

# مقدمه‌ای در آشنایی با سیستمهای تخصصی<sup>۱</sup>

تألیف: دکتر سید مهدی الوانی

## چکیده

سیستمهای تخصصی، سیستمهایی هستند که با بهره‌گیری از کامپیوترها و برنامه‌های هوش مصنوعی<sup>۱</sup> دانش تخصصی را در خود ذخیره می‌کنند و آرام آرام می‌روند تا پا در جای متخصصان باریک‌اندیش بگذارند. در این مقاله کوشش شده است تا خواننده را با این سیستمها و چگونگی طراحی و ساختشان آشنا کنیم و مشکلات و نارساییهای آنها را به اختصار بیان داریم.

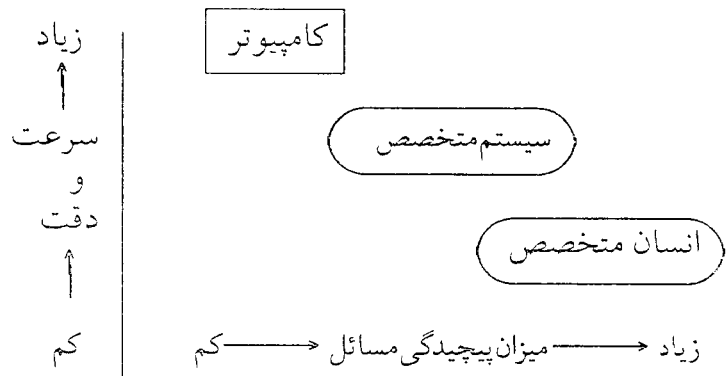
امروزه کامپیوترها در زمینه‌های بسیاری از جهت سرعت و دقت از انسانها پیشی گرفته‌اند، آنها می‌توانند مسائل ساده و تکراری را با سرعت و با حوصله حل کنند، محاسبات پیچیده را انجام دهند و حتی به بازیهای پیچیده‌ای چون شطرنج در برابر انسان بپردازند؛ اما در زمینه‌های باریک تخصصی هنوز متخصصان از کامپیوترها جلوترند. اگرچه از نظر سرعت و دقت به پای آنها نمی‌رسند؛ اما در حل مسائل پیچیده بر آنها مقدم هستند. طراحی سیستمهای تخصصی تلاشی است برای آنکه کامپیوتر را در قلمرو تخصص‌های باریک نیز وارد کنیم و آنها را بتدریج همچون انسانهای تخصصی به بازارکار آوریم. نمودار صفحه بعد جایگاه کامپیوتر، سیستمهای تخصصی و متخصصان را نشان می‌دهد. البته همه افراد متخصص

---

1. Expert Systems.

2. Artificial Intelligence.

یکسان و یکنواخت عمل نمی‌کنند، ولی به طور کلی می‌توان در مقام مقایسه و در حال حاضر این رابطه را بین انسان متخصص و سیستمهای متخصص و کامپیوتر مشاهده کرد.



«نمودار مقایسه کامپیوتر، انسان متخصص و سیستم متخصص از نظر قدرت حل مسائل پیچیده و سرعت و دقت»<sup>۳</sup>

#### تعریف سیستم تخصصی

سیستم تخصص یکی از شاخه‌های هوش مصنوعی بشمار می‌آید که با گردآوری دانش تخصصی و اطلاعات کارشناسی در یک حوزه خاص و استفاده از منطق می‌کوشد تا در کنار متخصصان و همپای آنان به عرضه خدمات تخصصی پردازد. به عبارت دیگر این سیستمها نرم افزارهای کامپیوتری هوشمندی هستند که در آنها دانش تخصصی کارشناسان به صورت مجموعه‌های اطلاعات علمی گرد آمده است. این سیستمها نه تنها اطلاعات بلکه نوعی اندیشه استدلالی را نیز واجد می‌باشند و با

برای توصیف سیستم متخصص باید ابتدا هوش مصنوعی را تعریف کنیم، زیرا این دو با هم رابطه‌ای نزدیک دارند. هوش مصنوعی زمینه‌ای جدید در علم کامپیوتر است که اهتمام دارد تا قدرتی شبیه توان هوش انسانی را با برنامه‌های کامپیوتری ایجاد کند. برنامه‌های هوش مصنوعی شامل مقوله‌هایی چون حل مسائل پیچیده، درک زبان انسان، تفسیر اطلاعات تصویری، آموختن از تجربه‌ها و بالاخره عملکردی شبیه عملکرد ذهن آدمی است.

3- Jörg Kohlas, "Artificial Intelligence: A very Special Kind of Computer Science" in S.E. Savory P.39

کاملی تعریف کنند، برای آنها راه حل بیابند و نحوه به کارگیری راه حلها را در عمل مشخص سازند. همان گونه که اشاره شد سیستم‌های مذکور دانش و تجربه متخصصان و قوانین ساده مبتنی بر شعور عادی انسانی را در خود جمع کرده‌اند و بدین ترتیب همچون یک انسان متخصص توان حل مسئله را دارا می‌باشند.

یکی دیگر از زمینه‌های استفاده از سیستم‌های متخصص آموزش می‌باشد. این سیستمها علاوه بر اطلاعات تخصصی، آگاهیهای تدریس را در خود دارند و می‌توانند مانند یک مربی مجرب در مقابل دانش‌آموز ضعیف به گونه‌ای خاص و در برابر دانش‌آموز قوی به طرز دیگری عمل کنند. آنها الگویی را در خود ذخیره کرده‌اند که خطاهای مفهومی شاگرد را درمی‌یابند و با مهارت، اصلاحات لازم را در رفتار وی ایجاد می‌کنند.

سومین خاصیت کاربردی سیستم‌های

متخصص درک زبان انسان است، آنها قادرند تا زبان محاوره‌ای ما را درک کنند و بدان پاسخ دهند. از مجموعه دانش و تخصص آنها می‌توان به‌سبب استفاده کرد و همچون یک مخاطب انسانی با آنها سخن گفت. این جنبه از

بهره‌گیری از شیوه‌های جستجویی (اکتشافی - ابداعی)<sup>۴</sup> به استنتاجات منطقی می‌پردازند.

همچنانکه اشاره شد سیستم‌های متخصص با برنامه هوش مصنوعی کار می‌کنند و قادرند در مسائل تخصصی همچون یک کارشناس ورزیده و آگاه ما را یاری دهند. سیستم‌های متخصص به علت استفاده از شیوه جست و جویی نسبت به برنامه‌های الگوریتمی<sup>۵</sup> از انعطاف و سهولت بیشتری برخوردارند و براحتی می‌توانند خود را با موقعیت‌های تازه وفق دهند. قدرت پذیرش داده‌های پیش‌بینی نشده و تطبیق با شرایط جدید به سیستم‌های متخصص چهره‌ای همچون یک متخصص واقعی می‌دهد. سیستم‌های متخصص همچنین قادرند زبان مخاطبان خود را درک کنند و با آنها ارتباط برقرار سازند و این یکی دیگر از ویژگیهای بارز این سیستمها بشمار می‌آید.

زمینه‌های استفاده از سیستم‌های متخصص

سیستم‌های متخصص در زمینه‌های مختلف قابلیت استفاده دارند. این سیستمها می‌توانند در حل مسائل کمک‌کننده و مددکار باشند. آنها قادرند مشکلات را به صورت دقیق و

4. Heuristic.

5. Algorithmic.

را نیز تشخیص دهند و آنها را تعبیر و تفسیر کنند. فرضاً آنها توانایی این را دارند که تصاویر دریافتی از ماهواره‌ها را بدون فوت وقت تحلیل کنند و از نظر آلودگی نقاط مختلف کره زمین یا وجود منابع زیرزمینی اطلاعات لازم را به ما بدهند. به طور کلی مواردی که در آنها استفاده از سیستمهای متخصص تجویز می‌شود، بشرح زیرند:

۱- یکی از موارد مهم استفاده از سیستمهای متخصص زمانی است که ما مواجه با کمبود کارکنان متخصص هستیم و سیستم متخصص می‌تواند جایگزین خوبی برای نیروی تخصصی باشد.

۲- هنگامی که جابجایی نیروی تخصصی بسیار زیاد است و این سیال بودن نیروها موجب از هم گسیختگی فعالیت‌های سازمانی می‌گردد، استفاده از سیستم متخصص تجویز می‌شود.

۳- زمانی که اطلاعات تخصصی مورد نیاز پیچیده و انبوه هستند بهره‌گیری از سیستم متخصص مقرون به صلاح و صرفه است.

۴- استفاده از سیستم متخصص به هنگامی که فعالیتها تخصصی و تکراری هستند و

سیستمهای متخصص به آنها شمایی انسانی می‌بخشد و بعد جدیدی از ارتباطات را در این عرصه پدیدار می‌سازد.

از مراودات کلامی با سیستمهای متخصص که بگذریم رفتارهای هوشمندانه آنها قابل ذکر است. آنها می‌توانند به رفتارها و حرکاتی اقدام کنند که همچون رفتار آدمی با خردمندی توأم است. آدم‌واره‌های ماشینی یا رباتها<sup>۶</sup> نسل اول سیستمهای متخصص بشمار می‌آیند. آنها کارهایی تکراری و یکنواخت را با دقت لازم انجام می‌دادند و از محیط خود با خبر نبودند.

اولین قتل به وسیله ربات در ۱۹۸۴ در ژاپن رخ داد که البته آن را یک سانحه تجهیزاتی قلمداد کردند زیرا ربات فاقد هوشیاری انسانی بود و هنوز یک ماشین بشمار می‌رفت. اما سیستمهای متخصص رباتهایی را به میدان می‌آورند که خردمندانه عمل می‌کنند و از آنچه در محیطشان می‌گذرد آگاهند. آنها علاوه بر کارهای تکراری با توجه به شرایط اطرافشان به رفتارهای خاص دست می‌زنند و کردارهایی هشیارانه دارند.

سیستمهای متخصص می‌توانند تصاویر

6. S.E. Savory, Expert systems in the Organization, England: Ellis Harwood limited, 1988, P.22.

ناراحتی‌های ریوی و تنفسی را دارا می‌باشد. یکی دیگر از سیستم‌های متخصص مشهور در زمینه طب داخلی CADUCEUS است که دارای ۱۱ تا ۱۲ هزار قاعده می‌باشند.

در گیاه‌شناسی نیز سیستم‌های متخصص در زمینه‌های شناخت آفات گیاهی، تعیین میزان کود یا سم لازم برای زراعت به کار گرفته شده است.

سیستم متخصص FMS<sup>۱۰</sup> یا تولید انعطاف‌پذیر یک سیستم کنترل است که کنترل استراتژیک بر تولید را عهده‌دار است و با سپردن فعالیت‌های لازم به ربات‌ها خط تولید را تحت نظر دارد. این سیستم قادر است در مورد چگونگی ایفای وظایف پیچیده مدیریتی نیز اطلاعات و راهنمایی‌های لازم را بدست دهد.

سیستم‌های متخصص در مدیریت بازرگانی و امور تجارت نیز راه یافته‌اند و به صورت سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری اطلاعات و نکات لازم را در موضوعات مختلف در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار می‌دهند و او را به سوی تصمیم‌گیری بهتر هدایت می‌کنند.<sup>۱۱</sup>

برای اجرا نیاز به تخصص دارند، نیز مطلوب است.

۵- سرانجام زمانی که با انبوهی اطلاعات روبرو هستیم که باید تمامی آنها بررسی شده و کلیه فرضیات درباره آنها سنجیده شوند، سیستم متخصص یاری‌دهنده و مددکار مفیدی است.

نمونه‌هایی از کاربرد سیستم‌های متخصص را که مورد استفاده سازمانها و افراد می‌باشد، ذیلاً ملاحظه کنید:

در حال حاضر سیستم‌های متخصص برای تشخیص معایب تجهیزات دقیق کارخانه‌ها و هواپیماها و موارد مشابه به کار می‌رود.

سیستم‌های نقص‌یاب<sup>۷</sup> و طراح تعمیرات<sup>۸</sup> نمونه‌هایی از این سیستم‌ها می‌باشند. در زمینه‌های پزشکی نیز از سیستم‌های متخصص استفاده فراوان شده است. سیستم MYCIN و PUFF از زمره این نوع سیستم‌ها می‌باشند. سیستم اول که به وسیله پروفیسور فایگن باوم<sup>۹</sup> در دانشگاه استانفورد ابداع گردیده قادر است عفونت‌های ناشی از باکتریها مانند مننژیت را تشخیص دهد و سیستم دوم توانایی تشخیص

7. Faultfinder.

9. Feigenbaum.

11. S.E. Savory, op. cit. PP. 26-27.

8. Repplan (Repair Planner).

10. FMS (Flexible Manufacturing System).

سیستمهای متخصص یاری دهنده هستند و کار طراحان را ساده و سریع می‌سازند. آنان می‌توانند از این نرم‌افزار برای طراحی چارچوب کلی سیستم و اجزاء عمومی آن بهره‌گیرند و وقت و نیروی خود را مصروف بخش دانشی آن کنند.

یکی از shellهای مناسب برای طراحی و ایجاد سیستمهای متخصص TWACE نام دارد که برخی از ویژگیهای آن عبارتند از:  
- در جمع‌آوری اطلاعات سرعت و سادگی عمل می‌کند.

- قادر است تا منطق سئوالات خود را بیان کند.

- کاربرد آن نیاز به تخصص‌های بالا ندارد و برای مقاصد آموزش نیز قابل استفاده است.  
- در آن واحد می‌تواند به کاربران متعددی خدمت ارائه دهد.

- به زبانهای مختلف می‌توان با آن ارتباط برقرار کرد.

- دارای سیستم راهنما (help) می‌باشد که در هر لحظه می‌توان از آن استفاده کرد.

- نتایج حاصل از آن به صورت زبانی شبیه زبان عادی بیان می‌شود.<sup>۱۲</sup>

نرم‌افزارهایی برای ایجاد سیستم متخصص نرم‌افزارهایی برای کمک به کسانی که می‌خواهند به طراحی و ساخت سیستمهای متخصص بپردازند وجود دارد که در اینجا مختصراً به آنها اشاره می‌کنیم. این نرم‌افزارها را اصطلاحاً "Shell" سیستمهای متخصص می‌نامند که طراحان را قادر می‌سازند با سرعت و سهولت بیشتری در کار ایجاد سیستمهای جدید عمل کنند.

به طور کلی سیستمهای متخصص را می‌توان به دو بخش تقسیم کرد:

بخش اول چارچوب کلی سیستم می‌باشد که صرف نظر از موضوع برای هر سیستم متخصص قابل به‌کارگیری است. این بخش شامل اجزایی مانند روش برقراری ارتباط با کاربر سیستم، یا روش تشریح چگونگی یافته‌راه حل، و روش ارائه پاسخ می‌باشد.

بخش دوم بخش دانش و موضوع تخصصی سیستم می‌باشد. در این بخش موضوعات تخصصی مربوط به زمینه‌خاص سیستم قرار دارند و در هر سیستم با سیستم دیگر متفاوت می‌باشند.

shellها در طراحی و ایجاد بخش اول

12. Semi - natural language.

### مهندس دانشی<sup>۱۳</sup> کیست؟

طراحان سیستم‌های متخصص را مهندس دانشی نام نهاده‌اند. آنان صرفاً مهندسان کامپیوتر نیستند، بلکه علاوه بر تخصص برنامه‌ریزی کامپیوتر، باید از اصول هوش مصنوعی آگاه بوده و مهارت روانشناسانه برای برقراری ارتباط با متخصصان رشته‌های دیگر را دارا باشند. آنان باید بتوانند دانش و تخصص دیگران را به صورت قابل استفاده‌ای برای سیستم متخصص ثبت و ضبط و صحت آنها را با متخصصان مذکور کنترل نمایند. کار این گروه باید هم از دقت تکنیکی و هم از ظرافت هنری برخوردار باشد تا نتایجی مفید و قابل استفاده بدست دهد. مهندسان دانشی باید بدانند چه سئوالاتی را از چه کسانی و در چه زمانی بپرسند تا اطلاعات بدست آمده به اندازه‌ای کافی صحیح و دقیق باشد، و این وظیفه‌ای دشوار و خطیر است.

مهندسان دانشی علاوه بر گردآوری دانش متخصصان و ذخیره آن در یک پایگاه یا خزانه دانشی، باید برنامه‌ای نیز برای ایجاد رابطه بین کاربران سیستم و متخصص و سیستم مذکور طراحی نمایند تا استفاده‌کنندگان بتوانند با سیستم ارتباط برقرار کنند و از آن بهره‌گیرند. به

عبارت دیگر مهندسان دانشی هم محتوی و هم روش و فرم سیستم‌های متخصص را شکل می‌دهند و به آنها موجودیت می‌بخشند. از آنجایی که جمع‌آوری دانش تخصصی برای سیستم‌های متخصص از اهمیت خاصی برخوردار است در اینجا به بررسی مفصل‌ترین مرحله می‌پردازیم.

### گردآوری دانش برای سیستم متخصص

شاید یکی از مهمترین و مشکل‌ترین مراحل ساخت یک سیستم متخصص جمع‌آوری اطلاعات و دانش<sup>۱۴</sup> برای سیستم است. زیرا کسب این اطلاعات اگر چه ظاهراً ساده به نظر می‌آید، اما در عمل مواجهه با موانعی است که به برخی از آنها اشاره می‌شود.

در اغلب اوقات برای متخصصان امری به طور عادی انجام می‌شود و چون برای آنها بدیهی است آن را بیان نمی‌کنند. در حالی که اگر همین اطلاعات ظاهراً بدیهی به سیستم داده نشود، وی قادر به کار درست نخواهد بود. بنابراین مهندس دانشی باید کوشش کند تا بی‌اهمیت‌ترین و پیش پا افتاده‌ترین نکات را از متخصصان پرسش کند و آنان را وادار سازد تا به

13. Knowledge Engineer., S.E.Savory, "Tools for Building Expert Systems" in S.E. Savory(ed) P.90-91

14. Knowledge acquisition.

نیز مهندس دانشی باید خود را به صورت ماشین فرض کند و تمام اطلاعات را جویا شود.

یکی دیگر از مشکلات، ناتوانی متخصصان در بیان یک مطلب است زیرا مطالب علمی را بسادگی نمی توان بیان داشت و باید بین متخصص و مهندس دانشی زبان مشترکی وجود داشته باشد تا بتوان ارتباط را برقرار نمود.

گذشته از این متخصصان ممکن است کاری را انجام دهند، تشخیصی را بعمل آورند؛ اما نتوانند آن را به صورت کلامی بیان کنند. و بالاخره ممکن است متخصصان مایل نباشد کلیه اطلاعات خود را در اختیار مهندسی دانشی قرار دهند.

این مشکلات همه موجب می گردد تا کار جمع آوری اطلاعات و دانش برای سیستم متخصص یکی از طولانی ترین و مشکل ترین مراحل ساخت آن قلمداد گردد.

از سوی دیگر مهندس دانشی باید با کاربران سیستم متخصص نیز ارتباط برقرار کند و دائماً نظر آنها را از جهت درک مطالب جویا شود. بدین ترتیب او خواهد توانست رابطه ای مؤثر و منطقی بین دانش متخصصان و نیاز کاربران در قالب سیستم متخصص بوجود آورد.

طور کامل و تفضیلی اطلاعات مربوط به مسئله را بیان کنند.

مشکل دیگر برخی استنتاجاتی است که به طور منطقی انجام می دهیم و نیازی به بیان آن نمی بینیم. به توصیف واقعه زیر توجه کنید: در یک روز سرد زمستانی دو مسافر نزدیک ظهر وارد رستورانی در میان راه شدند. رستورانچی برایشان سوپ گرم و جوجه سرخ کرده آورد. آنها در موقع خارج شدن انعام خوبی به وی دادند و راه خود را پیش گرفتند. حال اگر از شما پرسش شود که مسافران در آن روز غذا چه خوردند بدون تامل می گویند سوپ و جوجه سرخ کرده در حالی که با این اطلاعات، سیستم هیچ اطمینانی از اینکه آنها غذا خورده اند ندارد و در مقابل این پاسخ به علت فقدان اطلاعات پاسخی نخواهد داشت یا آنکه خواهد گفت آنها غذا نخوردند.

اگر به اطلاعات بالا دقیق شوید هیچ خبری راجع به آنکه سوپ و جوجه به وسیله دو مسافر خورده شد نیامده است و این منطقی است که ماشین در مقابل این سؤال دچار اشکال شود. برخی اوقات متخصصان مسئله ای را بیان نمی کنند، چون به طور منطقی استنتاج کرده و نیازی به ذکر آن نمی بینند. در این موارد



### مراحل ایجاد یک سیستم متخصص

به طور کلی مراحل ایجاد یک سیستم متخصص را می‌توان در سه مرحله خلاصه کرد: مرحله یکم - در این مرحله عملی بودن ایجاد سیستم به وسیله مهندس دانشی با همکاری متخصص مربوط بررسی می‌شود. تجزیه و تحلیل دقیقی از موارد مورد نیاز بعمل می‌آید.

کارکنان سازمانی که سیستم را سفارش داده است، در این مرحله آموزش می‌بینند تا بخشی از کار مهندس دانشی به وسیله آنان انجام گیرد و حتی المقدور اطلاعات سازمان در خود سازمان مکتوم بماند.

مرحله دوم - اطلاعات و دانش لازم برای سیستم گردآوری شده و طراحی یک نمونه از سیستم در این مرحله انجام می‌گیرد و ضمن آن سیستم مورد آزمایش نهایی قرار می‌گیرد. در این مرحله سیستم نگهداری مشخص می‌شود و برنامه‌های آموزشی برای استفاده از سیستم تنظیم و ارائه می‌گردد.

مرحله سوم - سازماندهی نحوه استفاده از سیستم در این مرحله انجام می‌گیرد و ضمن آن سیستم مورد آزمایش نهایی واقع می‌شود. در

این مرحله سیستم نگهداری مشخص می‌گردد و برنامه‌های آموزشی برای استفاده تنظیم و ارائه می‌شود.

لازم است پس از آنکه یک سال از کار سیستم گذشت ارزیابی دیگری نیز از عملکرد آن بعمل آید.<sup>۱۵</sup>

### چند نکته در خاتمه مقاله

در عصر دگرگونیهای تکنیکی و فنی، سیستمهای متخصص ضرورتی محسوس بشمار می‌آیند. در زمینه‌هایی که تخصص‌های کمیاب مورد نیاز هستند، سیستمهای متخصص کمکهای گرانبهایی را به ما ارزانی می‌دارند. کارایی و بهره‌وری سازمانها را افزایش می‌دهند و از مجموعه تخصصی موجود نهایت استفاده را می‌رسانند. بهای تخصص را کاهش می‌دهند و امکان استفاده از آن را در رشته‌های مختلف فراهم می‌سازند.

این سیستمها ما را به سوی عدم تمرکز در استفاده از منابع تخصصی سوق می‌دهند و قطب‌های تخصصی را در اقصی نقاط گیتی پراکنده می‌سازند. دستاوردهای دانش بشری را در اختیار گروههای بیشماری قرار می‌دهند و آن

15. S.E. Savory, op. cit. P.31.

را از انحصار عده‌ای خاص بیرون می‌کشند. وظیفه اصلی آنان است، آماده می‌سازند.

سیستمهای متخصص امور تخصصی را عمومیت می‌بخشند و به متخصصان امکان استفاده از تخصص‌های یکدیگر را می‌دهند. تفکر چند بعدی و نگرش سیستمی را ترویج می‌کنند و امکان بررسی همه جانبه پدیده‌ها را فراهم می‌سازند. به کمک این سیستمها می‌توان ابعاد تخصصی یک موضوع را با سادگی و سهولت بیشتری نسبت به گذشته بررسی و مطالعه کرد.

سیستمهای متخصص جایگزینهای قابل اعتمادی برای دانش انسانی بشمار می‌آیند، آنها در هر زمان و مکانی قابل استفاده‌اند، خستگی ناپذیرند، خطاهای انسانی را مرتکب نمی‌شوند، تکرار و تعدد برایشان تنش‌زا نیست، به بی‌دقتی‌های انسانی دچار نمی‌شوند و حوصله و شکیبایی بی‌انتهایی دارند. این سیستمها نکات ریز و جزئی را به وضوح می‌بینند، ابعاد مختلف فرضیات را بررسی می‌کنند و راه‌حلهای بهینه را در اختیار متخصصان قرار می‌دهند. سیستمهای متخصص از بارکاری متخصصان می‌کاهند و بدین ترتیب آنان را برای ابداع و نوآوری و اندیشه خلاق که

### نارساییهای سیستمهای متخصص

سیستمهای متخصص هنوز سابقه‌ای طولانی را پشت سر نهاده‌اند و تا این زمان تعداد کمی از آنها به مرحله بهره‌برداری رسیده‌اند. «بوخانان»<sup>۱۶</sup> از ۶۰ سیستم نام می‌برد که به مرحله استفاده رسیده و در رشته‌های مختلف مورد بهره‌گیری واقع شده‌اند.<sup>۱۷</sup> با وجود این عمر کوتاه انتقاداتی نسبت به سیستم‌های متخصص با توجه به نحوه عمل آنها بعمل آمده که به برخی از آنها اشاره می‌شود. باید توجه داشت این انتقادات قبل از آنکه نسبت به ماهیت سیستمهای متخصص باشد نسبت به عملکرد روایتهای موجود آنهاست.

یکی از انتقادات عمده‌ای که به سیستمهای متخصص وارد آمده فقدان شعور انسانی در این سیستمهاست. آنها گاهی با بکارگیری قواعد و دانش خود و درک کلیشه‌ای دچار چنان اشتباهاتی می‌شوند که یک فرد با شعور عادی هیچگاه مرتکب چنان خطایی نخواهد شد. نحوه ارتباط کاربران با سیستم، فرهنگ واژگانی که بکار می‌برند و نوع استدلال

16. B. Buchanan, "Expert System: Working systems and Research literature" In S. E. Savory (ed). PP. 34-51.

۱۷. فهرست این سیستمها در انتهای مقاله آمده است.

سیستم‌های هوشمند هم اکنون نیز ملاحظه می‌شود.

و بالاخره محدود بودن دانش سیستم‌های متخصص مورد ایراد گروهی قرار گرفته که معتقدند کاربران سیستم زمانی که می‌خواهند عمیقاً نکته‌ای را دنبال کنند و جزئیات و لایه‌های ژرفتری از مسئله را بشکافند، با بن‌بست مواجه می‌گردند. با افزودن به قدرت استدلال منطقی سیستم‌های متخصص و غنی ساختن خزانۀ دانش تخصصی و به هنگام کردن اطلاعات آنها شاید بتوان بر این نارسایی نیز تا حدود زیادی فائق آمد. به هر حال هر یک از انتقاداتی که بر شمرده شد خود موضوعی است برای تحقیق و پژوهش که در صورت انجام یافتن مآلاً بهبود و پیشبرد سیستم‌های متخصص را در پی خواهد داشت.<sup>۱۸</sup>

از موارد آسیب‌پذیری سیستم‌های متخصص است. برای غلبه بر این مشکل باید چارچوب ارتباطی بین سیستم و استفاده‌کننده از آن را مشخص ساخت و سعی کرد تا با زبان و پیش‌فرض‌های مشترک از سیستم استفاده کرد، چه بدون یک زبان واحد و انگاره‌های یکسان سوء تفاهم و ارائه توصیه‌های نسنجیده از سوی سیستم اجتناب‌ناپذیر خواهد بود.

نکته دیگری که در مورد سیستم‌های متخصص ذکر می‌شود آن است که آنها از تجربیات خود چیزی نمی‌آموزند و از این رو نمی‌توانند رفتارهای خود را با گذشت زمان بهبود بخشند. سیستم‌های کنونی فاقد این توانایی هستند ولی این امکان وجود دارد که در آینده بتوان سیستم‌ها را به گونه‌ای طراحی کرد که تجربه بیندوزند و از محیط خود چیزهای تازه بیاموزند و طلیعه این تحول در برخی

۱۸. در نگارش این مقاله از مقالات مندرج در منبع زیر استفاده شده است:

S.E. Savory (ed). *Expert system in the organization*. England: Ellis Horwood, 1988.

مشخصات نمونه‌هایی از سیستم‌های متخصص<sup>۱۹</sup>

AGRICULTURE		
SITE	EXPERT SYSTEM AND DESCRIPTION	SOURCE
ICI	WHEAT COUNSELLOR Advise on control of disease in winter wheat crops	[104]
Virginia Polytechnic	POMME Advise farmers on management of apple orchards, including pest management, drought control, pesticide selection and treatment of winter injuries	[313]

EXPERT SYSTEM IN ROUTINE ORFIELD TESTING

CHEMISTRY		
SITE	EXPERT SYSTEM AND DESCRIPTION	SOURCE
British Gas	Adives on appropriate herbicide for specific application	Tim boyd, ICI
Lawrence Livermore Nat.Labs	TOMSTONE Tune triple quadruple mass spectrometer	Carla Wong, LLNL[102]
Molecular Design Ltd	DENDRAL (parts) Search chemical Structure libraries for sunstructures	James Nourse, Mol. Design [45,221]
Shell Institute	Screen new chemicals for herbicidal Properties based on structure-activity relationships	D.Michie, Turing Inst. (Glasgow)
SUNY Stonybrook	SYNCHEM Plan chemical synthesis steps	Herb Gelemter, SUNY[132]

19. S.E. Savory (ed). op. cit. PP. 36-42.

COMPUTERS AND ELECTRONICS		
SITE	EXPERT SYSTEM AND DESCRIPTION	SOURCE
DEC	XCON, XSEL, XSITE Configure VAX orders, Check orders for accuracy, Plan site layout	[229,230] [268]
DEC	AL-SPEAR Diagnose failures in tape Drives and suggest preventive actions	Neil Pundit (Hudson)[32]
DEC	CALLISTO Help manage resources for chip designers	Mark Fox, CMU
DEC	CDx Analyse VMS dump files after system crashes	Neil Pundit (Hudson)
DEC	DAS-LOGIC Assist circuit designers with logic design	John McDermott Carnegie group
DEC	NTC Troubleshoot problems related to Ethernet and DEC net networks	Neil Pundit (Hudson)[284]
Fairchild	PIES Diagnose problems on circuit fabrication line	Marty Tenenbaum, Shlumberger (Palo Alto)