الفصل الثانـــى

النظم الخبيرة

مقدمة

١. تعريف النظم الخبيرة

٢. الأهداف التى تحققها النظم الخبيرة

٣. الفرق بين قواعد البيانات والنظم الخبيرة

٤. الفرق بين النظم الخبيرة والبرامج التقليدية

٥. آلية عمل النظام الخبير

٦. المكونات الأساسية للنظام الخبير

٧. فريق تطوير النظم الخبيرة

٨. أدوات بناء النظام الخبير

٩. مراحل بناء (تطوير) النظام الخبير

١٠. معالم أو سمات النظام الخبير

١١. الأنشطة الأساسية للنظم الخبيرة

١٢. مجالات التطبيق للنظم الخبيرة

١٣. دوافع اللجوء للنظم الخبيرة

١٤. أوجه القصور فى النظم الخبيرة

obeikandl.com

obeikandl.com

النظم الخبيرة

مقدمة

تعد النظم الخبيرة أو نظم الخبرة Expert systems واحدة من أكثر مجالات الذكاء الاصطناعى نجاحا من الناحيتين التطبيقية والتجارية، كما تعد أول مجالات الذكاء الاصطناعى التى بدأت فى الانتقال من المراكز البحثية إلى التطبيق العملى بتطبيقاتها الواسعة، وقد زاد التركيز على هذا المجال نتيجة للنجاح الكبير الذى تحقق فيه[١].

وتعتبر النظم الخبيرة من أهم تقنيات الذكاء الاصطناعى نظراً لاستخدامها فى حل المشاكل فى مختلف المجالات والمهام[٢]، فهى نظم ذكية تستخدم المعرفة البشرية المخزونة فى الحاسوب لحل المشاكل التى تتطلب عادة الخبرة البشرية النادرة[٣]، أو تستخدم لإعطاء المشورة لمتخذ القرار فى مجال معين.

وتهدف النظم الخبيرة إلى نقل المعرفة من الخبير إلى الحاسب وبعد ذلك إلى البشر الآخرين (الغير خبراء)، ولذلك فإنه يمكن استخدام مثل هذه الأنظمة من قِبل غير الخبراء لتحسين مقدرتهم على حل المشاكل. كما ويمكن أن يستخدمها الخبراء كمساعدات معرفية. وتستخدم النظم الخبيرة لنشر المعرفة النادرة وأن مثل هذه الأنظمة بإمكانها أن تعمل بشكل أفضل

---

[1] - عبد الحميد بسيونى (١٩٩٤): مرجع سابق، ص١٣٠.

[2] - عبد البديع محمد سالم (٢٠٠٣): المدخل المنظومى والمعلوماتية Systemic Approach & Informatics ، **وقائع المؤتمر العلمى الثالث حول "المدخل المنظومى فى التدريس والتعلم"**، إبريل ، ، ص ١٥٨، متاح على: (http://www.emoe.org/ftp/training/confrences5-4-2003/day2/abdelbadi3.doc), 26/11/2003.

[3] - علاء عبد الرزاق السالمى (١٩٩٩): **نظم المعلومات والذكاء الاصطناعى**، القاهرة:دار المناهج، ص١٧٧.

مع أى خبير بشرى "منفرداً" فى إصدار الأحكام على مجال محدد وضيق[1].

ويطلق على النظام الخبير *نظام* (System) وليس مجرد *برنامج* لأنه يشتمل على مكونات حل المشكلة ومكونات أخرى مدعمة للحل. وهذه المكونات الأخرى تشكل محيط الدعم الذى يساعد المستخدم على التفاعل مع النظام. ويمكن أن يتضمن وسائل مساعدة على درجة عالية من التعقيد لكشف الأعطال ومساعدة القائمين ببناء النظام الخبير على اختبار وتقييم كود البرمجة المستخدم والإمكانيات التى تسهل التعامل مع المستخدم أثناء تحرير البرامج. كما تساعده على تعديل المعرفة بالنظام الخبير بالإضافة والحذف وكذلك استخدام الوسائل التى تساعد على إدخال واسترجاع المعلومات والمعارف بتلقائية ويسر عند تشغيل النظام[2].

وتكمن الركيزة الأساسية فى تمتع هذه النظم بقدر من الذكاء فى إتاحة الكم المناسب من المعرفة الجيدة المتكاملة بالنسبة لمجال محدد[3].

تعريف النظم الخبيرة

هناك العديد من التعريفات الخاصة بالنظم الخبيرة والتى قدمت لنا رؤية واضحة عن ماهية النظم الخبيرة، وتناولت هذه التعريفات النظم الخبيرة من الزوايا التالية: توضيح الوظيفة Function، توضيح هيكل النظام الخبيرStructure ، توضيح المكونات الوظيفية والهيكلية معاً، والعديد من

[1] - علاء عبد الرزاق السالمى: مرجع سابق، ص١٧٧.
[2] - محمد فهمى طلبة وآخرون(١٩٩٩): مرجع سابق، ص٢٢٣.
[3] - محمد أديب غنيمى (٢٠٠١): **مستقبل الحاسبات**، القاهرة: المكتبة الأكاديمية، ص١٠٣.

التعريفات المبكرة أخذت على عاتقها الاستنتاج المبنى على القواعد Rule-Based Reasoning [١].

وفيما يلى بعض التعريفات التى تناولت مفهوم النظم الخبيرة:

هو برنامج كمبيوتر صُمم لمحاكاة قدرة الخبير البشرى على حل المشكلات[٢].

أو **هو** البرمجية التى يمكنها محاكاة سلوك خبير بشرى أو مجموعة من الخبراء فى حل المشاكل، أو اتخاذ القرارات فى أحد فروع المعرفة المتخصصة والمحددة[٣].

هو ذلك البرنامج الذكى الذى يستخدم القواعد المأخوذة من الخبرة الإنسانية على هيئة شروط ونتائج فى مجال معين واستخدام طرق الاشتقاق والاستدلال لاستخراج واستنتاج النتائج المعللة بالأسباب والناتجة عن تطابق هذه الشروط أو النتائج مع شرط أو نتيجة ما والخاصة بمشكلة معينة يُراد إيجاد الحل لها[٤].

هو نوع من برامج الحاسب التى يمكنها أن ترشد وتحلل وتدلل وتتصل وتشير وتصمم وتفحص وتشرح وتتنبأ وتتصور وتعرف وتفسر وتحدد

---

[1] -E. Brown and Daniel E. O'Leary: **Introduction to Artificial Intelligence and Expert Systems**, available at: (http://accounting.rutgers.edu/raw/aies/www.bus.orst.edu/faculty/brownc/es_tutor/es_tutor), 29/6/2004.

[2] -Aswan Abd Aziz: Expert System: **PDAMum**, available at: (http://www.generation5.org/content/2005/PDAMum.asp), 10/10/2005.

[3] - محمد أديب غنيمى (٢٠٠١): مرجع سابق، ص١٠٣.

[4] - محمد على الشرقاوى (١٩٩٦): **الذكاء الاصطناعى والشبكات العصبية**، القاهرة: المكتب المصرى الحديث، ص ص ٦٤-٦٥.

obeikandl.com

وتتعلم وتدبر وتمسح وتحفظ وتقدم وتجدد وتختبر وتعلم، وهى تستخدم فى حل المشاكل التى تحتاج خبراء لحلها[١]. ويهتم هذا التعريف بسرد معظم وظائف أنواع النظم الخبيرة.

هو برنامج متطور صُمِمَ خصيصاً ليقوم بعمل الخبراء فى مجال معين، أى من الممكن استشارته عند القيام بعمل فى المجال الذى ينتمى إليه هذا النظام ويعرف كذلك بالنظام المبنى على المعرفة، ويتكون النظام الخبير من قاعدة معرفة Knowledge Base تتكون من حقائق Facts عن مجال معين وقواعد بحثية Rules تحدد كيفية استخدام تلك القواعد[٢].

هو برنامج الكمبيوتر الذى يحاكى تفكير أو استنتاج الخبير البشرى فى ميدان معين. ولكى يفعل ذلك، فإنه يستخدم قاعدة معرفة تحتوى على الحقائق والاجتهادات، وبعض إجراءات الاستدلال للانتفاع بهذه المعرفة[٣].

وتتبنى الباحثة التعريف الأخير للنظام الخبير نظرا لبساطته فى توضيح ماهيته ووظيفته وكيف يؤدى هذه الوظيفة، كما تفضل الباحثة كذلك توضيح ماهية النظم الخبيرة من خلال التعرف على سمات النظم الخبيرة كأحد تطبيقات الذكاء الاصطناعى والتى ذكرها (زين عبد الهادى) حيث أنها تصلح أيضا للتعريف بالنظم الخبيرة، **وهذه السمات هى**[٤]:

---

[1] - زين عبد الهادى (٢٠٠٠): مرجع سابق، ص٤٠.

[2] - سعيد كامل البصرى (١٩٩٩): ورقة عمل عن "الإمكانيات المستقبلية والتدريب باستخدام شبكات المعلومات" **الاجتماع السابع لشبكة تنظيم إدارات الاتصالات وتحسين التسيير الإدارى للموارد البشرية وتنميتها فى الدول العربية**، عمان ١٥-١٨نوفمبر، ص٣.

[3] -M. Chadwick & A. Hannah(1993): **Expert System for Computers an Introduction to Artificial Intelligence**, New Delhi: Sunnel Galotia, p.3.

[4] - زين عبد الهادى (٢٠٠٠): مرجع سابق، ص٤١.

١. النظام الخبير نوع من برامج الحاسب.
٢. وأنه أحد فروع علم اكبر هو علم الذكاء الاصطناعى.
٣. ويعمل على حل المشكلات.
٤. فى مجال معرفى محدد أو ضيق.
٥. بالطريقة نفسها التى يعمل بها الخبراء البشريون.
٦. ويمكن استخدامه كمساعد أو زميل عمل أو على مستوى الخبراء.

الأهداف التى تحققها النظم الخبيرة

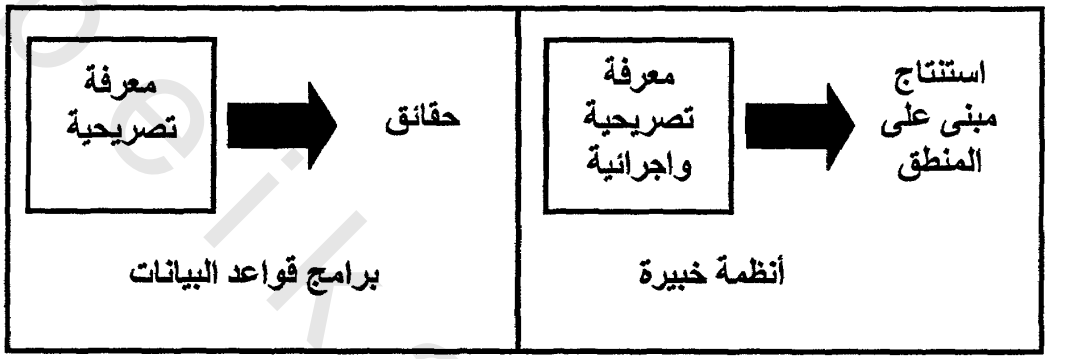
تستخدم النظم الخبيرة وغيرها من تطبيقات حقل الذكاء الاصطناعى ونظم قواعد المعرفة فى تحقيق عدة أهداف أهمها[١]:

١. العمل على تمثيل المعرفة وتخزينها وتحليلها.
٢. تخزين القواعد المنهجية للتعامل مع هذه المعرفة والوصول إلى حقائقها.
٣. العمل كوسيلة لاكتساب المعرفة الإنسانية المتراكمة وتحديثها والمحافظة عليها واستثمارها فى حل المشكلات.
٤. الاستثمار الأمثل للمعرفة والخبرات العلمية والتطبيقية وتجاوز مشاكل التلف والنقص أو النسيان ...الخ.
٥. توليد أو تطوير معارف وخبرات جديدة.
٦. تفعيل المعرفة المحوسبة واستخدامها فى اتخاذ القرارات.

[١] ـ سعد غالب ياسين(٢٠٠٠): مرجع سابق، ص٢٥.

الفرق بين قواعد البيانات والنظم الخبيرة

قواعد البيانات تستعيد معلومات مخزونة بينما أنظمة الخبرة تستعمل قوانين التفكير من المنطق والحس العام وغيرها للوصول إلى نتائج عائدة إلى المعلومات المخزونة[1].



شكل (١) يوضح الفرق بين قواعد البيانات والأنظمة الخبيرة[2]

الفرق بين النظم الخبيرة والبرامج التقليدية

يوضح لنا **(محمد فهمى طلبة وآخرون)** أن الفرق الأساسى بين النظام الخبير والبرامج النمطية(التقليدية) يعود إلى وسائل المعالجة لكل منهما كما هو موضح فى الجدول التالى، حيث يقوم النظام الخبير بمعالجة المعرفة، أما البرامج النمطية تعالج البيانات والمعلومات[3].

[1] - عمر مكداش (د.ت):مرجع سابق، ص٣٦.
[2] - عمر مكداش (د.ت): المرجع السابق، ص٣٥.
[3] - محمد فهمى طلبة وآخرون(١٩٩٩): مرجع سابق، ص٢٣٦.

م	معالجة البيانات	معالجة المعرفة
١	تمثيل واستخدام البيانات والمعلومات	تمثيل واستخدام المعرفة
٢	خوارزمى (Algorithmic)	حدسى (Heuristic)
٣	عملية تكرارية (Repetitive Process)	عملية استدلالية (In Ferential Process)
٤	معالجة فعالة لقواعد البيانات	معالجة فعالة لقواعد معرفة ضخمة

جدول (١) يوضح الفرق بين معالجة البيانات ومعالجة المعرفة[١]

كما ذكرت العديد من المراجع عدداً من أوجه الاختلاف بين النظم الخبيرة والبرامج التقليدية والتى تتضح من خلال الجدول التالى[٢]،[٣]،[٤]،[٥]:

م	البرامج التقليدية	النظم الخبيرة
١	طبيعة المجال عريض	طبيعة المجال محدد وضيق
٢	صعبة التعديل	سهلة التعديل
٣	يحسب النتائج	يصنع القرارات
٤	يكون التنفيذ على أساس الخطوة بخطوة (خوارزميات)	التنفيذ يكون باستخدام المنطق والتوجيه
٥	لا تفصل المعرفة عن هيكل التحكم	توفر فصلا واضحا للمعرفة عن

[1] - المرجع السابق، ص ٢٣٦.

[2] - زين عبد الهادى (٢٠٠٠): مرجع سابق، ص٤٢.

[3] -David S. Prerau (1990): **DEVELOPING AND MANAGING EXPERT SYSTEMS: Proven Techniques for Business and Industry**, New York: Addison-Wesley, P.8.

[4] - علاء عبد الرزاق السالمى (١٩٩٩): مرجع سابق، ص١٨٣.

[5] - ميشيل نيجنفيتسكى (٢٠٠٤): **الذكاء الصناعى: دليل النظم الذكية**، تعريب سرور على إبراهيم سرور، مراجعة محمد يحيى عبد الرحمن، تقديم عبد المنعم بن إبراهيم العبد المنعم، الرياض: دار المريخ للنشر، ص٧٣.

	لتشغيل المعرفة	تشغيلها
٦	تعمل على مشاكل تكون فيها البيانات كاملة، ودقيقة فقط.	تسمح بالتفكير غير التام ويمكن أن تتعامل مع بيانات غير كاملة، وغير مؤكدة، وضبابية.
٧	لا تعطى حلا على الإطلاق، أو تعطى حلا خطأ إذا كانت البيانات غير كاملة، أو ضبابية.	يمكن أن تخطئ عندما تكون البيانات غير كاملة، أو ضبابية.
٨	لا يمكنها تقديم السبب وراء اتخاذ قرار معين.	يمكن أن تقدم شرحاً للسبب وراء اتخاذ قرار معين.

جدول (٢) يوضح الفرق بين البرامج التقليدية والنظم الخبيرة

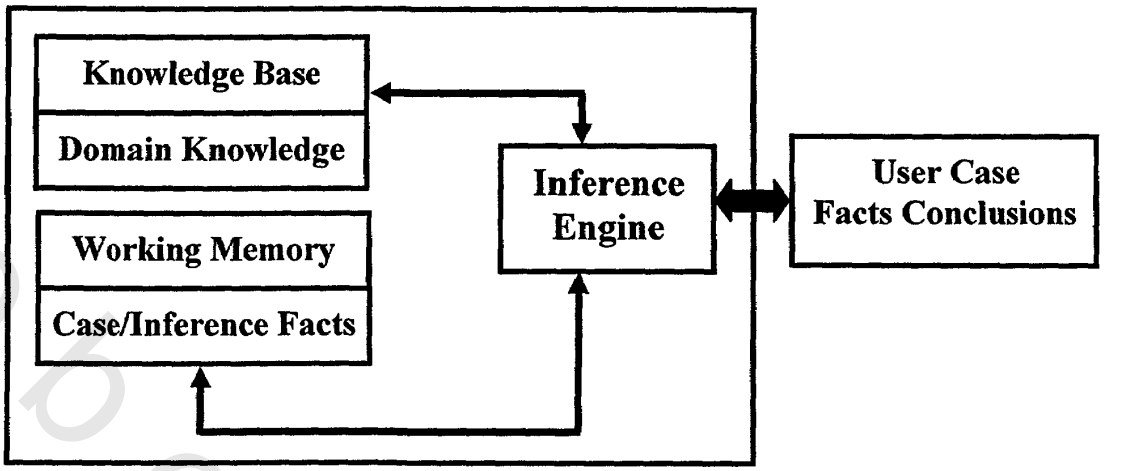
obeikandl.com

آلية عمل النظام الخبير

يتكون النظام الخبير من معرفة متخصصة تدعى Domain Knowledge وهى تشكل ما يسمى بقاعدة المعرفة Knowledge Base تخزن فى ذاكرة طويلة الأجل Long Term Memory (LTM) أما الحقائق والمعلومات ذات العلاقة بالمشكلة موضوع الحل فتخزن فى ذاكرة قصيرة الأجل Short Term Memory (STM) (الذاكرة العاملة)،وآلة الاستدلال Inference Engine تستخدم المعرفة المخزنة فى الذاكرة طويلة الأجـل،والحقائق الخاصة بالمشكلة التى تخزن فى الذاكرة العاملة لاشتقاق الاستنتاجـات ذات العلاقة بالمشكلة[1].

وتشبه هذه الآلية للنظم الخبيرة أسلوب تعامل الإنسان مع المثيرات التى يستقبلها، حيث يُخزن الإنسان ما يستقبله عن طريق الحواس فى الذاكرة قصيرة المدى حيث تبقى بها المعلومات لمدة ثوان، أو ربما لعدة دقائق حيث قد يكون الفرد فى حاجة ماسة وسريعة إلى هذه المعلومات مما يستدعى استرجاعها بشكل فورى، أو أنه يقوم باعادة تناولها وتنظيمها للاحتفاظ بها فى الذاكرة طويلة المدى حيث يمكن البحث عن المعلومات المطلوب استرجاعها بعد ذلك حسب ما يقتضيه الموقف الذى يكون فيه الفرد.

[1] - سعد غالب ياسين (٢٠٠٠): مرجع سابق، ص ص٣١-٣٢.

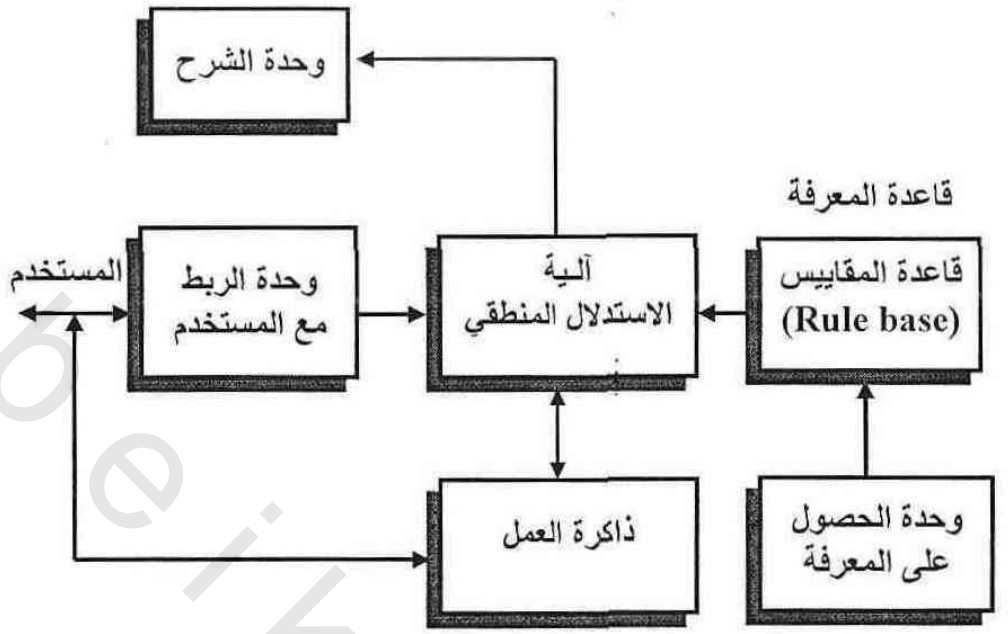


شكل (٢) يوضح أسلوب حل المشكلات للنظام الخبير[١]

المكونات الأساسية للنظام الخبير

١. قاعدة المعرفة Knowledge Base
٢. آلة (محرك)الاستدلال Inference Engine
٣. الذاكرة العاملة Working Memory
٤. وحدة الشرح والتفسير Explanation Facility
٥. وحدة إمكانية تحديث المعرفة Knowledge Update Facility
٦. وحدة التفاعل مع المستخدم User Interface

[1] - المرجع السابق، ص٣٢.



شكل (٣) يوضح المكونات الأساسية للنظام الخبير[١]

١. قاعدة المعرفة Knowledge Base

هى نظام فرعى ضمن النظام الخبير يحتوى على المعرفة المتخصصة فى مجال معين[٢]. ويمكن لهذه القاعدة أن تشتمل على أى شئ، بدءا من المعلومات الأساسية فى مجال المعرفة، حتى معينات التفكير حول هذه المعلومات؛ من أجل اتخاذ القرارات، وأداء المهام[٣]. وغالبا ما يقاس أداء النظام الخبير بدلالة حجم ونوعية قاعدة المعرفة التى يحتويها[٤].

وتحتوى قاعدة المعرفة على عنصرين هما:

---

[1] - محمد أديب غنيمى (٢٠٠١): مرجع سابق، ص١٠٦.

[2] - سعد غالب ياسين (٢٠٠٠): مرجع سابق، ص٣٢.

[3] - محمد فتحى عبد الهادى، نبيلة خليفة جمعة، يسرية زايد (١٩٩٧): **اتجاهات حديثة فى الفهرسة**، القاهرة: الدار العربية للكتاب، ص٢٢٤.

[4] - عفاف سامى القره غولي: **النظم الخبيرة/الذكاء الاصطناعى وامكانية استخدامها فى المكتبات ومراكز المعلومات** ، نشرة المعلوماتية (١١ أكتوبر)، الرياض: مركز المصادر التربوية. متاح على: (http://informatics.gov.sa/magazine/modules.php?name=sections&op=viewarticle&artid=73)

الحقائق، مثل وضع المشكلة ونظرية منطقة المشكلة، **وقواعد التوجيهات** الخاصة والتى توجه استخدام المعرفة لحل مشاكل خاصة فى مجال معين[١]. وتختلف هذه القواعد عن القواعد الخاصة بصناعة القرار (Decision-Making) والقواعد الخاصة بحل المشاكل القياسية (Standard Problem-Solving) والموجودة فى آلة الاستدلال[٢].

ويتحدد شكل قاعدة المعرفة وفقاً لحاوية النظام الخبير المستخدم Expert System Shell أو أى برنامج آخر. وتندمج المعلومات فى القاعدة المعرفية فى برنامج الحاسوب من خلال عملية اسمها **تمثيل المعرفة**[٣].

أشكال تمثيل المعرفة

١. الشبكات الدلالية Semantic Networks

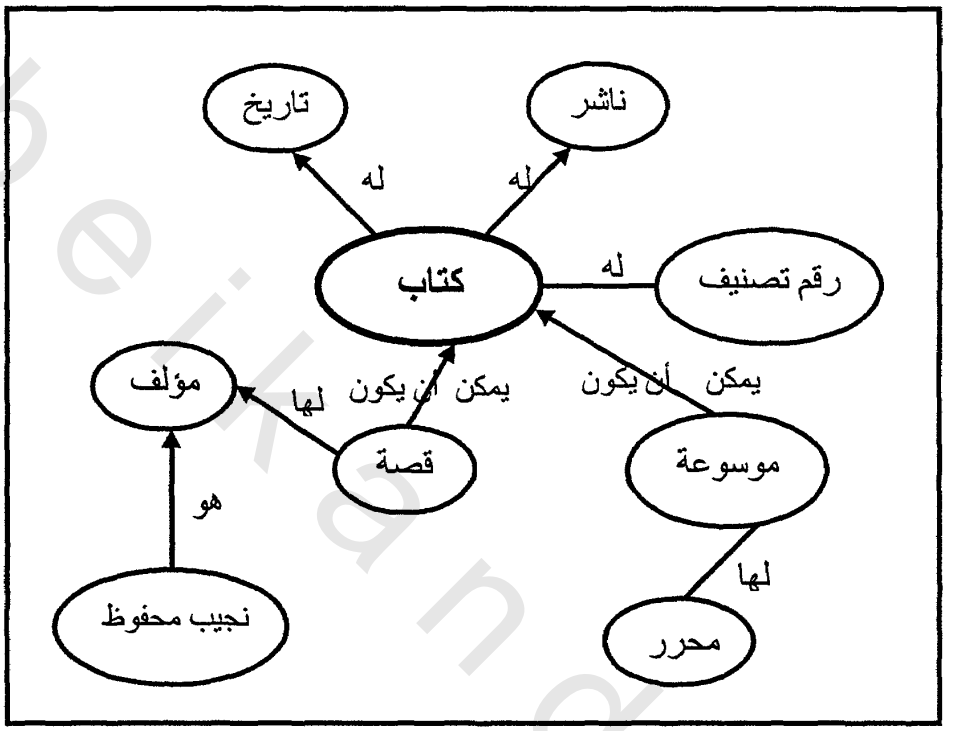
تعتبر شبكة الألفاظ الدلالية واحدة من أقدم طرق تمثيل المعرفة وأكثرها وضوحا[٤]، وتستخدم لتمثيل المعرفة غير الصورية، وهذا النوع من التمثيل يركز على التمثيل عن طريق الرسم Graphical Representation [٥]وهى تظهر العلاقات الهرمية (Hierarchical Relationships) بين الأشياء[٦].

وتتكون الشبكة الدلالية من مجموعة من العقد Nodes تربطها أقواس Arcs، وبوجه عام تمثل العقد **مفاهيم** بينما تعطى الأقواس **العلاقات بين هذه المفاهيم**. وعادة ما تسمى العقد البسيطة بأسماء المفاهيم التى تعبر

---

[1] - علاء عبد الرزاق السالمى (١٩٩٩): مرجع سابق، ص١٨٤.
[2] - محمد فهمى طلبة وآخرون (١٩٩٤): مرجع سابق، ص ص ٢٥٥-٢٥٦.
[3] -expertise2Go: **Expert System Glossary**, available at: (www.expertise2go.com/website/tutorials/ESGloss.htm), 15/8/2005.
[4] - محمد فهمى طلبة وآخرون (١٩٩٤): مرجع سابق، ص١٠٥.
[5] - زين عبد الهادى (٢٠٠٠): مرجع سابق، ص٥٠.
[6] - محمد فهمى طلبة وآخرون (١٩٩٤): مرجع سابق، ص١٠٦.

عنها، أما العقد الأكثر تعقيداً فليس لها بالضرورة أسماء، وهى نفسها شبكات دلالية فرعية. وتنسب فكرة استخدام الشبكات الدلالية لتمثيل المعرفة الإنسانية إلى كويليان Quilian[1].



شكل (٤) يوضح شبكة دلالية فى مجال المكتبات[2]

والعلاقات بين العقد تنقسم لأنواع كثيرة مثل عنصر أو مجموعة فرعية، وهناك عديد من النظم التى استخدمت هذا الأسلوب، ولعل اشهرها برنامج Prospector .وغالباً ما تبين الشبكات الدلالية علاقة السببية؛ لأن الروابط بين النقاط أو العقد يمكن إعدادها من خلال تتبع مسارات الربط فى النظام[3].

[1] - آلان بونيه (١٩٩٣): مرجع سابق، ص١٣٩.
[2] - زين عبد الهادى (٢٠٠٠): مرجع سابق، ص٥١.
[3] - المرجع السابق، ص٥٢.

وبالرغم من أن الشبكات الدلالية طرق جرافيكية بطبيعتها إلا أنها لا تظهر كذلك فى الحاسب بل تظهر كل الأشياء والعلاقات بينهما فى صورة لفظية وهذه الصور يتم برمجتها بإحدى لغات البرمجة العديدة والمتاحة. ولأن البحث خلال الشبكة الدلالية – وخاصة الشبكة كبيرة الحجم – يعتبر عملية صعبة ومعقدة لذلك تستخدم الشبكات الدلالية للأغراض التحليلية (Analysis Purposes) كأدوات بصرية لعرض العلاقات المختلفة بين الأشياء ويمكن أيضاً دمجها مع طرق تمثيل أخرى[1].

٢. الإطارات Frames

إن أول من قدم الإطارات لترتيب المعرفة فيها هو مينسكى عام ١٩٧٥، **والإطارات تتشارك مع الشبكات الدلالية فى عديد من الصفات**، فكل إطار يمثل نوعاً من العناصر بالطريقة نفسها التى يتم تقسيم النقاط بها فى الشبكات الدلالية[2].

والإطارات عبارة عن طريقة خاصة لكتابة بيانات المعرفة على شكل هيكل عام يحتوى على إطارات، كل إطار منها يعتبر شبكة من العقد والعلاقات المرتبطة فى شكل هرمى، ويتصل كل إطار بأنواع مختلفة ومتعددة عن مجال المعرفة[3].

ويستخدم هذا الأسلوب فى تمثيل الحقائق والمعلومات الثابتة ويستخدم لتجزئة بيانات شبكة دلالات الألفاظ ووضعها فى مجموعة من الأطر البسيطة[4].

---

[1] - محمد فهمى طلبة وآخرون (١٩٩٤): مرجع سابق، ص١١٠.
[2] - زين عبد الهادى (٢٠٠٠): مرجع سابق، ص٥٣.
[3] - عبد الحميد بسيونى (١٩٩٤): مرجع سابق، ص١٤٤.
[4] - عبد البديع محمد سالم (٢٠٠٣): مرجع سابق، ص١٦١.

ويتكون الإطار من سلسلة من القوائم، يعرض كل جزء فيها صفة من صفات العنصر، ويوضع فى كل جزء مكون واحد من خبراتنا فى المجال، مع الوضع فى الاعتبار نوع العناصر التى يتم تمثيلها. وكل حيز يتم تعريفه باسم يمثل الصفة، ويحتوى قيمة أو مستوى محدداً من القيم، التى يمكن أن تشترك مع الحيز، كما انه يمكن الإشارة إلى القيمة الآلية Default value للحيز [1].

إطار "الكرسى"

الوحدة	كرســـى
الأجزاء	مقعد، ظهر، أرجل، أذرع
عدد الأرجل	أربعة
عدد الأذرع	٢ أو صفر
اللون	أى لون
الأبعاد (بالقدم)	الطول ٢,٥ ـ ٥
	العرض ١-٣
	العمق ١-٣
الطراز	كرسى سفرة الطعام، كرسى صالون، كرسى هزاز

إطار "الطائر"

الوحدة	- طائر
الجسم	- مغطى ريش
النشاط	- الطيران

إطار "الثدييات"

الجسم	- مغطى بشعر
النشاط	- در اللبن

إطار" الثدييات"

الهيئة	- عينان قوية - الأسنان مدببة
الأرجل	- حوافر
النشاط	- آكل اللحوم

شكل (٥) يوضح كيفية تمثيل المعرفة بأسلوب الأطر لأكثر من كائنObjects [2]

٣. السيناريوهات Scripts

[1] - زين عبد الهادى (٢٠٠٠): مرجع سابق، ص ص٥٣-٥٤.
[2] - عبد البديع محمد سالم (٢٠٠٣): مرجع سابق، ص١٦١.

يستخدم أسلوب السيناريوهات لوصف المعرفة المتغيرة الناتجة من تعرض الإنسان لمواقف تحتوى على مجموعة من المواقف والأحداث الغير متوقعة[1] **والسيناريو يعتبر تخصيصاً لعملية الإطارات Frames**، *فهو أقل منه فى الدرجة وأكبر منه فى العمق*، ويكتب مثل السيناريو تماما 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)[2].

سيناريو الحصول على كتاب من المكتبة (عملية الإعارة)	
الأدوات: -بطاقة مستعير -بطاقة جيب كتاب -نظام المكتبة الآلى **الموقع:** -المكتبة **الأدوار:** -مستعير -مسئول قسم الاستعارة **شروط إدخال البيانات:** -مستعير له حق الاستعارة -كتاب غير محجوز -كتاب غير ممنوع خروجه من المكتبة	**المنظر الأول: البداية** * المستعير يدخل المكتبة * المستعير يتوجه للفهرس * المستعير يبحث فى الفهرس * المستعير يجد بيانات الكتاب المطلوب **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 **المنظر الثالث: المستعير يقوم بعملية الاستعارة** * المستعير يتوجه لقسم الاستعارة * يناول المسئول عن الإعارة بالمكتبة

[1] - المرجع السابق، ص١٦١.
[2] - زين عبد الهادى (٢٠٠٠): مرجع سابق، ص ص٥٤-٥٥.

تابع سيناريو الحصول على كتاب من المكتبة (عملية الإعارة)	
النتائج:	**تابع المنظر الثالث**
	* يناول المسئول بطاقة المستعير
	المنظر الرابع : حصول المستعير على الكتاب
	* المسئول يسجل رقم الكتاب
	* المسئول يسجل رقم المستعير
	* المسئول يسجل تاريخ الإعارة
- حصول المستعير على الكتاب المطلوب	* المسئول يسجل تاريخ الإرجاع
	* المسئول يسلم المستعير الكتاب
	* المستعير يتناول الكتاب
	* المستعير يخرج من المكتبة

شكل (٦) يوضح مخطط سيناريو لعملية الاستعارة[١]

وتعتبر هذه الطريقة(السيناريو) بشكل عام من الطرق محدودة الاستخدام فى تمثيل المعرفة للنظم الخبيرة[٢].

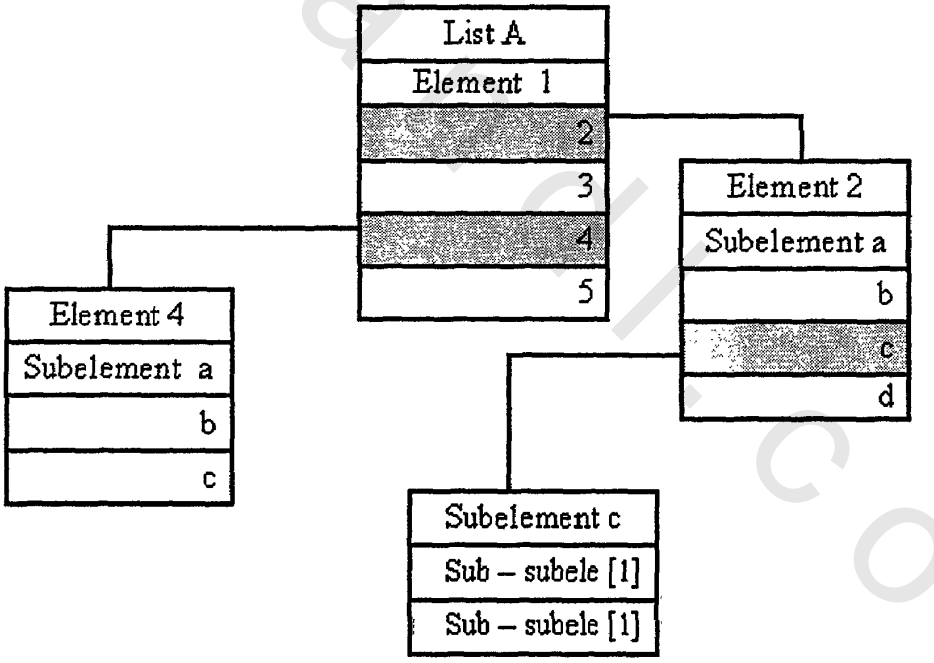
٤. القوائم والأشجار Lists and Trees

تستخدم القوائم والأشجار، وهى تراكيب بسيطة، فى تمثيل المعرفة الهرمية (Hierarchical Knowledge)، **والقوائم** هى عبارة عن مجموعة من العناصر المرتبطة والمكتوبة فى قائمة (List) مثل قائمة أشخاص تعرفهم أو قائمة متطلبات منزلية سيتم شراؤها أو قائمة بأعمال مطلوب إنجازها.

[1] - المرجع السابق، ص ٥٥.
[2] - نفس المرجع السابق، ص٥٦.

وتستخدم القوائم عادة فى تمثيل المعرفة المجمعة والمصنفة تبعا لأولويات محددة أو علاقات فيما بينها[١].

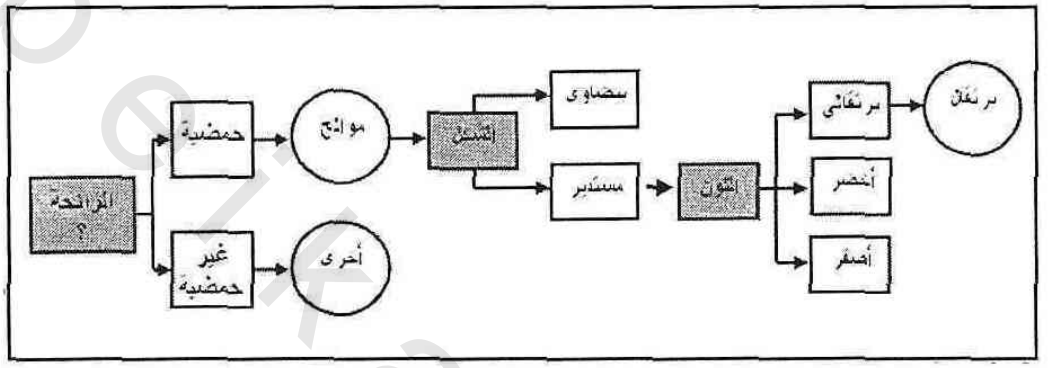
وفى البداية تقسم الأشياء إلى مجموعات (Groups) أو فئات ذات عناصر متشابهة وتمثل العلاقات بينها عن طريق ربطها معا فى شكل هرمى كالموضح بالشكل التالى. ولكل قائمة اسم يميزها مثل قائمة (A) وبها اثنين أو اكثر من العناصر. ويمكن لأحد عناصر القائمة مثل العنصر (4) أن يكون اسما لقائمة تحتوى على عناصر فرعية (Subelements) وأيضاً يمكن أن يكون أحد العناصر الفرعية، مثل العنصر (c)، اسماً لقائمة أخرى من العناصر الفرعية ... وهكذا[٢].



شكل (٧) يوضح تفرع عناصر القائمة[٣]

[1] - محمد فهمى طلبة وآخرون (١٩٩٤): مرجع سابق، ص ١١٠.
[2] - المرجع السابق، ص ١١١.
[3] - نفس المرجع السابق، ص ١١١.

والطريقة الثانية من طرق تمثيل المعرفة الهرمية هى **شجرة القرار (Decision Tree)** وتستخدم عادة فى تحليل النظم غير الذكية. وشجرة القرار عبارة عن شبكة دلالية هرمية مرتبطة بواسطة مجموعة من القواعد لذلك فهى تجمع بين أسلوب البحث وعلاقات المعرفة[1].



٥. قواعد الإنتاج Production Rules

تعتبر قواعد الإنتاج من أكثر الأساليب الشائعة لتمثيل المعرفة. وسميت بهذا الاسم لان معلومات جديدة تنتج عندما يتم إطلاق Fire أى قاعدة[4]، كما تسمى تعليمات الموقف – الفعل (Situation Action Rules) أو زوجيات المواقف والسلوك (المقدمات والنتائج) ، أو الزوجيات الشرطية(زوجيات إذا.عندئذ) (IF-THEN Pairs)، ويطلق على النظم الخبيرة التى تستخدم أسلوب قواعد الإنتاج فى تمثيل المعارف اسم "نظم الإنتـــاج" (Production Systems) أو النظم المبنية على القواعد[5].

---

[1] - نفس المرجع السابق، ص ١١١.
[2] - نفس المرجع السابق، ص١١٢.
[3] - نفس المرجع السابق، ص ١١٢.
[4] -expertise2Go: **Expert System Glossary**, OP. Cit.
[5] - عبد الحميد بسيونى (١٩٩٤): مرجع سابق، ص١٤٥.

وتتكون أى قاعدة من جزئين: جزء **IF**، ويسمى عنصرا شرطيا ***antecedent*** (مقدمة منطقية premise ، أو شرط condition)، ويسمى جزء **THEN** نتيجة منطقية ***consequent*** (استنتاج conclusion، أو إجراء action). ويأخذ التكوين الأساسى للقاعدة الشكل التالى:

IF <antecedent>
THEN <consequent>

وبصفة عامة، يمكن أن يكون للقاعدة عناصر شرطية متعددة تلحق بها الكلمات الرئيسية AND (اتّحاد conjunction)، أوOR (عزل disjunction)، أو خليطا منهما. إلا أن من الجيد الاعتياد على خلط الاتحاد، والعزل فى نفس القاعدة[1].

IF <antecedent 1>
AND < antecedent 2>
.
.
.
AND <antecedent n>
THEN <consequent>

IF <antecedent 1>
OR < antecedent 2>
.
.
.
OR < antecedent n>
THEN <consequent>

[1] - ميشيل نيجنفيتسكى (٢٠٠٤): مرجع سابق، ص٦١.

كما يمكن أن يكون للنتيجة المنطقية للقاعدة أجزاء متعددة أيضا:

IF <antecedent>
THEN <consequent 1>
<consequent 2>
.
.
.
<consequent m>

ويدمج العنصر الشرطى للقاعدة جزئين: **شئ object** (شئ لغوى linguistic object)، و**قيمته value** ويتضح ذلك من خلال المثال التالى:

IF **A** is *true*, Then **B** is always *true* as well.

ويمكن أن تمثل القواعد **علاقات**، و**توصيات**، و**توجيهات**،و**استراتيجيات**، و**تجريبيات**.

علاقة

IF the `fuel tank` is empty
THEN the car is dead

توصية

IF the season is autumn
AND the sky is cloudy
AND the forecast is drizzle
THEN the advice is `take an umbrella`

توجيه

IF the spill is liquid
AND the `spill pH` < 6
AND the `spill smell` is vinegar
THEN the `spill material` is `acetic acid`

إستراتيجية

IF the car is dead
THEN The action is `check the fuel tank`;
Step 1 is complete

IF Step 1 is complete
AND The `fuel tank` is full
THEN The action is `check the battery`;
Step2 is complete

تجريبية

IF the car is dead
AND The `fuel tank` is empty
THEN The action is `refuel the car`

وتتميز النظم الخبيرة المعتمدة على قواعد الإنتاج بعدة مميزات أهمها ما يلى[1]:

[1] - محمد فهمى طلبة وآخرون (١٩٩٤): مرجع سابق، ص١١٤.

openkandil.com

١. توفر قواعد الإنتاج أسلوبا سهلا لتمثيل المعرفة يماثل إلى حد كبير نفس الأسلوب الذى يستخدمه الخبراء لشرح الأعمال التى يقومون بها فى مجال خبرتهم. وهذه الميزة هامة جدا لأنها تحقق سهولة نقل المعرفة من خبراء المجال إلى قاعدة المعرفة.
٢. تفرض قواعد الإنتاج هيكلا منتظما ومتماثلا على المعارف الموجودة بقاعدة المعرفة مما يجعل من السهل على أى مستخدم فهم طبيعة المعارف والمعلومات المخزنة بها. وهذه الميزة تعرف بالتماثل (Uniformity).
٣. تتميز قواعد الإنتاج باستقلالية البناء (Modularity) أى أن عمليات الإضافة أو التعديل أو الحذف التى تجرى على أى قاعدة لا تؤثر على القواعد الأخرى بالإضافة إلى أن ترتيب القواعد داخل قاعدة المعرفة غير مطلوب أى أن كل قاعدة تعتبر مستقلة عن الأخرى. لذلك تعتبر نظم قواعد الإنتاج مناسبة لمعمارية الجيل الخامس من الحاسبات الذى يستخدم المعالجة المتوازية للمعلومات.

وعلى الرغم مما تتميز به هذه النظم (نظم قواعد الإنتاج) ، إلا انه بازدياد حجم قاعدة القواعد قد يبلغ عدد القواعد الإنتاجية عدة مئات، وعندئذ يصبح من الصعب مراجعة هذه القواعد كلما أضفنا قاعدة جديدة للتأكد من عدم تناقضها أو تكرارها لقاعدة أخرى موجودة. ولهذا تضم أنظمة جمع المعلومات الحديثة آليات قوية لمساعدة مصمم البرامج على تجنب إدخال التضارب إلى البرنامج؛ وتشمل هذه الآليات البرامج البينية الودودة ووسائل كشف التشابهات فى القواعد الإنتاجية[١].

[١] - آلان بونيه (١٩٩٣): مرجع سابق، ص ١٥٨.

٢- آلة الاستدلال Inference Engine

وتعرف كذلك بمحرك الاستدلال، أو وسيلة الاستدلال، أو برنامج الاستدلال، أو البرنامج الحاكم[١] (Control Structure). وهذا الجزء من النظام الخبير يعتبر بمثابة برنامج مزود بآلية للاستدلال[٢] أو معالج فى النظام الخبير يقوم بوظيفة مزج ومقاربة الحقائق التى توجد فى الذاكرة العاملة مع المعرفة التخصصية الموجودة فى قاعدة المعرفة لاشتقاق الاستنتاجات ذات العلاقة بالمشكلة. وعندما تنجح الآلة فى هذا الأمر تقوم بإضافة الاستنتاج الذى خرجت فيه القاعدة إلى الذاكرة العاملة مع الاستمرار لضبط القواعد الأخرى للبحث عن ارتباط ومقاربة جديدة[٣]. وتسمى هذه العملية **بسلسلة الاستنتاج**[٤]. وتشكل آلة الاستدلال (وسيلة الاستنتاج) مع قاعدة المعرفة الأساس البنائى للنظام الخبير، وآلة الاستدلال تتميز بعدم اعتمادها على نوعية التطبيق أو المجال الذى يعمل فيه النظام الخبير بعكس قاعدة المعرفة[٥].

فمحرك الاستدلال يمكن اعتباره قاسما مشتركا 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، ولا فرق بين محرك الاستدلال فى المجالات الثلاث؛ لان النظام يتحدد أساسا على قاعدة المعرفة والمجال الذى يتناوله[٦].

---

[1] - محمد فهمى طلبة وآخرون (١٩٩٤): مرجع سابق، ص٢٥٦.

[2] -expertise2Go: Expert System Glossary, OP. Cit.

[3] - سعد غالب ياسين(٢٠٠٠): مرجع سابق، ص٣٤.

[4] - عبد الحميد بسيونى (١٩٩٤): مرجع سابق، ص١٤٧.

[5] - المرجع السابق، ص١٣٩.

[6] - زين عبد الهادى (٢٠٠٠): مرجع سابق، ص ص ٦٥-٦٦.

وتتكون آلة الاستدلال من ثلاثة عناصر رئيسية هى:

١. **المفسر Interpreter** (مفسر القاعدة فى معظم الأنظمة) والذى ينفذ بنود جدول الأعمال بتطبيق قواعد وأحكام القاعدة المعرفية المقابلة[١].

٢. "**المجدول أو المخطط الزمنى Schedular** ويتحكم فى ترتيب تنفيذ عناصر المهمة ويقوم بتقدير تأثير استخدام قواعد الاستدلال فى ضوء ترتيب العناصر.

٣. **محسِّـن التوافق Consistency Enforcer** ويستخدم للحفاظ على توافق الحل مع العناصر المكونة له[٢]".

والمثال التالى[٣] يوضح لنا وظيفة كل عنصر من هذه العناصر، وهو جزء من نظام خبير"يستفسر عن ثمن سيارة".

Price of the car is
1 Important
2 Unimportant
3 don't know

وبناء على إجابة المستخدم يقوم المفسر بحساب القواعد الحاكمة فإذا اختار المستخدم رقم (1) للإشارة إلى أن سعر السيارة هام بالنسبة له نجد أن المفسر يقوم بحساب القاعدة الآتية:

RULE NUMBER 5:
(1) price of a car is important
and
(2) The payment is in installments
THEN
The monthly payment is determined

[1] - علاء عبد الرزاق السالمى (١٩٩٩): مرجع سابق، ص١٨٤.
[2] - محمد فهمى طلبة وآخرون (١٩٩٤): مرجع سابق، ص ص ٢٥٦-٢٥٧.
[3] - المرجع السابق،ص ٢٥٧.

ويقوم المخطط بالتحكم فى ترتيب تقديم الأسئلة بدءا من بلد التصنيع وانتهاء بأهم العوامل التى تحكم عملية الشراء وبالترتيب ويقوم المخطط بحساب تأثير كل قاعدة استدلال استخدمت تبعا لكل إجابة. وأخيرا يقوم محسّن التوافق بالتأكد من أن السيارة تيوتا كاختيار أول تحقق كل متطلبات المستخدم.

وتستخدم أساليب متعددة لبناء الاستدلال المنطقى فى البرامج التى تقوم بوظيفة آلة الاستدلال منها **الاستدلال الإجرائى** و**التسلسل المتقدم** و**التسلسل المتقهقر**[١].

وتستخدم الطريقة الأولى فى النظم الخبيرة المبنية على الهياكل (frame Based systems) وكذلك النظم المبنية على الشبكات الدلالية (Semantic Network Based Systems) أما الطريقتان الثانية والثالثة فتستخدمان فى النظم المبنية على قواعد الإنتاج (Production Rule-based Systems)[٢].

التسلسل للأمام (الأمامى،أو،المتقدم) Forward Chaining

يكون التسلسل للأمام تفكيراً **تديره البيانات data-driven**[٣]. يبدأ التفكير من بيانات معروفة، ويستمر إلى الأمام مع هذه البيانات. وفى كل مرة تنفذ القاعدة الموجودة فى القمة فقط وعند إطلاق القاعدة فإنها تضيف حقيقة جديدة فى قاعدة البيانات.

---

[1] - عبد الحميد بسيونى (١٩٩٤): مرجع سابق، ص١٣٩.

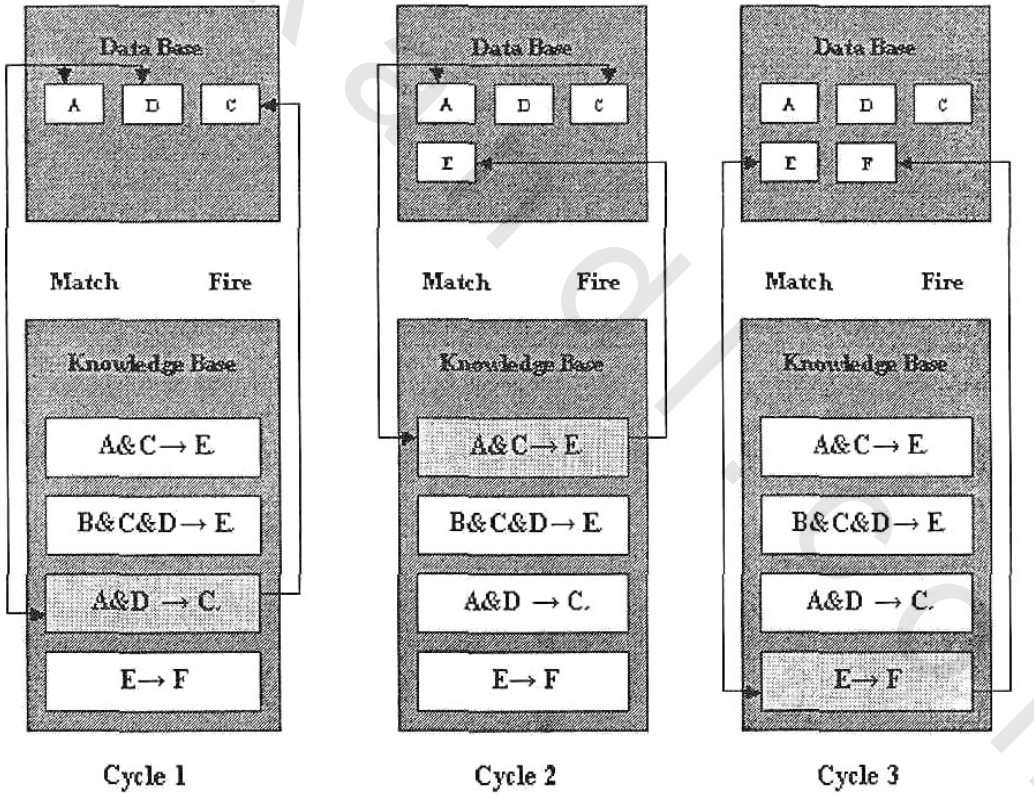
[2] - محمد فهمى طلبة وآخرون (١٩٩٤): مرجع سابق، ص ١٢٥.

[3] -**Comparison of chaining methods [5]**, vailable at: (http://www.expertise2go.com/website/tutorials/ESIntro/), 15/7/2005.

ويمكن تنفيذ أى قاعدة مرة واحدة فقط. وتتوقف دورة التوفيق والإطلاق عندما لا يصبح من الممكن إطلاق قواعد أخرى[1].

مثال

Rule 1 A&C → E
Rule 2 B&C&d → E
Rule 3 A&d → C
Rule 4 $E \rightarrow F$



فى الدورة الأولى تتفق القاعدة A&D→C مع الحقائق الموجودة فى قاعدة البيانات. وتنطلق القاعدة A&D→C حيث يتفق جزء IF لهذه القاعدة مع

[1] - ميشيل نيجنفيتسكى (٢٠٠٤): مرجع سابق، ص٧٧.

الحقائق A,D الموجودة فى قاعدة البيانات، وينفذ جزء THEN الخاص بها، وتضاف الحقيقة الجديدة C إلى قاعدة البيانات.

فى الدورة الثانية،تنطلق القاعدة A&C→E لأن الحقائق A,C موجودة بالفعل فى قاعدة البيانات، وتضاف الحقيقة الجديدة E إلى قاعدة البيانات.

فى الدورة الثالثة، تنطلق القاعدة E→ F لأن الحقيقة E موجودة بالفعل فى قاعدة البيانات، وتضاف الحقيقة الجديدة F إلى قاعدة البيانات.

ثم تتوقف دورة التوفيق والانطلاق لأن جزء IF من القاعدة R2: B&C&D→ E لا يتفق مع كل الحقائق الموجودة فى قاعدة البيانات وبالتالى لا يمكن أن تنطلق هذه القاعدة.

ويمكن تلخيص استراتيجية التسلسل المتقدم فى آلات الاستدلال بالنظم الخبيرة فى الخطـوات التالية[1]:

١. إيجاد قاعدة تتفق مقدمتها المنطقية (Premise)- وهى الجزء من القاعدة الذى يلى كلمة (IF) مع الحقيقة أو الموقف المعروض على النظام الخبير.

أ- **إذا وجدت**، *استمر ونفذ الخطوة التالية رقم*(٢).

ب- **إذا لم توجد**، *فهذا يعنى فشل النظام الخبير فى الوصول إلى النتيجة أو الهدف المطلوب.*

٢. استنتاج النتيجة المنطقية – وهى ذلك الجزء الذى يلى الكلمة (Then)- فى القاعدة التى تنطبق مقدمتها المنطقية مع الحقيقة المعروضة على

[1] - محمد فهمى طلبة وآخرون (١٩٩٤): مرجع سابق، ص ١٣٣.

النظـــام الخبير، وإضافتها كحقيقة جديدة إلى الحقائـــق (Facts) المعروضة على النظام الخبير.

٣. هل الحقيقة الجديدة تحقق النتيجة أو الهدف المطلوب؟

أ- : **نعم** – *وبذلك يكون النظام الخبير قد نجح فى تحقيق الهدف أو النتيجة المطلوبة.*

ب- **لا** – *وفى هذه الحالة يتم تكرار الخطوات ١، ٢ مرة أخرى.*

ويمتاز التسلسل للأمام بتحكم أفضل فى ترتيب البيانات التى قد تحقق المقدمات[١]. ويعد التسلسل للأمام أسلوبا لجمع المعلومات، والاستدلال بعد ذلك منها بما يمكن الاستدلال به. **إلا أن** الكثير من القواعد يمكن أن تنفذ، والتى يمكن ألا يكون لها أى تأثير على الهدف المحدد فى التسلسل للأمام. حيث يمكن أن يوجد فى نظام الخبرة المبنى على القواعد الحقيقى مئات من القواعد، ويمكن إطلاق الكثير منها لاستخلاص حقائق جديدة تكون صحيحة، لكنها لسوء الحظ غير مرتبطة بالهدف. لذلك إذا كان هدفنا الاستدلال عن حقيقة واحدة معينة فقط فلن يكون أسلوب التسلسل للأمام كفؤاً. وفى مثل هذه الحالة يصبح التسلسل للخلف أكثر مناسبة[٢].

التسلسل للخلف (الخلفى،أو،المتقهقر) Backward Chaining

يكون التسلسل للخلف تفكيرا **يديره الهدف**[٣]**goal-driven**. ويكون لنظام الخبرة، فى التسلسل للخلف، هدف (حل افتراضى)، وتحاول آلة الاستدلال أن تجد دليلا لتثبته. فى البداية يتم البحث فى قاعدة المعرفة لإيجاد القواعد التى يمكن أن يكون لها الحل المطلوب. ويجب أن يكون لمثل هذه القواعد

[1] - آلان بونيه (١٩٩٣): مرجع سابق، ص١٥٩.

[2] - ميشيل نيجنفيتسكى (٢٠٠٤): مرجع سابق، ص٧٧.

[3] -**Comparison of chaining methods [5]**, OP. Cit.

الهدف فى أجزاء THEN (action) الخاصة بها. فإذا وجدت مثل هذه القاعدة واتفق جزء IF (condition) الخاص بها مع بيانات موجودة فى قاعدة البيانات فتنطلق عند ذلك القاعدة، ويثبت الهدف. إلا أن هذا نادرا ما يحدث. لذلك تضع آلة الاستدلال القاعدة التى تعمل عليها جانبا (ويقال عن القاعدة أنها تُرصّ stack)، وتحدد هدفا جديدا، هدفا فرعيا، لإثبات جزء IF لهذه القاعدة. وبعد ذلك يتم البحث مرة أخرى فى قاعدة المعرفة عن قواعد يمكن أن تثبت الهدف الفرعى. وتكرر آلة الاستدلال عملية رص القواعد حتى لا توجد أى قاعدة فى قاعدة المعرفة لإثبات الهدف الفرعى الحالى[1].

مثال

سوف نستخدم المثال السابق فى التسلسل للأمام، ونطبق عليه أسلوب التسلسل للخلف كما يتضح مما يلى:

Rule 1 $A\&C \rightarrow E$

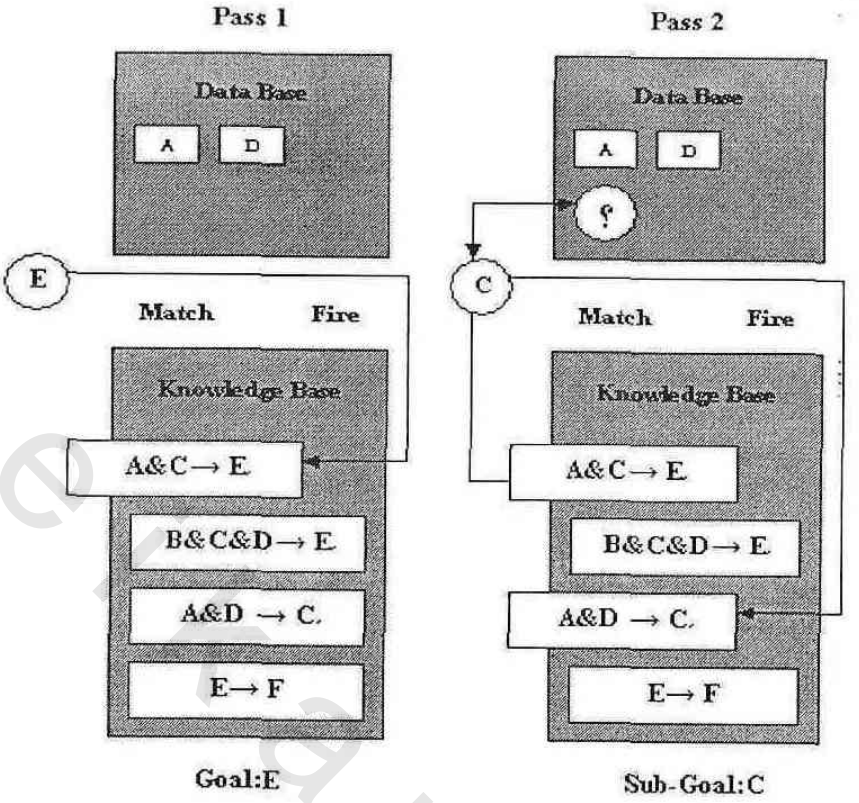
Rule 2 $B\&C\&d \rightarrow Y$

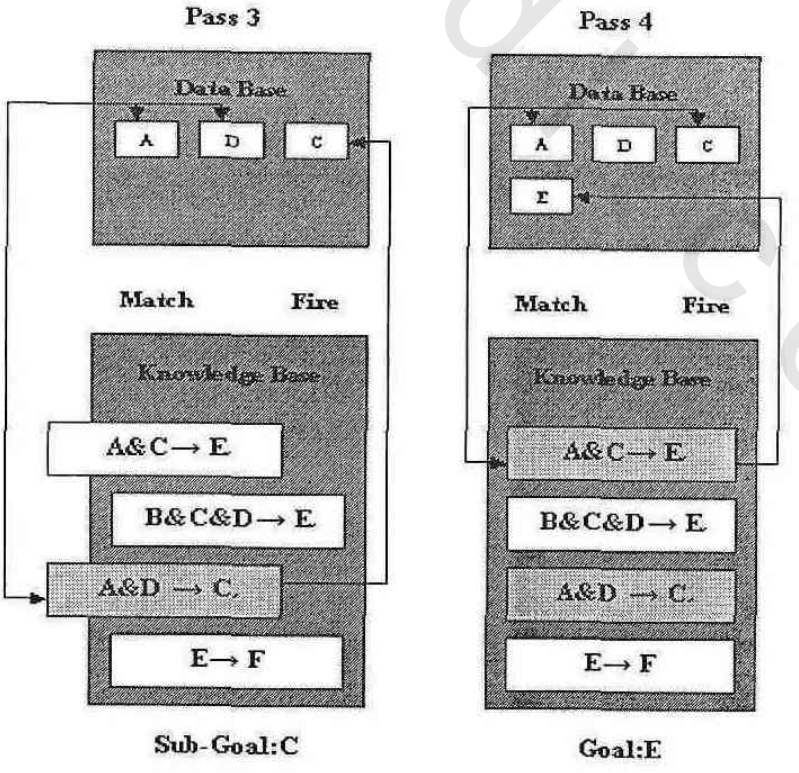
Rule 3 $A\&d \rightarrow C$

Rule 4 $E \rightarrow F$

[1] - ميشيل نيجنفيتسكى (٢٠٠٤): مرجع سابق، ص٧٨.

openkanal.com


Pass 1
Data Base
A
D
E
Match
Fire
Knowledge Base
A&C → E
B&C&D → E
A&D → C
E → F
Goal:E
Pass 2
Data Base
A
D
?
C
Match
Fire
Knowledge Base
A&C → E
B&C&D → E
A&D → C
E → F
Sub-Goal:C


Pass 3
Data Base
A
D
C
Match
Fire
Knowledge Base
A&C → E
B&C&D → E
A&D → C
E → F
Sub-Goal:C
Pass 4
Data Base
A
D
C
E
Match
Fire
Knowledge Base
A&C → E
B&C&D → E
A&D → C
E → F
Goal:E

فى المسار الأول، تحاول آلة الاستدلال استدلال الحقيقة E فتبحث فى قاعدة المعرفة لتجد القاعدة التى لها الهدف E فى الجزء Then الخاص بها، وتجد آلة الاستدلال وترصّ القاعدة R1: A&C→ E ويشمل جزء IF من R1 الحقيقتين A,C لذلك يجب تشييد هاتين الحقيقتين.

وفى المسار الثانى، تحدد آلة الاستدلال هدفا فرعيا، الحقيقة C، وتحاول تحديده. فتختبر قاعدة البيانات أولا إلا أنها لا تجد الحقيقة C هناك. فتبحث بعد ذلك فى قاعدة المعرفة مرة أخرى عن القاعدة التى توجد فيها الحقيقة C فى جزء Then الخاص بها. وتحدد آلة الاستدلال موقع R3: A&D→ C وترصها. وتضاف الحقيقة C فى قاعدة البيانات. والآن يجب أن تحدد الحقيقة D.

وفى المسار الثالث، تجد آلة الاستدلال الحقائق A,D فى قاعدة البيانات، فتطلق R3: A&D→ C ويستدل على الحقيقة الجديدة E.

وفى المسار الرابع، يعود النظام إلى القاعدة R1: A&C→ E ويحاول أن يشيد الهدف الأصلى، الحقيقة E. يتفق جزء IF من القاعدة R1 مع كل الحقائق الموجودة فى قاعدة البيانات، وتنفذ القاعدة R1 ويتسبب ذلك فى تشييد الهدف الأصلى.

ويتضح من هذا المثال البسيط أن أسلوب الاستدلال للخلف يكون اكثر كفاءة عندما نحتاج أن نستدل على حقيقة واحدة محددة.

ويمكن تلخيص استراتيجية التسلسل الراجع المستخدم فى آلات الاستدلال بالنظم الخبيرة فى الخطــوات التالية[1]:

١. إيجاد قاعدة يتفق الجزء الذى يلى كلمة (THEN) بها (النتيجة المنطقية) مع الهدف (Goal).

a. **إذا وجدت**– *انتقل إلى الخطوة رقم ٢ .*

b. **إذا لم توجد**– *يفشل النظام الخبير.*

٢. استخدام المقدمة المنطقية للقاعدة (Premise) الجزء الذى يلى كلمة (IF) فى عمل هدف أو أهداف فرعية جديدة (New Sub-Goal).

٣. إيجاد الحقيقة أو الحقائق (FACTS) التى تحقق الأهداف الفرعية الجديدة.

a. **جميع الأهداف تم تحقيقها**– *وبذلك فقد تم التنفيذ.*

b. **هناك أهداف غير محققة**– *كرر الخطوات مرة أخرى.*

أو اسأل المستخدم عن حقائق جديدة (New FACTS).

ويمتاز التسلسل للخلف بأنه يقرب المفسر (آلة الاستدلال) من الأهداف التى يرغب فى الوصول إليها، لأنه يستطيع أن يقصر تنفيذه على القواعد المتعلقة بهذه الأهداف[2].

الاختيار بين التسلسل للأمام ، والتسلسل للخلف

لمعرفة أيهما الأنسب التسلسل للأمام أم التسلسل للخلف ، فهذا يتوقف على الطريقة التى يحل بها خبير المجال المشكلة. فإذا احتاج الخبير أن يجمع بعض المعلومات أولا ويحاول بعد ذلك أن يستدل منها على ما يمكن

[1] ـ محمد فهمى طلبة وآخرون (١٩٩٤): مرجع سابق، ص ١٣٧.
[2] ـ آلان بونيه (١٩٩٣): مرجع سابق، ص١٥٩.

استدلاله فانه يختار آلة استدلال التسلسل للأمام، إلا انه إذا بدأ الخبير بحل افتراضى، وحاول بعد ذلك أن يجد الحقائق التى تثبته فإنه يختار آلة استدلال التسلسل للخلف[1].

الدمج بين التسلسل للأمام والتسلسل للخلف

تستخدم كثير من حاويات النظم الخبيرة خليطا من أساليب استدلال التسلسل للأمام، والتسلسل للخلف، لذلك لا يحتاج مهندس المعرفة أن يختار بينهما. إلا أن آلية الاستدلال الأساسية عادة ما تكون تسلسلا للخلف. وعند تشييد حقيقة جديدة فقط يستخدم التسلسل للأمام فى تعظيم استخدام البيانات الجديدة[2] حيث تملك آلة الاستدلال القدرة على التحكم فى تنفيذ ذلك بمرونة.

٣. الذاكرة العاملة Working Memory

وتسمى أيضا بالذاكرة قصيرة المدى Short Term Memory لأنها تشبه الذاكرة قصيرة المدى عند الإنسان[3]، كما أنها تشبه الذاكرة العشوائية RAM فى الكمبيوتر. وتستخدم هذه الذاكرة فى توصيف المشكلة كما تستخدم للاحتفاظ بسجل كامل عن النتائج المستنتجة غير النهائية[4]، فأثناء استشارة النظام الخبير يقوم المستفيد بإدخال المعلومات حول المشكلة التى يواجهها فى الذاكرة العاملة. ثم يقوم النظام بمزج ومقاربة هذه المعلومات بالمعرفة التى يحتويها النظام والموجودة فى قاعدة المعرفة لاستنتاج حقائق

[1] - ميشيل نيجنفيتسكى (٢٠٠٤): مرجع سابق، ص٨٠.
[2] - المرجع السابق، ص٨١.
[3] - محمد أديب غنيمى (٢٠٠١): مرجع سابق، ص١٠٦.
[4] - محمد فهمى طلبة وآخرون (١٩٩٤): مرجع سابق، ص٢٥٧.

جديدة. بعد ذلك يقوم النظام بإدخال الحقائق الجديدة إلى الذاكرة العاملة بالإضافة إلى الاستنتاجات التى يخرج بها النظام والتى تدخل الذاكرة العاملة أيضا. بتعبير آخر، تحتوى الذاكرة العاملة على كل المعلومات الخاصة بالمشكلة سواء تلك المعلومات التى يقوم بتقديمها المستفيد أو المعلومات التى يقوم النظام باشتقاقها. المعلومات الكاملة التى يتم الحصول عليها خلال عملية الاستشارة تدعى Sessions Context .

وتستفيد معظم النظم الخبيرة من المعلومات التى تتيحها وسائط التخزين الخارجى مثل قواعد البيانات، الجداول الإلكترونية، بنوك المعلومات ... الخ[١].

٤. وحدة الشرح والتفسير Explanation Facility

وهى الوحدة المسئولة عن تفسير كيفية وصول النظام الخبير للنتائج والحلول والتوصيات الخاصة بالمشكلة المعروضة عليه[٢] (معرفة مسار الوصول إلى قرار معين وبناء على أى معطيات)، وذلك من أجل أن يتأكد المستخدم من سلامة القرار المعطى، وبأن النظام الآلى يتبع طرقا منهجية ومنطقية مقبولة فى سبيل الوصول لهذا القرار[٣]. **وتعتبر إمكانية تقديم الشرح والتفسير من إحدى الخصائص الهامة للنظام الخبير والتى تجعله يحاكى إلى حد كبير سلوك الخبير البشرى**[٤].

---

[1] - سعد غالب ياسين (٢٠٠٠): مرجع سابق، ص٣٣.

[2]- Joseph Giarratano (2004): **EXPERT SYSTEMS: Principles and Programming**, 3rd edition, Jangpura, New Delhi: Vikas Publishing House. P.23.

[3] - زين عبد الهادى (٢٠٠٠): مرجع سابق، ص٦٥.

[4] - محمد فهمى طلبة وآخرون (١٩٩٤): مرجع سابق، ص٢٥٨.

ويمكن أن تستخدم إحدى الطريقتين التاليتين لإعداد وحدة الشرح والتفسير[1]:

١. **طريقة الشرح الاستاتيكى Static Explanation**

وهى طريقة بسيطة تعتمد على إعداد نص مكتوب داخل النظام يحتوى على كل الإجابات لأسئلة المستخدم المحتملة وكل سؤال من قِبل المستخدم يكون له إجابة خاصة به. وهذه الطريقة يصعب تطبيقها فى النظم الخبيرة، كما أنها لا تتيح للنظام فهم ما يشرحه وعند إجراء تعديل فى البرنامج أو فى أحد القواعد دون تعديل نص الإجابات المكتوب مسبقاً يتسبب ذلك فى حدوث عدم التوافق (Inconsistency) بين أداء البرنامج وأسباب هذا الأداء.

٢. **طريقة الشرح الديناميكى Dynamic Explanation**

وهذه الطريقة أفضل من سابقتها لأنها قادرة على إعادة تركيب وبناء الأسباب المتعلقة بتنفيذ مهمة معينة عند تعديل أى حقائق أو قواعد مرتبطة بها. وأى نظام خبير تكمن قوته وفاعليته فى الإدارة المؤثرة والفعالة لعمليات الاستنتاج المنطقى باستخدام القواعد المناسبة بالإضافة إلى آلة الاستدلال.

٥. وحدة إمكانية تحديث المعرفة Knowledge Update Facility

يحتوى النظام الخبير على جزء لخزن الحقائق أو البيانات المعطاه من قبل المستخدم أو خزن الحقائق التى يستنتجها النظام الخبير من خلال تطبيق القواعد والحقائق وعلى ذلك فإن البرنامج الذى يقوم عليه النظام الخبير

[1] - المرجع السابق، ص١٤٢.

يجب أن يزود بإمكانيته على تحديث الحقائق بالإضافة إليها أو التعديل فيها أو الإلغاء منها حتى يمكنه أن يتزود بالجديد والصحيح من الحقائق[١].

٦. وحدة التفاعل مع المستخدم User Interface

وهى الوحدة التى تستخدم ليتمكن المستخدم بواسطتها من الاتصال مع الحاسب[٢]، وتصمم هذه الوحدة على أساس تلبية احتياجات ومتطلبات المستفيد بالدرجة الأولى، ويتم عن طريقها توجيه الأسئلة واقتناء المعلومات من المستفيد، وتوجه إشارات التوجيه أو التحذير، أو التصحيح إلى مستعمل النظام[٣].

وقد تكون هذه الوحدة فى صورة حوار بين الحاسب والمستخدم سواء أكان الحوار باستخدام اللغة المكتوبة أو المنطوقة بلغة التخاطب العادية للمستخدم. أو قد تكون على صورة إدخال بيانات المشكلة والإجابة عن الاستفسارات التى توجــه إليه من برنامج النظام الخبير أو قد تكون على شكل قوائم أو غيرها من الوسائــل[٤]. ويُسهم تصميم واجهة التفاعل فى[٥]:

- القبول المتزايد للنظام من قِبل المستخدم.
- تكرار استخدام النظام بصورة متزايدة.
- تقليل معدلات أخطاء التشغيل.
- تقليل وقت تدريب المستخدم.
- سرعة أداء متزايدة.

---

[1] - عبد الحميد بسيونى (١٩٩٤): مرجع سابق، ص١٤٠.
[2] - المرجع السابق، ص١٣٩.
[3] - سعد غالب ياسين (٢٠٠٠): مرجع سابق، ص٣٥.
[4] - عبد الحميد بسيونى (١٩٩٤): مرجع سابق، ص١٤٠.
[5] - محمد محمد الهادى (٢٠٠٤): **توجهات توظيف تكنولوجيا المعلومات والاتصالات المتقدمة فى مرافق المعلومات والمكتبات**، القاهرة: المكتبة الأكاديمية، ص٢٦٣.

فريق تطوير نظام الخبرة

يوجد خمسة أعضاء فى فريق تطوير نظام الخبرة هم: خبير المجال، ومهندس المعرفة، والمبرمج، ومدير المشروع، والمستخدم النهائى.

١. خبير المجال Domain expert

وهو ذلك الشخص الذى يمتلك المهارة والخبرة لحل مشكلات معينة بطريقة متميزة ومتقدمة عن الآخرين[١]. ويعد خبير المجال العضو الأكثر أهمية فى فريق تطوير النظام الخبير. ويمكن استخدام خبير أو أكثر فى المجال بالإضافة إلى أنه يمكن إضافة المعرفة من مصادر أخرى مثل الكتب والمراجع والدوريات والمجلات المتخصصة وخلافه[٢].

٢. مهندس المعرفة Knowledge engineer

وهو الشخص القادر على تصميم نظام الخبرة، وبنائه، واختباره. ويكون مسئولاً عن اختيار المهمة المناسبة لنظام الخبرة. ويجرى لقاءات شخصية مع خبير النطاق ليجد كيف تحل مشكلة معينة. ومن خلال التداخل مع الخبير يحدد مهندس المعرفة طرق التفكير التى يستخدمها الخبير فى التعامل مع الحقائق، والقواعد، ويحدد كيف يمثلها فى نظام الخبرة. ويختار مهندس المعرفة بعد ذلك بعض نظم برامج التطوير، أو غشاء (حاوية) نظام الخبرة، أو ينظر إلى لغات البرمجة لكتابة شفرة المعرفة (وفى بعض الأحيان يكتب الشفرة بنفسه). وأخيراً، يكون مهندس المعرفة مسئولا عن اختبار نظام الخبرة، ومراجعته وتكامله فى موقع العمل. لذلك، يكون مهندس المعرفة

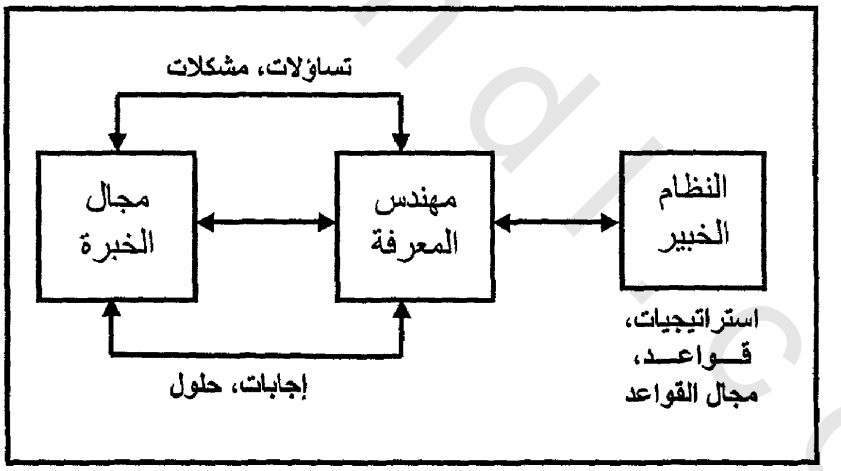
---

[1] ـ سعد غالب ياسين (٢٠٠٠): مرجع سابق،ص٣٩.
[2] ـ محمد فهمى طلبة وآخرون (١٩٩٤): مرجع سابق،ص٢٢٣.

ملتزماً بالمشروع منذ مرحلة التصميم الابتدائى وحتى التسليم النهائى لنظام الخبرة، وحتى بعد إتمام المشروع فإنه يظل مشمولاً فى صيانة النظام[١].

وبناءً على ذلك نجد أن مهام مهندس المعرفة أكبر صعوبة وتعقيداً من المبرمج العادى وتتطلب مهارات راقية نذكر منها ما يلى[٢]:

١. القدرة على تحديد نطاق المشكلة وتحليلها.
٢. مهارة الاتصال مع خبير المجال.
٣. القدرة على صياغة المفاهيم وتقنينها.
٤. المهارة والخبرة العالية فى برمجة النظم الخبيرة.
٥. الخبرة والمعرفة التقنية العالية فى مزج البرامج بالمشكلة الرئيسية التى يتناولها النظام الخبير.



شكل (٩) يوضح العلاقة بين مهندس المعرفة والنظام الخبير[٣].

[1] - ميشيل نيجنفيتسكى (٢٠٠٤): مرجع سابق،ص٦٥.
[2] - سعد غالب ياسين (٢٠٠٠): مرجع سابق، ص٤٠.
[3] -Mohamed Ragaie Sayed Osman(1995): "Expert System for Decision Support in Business", **Proceedings of The First Scientific Conference for Information Systems and Computer Technology "Towards Better Future for Information Technology In Egypt"**, Cairo: Academic Bookshop.

٣. المبرمج Programmer

وهو الفرد المسئول عن البرمجة الفعلية، ويصف معرفة النطاق (المجال) بالنسبة إلى ما يمكن أن يفهمه الحاسب. ويحتاج المبرمج أن يكون لديه مهارات فى البرمجة الرمزية فى لغات الذكاء الاصطناعى مثل LISP، PROLOG، OPS5 ،وبعض الخبرة أيضاً فى تطبيق أنواع أغشية (حاويات) نظم الخبرة المختلفة. إضافة إلى ذلك، يجب أن يعرف المبرمج لغات برمجة تقليدية مثل C، وبسكال، وفورتران، وبيسك.

٤. مدير المشروع Project manager

ويكون مدير المشروع قائد فريق تطوير نظام الخبرة، والمسئول عن الاحتفاظ باستمرار المشروع فى طريقه. ويتأكد من حدوث كل التسليمات، والأحداث الهامة فى الأوقات المحددة لها، ويتفاعل مع الخبير، ومهندس المعرفة، والمبرمج، والمستخدم النهائى[١].

٥. المستخدم النهائى end-user

وعادة يسمى المستخدم user فقط،، وهو الفرد الذى يستخدم نظام الخبرة بعد تطويره. حيث يكون لهذا المستخدم احتياجات خاصة، والتى يجب أن يحققها النظام : ويعتمد القبول النهائى للنظام على رضاء المستخدم. فيجب ألا يكون المستخدم واثقاً فقط من أداء نظام الخبرة، وإنما يجب أن يشعر أيضاً بالراحة من استخدامه. لذلك يعد تصميم السطح البينى (واجهة التفاعل) لمستخدم نظام الخبرة حيوياً أيضاً لنجاح المشروع، ويمكن أن تكون مساهمة المستخدم النهائى هنا حاسمة[٢].

---

[1]- ميشيل نيجنفيتسكى (٢٠٠٤): مرجع سابق،ص ص٦٥-٦٦.

[2] - المرجع السابق،ص٦٦.

يمكن أن يبدأ تطوير نظام الخبرة عندما يلتحق الأطراف الخمسة كلهم بالفريق. إلا أن الكثير من نظم الخبرة تُطوّر حالياً على الحاسبات الشخصية باستخدام أغشية نظام الخبرة. ويمكن أن يلغى هذا الحاجة إلى المبرمج، كما يمكن أن يقلل من دور مهندس المعرفة أيضاً. وبالنسبة إلى نظم الخبرة الصغيرة يمكن أن يكون مدير المشروع، ومهندس المعرفة، والمبرمج، وحتى الخبير نفسه نفس الشخص. إلا أن لاعبي الفريق (فريق التطوير) يكونوا مطلوبين عند تطوير نظم الخبرة الكبيرة[1].

أدوات بناء النظام الخبير

شكل (١٠) يوضح تصنيف أدوات بناء النظام الخبير

[1] - نفس المرجع السابق،ص٦٦.

أولاً: لغات البرمجة Programming Language

لغات البرمجة التقليدية

وهى لغات يمكن بها كتابة بعض البرامج فى مجالات مختلفة من مجالات الذكاء الاصطناعى، وهى لغة برمجة عادية مثل: بسكال PASCAL، سى C، بيسك BASIC، FORTRAN[1].

لغات برمجة الذكاء الاصطناعى

تعتبر الثلاث لغات الآتية ومشتقاتها هى اللغات الأساسية لبناء نظم الذكاء الاصطناعى والنظم الخبيرة على الحاسبات الشخصية، وهى:

١. لغة البرمجة بأسلوب القائمة – ليسب (LISP)* ومشتقاتها.

طورت لغة الليسب عام ١٩٥٠ وهى أول لغة برمجة قوية زاملت الذكاء الاصطناعى[2]، وتعتبر هذه اللغة من أقدم اللغات المستخدمة لبناء النظم الخبيرة والتى أمكن اعتبارها كأساس مثل لغة التجميع (Assembler) حيث تم استخدامها بنجاح لبناء الكثير من الأدوات بعد ذلك، وفى هذا الاتجاه تم تطوير أدوات مساعدة (Tool Kits) وغلافات (Shells) وأدوات مساعدة ذات طابع خاص (Special Tool Kits)[3].

---

[1] - محمد فتحى عبد الهادى (١٩٩٧): مرجع سابق، ص٢٢٨.

* LISP (LISt Processor)

[2] -E. Brown & Daniel E. O' Leary: **INTRODUCTION TO ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND EXPERT SYSTEMS,** available at: (http://accounting.rutgers.tutor/es_tutor), 29/6/2004.

[3] - محمد على الشرقاوى (١٩٩٦): مرجع سابق،ص٨٠.

ومن اللغات المطورة عن لغة ليسب: Scheme Lisp, Inter Lisp, Common Lisp, Expert Lisp, Expert Common Lisp, Cun Common Lisp, Symplolic Common Lisp [1].

٢. لغة البرمجة بأسلوب المنطق – البرولوج *(PROLOG) ومشتقاتها.

طورت هذه اللغة عام ١٩٧٠ وهى ثانى لغة برمجة قوية صاحبت الذكاء الاصطناعى[٢]، وتمثل لغة البرمجة المنطقية البرولوج الشق الثانى الأساسى لبناء النظم الخبيرة والغلافات (الحاويات)، حيث تعتبر هذه اللغة أكثر علـواً من لغة ليـسب، وتتميز بوجود التسلسل الخلفى وتمثيل العلاقات، والتى اتخدت كأساس لأنواع أخـرى من البرولوج مثل: {ALS (Prolog), (IF Prolog), (Quintus Prolog), Turbo Prolog}[٣].

٣. لغة البرمجة بالأهداف أو البرمجة الشيئية – (Object Oriented) ومشتقاتها، مثل[٤]:

Small Talk

Object C, C++

CLOSE→ (Common Lisp Object System) وهى لغة موجهة بالشيء امتداداً للغة الليسب.

(L&O)→ (Logic&Objects) وهى لغة موجهة بالشيء امتداداً للغة البرولوج.

---

[1] - زين عبد الهادى (٢٠٠٠): مرجع سابق، ص٦٢.

*-Programming in Logic البرمجة بالمنطق

[2] -E. Brown & Daniel E. O' Leary: Ibid.

[3] - محمد على الشرقاوى (١٩٩٦): مرجع سابق، ص٨٣.

[4] -E. Brown & Daniel E. O' Leary: OP. Cit.

وتتميز بيئة ***البرمجة الشيئية*** بأنها تحتوى على ارتباط الطريقة والبيانات (Procedures & Data) عن طريق الرسالة (Message) واعتمادها على ***صفة التوارث*** التى تستخدم الإطارات فى التمثيل علاوة على سهولة المواءمة مع البيئة المحيطة بالنظام[١].

وتعتبر لغة **سمول تووك** التى تعتمد على توصيف الأهداف من اللغات المناسبة لبناء نظم الخبرة حيث يعرف الهدف (Object) فى هذه اللغة بأنه عنصر أساسي يعرف بمكان فى الذاكرة على أنه جملة، ولهذه اللغة العديد من الفوائد التى تشتمل على القدرة على الإضافة الجديدة للأهداف بدون تعديل للشفرة الأصلية، وكذلك الربط الديناميكى[٢].

ثانياً: الأدوات المساعدة Tool Kits

تعتبر الأدوات المساعدة هى الأدوات التى تستخدم على المستوى التجارى[٣]:

١. ***الأداة (KEE) Knowledge Engineering Environment)*** :

تعتبر أداه للبرمجة فى البيئة الهندسية وهى أقدم الأدوات، ولقد تم تصميمها باستخدام لغة (UNITS) المعتمدة على هيكل بنائى للإطارات والمزودة بإمكانية الرسوم الجرافيكية، واعتماد الاستدلال على القواعد والتسلسل الأمامى والخلفى، علاوة على استخدام البرمجة فى البيئة الشيئية وإدخال الصور والنوافذ المتعددة للشرح وغير ذلك.

---

[1] - محمد على الشرقاوى (١٩٩٦): مرجع سابق، ص٨٣.
[2] - المرجع السابق، ص ٧٨.
[3] - نفس المرجع السابق، ص ص ٨٣-٨٤.

٢. ***الأداة (ART) Automated Reasoning Tool)***: تعتبر أداه للاستدلال الآلى، وتعتمد على القواعد باستخدام نظام السبورة، حيث يتم توصيف المعرفة المعلنة وتعريف العلاقات بينها. ومن أهم صفات هذه الاداه أنها تستخدم الاستدلال المتغير النغمة والوتيرة (Non-Monotonic) وتعتبر كذلك سريعة العمل، حيث أنه يمكنها تحديد المسار الأمثل.

٣. ***الأداه (Knowledge Groft)***: تم تطوير هذه الأداه باستخدام لغة (SRL) والتى تسمح بوجود أكثر من فرض واستخدم فى تصميمها لغة (CRL-Prolog) التى تعتمد على القوة الاشتقاقية للبرولوج والقوة التمثيلية للبرمجة الشيئية. تقوم هذه الأداه بتحديد المسار الأمثل للتوارث، واعتماد الاستدلال على قاعدة (CRL_OPS5) التى أدخلت قوة الاستدلال للأداه (OPS5) فى هيكل الأداه، حيث أنها تحتوى على فرعين للتشغيل، أحدها البرولوج والآخر لـ (OPS5).

ثالثاً: الحاويات Slells

وتسمى الحاوية أيضاً بـ "**غشاء**" نظام الخبرة، وتعرف الحاوية Shell بأنها برنامج يسمح ببناء قاعدة المعرفة والتفاعل مع قاعدة المعرفة هذه من خلال استخدام محرك الاستدلال[١]، أو هى نظام خبرة محذوف منه المعرفة[٢]، وهى شائعة الاستخدام فى تطوير النظم المبنية على القواعد[٣]، وتمدنا حاوية النظام الخبير بمـــا يلى[٤]:

---

[1] -**expertise2Go:Expert System Glossary**, available at: (www.expertise2go.com/webesie/tutorials/ESGloss.htm), 15/8/2005.

[2] -Susan, M. Land: **Expert System Shell: A Critical Analysis**, Penn State University, Instructional Technology Resaerch On Line, available at: (http://www.gsu.edu/~wwwitr/docs/esshells/), 25/10/2004.

[3] - ميشيل نيجنفيتسكى (٢٠٠٤): مرجع سابق، ص٦٤.

[4] - محمد فتحى عبد الهادى (١٩٩٧): مرجع سابق، ص٢٢٦.

- لغة يتم بها كتابة قواعد إذا-إذاً، والأسئلة والحقائق.
- أدوات برمجية لإنشاء وتحديث قاعدة المعرفة.
- عناصر برمجة تشغيل النظام (مواجه المستفيد، وسيلة الاستدلال، أو الاستنتاج)

وتعتبر الحاوية **EMYCIN** أول حاوية نظم خبيرة تم اختراعها، وهى اختصار لمصطلح Empty Mycin وتم إعداد عديد من نماذج نظم الخبرة بناء على حاوية EMYCIN. وعلى غرار اختراع تلك الحاوية، تم اختراع العديد من الحاويات الأخرى التى تعمل فى بيئات مختلفة (الحاسبات الشخصية – الحاسبات المتوسطة – الحاسبات الكبيرة)[١].

وقد استخدمت العديد من لغات البرمجة فى تطوير حاويات النظم الخبيرة منها على سبيل المثال لا الحصر: الباسكال، الكوبول، فورث، لغة السى C، لغة الليسب واللغات المتفرعة عنها، لغة برولوج وتيربو برولوج، لغة Golden Common، لغة Expert Language [٢].

ومن أمثلة حاويات النظم الخبيرة : M1، Kee، EXSYS، S.1، KES، ART [٣]، Expert-2، Expert Ease، OPS5 [٤].

وتتميز حاويات النظم الخبيرة بصفة عامة بما يلى[٥]:

١. إن تعلم استخدام الحاويات سهل للغاية، ولا يحتاج للوقت والجهد والمال التى يمكن أن يحتاجها تعلم لغة برمجة مثلاً.

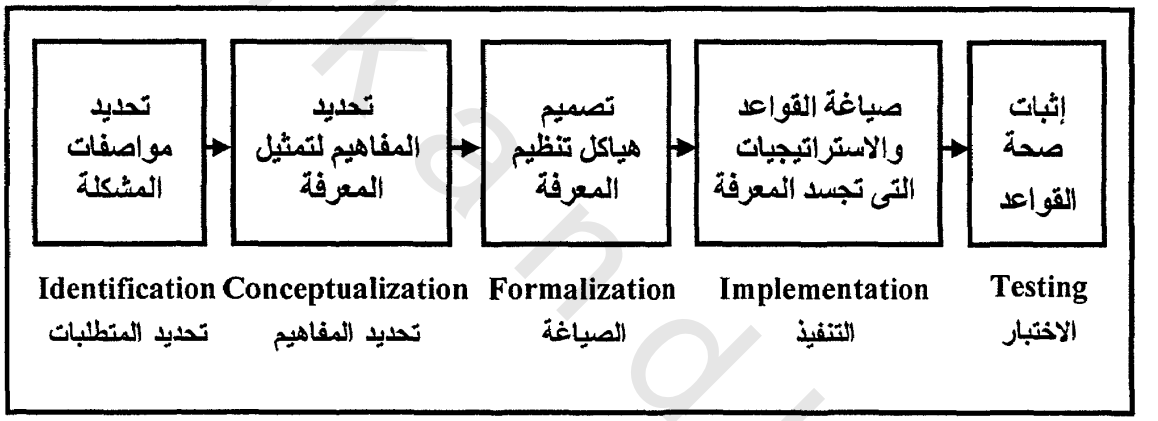
---

[1] - زين عبد الهادى (٢٠٠٠): مرجع سابق، ص ص٦٠-٦١.
[2] - المرجع السابق، ص٦٢.
[3] - نفس المرجع السابق، ص٦٠.
[4] - عمر مكداش: مرجع سابق، ص٤١.
[5] - زين عبد الهادى (٢٠٠٠): مرجع سابق، ص٧٠.

٢. 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.
٣. سرعة إعداد برامج نظم خبيرة على الحاويات أسرع منه، عند إعدادها باستخدام لغة برمجية.

مراحل بناء (تطوير) النظام الخبير

يمر بناء (تطوير) النظام الخبير بخمسة مراحل يوضحها الشكل التالى[١]:



شكل (١١) يوضح مراحل بناء (تطوير) النظام الخبير

وكل مرحلة فى عملية تطوير النظام دائرية، والعلاقات بين المراحل أيضاً قد تكون دائرية. حيث كل مرحلة فى عملية التطوير تضيف مستوى من التفاصيل للمرحلة التالية، وأى مرحلة قد تكشف عن ضعف أو نقص فى المرحلة السابقة.

[1] -Henry C. Mishkoff (1988): **Understanding Artificial Intelligence**, second edition,United States of America: Howard W. Sams&Company, p.p.74-83.

١. تحديد المتطلبات

فى هذه المرحلة يعمل خبير المجال ومهندس المعرفة معاً بدقة لوصف المشكلة المطلوب من النظام الخبير حلها. وهذا الوصف يمكن تعديله مرات عديدة قبل أن يقنعهما معاً. ويمكن فى هذه المرحلة الاستعانة بمصادر إضافية مثل خبراء ومهندسي معرفة آخرين، والمراجع بأشكالها المختلفة.

ويتعلم المطور(مهندس المعرفة) كيف يؤدى الخبير المهمة (اكتساب المعرفة) فى مختلف الحالات. حيث يوجد بصفة أساسية ثلاثة أنواع من الحالات يجب على المطور أن يناقشها مع الخبير ليستخلص منها المعرفة التى تصلح لإضافتها فى النظام الخبير، وهذه الحالات هى[١]:

- *الحالات الحالية Current Cases*

ويمكن تغطيتها عن طريق مشاهدة الخبير وهو يؤدى المهمة.

- *الحالات التاريخية Historical Cases*

ويمكن مناقشتها عن طريق مناقشة الخبير فى المهمة التى أداها فى الماضى.

- *الحالات الافتراضية Hypothetical Cases*

ويمكن تغطيتها عن طريق امتلاك الخبير وصفاً لكيفية أداء المهمة فى موقف افتراضى.

كما يمكن تقسيم أنواع المعرفة التى يبحث عنها المطور للاستفادة بها فى تطوير النظام الخبير، إلى ثلاث فئات هى[٢]:

---

[1] -**Expert Systems Tutorial: Module3 Building an Expert System**, available at: (http://carlisle-www.army.mil/usacs1/divisions/std/branches/keg/expert/build.htm), 4/7/2005.

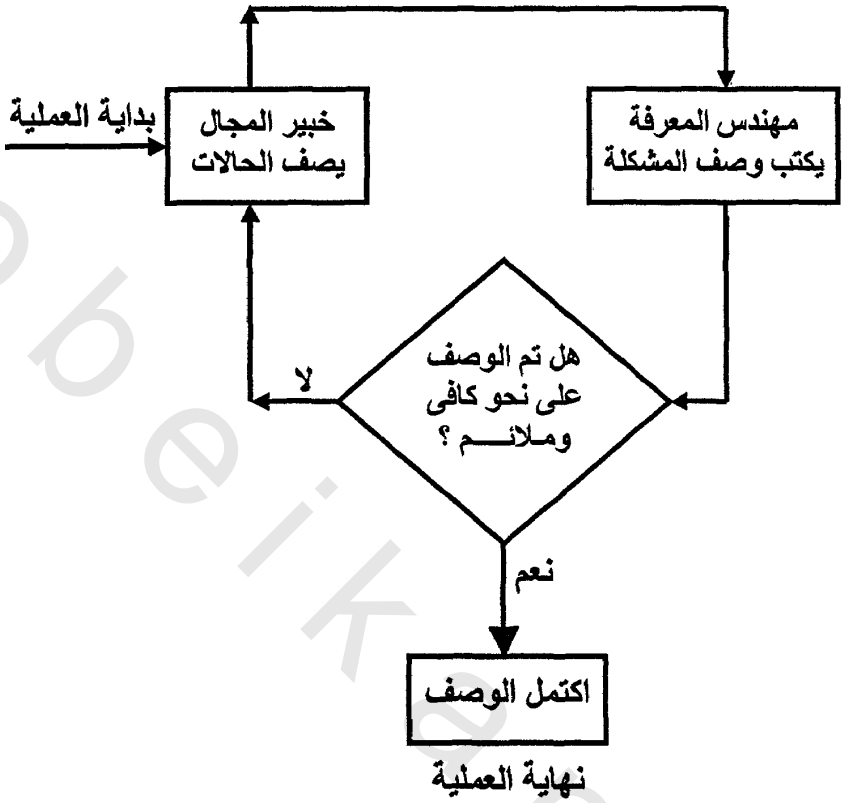
[2] -**Expert Systems Tutorial: Module3 Building an Expert System**: OP. Cit.

- ✓ *معرفة استراتيجية Strategic Knowledge* ، تساعد فى رسم خريطة التدفق للنظام.
- ✓ *معرفة حُكمية أو تقديرية Judgemental Knowledge* ، وعادةً تستخدم فى تعريف عملية الاستدلال ووصف عملية الاستنتاج المستخدمة من قِبل الخبير.
- ✓ *معرفة واقعيـــة أو حقيقيـــة Factual Knowledge* ، تـــصف السمات والخصائص الهامة لكائنات النظام.

وبعد وصف خبير المجال لحالات عديدة يُطوِّر مهندس المعرفة "أول خطوة" لوصف المشكلة، وقد يشعر خبير المجال بأن الوصف لا يمثل المشكلة كليةً فيقترح تغييرات فى الوصف ويمد مهندس المعرفة بأمثلة إضافية لشرح المشكلة بطريقة أفضل. بعد ذلك، يعد مهندس المعرفة الوصف، ويقترح خبير المجال التعديلات، وتتكرر هذه العملية حتى يقتنع خبير المجال بأن مهندس المعرفة فَهِم المشكلة جيداً، وحتى يقتنع كلاهما بأن وصف المشكلة ملائم وكافى للمشكلة المتوقع من النظام الخبير أن يحلها.

٢. تحديد (تكوين) المفاهيم

تتضمن هذه المرحلة تحليل المشكلة للتأكد من مواصفاتها بالإضافة إلى فهم عمومياتها. وكثيرا ما يقوم مهندس المعرفة برسم مخطط للمشكلة ليصف عن طريق الرسم العلاقات بين الكائنات والعمليات فى مجال المشكلة، ومن المفيد أيضا فى هذه المرحلة تقسيم المشكلة إلى مجموعة من المشكلات الفرعية ثم رسم مخطط يوضح كلا من العلاقات بين أجزاء كل مشكلة فرعية والعلاقات بين المشكلات الفرعية المختلفة.



شكل (١٢) يوضح دائرية عملية تعيين المشكلة المطلوب من النظام الخبير حلها

وتتضمن هذه المرحلة مثل المرحلة السابقة إجراء دورى يتكرر بين مهندس المعرفة وخبير المجال. وعندما يتفق كلاهما على أن المفاهيم المفتاحية والعلاقات بينهم قد حُددت بعناية عندئذ تكتمل هذه المرحلة.

وقد يتبع مهندس المعرفة الخطوات التالية لتساعده فى تنظيم المعرفة بطريقة يمكن فهمها وتحويلها إلى قاعدة أو إلى صورة أخرى من صور تمثيل المعرفة[1].

١) **تحديد الحلول الممكنة.**

[1] - محمد فهمى طلبة وآخرون (١٩٩٤): مرجع سابق، ص٢٧٧-٢٧٨.

عن طريق عمل قائمة بالحلول المتاحة والنتائج والإجابات والاختبارات أو التوصيات (Recommendations). ويجب تحديد المخرجات الحقيقية التى ستظهر للمستخدم على الشاشة لأن النظم الخبيرة ليست نظم عبقرية تعطى نصائح دون الاعتماد على كل الإجابات المعدة مسبقا. لذلك لابد أن تغطى المقابلات مع الخبير تقريبا كل الأمثلة ذات الحلول (Problem-Solving Examples) حتى يمكن تحديد كل الاحتمالات الناتجة. ولهذا فإن معظم النظم الخبيرة تكون قادرة على تفسير سبب أو أسباب اختيار حل معين لمشكلة ما.

٢) تعريف الحقائق المدخلة.

عن طريق عمل قائمة بكل البيانات اللازمة لتشغيل النظام. وهذه البيانات هى بمثابة الحقائق التى يدخلها المستخدم إلى النظام وذلك عن طريق الإجابة على بعض الأسئلة التى يسألها النظام الخبير على سبيل المثال قد يسألك النظام ما عمرك؟ فإذا كانت هناك قاعدة داخل النظام تنص على أنه ممنوع قيد من هم أقل من ١٨ سنة فى جداول الانتخابات، لذلك فإن إجابة المستخدم سيتم مقارنتها بجملة الشرط (IF) فى القاعدة لبدء أو لاستكمال عملية البحث.

٣) تحديد الإطار الخارجى (Outline)

أى تصنيف وتقسيم المعرفة فى تركيب هرمى (Hierarchy) بغرض التغلب على صعوبة كتابة القواعد فى نطاق المعرفة الكبير والمعقد.

٤) رسم شجرة القرارات (Decision Tree)

بالنظر إلى عناصر المعرفة نجد أنها تكون منظومة فى صورة شجرة. وهذه الصورة تسهل من عمليات المعالجة بحيث يمكن استخدام عنصر معين مباشرة لاتخاذ القرار أو المساعدة فى عملية البحث. وفى قواعد المعرفة الكبيرة والتى لا نستطيع رسم شجرة قرارات لها يمكن تجزئتها إلى نطاقات صغيرة ورسم شجرة لكل نطاق على حده.

٥) تطوير البرمجيات

بمجرد كتابة القواعد يمكن إدخالها فى البرنامج لبناء نموذج صغير لاختبار قاعدة المعرفة. وعند نجاح النموذج يمكن استكمال عملية إدخال باقى القواعد بثقة كاملة فى الأداء المستقبلى للنظام.

وتؤجل هذه الخطوة حيث أنها مضمنة فى المرحلتين التاليتين من مراحل تطوير النظام.

٣. التشكيل (الصياغة)

يبدأ مهندس المعرفة فى هذه المرحلة حل المشكلة باستخدام أساليب الذكاء الاصطناعى، حيث يقوم باختيار التقنيات المناسبة لتطوير النظام الخبير. لذلك يجب أن يكون مهندس المعرفة ملماً بما يلى:

- التقنيات المختلفة لتمثيل المعرفة والبحث التجريبى المستخدم فى النظم الخبيرة.
- أدوات النظام الخبير التى تُفَعِّل عملية التطوير.
- نظم خبيرة أخرى تحل مشكلات مشابهة ويمكن توفيقها مع المشكلة المطروحة.

وهذا يجذب لاختيار التقنية أو أداة التطوير التى يمكنه استخدامها فى كـل أجزاء النظام الخبير، وعلى الرغم من ذلك فإن مهندس المعرفة يمكنـه أن يحدد أنه لا توجد تقنية خاصة مناسبة لكل نظام خبير.

فى حالة النظام الخبير المبنى على القواعد يطور مهندس المعرفة مجموعة من القواعد لخبير المجال لمراجعتها. ويعدل هذه القواعد بصفة مستمرة حتى يوافق كلٍ منهما عليها، وتكون جاهزة للاستخدام فى المرحلة التالية كما سيتضح الآن.

٤. التنفيذ (التطبيق)

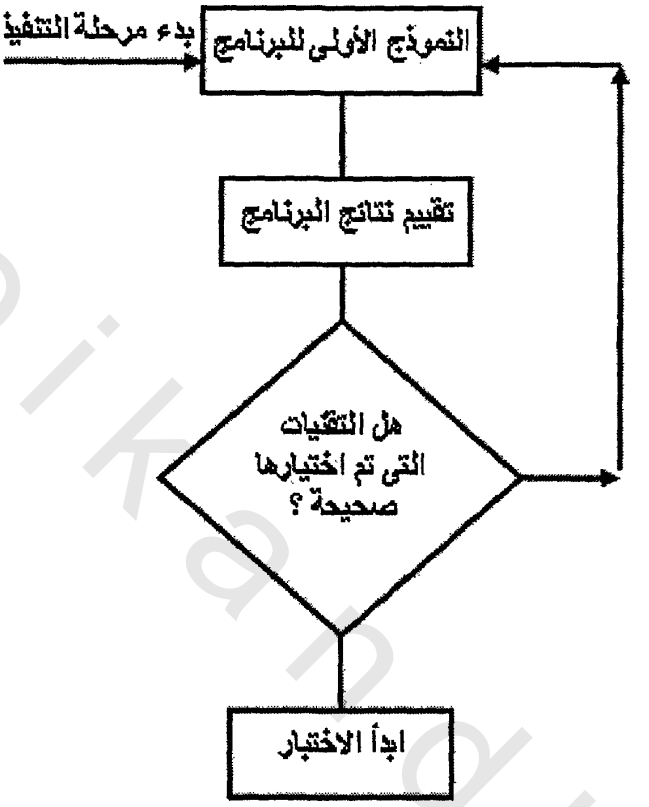
أثناء مرحلة التنفيذ تكون المفاهيم التى تم صياغتها واختيارها لتطوير النظام قد بُرمجت داخل الكمبيوتر باستخدام التقنيات والأدوات التى حُددت مسبقا لتنفيذ أول خطوة فى النموذج الأولى (المبدئى) Prototype للنظام الخبير.

والنموذج الأولى هو نموذج مصغر للنظام الخبير يتم إنشاؤه بطريقة تساعد على تنفيذ عمليات الاستدلال بسرعة وبناء باقى أجزاء النظام بطريقة صحيحة. على سبيل المثال فى النظم المبنية على القواعد (Rule-Based Systems) يمكن أن يحتوى النموذج على خمسين قاعدة فقط وتستطيع هذه القواعد المحدودة تقديم استشارات لها طبيعة محدودة.

ويساعد النموذج الأولى فى تحديد شكل قاعدة المعرفة وتركيبها قبل البدء فى بناء المزيد من القواعد وما تستغرقه هذه العملية من وقت وجهد[1].

[1] - المرجع السابق، ص٢٧٤.

ويعتبر العديد من العلماء أن النموذج الأولى بمثابة نظام مرحلى فى تقييم العمل وتطويره ومن الصعب أن يستخدم كنظام خبير.



شكل (١٣) يوضح مرحلة التنفيذ لتطوير النظام الخبير

ويلى **تصميم** النموذج الأولى **اختباره** (كما هو موضح بالشكل السابق) باستخدام حالات واقعية أو افتراضية (Hypothetical) ثم يقوم الخبير بالحكم على النتائج بعد اختبار طريقة تمثيل المعرفة وكفاءة البرمجيات والحاسبات المستخدمة. وأخيراً يسمح للمستخدم باختبار النظام ثم يبدأ مهندس المعرفة عملية تحليل النتائج وفى حالة اقتراح تعديلات أو تحسينات

يعدل تصميم النظام. ويمكن أن تتكرر هذه الخطوات عدة مرات حتى يتم الوصول إلى النموذج النهائى له [1](Final Prototype) .

نظرياً، لو اتبع مهندس المعرفة ما ذُكِر فى المرحلة السابقة بعناية، فى هذه الحالة تنفيذ النموذج الأولى سوف يعمل بنجاح ويسر. **عملياً**، تطوير النظام الخبير قد يكون أقرب إلى الفن منه إلى العلم. لأن إتباع كل القواعد لا يضمن أن النظام سوف يعمل لأول مرة عند تنفيذه. لأنه فى الحقيقة قد تقترح الخبرة فى بعض الأحيان عكس المضمون.

٥. الاختبار

يقوم مهندس المعرفة باختبار النموذج من النواحى التالية:

- صحة التطبيق.
- كفاءة واكتمال صياغة القواعد.

ونجاح الاختبار معناه أن يقدم النظام الخبير حلولاً للمشكلات كالتى يقدمها خبير من البشر، لذلك لا يعد النموذج ناجحا إلا عندما تتطابق الحلول التى يقدمها مع حلول خبير المجال.

وهناك منطقتان يجب على المطور (مهندس المعرفة) أن يسجل ملاحظة حولهما فى عملية **التصديق** Validation و**التحقيق** Verification الخاصة بالنظام الخبير، وهما **التضاربات** Inconsistencies **والنقص** Incompleteness .

التضاربات يمكن أن يكون سببها القواعد العاطلة، قواعد متضاربة، قواعد مضمنة، بنود مستهلكة غير ضرورية، وسلاسل قواعد دائرية.

[1] - نفس المرجع السابق، ص٢٧٤.

والنقص يمكن أن يكون سببه الأسبقيات أو النتائج الغير قابلة للانجاز أو الغير موثقة أو قيمة value غير شرعية[١].

واعتمادا على نوع المشكلات التى يجدها مهندس المعرفة أثناء التنفيذ، فإن إجراء الاختبار ربما يشير إلى أن النظام قد نفذ بطريقة غير صحيحة، أو قد تكون القواعد نُفذَت بطريقة صحيحة لكنها شُكِّلت على نحو فقير وغير صحيح. وتستخدم نتائج الاختبار كـ "**تغذية راجعة**" للرجوع إلى المرحلة السابقة وتعديل أداء النظام.

معالم أو سمات النظم الخبيرة[٢]

١. أنها تصمم لتكون قادرة على إمداد المستخدم بمستوى معرفة الخبير، ومحاكاة الاستنتاج البشرى، وبواسطة معالجة كمية كبيرة من المعلومات يمكن للنظم الخبيرة أن تجد واحدة أو أكثر من الإجابات المخفية فى متاهة المعرفة.

٢. أنها تملك القدرة على تبرير وشرح الحلول. وفقاً لتصميم النظام الخبير، حيث تمد المستخدم باختبار لاستدلاله ويقنعه بصحة نتائجه وفقاً للمعرفة المكتسبة.

٣. تملك القدرة على معالجة المعرفة الضبابية Fuzzy .

٤. الاقتصار على مجال خبرة ضيق ومحدود.

---

1. **-Expert Systems Tutorial: Module3 Building an Expert System**: OP. Cit.
2. -Ahmed R. Dawoud (1995): "Applying Expert System Techniques in Project Management: A Conceptual View", **Proceedings of the first scientific conference for information systems and computer technology "Towards Better Future for Information technology in Egypt"** ,Cairo: Academic Bookshop.

٥. تستخدم نظم الخبرة تفكيراً رمزياً Symbolic reasoning عند حل المشكلة. فتستخدم الرموز فى تمثيل الأنواع المختلفة من المعرفة مثل الحقائق، والمفاهيم، والقواعد[١].

٦. نمو النظام بطريقة مطردة[٢].

٧. يبنى النظام على قواعد تُحدد سلفاً.

٨. يتضمن نظام الخبرة إمكانية التعلم أو التدريب الذاتى، (وهذه السمة بصفة خاصة تشير إلى إمكانية الاستفادة بشكل كبير من النظم الخبيرة فى مجال التعليم والتعلم بصفة خاصة).

٩. سرعة وقت الاستجابة الفعلى التى تتحقق عن طريق مرونة النظام، وكمية البيانات المتداولة، ونوعية الأجهزة المستخدمة.

١٠. يوفر نظام الخبرة المال والوقت والجهد، ويستثمر كل ذلك بطريقة أحسن، لحل المشاكل واتخاذ القرارات الفورية.

كما قدم لنا أيضاً (هنرى ميشكوف)[٣] عدداً من السمات التى اعتبرها بمثابة متطلبات هامة لقبول النظام الخبير من قِبل المستخدم، حيث ***يجب أن يكون البرنامج (النظام الخبير):***

- **مفيداً.** ويقابل الاحتياجات التى صُمم من اجلها.
- **قابلاً للاستخدام.** بحيث يجد المستخدم المبتدئ للحاسب سهولة فى استخدامه.
- **تعليمياً عندما يُخصص لذلك.** فربما يستخدم النظام الخبير أشخاص غير خبراء، وسوف تزداد خبراتهم عن طريق استخدام هذا النظام.

---

[1] - ميشيل نيجنفيتسكى (٢٠٠٤):مرجع سابق، ص٧١.

[2] - محمد محمد الهادى (١٩٩٣): مرجع سابق، ص ص٢٩٨-٢٩٩.

[3] -Henry C. Mishkoff (1988): OP. Cit. p.71.

- **قادراً على شرح أو توضيح ما يقدمه من نصائح** (شرح عملية الاستنتاج التى قادت إلى النتيجة).
- **قادراً على الإجابة على الأسئلة البسيطة.** نظراً لتباين المستويات المعرفية لمستخدمى النظام، ويجب على النظام الخبير أن يكون قادر على الإجابة على الأسئلة حول النقاط التى قد لا تكون واضحة بالنسبة لكل المستخدمين.
- **قادراً على تعلم معرفة جديدة.** ليس على النظام الخبير أن يجيب على أسئلة المستخدم فقط، ولكن أيضاً يكون قادر على طرح الأسئلة للحصول على معلومات إضافية.

الأنشطة الأساسية للنظم الخبيرة[1]

التفسير Interpretation

ويتعرض أساساً لوصف المواقف المستنتجة من بيانات مجمعة بواسطة وسائل رصد البيانات المختلفة (Sensor data).ومن أمثلة ذلك:

- نظام (CRYSALIS) والذى يستطيع استنباط التركيب ثلاثى الأبعاد للبروتينات من بيانات مسح الكثافة الإلكترونية.
- نظام (SPE) الذى يقوم بتفسير الموجات الصادرة من ماسح مقياس الكثافة للتفرقة بين الأسباب المختلفة لحالات الالتهاب لدى المرضى. ونظم التفسير المختلفة يمكن أن تعالج أنواعاً مختلفة من البيانات منها ما هو موجات صوتية أو أشكال أو صور مختلفة مثل

[1]- محمد فهمى طلبة وآخرون (١٩٩٤): مرجع سابق، ص ص ٢٣٦-٢٤٧.

openkandil.com

صور الأشعة أو موجات كهرومغناطيسية أو مجالات مغناطيسية مختلفة أو موجات حرارية...الخ.

التنبؤ Prediction

حيث يقوم النظام الخبير باستنتاج النتائج المترتبة على مواقف معطاه ومشابهة لمواقف سابقة. مثل نظام (PLANT/cd) الذى يقوم بالتنبؤ بالخسائر التى تحصل فى محصول الذرة نتيجة حشرة سوداء اللون يطلق عليها اسم (Black Cut-Worm). ونظم التنبؤ تتعدد طبقاً للتطبيقات المتنوعة، فمنها ما يقوم بالتنبؤ بمخزون البترول العالمى طبقاً للدراسات الجيولوجية، وآخر يقوم بالتنبؤ بأماكن المواجهة العسكرية المحتملة مستقبلاً بناءاً على تقارير المخابرات وهكذا. وتستخدم نظم التنبؤ فى بعض الأحيان نماذج لمحاكاة الأنشطة الحقيقية والواقعية وذلك لخلق مواقف وسيناريوهات يمكن أن تحدث نتيجة بيانات ومعلومات معينة يتم تغذية النظام بها.

تشخيص الأعطال Diagnosis

وتقوم هذه النظم بتشخيص الأعطال باستخدام الشواهد والمعلومات الخاصة بتصميم النظام وأسلوب عمله ووصف أدائه وخصائصه وذلك لاستنتاج الأسباب التى تؤدى إلى عطل النظام.ومن أمثلة هذه النظم :

- (DART) يساعد فى كشف الأعطال الموجودة فى أنظمة الحاسبات.
- (DELTA) يساعد فى الكشف عن وتحديد أماكن الأعطال فى المحركات.

التصميم Design

حيث تساعد هذه النظم فى التصميم للأجهزة المادية والعمليات[1]، مع الالتزام بقيود التصميم. مثال: نظام (XCON) الذى يقوم بالمساعدة فى تصميم نظام الحاسبات من طراز (VAX).

التخطيط Planning

وتستخدم هذه النظم فى التخطيط طويل وقصير الأجل فى مجالات عديدة مثل إدارة المشاريع، الاتصالات، تطوير المنتجات، الاقتصاد. مثال: نظام (TART) الذى يقوم بالتخطيط لضرب القواعد الجوية المعادية.

المراقبة Monitoring

وفى هذه النظم يتم مقارنة الشواهد والنتائج الفعلية بما هو متوقع. مثال: نظام (REACTOR) الذى يقوم بمراقبة قراءات الأجهزة المختلفة لتقييم أدائها وكشف ظواهر حدوث خطر ما فى مفاعل ذرى.

إزالة الأعطال Debugging

وفيها يتم وصف أساليب إزالة الأعطال والعلل. مثال: نظام (TIMM/Tuner) الذى يساعد فى التشغيل الدقيق لحاسبات (VAX/VMS) .

إصلاح الأعطال Repair

[1] -**Chp1: The Application of Expert Systems**, available at: (http://www.wtec-org/loyola/kb/c1_s2.htm), 29/9/2003

وفى هذه النظم يتم إيضاح تنفيذ الخطوات اللازمة لإصلاح الأعطال. مثال: نظام (TQMSTUNE) الذى يقوم بتوليف وضبط مقياس طيف الكتلة الثلاثى– الرباعى.

التدريب والتعليم Instruction

وتقوم مثل هذه النوعية من النظم بتعليم وتدريب الدارسين على اكتساب المهارات فى المجالات المختلفة. ومن أمثلة هذه النظم:

- نظامى(CADHELP)، (SOPHIE) فى مجال الإلكترونيات، حيث يقوم **الأول** بتعليم طرق استخدام برنامج (CAD) لتصميم الدوائر الإلكترونية الرقمية، ويقوم **الثانى** بتدريس طرق الكشف عن الأعطال فى الدوائر الإلكترونية.
- ونظام (GUIDON) الذى يقوم بتعليم طلبة الطب القواعد اللازمة لاختيار العلاج المناسب للأمراض المصاحبة للالتهابات البكتيرية.

التحكم Control

وتقوم هذه النظم بالسيطرة على جميع أنشطة وسلوكيات أى نظام، مثل نظام (VM) والذى يقوم بالتحكم فى وحدات العناية المركزة بالمستشفيات.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن الكثير من النظم الخبيرة تتضمن أكثر من وظيفة من الوظائف التى سبق ذكرها، فعادة يكون كشف الأعطال والعلل مصاحب لأساليب إزالتها، والمراقبة مع التحكم، والتخطيط مع التصميم، ونتيجة لذلك يرى كثير من الباحثين فى مجال الذكاء الاصطناعى أنه من الأفضل تقسيم

النظم الخبيرة طبقاً لمجالات التطبيق التى تستخدم بها وذلك رغم أنه تظهر دائماً تطبيقات للنظم الخبيرة فى مجالات جديدة.

مجالات التطبيق للنظم الخبيرة

أنشئت النظم الخبيرة لتؤدى وظائف متعددة فى نطاق واسع من الميادين والمجالات، مثل[1]:

١. **الطب** (تشخيص الأمراض)
٢. **الهندسة** (تصميم وتنفيذ وإبداء الاستشارات الهندسية)
٣. **التجارة** (تحليل الأسواق، ومساعدة رجال الأعمال فى اتخاذ القرارات)
٤. **الصناعة** (مراقبة خطوات التصنيع، عمل البرنامج الزمنى لأداء الأعمال المختلفة بالمصانع)
٥. **العلوم العسكرية** (اتخاذ القرارات وقت نشوب المعارك، وتحليل المواقف وإعداد الخطط، تنظيم عمليات الإقلاع والهبوط للطيران العسكرى، السيطرة الآلية، والرصد، والتصنت)
٦. **الزراعة** (تقديم النصائح والإرشادات فيما يتعلق بزراعة النباتات والمحاصيل، وتشخيص أمراض النبات، والتنبؤ بالتلفيات التى تحدث للمحصول)
٧. **الجيولوجيا** (استنتاج التركيب الجيولوجى للطبقات التى تقع تحت سطح الأرض، مساعدة الجيولوجيين على تفسير البيانات المسجلة فى سجلات آبار البترول)
٨. **الإلكترونيات** (تحديد مواقع الأعطال واقتراح الإصلاح المناسب والصيانة المطلوبة)

[1] - محمد فتحى عبد الهادى (١٩٩٧): مرجع سابق، ٢٣١-٢٣٢.

٩. **القانون** (مساعدة المحامين على تحليل القرارات التى يتم اتخاذها فى القضية المعروضة، والتحليل المنطقى للقضايا الحديثة)
١٠. **تكنولوجيا الفضاء** (تشخيص الأعطال فى مركبات الفضاء، المساعدة فى التخطيط لأنشطة أطقم رجال الفضاء والعاملين على مكوك الفضاء، مراقبة بيانات محطات الرادار التى تقوم بتقدير مكان وسرعة مكوك الفضاء)
١١. **الكيمياء** (مساعدة الكيميائيين على تحديد التركيب البنائى للمركبات المجهولة، تخطيط تجارب المعمل المعقدة)
١٢. **الفيزياء** (مساعدة المتخصصين فى الطبيعة النووية على التعرف على تركيب العناصر المجهولة)
١٣. **نظم الحاسب** (يساعد مهندسي الحاسبات والقائمين بصيانة النظم على تحديد أعطال المكونات والبرامج بالحاسبات)
١٤. **المكتبات والمعلومات** (التزويد، الفهرسة والتصنيف، خدمات المراجع، الإرشاد القرائى، خدمات المعلومات، بناء المجموعات)
١٥. **السياحة** (تخطيط وتنظيم الرحلات الجوية والبحرية والبرية)
١٦. **الطقس** (تحديد الأحوال الجوية)
١٧. **التعليم** (تشخيص أخطاء الطلاب)
١٨. **الحياه العامة** (توفير الاستشارات لربة المنزل فى صيانة الأجهزة المنزلية..الخ)

دوافع اللجوء للنظم الخبيرة

من الأسباب التى تدفع إلى اللجوء للنظم الخبيرة هى أنها تساعد فى[1][2][3] :

١. إبقاء المعرفة (صيانة المعرفة من الاندثار أو الانقراض).
٢. حالة عدم توفر الخبرة أو ندرتها أو ارتفاع تكلفتها.
٣. حل المشاكل، مما يحفظ الوقت والمال والجهد.
٤. تدريب المستخدمين الجُدد.
٥. تحسين معدل إنتاج العامل (رفع كفاءة أداء المستخدم للنظام فى مجال تخصصه).
٦. زيادة الخبراء فى المجال الذى يصنع النظام الخبير فيه.
٧. إثارة أفكار جديدة تؤدى إلى الابتكار.
٨. توفير أكثر من نسخة من النظام تعوض عن الخبراء.

أوجه القصور فى النظم الخبيرة

١. صعوبة السيطرة على المعرفة "المتعمقة" لمجال المشكلة[٤].
٢. عدم القدرة على إعطاء تفسيرات متعمقة[٥].
٣. الافتقار إلى المهارات الحسية، وإلى الحدس فى حل المشكلة[٦].
٤. لم تحقق أى نجاح فى النظم السياسية أو الاجتماعية[٧].

---

[1] -**Expert Systems Tutorial: Module3 Building an Expert System**: OP. Cit.

[2] - **بحوث ودراسات: علم الذكاء الصناعي**، متاح على: (http://www.alshamsi.net/friends/b7ooth/computer/inti_meth.html), 20/7/2005.

[3] - **مقدمة عامة عن الأنظمة الخبيرة**، متاح على: (http://c4arab.com/showlesson.php?lesid=1677) ,4/1/2006.

[4] -Joel G. Siegel, et. al (2004): **The Artificial Intelligence hand book: business Applications in Accounting, Management, Marketing**. Singapore: Thomson Asia Pte. Ltd, P37.

[5] - محمد فتحى عبد الهادى (١٩٩٧): مرجع سابق،ص٢٣١.

[6] - مقدمة عامة عن الأنظمة الخبيرة: مرجع سابق.

[7] - محمد نبهان سويلم (١٩٩٣): **مدخل إلى علوم الحاسب**، ط٢، القاهرة: [د.ن] .

وإذا ما قورنت النظم الخبيرة بالخبراء البشريين نجدها جامدة المعرفة، محدودة التفكير، غير مبدعة، لا تشعر أو عديمة الشعور، لا تملك حاسة البديهة[1].

[1] -Beerel, Annabel (1993): **Expert Systems in business: Real World applications**, New York: Ellis Horwood, p.9.

obeikandl.com