مجله پژوهش های معاصر در علوم و تحقیقات
سال چهارم، شماره ۳۷، مرداد ۱۴۰۱
ISSN: ۲۶۷۶-۵۷۶٤
www.jocrisar.ir

معرفی و مقایسه مدل‌های مختلف سیستم‌های خبره

حجت عباسی[۱]، محمدعلی زارع[۲]، سید محمد هاشمی[۳] عسل حیاتی[۴]

[۱] عضو هیئت علمی فناوری اطلاعات و کامپیوتر ، دانشگاه پیام نور ، یزد (نویسنده مسئول)
[۲] دانشجوی کارشناسی‌ارشد، مدیریت کسب و کار، گرایش فناوری اطلاعات، دانشگاه پیام نور، مرکز مهریز
[۳] دانشجوی کارشناسی‌ارشد، مدیریت کسب و کار، گرایش فناوری اطلاعات، دانشگاه پیام نور، مرکز مهریز
[۳] دانشجوی کارشناسی‌ارشد، مدیریت کسب و کار، گرایش فناوری اطلاعات، دانشگاه پیام نور، مرکز مهریز

چکیده

سامانه‌های خبره دسته‌ای از برنامه‌های رایانه‌ای هستند که قادر به راهنمایی، تحلیل، دسته‌بندی، مشاوره، طراحی، تشخیص، کاوش، پیش‌بینی، ایجاد مفاهیم، شناسایی، تفسیر، توجیه، یادگیری مدیریت، کنترل، برنامه‌ریزی، زمان‌بندی و آزمایش هستند. این برنامه‌ها معمولاً به مسائلی می‌پردازند که حل آن‌ها به متخصصان انسانی نیاز دارد. البته هیچ یک از سامانه‌های خبره تا کنون به تنهایی تمامی این ویژگی‌ها را نداشته‌اند و هر یک تنها یک یا چند مورد از این ویژگی‌ها را به طور نسبی بروز می‌دهند. امروزه استفاده از سامانه‌های خبره در زمینه‌های متنوعی همچون، حسابداری، آموزشی، قضایی و غیره نسبت به گذشته گسترش چشم‌گیری یافته است؛ چرا که این سامانه‌ها هزینه‌های جمع‌آوری شواهد و ارائه خدمات را به طور قابل ملاحظه‌ی کاهش داده است. استفاده از این سامانه‌ها سبب می‌شود تا با صرف وقت کمتر و صرف نیروی انسانی کمتر بتوان عرصه‌های بیشتری را تحت پوشش قرار داد. با توجه به این موضوع پژوهش حاضر با هدف کلی معرفی و مقایسه مدل‌های مختلف سیستم خبره گردآوری گردیده است. روش تحقیق در پژوهش حاضر توصیفی- اسنادی می‌باشد و تلاش می‌گردد با تکیه بر مطالعه اسنادی پنج مدل از مدل‌های سیستم‌های خبره معرفی و مقایسه گردند.

واژه‌های کلیدی: سیستم‌های خبره، آبشاری، کدنویسی، مارپیچی، مدل V

۱. مقدمه

با طرح مفهوم هوش مصنوعی در اواسط دهه ۱۹۵۰ ابتدا کاربرد آن در بازی‌ها و طراحی و حل مسائل متمرکز بود. در آن زمان پیش‌بینی این موضوع بسیار دشوار بود که سه دهه بعد مهم‌ترین کاربرد هوش مصنوعی در مهندسی دانش و به خصوص سیستم‌های خبره سازمانی باشد. امروزه سیستم‌های خبره مدیون کار پیشگامانی همچون فیگنام[۱] ، اوربرگ[۲] و بوچانان[۳] در دانشگاه استانفورد[۴] در اواخر دهه ۶۰ و اوایل دهه ۷۰ میلادی است که دستاورد مطالعات هنوز هم به عنوان الگویی ارزنده برای طراحی سیستم‌های خبره و به خصوص سیستم‌های مبتنی بر دانش به شمار می‌آید (غضنفری و کاظمی، ۱۳۸۳: ۹). سیستم‌های خبره که تحت عنوان سیستم پایگاه دانش نیز خوانده می‌شوند بیشترین کاربرد را در میان فناوری هوش مصنوعی پیدا کرده است. سیستم خبره در واقع یک برنامه کامپیوتری است ک با استفاده از دانش (ذخیره شده در کامپیوتر) و فنون استنتاج ، رفتار یک فرد خبره را در حوزه[۵] خاصی از دانش تقلید می‌کند (کریمی و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۰). از مزایای این سیستم افزایش قابلیت دسترسی، کاهش خطر، دائمی بودن، تجربیات چندگانه، افزایش قابلیت اطمینان، قدرت تبیین، جواب سریع، جواب کامل در همه حالات، پایگاه تجربه، آموزش کاربر و سهولت انتقال دانش را می‌توان نام برد. ساختارهای متخلفی را به سیستم‌های خبره می‌توان نسبت داد که بعضی از آن‌ها پیچیده و برخی دیگر ساده‌اند. به طور کلی از زمان پیدایش هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره مدل‌های متعددی از سیستم‌های خبره ارائه گردیده است که از این بین می‌توان به مدل‌هایی همچون آبشاری، افزایشی، کدنویسی، مارپیچی و v نام برد که در این پژوهش مورد معرفی قرار گرفته است. بنابراین با توجه به اهمیت موضوع سیستم‌های خبره و انواع مدل‌های آن؛ هدف از این پژوهش معرفی پنج مدل از مدل‌های مختلف سیستم‌های خبره و مقایسه آن‌ها می‌باشد.

۱-۱ پیشینه تحقیق

ادوارد ای. فاینبام[۶] یکی از کسانی بود که در پژوهش‌های هوش مصنوعی در اواسط دهه ۶۰، تصمیم گرفت که این موضوع را که یک برنامه رایانه‌ای چقدر می‌تواند، بداند را مورد پژوهش و بررسی قرار دهد. استدربرگ[۷] و فاینبام به همراه بروس بوخانن[۸] ، اولین سیستم خبره را در سال ۱۹۶۵ به نام دندرال[۹] در دانشگاه استنفورد ایجاد کردند (Metaxiotis & Psarras, ۲۰۰۳: ۳۶۱). با شکل‌گیری سیستم‌های خبره از سال ۱۹۶۵ پژوهش‌ها نیز در زمینه بررسی آن در عرصه‌های گوناگون نیز شکل گرفته است که با توجه به هدف پژوهش در ادامه به برخی از مهمترین این پژوهش‌ها که قرابت معنایی بیشتری با موضوع پژوهش داشته‌اند، پرداخته می‌شود:

کریمی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهش خود به توسعه یک سیستم خبره جدید برای کنترل آماری فرایند در صنایع تولیدی پرداخته و با روش تحقیق توصیفی- اسنادی ضمن بررسی سیستم‌های خبره، یک مدل جدید برای کنترل آماری توسعه داده شده است. ویژگی بارز این مدل ایجاد حوزه‌های تشخیص بحرانی بودن فرایند و بحرانی بودن مشخصه کیفی در کنار حوزه‌های موجود سایر سیستم‌ها شامل حوزه ویژگی نمودار کنترل، نوع نمودار کنترل، نحوه نمونه‌گیری، پایداری فرایند، قابلیت فرایند، بهبود فرایند و اقدام اصلاحی می‌باشد.

---

۱. Feigenbaum
۲. Orburg
۳. Buchanan
۴. Stanford University
۵. Inference
۶. Edward.A.Faienbam
۷. Esterberg
۸. Beros Bokhanen
۹. Dendral

اشرف نیا و جوانمرد (۱۳۹۳) در پژوهش خود به استفاده از سیستم‌های خبره در آموزش الکترونیکی در کشورهای اروپایی اشاره کرده و با روش تحقیق توصیفی- اسنادی از سیستم‌های خبره در زمینه آموزش الکترونیک در این کشورها مثال زده و دو سیستم خبره را به صورت کامل توضیح و تشریح کرده‌اند. همچنین نتیجه‌گیری کرده‌اند که سیستم‌های خبره ، نقشی اساسی در رفع محدودیت‌های مهم سیستم‌های آموزش الکترونیکی دارند. سیستم‌های خبره با ایجاد حالت محاوره‌ای هوشمند در سیستم‌های الکترونیکی یادگیری ، کارایی آن‌ها را بالا می‌برند.

فتح اله بیاتی (۱۳۹۵) در پژوهش خود به بررسی مفهوم سیستم خبره پرداخته و با روش تحقیق توصیفی- اسنادی ضمن معرفی سیستم خبره به ارائه یکی از کاربردهای آن پرداخته است. در این نوشتار ابتدا مقدماتی درباره هوش مصنوعی بیان شده است. در ادامه نیز، مزایای سیستم‌های خبره، اجزای آن‌ها و نحوه عملکرد آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین نمونه‌هایی از کاربرد این سیستم‌ها در زمینه‌های مختلف بیان گردیده است.

۲. مفاهیم نظری پژوهش

در راستای تدوین و ارائه چهارچوب نظری تحقیق لازم است برخی واژه‌ها و مفاهیم مرتبط با موضوع تحقیق از جمله سیستم خبره تعریف و تبیین شوند. بدین منظور با کنکاش در متون و ادبیات موجود درمی‌یابیم تعاریف متفاوت و زیادی توسط اندیشمندان و صاحب‌نظران مقولات فوق ارائه شده است. نظر به اهمیت این موضوع، برخی از تعاریفی که انطباق بیشتری با اهداف تحقیق حاضر داشته‌اند، ارائه می‌شود.

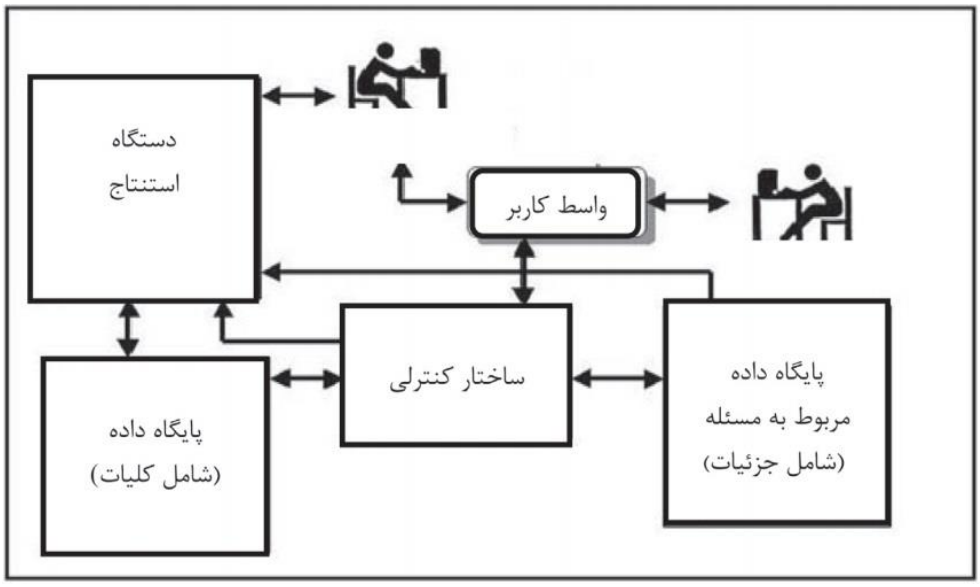
۲-۱ سیستم خبره

درواقع سیستم خبره برنامه-های کامپیوتری هستند که نحوه تفکر یک متخصص در یک زمینه خاص را شبیه‌سازی می-کند. این نرم‌افزارها، دارای الگوی منطقی هستند که یک متخصص براساس آنان تصمیم‌گیری می‌کند. یکی از اهداف هوش مصنوعی، فهم هوش انسانی با شبیه‌سازی آن توسط برنامه کامپیوتری است. البته بدیهی است که هوش را می‌توان به بسیاری از مهارت های مبتنی بر فهم، از جمله توانایی تصمیم-گیری، یادگیری و فهم زبان تعمیم داده و از این‌رو یک واژه کلی محسوب می‌شود. بیشترین دستاوردهای هوش مصنوعی، در زمینه تصمیم‌گیری و حل مسئله بوده است؛ که عالی-ترین موضوع سیستم خبره را شامل می-شود. به آن نوعی از برنامه هوش مصنوعی که به سطحی از خبرگی می-رسند که می-توانند به‌جای یک متخصص در یک زمینه خاص تصمیم-گیری کنند، سیستم خبره می‌گویند (Gulati & Yasin, 1994: 56).

یک سیستم خبره، یک برنامه کامپیوتری است که با توجه به خبرگی یا تخصص انسان و بر پایه دانش و تکنیک‌های استدلال کار می‌کند. چنین برنامه‌ای می‌تواند در یک حوزه تخصصی مشکلاتی را حل نموده یا پیشنهاداتی را ارائه دهد. از این سیستم به عنوان یک سیستم محاوره‌ای، می‌توان توضیحات یا پیشنهاداتی را درخواست نمود که عموماً به فرآیند تصمیم‌گیری کمک می‌کند. بنابراین یک سیستم خبره یک تصمیم‌گیرنده، حل کننده مساله، تحلیل کننده و راهنمای افرادی که به فرد خبره دسترسی ندارند می‌باشد. سیستم خبره راهنمایی‌ها و پیشنهاداتی در یک محدوده وسیع از فعالیت‌ها از عیب‌یابی کامپیوتر تا جراحی‌های ظریف پزشکی ارائه می‌دهد (kakoty et al, 2011: 15).

به نظر فاریابی سامانه‌های خبره، برنامه کامپیوتری هستند که نحوه تفکر یک متخصص در یک زمینه خاص را شبیه‌سازی می‌کنند. انجمن حسابداران امریکا سامانه‌های خبره را برنامه‌های رایانه‌ای می‌داند که فرایند تفکر انسان را با ارائه عملکردی معادل با عملکرد متخصصان در یک مسئله یا وظیفه‌ای خاص ارائه می‌کند (AICPA, 1988: 1). به اعتقاد هاگن سامانه‌های خبره برنامه‌های کامپیوتر هستند که با استفاده از دانش خاص متخصصان، افراد تازه‌کاری را کمک می‌کند که قادر به تصمیم‌گیری در موقعیت‌های پیچیده نیستند و در واقع این سامانه‌ها به آن‌ها اذعان می‌کند اگر یک کارشناس متخصص به جای آنان بود در این زمینه چه تصمیمی می‌گرفت (Hagan et al, 2002: 1-7). یانگ واسارهایلی معتقدند که سامانه‌های

خبره، برنامه‌های نرم‌افزاری هستند که دانشی را که از یک کارشناس اقتباس شده است را در خود ذخیره می‌کند (Yang & Vasarhelyi, 2000: 1). متاکسیوتیس می‌گوید سامانه خبره یک برنامه کامپیوتری است که دارای پایگاه دانش وسیعی در حوزه محدود است و از استدلال استنتاجی پیچیده‌ای برای انجام وظایف استفاده می‌کند، مانند یک فرد متخصص (Metaxiotis, 2002: 309).



شکل (۱): روابط بین اجزای تشکیل دهنده سامانه‌های خبره (مهدوی و محمدی، ۱۳۸۹: ۲۶)

۱-۲-۲ اجزای اصلی تشکیل دهنده سیستم خبره

اجزای اصلی تشکیل دهنده یک سیستم خبره عبارتند از: (Money & Turner, 2004)

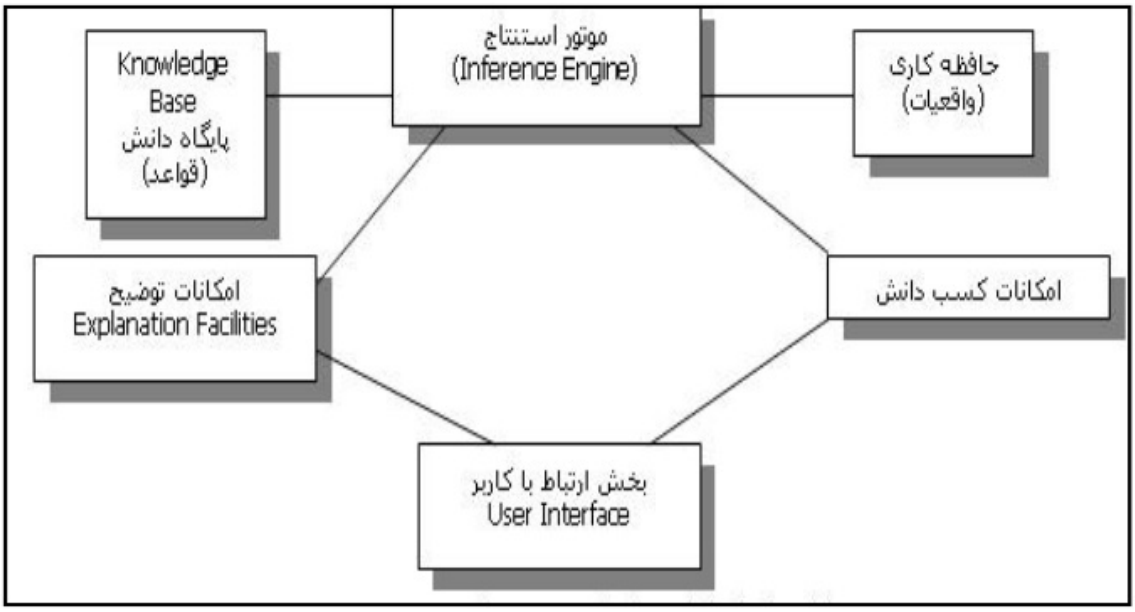
پایگاه دانش: محلی است که دانش خبره به صورت کدگذاری شده و قابل فهم برای سیستم ذخیره می‌شود. به کسی که دانش خبره را کدگذاری کرده وارد پایگاه دانش می‌کند، مهندس دانش گفته می‌شود. به طور کلی دانش به صورت عبارت‌های شرطی و قواعد در پایگاه دانش ذخیره می‌شود.

امکانات کسب دانش: اکتساب دانش شامل تمام مراحلی است که طی آن دانش به فرم قابل استفاده در یک سیستم خبره تبدیل می‌شود.

موتور استنتاج: حتی موقعی که قلمرو دانش را با قوانین نمایش می‌دهیم، باز هم یک فرد خبره باید مشخص کند که کدام قوانین را برای حل مسئله خاص به کار می‌برد. علاوه بر این باید مشخص کند که این قوانین را در چه رده‌ای به کار می‌برد. به طور مشابه یک سیستم خبره نیاز خواهد داشت تا تصمیم بگیرد که چه قانونی و در چه مورد و رده‌ای باید برای ارزیابی انتخاب شود.

امکانات توضیح: برای نشان دادن مراحل نتیجه‌گیری سیستم خبره برای یک مسئله خاص با واقعیت خاص به کاربر با زبانی قابل فهم برای کاربر به کار می‌رود.

واسط کاربر: واسط کاربر یک سیستم خبره، به طبع باید از قدرت تبادلی بالایی برخوردار باشد تا ساختار تبادل اطلاعات به شکل گفت‌وگوی یک متقاضی و انسان خبره صورت گیرد. واسط کاربر سیستم خبره، نه تنها کاربر را قادر می‌کند تا به سؤال‌ها پاسخ دهد، بلکه کاربر را مجاز می‌کند عملیات اجرایی سیستم را با پرسش در مورد توضیحات داده شده قطع کند. برای مثال اگر به یک کاربر سیستم خبره پزشکی گفته شود که بیمار منژیت دارد، کاربر ممکن است بخواهد بداند که سیستم چگونه به این نتیجه رسیده است.



شکل (۲): اجزای تشکیل دهنده یک سیستم خبره (Bryant, 2001; Sanders, 2009)

۲-۲-۲ مزایا و محدودیت‌های سیستم‌های خبره

از دستاوردهای سیستم‌های خبره می‌توان صرفه‌جویی در هزینه‌ها و نیز تصمیم‌گیری بهتر و دقیق‌تر را نام برد. استفاده از سیستم‌های خبره، برای شرکت‌ها می‌تواند صرفه‌جویی به همراه داشته باشد، در زمینه تصمیم‌گیری نیز گاهی می‌توان در شرایط پیچیده با بهره‌گیری از چنین سیستم‌هایی تصمیم‌های بهتری را اتخاذ کرد و جنبه‌های پیچیده‌ای را در مدت زمان بسیار کمی مورد بررسی قرار داد که تحلیل آن به روزها زمان احتیاج دارد. از سوی دیگر به کارگیری سیستم‌های خبره، محدودیت‌های خاصی را به دنبال دارد؛ به‌عنوان نمونه، این سیستم‌ها نسبت به آنچه انجام می‌دهند، هیچ حسی ندارند. چنین سیستم‌هایی نمی‌توانند خبرگی خود را به گستردگی وسیعی تعمیم دهند؛ چراکه تنها برای یک منظور خاص طراحی شده‌اند و پایگاه دانش آنان از دانش متخصصان آن حوزه نشات گرفته است؛ به همین علت، محدود هستند. این سیستم‌ها از آنجا که توسط دانش متخصصان، تغذیه اطلاعاتی شده‌اند، در صورت بروز برخی از موارد پیش‌بینی نشده نمی‌توانند شرایط جدید را به‌درستی تجزیه‌وتحلیل کنند (منصورکیا، ۱۳۷۲: ۲۳۴). ریموند دو مشخصه برای محدودیت پتانسیل سسیستم‌های خبره به عنوان یک وسیله حل مسئله امور بازرگانی برمی‌شمارد: نخست اینکه، آن‌ها علم متناقض را نمی‌توانند کنترل نمایند. دوم، سیستم‌های خبره نمی‌توانند مهارت‌های غیر استدلالی که به‌عنوان مشخصه شخص حل‌کننده مسئله است، را به کار برند (مک لوید، ۱۳۷۸: ۵۲۷).

۳. روش تحقیق

این تحقیق از لحاظ هدف کاربردی و از لحاظ ماهیت و روش گردآوری داده‌ها از نوع توصیفی ـ اسنادی است. در این پژوهش سعی گردیده است با مطالعه اسنادی پنج مدل از مدل‌های مختلف سیستم‌های خبره شامل آبشاری، کدنویسی و اصلاح، افزایشی، مارپیچی و مدل v معرفی و مقایسه گردد.

۴. معرفی مدل‌ها

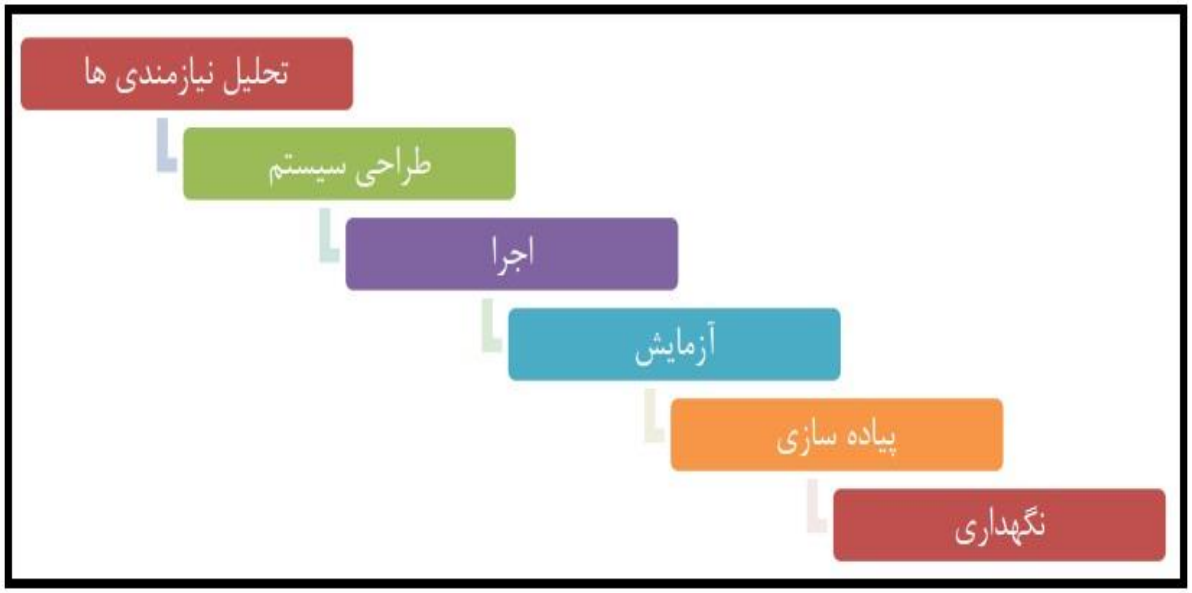
در این قسمت به معرفی مدل‌های مذکور در پژوهش پرداخته می‌شود:

۴-۱ مدل آبشاری[۱۰]

این مدل به نام چرخه خطی و پی‌درپی نیز شهرت دارد فراگیری و استفاده از این مدل بسیار آسان و ساده می‌باشد. در مدل آبشاری، هر مرحله می‌باید قبل از اینکه مرحله بعدی شروع شود پایان یابد و بین هیچ یک از مراحل تداخل یا هم‌پوشانی وجود ندارد. مدل آبشاری اولین روش در زمینه چرخه حیات تولید نرم‌افزار محسوب شده و نرم‌افزارهای اولیه با این روش تهیه می‌شدند. مدل آبشاری نشانگر روند تهیه و تولید نرم‌افزار به شیوه خطی و پی‌درپی است و بدین لحاظ هر مرحله در این مدل زمانی آغاز می‌گردد که مرحله قبلی تکمیل شده باشد. بر این اساس تمامی مراحل مستقل از یکدیگر بوده و هیچ مرحله‌ای با مرحله دیگر هم‌پوشانی ندارد. همانگونه که اذعان گردید روش آبشاری اولین مدل چرخه حیات تولید نرم‌افزار است که جهت تضمین موفقیت پروژه، در مهندسی نرم‌افزار مورد استفاده قرار گرفت. در این مدل روند تولید نرم‌افزار به مراحل جدا از یکدیگر تقسیم می‌گردند (قیدرپور، ۱۳۹۲: ۷).

نخستین جرقه شکل‌گیری مدل آبشاری به سخنرانی ژوی بنینگتون[۱۱] در سمپوزیم روش‌های پیشرفته برنامه‌نویسی کامپیوترهای دیجیتالی به سال ۱۹۵۶ بازمی‌گردد که دیدگاه خود را در ارتباط با توسعه نرم‌افزارها برای سامانه‌های SAGE[۱۲] ارائه کرد. این مورد به سامانه‌ای اشاره دارد که مشتمل بر کامپیوترهای بزرگ و شبکه‌های مرتبط به یکدیگر است که داده‌هایی را از سایت‌های رادار و به شکل هماهنگ دریافت کرده، پردازش‌هایی روی داده‌ها انجام داده و در نهایت یک تصویر واحد و یکپارچه را از حریم هوایی یک منطقه وسیع ارائه می‌کنند. بعدها مقاله‌ای با پیشگفتار بنینگتون به چاپ رسید که به فرآیندی اشاره داشت که در آن مقاله به الگویی خاص از طراحی اشاره شده بود که رویکردی از بالا به پایین داشت. هر چند در آن مقاله به شکل مستقیم به واژه آبشاری اشاره‌ای نشده بود، اما همان مفهوم را منتقل می‌کرد. نخستین توصیف رسمی از مدل آبشاری با عنوان "یک شروع برای مدل آبشاری" در سال ۱۹۷۰ توسط وینستون رویس[۱۳] به چاپ رسید. هرچند رویس[۱۳]نیز در آن مقاله به مفهوم آبشاری اشاره دقیقی نکرد، اما به تشریح معایب و مزایای چنین مدلی پرداخت. سرانجام برای نخستین بار واژه آبشاری در سال ۱۹۷۶ از سوی بل و تایر[۱۴] به کار گرفته شد. در مدلی که رویس نخستین بار به آن اشاره کرد، مراحل به‌صورت ترتیبی از بالا به پایین اجرا می‌شدند. اما در مجموع، به دلیل این‌که گذر از هر مرحله به مرحله بعد به صورت آبشاری و رو به پایین انجام می‌گرفت، این مدل به نام مدل آبشاری چرخه حیات نرم‌افزار نامیده شد. مدل آبشاری بر این اصل تأکید دارد که پیشرفت و کامل شدن مراحل باید در طول چرخه حیات توسعه نرم‌افزار به وجود آید (تائبی، ۱۳۹۷: ۱). شکل (۳) نشان دهنده مراحل مختلف مدل آبشاری می‌باشد.

۱۰: waterfall model
۱۱: Jew bennington
۱۲: Semi-Automatic Ground Environment
۱۳: Winston-Royce
۱۴: Bell and Tire



شکل (۳): مراحل مختلف مدل آبشاری

برخی شرایط که استفاده از مدل آبشاری را امکان‌پذیر و متناسب می‌سازد عبارتند از:

۱. نیازها کاملاً روشن و ثابت و مستند به عوامل شناخته شده می‌باشند.
۲. تعریف محصول ثابت و پایدار است
۳. فن‌آوری کاملاً درک شده و تغییرپذیر نمی‌باشد
۴. نیازها بصورت مبهم و غیر واضح نمی‌باشند
۵. منابع و کارشناسان مجرب فراوان جهت پشتیبانی از محصول وجود دارند
۶. طول عمر پروژه کوتاه است (قیدرپور، ۱۳۹۲: ۸).

۲-۴ مدل کدنویسی و اصلاح[۱۵]

تا کنون مدل‌های پردازش بسیاری برای ایجاد نرم‌افزار مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اولین مدل، مدل غیر معروف کدنویسی و اصلاح است که در آن ابتدا کدنویسی صورت می‌گیرد و سپس در صورتی که درست عمل نکند اصلاح می‌شود. این روشی است که برنامه نویسان کم تجربه، هم برای برنامه‌های متداول و هم برای سیستم‌های خبره در پیش می‌گیرند. از سال ۱۹۷۰ نقایص روش کدنویسی و اصلاح به خوبی مشهود شده بود و لذا مدل آبشاری برای ارائه یک روش سیستماتیک پدید آمد. این روش به ویژه برای پروژه‌های بزرگ مفید بود. ولی روش آبشاری نیز با مشکلاتی همراه بود. زیرا در این مدل فرض می‌شود که همه اطلاعات لازم برای یک مرحله وجود دارد. اغلب مواقع در عمل این امکان وجود ندارد که بتوان یک بخش خاص را به طور کامل نوشت مگر اینکه قبلاً یک نمونه آزمایشی از سیستم ساخته شده باشد. این موضوع موجب پدیدار شدن مفهوم جدیدی شد: "آن را دوباره انجام دهید" یعنی در ابتدا با ساخت یک نمونه، احتیاجات را مشخص کرده و سپس سیستم اصلی را بسازید (دلیری، ۱۳۹۶: ۲۰).

[۱۵]. Code-and-Fix Model

۳-۴ مدل افزایشی[۱۶]

مدل افزایشی از بهبود روش آبشاری و روش استاندارد بالا به پائین به دست آمده است. ایده اصلی روش افزایشی این است که با افزایش قابلیت‌های عملکردی، نرم‌افزار بهبود یابد. مدل افزایشی در پروژه‌های بزرگ نرم‌افزاری متداول بسیار موفق عمل کرده است. همچنین در بعضی سیستم‌های خبره که اضافه شدن قواعد، توانایی سیستم را از سطح دستیار به همکار و از همکار به سطح خبره افزایش می‌دهد، مدل افزایشی کاملاً موفق عمل کرده است. بنابراین در یک سیستم خبره، توسعه یا افزایش کلی از سطح دستیار به سطح همکار و از سطح همکار به سطح خبره است. توسعه یا افزایش جزئی، میزان خبرگی را در هر سطحی افزایش می‌دهد که گاه بهبودهای مهمی را نیز صورت می‌دهد یک توسعه یا افزایش ریز عبارت از تغییر در خبرگی است که با اضافه شدن یا اصلاح یک قاعده منفرد صورت می‌گیرد. مزیت اصلی این روش آن است که "افزایش قابلیت‌های عملکردی" در مدل افزایشی را بسیار راحت‌تر از"محصول هر مرحله" در مدل آبشاری می‌توان مورد آزمون، تصدیق و اعتبارسنجی قرار داد. فرد خبره می‌تواند به جای یک اعتبارسنجی کامل و کلی در انتهای کار، هر افزایش عملکرد را بلافاصله مورد آزمون، تصدیق و اعتبارسنجی قرار دهد. این امر هزینه تصحیح‌های کلی را در سیستم کاهش می‌دهد. در اصل مدل افزایشی شبیه به نمونه‌سازی سریع و پیوسته است که کل مراحل ایجاد سیستم را در بر می‌گیرد. بر خلاف روش "آن را دوبار انجام دهید" که برای تعیین احتیاجات سریعاً یک نمونه از مراحل اولیه می‌سازد، در این روش نمونه متکامل شونده به نوعی همان سیستم مورد نظر ماست (قریب، ۱۳۹۲: ۱).

۴-۴ مدل مارپیچی[۱۷]

مدل افزایشی را می‌توان به صورت تعدیلی از یک مدل مارپیچی متداول تجسم کرد. در هر حلقه مارپیچ، توانایی‌های عملکردی جدیدی به سیستم اضافه می‌شود. آخرین نقطه که "سیستم تحویل شده" نام دارد عملاً پایان مارپیچ نیست. بلکه با شروع نگهداری و ارتقاء سیستم یک مارپیچ جدید شروع می‌شود. این مارپیچ را می‌توان اصلاح کرد تا مراحل کلی کسب دانش، کدنویسی، ارزشیابی و برنامه‌ریزی به طور دقیق‌تر مشخص شوند (طنابی، ۱۳۹۴: ۲۴-۲۲).

مدل مارپیچی دارای چهار مرحله می‌باشد. هر پروژه تولید نرم‌افزار بصورت مکرر از این مراحل عبور کرده و مسیر مارپیچی را طی می‌نماید. این مراحل عبارتند از:

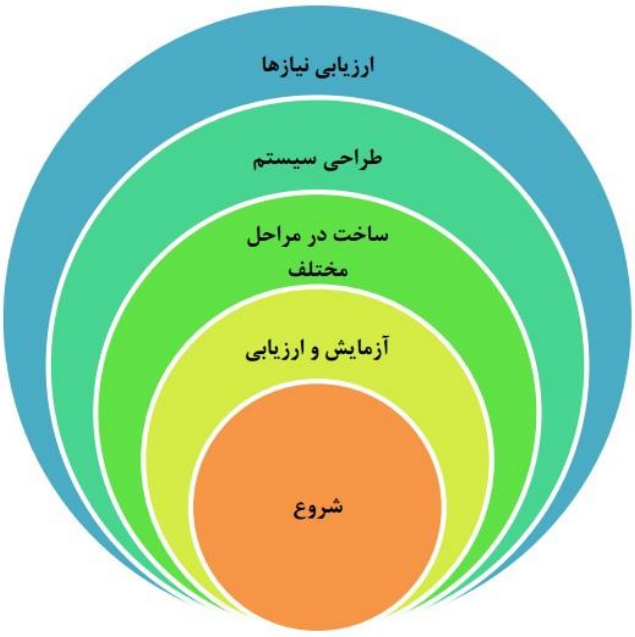
۱. شناسایی: این مرحله با گردآوری نیازمندی‌های کسب‌وکار شروع می‌شود. در مسیر مارپیچی بعدی زمانی که محصول کامل‌تر گردید، شناسایی نیازمندی‌های سیستم، سیستم‌های فرعی و همچنین نیازمندی واحدها در این مرحله انجام می‌گیرد. درک نیازمندی‌های سیستم از طریق ارتباط دائم مشتری و تحلیلگر سیستم امکان‌پذیر می‌باشد. در پایان این مسیر محصول یا نرم‌افزار در بازار مورد نظر پیاده‌سازی می‌شود.
۲. طرح: این مرحله با طراحی ذهنی و در مرحله اولیه انجام می‌گیرد که شامل طراحی معماری، طراحی منطقی واحدها و بخش‌های مختلف محصول (پیمانه‌ها) طراحی فیزیکی و تهیه طرح نهائی است که در مراحل بعدی انجام می‌گردد.
۳. ساخت یا تولید: در این مرحله، نرم‌افزار یا محصول واقعی با توجه به طرح نهائی و با در نظر گرفتن نیازهای مشتری تولید می‌گردد. پس از تولید نرم‌افزار یا محصول جهت آزمایش با درج شماره نسخه جهت دریافت نظر مشتری و اعمال تغییرات نهائی ارسال می‌گردد.
۴. بررسی و ارزیابی و تجزیه‌وتحلیل ریسک: تجزیه‌وتحلیل ریسک عبارت است از شناسایی، پایش امکانات فنی و مدیریت ریسک از جمله انطباق محصول با طرح نهائی و محاسبه هزینه با برآورد اولیه. در این مرحله مشتری نرم‌افزار را ارزیابی و نظرات نهائی خود را اعلام می‌نماید.

---

۱۶. Incremental Model
۱۷. Spiral Mode

مدل مارپیچی به نحو بسیار گسترده‌ای در صنعت نرم‌افزار مورد استفاده می‌باشد. زیرا این مدل همگام با روند تولید طبیعی هر محصول بوده و در حالی که کمترین ریسک را برای مشتری می‌تواند به دنبال داشته باشد، منافع شرکت تولید کننده را نیز به همراه دارد. ذیلاً به چند نمونه از کاربرد این مدل اشاره می‌گردد:

۱. در مواردی که بودجه دارای محدودیت است و هزینه‌ها جزو مسائل حیاتی به شماره می‌رود و ارزیابی نیز با اهمیت تلقی می‌گردد این مدل می‌تواند مطلوب باشد.
۲. این مدل برای پروژه پر ریسک و نیز با ریسک متوسط، مدلی مؤثر محسوب می‌گردد.
۳. این مدل برای پروژه‌های بلندمدت نیز مدلی مطلوب بشمار می‌رود. زیرا تعهدات انجام این پروژه به لحاظ ایجاد تغییرات بالقوه در اولویت‌های اقتصادی بسیار زیاد بوده و نیازمندی‌ها نیز در طول زمان دچار تغییر می‌گردد.
۴. در مواردی که مشتری به نیازمندی‌های خود کاملاً اطمینان ندارد نیز این مدل می‌تواند کاربرد داشته باشد.
۵. در مواردی که نیازمندی‌های مشتری پیچیده و روشن ساختن آن‌ها نیاز به ارزیابی بیشتر دارد نیز این مدل می‌تواند کاربرد داشته باشد.
۶. در مورد خطوط تولید محصول جدید که می‌باید در مراحل مختلف انجام گرفته و در هر مرحله نظر مشتری کسب شود نیز این مدل می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (قیدرپور، ۱۳۹۲: ۱۳).



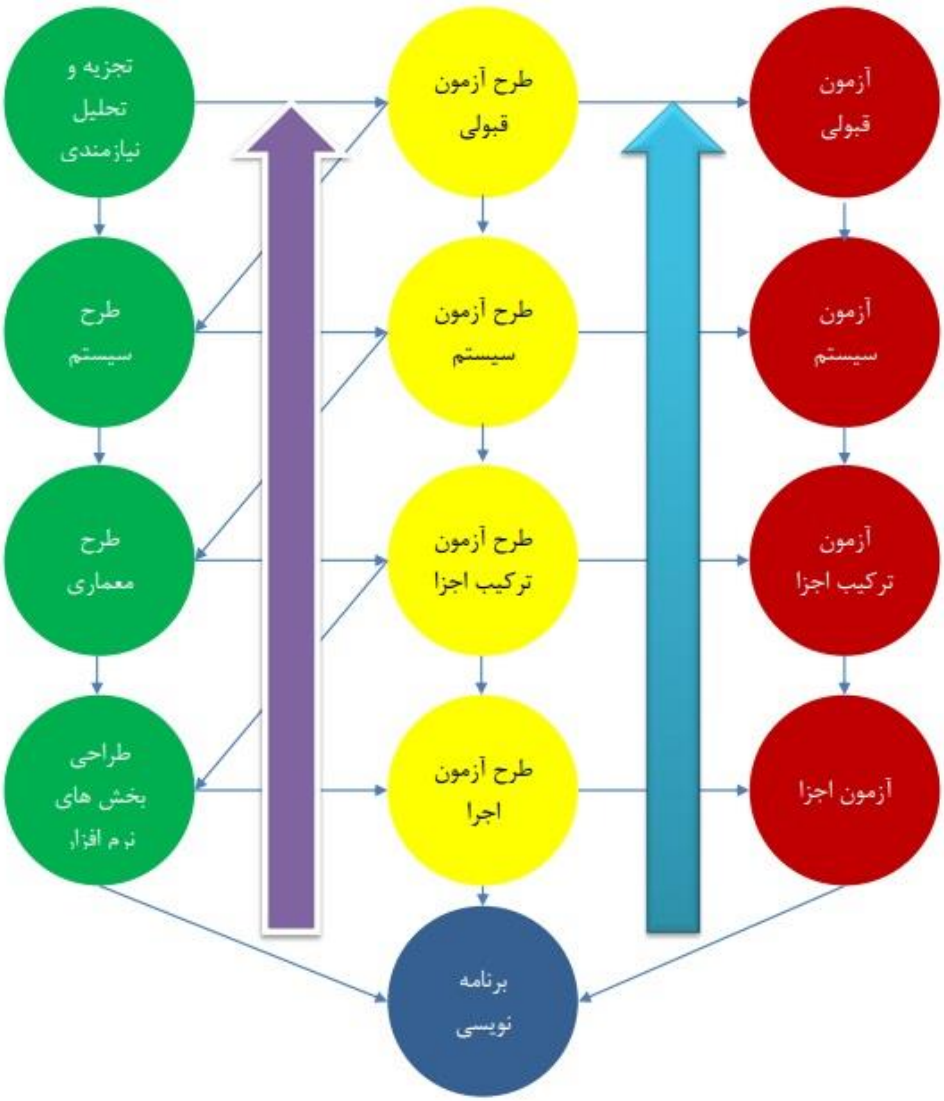
شکل (۴): مراحل مختلف مدل مارپیچی

۴-۵ مدل V

یکی دیگر از مدل‌های چرخه حیات که در تعدادی از پروژه‌های سیستم خبره به طور موفقیت‌آمیز بکار گرفته شده مدل V می‌باشد. این مدل در چرخه حیات تولید نرم‌افزار مدلی است که انجام روند عملیات به روش پی‌درپی و به شکل V صورت می‌پذیرد. این شیوه به مدل شناسایی و تصدیق اعتبار نیز شهرت دارد. این مدل را می‌توان به نوعی مدل بسط و تعمیم مدل آبشاری محسوب نمود. این مدل مبتنی بر تلفیق و تجمیع مرحله آزمون جهت هر یک از مراحل تولید می‌باشد. بدین معنی که برای هر یک از مراحل چرخه حیات یک مرحله آزمون مربوط به همان مرحله تولید وجود دارد.این مدل، روشی منظم و منضبط است و مرحله بعد صرفاً زمانی آغاز می‌شود که مرحله قبلی بطور کامل تکمیل شده باشد. در مدل V امر آزمون جهت هر مرحله از چرخه حیات بصورت موازی برنامه‌ریزی می‌شود بنابراین مرحله شناسایی در یک طرف و مرحله تصدیق اعتبار در

سوی دیگر قرار دارند. مرحله برنامه‌نویسی این دو مرحله دو طرف مدل را به یکدیگر مرتبط می‌سازد. کاربرد این مدل تقریباً مشابه مدل آبشاری می‌باشد، زیرا هر دو مدل از نوع متوالی و ترتیبی می‌باشد. نیازمندی‌ها نیز قبل از اینکه پروژه شروع شود روشن و آشکار می‌باشند. زیرا در هر دو مدل معمولاً برگشت به قبل و اعمال تغییرات بسیار پرهزینه می‌باشد. از این مدل معمولاً در حوزه تولید پزشکی و تولیدات داروئی استفاده می‌شود. زیرا حوزه‌های مذکور حوزه‌هایی مؤکداً منضبط می‌باشند. سناریوهای زیر جهت استفاده از این مدل بسیار مناسب می‌باشند.

۱. نیازمندی‌ها به نحوی تعریف شده و ثابت و بصورت مستند درآمده باشند.
۲. تعریف محصول ثابت و پایدار باشد.
۳. فن‌آوری بصورت پویا نبوده و توسط تیم پروژه به نحوی اثبات شده باشد.
۴. هیچ مقررات دو پهلو، مبهم یا تعریف نشده‌ای وجود نداشته باشد.
۵. پروژه کوتاه‌مدت باشد (طنابی، ۱۳۹۴: ۱۴-۱۳).



شکل (۵): مراحل مختلف مدل V

۵. مقایسه مدل‌ها

در ارتباط به مقایسه مدل‌های مذکور می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. مدل آبشاری و v را فقط باید زمانی که نیازمندی‌ها به‌خوبی درک شده، شفاف و ثابت هستند، تغییر بنیادی در مدت‌زمان توسعه سیستم رخ نمی‌دهد، تعریف واحدی از پروژه وجود داشته، فناوری‌های مورد نیاز به خوبی درک شده‌اند، هیچ‌گونه نیازمندی پیچیده و مبهمی وجود ندارد و منابع مورد نیاز به راحتی در دسترس هستند، به کار برد.

۲. مدل افزایشی، مارپیچی و کدنویسی برخلاف مدل آبشاری و v در پروژه‌های بزرگ کاربرد دارند. این در حالی است که مدل آبشاری و v در پروژه‌های کوچک و مشخص به کار گرفته می‌شود.

۳. در مدل v و آبشاری گذار هر مرحله عاملی بر شروع مرحله بعد می‌باشد و با گذار از مرحله نمی‌توان مرحله را مورد بازبینی قرار داد. این در حالی است که در مدل‌های افزایشی، مارپیچی و کدنویسی امکان اصلاح هر مرحله وجود دارد.

۴. در مدل اصلاح و کدنویسی با ساخت مدل اولیه احتیاجات و نیازمندی‌ها مشخص می‌گردد. این امر برخلاف مدل آبشاری و v می‌باشد. چرا که در این دو مدل نیازمندی‌ها شفاف و ثابت هستند. این در حالی است که در مدل کدنویسی و اصلاح نیازمندی‌ها بر حسب مدل اولیه شناسایی و بر اساس این نیازمندی‌ها مدل نهایی تولید می‌گردد.

۵. در مدل مارپیچی در هر مرحله از تولید نیازمندی‌ها بسط و گسترش و اصلاح می‌گردند. این امر با مدل کدنویسی و افزایشی همخوانی و برخلاف مدل آبشاری و v می‌باشد. در دو مدل آبشاری و v نیازمندی‌ها ثابت و بر حسب نیازهای اولیه مدل طراحی می‌گردد. این در حالی است که در مدل‌های دیگر در هر مرحله بر حسب نیازهای جدید، مدل طراحی و آزمون می‌گردد.

۶. پروژه‌ها در مدل v و آبشاری از نظر دوره زمانی کوتاه‌مدت می‌باشند. این در حالی است که با انعطاف بیشتر مدل‌های افزایشی، کدنویسی و مارپیچی نسبت به دو مدل فوق دره زمانی می‌تواند از کوتاه تا بلندمدت متغیر و بر حسب نیازمندها تغییر پیدا کند.

۷. در پروژه‌های با ریسک متوسط به بالا با توجه به مشخص نبودن نیازمندها، ارزیابی دوره‌ای و غیره نمی‌توان از مدل آبشاری و v استفاده کرد. این در حالی است که مدل مارپیچی یکی از مدل‌های مناسب برای پروژه‌های ریسک‌پذیری می‌باشد. همچنین مدل‌های افزایش و کدنویس نیز نسبت به دو مدل آبشاری و v در ارتباط با پروژه‌های ریسک‌پذیر دارای قابلیت کاربرد بالاتری دارند.

۸. مدل کدنویسی و اصلاح از نظر سادگی نسبت به دیگر مدل‌ها دارای ارجحیت می‌باشد. این مدل را مبتدی‌ترین کاربرهای کامپیوتری نیز می‌توانند استفاده کنند. این در حالی است که کاربرد مدل‌هایی همچون افزایش و مارپیچی نیاز به تخصص و مهارت دارد.

۹. آزمون، تصدیق و اعتبارسنجی در مدل افزایشی، مارپیچی و کدنویسی و v نسبت به مدل آبشاری پیشرفته‌تر و دارای انعطاف‌پذیری بالاتری است. چرا که فرد خبره می‌تواند به جای یک اعتبارسنجی کامل و کلی در انتهای کار، هر افزایش عملکرد را بلافاصله مورد آزمون، تصدیق و اعتبارسنجی قرار دهد. لازم به ذکر است قابلیت آزمون در مدل افزایش نسبت به سایر مدل‌ها در سطح بالاتری قرار دارد.

۱۰. هزینه تصحیح‌های کلی در سیستم در مدل‌های افزایشی، مارپیچی، کدنویسی و V نسبت به مدل آبشاری پایین‌تر است. چرا که در هر مرحله آزمون صورت می‌گیرد. این در حالی است که در مدل آبشاری آزمون در پایان کار صورت گرفته و در صورت خطا در سیستم مدل از اول باید طراحی گردد.

۱۱. مدل مارپیچ نسبت به سایر مدل‌ها از ریسک کمتری برای مشتری برخوردار است. زیرا این مدل همگام با روند تولید طبیعی هر محصول بوده و در حالی که کمترین ریسک را برای مشتری می‌تواند به دنبال داشته باشد، منافع شرکت تولید کننده را نیز به همراه دارد.

۱۲. مدل آبشاری در پروژه‌هایی به کار می‌رود که تعداد کارشناسان و متخصصان در آن حوزه زیاد باشد. این در حالی است که در مدل‌های دیگر علی‌الخصوص افزایشی با توجه به اینکه اطلاعات مرحله به مرحله کسب و توسعه داده می‌شود؛ در پروژه‌هایی که تعداد متخصصان در آن حوزه کم می‌باشد، نیز می‌توانند به کار روند.

۶. نتیجه‌گیری

حال که از تکنولوژی سیستم‌های خبره برای حل مسائل دنیای واقعی استفاده می‌شود، سیستم‌های خبره باید از کیفیت مناسبی برخوردار باشند. عوامل متعددی باید در طراحی یک سیستم خبره در نظر گرفته شود که انتخاب مسئله، هزینه و عایدی از آن جمله‌اند. برای ساخت یک سیستم موفق باید جنبه‌های مدیریتی و فنی مورد نظر قرار گیرند. یکی از مفاهیم بسیار مفید مهندسی نرم‌افزار، چرخه حیات است. مفهوم چرخه حیات، فرآیند ایجاد نرم‌افزار را به صورت یک سری مراحل در نظر می‌گیرد که از مفهوم اولیه شروع شده و به مرگ نرم‌افزار ختم می‌شود. با اجرای پیوسته یک چرخه حیات می‌توان نرم‌افزاری با کیفیت بالا ایجاد نمود. از دیرباز چندین مدل مختلف از چرخه‌های حیات برای سیستم‌های خبره مطرح شده که در این پژوهش پنج نمونه از این مدل‌ها شامل مدل آبشاری، افزایش، کدنویسی و اصلاح، مارپیچی و v مورد تعریف و بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که مدل کدنویسی و اصلاح از نظر فراوانی کاربرد و قابلیت استفاده برای افراد نیمه ماهر نسبت به مدل‌های دیگر دارای ارجحیت بوده است. این در حالی است که مدل آبشاری از مدل‌های اولیه چرخه حیات بوده و اصلاح این مدل باعث شکل‌گیری سایر مدل‌ها همچون مدل v و افزایشی گردیده است. در مدل آبشاری نیازها و اطلاعات باید مشخص و ثابت بوده و نمی‌توان از آن در پروژه‌های بزرگ و پروژه‌هایی که در آن تعداد متخصصان کم می‌باشد، استفاده کرد. همانگونه که ذکر گردید مدل افزایش از توسعه مدل آبشاری حاصل گردیده و مزیت اصلی این روش آن است که افزایش قابلیت‌های عملکردی در مدل افزایشی را بسیار راحت‌تر از"محصول هر مرحله" در مدل آبشاری می‌توان مورد آزمون، تصدیق و اعتبارسنجی قرار داد. مدل مارپیچ نسبت به سایر مدل‌ها از ریسک کمتری برای مشتری برخوردار است. چرا که این مدل همگام با روند تولید طبیعی هر محصول می‌باشد. به طور کلی بر اساس نتایج این پژوهش مشخص گردید که از دیرباز مدل‌های متنوعی در چرخه حیات معرفی گردیده‌اند و هر کدام نسبت به یکدیگر دارای مزایا و معایبی می‌باشند که با توجه به اهداف، نوع پروژه، مدت زمان، هزینه، درجه نظم و ترتیب و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند.

منابع و مآخذ

۱. اشرف نیا، محمد، جوانمرد، مهدی (۱۳۹۳)، استفاده از سیستم‌های خبره در نظام آموزش الکترونیکی، چهارمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت فناوری اطلاعات، ارتباطات و کامپیوتر، موسسه آموزشی- تحقیقاتی نورباران اندیشه، قم.

۲. تائبی، حمیدرضا (۱۳۹۷)، چرا مدل‌های آبشاری هنوز جزو برترین متدولوژی‌های دنیای نرم‌افزار است؟، ماهنامه شبکه، شماره ۲۰۷، پرونده ویژه (متدولوژی‌ها، الگوها و معماری نرم‌افزار).

۳. دلیری، محمد (۱۳۹۶)، سیستم‌های خبره، انتشارت بهسان اندیش.

۴. طنابی، حسن (۱۳۹۴)، جزوه آموزشی سیستم‌های خبره، فصل دوم (مدل‌های فرآیند)، موسسه آموزش عالی صنعتی مازندران.

۵. غضنفری، مهدی، کاظمی، زهره (۱۳۸۹)، اصول و مبانی سیستم‌های خبره، تهران، انتشارات دانشگاه علم و صنعت.

۶. فتاح اله بیاتی، محسن (۱۳۹۵)، بررسی مفهوم سیستم خبره و ارائه یک نمونه از کاربرد آن، نخستین مجله مهندسی صنایع در استان اصفهان، علمی- فنی- تحلیلی- خبری، سال ۱۱، شماره ۲۵، صص ۶۳-۵۷.

۷. قریب، الهام (۱۳۹۲)، چرخه حیات سیستم‌های خبره، پست اینترنتی، سامانه مدیریت وبلاگ دانشگاه فردوسی مشهد.

۸. قیدرپور، سعید (۱۳۹۲)، چرخه حیات تولید نرم‌افزار، راهنمای آموزشی، انتشارات شرکت ملی انفورماتیک ایران.

۹. کریمی، محمدحسین، آتشگر، کریم، خیاط سرکار، محمد سعید (۱۳۹۲)، توسعه یک سیستم خبره جدید برای کنترل آماری فرایند در صنایع تولیدی، مجله کیفیت و بهره‌وری صنعت برق ایران، سال دوم، شماره سوم، صص ۴۰-۲۹.

۱۰. مک لوید، ریموند (۱۳۷۸)، سیستم‌های اطلاعات مدیریت، ترجمه مهدی جمشیدیان و اکبر مهدی‌پور، اصفهان، انتشارات دانشگاه اصفهان.

۱۱. منصورکیا، منصور (۱۳۷۰)، تجزیه‌وتحلیل سیستم‌ها و روش‌ها، تهران، انتشارات مروارید، چاپ اول.

۱۲. مهدوی، غلامحسین، محمدی، سامان (۱۳۸۹)، کاربرد سامانه‌های خبره در حسابرسی، دانش حسابرس، دوره جدید، سال ۱۰، شماره ۳، صص ۳۸-۲۲.

۱۳. . Gulati, anile & Yasin (1994), Mohammad; Decision Support in Commodities Investment: An Expert System Application, Industrial Management & Pate System, vol.94, No.1, p.56.

۱۴. AICPA, (1988). "The Auditor' Consideration of an Entity's Ability to Continue as a Going Concern, Statements on Auditing Standards, No. 59.

۱۵. Bryant, K. (2001). ALEES: an agricultural loan evaluation expert system. Expert Systems with Applications, 21 (2):75 -85.

۱۶. Hagan, J. M., Mark, A. and D. K. Schneider (2002). “Using a neurofuzzy expert system to address ambiguity problems in dept/equity issues of closely held corporations”. Academy of Accounting and Financial Studies Journal, No. 1, Volume. 6, Issue. 1, pp. 1-7.

۱۷. kakoty, Sangeeta, Shikhar Kr. Sarma, (2011), Expert System Applications in E-Learning Environment:Analysys on Current Trends and Future Prospects.

۱۸. Metaxiotis, K., Psarras, J. (2003). Expert systems in business: applications and future directions for the operations researcher. Industrial Management & Data Systems, 103 (5): 361 - 368.

۱۹. Money, W., Turner, A. (2004). Application of the Technology Acceptance Model to knowledge management systems, System Sciences, 46 (2): 186-204.

۲۰. Sanders, D., Tan, Y. Ch., Rogers, I., Tewkesbury, G. E. (2009). An expert system for automatic design-for-assembly. Assembly Automation, 29 (4): 378–388.

۲۱. Yang, D. and M. A. Vasarhelyi (2000). The Application of Expert Systems in Accounting, www. scholar.google.com/scholar?q=The+Application+Of+Expert+Systems+In+Ac o nting+YANG+ and+Vasarhelyi&hl=fa&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar.