريقة Min أو product في حالة استخدام العامل And ، ومن ثم تطبق على نتيجة القانون (consequent) .

ب- التجميع (composition) جمع المجاميع المضببة المؤشرة لكل متغيرا خراج للحصول على مجموعة مضببة واحدة باستخدام طريقة Max او Sum اذا استخدم العامل OR .

٣- حل التضبيب (Defuzzification) : تستخدم هذه الالية لتحويل الإخراج المضبب الى إخراج حقيقي باستخدام طرق متعددة تصل إلى ثلاثين طريقة من أهمها طريقة المركز (Centroid) وطريقة الأكبر (Maximum) .

من أهم مميزات هذه الأنظمة مقارنة مع الأنظمة التقليدية هي قدرتها على العمل دون الحاجة الى تصميم نموذج رياضي وهي مسألة مهمة للأنظمة التي يشوبها الغموض مثل مجال النفط .

٥- النظام الخبير المضبب لتحديد كمية إنتاج النفط وفق مؤشرات أوبك

شكل معادلة الإنتاج تعتمد على مبدأ ان معدل الإنتاج من الحقول الحالية مرتبط اولاً الطلب(demand) على النفط وثانياً العرض(supply) ، وان العلاقة بين الطلب ومعدل الإنتاج معادلة ليست بسيطة بالطبع . فمن انه من الصعب التفاؤل حول التوقعات طويلة الاجل للنفط[١٣] .

ان انتاج منظمة OPEC في عام ٢٠٠٥ حسب تقارير من عدة مصادر تقدر ب٢٩,٩ مليون برميل يوميا (mb/d) والذي يعد أعلى من معدل الانتاج عام ٢٠٠٤ ب ٨٠٠,٠٠٠ برميل يوميا (b/d). ويحافظ الانتاج على مستوياته من اجل الحفاظ على التوافق مع طلبات السوق على نفط اوبك.[١٤]

ويبين الجدول رقم (١) الطلب العالمي والعرض الاجمالي للنفط وانتاج اوبك منذ عام ٢٠٠٢ - ٢٠٠٦ بمعدل مليون برميل/ يوميا .

الجدول رقم(١)

	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	١Q٠٥	٢Q٠٥	٣Q٠٥	٤Q٠٥	٢٠٠٥	١Q٠٦	٢Q٠٦	٣Q٠٦	٤Q٠٦	٢٠٠٦
Total world demand	٧٧,١	٧٧,٧	٧٩,٧	٨٢,١	٨٣,٧	٨٢,١	٨٢,٦	٨٣,٨	٨٣,٠	٨٥,٠	٨٣,٣	٨٤,١	٨٥,٦	٨٤,٥
Total supply	٧٧,٣	٧٦,٩	٧٩,٥	٨٣,١	٨٤,٠	٨٤,٨	٨٤,٢	٨٤,٩	٨٤,٣	-	-	-	-	-
OPEC crude oil production	٢٧,٢	٢٥,٤	٢٧,٠	٢٩,١	٢٩,٥	٢٩,٩	٣٠,٢	٢٩,٩	٢٩,٩	-	-	-	-	-

المصدر: Organization of the Petroleum Exporting Countries, OPEC Bulletin March/April ٢٠٠٦

يعمل النظام المقترح بالاعتماد على تقسيمات مجال محدد يحتوي عدد من المجموعات المضببة التي تمثل الادخالان الطلب (مليون برميل/يوميا) والعرض (مليون برميل/يوميا) والاخراج لانتاج (مليون برميل/يوميا) وتمثل هذه المجموعات بدالة الانتماء المتقطعة المثلثية (Triangle) . والموضح في الشكل(٣) .واستخدمت لغة برولوك (Prolog) في برمجة النظام لانها لغة اجرائية (Procedural) تتعامل مع الرموز كما انها تحوي على الية الرجوع خلفا (backtracking) للبحث

في قاعدة المعلومات.[١٥] اذ يحتوي البرنامج ثلاثة قواعد بيانات لكلا الادخالين والاخراج اضافة الى قاعدة القوانين المضببة حيث تم اجراء عملية التقييس (Normalization) لتحويل المجال للمجاميع المضببة الى الفترة [٠- ١]من خلال عملية ضرب قيم المجال في عامل قياسي (scalar factor) وحسب الصيغة التالية[١٦]:-

$$X^{1}=((X- \text{setpoint})* \text{scalar factor})$$

حيث ان X هو مغير الادخال الحقيقي و X١ هو متغير الادخال بعد تقييسه و setpoint هي نقطة ارتكاز المجاميع المضببة لكلا الادخالين والاخراج.

مثلا العرض الحالي = (العرض المدخل – ٧٠)×٠,٠٢

١- قاعدة المجاميع المضببة للعرض

supply(١, ٠, ٠,٢, L)
supply(٢, ٠,١, ٠,٣, M)
supply(٣, ٠,٢, ٠,٤, H)
supply(٤٠٠,٣٠١,VH)

٢- قاعدة المجاميع المضببة للطلب

demand(١, ٠, ٠,٢, L)
demand(٢, ٠,١, ٠,٣, M)
demand(٣, ٠,٢, ٠,٤, H)
demand(٤٠٠,٣٠١,VH)

٣- قاعدة المجاميع المضببة للانتاج

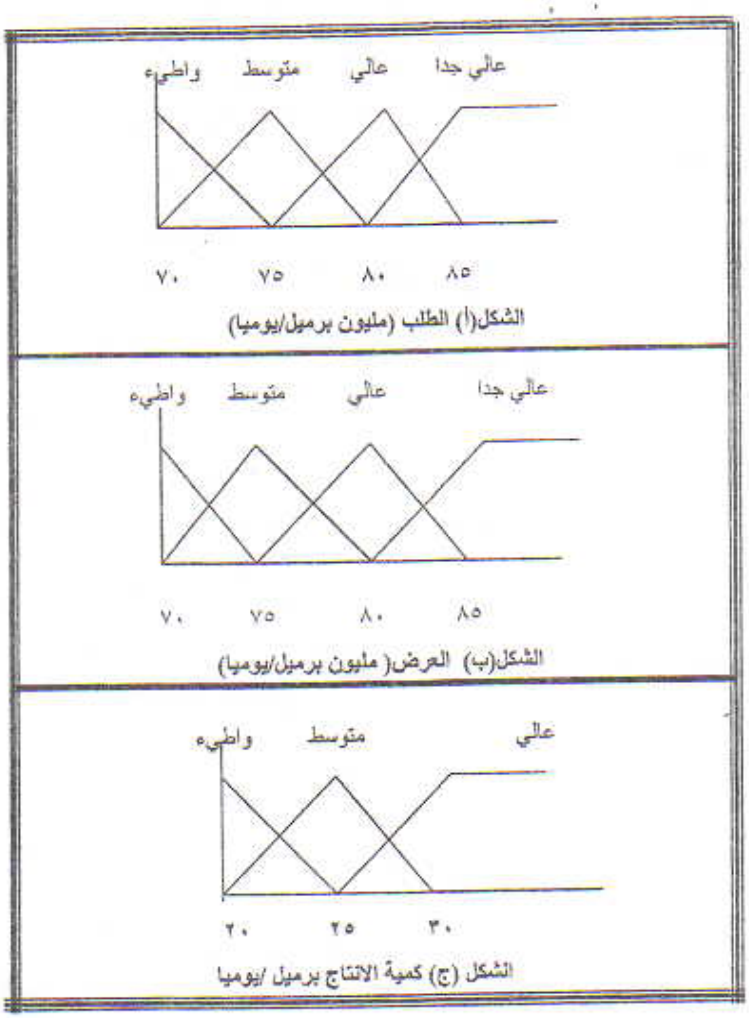
product(٠, ٠,٢, L)
product(٠,١, ٠,٣,M)
product(٠,٢, ٠,٤, H)

٤- قاعدة القوانين المضببة (fuzzy rule base)

Rule(L,L,L)
Rule(L,M,M)
Rule(L,H,M)
Rule(M,VH,H)
Rule(L,L,L)
Rule(L,M,M)
Rule(L,H,H)
Rule(L,VH,H)
Rule(M,L,M)
Rule(M,M,H)
Rule(M,H,H)
Rule(M,VH,H)
Rule(H,L,M)
Rule(H,M,M)
Rule(H,H,H)

Rule(H,VH,H)
Rule(VH,L,M)
Rule(VH,M,M)
Rule(VH,H,H)
Rule(VH,VH,H)

يمثل العنصر الاول من الحقائق supply, demand رقم الحقيقة، اما العنصران الثاني والثالث من الحقائق نفسها فيمثلا مجالا تقسيمات المجاميع المضببة. وان المصطلحات (L,M,H,VH) تستخدم لتسمية المجاميع المضببة حيث L واطيء و M متوسط و H عالي و VH عالي جدا، اما تسمية مجاميع الحقائق product فأن L قليل و M متوسط و H عالي. واما في قاعدة القوانين فيمثل العنصر الاول العرض والثاني الطلب والثالث الانتاج مثال القانون الاول يعني اذا كان الطلب واطيء (L) و العرض واطيء (L) فإن كمية الانتاج قليلة (L).



الشكل (٣) المجاميع المضببة للادخالين وللاخراج

يبدأ العمل ببرنامج النظام الذي هو مجموعة من الدوال تستدعى لاجراء العمليات المضببة المتتالية على الادخالين وهما الطلب(demand) والعرض (supply) حيث يقوم البرنامج اولا باجراء **عملية التقييس** (Normalization) عليهما ، فمثلا لو كان الطلب (العرض S والطلب D) فان معادلة التقييس ستكون S١=(S-٧٠)*٠,٠٢ و D١=(D-٧٠)*٠,٠٢ حيث D١و S١ ستكونان ادخالات عملية التضبيب . تطبق **عملية التضبيب** (Fuzzification) لمعرفة درجة انتماء المتغيرين للحصول على الادخالات المضببة بأستخدام الدالة المثلثية (Triangle) وحسب المعادلة [١٧].

$$\mu(x) = 1 - (abs(x-m)/\sigma) \quad (١)$$

حيث تعني σ نصف قاعدة المثلث و m هي مركز قاعدة مثلث المجموعة المضببة التي ينتمي اليها متغير الادخال (X).

ثم تبدأ معالجة الادخالات المضببة في آلية الاستنتاج (Inference engine)

١- عملية المطابقة (inference) : تقوم الية الاستنتاج بالبحث في قاعدة القوانين لتقوم بتحفيز القوانين المطابقة للادخالين.

٢- عملية التجميع (composition): تستخرج القيمة الصغرى من مقدمة القوانين بطريقة ال(min) ، حيث استخدم العامل المضبب (And) في تصميم القوانين المضببة في قاعدة قوانين النظام المبينه في الجدول رقم (٢)

Rule١	If demand is L And supply is L Then product is L
Rule٢	If demand is L And supply is M Then product is M
Rule٣	If demand is L And supply is H Then product is M
Rule٤	If demand is L And supply isVH Then product is H
Rule٥	If demand is M And supply is L Then product is L

Rule٦	If demand is M And supply is M Then product is M
Rule٧	If demand is M And supply is H Then product is H
Rule٨	If demand is M And supply is VH Then product is H
Rule٩	If demand is H And supply is L Then product is M
Rule١٠	If demand is H And supply is M Then product is M
Rule١١	If demand is H And supply is H Then product is H
Rule١٢	If demand is H And supply is VH Then product is H
Rule ١٣	If demand isVH And supply is L Then product is M
Rule١٤	If demand is VH And supply is M Then product is M
Rule١٥	If demand is VH And supply is H Then product is H
Rule١٦	If demand is VH And supply is VH Then product is H

الجدول رقم (٢) قاعدة القوانين

بعد استخراج درجات الانتماء الصغرى التي احتسبت من المعادلة (١) من مقدمة القوانين المحفزة للحالة الجارية يتم ضرب كل قيمة مع مركز المجموعة المضببة لنتيجة القانون ومن ثم تجميعها بالصيغة التالية[١٨]:

$$U = \sum_{i=1}^{k} ui \,.\, \mu(ui) \qquad (٢)$$

النتيجة U ستكون ادخالا لعملية حل التضبيب (defuzzification) والتي هي عكس عملية التضبيب واستخدمت في النظام المقترح طريقة مركز الثقل (Center Of Grafity,COG) للحصول على الاخراج الحقيقي حيث تقسم نتيجة التجميع من المعادلة (٢) على حاصل جمع درجات الانتماء التي احتسبت في الية الاستنتاج بحسب المعادلة(٣)[١٨]

$$U^{*} = \frac{\sum_{i=1}^{k} ui \,.\, \mu(ui)}{\sum_{i=1}^{k} \mu(ui)} \qquad (٣)$$

تجرى عملية اعادة التقييس (denormalization) للاخراج الحقيقي U وهي عكس عملية التقييس (Normalization) التي اجريت على الادخال لاجل معرفة القيمة الفعلية لكمية الانتاج برميل /يوميا [١١].

Product=(U / scalor factor)+ setpoint)

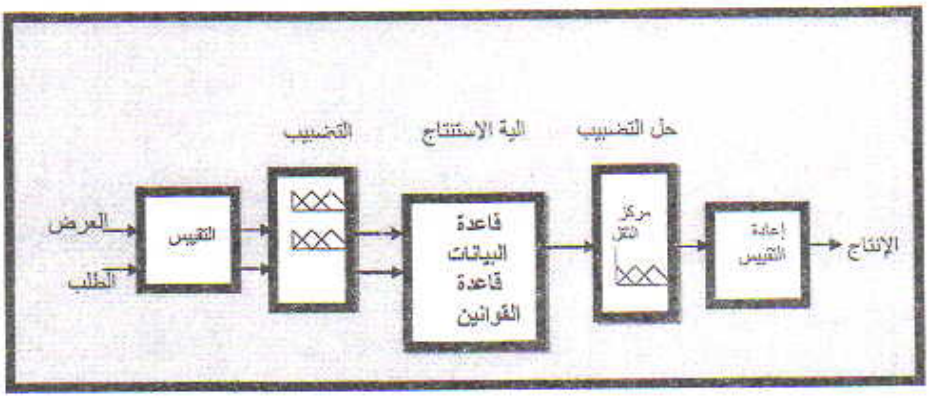
Product=(U / ٠,٠٢)+ ٢٠)

مثال اذا كان اخراج النظام = ٠,١ فأن

كمية الانتاج الحقيقي = (٠,١ / ٠,٠٢) + ٢٠

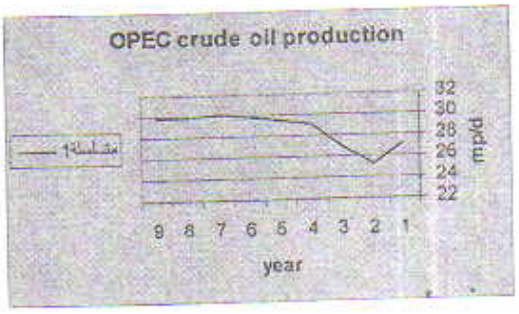
١٢٥=

الشكل (٣) يوضح النظام المضبب المقترح :-



٦- النتائج

بالاعتماد على المتغيرات في الجدول رقم (١) يمثل الشكل رقم (٤) انتاج اوبك للنفط للفترة من ٢٠٠١-٢٠٠٦.



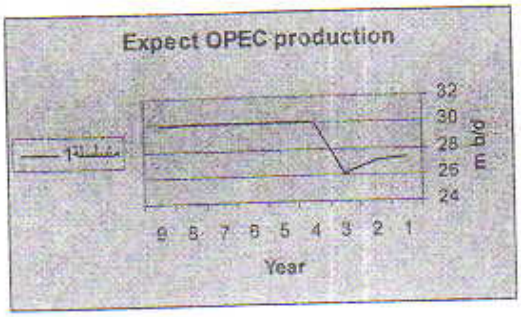
الشكل رقم (٤) انتاج اوبك ٢٠٠١-٢٠٠٦

يمثل الجدول رقم (٣) اخراجات النظام التي احتسبت كمية انتاج النفط برميل/ يوميا بالاعتماد على العرض والطلب في الجدول رقم (١) والتي هي ضمن موشرات اوبك

الجدول رقم(٣)

	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	١Q٠٥	٢Q٠٥	٣Q٠٥	٤Q٠٥	٢٠٠٥	١Q٠٦	٢Q٠٦	٣Q٠٦	٤Q٠٦	٢٠٠٦
Total world demand	٧٧,١	٧٧,٧	٧٩,٢	٨٢,١	٨٣,٧	٨٢,١	٨٢,٦	٨٣,٨	٨٣,٠	٨٥,٠	٨٣,٢	٨٤,١	٨٥,٦	٨٤,٥
Total supply	٧٧,٣	٧٦,٩	٧٩,٥	٨٣,١	٨٤,٠	٨٤,٨	٨٤,٢	٨١,٢	٨٤,٣	-	-	-	-	-
production	٢٧,٣	٢١,١	٢٩,١	٢٩,١	٣٠,٠	٣٠,٠	٣٠,٠	٣٠,٠	٣٠,٠	-	-	-	-	-

ويمثل الشكل رقم (٥) التباين في الانتاج حسب مخرجات النظام المقترح



الشكل رقم (٥) الانتاج من النظام المقترح

نلاحظ من الجدول ان النتائج المستحصلة من النظام الخبير المضبب لاتتعدى الحدود التي ممكن ان تصل اليها منظمة اوبك من انتاج النفط . علما ان توقعات الانتاج في منظمة اوبك تتعرض لقرارات متعددة تؤثر في الانتاج وفي العوامل المؤثرة عليه كالموضوع الامني والسياسي.

ان النتائج الجيدة للنظام المقترح توشر الى انه ممكن الاعتماد عليه للحصول على توقعات انتاج النفط من قبل ذوي الاختصاص فالنظام طريقة جديدة مضافة الى الطرق الرياضية التقليدية والتي جميعها تقدم توقعات اذ من الاستحالة استقرار المعلومات في مجال النفط.

٧-الاستنتاجات:

في نظامنا المقترح تمت دراسة الطريقة التي تستخدم فيها الحاسبة في تحديد كمية الانتاج من النفط من خلال بناء نظام خبير مضبب ، وقد استخدمت نظرية المنطق المضبب كأداة قوة للنظام . ومن خلال هذه الدراسة وجدنا ان :-

١- يمكن ان يستخدم هذا النظام المختصون في مجال الاقتصاد لمعرفة توقعات الانتاج وعرضها على المؤسسات النفطية او الطلبة في الكليات الاختصاص لغرض الاستفادة من هذه النتائج .

٣- يتصف النظام المقترح بالعمومية إذ من الممكن الاعتماد على هذا التصميم لبناء انظمة خبيرة اخرى في مجال اقتصاد النفط ومن الممكن استخدام تقنيات اخرى كالشبكات العصبية مع النظام المقترح لبناء انظمة خبيرة مضببة لصناعات النفط.

٤- ان استخدام نظرية المنطق المضبب تعطي دقة جيدة بسبب تضبيب ادخالات النظام وبالتالي تقل الأخطاء في النتائج .

٥- ان زيادة عدد العلاقات في قاعدة القوانين تتسبب في زيادة الزمن في عملية البحث ومساحة الخزن وهي تعتمد على عدد الادخالات . والنظام الكفوء هو الذي يحاول ان يقلل من حجم هذه القاعدة لكي تتم الانجازية بسرعة اكبر.

٦- استخدام لغة بر ولوك (Prolog) التي توفر تقنية الرجوع خلفا (backtracking) أعطت انجازية جيدة للنظام.

٨- المصادر حسب ورودها:

١- عبد الجبار عبود الحلفي ،" المداخلات في توقعات الطلب على النفط الخام لغاية سنة ٢٠٠٠ وازمة اوبك"، مجلة التعاون ، الامانة العامة لمجلس التعاون لدول الخليج العربية، السنة الثانية، العدد الثامن،١٩٨٧.

٢- Copeland, J., " What is Artificial Intelligence", B. J., Copeland, ٢٠٠٠.

٣-Technical Introduction to GURU ٧.٠, Micro data base system.Inc.,٢٠٠٠.

٤- Mohaghegh, S., " Virtual Intelligence and it's applications in petroleum engineering", West Virginia University, from Internet.

٥-Munataka, T., and Jani, Y., "Fuzzy systems: An overview communications of the ACM, Vol.٣٧,No.٣،١٩٩٤.

٦-Kannan,S.R., " Hybrid fuzzy expert system",Indian Institute Technology Maderas, India, ٢٠٠٢.

٧- Zadeh, L.A., "Fuzzy Sets, Information and control", Vol.٨, ١٩٦٥.

٨- Smith , G. B., "Mining fuzzy spatial association rules from Image data", Athesis Submited to the Faculty of Mississippi State University, Mississippi State, ٢٠٠١.

٩-Schmidt, M. and Stidsen, T., " Hybrid system: Genetic Algorithm, Neural Network, and Fuzzy Logic", computer science department, AARHUS university ,Denmark, ١٩٩٧.

١٠-George, J.K. and Ute, S.C. and Bo,Y., "Fuzzy Set Theory(foundation and application)", Hall PTR, Inc, A Simon and Schuster company, USA, ١٩٩٧.

١١- Mamdani, EH., "Application of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant", proc I.E.E,١٩٧٤.

١٢- "What is afuzzy expert system?",www.٢.cs.cmu.edu.

١٣- دائرة الطاقة، وكالة الطاقة الدولية ، "لمحة عن الطاقة العالمية في العام ١٩٩٩"، ١٩٩٩.

١٤- Organization of the Petroleum Exporting Contries Public Relations & Information Department, OPEc annual Report ٢٠٠٥, Umerreuter Print and Digimedia, Austria, ٢٠٠٦.

١٥- Pratt.T.W., Zelkowitz,M.V., " Programing languages design and implantation",Prentice-Hall internationalInc.,Third edition, United States of America,١٩٩٦.

١٦ -Ying, H. Shepprd , L. and Tucker, D., " Expert system based fuzzy control of arterial pressure by drug infusion", Department of Biomedical Engineering, University of Alabama of Birmingham, Birmingham, USA, ١٩٨٣.

١٧-wick, K., Ekwue, A., Aggarwal, R., " Artificial intelligent application intelligence techniques in power systems", The Institution of Electrical Engineers, London, ١٩٩٧.

١٨- Reznik, L., "Fuzzy controllers", Jordan Hill, Oxford OX٢ ٨DP, England,١٩٩٧.

Abstract

Fuzzy Expert System to Determine Oil Production According to OPEC Indicators

Asst, lecturer Iqbal Jasim Jeafer

This paper aims at designing fuzzy expert system to determine oil production (b/d) according to OPEC indicators. The system applies an artificial intelligence (AI) techniques , namely fuzzy logic with expert system which depends on the data collected by experts and scientific references to model non linear variables like prices and reserved oil . At is difficult to design a mathematical model ,or to use a traditional method . the paper suggests a new technique to process these variables to determine oil production (b/d) based on fuzzy logic theory and expert system which can give better and more precise results.