الفصل الأول

الذكاء الاصطناعى والأنظمة الخبيرة

المفهوم والتاريخ

الفصل الأول

الذكاء الاصطناعى والأنظمة الخبيرة

مدخل :

الذكاء الاصطناعى ، أحد علوم الحاسب الآلى ، وتندرج تحته النظم الخبيرة ، ويمكننا قبل أن نتناول تعريف النظم الخبيرة وتاريخها وتطورها أن نتناول تاريخ الذكاء الاصطناعى ومفهومه .

تعود جذور الذكاء الاصطناعى إلى عهود بعيدة ، فهو كعلم يعود إلى بداية استخدام الإنسان للآلة ، ثم تمرد الإنسان على فكرة الآلة العادية ، واتجه بخياله إلى آلة تستطيع أن تجاريه وتحاكيه فى التفكير ، وربما بدأ الأمر بفكرة خيالية ، لكنها بدأت تأخذ طريقها إلى حيز التنفيذ الفعلى عن طريق معامل الذكاء الاصطناعى .

وعند تناول إشكالية تعريف « الذكاء الاصطناعى » ، فالواجب تناوله من الناحية الاصطلاحية ، ثم الاستقرار على تعريف اصطلاحى من بين مئات التعريفات التى ظهرت فى المجال ، ولكن « تجابه من يتصدى لتعريف الذكاء الاصطناعى مشكلة التغيير السريع والدائم فى المجالات التى يتناولها هذا العلم » [1] .

1/1 التعريف :

أورد عديد من الكتاب مجموعة من التعريفات للذكاء ، وقد وقر فى وجدان الكاتب التعريف الذى ساقه د. نبيل على فى كتابه « العرب وعصر المعلومات » وهو « التصدى للمعقد بأن تظل تفتته حتى تكشف عن ماهيته لتعيد بعدها بناءه بصورة أكثر اتساقًا وسفورًا »[2] وقد تم صياغة هذا التعريف من مقولة مارفن مينسكى « ما الذكاء إلا أن تظل تفتت إلى القدر الذى لايصبح هناك ذكاء » [3] وهو يتصور - والحديث ما زال لـ د. نبيل -

آن المخ مكون من عمليات أو عناصر صغيرة عديدة كل منها يقوم بمهمة معينة محدودة لاتحتاج إلى ذهن أو تفكير على الإطلاق ولكن ما أن تتواصل هذه العناصر مع بعضها البعض بصورة متميزة للغاية حتى يتولد الذكاء الحقيقى [4] .

وفيما يلى مجموعة من التعريفات التى أشارت إليها القواميس المتخصصة فى المجال وكذلك ما أشار به العلماء والباحثون فى مجال الذكاء الاصطناعى كى نستطيع استخلاص تعريف جامع شامل له ، وذلك لأن عديدًا من العلماء لا يتشاركون فى وحدة الرأى بالنسبة لتعريف الذكاء الاصطناعى [5] :

1 - الذكاء الاصطناعى فرع من « علم الحاسب يبحث فى فهم وتطبيق تكنولوجيا تعتمد على محاكاة الحاسب لصفات ذكاء الإنسان » [6] .

2 - الذكاء الاصطناعى « تطور علمى أصبح من الممكن بموجبه جعل الآلة تقوم بأعمال تقع ضمن نطاق الذكاء البشرى كآلات التعليم والمنطق والتصحيح الذاتى والبرمجة الذاتية » [7] .

3 - الذكاء الاصطناعى « قدرة جهاز الحاسب على أداء مجموعة من الوظائف تعرف عادة بالذكاء الاصطناعى » [8] .

4 - الذكاء الاصطناعى « مجال الدراسة فى علم الحاسب الذى يهتم بتطوير آلة تستطيع القيام بعمليات شبيهة بعمليات التفكير الإنسانى ، كالاستنتاج والتعلم والتصحيح الذاتى » [9] .

5 - « الذكاء الاصطناعى - أو الآلات الذكية - يهتم بتصميم نظم قادرة على : حل المشاكل / التفسير المنطقى / التعلم » [10] .

6 - « الذكاء الاصطناعى هو دراسة القدرات الذهنية والعقلية من خلال استخدام النماذج الحسابية » [11] .

ومن هذه المجموعة من التعريفات التى اقتبسها الكاتب ، نلاحظ تباين التعريفات وعدم ثباتها ، فهناك خلط بينه كعلم (التعريف 1) وبين تطبيقاته (التعريف 5) ، وبين استخدامه فى مجال الحاسبات (التعريف 3) أو بين كونه منهجًا لدراسة القدرات العقلية (التعريف 6) .

ونخرج من ذلك بأن البعض ينظر للذكاء الاصطناعى على أنه أحد تطبيقات الحاسب ، بينما ينظر البعض الآخر إليه على أنه علم متفرع بذاته عن الحاسب ، ويرى الآخرون بأن القدرات البرمجية *Software* هى التى يمكن أن تقدم لنا نوعا من الذكاء المصطنع ، بينما يرى البعض الآخر أن الآلة يمكن أن تقوم بذلك ، ويستخلص الكاتب من ذلك عدم ثبات المفهوم حتى بين المتخصصين فى المجال ، وذلك أمر لايدعو للغرابة فالذكاء الاصطناعى لم تنشر دراساته بشكل مكثف إلا في منتصف السبعينيات [12] ، وجرت محاولات عديدة لوضع تعريف ملائم له ، ولم يعثر الكاتب على تعريف واحد يتميز بالثبات للذكاء الاصطناعى ، ويعود السبب فى ذلك إلى أن العلوم الفرعية التى انبثقت عن الذكاء الاصطناعى عديدة ، ولايزال - إلى يومنا - يفرز هذا العلم عديداً من العلوم الفرعية المتصلة به ، على الرغم من أنه بدأ بمحاولة محاكاة لعبة الشطرنج [13] .

ورغم كل تلك الصعوبات فإن المؤلف يمكنه رصد السمات التالية لعلم الذكاء الاصطناعى ، بناء على ما سبق وطرحته التعريفات التى سبقت الإشارة إليها :

1 - « الذكاء الاصطناعى هو ذلك العلم الذى تفرع عن علوم الحاسب الآلى

2 - والذى يهتم بمحاكاة الذكاء الإنسانى والمهارة البشرية

3 - من خلال إعداد برامج وأجهزة

4 - يمكن لها أن تقوم بعمليات شبيهة بهذا الذكاء وتلك المهارة » .

2/1 تاريخ الذكاء الاصطناعى :

يوجد عديد من الإشارات إلى تاريخ الذكاء الاصطناعى فى الدراسات والأبحاث والكتب وغيرها ، وبعض هذه الإشارات تعود بالذكاء الاصطناعى إلى عصور قديمة والبعض يربطها بظهور الحاسب الآلى ، والبعض الآخر يعود بها إلى الخمسينيات من هذا القرن ، وقد وضعت بعض الدراسات فى الجدول التالى ، والذى يبين تاريخ الذكاء الاصطناعى :

جدول (1/1) : تاريخ الذكاء الاصطناعى [14] .

العقد	المسمى	مجال الاهتمام الرئيسى
الخمسينيات	العصور المظلمة	الشبكات الأعصابية
الستينيات	عصر السببية	المنطق الآلى
السبعينيات	التحول الخيالى	هندسة المعرفة
الثمانينيات	حركة التنوير	تعلم الآلة
التسعينيات	إحياء القوطية (العودة للعصور المظلمة)	إعادة مراجعة الشبكات الأعصابية

ويلاحظ من هذا الجدول أن الباحثين فى المجال يطلقون على كل عقد مسمى معين يرمز إليه ، وقد استعاروا تلك التسميات من التسميات ، التى كانت تطلق على التاريخ الأوروبى فى العصور المتوسطة إبان سيطرة الكنيسة وما بعدها ، ويشير هذا المسمى إلى تاريخ الذكاء الاصطناعى ، ونوع الأعمال التى كانت سائدة فى ذلك الوقت ، وقبل تناول هذا الجدول بالشرح ، يمكننا العودة إلى الوراء قليلا ، وبالتحديد إلى عام 1943 حيث نشر وارن ماك كلوتش *McCulloch* ووالتر بيتس *Pitts* بحثا عن الشبكات الأعصابية تحت اسم :

"The Logical calculus of the ideas immanent in nerveous activities"

وقاما فيه برسم نموذج للشبكة الأعصابية للمخ [15] ، كما صمم كلود شانون *Clude Shannon* عام 1950 برنامجًا للعبة الشطرنج ، وقدم فيه لأول مرة مفهوم البناء الشجرى للعبة *Game Tree* [16] .

وفى عام 1956 عقد مؤتمر فى دارتماوث *Dartmouth Summer School* ظهر فيه لأول مرة مصطلح الذكاء الاصطناعى على يد جون ماكارثى *John McCarthy* [17] .

وفى **الخمسينيات بدأت المحاولة الأولى لإعداد نماذج آلية قادرة على إصدار سلوك بسيط** ، مثل التعلم ، ولكن تلك النماذج فشلت فى إصدار أى سلوك

معقد ، سواء كـان هذا السلوك لإنسان أم لحيوان ، وقـد اعتمدت هذه النماذج عـلى محاكاة الشبكات الأعصابية *Neural networks* لماكلوتش *McCulloch* وبيتس *Pitts* ، وأشبى *Ashbey* ، وألان يوتلى *Uttely* ، وكانت هذه النماذج تعمل مـن خلال القيام باستجابة معينة بناء على مدخلات تم إدخالها ، أو بمعنـى آخر فهى تقوم بإصدار أعمال تشبه الأعمال التى يقـوم بها مخ الحيوان عند الـتعلم [18] . أى أن **مفهوم الذكاء الاصطناعى فى تلك الفترة كان يعنى محاكاة العقل ، من خلال إنشاء مجموعة من البرامج التى تحاكى عمل الشبكات الأعصابـية فى الدماغ وربطها معا ؛ من أجل أن تقوم بعملية تعلم معينة** ، وكان رأى هؤلاء العلماء أن تلك العملية تمثل أفضل الطرق لبناء أنظمة ذكـية ، ولكنهم لم يتمكنوا مـن تحقيق ذلك ، ويمكن تعليل هذا الـفشل نتيجة لسببين ، أولـهما أن الأجهزة فى تلك الفتـرة كانت غير قادرة على إعداد الكـم الكافى من الشبكات الأعـصابية الكبيرة للوصـول إلى أى شىء يحاكى الذكاء البـشرى ، والثانى « أن طبيـعة عمل العـقل لم تكن معـروفة فى ذلك الحين » (وحـتى اليوم رغم آلاف الـتجارب العلمية التى أجريـت على المخ الإنسانى) ، وهكذا فشل هذا المدخل فى الخمـسينيات ليحل محله مدخل آخر جديد [19] .

وفى **الستينيات** كان من الـواضح أن التجـارب السابقـة والخاصة بمحـاكاة العمـليات العقلية تعتبـر عملا لايتناسب مع الذكاء الاصطناعى ، وهكذا بـدأت موجة جديدة من علم الذكاء الاصطناعى عـلى أيدى اثنين من علماء جامعة كـارنيجى ميلون *Carnegie Mellon University* وهما آلـن نويل *Allen Newell* وهربرت سيمون *Herbert Simon* حيث قالا بأن **الشكل الصحـيح لوصف قدرات الإنسان على حل المـشاكل تبدأ مع بدء الإنسان فى اكتساب قدرات المقارنة بين العمليات وتحليلها إلى عناصرها الأولية ، من خلال استخدام تعليمات (قواعد) لذلك التحليل ووضعها على صورة عناصر متتالية** ، ولكـن هذا الأمر لم يـنجح إلا مع الألـعاب والحجايـا ، ولم يستطع التعامل مع المواقف المركبة التى يواجهها الإنسان فى حياته اليومية [20] . وعلى سبيل المثال فإن نظامًا مثل نظام ***SHRDLU*** كان يعتبر نظامًا يمكنه الدخول فى عملية مناقشة من خلال لوحة المفاتيح والشاشة ، وكان العالم البسيط لهذا النظام يتكون من لعبة بناء مربعات (الميكـانو التى يقـوم بها الأطفـال) وكانت هذه اللـعبة معروضـة على شاشـة الحاسب ،

وتحتوى على ذراع روبوط (تمت محاكاته على الشاشة أيضًا) حيث يمكن للمستخدم إعطاء الأوامر للنظام باللغة الإنجليزية الطبيعية ، وينتج عن ذلك حوار بين النظام والمستخدم وينتج عن ذلك تحريك ذراع الروبوط لتلتقط قطعة من قطع الميكانو لتضعها فى مكان محدد على الشاشة ، ورغم الفشل الذريع فى محاكاة القدرات الإنسانية ، فإن المؤلف يعتقد بأن هذا الأسلوب أوجد طريقا آخر للتعامل مع المعرفة البشرية ، خاصة المعرفة التى تعتمد على الذاكرة أكثر من اعتمادها على الذكاء ، أو ما يعرف بهندسة المعرفة واختزان الخبرات الإنسانية ، أو محاولة محاكاة واحدة من وظائف الحس لدى الإنسان .

وفى **السبعينيات بدأت أولى الخطوات فيما يعرف « هندسة المعرفة** *Knowledge Engineering* » من خلال فريق عمل فى جامعة ستانفود *Stanford* ويقود هذا الفريق واحد من أشهر علماء الذكاء الاصطناعى وهو إدوارد فاينبوم *Edward Feigenbaum* .

وفى **الثمانينيات ، بدأ ما يعرف بحركة التنوير أو «تعلم الآلة** *Machine Learning* » حيث بدأت عمليات البرمجة بين ما يعرف بتحصيل واستخلاص المعرفة ، وبين وضع تلك المعرفة فى الآلات ، أو إكساب الآلة القدرة على الرؤية أو الحركة .

وفى **التسعينيات عاد علماء الذكاء الاصطناعى سيرتهم الأولى الخاصة « بالشبكات الأعصابية** *Neural Networks* » مرة أخرى ، وذلك اعتمادًا على تطور الحاسبات خلال هذه السنوات بصورة كبيرة من حيث السرعة والقدرة الكبيرة على التخزين ، وكذلك تطور الأبحاث فى مجال علم النفس فيما يخص موضوع الذكاء ، أو الخلايا الأعصابية ، وكيفية انتقال المعلومات داخل العقل البشرى خلالها ، أو ما يعرف بعلم شبكات الأعصاب *Neurology* ، ولكن إلى أى حد نجحوا فى ذلك النوع من المحاكاة ، ذلك ما تحاول الكشف عنه سيل الأبحاث والمؤتمرات العلمية التى تقام بهذا الغرض .

ليس ما تقدم إلا ملخصًا مختصرًا لتاريخ الذكاء الاصطناعى ، فتاريخ الذكاء الاصطناعى ترصد له مجلدات ، ولم يكن هم الكاتب سوى تقديم لمحة لهذا التاريخ ، يعرف بماهية الذكاء الاصطناعى ، فتاريخ الذكاء الاصطناعى يعود إلى قرون سابقة كما سبق وأشرت ، كما يمكن للكاتب الإشارة هنا إلى تجربة « آلان تورنج *Alan Turing* » ، والذى يعتبره الكثيرون الأب الحقيقى للذكاء الاصطناعى ، وفى تلك التجربة عمد عالم الرياضيات

الإنجليزى إلى وضع إنسان فى غرفة مغلقة وأمامه حاسب أو طرفية متصلة بغرفة أخرى ، بها إنسان وبرنامج حاسب ، متصلان بالحاسب الذى فى الغرفة الأولى . ومن خلال الاتصال والحوار الذى يدور بين الغرفتين ، يحاول الإنسان الذى فى الغرفة الأولى معرفة شخصية من يتحدث معه ، وإن عجز عن التفريق بين الإنسان والبرنامج ، فيمكن القول حينئذ بأن البرنامج ذكى ، ورغم امتلاء تلك التجربة بالعيوب فإنها أثارت عديداً من الأسئلة حول إمكانية جعل الآلات أو البرامج ذكية .

كما لعبت بعض المؤسسات والهيئات دوراً كبيراً فى تطوير علم الذكاء الاصطناعى ، وعلى سبيل المثال فإن مؤسسة ، مثل مؤسسة راند *Rand* طورت عديداً من النظم الخبيرة واللغات التى يمكن أن تستخدم لبرمجة تلك النظم مثل لغة ريتا *RITA (Rand Intelligent Terminal Agent)* ، وذلك من أجل تطبيق نظم بينية ووسيطة ذكية مع أنظمة الحاسب .

وقد كانت تلك اللغة تعمل من خلال لغة مشابهة للغة الإنجليزية *English-like sysntax*، ولكن كان يعيبها البطء فى التنفيذ، كما أن التعبيرات الإنجليزية المستخدمة كانت محدودة وقاد ذلك المؤسسة إلى تطوير لغة أخرى باسم روزى *Rosie (Rule-Oriented System for Implementing Expertise)* ، وقد استخدمت ريتا لتطوير برامج نظم خبيرة لمكافحة الإرهاب الدولى *International Terrorism* وقد قاد هذا النجاح المؤسسات والعلماء إلى زيادة الاهتمام بالنظم المبنية على القواعد (التعليمات) (*) .

وقد استخدمت *Rosie* كذلك فى تطوير نظم دعم اتخاذ قرار قانونية *Legal decision makers systems - LDS* ، وكذلك فى التخطيط فى المجال العسكرى فى الثمانينيات [21].

ومن خلال هذا العرض يتضح الفرق بين النظم الآلية التقليدية والنظم المبنية على الذكاء الاصطناعى ، أو الآفاق الجديدة التى يحاول هذا العلم شقها ، فهو يعمل فى مجالات تحاول محاكاة أعمال الإنسان سواء كانت هذه الأعمال : أعمال حركية ، أم خبرات إنسانية فى مجال محدد ، وسيوالى الكاتب عرض النماذج المبنية على الذكاء الاصطناعى فى هذا الفصل، مبينا الفرق بين نظم الحاسب التقليدية والنظم المبنية على الذكاء الاصطناعى .

(*) سيستخدم الكاتب المصطلح « تعليمة » وتعليمات بديلا لمصطلحى « قاعدة » و « قواعد » عند الحديث عن أساليب بناء المعرفة فى النظم المبنية على قواعد المعرفة ، وذلك منعًا لأى التباس بينهما وبين مصطلحات قاعدة وقواعد المستخدمة للتعبير عن قاعدة وقواعد البيانات .

3/1 أهمية الذكاء الاصطناعى :

يتزايد الاهتمام بتطبيقات الذكاء الاصطناعى يومًا بعد آخر ، والحقيقة أن الاهتمام الأكاديمى تحول إلى اهتمام تجارى بتطبيقات هذا العلم ، وعلى سبيل المثال فإن الاستثمارات فى هذا العلم زادت من 250 مليون دولار عام 82 إلى 750 مليون دولار عام 1985 ، وارتفعت إلى 4 بلايين دولار عام 1990 ، مما يشكل ما يقرب من نسبة 20 ٪ إلى 25 ٪ من حجم الاستثمارات فى مجال صناعة الحاسبات [22] .

وتحاول اليابان ـ سحب البساط من تحت أقدام الولايات المتحدة الأمريكية ، من خلال تبنيها لعدد من المشروعات المرتبطة بتطبيقات الذكاء الاصطناعى ، عندما أعلنت عام 1982 عن اتجاهها لتصنيع وإنتاج الجيل الخامس من الحاسبات ، والذى سيعتمد على النص والصورة والصوت .

وقد أشارت إحدى الدراسات [23] إلى حجم التعامل المالى فى أسواق المعلومات ، فيما يخص الذكاء الاصطناعى إلى :

1 - « فى مايو 1988 أشارت فورست وسوليفان *(Forst & Sullivan)* فى ذلك الوقت إلى أن حجم التعامل سيصل إلى 1.7 بليون دولار فى عام 1990 .

2 - قدرت مجموعة آرثر د. ليتل للذكاء الاصطناعى أنه بحلول عام 2000 فإن الذكاء الاصطناعى سيشغل 20 ٪ من حجم مبيعات صناعة الحاسب ، وأن جملة مبيعات النظم المبنية على الذكاء الاصطناعى، يمكن أن تتراوح بين 40 إلى 120 بليون .

3 - فى 30 مايو 1988 كانت دورية *Computer world* قد قدرت فى ذلك الوقت أن مبيعات صناعة الذكاء الاصطناعى ستصل 3.08 بليون دولار عام 1989 ، وأنها ستصل إلى 4.09 بليون دولار عام 1990 .

وعلى سبيل المثال « أن إحدى الشركات العاملة فى مجال هندسة الطيران *Air Force Wright Aeronautical Laboratories* كانت قد رصدت عام 1988 مبلغ 25 مليون دولار لتطوير برامجها فى الذكاء الاصطناعى ، وكانت قد توقعت أن ترصد ضعف هذا المبلغ خلال الأعوام التالية » [24] .

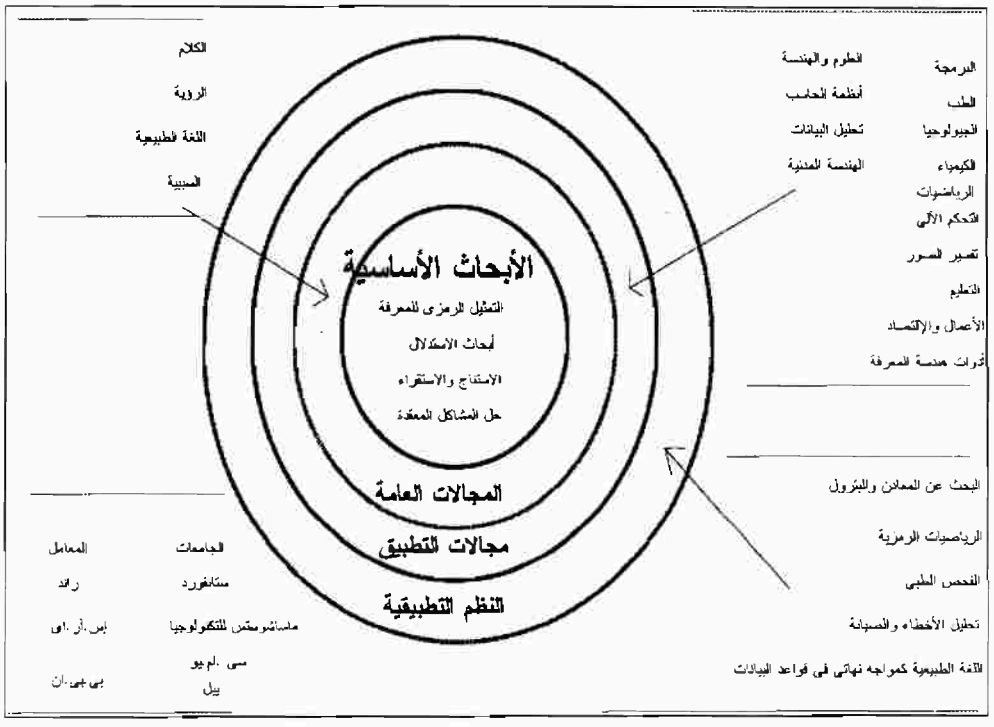
4/1 مجالات الذكاء الاصطناعي :

سبق وأشار الكاتب إلى أن الذكاء الاصطناعي أحد العلوم التي خرجت من عباءة علم الحاسب الآلي ، ولكن سرعان ما كانت للذكاء الاصطناعي علوم فرعية انبثقت عنه بدورها ، أو على الأحرى كانت له مجموعة مختلفة من المجالات يمكن العمل فيها ، انظر شكل (1/1) .

وتلك المجالات هي :

1/4/1 الروبطة *Robotics*

أو ما اصطلح على تسميته بعلم الإنسان الآلي ، وهو حقل من الحقول المتميزة في الذكاء الاصطناعي ، والذي يعنى بتصميم الروبوطيات وإنتاجها واستعمالها ، وهو يهتم بمحاكاة العمليات الحركية التي يقوم بها الإنسان أو الحيوان بشكل عام ، وهذا الحقل يهدف إلى إحلال الآلة محل الإنسان في العمليات المتكررة والخطرة أو العمليات ، التي قد يعجز الإنسان عن أدائها ، مثل : التعامل مع فوهات البراكين أو أفران صهر الحديد ، أو السير على الكواكب البعيدة ، أو النزول إلى أعماق المحيطات ؛ حيث لايستطيع الإنسان تحمل الضغط الواقع عليه هناك ، ويمكنها الرؤية من خلال كاميرات تليفزيونية مثبتة عليها ، مع أطراف ميكانيكية لها حرية وانسيابية في الحركة ، ويمكنها كذلك من التعامل مع الأشياء الصلبة والهشة بحساسية فائقة ، ويمكن التعامل مع تلك الروبوطيات بلغة أمر معينة ، كما يمكنها تنفيذ أوامر المسئول عنها فقط من خلال عملية تحليل الصوت التي يمكنها القيام بها ، ويمكن استخدام الروبوط في المكتبات في مجال إحضار كتب من على الرفوف أو نقل رفوف المكتبة .



شكل (1/1) : بحوث ومجالات الذكاء الاصطناعى ، وأشهر الجامعات ، والمعاهد التى عملت فيه [25] .

والروبوط هو حاسب ، يعمل لهدف معين مع قدرته على الحركة *A robot is a with the purpose and capability of motion computer*[26] . وأول من استخدم كلمة روبوط الكاتب المسرحى التشيكوسلوفاكى كارل كابيك *Karel Kapek* فى مسرحيته المسماة *R.U.A: Rossums Universal Robots* أو « روبوطات عالم روسوم الآلية » والكلمة تعنى فى اللغات السلافية عامل أو خادم ، وفى هذه المسرحية تزايد العمال الآليون بكثرة ليحتلوا العالم فى النهاية .

وتعود فكرة الإنسان الآلى أو الروبوط إلى مئات من السنوات ، ففى القرن السابع عشر اخترع جاك دو فاكانسون *Jacques de Vaucancon* إنسانًا آليًا موسيقيًا يعزف الكمان ، وفى العقد السابع من القرن نفسه اخترع إثنان من السويسريين ، ثلاثة آليين ، أسماءهم *Scribe* ودروتسمان *Drautsman* والموسيقى *Musician* ؛ واستمرت الاختراعات منذ ذلك الحين ، كما أن هناك عديدًا من الكتاب العلميين وكتاب الخيال ، كتبوا عن عالم الروبوط ، لعل أشهرهم اسحق أزيموف *Isac Asimov* [27] ، بالإضافة إلى وجود متحف عظيم للحاسبات والروبوط فى بوسطن بالولايات المتحدة الأميريكية .

وتنقسم الروبوطات التى تم اختراعها حتى الآن إلى ثلاثة أنواع :

1 - الروبوطات الصناعية *Industrial Robots*

وهى ذلك النوع من الروبوط المستخدم فى الصناعة ، وأغلبها مستخدم على خطوط الإنتاج فى المصانع ، مثل : اللحام ، والجمع ، والدهان ، والتحميل ، والتفريغ .

2 - الروبوطات الشخصية / التعليمية *Personal Robots*

وهى التى تستخدم لأغراض شخصية مثل تلك المستعملة فى المنازل ، والروبوطات التى تم تطويرها فى معهد أبحاث ستانفورد ، كوسيلة بحث فى الذكاء الاصطناعى [28] .

3 - الروبوطات العسكرية *Military Robots*

وهى التى تستخدم لأغراض عسكرية ، وغالبًا ما تكون أجهزة الاستشعار المزودة بها تلك الفئة من الروبوطات غالية جدًا تمكنها من استكشاف البيئة المحيطة بها بدقة ، كما أن بعضها مزود بوسائل للاتصال مع البشر أو للاتصال مع أنظمة أخرى ومن أمثلتها

أجهزة حمل الذخيرة الذكية *Smart muinitions* وصواريخ كروز *Cruise missiles* .

2/4/1 معالجة اللغة الطبيعية *Natural Language Processing*

في البدايات الأولى لظهور الحاسب الآلي ، كان يتم التعامل معه من خلال ما يسمى بلغة الآلة *Machine language* ، وهي لغة البرمجة المكونة من مجموعة من الرموز الآلية الخاصة ، التي يمكن لكمبيوتر ما أن ينفذها بشكل مباشر ، وقلما يستعمل المبرمجون اليوم لغات الآلة لأن تعليماتها ومعطياتها يجب أن تكون أرقامًا ثنائية ، ولذلك فمن المفضل استخدام اللغات العالية المستوى [29] ؛ حيث إن عمليات إعداد البرامج باستخدام لغة الآلة كانت عمليات في منتهى التعقيد تستغرق أوقاتًا طويلة تمتد لشهور ، وبناء على ذلك ظهرت الحاجة للغات وسط تقف بين لغة الإنسان ولغة الآلة ، ومن هنا ظهرت لغات البيسك ، والكوبول ، والفورتران ، والسي ، وغيرها من اللغات الشهيرة ؛ حيث إنها لغات قريبة من اللغات الطبيعية التي تستخدم الهجائية اللاتينية كالإنجليزية والفرنسية .

ومن الصحيح أن تلك اللغات تكتب بالانجليزية كلغة طبيعية ، ولكن لها تعليمات خاصة بها ، لايجيدها إلا المبرمج الخبير والمتمرس في تلك اللغة ، ولذلك كانت الحاجة مستمرة لبرامج تعمل على حل المشاكل ، وتعمل باللغات الطبيعية . وظهرت نظم عديدة لعل أهمها نظام *Student* ، والذي أعده دانيل بوبرو *Daniel Bobrow* في معهد ماساشوستس للتكنولوجيا *MIT* عام 1968 [30] ؛ حيث استخدم في حل المشاكل المتعلقة بتدريس مادة الجبر في المدارس العليا ، وكان بمقدور هذا النظام حل المشاكل المعقدة ، كأن تقدم إليه مشكلة جبرية مطلوب حلها، وتتكون من 4 سطور في كل سطر حوالي 15 كلمة، حيث يقوم النظام بتحليلها ، وتعرف طبيعة المشكلة فيها ، ثم يعمل على حلها .

وهناك نظام آخر مثل برنامج لونار *Lunar* ، وقد طوره ويليام وودز *William Woods* ، وهو يقوم بتحليل واسترجاع المعلومات الجيولوجية التي حصلت عليها سفينة الفضاء أبولو *APOLLO2* بعد رحلتها للقمر ، ويستخدم نظام لونار لغة استفهام مبنية على الإحصاء الاستقرائي وشبكات تحليل صرفي للترجمة ، وقاموس يحتوي على حوالي 3500 كلمة ، ويعتبر هذا البرنامج واحدًا من أوائل برامج اللغة الطبيعية ، التي تهتم بالعالم

الحقيقى ، بالمقارنة مع البرامج التى كانت تعتبر برامج ألعاب *Toy Programs* ، ويمكنها أن تفهم وتجيب عن أسئلة مثل :

What is the average concentration of Alumenium in high Alkali rocks?

وقد استخدمت ثلاث خطوات لمعالجة مثل هذا السؤال ، هى :

1 - تحليل الجملة .

2 - تفسير الدلالة أو المعنى .

3 - التنفيذ .

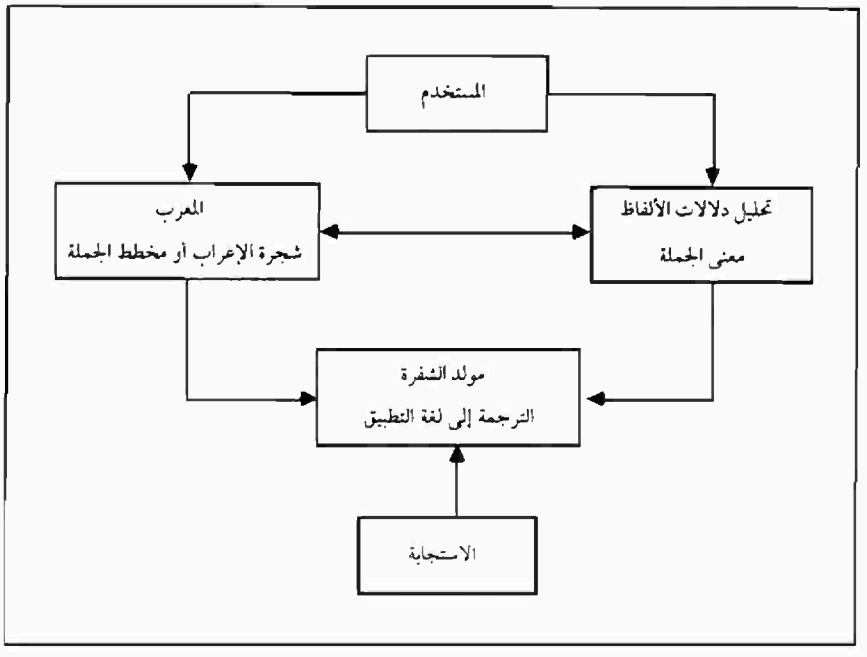
حيث يقوم النظام بتحليل الجملة أو ترتيب كلمات الجملة فى أشكالها وعلاقاتها الصحيحة . ثم يقوم باستنتاج معنى الجملة ، وبعد ذلك يقوم بمقارنة التعبير اللغوى للاستفهام على قاعدة البيانات ؛ لاستنتاج الإجابة المطلوبة [31] .

وثمة برامج أخرى شهيرة فى مجال معالجة اللغة الطبيعية ، مثل : البرنامجين اللذين صممهما تشانك *Schank* ، وهما برنامجا مارجى *Margie* عام 1973 ، وبرنامج سكريبت *Script* عام 1974 ، والبرنامج الذى صممه ريتشارد كيلنجفورد *Richard Kullingford* ، الذى يدعى سام *SAM (Script Applier Mechanism)* ، وهذا البرنامج يقوم بإعداد مستخلصات للقصص ، ويتم هذا الملخص بناءً على حوار بينه وبين المستخدم .

وتعمل نظم اللغة الطبيعية من خلال شكلين من النظم :

1 - الأول هو استخدام اللغة الطبيعية بشكلها العادى ، من خلال أسئلة وإجابات ، وتحويل الكلمات الدالة فى اللغة الطبيعية إلى استفسارات ، والبحث عن إجابات داخل الحاسب .

2 - والثانى هو استخدام النوافذ او القوائم ، والاختيار من بينها من شاشة الحاسب . ويعرض الشكل التالى الطريقة التى تعمل بها أنظمة اللغة الطبيعية :



شكل (2/1) : طريقة عمل نظام اللغة الطبيعية[32] .

وغالبًا ما تعمل تلك الأنظمة من خلال حوار ، يتم بين المستخدم والنظام حيث يلقى المستخدم بسؤاله ، ويقوم النظام بالبحث عن الكلمات الدالة فى السؤال ، ثم تبدأ عملية متوالية من السؤال والجواب والسؤال المضاد ، حيث يقوم النظام ببحث بناء الجملة والبحث عن تعليماتها ، واحتوائها على فعل وفاعل ومفعول مثلاً ، وحين اكتمال هذا التحليل تبدأ عملية تحليل الألفاظ ، حيث يستخدم النظام قاموسًا يحتوى على كل الألفاظ الخاصة بموضوع السؤال ، مثل ما أشار إليه الكاتب فى نظام لونار ؛ حيث إن القاموس الخاص بهذا النظام يحتوى على 3500 كلمة ، أغلبها فى الجيولوجيا وأسماء المعادن . . . إلخ .

وعند إتمام عملية التحاور ، يكون النظام قد حدد ما هو مطلوب منه تمامًا ، ثم تبدأ عملية الإجابة من خلال ردود باللغة الطبيعية .

وتعتبر الترجمة الآلية *Machine Translation* فرعًا من الفروع الخاصة بمجال معالجة اللغة الطبيعية ؛ حيث يمكن استخدام الحاسب فى ترجمة النصوص من لغة إلى أخرى وتلك

العملية تتطلب قدرًا كبيرًا من فهم اللغة ، وإدراك العلاقات بين الألفاظ وقواعد اللغة نفسها، وليس ترجمة المفردات فقط .

3/4/1 الرؤية والتمييز الآلى *Computer Vision*

ويقصد بها إمكانية الحاسب فى تعريف وتمييز الأشياء المحيطة بصريًا أو محاكاة القدرات البصرية للإنسان .

إن **حاسة البصر من الحواس التى تحاول علوم الذكاء الاصطناعى محاكاتها ، عبر بث قدرات الرؤية والتمييز بين الأشياء للحاسب الآلى ،** والعملية فى مجملها تبدو فى منتهى البساطة ؛ إذ يبدو كافيًا ربط كاميرا تليفزيونية بحاسب آلى كى يستطيع التمييز بين الأشياء ، ولكن العملية أعقد من ذلك بكثير ، فكل شىء له ملامحه التى تميزه عن الأشياء الأخرى ، وله أبعاده ومقاييسه وحجمه ، كما أن شكله يمكن أن يتغير من بيئة لأخرى أو من مكان لآخر ، وكل تلك الفروقات والاختلافات يجب مد الحاسب بها ؛ كى يستطيع التمييز بين الأشكال ؛ وقد استخدمت تلك القدرة فى مصانع إنتاج السيارات والأجهزة الإلكترونية ، من خلال ربط كاميرات تليفزيونية بأذرع روبوط ؛ من أجل عمليات تجميع ودهان أجزاء السيارات . . . إلخ .

ومن أجل مساعدة الحاسب على تعرف العالم المحيط به بصريًا كان لابد من معرفة كيفية عمل عين الإنسان وتركيبها ، وتشير الصفات التالية إلى مكونات عين الإنسان :

1 - تحتوى العين على ما يزيد عن 100 مليون مستقبل ، تتكون من حوالى 100 مليون عقدة و 7 ملايين شكل مخروطى .

2 - يمكن للعين اكتشاف شيئين منفصلين من خلال 1 مم على بعد 25 سم ، وذلك يساوى زاوية بدرجة 0.0004 إشعاع .

3 - العين لها صفة التوافق مع التغيرات أو التركيز الآلى .

4 - العين لها درجة حساسية للألوان ، يمكن أن تميز بين 150 تدرجًا لونيًا .

5 - العين يمكن أن ترى فى مستوى ضعيف للغاية من الضوء بدرجة 10^{-9}.

6 - العين يمكن أن ترسل مخرجاتها إلى المخ ؛ حيث يوجد معالج متوازٍ مكون من 10 بلايين شبكة أعصابية تقوم بالتفسير .

1/3/4/1 عناصر الرؤية عند الحاسب :

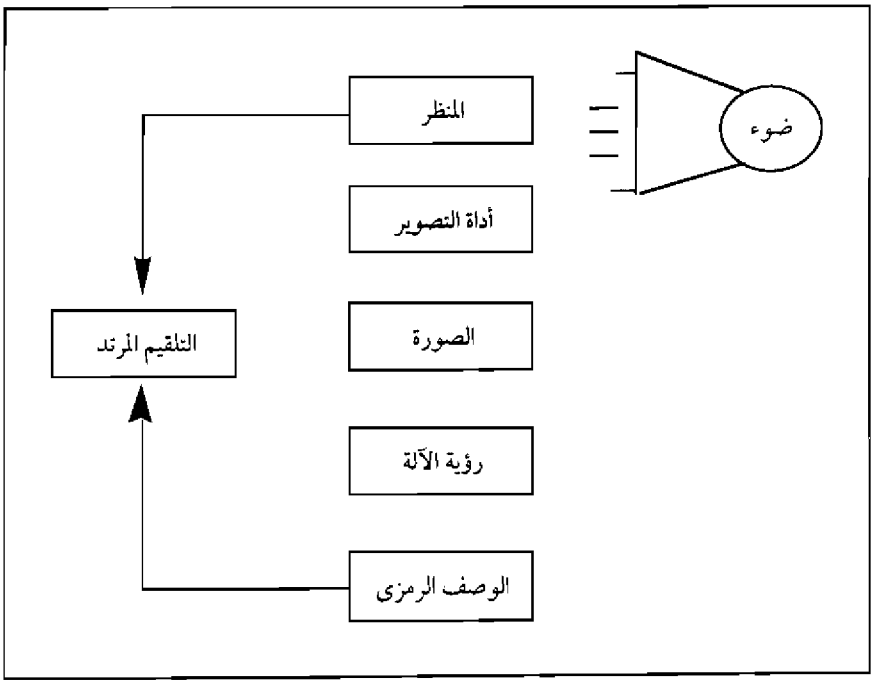
تتكون الرؤية لدى الحاسب من ثلاث عناصر ، هى :

1 - معالجة الصورة .

2 - تمييز النموذج .

3 - تحليل المنظر .

ويمكن تعرف البناء العام للنظام الرؤية عند الحاسب من الشكل التالى :



شكل (3/1) : المكونات الرئيسية لنظام الرؤية الآلى .

4/4/1 تعرف النماذج *Pattern Recognition*

ويحتوى على :

أ - تعرف الحروف *Character Recognition*

ب - تعرف الأصوات *Speech Recognition*

ويفضل الكتاب فى مجال الذكاء الاصطناعى فصل حقل التمييز البصرى عن هذا الحقل رغم أن الحقلين يشتركان فى الهدف ، وهو تعرف النماذج بشكل عام . وتعرف النماذج من الموضوعات المتصلة بالذكاء الاصطناعى ، فهو أحد الفروع التى تحتوى على الكثير من القضايا ، مثل :

تعرف الأصوات ، تعرف بصمات الأصابع ، تعرف الوجوه ، تعرف الكتابة اليدوية ، تعرف الحروف ضوئيًا ، تحليل الشرائح البيولوجية من خلال عد الكروموزومات وخلايا الدم، عند التحليل الآلى لها ، من خلال أنظمة آلية سريعة ، بجانب عديد من الموضوعات الأخرى المتصلة .

وعادة ما يتكون نظام تعرف الأشياء أو النماذج (أيا كان نوع النموذج) من العناصر التالية :

1 - **المحول** *Input Transducer*

حيث يقوم بتحويل النموذج الذى تم تحليله إلى إشارات إلكترونية ، وعادة ما يتكون من كاميرا فيديو ، مرقمات صور ، وماسحات ضوئية ، وميكروفونات .

2 - **معالج أولى** *Preprocessor*

يقوم بإنجاز بعض العمليات الخاصة بالإشارات ، وربما يقوم بوظائف مثل التكبير ، التحليل الطيفى وتحويل الإشارات القياسية إلى إشارات رقمية .

3 - **المميز** *Feature Extractor (Discriminator)*

وهو يقوم عادة بوظائف ، مثل : مطابقة الهيكل ، مطابقة الحيز للشىء المطلوب تعرفه .

4 - **المنتقى** *Response Selector*

ويقوم هذا الجزء باختيار أفضل شكل مطابق للشكل المطلوب تعرُّفه ، ويحتوى على عمليات البحث والترتيب وتحليل المربعات .

5 - **انظمة المخرجات** *Output Systems*

مثل مولدات الصوت والصورة وجهاز فيديو طرفى .

5/4/1 **تعلم الآلة** *Machine Learning*

يقول المتخصصون فى مجال الذكاء الاصطناعى بأنه إذا نجح العلم فى التوصل إلى وسيلة تجعل من الآلة تتعلم ذاتيا ، فإنه يمكن لبرامج الذكاء الاصطناعى - كل فى مجاله - أن تقوم بتحسين آدائها بشكل أوتوماتيكى فى كل من مجالات التطبيق السابق ذكرها .

وكما يقول هؤلاء العلماء ، فإنه إذا استطاعت الآلة أن تتعلم ، فإن السؤال « هل تستطيع الآلة التفكير » ؟ سوف يمكن الإجابة عنه دون تردد بـ « نعم » .

والأمثلة التى يضربها هؤلاء العلماء على ذلك كثيرة ، وعلى سبيل المثال إذا كان باستطاعة الحاسب الذى يلعب الشطرنج أن يطور نفسه بعد عدة أدوار فإنه فى ذلك يقوم بعملية تحصيل للمعرفة *Knowledge Acquisition* وبالتالى نستطيع القول بأن الآلة تتعلم ، وإذا كان باستطاعة نظام الرؤية عند الحاسب *Vision System* أن يحسن من قدرته على تعرف الوجوه فى صورة ، تمتلئ بالأشخاص بعد فحص صورهم ، وتعرف هوية كل منهم ، فإننا نقول بأن الآلة تعلمت تعرف الناس ، وإذا استطاع نظام الصوت *Voice In-put System* أن يحسن من فهمه وإدراكه للحديث المتوصل من خلال الاستماع لتسجيل له ، فمن السهل القول بأن الآلة تستطيع التعلم ، ولكن هل تستطيع الآلة أن تفعل ذلك حقا ، يترك الكاتب الإجابة عن هذا السؤال لعلماء الذكاء الاصطناعى ؟ وإن كان يمكنه أن يشير أن الأمر فى مجملة تخزين للمعرفة البشرية فى أى مجال من تلك المجالات وترك الحاسب يقوم بالاستنتاج بناء على ما تم تخزينه ! أى إن الأمر هو محاكاة الذاكرة البشرية فى تعرف الأشياء المحيطة !.

ويطلق على « تعلم الآلة » اسم الكأس المقدسة *The Holy grail* نظرًا لأنها تمثل بدايات الذكاء الاصطناعى فآلان تورنج كان يحاول الإجابة عن سؤال هل الآلة تفكر ؟ وكان

آلان تـورنج قد توقع أنه كى تـلعب الآلة لعبة الـتخمين ، فإنه يـجب على 60 مبرمجًا أن يعملوا لمدة 50 سنـة بشكل منتظم ودون خطأ ؛ للوصول بالآلـة لهذا الهدف . ومن أوائل البرامج التـى أعدت فى مجال تعلم الآلة ، هـو برنامج صامويل « للـعبة الدامة » *Samuel Checkers Play* عام 1949 ، وقد أشار واحد من الـباحثين إلى أن النظم الخبيـرة يمكنها أن تكتسب تلك الخاصية فى حقل المكتبات مثلا بجعل الحاسب على اسم من يريد استخدام النظام فى كل مرة يدخـل فيها ، وإذا دخل على النظام بعد ذلك فيـمكنه - أى النظام - أن يسترجـع آخـر بحـث قام به الـنظام لهذا الشخـص على أساس أنه ربما يريد إجـراء البحث نفسه ، ومن ذلك يقال بأن الآلة تستطيع أن تتعلم * .

6/4/1 نظم حل المشاكل *Problem Solving Systems*

لقد ركز الذكـاء الاصطناعى على عمليات حل المشاكل ، والتى إذا تم حلـها بواسطة البشر فإن الأمر يتطـلب نوعًا من الذكاء لحلها ، وبدأ التركيز فـى هذا المجال على ما يعرف بالبرامج حلالة المشاكل العامة ***GPS*** ؛ أى تلك البرامج التى لاتحتـاج إلى قاعدة معينة من المعرفة فى حقل معين .

وتعمل برامج حل المشاكل العامة من خلال 4 خطوات ، هى :

1 - **فهم المشكلة** : ما المعطيات ؟ ما المعلومات المتوافرة عن الشىء !

2 - **وضع خطة وتقسيمها** : الإحصاء والعد والـبناء من أجل الحصول على قـيمة لهذا المجهول !

3 - **إنجاز أو تنفيذ الخطة** : ويقصد بذلك ترتيب التفاصيل واختبار كل خطوة وإثبات مدى صحتها !

4 - **البحث الخلفى** : إعادة فحص الـنتائج والحلول والمسـار الذى قاد لتلك النـتيجة ، وذلك يعطينا الفرصة لفحص أى اخطاء ، ممكن أن نكون قد وقعنا فيها .

ولعل من أشهر برامج هذا المجال :

1 - برنامج القرد والموزة .

2 - أبراج هانوى .

3 - جسور تونجسبرج .

4 - فزورة قطع العملة الثلاث [33] .

5/1 النظم المبنية على المعرفة *Knowledge Baed Systems*

لاحظنا فيما سبق أن أغلبية النظم مبنية على ما يعرف بقواعد المعرفة ، وعلى سبيل المثال لايمكن للحاسب تعرف نوع من أنواع الوثائق ، إلا إذا تم شرح وتوضيح شكل الوثيقة وهل هي مرجع أم دورية ، ولايتم ذلك إلا من خلال ما يعرف بالتعليمات (قواعد) *Rules* ، فعلى سبيل المثال :

إذا كانت **الوثيقة من النوع الورقى** .

وإذا كانت **لاتقرأ من أولها إلى نهايتها** .

إذاً **فالوثيقة مرجع** .

كذلك لايمكن تعرف نوع المرجع ، وهل هو معجم تراجم ، أم معجم كلمات ، أم أطلس ، إلا إذا تم شرح ذلك من خلال تعليمات يقوم الحاسب بالمقارنة بينها .

وأغلب تطبيقات الحاسب مبنية على ما يعرف بالمعرفة ؛ أى تحويل المعلومات والخبرات والبيانات إلى معرفة كاملة ، ولايقتصر الأمر على ما يتم جمعه من المعارف من الخبراء ، وإنما أيضا كل ما يمكن استخلاصه من الكتب ومصادر المعلومات الورقية ، ويمثل نوعا من المعرفة .

وتعتبر النظم الخبيرة واحدة من تطبيقات النظم المبنية على المعرفة ، مثلها مثل أغلب التطبيقات السابقة ، وهناك بعض الملامح المحددة للنظم المبنية على المعرفة ، غير أنه يمكن القول بأن المعرفة هى مفتاح القوة لتلك النظم .

ولكن كيف يتم تحصيل المعرفة من الخبراء ؟

1/5/1 تحصيل المعرفة (هندسة المعرفة) *Knowledge Acquisition*

حدد ميكالسون خمس طرق لاقتناء المعرفة وتحصيلها ، وهى :

1 - هناك من أخبرك بها .

2 - القياس .

3 - الأمثلة .

4 - الملاحظات والاكتشافات والتجريب .

5 - البحث عن السبب [34] .

2/5/1 تمثيل المعرفة *Knowledge Representation*

يمكن تمثيل المعرفة فى الأنظمة المبنية على المعرفة من خلال :

1 - قواعد وتعليمات الإنتاج .

2 - الشبكات الدلالية .

3 - الإطارات .

4 - الأنظمة المبنية على المنطق .

ومن الأمثلة على استخدام تعليمات الإنتاج نظام دندرال ومايسين ، وقد استخدم نظام مثل نظام بروسبكتور أسلوب الشبكات الدلالية ، التى هى عبارة عن شبكات هرمية ، تبدأ العمل من أول فرض حتى القرار النهائى ، وقد استخدمت الإطارات فى برامج لغات طبيعية مثل برنامج جوس *Gus* ، واستخدمت برامج أخرى تكوينات من تلك الأساليب ، وتعتبر الإطارات أعلى تلك العمليات قوة ؛ حيث إنها عبارة عن مصفوفة قرار هرمية الشكل .

1/6 النظم الخبيرة : التعريف والتاريخ *Expert Systems*

تواجهنا إشكالية وضع مسمى خالص وخاص ، يطلق على تلك النوعية من النظم ، فعلى مدار السنوات الماضية ظهر عديد من التسميات الخاصة بهذه النظم ، فهناك من يطلق عليها بجانب النظم الخبيرة ، نظم الخبرة أو النظم المبنية على المعرفة أو نظم المعرفة *Knowledge System* (رغم إشارة عديد من الكتاب إلى أن النظم الخبيرة واحدة من تطبيقات النظم المبنية على المعرفة) ، وفى العربية قد يطلق عليها أيضًا النظم الفطنة أو نظم الخبرة [35] ، كما يطلق عليها أيضًا الناصح الآلى ، أو المساعد الآلى ، أو المستشار الآلى .

ويفضل الكاتب هنا استخدام مصطلح نظم خبيرة ، نظرًا لاستقرار أغلب الأبحاث والكتب والمؤلفات العلمية على استخدامه وسهولته .

1/6/1 التعريف الاصطلاحى :

قدم عديد من المؤلفين والعلماء أكثر من تعريف للنظم الخبيرة ، ومنها :

1 - النظم الخبيرة هى نوع من برامج الحاسب ، التى يمكنها أن ترشد وتحلل وتدلل وتتصل وتشير وتصمم وتفحص وتشرح وتتنبأ وتتصور وتعرف وتفسر وتحدد وتتعلم وتدبر وتمسح وتحفظ وتقدم وتجدد وتختبر وتعلم ، وهى تستخدم فى حل المشاكل التى تحتاج خبراء لحلها [36] .

2 - النظم الخبيرة أحد فروع الذكاء الاصطناعى ، ومثل هذه النظم يمكنها أن تعمل كمساعد أو زميل عمل أو على مستوى الخبراء ، ويؤيد هذا التعريف سبعة من علماء الذكاء الاصطناعى ، هم : بورمان (1988) ، شارنياك (1989) ، هارمون (1990) ، فاينبوم (1988) ، مارتين (1988) موكلر (1989)، باترسون (1990) [37] .

3 - الأنظمة المبنية على المعرفة هى نظم حاسب ، تحاول تطبيق الأنشطة الذكية للخبراء من البشر ، فإذا كان باستطاعة الخبراء أخذ القرار والتوصيات فى مجال معين أو مشكلة معينة ، فهى أيضًا باستطاعتها القيام بهذا الدور [38] .

4 - النظام الخبير نظام مبنى على الحاسب الآلى مصمم خصيصًا لتحسين القرارات الإنسانية فى مجال محدد ، ويعرف بالحقل المعرفى ، وتنتمى النظم الخبيرة إلى علم أكبر هو الذكاء الاصطناعى [39] .

5 - النظام الخبير هو تطبيق محوسب يعمل على حل المشاكل المعقدة ، والتى تحتاج إلى خبرة إنسانية مكثفة [40] .

إن هذه المجموعة من التعريفات تقدم لنا رؤية واضحة لمفهوم النظم الخبيرة ، مع وجود بعض الفروقات والاختلافات بينها ، وعلى سبيل المثال فإن التعريف (1) تعريف جامع إلى حد ما ، فهو يكاد يسبغ على النظم الخبيرة كل الصفات الإنسانية ، ومن المستحيل أن تتوافر كل تلك الصفات فى نظام واحد ، وإذا كانت هذه قدرات نظام حاسب فماذا يتبقى للإنسان، ويربط التعريف الثانى بين النظم الخبيرة كأحد فروع علم الذكاء الاصطناعى، بالإضافة إلى إمكانية أن يقوم بالعمل بجانب الخبراء البشر فى تقديم النصيحة أو الخبرة المطلوبة فى مجال معين . أما التعريف الثالث فيعود فى جزء منه إلى تلك النغمة التى

أطلقها صاحب التعريف الأول ؛ حيث يساوى بين إمكانات النظام الخبير وبين إمكانات البشريين ، والتعريف الرابع يقترب من أرض الواقع ويضيف إلى المعلومات السابقة أن النظام الخبير يعمل فى حقل معرفى محدد وضيق ، وأنه يمكن أن يساعد فى عملية اتخاذ القرارات ، ويعمل على تحسين تلك القرارات ، ويشير التعريف الخامس الأخير إلى نقطة مهمة ، وهى أن النظام الخبير يمكن أن يعمل على حل المشاكل المعقدة التى تواجه المستخدمين عند اللجوء إليه ، ومن واقع تلك التعريفات يمكننا أن نحدد سمات النظم الخبيرة كأحد تطبيقات الذكاء الاصطناعى كالتالى :

1 - النظام الخبير نوع من برامج الحاسب .

2 - وأنه أحد فروع علم أكبر هو علم الذكاء الاصطناعى .

3 - ويعمل على حل المشكلات .

4 - فى مجال معرفى محدد أو ضيق .

5 - بالطريقة نفسها التى يعمل بها الخبراء البشريون .

6 - ويمكن استخدامه كمساعد أو زميل عمل أو على مستوى الخبراء .

وتعتمد بنية هذا التعريف على التعريف الثانى ، حيث إن هذا التعريف يستمد قوته من أن سبعة علماء قد اتفقوا على صحته وملاءمته ، ولكن يبرز السؤال ما الفرق بين النظم الخبيرة والنظم الآلية التقليدية ؟

هناك مجموعة كبيرة من الاختلافات بين النظم الخبيرة وبين النظم الآلية التقليدية ، وهى تعتمد فى أساسها على مستخدمى كل من نوعى النظم ، وعلى مفهومها ، وسبب استخدامها وعلى اللغة التى يبنى بها كل نوع ، وكذلك على نوع المعلومات المستخدمة فى النظامين ، ويمكن للكاتب رصد الفروق التالية بين كل من نوعى النظم :

جدول (2/1) : الفروق والاختلافات بين النظم الخبيرة وبين النظم الآلية التقليدية[41] .

الصفة	النظم الخبيرة	النظم الآلية التقليدية
طبيعة المجال	مجال محدد وضيق .	مجال عريض .
القابلية للتعديل	سهلة التعديل .	صعبة التعديل .
التوافق مع احتياجات المستفيد	يمكن أن تتوافق مع احتياجات كل مستفيد على حدة ، بحيث يمكن عمل نظام لكل شخص .	تتوافق فقط مع مجموعة كبيرة من المستفيدين ، ولايمكن عمل نسخة منها لكل شخص .
نوع البيانات	يمكنها التعامل مع البيانات المؤكدة وغير المؤكدة ؛ حيث انها يمكن أن تتعامل مع المعنى .	لاتتعامل إلا مع البيانات المعروفة والمؤكدة؛ حيث إنها تتعامل مع النص .
السببية	يمكنها أن تقدم شرحًا للسبب وراء اتخاذ قرار معين .	لايمكنها تقديم السبب وراء اتخاذ قرار معين .
سهولة التعامل	استخدام تعليمات الارتباط الشرطى ، حيث من السهل فهمها لأى شخص غير فنى .	من الصعب فهم تركيبها البرامجى لأى شخص غير متخصص فى لغات البرمجة .
التحديث والصيانة	يمكن لأى شخص غير خبير أن يقوم بصيانتها .	لايمكن ذلك إلا للخبير فى المجال .
نوع لغة البرمجة المعرفة والمعلومات	تعتمد على لغة رمزية ومنطقية فى بنائها معرفة محددة .	تعتمد على اللغات الخوارزمية فى بنائها معلومات وبيانات .
المطور	غالبا ما تحتاج إلى إنسان خبير .	لاتحتاج إلى إنسان خبير فى الغالب عند بنائها وتطويرها .

وبالإضافة إلى ذلك ، يذكر فايربو *Firebaugh* أن كل الأنظمة الخبيرة التى تعيش وتواصل العمل لاتعتبر منتجات نهائية ، ولكنها مثل الخبراء البشر ، تستمر فى النمو وتتضاعف قدراتها المعرفية وبالتالى قدراتها على حل المشاكل ، فالخبراء الاصطناعيون

والبشريون يبدأون كهواة ، إن تاريخ نظام مثل نظام « اكسكون *XCON* » يدل على أن النظام بدأ بـ 300 تعليمة ، امتدت إلى 800 تعليمة عند وضعه للاختبار ، وهو يحتوى الآن على 4000 تعليمة .

2/6/1 تاريخ النظم الخبيرة :

يعود تاريخ النظم الخبيرة إلى الخمسينيات من هذا القرن ، حيث ظهرت أولى لغات التعامل مع تطبيقات الذكاء الاصطناعى ، مثل : لغة البرمجة *IPL* ولغة ليسب *(LISt Processing) LISP* وهى اللغة التى قام جون مكارثى بتطويرها عام 1958 ، وتعتبر واحدة من أشهر لغات الذكاء الاصطناعى وأكثرها شعبية [42] .

ويعتبر منتصف الستينيات هى المولد الحقيقى للنظم الخبيرة بظهور نظام « دندرال » *Dendral* عام 1965 ، والذى تم تطويره فى معهد ستانفورد *Stanford* على يد إدوارد فايتبوم *Edward Feigenbaum* وكان متخصصًا فى موضوع التركيبات الكيميائية ، وتلاه بعد ذلك نظام « ماكسيما » *Macsyma* فى العام نفسه من معهد ماساشوستس ، وكان متخصصًا فى عمليات التحليل الرياضى المعقدة ، وفى العام نفسه أيضًا ظهر نظام هيرساى *Hearsay* عن كلية كارنيجى ميلون *Carnegie-Mellon* ، وكان أول نظام ينتمى للنظم المبنية على المعرفة ومعالجة اللغات الطبيعية فى الوقت نفسه ؛ ثم هدأت الأمور لبعض الوقت فى المجال لتعود للتسارع عام 1972 ؛ لتظهر نظم خبيرة أخرى ، لعل أشهرها نظام مايسين *Mycin* وهو نظام خبير متخصص فى فحص أمراض الدم *Diagnosis of Blood Disease* عن معهد ستانفورد ، وفى العام نفسه أيضًا ظهر نظام « تايرسيان » *Teiresian* عن المعهد نفسه ، وكان نظامًا متخصصًا فى عمليات صياغة المعرفة وتحويلها ، وفى العام نفسه ، كذلك ظهر نظام « بروسبكتور » *Prospector* عن المعهد نفسه ، وقد سبقت الإشارة إليه ، وفى عام 73 ظهر نظام *AGE* وكان عبارة عن أداة خاصة لتوليد نظم خبرة ، وظهرت لغة لتطوير نظم خبرة هى لغة *OPS5* عام 1974 عن كارنيجى مليون ، وظهرت لغة *Rosie* عن مؤسسة راند عام 1978 أيضًا ، وفى العام نفسه ، ظهرت نظم مثل *R1* ، وهو نظام خبير لوضع مواصفات حاسب من نوع *DEC* ، وصفوة القول أن جامعات ستانفورد وكارنيجى ميلون ومؤسسة مل راند كانت هيئات رائدة فى هذا المجال ، وانضم إليها أغلب العلماء المشهورين فى مجال الذكاء الاصطناعى .

ولقد أحصى دوبونت *Du Pont* وجود حوالى 350 نظامًا خبيرًا يعمل على حاسبات شخصية ، وقال وقتها بأن عام 1991 سيشهد 2000 نظام خبير [43] .

3/6/1 مجالات تطبيق النظم الخبيرة :

وسجل عديد من النظم الخبيرة فى المجالات الزراعية :

1 - **الزراعة** : فى مجالات زراعة فول الصويا وأمراض الذرة وإدارة محصول التفاح ونظام لإدارة زراعة القطن .

2 - **الكيمياء** : نظام خاص ببناء البروتين وتحليل بناء *DNA* وغيرها ، وأشهرها نظام *Dendral* .

3 - **نظم الحاسب** : ظهر عديد من النظم الخاصة بأنواع معينة من الأجهزة والنظم ، مثل: جهاز *PDP2/03* ونظام لإدارة أنظمة *VAX/VMS* لتقليل مشاكل الأداء بينها .

4 - **الإلكترونيات** : فى مجال الاتصالات وأنظمة الإنذار .

5 - **الهندسة** : أنظمة خاصة لمساعدة المهندسين على عمليات تحليل الاستراتيجيات .

6 - **الجيولوجيا** : مثل فحص السطوح السفلية للبناء الجيولوجى ، ومن أشهرها نظام *Prospector* ونظام *Dipmeter Advisor* .

7 - **إدارة المعلومات** : نظام لمساعدة الطلاب فى تخطيط منهجهم فى مجال علوم الحاسب، بناء على المعلومات المتوافرة عن تاريخهم الأكاديمى ، ونظام آخر يسمى *Toxic Material Advisor* يساعد أخصائيى المعلومات على تحديد المعلومات المتصلة بصناعة، وتوزيع المواد السامة التى ربما تباع فى الأسواق .

8 - **المحاسبة** : من أشهر النظم فى ذلك المجال ، نظام *Auditor* لتقييم عمليات الإقراض والحالات الإئتمانية ، وبعض النظم المتعلقة بالضرائب .

9 - **القانون** : أشهرها *Legal Advisor* لمساعدة المحامين فى القضايا التى تتعلق بالقانون المدنى .

10 - **التصنيع** : أشهرها نظام اكسكون ، وهذه الأنظمة تساعد المديرين فى مجال صناعة أنظمة الحاسب فى عمليات التخطيط وبناء المصانع والوظائف .

11 - **الطب** : أنظمة خاصة بفحص المرضى فى مجالات محددة ، أشهرها نظام *MYCIN* .

كذلك ظهرت أنظمة جيدة فى مجالات **الطقس والعلوم العسكرية والفيزياء وتكنولوجيا الفضاء** .

4/6/1 تجربة مايسين *MYCIN*: بين النجاح العلمى والنجاح الاقتصادى

نظرًا للشهرة التى تمتع بها هذا النظام ، فقد كان لزامًا على الكاتب أن يتناوله ببعض التفصيل ، فقد وضع مايسين تحت الاختبار فى كلية الطب التابعة لجامعة ستانفورد من أجل التحقق من نتائجه (ووصفاته وروشتاته الطبية) ووجد أن .

1 - قام النظام بفحص 10 عشر حالات معقدة .

2 - كذلك قام مجموعة من الأطباء بفحص الحالات نفسها .

ثم قام كبار أطباء الكلية بمراجعة نتائج مايسين ، وكانت النتائج كالتالى :

1 - أن مايسين و 13 ثلاثة عشر طبيبًا اتفقوا فى الوصفات الطبية التى قدموها .

2 - حصل مايسين على 65 ٪ عند تقييمه لحالات المرضى ، بينما تراوحت النتائج التى حصل عليها بقية الأطباء 62.5 ٪ و 42.5 [44] .

وعلى الرغم من ذلك فإن مايسين لم يحظ بنجاح تجارى ، فبالإضافة للعامل النفسى ، فلم تكن هناك مهارة فى عملية التسويق، أو ما يعرف بنظام التسليم *Delivery System* .

5/6/1 تحليل المعرفة :

هناك عديد من العناصر التى تشترك فى تكوين المعرفة ، والتى تكون المصدر الذى يستقى منه النظام الخبير معلوماته ، وغالبا ما يتم التعبير عن تلك المعرفة بثلاثة أشكال :

1 - المسلمات أو الحقائق *Facts* وهى جمل تتصل بالأمور الحقيقية عند وضع الحقل الموضوعى فى الاعتبار ، وعلى سبيل المثال :

* الكتب المطبوعة تصنع من الورق .
* الرد على الاستفسارات واحدة من خدمات المكتبات .

* المراجع لاتقرأ من أولها إلى آخرها .
* الكتيب هو المطبوع الذى يقل عن 48 صفحة .

فعند النظر لحقل الخبرة هناك مجموعة من المسلمات بين العاملين فى المجال تعتبر أمورًا غير قابلة للنقاش ، أو مجموعة ثابتة من التعريفات فى المجال ، وتلك المجموعة من المسلمات والتعريفات الثابتة يعتبرها المتخصصون فى النظم المبنية على القواعد حقائق أو مسلمات ؛ ويمكن القول بأن تلك المسلمات قابلة للتغيير بتقدم الزمن والتقدم التكنولوجى نظرًا لتغير بنية العمل ؛ لتحل مكانها مجموعة جديدة من المسلمات ، يتم العمل بها فى الحقل الموضوعى .

6/6/1 **الإجراءات** *Procedural Rules*

وهى الإجراءات المستخدمة فى مجال العمل فى حقل تخصصى محدد أو ضيق المجال المعرفى ، وغالبًا ما ترتبط تلك الإجراءات بتتابع وتسلسل العمليات فى المجال ، ويمكن تمثيلها فى مجال المكتبات بالعمليات التالية :

* اسأل خبير الخدمات المرجعية قبل الرد على أى استفسار فى المكتبة .
* سجل الاستفسار أولاً ثم اسأل الأخصائى بعد ذلك .
* إذا كان السؤال المرجعى يتعلق بمجموعة معينة من المراجع ، تأكد من وجودها فى المكتبة عن طريق الفهرس ، ثم الأخصائى الخبير ، فى حالة فشلك فى العثور عليها .

وهذه الإجراءات قد لايكون منصوصًا عليها فى دليل إجراءات العمل مثلا ، ولكنها متعارف عليها بين العاملين فى المجال .

7/6/1 **تعليمات الارتباط الشرطى او تعليمات الاستدلال** ***Heuristic Rules***

هناك مجموعة من التعليمات تسمى أحيانًا بتعليمات العمل *Rules of Thumb* ، والتى تقترح إجراءً معينا عند ظهور مشكلة معينة ، وعلى سبيل المثال للرد على استفسار يتعلق بمعلومات مطلوبة عن شخصية فإن أمين المكتبة يتجه للبحث فى معاجم التراجم ، وعلى ذلك يمكن أن تكون تلك التعليمات كالتالى :

* إذا كان السؤال يتعلق بشخصية من الشخصيات ، إذًا ابحث فى مجموعة معاجم التراجم .
* إذا كان السؤال يتعلق بطريقة نطق كلمة ، إذًا ابحث فى القواميس المتخصصة فى النطق .
* إذا فشلت فى الحصول على إجابة من الفهرس الآلى :
  * إذًا اسأل اخصائى مراجع أو
  * إذًا وجه المستفيد لمكتبة أخرى أو
  * إذًا تحدث هاتفيا مع مكتبة أخرى .

ومن المثال الأخير يتضح أنه يمكن أن يكون هناك أكثر من بديل للإجابة عن سؤال معين أو أنه ليس هناك حل واحد لمواجهة المشكلة ، أو العكس فقد تكون المشكلة ذات طبيعة تركيبية ، مثل :

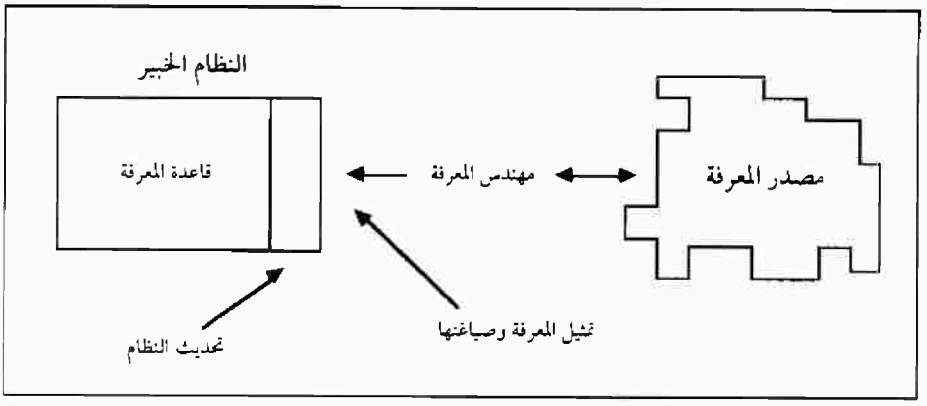
* إذا كان المطلوب مرجعًا معينًا .
* وإذا كان هذا المرجع قاموسًا .
* وإذًا كان القاموس متخصصًا .
* وإذا كان فى مجال الحاسب .
* إذًا فإن المرجع التالى هو المناسب :

*** معجم مصطلحات الكمبيوتر**

وهنا تنعكس الرؤية فالمشكلة مكونة من أكثر من جزء ، أو أنها مشكلة ذات طبيعة مركبة ، وعلى ذلك تتم صياغتها على هذا النحو ، وغالبًا ما تستخدم تلك الطريق الأخيرة لبناء تعليمات النظم الخبيرة أو النظم المبنية على تعليمات المعرفة عمومًا ، فهى تتعامل مع المعانى والمفاهيم أكثر مما تتعامل مع النص .

8/6/1 هندسة المعرفة *Knowledge Engineering* :

يشير أحد الكتاب إلى أن هندسة المعرفة تعنى ببساطة عملية تحصيل المعرفة *Acquiring* فى حقل معرفى محدد ، ثم عملية تركيبها وبنائها داخل قاعدة معرفية [45] ، ويبين الشكل التالى ذلك :



شكل (4/1) : عملية اقتناء وتحصيل المعرفة .

وعملية استخلاص واقتناء المعرفة لها مصادر عديدة :

1 - الخبراء فى المجال .

2 - المصادر المنشورة فى المجال .

3 - تعليمات وإجراءات العمل الخاصة بالمجال والمنشورة .

أى لها جانب إنسانى يتمثل فى الخبراء فى المجال ، والجانب الورقى أو المعرفة المنشورة على هيئة أوراق من مصادر مختلفة كالكتب والأدلة وغيرها .

لكى نقوم بتحصيل المعرفة فى مجال من المجالات . . علينا أولا أن نتفهم طبيعة هذا المجال ، سواء من خلال القراءة أولاً أو من خلال المقابلات واللقاءات ، التى يمكن أن نجريها مع الخبراء فى المجال ، وتعتبر عملية اقتناء المعرفة من أصعب العمليات التى يمكن أن تصادف مهندس المعرفة ، وقد يكون مهندس المعرفة متخصصًا فى بناء النظم الخبيرة ، أو أحد خبراء المجال ، له دراية بعملية بناء النظم الخبيرة .

9/6/1 تمثيل المعرفة :

كما سبقت الإشارة فإن أغلب حقول المعرفة تحتوى على معرفة من نوع المعرفة الإجرائية أو معرفة المسلمات ، والمسلمات هى أجزاء من المعرفة تدل على أحد عناصر هذا الحقل المعرفى ، ولكنها فى الوقت نفسه لاتخبرنا أو تدلنا على عملية النشاط العقلى الذى يجرى

فى هذا الحقل المعرفى ، وعلى العكس فإن المعرفة الإجرائية تخبرنا بهذا النشاط الذى يجرى لشىء ما داخل هذا الحقل [46] مثال :

إذا كان السؤال يتعلق بدولة .

إذًا استخدم دليل دول

أى إنها تتركب من : إذا (الشرط أو مجموعة من الشروط)

إذًا (الفعل المفروض اتخاذه)

إن تلك التعليمة تتكون من جزئين هما : الشرط ، الفعل المفروض اتخاذه ، وهناك مجموعة من **الطرق المختلفة أو المستويات لتمثيل المعرفة مجموعة من تمثيل المعرفة** هى :

1/9/6/1 **المنطق الصورى** *Formal Logic*

واحد من أقدم الأشكال التى استخدمت لتمثيل المعرفة فى مجال الذكاء الاصطناعى. وحين يستخدم مهندس المعرفة هذا النوع ، فإن عملية هندسة المعرفة ستتكون من الخطوات التالية :

1 - وضع مفهوم كامل للمعرفة فى المجال .

2 - صياغة المعرفة فى جمل لغوية مفهومة (عربى / إنجليزى . . .).

3 - القيام بتجزئ الجمل إلى مكوناتها الأولى.

4 - اختيار الرموز لعرض العناصر والعلاقات لكل مكون.

5 - القيام ببناء ما يعرف بمعادلة مصاغة جيدًا *Well Formed Formula* ، باستخدام الرموز التى قمنا بوضعها ، والتى تمثل الجمل مثال :

قم بصياغة التعبير التالى على شكل منطق استنتاجى :

المرجع كتاب لايقرأ من أوله إلى آخره ، وإنما يرجع إليه لمعرفة معلومة معينة .

إن بناء هذه الجملة يمكن توضيحه عند تجزيئها إلى عدة أجزاء ، هى :

1 - المرجع كتاب .

2 - المرجع لايقرأ من أوله إلى آخره .

3 - المرجع يرجع إليه لمعرفة معلومة معينة .

أول استنتاج هو أن المرجع كتاب ، وثانى استنتاج أن هذا المطبوع لايقرأ من أوله إلى آخره ، والاستنتاج الأخير هو يرجع إليه لمعرفة معلومه معينة والمعادلة هى :

المرجع كتاب (∧) لايقرأ من أولـه إلى آخره (∧) ويرجع إليه لمعرفة معلومة معينة (المرجع)

حيث ∧ تعنى و ***"AND"***

وهناك عديد من الرموز التى يمكن استخدامها لإعداد مثل تلك المعادلات ، مثل :

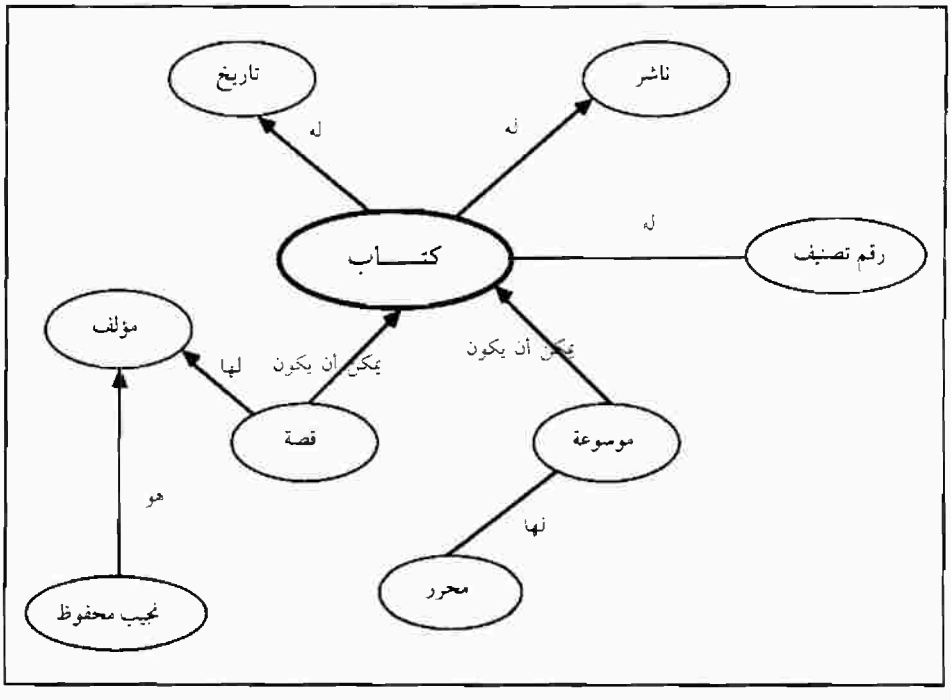
أو المانعة	*Inexeclusive Or*	∨
تتضمن	*Implies*	⇒
مساو	*Is Equivalent To*	≡
ليس	*Not*	(/) –

2/9/6/1 الشبكات الدلالية *Semantic Nets*

وتستخدم لتمثيل المعرفة غير الصورية ، وهذا النوع من التمثيل يركز على التمثيل عن طريق الرسم *Graphical Representation* ، وذلك لعرض العلاقات بين العناصر فى الحقل أو المجال ، والمكونات الأساسية للشبكة الدلالية هى النقاط أو العقد *Nodes* ، والروابط *Links* ، أو ما يطلق عليه أقواس *Acrs* ، وتستخدم العقد لعرض عناصر الحقل المعرفى أو المفاهيم الأساسية والإضافية ، بينما تستخدم الأقواس لعرض العلاقات وهى

تعرض على هيئة مثلثات ، ويطلق على كل مثلث اسم العلاقة التى يتم تمثيلها ، ويقال بأن قوة الشبكات تتزايد بتعقد الصياغة ، وتنسب فكرة الشبكات الدلالية إلى كويليان *Quillian*[47] .

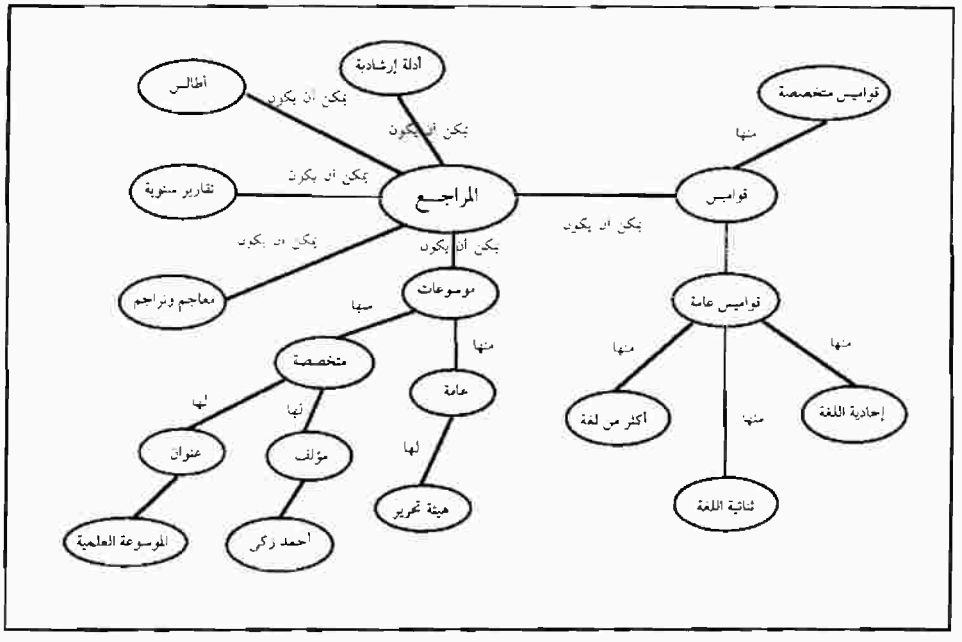
وقد ضرب جون ويكرت *John Weekert* مثالاً لاستخدام الشبكات الدلالية فى المكتبات ، حيث قال بأن الشبكة الدلالية يمكن أن تتكون من عقد مترابطة بواسطة أقواس كالتالى :



شكل (1/5) : شبكة دلالية فى مجال المكتبات [48] .

وإذا عرضنا تلك الشبكة اللفظية بشكل أكثر تعقيداً وبها نوع من السببية ، فإنها تكون كالتالى :

الموسوعة العلمية لأحمد زكى تنتمى إلى فئة الموسوعات المتخصصة ، وتلك تنتمى بدورها إلى فئة الموسوعات ، التى تنتمى بدورها إلى فئة المراجع :



شكل (6/1) : تقيسم المراجع على هيئة شبكة دلالية .

فكمـا نلاحظ من تـلك الشبـكة ، فإنه بـالإضافة إلى أن د. أحـمد زكى هو مـؤلف لموسوعة متخصصة فإن تلك حقائق غير واضحة ، ولكننا نـستنتج أنها علاقات حقيقية ، عند ملاحظة أن المـوسوعة العلميـة جزء من مجموعة المـوسوعات المتخصصـة ، وأن الموسوعات المتخصصة جزء من مجموعة الموسوعات ، وأنها تنتمى إلى فئة أكبر هى فئة المراجع .

إن تلك الشبكة دليل جديد على علاقات الملكية *Inheritance* ، وهى واحدة من أهم نظريات الشبكات الدلالية [49] .

والعلاقات بين العقد تنقسم لأنواع كثيرة مـثل عنصر أو مجموعة فرعية ، وهناك عديد من النظم التى استخدمت هذا الأسلوب ، لعل أشهرها برنامج *Prospector* .

وغالبًا ما تبين الشبكات الدلالية علاقة السببية ؛ لأن الروابط بين النقاط أو العقد يمكن إعدادها من خـلال تتبع مسارات الـربط فى النظام ، وعلـى سبيل المثال فـإننا عندما نـتتبع الروابط فى المثال السابق نستنتج أن القواميـس المتخصصة أقل فى الفئة من القواميس ، وأن المراجع هى الـفئة الأكبر التـى تحتوى الفئات الـسابقة ، ومن عيـوب الشبكات الدلالـية أنه ليست هناك تعليمات دلالية صارمة ؛ يمكن أن ترشدنا إلى السببية فى ذلك [50] .

3/9/6/1 الإطـارات :

البشر لديهم القدرة عـلى تفسير المواقف الجديدة ، بناء على المعرفـة المكتسبة من مواقف سابقة ، وهذه القدرة تسمح لمعرفتنا بأن تنمو مع كل خبرة جديدة ، بدلا من البدء من نقطة البداية فى كل مرة نواجه فيها هذا الموقف [51] .

والمعرفة لها صفة التراكم ، فهى تزيد بالخبرات المكتسبة الجديدة ، وكذلك تكاد تكون الشىء الوحيد فى العالم الذى يزداد باستمرار .

وعلى سبيل المثال فإنه من خبراتنا السابـقة فى مجال المكتبات والمعلومات ، وخاصة فى مجال الخدمات المرجعـية ، نرى أن المراجع جـزء حيوى من مـجموعة المكـتبة للـرد على الاستـفسارات ، وأن أفـضل فـئة فى المـراجع تجيـب عن أسئـلة عـن الدوريات هـى أدلة الدوريات، ومثال ذلك ما هـى الدوريات المتوافرة فى مكتبات جامـعات مصر ؟ والجواب هو قوائم الدوريات الموحدة الخاصـة بمصر ، وخاصة الدليل الصادر عن أكاديمية الـبحث العلمى والشبـكة القومية للمعلومات والذى صـدر عام 1994 ، والمعنون بالقائمة الموحدة للدوريات فى مصر، وعـلى ذلك فإن دليلا مثل هـذا يجب أن يتوافر بالمـكتبة لمواجهة أسئـلة من هذا النوع ، وأن أى سؤال يرد عن تجميعات الدوريات فى مـصر يكون هذا الدليل هو أفضل ما يجيب عن مـثل هذا السؤال ، وفى كل مرة سيرد سـؤال للمكتبة عن تجمـيعات الدوريات، سيكون هـذا الدليل مثالاً للإجابـة عن مثل هذا السؤال ، وبالـتالى فإن معلوماتـنا عن هذا الدليل أنه مرتب بالجامعات وتحته رتبت الدوريات هـجائيا ، كما أنه يتوافر كشاف بالعنوان لها ؛ هذه المعلومات مفيدة عند الإجابة عن مثل هذا السؤال .

إن أول من قدم الإطـارات لترتيب المعرفـة فيها هو مينـسكى عام 1975 ، والإطارات تتشارك مع الشبكات الدلالية فى عديد من الصفات [52] ، فكل إطار يمثل نوعًا من العناصر بالطريقة نفسها التى يتم تقسيم النقاط بها فى الشبكات الدلالية .

وتستخدم الإطارات لتنظيم مفهومنا الأسـاسى عن الأشياء الحقيقية ، ويتكون الإطار من سلسلة من القوائم ، والتى يعرض كل جزء فيها صفة من صفات العنصر ، ويوضع فى كل جزء مكون واحـد من خبراتنا فى المجـال ، مع الوضع فى الاعتـبار نوع العناصر الـتى يتم تمثيلها .

وكل حيز يتم تعريفه باسم يمثل الصفة ، ويحتوى قيمة أو مستوى محددًا من القيم ، التى يمكن أن تشترك مع الحيز ، كما أنه يمكن الإشارة إلى القيمة الآلية *Default Value* للحيز ، ويمثل الشكل التالى إطارًا لأحد المراجع :

الإطار	: المراجع
متخصص فى	: الدوريات
الفئة	: قوائم الدوريات الموحدة
العنوان	: القائمة الموحدة للدوريات فى مصر
الموقع	: مكتبات الجامعات والكليات المصرية
الناشر	: أكاديمية البحث العلمى - الشبكة القومية للمعلومات
الترتيب	: هجائى بالعناوين
الكشافات	: كشاف بالموضوعات
الشكل	: ورقى
نوع البيانات	: ببليوجرافية
عدد الأجزاء	: 3 جزء (الجزء الثالث كشاف)
كلمات مفتاحية	: دوريات ؛ مكتبات جامعية ؛ مصر ؛ 1994 ببليوجرافيات ؛ كشافات

حيث يمكن تمثيل كل مراجع المكتبة على هذا الشكل ، وبالتالى يمكن للنظام تعرف المرجع المطلوب ، والإطار شبيه ببطاقة الفهرسة فى مجال المكتبات ؛ حيث يمكن الوصول لكل بطاقة عن طريق مفتاح KEY معين أو مجموعة من المفاتيح .

4/9/6/1 مخطط السيناريو او الاسكريبت *SCRIPT*

يعالج المعرفة التى تتعلق بوصف أو إجراء أو حركة وحدث معينين ، والسيناريو يعتبر تخصيصًا لعملية الإطارات *Frames* ، فهو أقل منه فى الدرجة وأكبر منه فى العمق ، ويكتب مثل السيناريو تمامًا مع ضرورة ذكر الأدوات المستخدمة *Props* وشروط للإدخال

Entry Conditions وهى (بداية العملية) والنتائج *Results* (المحصلة النهائية للعملية)، وما يعرف بالأدوار *Roles* حيث يذكر (القائمين بالعمل ودور كل منهم) .

وغالباً ما يكتب السيناريو بالطريقة التالية :

سيناريو الحصول على كتاب من المكتبة (عملية الإعارة)	
الأدوات : بطاقة مستعير بطاقة جيب كتاب نظام المكتبة الآلى الموقع : المكتبة	المنظر الأول : البداية * المستعير يدخل المكتبة * المستعير يتوجه للفهرس * المستعير يبحث فى الفهرس * المستعير يجد بيانات الكتاب المطلوب
الأدوار : مستعير مسئول قسم الاستعارة شروط إدخال البيانات : مستعير له حق الاستعارة كتاب غير محجوز كتاب غير ممنوع خروجه من المكتبة	المنظر الثانى : المستعير على الرف * المستعير يتوجه لرفوف المكتبة * المستعير يبدأ فى البحث عن رقم الكتاب * المستعير يعثر على الكتاب * المستعير يتناول الكتاب من على الرف
النتائج : **حصول المستعير على الكتاب المطلوب**	المنظر الثالث : المستعير يقوم بعملية الاستعارة * المستعير يتوجه لقسم الإعارة * يناول المسئول عن الإعارة بالمكتبة * يناول المسئول بطاقة المستعير
	المنظر الرابع : حصول المستعير على الكتاب * المسئول يسجل رقم الكتاب * المسئول يسجل رقم المستعير * المسئول يسجل تاريخ الإعارة * المسئول يسجل تاريخ الإرجاع * المسئول يسلم المستعير الكتاب * المستعير يتناول الكتاب * المستعير يخرج من المكتبة

شكل (1/ 7) : مخطط سيناريو لعملية الاستعارة.

وكما هو ملاحظ من هذا الشكل فإن تحصيل المعرفة على هيئة سيناريو ، المقصود به تحليل العمليات والأحداث التى يمكن أن تتم فى المكتبة ، وفى جميع أقسامها ويمكن أن يستخدم هذا الأسلوب فى تدريب الطلاب الجدد على الكيفية ، والطرق التى تتم بها العمليات داخل المكتبة .

والسيناريو يحمل السببية فى داخله فإنه كى يقوم المستعير بعملية استعارة يجب أن تكون لديه بطاقة استعارة صالحة ، وأن هناك شروطًا ترتبط بعملية الاستعارة وهى صلاحية المادة للاستعارة (كأن تكون كتابًا وليس مرجعًا أو دورية) ، كما أن هناك تاريخًا محددًا لتلك الاستعارة . كذلك يمكن رسم عديد من السيناريوهات فى مجال الخدمات المرجعية ، مثل طريقة الرد على الاستفسار ومن يقوم بالرد عليه ؟ وما الخطوات المتبعة فى كل من المراجع ؟ وما المرجع المناسب لكل فئة ؟ وما مميزات مرجع معين للإجابة عن الاستفسار ؟ .

ويلاحظ الكاتب أن هذه الطريقة محدودة الاستخدام بشكل عام فى كل الأنظمة ، التى قرأ عنها ، أو رآها رأى العين .

5/9/6/1 نظم او تعليمات الإنتاج *Production Systems*

وتسمى تلك النوعية من أساليب عرض المعرفة - أحيانا - **بالإنتاج** فقط ، أو **تعليمات الموقف - الفعل** *Situation Action Rules* ، وتخدم نظم الإنتاج بشكل عام فى جداول النظم الخبيرة، حيث تستخدم التعليمات لعرض المعرفة. ويتكون نظام الإنتاج من :

1 - حيز من ذاكرة الحاسب يستخدم لتتبع مسار الموقف الحالى .

2 - مجموعة من تعليمات الإنتاج (أزواج من جمل شرطية ، والفعل المستخدم بناء على الشرط) .

3 - نظام للتفسير يقوم بفحص الموقف الحالى ، ويقوم بتنفيذ تعليمات إنتاج قابلة للتطبيق [53] .

4 - وتتكون قاعدة الإنتاج من جزء شرطى *Condition portion* التى تسمى أحيانا الجانب الأيسر من القاعدة *Left - Hand Side* من سلسلة من العناصر الشرطية، والتى تصف الشروط الواجب توافرها من أجل أن تكون القاعدة قابلة للتطبيق، ويعرف الجزء الثانى بجزء الفعل *Action portion* من القاعدة ،

ويعرف أحيانا بالجانب الأيمن من القاعدة أو *RHS* ، وهو يصف الفعل الذى يجب أن يتم عند تنفيذ القاعدة .

بينما يشير مؤلف آخر إلى أن تعليمات الإنتاج تتكون من :

1 - قاعدة التعليمات والتى تتكون من مجموعة من تعليمات الإنتاج .

2 - واحدة أو أكثر من قواعد البيانات ، والتى تحتوى على المعلومات المناسبة لعملية معينة ، وبعض أجزاء قاعدة البيانات تكون ثابتة ، بينما تكون الأجزاء الأخرى متعلقة بالجزء الحالى من المشكلة .

3 - جزء صغير من الذاكرة والذى يعرض الموضوع ، أو يركز الانتباه على تعليمات الإنتاج .

4 - نظام التفسير [54] .

وتدور نظم الإنتاج فى دوائر تعمل على 3 ثلاث مراحل ، هى : المطابقة *matching* وحل الصراع *conflict resolution* والفعل *Action* حيث يقوم نظام التفسير أولاً بفحص تعليمات الإنتاج المطابقة والمناسبة ، وإذا وجد أكثر من واحدة يتم اختيار قاعدة إنتاج مفردة من بينها ، وفى النهاية يتم الفعل الذى بمقتضاه تقوم القاعدة بالعمل لحل المشكلة .

ويمكن أن نسوق المثال التالى ، والمأخوذ من نظام مايسين *Mycin* :

RULE 86:

1 - The infection that requires therapy is menighitis and .

2 - The patient does have evidence serious skin or soft tissue infection, and .

3 - Organisms were not seen on the stain of the culture, and .

4 - The type of the infection is bacterial then:

There is evidence that the organism other than those seen on cultures or smears that might be causing the infection is staphylococcus coag-pos 5078 strept ococcus group- a 0.5.

إن هذه التعليمة تنتج مجموعة من الاستنتاجات الصحيحة تم قياسها عن طريق الاحتمالات والتي يحتمل ألا تكون حقيقية ، ولكن قياسًا يمكن أن نطلق عليها عوامل مؤكدة . وتختلف هنا تعليمات الإنتاج عن تلك التعليمات المبنية على المنطق الاستقرائي ، كما أنها يمكن أن تتعامل مع المعرفة غير الكاملة وغير المؤكدة [55] .

ولتعليمات الإنتاج مميزات، هي :

1 - قابلية التغيير والتعديل

حيث يمكن الاضافة إليها أو تغييرها أو إلغاؤها أو إلغاء جزء منها ، كما أنها قابلة للتوافق مع معماريه معالجات الجيل الخامس .

2 - الوحدة والاتساق

تركز تعليمات الإنتاج على البناء الموحد والمنسق والمتماثل للمعرفة في قاعدة التعليمات .

3 - الطبيعية

تبنى التعليمات بطريقة منطقية ومفهومة ومناسبة للتعبير عن الأنواع المؤكدة من المعرفة، وهذه الطريقة في تركيب الجمل مناسبة للخبراء عند شرح وظائفهم [56] .

6/9/6/1 الطرق الأخرى المستخدمة في تمثيل المعرفة :

لانقتصر أشكال وطرق تمثيل المعرفة على الطرق السابقة الإشارة إليها ، وقد ذكر عديد من المتخصصين في المجال عدة طرق أخرى لتمثيل المعرفة ، منها الإحصاء التنبؤي *predicate calculus* [57] ، كما يشير أحد المؤلفين في مجال المكتبات إلى أن التكشيف وطرق التكشيف المختلفة ، ونظم التصنيف التي تعتمد على ترميز موضوعات المعرفة تعتبر كذلك جزءًا من طرق تمثيل المعرفة [58] . ويعتقد الكاتب أن ذلك يعتبر خلطًا متعمدًا من المؤلف بين تمثيل المعرفة بجزئياتها المتبع في بناء أنظمة ذكية ، وبين تمثيل موضوعات المعرفة في مجال المكتبات ، وإن كان هذا الخلط مدروسًا لأن طرق التكشيف والتصنيف هي في حقيقتها بحث عن المعرفة من خلال الاستفسارات التي توجه للمكتبات ، أو تنظيم المعرفة على الرفوف (مصادر المعلومات) .

10/6/1 لغات برمجة النظم الخبيرة :

إن أول سؤال يعترض كل من يحاول بناء نظام خبير هو : ما الأداة التى يمكن أن تستخدم لبناء هذا النظام ؟ وتتوقف إجابة هذا السؤال عن مجموعة من العوامل ، تتركز أغلبها حول مدى معرفة المبرمج لغات البرمجة العاملة فى مجال الذكاء الاصطناعى ، ومدى مرونة اللغة المطلوبة للعمل ، وسهولة استخدامها ، وتكاليف استخدامها ، والوقت المطلوب لتطوير النظام بها .

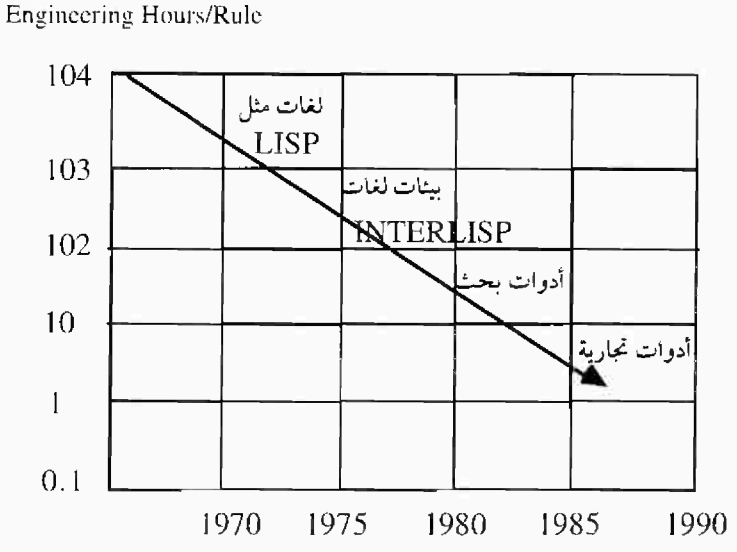
ولايقتصر الأمر على اللغات المتخصصة للذكاء الاصطناعى ، فاللغات ذات الأغراض المتعددة يمكنها أن تلعب دورًا فى هذا المجال أيضًا ، بجانب الوافد الجديد نسبيا ، وهى حاويات النظم الخبيرة .

وقد قام جرابينجر *Grabinger*[59] بإعداد مقارنة بين اللغات والحاويات ، وقام الكاتب بتطوير هذا الجدول ؛ بحيث تم إعطاء قيم لكل معيار فى حالاته الثلاث ، ويمكن فى النهاية استنتاج أى الأدوات أفضل لتطوير نظم خبيرة ، ويوضح ذلك الجدول (3/1) .

جدول (3/1) : المقارنة بين اللغات والحاويات.

المعيار	لغات البرمجة ذات الأغراض المتعددة		لغات الذكاء الاصطناعى		حاويات النظم الخبيرة	
	قيمة الكفاءة	درجة	قيمة الكفاءة	درجة	قيمة الكفاءة	درجة
المرونة	عالية	3	عالية	3	منخفضة	1
سهولة الاستخدام	متوسطة	2	صعبة	1	سهلة	3
تدريب العاملين	متوسط	2	صعب	1	سهل	3
التكاليف	منخفضة	3	عالية	1	متوسطة	2
كفاية التطوير (الوقت والمصادر)	ضعيفة	1	متوسطة	2	قوية	3
الكفاءة الإجمالية		11		8		13

ويوضح الشكل التالى مدى مساعدة حاويات النظم الخبيرة لمطورى النظم بالإسراع فى الإنتاج للنظم :



شكل (1/8) : تطوير حاويات نظم خبيرة متخصصة ، حسنت من إنتاج مطورى النظام بأكثر من 4 مرات من العمل باللغات المتخصصة، لبناء تلك الأنظمة.

وقد استخدم عديد من اللغات فى تطوير النظم الخبيرة ، منها اللغات ذات الأغراض المتعددة مثل *FORTRAN* و *PASCAL* ، واللغات المتخصصة لتطبيقات الذكاء الاصطناعى مثل *PROLOG, LISP* ، وحاويات النظم الخبيرة مثل *M1, KEE EX-SYS, S.1, KES, ART,* وغيرها ، وتعتبر حاويات النظم الخبيرة هى نقطة التحول فى تكاثر هذه النظم، واتجاه عديد من مصممى البرامج والنظم الخبيرة إلى استخدامها .

11/6/1 حاويات النظم الخبيرة :

استخدم ويليام فان مل *William Van Melle* محرك الاستدلال الخاص بالنظام الخبير *Mycin* ، وكان النظام مايسين قد تم بناؤه بحيث فُصلت قاعدة المعرفة عن محرك الأستدلال ، وبناء على ذلك تم إعداد نظام خبير لشركة بونتياك ، مبنى من خمس عشرة

قاعدة معرفة لمعالجة مشكلة الدائرة الكهربائية لمزمار السيارة ، ومن هنا تم اختراع أول حاوية نظم خبيرة ، والتى أطلق عليها *EMYCIN* ، وأطلق هذا الاسم « جوشوا لدربرج » مدير مشروع نظام «دندرال» . وكان هذا الاسم عبارة عن اختصار لمصطلح *Empty MYCIN* وتم إعداد عديد من نماذج نظم الخبرة بناء على حاوية *EMYCIN* . وعلى غرار اختراع تلك الحاوية، تم اختراع عديد من الحاويات الأخرى ، وعلى سبيل المثال نظام بروسبكتور السابق الإشارة إليه والحاوية *Kas* ؛ فقد كان النظام محفزًا لاختراع تلك الحاوية .

ويمكن القول بأن عدد النظم الخبيرة قد تزايد بعد ذلك بشكل كبير ، وقد أحصى موريس فايربو عدد ست عشرة حاوية نظام خبير ، تعمل فى بيئات مختلفة فهى تعمل على الحاسبات الشخصية وعلى الحاسبات المتوسطة وعلى الحاسبات الكبيرة [60] ، بينما أحصى موكلر ودولوجايت *Mockler & Dologite* عدد 86 ست وثمانين حاوية [61] ، كذلك أحصيت قاعدة *Computer Select - On Disk* المحملة على قرص ليزر عدد 317 حاوية نظام خبير (مايو 1994) ، بينما كان عدد الحاويات فى الفترة نفسها من عام 1993 يساوى 309 حاوية .

وقد استخلص الكاتب من هذا الملحق الدلالات التالية :

جدول (4/1) : لغات البرمجة التى استخدمت فى تطوير حاويات (86) حاوية.

اللغة	العدد	ملاحظـــات
1- لغة سى *C*	45 حاوية	
2- لغات متفرعة عن *LISP*	13 حاوية	
3- لغة *LISP*	12 حاوية	استخـدمت لغات مـطورة عن لغة *Lisp* مثل : *Scheme Lisp, Inter Lisp, Common Lisp, Exper Lisp 1.5 Expert Common Lisp, Cun Common Lisp Symplotic Common Lisp*
4- لغة باسكال	10 حاوية	
5- لغة *Assembler*	8 حاوية	
6- لغة *Modula2*	3 حاوية	
7- فورث	3 حاوية	
8- لغة برولوج وتيربو برولوج	2 حاوية	
9- كوبول	2 حاوية	
10- *Allegro*	1 حاوية	
11- *PL/I*	1 حاوية	
12- *Golden Common*	1 حاوية	
13- *PRL*	1 حاوية	
14- *Fortran 77*	1 حاوية	
15- *Expert Language*	1	
إجمـــالى عـدد الـلـغـات المستخدمة فى تطوير حاويات	*104	

* هناك أكثر من لغة استخدمت فى تطوير حاوية واحدة أحيانًا .

جدول (1/5) : أشكال تمثيل المعرفة في حاويات النظم الخبيرة المتاحة في سوق البرمجيات*.

أشكال تمثيل المعرفة	عدد الحاويات
التعليمات *Rules*	63
الإطارات *Frames*	21
Object Oriented	13
الأمثلة	5
Facts, Decision Tree, Logic	3
أشكال تمثيل أخرى (1 لكل نوع)	14
المجموع	*119

* هناك حاويات تم تمثيل المعرفة فيها بأكثر من شكل .

كما أن تلك الحاويات تعمل في بيئات نظم تشغيل مختلفة مثل *UNIX, DOS, VAX* وتعمل مع الأجهزة الموافقة مع *IBM* وأجهزة الماكينتوش .

وقد ساعد تطور أجهزة الحاسب الشخصية على تطور إعداد حاويات النظم الخبيرة ، فقد تزايد حجم الذاكرة من 1 إلى 32 ميجابايت وحجم سرعة المعالجة من 8 إلى 133 ميجاهيرتز ، كما ظهرت معالجات الحاسب الشخصي *80486 DX4* و *80486 DX2* ، كما ظهرت أجهزة تعمل بمعالجات *Risc* و *Sisc* مثل البانتيوم والباور بى سى ، وقد ساعد كل ذلك على تطور مجالات الذكاء الاصطناعى والنظم الخبيرة بصفة خاصة .

ويقال عن النظم الخبيرة بأنها ممثل الذكاء الاصطناعى الذى خرج من المعامل إلى السوق ، وتتراوح أسعار حاويات النظم الخبيرة بين 450 جنيها مصريا ، وبين 300 ألف

جنيه ، وفيما يتعلق باستخدامات تلك الحاويات فإن هناك قانونًا تعمل تلك الحاويات من خلاله ، وهذا القانون معروف بقانون دافيز *Davis'Law* والذى يقول بأن كل أداة (حاوية) يوجد لها عمل مناسب تمامًا لها [62] .

12/6/1 مكونات النظم الخبيرة :

يتكون النظام الخبير من مجموعة من الأجزاء ، لكل جزء دوره فى الوصول لحل المشكلة التى تواجه المستفيدين من النظام ، وبشكل عام فإن النظام الخبير يتكون من :

1/12/6/1 المواجه الآلى *User Interface*

وهو الجزء الذى من خلاله يدور حوار بين المستخدم وبين النظام ، وهذا الحوار يمكن أن يكون فى عدة صور منها الطبيعى على طريقة س، ج ، وكذلك الاختيار من قوائم مقيدة *Controlle Menus* تظهر أمام المستخدم ويقوم بالاختيار من بينها ، أو من خلال قوائم فقاعية *Pop-Up Menus* .

ويجب أن يتم تصميم هذا الوسيط بشكل تراعى فيه خبرات وقدرات مستخدم النظام. وهناك مجموعة من الشروط يجب الالتزام بها عند تصميم المواجه الآلى :

1 - ضرورة استخدام المصطلحات والعبارات والجمل المألوفة لدى المستخدم لأن أى عبارة غير مفهومة ، أو أى مصطلح غامض ، يمكن أن يسبب عديدًا من المشاكل لدى المستخدم، وبالتالى يمكن أن ينفر المستخدم من النظام بأكمله .

2 - يجب أن يكون المواجه الآلى منطقيًا بصورة كاملة ، أى يرتبط بموضوع النظام ولا يُحَمَّل بأى بيانات غير متوافرة .

3 - بقدر الإمكان يجب أن يسمح المواجه الآلى بوجود وسيلة مساعدة يمكن أن تحمى المستخدم من الوقوع فى الأخطاء .

4 - ألا يكون معقدًا بدرجة كبيرة ، بحيث لايدرك المستفيد موقعهُ داخل النظام .

5 - أن يزود بإمكانية تصحيح الأخطاء التى يمكن أن يقع فيها المستخدم .

6 - مراعاة توحيد العمليات التى تجرى على جميع أجزاء النظام .

7 - يجب أن يسمح المواجه الآلى باستخدام أكثر من وسيلة ، مثل : القوائم من نوع

الفقاعية أو المنسدلة ، وكذلك استخدام الفأرة ، واستخدام مفاتيح الماكرو لإنجاز العمليات بسرعة واستخدام الصور والنصوص قدر الإمكان .

8 - تقليل جهد المستخدم للنظام قدر الإمكان ، بحيث لايضطر للكتابة بشكل كبير أو بذل مجهود مضاعف .

2/12/6/1 قاعدة المعرفة : *Knowledge Base*

سبق وأن تناول الكاتب طرق تمثيل المعرفة ، وتتم عملية التمثيل تلك داخل ما يعرف بقاعدة المعرفة، حيث تتحول مجموعة الخبرات والمعارف، التى تم استخلاصها من الخبرات أو من المعلومات المتوافرة فى أوعية المعلومات المختلفة إلى مجموعة من التعليمات المقننة، على هيئة تعليمات أو إطارات أو تعليمات إنتاج، أو أى شكل آخر من أشكال تمثيل المعرفة.

3/12/6/1 تحديث وتعديل المعرفة *Knowledge Update Facility*

إن المعرفة التى تم اختزانها على هيئة تعليمات على سبيل المثال لن تظل ثابتة ، وإنما تتعرض لعديد من عمليات التغيرات والتطورات المختلفة ، وكذلك لابد من وسيلة للقيام بعمليات التعديل بالإضافة أو الحذف ، وتتوافر تلك الوسيلة فى أى نظام خبير ، خاصة وأن المعرفة تنمو باستمرار ولاتتوقف عن حد معين أو زمان معين .

4/12/6/1 وحدة الشرح والتفسير *Explanation Facility*

حيث يقوم النظام الخبير من خلال هذه الوسيلة بشرح كيفية الوصول إلى قرار معين ، فكثير من المستخدمين لتلك النظم تكون لديهم الرغبة فى معرفة مسار الوصول إلى قرار معين وبناء على أى معطيات ، وذلك من أجل التأكد من سلامة القرار المعطى ، وبأن النظام الآلى يتبع طرقًا منهجية ومنطقية مقبولة فى سبيل الوصول لهذا القرار .

5/12/6/1 محرك الاستدلال *Inference Engine*

ويطلق عليه أحيانًا وسيلة الاستدلال أو آلة الاستدلال أو برنامج الاستدلال ، وأيا كان المصطلح المستخدم ، فهذا الجزء من النظام هو الذى يحدد مسار الوصول إلى قرار معين بناء على معطيات معينة حيث يقوم بتتبع التعليمات ، وتحليلها لقياس مدى مطابقتها مع المعطيات المدخلة . ويتميز محرك الاستدلال بعموميته ؛ حيث يصلح لعديد من الأغراض المختلفة أو

المجالات المختلفة التى يمكن أن تستخدم فيها النظم الخبيرة ، فمحرك الاستدلال يمكن اعتباره قاسمًا مشتركًا بين كل الأنظمة الخبيرة أو الأنظمة ، التى تعتمد على تعليمات المعرفة فإذا كانت الحاوية المستخدمة تصلح فى مجال المكتبات ، فهى تصلح فى مجال الطب أو الزراعة. ولافرق بين محرك الاستدلال فى المجالات الثلاث ؛ لأن النظام يتحدد أساسًا على قاعدة المعرفة والمجال الذى يتناوله .

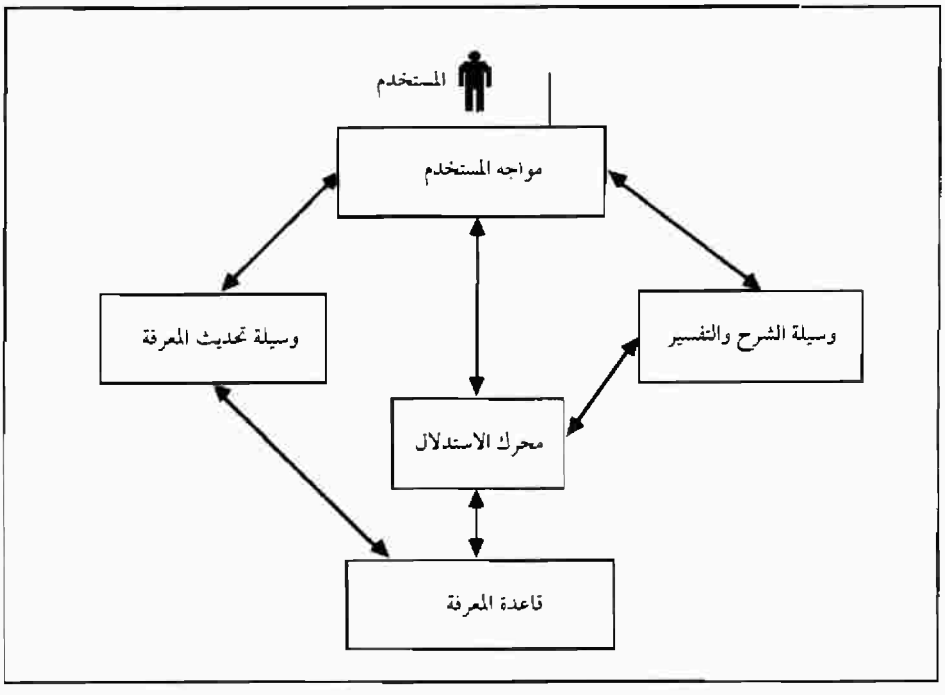
ويعمل محرك الاستدلال من خلال أسلوبين ، هما :

أ - التسلسل الخلفى .

ب - التسلسل الأمامى .

أولاً : التسلسل الخلفى : تبدأ هذه العملية من خلال طرح هدف أو هدفين فى البداية يمكن الحصول عليهما ، وفى الأنظمة المبنية على المعرفة عمومًا . يقوم محرك الاستدلال باختبار كل هدف ليرى إذا كانت هناك تعليمات من نوع « إذا » مطبقة على هذا الهدف ، وحين يجد الإجابة (ذلك إذا وجد أن كل تعليمات إذا حقيقية ، أو حتى يتم البحث فى كل التعليمات الممكنة التى فحصت ولم يعثر فيها على إجابة) أو يجد ما يطابق البحث المطلوب فإنه يعود إلى السؤال ، ويختبر القاعدة مع السؤال وإذا وجد التطابق ، فإن البحث ينتهى ، وإذا وجد أن هناك شروطًا أخرى ، فإنه على الفور يبدأ فى التحقق منها ويعود إلى البحث المطلوب فى كل مرة يجد فيها من التعليمات ما يطابق البحث ، وهكذا حتى تكتمل الإجابة .

ثانيًا : التسلسل الأمامى : على عكس التسلسل الخلفى ، يبدأ البحث عن حل من قاعدة «إذا» للوصول إلى قرار أو حل للمشكلة ، وحين يجد محرك الاستدلال إجابة يعرضها أمام المستخدم ليكتفى بها أو ليعطيه تعليمات إذا أخرى ، وهكذا حتى الوصول للإجابة النهائية .



شكل (1 / 9) : معمارية النظام الخبير .

ويمر النظام الخبير بدورة بناء منذ لحظة الاتفاق على بناء النظام ، وحتى وضعه أمام المستخدمين ، وعمليات التلقيم المرتد التى تتم عليه بصفة دائمة بعد ذلك .

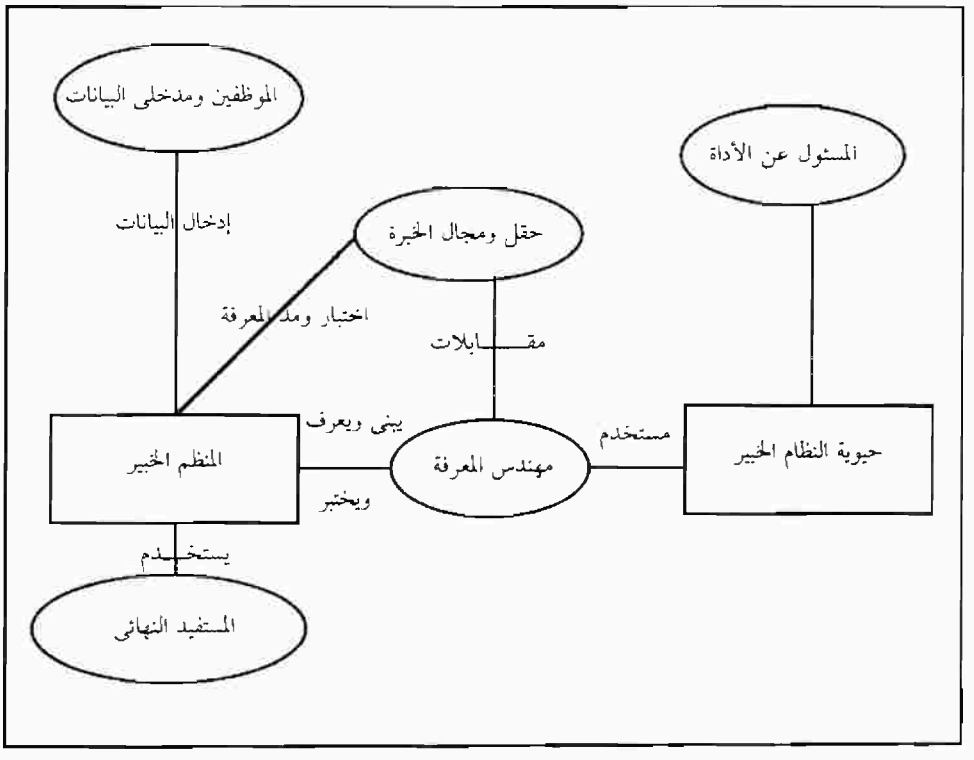
13/6/1 مستويات إعداد النظام الخبير :

ويمكن أن يتم إعداد النظام الخبير على ثلاث مستويات :

1 - مستوى الأفراد الذين يريدون تعلم كيفية إعداد نظم خبيرة ، دون أن تكون لهم خبرة فى مجال الحاسب الآلى أو الذكاء الاصطناعى ، ويمكن أن يعمل معهم فنيون أو يعلموا أنفسهم إذا تعلموا ذلك .

2 - مستوى الأفراد (المهندسين) الذين يعملون على تطوير نظم خبيرة ، ويساعدهم فى ذلك خبراء فى حقل المعرفة الذى يعملون فيه .

3 - على مستوى المشروعات فى المؤسسات الكبيرة [64] .



شكل (1 / 10) : دورة بناء النظام الخبير[63] .

والمؤلف هـنا يسعـى إلى **التركـيز على أفراد المـستوى الأول** لمجمـوعة مـــن الأسباب :

أ - عدم إتقان الـغالبية العـظمى من العاملـين فى المكتبات لـلغات البرمجـة ، أو استخدام الحاسب الآلى . وإن وجدت تلك المهارة فإنها ستكون مهارات ضعيفة ، وكذلك عدم توافر مهارة استخدام لغات الذكاء الاصطناعى .

ب - إن إتقان إحدى لغات الذكاء الاصطناعى يحـتاج إلى مدة طويلة من الزمن (يمكن أن تكون شهورًا أو عامًا على أقل تقدير) .

ج - إن إتقان واحدة من لغات البرمجة المستخدمـة فى حقل الذكاء الاصطناعى لابد أن تليه دورات تدريبية مكثفة ، من أجل التآلف مع اللغة .

د - إن توافر الحاويات الخاصة بالنظم الخـبيرة فى سوق البرمجيات *Software* يوفر وسيلة سهلة لـبناء تلك النوعيـة من النظم ، أو على الأقل لـبناء نظم أولية واختـبارها ، ثم تطويرها بعد ذلك بأى لغة برمجة أخرى تتوافر .

هـ - إن الوقت المستغرق فى تعلم كيفية عمل حاوية سيسهل من انتشار النظم الخبيرة فى المكتبات المصرية والعربية ودول العالم النامية بصفة عامة ؛ مما سيسهل من التغلب على مشاكل نقص الخبرات فى المجال ، أو استخدامها فى تدريب العاملين المتوافرين بالفعل ولكن تنقصهم المهارة .

و - تمثل الحاويات وسيلة سهلة وسريعة لاقتراب المكتبات المصرية من عصر تكنولوجيا المعلومات ؛ نظرًا للإمكانات الطيبة التى تتمتع بها ، خاصة أن أغلب تلك الحاويات تعمل على أجهزة الحاسب الشخصى ، كما أنها غير مكلفة .

ز - حل بعض المشكلات المتعلقة بتقديم الخدمات المرجعية فى المكتبات ، والتى يواجهها العاملون فى تلك المكتبات .

ح - إن تعلم استخدام الحاويات وحشوها بالمعرفة فى حقول المكتبات المختلفة سيسهل من أعمال الأخصائيين فى تلك المكتبات ، ويوجههم لحصر جهودهم فى حل المشاكل التى تحتاج لذلك الجهد .

ط - إن تدريب الطلبة فى أقسام المكتبات على تقديم الخدمات المرجعية باستخدام تلك الحاويات يمكن أن يرفع من مهاراتهم فى المجال بشكل كبير .

14/6/1 مميزات إعداد نظم خبيرة على حاويات :

ويمكن القول بأن توفير نظم خبيرة على حاويات يمكن أن تكون له المميزات التالية :

1 - إن الخبرة ستكون متاحة على نطاق واسع ، حتى لو لم يكن الخبير موجودًا .

2 - إعطاء الخبراء البشريين المزيد من الوقت للتعامل مع المشكلات الأكثر تعقيدًا ، وبالتالى إنجاز الأعمال الأعلى مستوى من تلك التى يمكن أن ينجزها النظام الخبير ، خاصة الأعمال التى تحتاج للحس البشرى .

3 - إن النظام الخبير يمكن أن يضفى المزيد من القوة والموضوعية على عملية صنع القرار .

4 - الإجابات التى يستغرق الحصول عليها وقتًا ، سوف تكون متاحة فى أقل وقت ممكن ؛ مما يساعد فى عملية دعم المؤسسة التى يعمل بها النظام الخبير .

5 - يقوم النظام الخبير باختزان المعلومات ، التى من المفترض فقدانها ، بعد مغادرة الخبير البشرى للمؤسسة .

6 - يختزن النظام الخبير المعرفة المعقدة بعكس الخبير البشرى .

7 - النظام الخبير سوف ينجز العمليات بالمستوى المتماسك نفسه ، بينما لن ينجز الخبير البشرى العمليات نفسها بالمستوى نفسه ، نظرًا لعوامل الإجهاد والمرض . . . إلخ .

8 - إمكانية تصميم نظام خبير طبقًا للسياسات والإجراءات الفريدة الخاصة بمؤسسة واحدة.

9 - سوف يخدم النظام كمعين تدريبى للموظفين .

10 - إن تعلم استخدام الحاويات سهل للغاية ، ولايحتاج للوقت والجهد والمال التى يمكن أن يحتاجها تعلم لغة برمجة مثلا .

11 - إن المتعلم نفسه يمكن أن يكون هو مهندس المعرفة ؛ حيث يمكن له بناء نظام خبير بناء على خبراته الشخصية ، أو ما يمكن جمعه من معلومات فى الكتب والمراجع ، أو من خبرات الآخرين .

12 - سرعة إعداد برامج نظم خبيرة على الحاويات أسرع منه ، عند إعدادها باستخدام لغة برمجة .

ويعكس البندين 11 ، 12 ما نادى به كل من واتكينز وأوليرى « **حين فحصا قدرة الخبراء ، فى أحد الحقول ، على تطوير نماذج أولية لنظم خبرة باستخدام حاويات نظم خبيرة ، وقد وجدا أن الخبراء فى المجال - والذين كانت لهم معرفة ضئيلة بالحاسب - كانوا قادرين على تطوير نظم خبيرة ، بعد دورة تدريبية قصيرة وبشكل سريع** » (65) .

وذلك يدعونا إلى القول بأن الباحثين والخبراء فى مجال معرفى محدد كالخدمات المرجعية فى المكتبات مثلاً سوف يكونون قادرين على تطوير نماذج أولية من النظم الخبيرة فى مجالات تخصصهم .

وإن كانت هناك بعض **العيوب** التى يدركها المدقق فى النظم الخبيرة ، مثل :

1 - محدودية المجال الذى يمكن أن تعمل فيه النظم الخبيرة .

2 - غياب الحس البشرى العالى الذى يميز الإنسان ، ولايمكن أن يكتسبه النظام .

3 - لايمكنها أن تحل محل الخبير البشرى بشكل مطلق أو جزئى ، وإنما تستخدم فقط فى حالة عدم توافره .

4 - يجب أن يتميز المستخدم دائمًا بقدرات التعامل مع الآلة ، وهو مالايمكن ضمانه دائمًا ، بعكس التعامل مع الخبير البشرى ، الذى يمكنه التعامل مع جميع المستويات الثقافية والتعليمية فى المجال .

وصفوة القول أن الحاويات يمكن أن تستخدم فى تطوير نظم خبيرة فى مجال المكتبات ، ويمكن لهذه النوعية من النظم أن تساعد العاملين فى المكتبات على تحسين قدراتهم ، وكذلك فى تحسين الخدمات التى تقدمها المكتبات ، كما أن الحاويات تمثل وسيلة سهلة ورخيصة لتطوير نظم خبيرة ، وأنه من السهل تدريب الأخصائيين الذين لهم إلمام بسيط بالحاسب عليها ، وعلى الأقل فهى لاتحتاج لمدة تدريب طويلة .

المراجع والمصادر والحواشى

1 - محمد فهمى طلبة وآخرون، الحاسبات الالكترونية : حاضرها ومستقبلها . القاهرة : موسوعة دلتا كمبيوتر ، 1992 . ص 559 .

2 - نبيل على . العرب وعصر المعلومات . الكويت : المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب ، 1994 . (سلسلة عالم المعرفة ؛ 184) . ص 59 .

3 - المصدر السابق . ص 140 . نقلاً عن :

Minsky, M. The Society of Mind NY: Simon & Schusterinc, 1985. p. 18.

4 - المصدر السابق . ص 140 .

5 - *Backer, Louis. Artificial intelligence with ADA. NY.: McGraw-Hill, 1989. p2.*

6 - *Hammad, Alom E. Encyclopedia of computer terms : English - Arabic. Virginia : American Global Publishing, 1994. p 40 - 41.*

7 - موسوعة المصطلحات الفنية للكمبيوتر . قاموس إنجليزى - عربى . بيروت : دار الراتب الجامعية ، 1984 .

8 - محمد محمد الهادى . المعجم الشارح لمصطلحات الكمبيوتر : إنجليزى - عربى الرياض : دار المريخ ، 1988 . ص 35.

9 - معجم مصطلحات الكمبيوتر . قبرص : مؤسسة الأبحاث اللغوية : وبستر نيوورلد، 1986. ص 21.

10 - *Kemp, Al-asad. Computer - Based Knowledge Retrieval. London : Aslib, 1988. p 96.*

11 - *C Intrduction To Artificial Intelligence. California : Addison Wesley, 1985. p 6.*

12 - *Barr, Avran; Feigenbaum, Edward. A (Ed) The Hand Book of Artificial Intelligence. Vol. 1, p 12.*

13 - محمد فهمى طلبه وآخرون. مصدر سابق . ص 560 .

14 - *Forsyth, R. Development of Artificial Intelligence. In : Artificial Intelligence: Concepts And Applications In Engineering. p 4.*

15 - *Firebaugh, Morris W. Artificial Intelligence : A Knowledge Based Approach. Boston : PWS-Kent Pub., 1988. p 16.*

16 - *Shutzer, Daniel. Artificial Intelligence : an Applications-Oriented Approach. N. Y: Van Nostrand Reinhold Co, p 8.*

17 - *Charniak, Eugen, Mcdermott, Drew Cit p 6 - 7*

18 - *Baker, Louis. Artificial Intelligence With Ada : New York: McGraw Hill, 1989. p 2.*

19 - الحقيقة أن هناك نموذجين مشهورين لحقبة الخمسينيات فى مجال الذكاء الاصطناعى، هما : نظاما *Pandomoinum* و *Perception* ، ولمزيد من التفاصيل عنهما ، يمكن الرجوع إلى المصدر التالى :

Forsyth, R. op. cit.

20 - يمكن مراجعة المصدر السابق لتعرف نظامى *GPS* خلال المشاكل ونظام *SHRDLU*.

21 - *Klaher, Philip; Waterman, Donald A (ed.). Expert systems : Techniques, Tools and Applications. Mass. : Addison - Wesley Pub. Co., 1986. pp 7 - 9.*

22 - محمد فهمى طلبة وآخرون . مصدر سابق . ص 568 .

23 - *Baker, Louis. Op. Cit. p 6*

24 - *Ibid.*

25 - *Shutzer. daniel. Op. Cit. p11.*

26 - *Firebaugh, Morris W. Op. Cit. pp 534 - 535*

27 - وضع أزيموف ثلاثة قوانين تحكم وجود الروبوط فى المجتمع البشرى :

1 - على الروبوط ألا يؤذى أى إنسان أو يسمح بإيذاء إنسان .

2 - على الروبوط أن يطيع الإنسان دائمًا ، إلا إذا تعارض ذلك مع القانون الأول .

3 - يجب أن يحمى الروبوط نفسه من الإيذاء ، إلا إذا تعارض ذلك مع القانون 1، 2 .

28 - *Ibid. p 537.*

29 - *Ibid. p 226.*

30 - *Bobrow, D. G. Natural language input for a computer problem solving system. in : semantic information processing. Cambridge : MIT press, 1968.*

31 - *Firebaugh, Morris W. Op. Cit. pp 252.*

32 - علاء الدين عويد محمد صالح . أساسيات الذكاء الصناعى . بغداد : وزارة الثقافة ، 1985 .

33 - لمزيد من التفاصيل عن تلك البرامج ، يمكن مراجعة :

Firebaugh, Morris W. Op. Cit. pp 181 - 182.

34 - *Michaelson, Robert H.; Michie, Donald and Boulanger, Albert. (1985). The Technology of expert systems. BYTE. 10, No. 4. April. p 310.*

35 - قام الأستاذ الدكتور / حشمت قاسم باستخدام مصطلح النظم الفطنة والنظم الخبيرة، وكذلك مصطلح نظم الخبرة بالتبادل عند الترجمة لمصطلح *Expert Systems* فى :

فيكرى ، براين وكـامبل ، فيكرى ، ألينا . علـم المعلومات بين النظرية والـتطبيق . ترجمة حشمت قاسم . القاهرة : مكتبة غريب ، 1991 . ص ص 224 - 225 .

36 - *Mockler, Robert J,Dologite, D.G Knowledge Based Systems An: Introduction to expert system N. Y.: Macmillan Pub. Co,. 1992. p 13.*

37 - *Ibid.*

38 - *Ibid p 14*

39 - *Edmunds, Robert A. Expert System. In : The Prentice Hall Encyclopedia of Information Technology. N J. : Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, 1990. p. 201.*

40 - *Rolston, David. Principles Of Artificial Intelligence And Expert Systems Development. N. Y. : McGraw Hill Book Co. 1988. p 2.*

41 - هذا الجدول مبنى على الاختلافات التى ذكرها موكلر ودولوجايت فى :

Mockler, R.J. Dologite, D.G. Knowledge Based Systems: An Introduction To Expert Systems N. Y: Macmillan, 1992. pp 20 - 21.

42 - *Rolston, David Op. Cit. p. 2.*

43 - *Firebaugh, Morris W. Op. Cit. p 358*

44 - *Ibid p 376*

45 - *Roleston, David W. Op. Cit. p 8.*

46 - *Ibid p 32*

47 - بونيه ، آلان . الذكاء الاصطناعى : واقعه ومستـقبله / ترجمة على صبرى فرغلى . الكـويت : المجلـس الوطنـى لـلثقافة والـفنون والآداب ، 1993 . (سلسلـة عالم المعرفة ؛ 172) . نقلاً عن :

Quillian, M.R. (1968). "in: Semantic Information Processing. M.Minesky (ed.) Cambridge:, Mass., Mit Press, pp. 227 - 270.

Wekert, Jhon. Expert Systems. Library Hi-Tech. No. 1993. p - 48

Roleston, David W. Op. Cit. p 49. - 49

Ibid. - 50

Ibid. p51. - 51

Ibid. - 52

Ibid. p56. - 53

Shutzer, daniel. Op. Cit. p 23 - 54

Ibid. p25. - 55

Ibid. p27. - 56

Shutzer, Daniel. Op. Cit., pp 18 - 23 - 57

Kemp., D. Alusdair. Computer - based knowledge retrieval. London Aslib, 1988. - 58

Grabinger, R. Scott.; Wilson, Brentew & Jonassen, David, H. Building an expert systems in training and education. N. Y. : Praeger, p 137. - 59

Firebaugh, Morris W. Op. Cit. p 403 - 414. - 60

Mockler Robert J; Dologite, D. G.. Op. Cit. pp 315 - 322. - 61

Firebaugh, Morris W. Op. Cit. p 401. from. - 62

Waterman, Donald A. (1986). A Guide to expert systems. N.Y.: Addison - Wesley Co.

Ibid. p 380. - 63

Mockler, Robert J. Dologite, D.G. Knowledge based systems : An introduction to expert systems. N.Y. : Macmillan, 1992. p 2. - 64

e'oleary, Daniel. Expert systems prototyping as a research tool. pp. 17 - 18. - 59