

کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی در مدیریت منابع آب

محمد هوشمندزاده ، هوشنگ حسونی زاده

کارشناس مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز و و عضو باشگاه پژوهشگران جوان

معاون مطالعات پایه و طرحهای جامع منابع آب سازمان آب و برق خوزستان

hooshmandzadeh_civil@yahoo.com

چکیده

در مقاله حاضر چارچوب کلی برای یک سیستم هوشمند جهت تصمیم گیری در مورد مدیریت منابع آب ارائه می شود. واضح است که با توجه به گستره زیاد مسائل مدیریتی خصوصاً در مورد منابع آب، سیستم هایی با مشخصات مختلف می توانند طراحی شوند. گرچه هریک از این سیستم ها مشخصه ها و ویژگیهای خاص خود را دارند ولی در اصل دارای یک ساختار مشترک و کارکردهای نظیر می باشند. بحث درباره این ساختار مشترک و کارکرد مولفه های آن اساس این مقاله را تشکیل می دهد.

کلید واژه ها: مدیریت منابع آب ، شبکه های عصبی مصنوعی ، ماجول ، مدل سازی ، محاوره

۱- مقدمه

در دهه های اخیر افزایش تقاضای آب موجبات کاهش نگران کننده سرانه منابع آب تجدید شونده را با توجه به محدودیت این منابع در نقاط مختلف دنیا فراهم آورده است. از این جهت بهره برداری از این منابع به شکل مطلوب ، موثر و کارا برای تضمین توسعه پایدار یکی از مهمترین موضوعات مطرح در محافل بین المللی بوده است. لازم به ذکر نیست که این ماده حیاتی در منطقه ما که در بخش خشک و نیمه خشک کره زمین قرار داشته باشد. در حال حاضر آب تامین شده طرحهای دولتی که از طریق سرمایه گذاری در طرحهای عمرانی به بهره برداری رسیده اند بها و ارزش واقعی خود را نیافته اند و به خاطر تفاوت زیاد قیمت آب با قیمت تمام شده ، با اتلاف بیشتر و بازدهی کمتری به مصرف می رسند. این روش برخورد به دلایل زیر قادر به پایداری نیست: ۱- محدودیت اعتبارات بخش دولتی. ۲- افزایش مستمر قیمت آب. ۳- بروز مسائل زیست محیطی در اثر آلودگی آبها. ۴- اتلاف بیشتر آب

بدین ترتیب آب اندک اندک تبدیل به کالایی با ارزش اقتصادی بالا تبدیل خواهد شد. در این وضعیت تصمیم گیری های مدیریتی و برنامه ریزی ملی آب و به تبع آن مصرف کنندگان نهایی چه در بهره برداری و تخصیص مجدد و چه در توسعه و تخصیص های جدید می باید دگرگون شود. ارزش اقتصادی قائل شدن برای آب در مدیریت و برنامه ریزی ملی بدین معنی است که حداقل فواید اجتماعی درازمدت هراقدام از هزینه های اجتماعی درازمدت آن کمتر نباشد. بازده اقتصادی طرحهای بزرگ توسعه منابع آب ، به عنوان اصلی ترین یا حداقل یکی از اصلی ترین معیارهای تصمیم گیری در برنامه ریزی اینگونه طرحها اعلام شده است. در حالی که توجه و تاکید بر سایر اهداف یکی از مباحث رایج مدیریت و برنامه ریزی منابع آب بوده و هست ، تحقق هدف اصلی در عمل بطور جدی مورد تردید قرار گرفته است. این تردیدها که پس از شروع بهره برداری از طرحهای بزرگ آغاز شده بود ، امروز بسیار گسترده تر از گذشته است. بحث ها و چاره جویی ها ، توجهات بیشتری را به مقولات " مدیریت " ، " سیاستگذاری " و " تعدیلات لازم نهادی " در سطح کلان معطوف کرده است. نکته قابل تاکید در این مقاله آن است که این گرایشها به سطوح پایین تر مدیریتی نیز سرایت خواهد نمود یا باید سرایت کند. یعنی پیش بینی می شود که یکی از پیامدهای اصلی مباحث روز در مدیریت منابع آب ، اهمیت یافتن اقدامات نهادی برای ایجاد و تقویت مدیریت مقتدر و خردمندانه اقتصادی در سطح طرحها منابع آب خواهد بود. موضوع دیگر ، تکیه بر ضرورت ایجاد رابطه بین نیازهای درونی هر منطقه یا کشور و گرایشهای جدید مدیریتی منابع آب در سطح بین المللی می باشد. چگونگی ایجاد ارتباط و سازگاری بین حرکتها و اقدامات ملی و گرایشهای عمومی در سطح بین المللی می تواند موضوع اصلی تفکر مدیریت کلان هر کشور برای حفاظت و بهره برداری شایسته از منابع طبیعی آن محسوب می شود. در گذشته ای نه چندان دور ، زمانی که نیازهای جوامع بشری به آب در قیاس با پتانسیل ها ، اندک بود. این سرمایه کمتر مورد توجه و اهمیت قرار داشت. با گذشت زمان ، به خاطر افزایش جمعیت و تغییر الگوی زندگی و گوناگونی مصرف ، نیاز به آب ابعاد وسیعتری یافت به گونه ای که فاصله بین تقاضا و پتانسیل ها به خصوص در دهه های اخیر به شدت کم شده و حتی در برخی از نقاط دنیا ، تقاضا از مرز پتانسیل نیز فراتر رفته است. کنفرانس سازمان ملل در ژانویه ۱۹۹۲ در دوبلین به خوبی روشن ساخت که جامعه بشری در خطر خواهد بود. مگر اینکه منابع آب و خاک به نحو موثرتری مدیریت شوند. در حالی که در بسیاری از کشورهای در حال توسعه روش کار بصورت زیر است: ۱- نخست باید روی منابع جدید و استفاده

نشده مطالعه و تاکید کرد. ۲- سعی بر این است که منابع آب شناخته شده آب در اکثر اوقات با سوسپید زیاد برای تولید مواد غذایی، تامین آب شرب و بهداشت، صنعت و... در دسترس قرار گیرد.

۲- تعریف مدیریت منابع آب

مدیریت منابع آب شامل کلیه فعالیتهایی است که به منظور تهیه، توزیع، مصرف، تنظیم، تصفیه و تعیین وضعیت آب صورت می گیرد. این فعالیتها به سه نوع هستند: ۱- آن دسته که به تخصیص و توزیع عرضه آب موجود توجه دارند و از طریق روشهای قانونی یا اقتصادی، مصرف آن را در میان مصرف کننده های مختلف تنظیم می کنند. ۲- آن فعالیتهایی که در جستجوی مصرف آب موجود با راندمان بیشتر می باشند. ۳- آن دسته که به تغییر تولیدات آبی، کمیت، کیفیت و رژیم آن توجه دارند.

در بسیاری از مناطق بیشترین مشکلات منابع آب از نوع اول می باشد که شامل مسائل اجتماعی و قانونی رقابت بین مصرف کنندگان در مصرف آب موجود به جای تامین آب اضافی است. برای مثال تخصیص بخشی از آب کشاورزی برای مصارف شهری و صنعتی از این نوع است. در این حال مسائل اقتصادی و قانونی ممکن است آب موجود را تخصیص مجدد دهد، ولی مقدار آب موجود توسط چنین روشهایی افزایش نمی یابد و آب مصرفی مناسب برای یک هدف، بطور ساده برای هدف دیگر آماده نمی باشد. روشها و تکنیکهای متعددی به خصوص در صنعت وجود دارد که یک مقدار آب معین ممکن است با راندمان بیشتری بکار برده شود یا چندین بار استفاده مجدد شود. در هر حال باید توجه شود که چنین روشهایی اغلب باعث کاهش آب دریافت شده از مقدار آب تولید شده می شوند و به ندرت مقدار مصرف آن را کم می کنند و هیچ گاه کل آب تولید شده را افزایش نمی دهند. تغییر در مقدار تولید آب، سومین روش مدیریت منابع آب می باشد. تغییر هریک از خصوصیات تولید آب بدون تغییر سایر ویژگی ها اگر غیر ممکن نباشد مشکل می باشد. برای کنترل رواناب چه از طریق ساختمانهای مهندسی انجام شود و چه از طریق مدیریت زمین اعمال گردد، هزینه ای وجود دارد. در هر صورت راه حلهای متفاوتی برای تغییر تولیدات آبی می تواند به راحتی با تفکیک مسائل به ۳ گروه زیر مورد توجه قرار گیرد: الف- مسائل مربوط به تامین مطلق آب. ب- مسائل مربوط به رژیم آبی. پ- مسائل مربوط به کیفیت آب.

۳- سیر برنامه ریزی منابع آب

راوس و انسه در سال ۱۹۵۷ مطالعه ای در مورد تاریخچه هیدرولیک انجام دادند و بیسواس در سال ۱۹۷۰ تاریخ هیدرولوژی را نوشت، که این دو کتاب منابع اصلی در برنامه ریزی و مهندسی منابع آب به شمار می روند. بر اساس گفته بیسواس سابقه کارهای مربوط به منابع آب بر اساس شواهد موجود به ۳۲۰۰ سال قبل از میلاد بازمی گردد. به مناسبت دویستمین سال استقلال آمریکا در سال ۱۹۷۶، مراسمی از طرف "جامعه مهندسان آمریکا" تحت عنوان "برنامه ریزی منابع آب آمریکا" از سال ۱۷۷۶ تا ۱۹۷۶ برپا شد. در ۵۰ سال اخیر برنامه ریزی منابع آب از شیوه ای ساده به روالی پیچیده سیر کرده است. این سیر را می توان با برنامه ریزی آبرسانی برای یک جامعه ترسیم نمود.

۴- فرایند کلی برنامه ریزی و مدیریت منابع آب

مراحل زیر معمولاً در برنامه ریزی و مدیریت هر پروژه عمده مربوط به آب مطرح می شود:

۱- تعیین هدفها و منظورها و سیاستهای کلی. ۲- شناسایی و تحلیل مساله: شامل گردآوری اطلاعات، تصویر روابط متقابل عرضه و تقاضا، بهره برداری از آب و زمین، فرصتهای توسعه و مدیریت است. ۳- شناسایی راه حلها و ارزیابی اثرات: راه حلهای ساختمانی، راه حلهای غیر ساختمانی و ارزیابی مقدماتی اثرات است. ۴- تدوین گزینه ها و تحلیل آنها: معیارها و دستورالعملهای مقایسه گزینه ها، تدوین تدابیر ساختمانی و غیر ساختمانی گزینه ها و ارزیابی تفضیلی اثرات. ۵- پیشنهادها شامل اولویتهای و زمان بندی برای اجراسازمانی که مسوولیت برنامه ریزی منابع آب را بر عهده دارد باید فعالیتهای خود را ضمن مشارکت دادن افراد ذینفع در پروژه و نیز سازمانهای دولتی دست اندرکار و گروههای علاقه مند و دیگر سازمانها هماهنگ سازد. روشهای برنامه ریزی منابع آب از فنون بسیار ساده مورد کاربرد در اصول حرفه ای گرفته تا رهیافتهای بهینه سازی ماهرانه ریاضی را در بر می گیرد. انتخاب یک روش برای برنامه ریزی به نوع پروژه، خواسته های رسمی سازمان ریز، فراهم بودن نیروی انسانی، پول و تجهیزات تحقیقاتی و توانایی و نیروی برنامه ریزان بستگی دارد.

۵- تخصصهای مورد نیاز در برنامه ریزی منابع آب

فهرست وظایف برنامه ریزی برای مهارکردن سیل نشان می دهد که حداقل حضور مهارتهای زیر لازم است: ۱- مهندسان در رشته های ساختمان، مکانیک، برق، نقشه برداری، سازه، آب شناسی و... ۲- متخصص برنامه ریزی زمین شهری و منطقه ای. ۳- مهندس معمار. ۴- جامعه شناس. ۵- متخصص املاک، و اسکان مجدد. ۶- متخصص تهیه گزارش. اگر یک پروژه برای توسعه ای با اهداف چند منظوره باشد، احتمالاً تخصصهای دیگری نیز برای مطالعه مورد نیاز می باشد. اگر سیستم های تحلیل پیچیده بکار گرفته شود، وجود متخصصان کامپیوتر هم ضروری است.

۶- اهداف توسعه منابع آب

روشهای برنامه ریزی منابع آب برای مشخص نمودن تدابیری که در راستای رفع نیازهای آبی بکار گرفته می شود ، جهت بهره برداری از فرصتهای بدست آمده به منظور توسعه منابع آب ، و برای توسعه منابع طبیعی آب و منابع زمین مربوط به آن مورد استفاده قرار می گیرد. اهداف و وظایف مدیریت منابع آب به شرح ذیل است: ۱- آبرسانی برای استفاده های شهری و صنعتی.

۲- آبرسانی برای استفاده در روستاها ۳- تامین نیروی برق آبی ۴- زهکشی ، مهار کردن رسوب ، تثبیت خاک ، مهار فرسایش و جریانهای اضافی ۵- مدیریت زمینهای شهری و روستایی و آبخیزها
برنامه ریزی ، توسعه و مدیریت منابع آب نیز می تواند برای رفاه عمومی مورد استفاده قرار گیرد .

۷- نقش پروژه های برنامه ریزی منابع آب

برشمردن خطوط کلی نقشهای برنامه ریزی برای یک پروژه مهار کردن سیل شهری ، نمایی از پیچیدگی یک پروژه نمونه منابع آب را که در آن تخصصهای حرفه ای مختلف درگیر می باشد را نشان می دهد. برخی از فعالیتهایی که اکنون تشریح خواهند شد با هم تداخل دارند ، برای مثال مطالعات زیست محیطی که پیش از عملیات ساختمانی آغاز می شود در انتها آمده است.

۱- مدیریت و هماهنگی ۲- تحلیل اطلاعات پایه ای شامل نقشه ، عکسهای هوایی ، دبی جریان و...
۳- تعیین ضرورتهای مهار کردن سیل ۴- تعیین مناطق تحت اثر سیل ۵- تعیین ویژگی های بهینه سیل ۶- پیش بینی فعالیتهای آینده در مناطق سیل زده ۷- ارزیابی اثرات جامعه شناسی ۸- تحلیلهای مالی ۹- تحلیلهای اقتصادی
فعالیتهای برنامه ریزی که در بالا آمده ، نیازمند تهیه گزارش کار است. میزان اطلاعات جزئی مهندسی در این گزارش باید بیش از یک گزارش مقدماتی ولی کمتر از اطلاعات مورد نیاز برای طراحی یک پروژه باشد.

۸- اصول و مبانی شبکه های عصبی

۸-۱- مبانی شبکه های عصبی

شبکه های عصبی مصنوعی ، بر اساس مدل بیولوژیکی مغز جانوران بوجود آمده اند . این شبکه ها در اصل یک سیستم داده پردازشی اطلاعات است که از تعمیم یافتن مدلهای ریاضی آنها بوجود آمده است. شبکه های عصبی مصنوعی سیستمهایی هستند که قادرند انجام عملیاتی همانند مغز انسان را به نمایش درآورند. نرونها بر اساس ساختارهایی که بین آنها پیامها هدایت می شوند به سه دسته نرونهای حسی ، نرونهای محرک و نرونهای ارتباطی تقسیم بندی می شوند. شبکه های عصبی مصنوعی (Artificial Neural Network - ANN) یا به زبان ساده تر شبکه های عصبی سیستمها و روش های محاسباتی نوینی هستند برای یادگیری ماشینی، نمایش دانش، و در انتها اعمال دانش به دست آمده در جهت پیش بینی پاسخهای خروجی از سامانه های پیچیده. ایده اصلی این گونه شبکه ها (تا حدودی) الهام گرفته از شیوه کارکرد سیستم عصبی زیستی، برای پردازش داده ها، و اطلاعات به منظور یادگیری و ایجاد دانش قرار دارد. عنصر کلیدی این ایده، ایجاد ساختارهایی جدید برای سامانه پردازش اطلاعات است. این سیستم از شمار زیادی عناصر پردازشی فوق العاده بهم پیوسته با نام نورون تشکیل شده که برای حل یک مسأله با هم هماهنگ عمل می کند. با استفاده از دانش برنامه نویسی رایانه می توان ساختار داده ای طراحی کرد که همانند یک نرون عمل نماید. سپس با ایجاد شبکه ای از این نورون های مصنوعی به هم پیوسته، ایجاد یک الگوریتم آموزشی برای شبکه و اعمال این الگوریتم به شبکه آن را آموزش داد

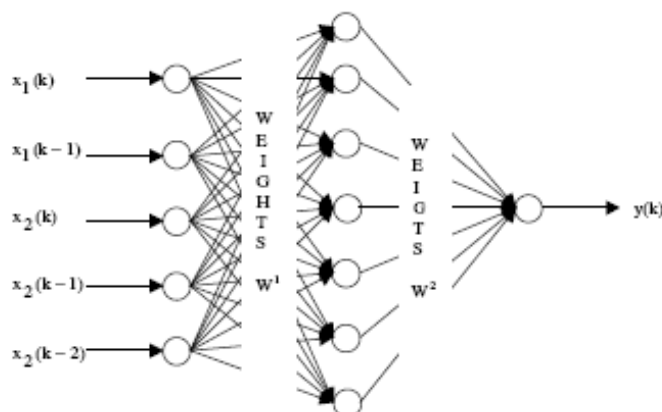
۸-۲- مبانی مدل ریاضی شبکه های عصبی مصنوعی

۱- مدل نرون مصنوعی

یک نرون ، کوچکترین واحد پردازشگر اطلاعات است که اساس عملکرد شبکه های عصبی مصنوعی را تشکیل می دهد. نرون مصنوعی برای تقلید مشخصات اولیه نرون بیولوژیکی طراحی شد.

۲- شبکه های عصبی مصنوعی تک لایه

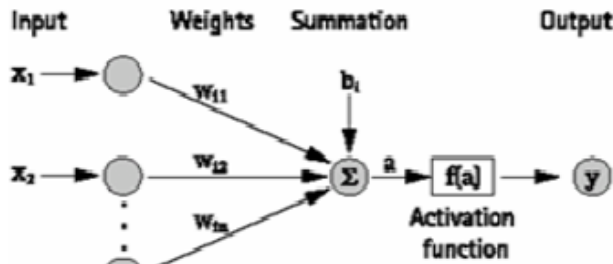
گرچه یک نرون تنها توابع محرک با طرح ساده معینی را نشان می دهد ولی توان اصلی محاسبات عصبی بواسطه اتصالات نرونها در شبکه است. ساده ترین شبکه گروهی از نرونهای تنظیم شده ، در یک لایه است.



تصویر (۱) - شبکه عصبی چند لایه

۳- شبکه چند لایه پرسپترون

شبکه عصبی مصنوعی از تعدادی واحد محاسباتی به نام نرون تشکیل شده است. شبکه عصبی مصنوعی نوعی سیستم پردازشگر موازی جهت دار بوده و دارای خصوصیات زیر است: ۱- نرون های عصبی ، پردازنده های شبکه هستند. ۲- اتصالات شبکه دارای وزن ویژه ای هستند که روی سیگنالهای عبوری تاثیر می گذارند. ۳- هر نرون ، مجموع وزن دار ورودی خود را حساب کرده و پس از گذر از تابع آستانه ، خروجی را بدست می دهد. ۴- وزنه های اتصالات شبکه در طی روال آموزش ، با توجه به قانون یادگیری تغییر می کنند و پس از تحقق یادگیری ، وزنه های تثبیت شده بعنوان حافظه شبکه عمل می کنند.



، قادر هستند

تصویر (۲) - ورودی و خروجی شبکه عصبی

۴- مقایسه شبکه های عصبی تک لایه و چند لایه

شبکه های عصبی چندلایه دارای توانایی بیشتری نسبت به هر تابعی را با دقت دلخواه تقریب بزنند در حالی که شبکه

۵- مفاهیم و نکات قابل توجه

شبکه های عصبی مصنوعی از تعدادی پردازشگر به نام نرون یا سلول یا واحدها تشکیل می شوند که بطور موازی عمل می کنند. نرونها ، بخودی خود توابع آزمون هستند ولی بصورت مجموعه در قالب شبکه ، می توانند مسائل پیچیده از مساله ارزیابی نرخهای پیشرفت کار گرفته تا تخمین پیش تنیدگی کابلهای بالابر را حل نمایند.

۶- آموزش (Training)

قابلیت یادگیری یعنی توانایی تنظیم پارامترهای شبکه در مسطر زمان وقتی که محیط شبکه تغییر می کند و شبکه شرایط جدید را تجربه می کند. اکثر الگوریتمهای آموزشی بکار رفته بر مبنای آموزش با نظارت می باشد. همگرایی این الگوریتم ها از دیدگاه ریاضی ثابت شده است ، بطوری که در روش دلتای تعمیم یافته مشتق اول خطای کل ، برای تعدیل وزن ها بکار برده می شود ، که با اعمال این تعدیل خطای کل کاهش می یابد.

۷- تعمیم (Generalization)

هدف از آموزش ایجاد تخمین قابل قبول در محدوده مطلوب مساله است. عوامل موثر در توان تعمیم دهی شبکه عصبی عبارتند از : نوع شبکه و الگوریتم آموزشی ، تعداد و بافت نرونهای میانی ، تعداد و پراکندگی الگوهای آموزشی. توان تعمیم دهی شبکه های عصبی مصنوعی بر درونیابی استوار است . با وجود این توان تعمیم بر مبنای برون یابی نیز مهم است. میتوان گفت که شبکه تابع را یاد می گیرد ، الگوریتم را می آموزد و یا رابطه مناسبی را برای برخی نقاط در فضا بدست می آورد.

۸- تعداد نرونهای میانی

در حالت کلی ، هیچ روش مستقیمی برای تعیین مناسبترین تعداد برای نرونهای لایه میانی وجود ندارد و این مساله ، به خصوص وقتی پیچیده تر می شود که تعداد لایه های میانی بیشتر گردد. هرگاه نرونهای میانی بسیار کمی در شبکه وجود داشته باشند ، بدست آوردن مدل دقیق همه شکل های سطح پاسخ ، میسر نخواهد بود. در تلاش برای رفع این مشکل، معمولاً ، محدوده ای از بافتار نرونهای میانی متفاوت ، در نظر گرفته می شود و بافتاری که بهترین کارایی را داشته باشد پذیرفته می شود.

۹- ارزیابی شبکه

قبل از بکارگیری یک شبکه عصبی لازم است ارزش نتایج آن تعیین شود. ارزیابی معمولاً شامل تعیین میزان کارایی شبکه روی مسائل آزمونی است که در آموزش شبکه بکار نرفته اند ، ولی برای مقایسه مناسب هستند. مسائل آزمونی باید به گونه ای انتخاب شوند که در همسایگی الگوهای آموزشی خاصی قرار نگیرند.

۱۰- شکل داده ها و نحوه بیان آنها

داده های ورودی یا خروجی یک شبکه معمولاً به شکل پیوسته یا گسسته هستند. گرچه گاهی اوقات ممکن است بصورت پارامتری یا ترکیبی از همه اینها باشند.

۱۱- روش آموزش شبکه

الگوریتم های مورد استفاده بسته به نوع مساله می تواند از نوع متنوعی که درباره آن صحبت شد انتخاب شوند ولی شکل آموزش می تواند یا بصورت تعدیل ساده وزنها باشد و یا تعدیل ساختار شبکه انجام گردد.

۹- مدلسازی سیستم های مدیریتی منابع آب

سیستم های مدیریتی ، سیستم هایی مرکب هستند .به همین جهت به روشهایی نیاز است تا بتواند در عین تفکیک منطقی ، متدولوژی های تحقیق در این حوزه ها را تلفیق نماید. گامهای مدل سازی را می توان به اختصار بدینگونه بیان نمود:

۱-۹- ساماندهی دانش اولیه و تعیین اهداف کلی

برای شروع به مدل سازی سازماندهی دانش اولیه از سیستم بسیار ضروری است. در اصل بیشتر متخصصین با توجه به پسرینه ها و تحلیل روابط منطقی درباره رفتار یک پدیده می توانند توجیهاتی کیفی و کلی ارائه کنند. این دانش همراه فرضیات و راهبردهای کلی برای مطالعه سیستم است. در همین مرحله اهداف کلی و کلان از مدل سازی باید مشخص شود. در یک طبقه بندی کلی این اهداف می تواند بصورت زیر باشد:

۱- شناسایی سیستم

هدف از مدل سازی به منظور شناسایی ، درک فرایندهای موجود در یک سیستم ، عوامل موثر و تشریح اتفاقات و تغییرات کارکردی سیستم از طریق مدل های سیستم است. این مدل ساختار و کارکرد سیستم ها و زیر سیستم ها و نیز ورودی ها و خروجی های هرکدام را معرفی می کند. بنابراین می تواند نیازهای زیر را برآورده کند:

الف- مقادیر و اندازه های خروجی ها در صورتی که ورودی ها و متغیرهای سیستم معلوم باشد.

ب- عوامل موثر بر رفتار سیستم

پ- نرخ تغییر خروجی به ازای تغییر عوامل موثر

۲- پیش بینی رفتار

مدلهای پیش بینی ناظر به تعیین رفتار سیستم است که در اثر شرایط یا متغیرهای سیستم در آینده اتفاق می افتند. این امر ممکن است به شکل صورت پذیرد:

الف- پیش بینی از طریق ویژگی ها و خصوصیات مانند اینکه بدانیم پدیده ای بصورت متناوب اتفاق می افتد.

ب- پیش بینی از طریق مدل شناسایی همراه با مدلهایی جهت تخمین تغییرات عوامل موثر و متغیرها در آینده

۳- کنترل سیستم

مدلهای کنترلی مدلهایی هستند که خروجی های مورد نظر را از طریق اعمال سیاستها و روشهای مدیریتی تعیین می کنند. این روش ها به دو صورت می توانند اعمال شوند: الف- تغییر شرایط و محیط که متغیرها و عوامل موثر را در جهت دلخواه تغییر می دهند. ب- تغییر مستقیم متغیرها و عوامل موثر.

هریک از روشهای بالا بایستی بر اساس مطالعات جامع صورت پذیرد تا امکان هرگونه مشکلاتی را در آینده برطرف سازد. با وجود این نتایج این سیاستها و روشها می توانند از طریق مدارهای بازخوردی با نتایج مطلوب مقایسه و مورد اصلاح قرار گیرند.

۴- بهینه سازی

مدلهای بهینه سازی مدلهایی هستند که در آنها با توجه به شرایط و محدودیتهای موجود ، تصمیم های مدیریتی اتخاذ می گردد که نتایج بهینه ای با توجه به مجموعه اعمال و تصمیمات مجاز عاید می کند. این تصمیمات می تواند با دو هدف اتخاذ شوند: الف- اتخاذ تصمیماتی که اجرا آنها می توانند نتایج مطلوب عاید کنند. ب- اتخاذ تصمیم ها بر مبنای یک برنامه دراز مدت و مرحله ای که ملاحظات استراتژیک نیز در آن صورت می پذیرد.

۲-۹- تحلیل مساله

پس از ساماندهی اطلاعات اولیه سیستم و تعیین اهداف کلی مدل سازی ، همزمان باید مرحله تعیین سیستم ، مرز آن ، اهداف جزئی و نیز طراحی و انجام آزمایش جهت بدست آوردن اطلاعات مورد نیاز صورت پذیرد. در این مرحله باید مرزهای سیستم برای مدل سازی شناسایی شده زیر سیستم ها مشخص گردد و طرح اولیه ای از ساختار و کارکرد آنها ارائه داده شود . همچنین اهداف جزئی عبارت خواهد بود از تعریف دقیق تر سیستم ، تعیین پارامترهای ورودی-خروجی سیستم و زیر سیستم ها و اینکه در مدل سازی چه فرایندهایی در سطح سیستم و زیر سیستم ها باید در نظر گرفته شوند. با توجه به اینکه در اکثر موارد محدودیتهایی برای کسب اطلاعات مورد نیاز مدل سازی وجود دارد تعریف سیستم باید آنچنان اصلاح شود تا این محدودیتهای را جبران کند. این محدودیتهای به دو شکل در مدل سازی اثر می گذارند: ۱- محدودیتهایی که روی دامنه صحت مدل و یا نوع مدل تاثیر می گذارند . به عبارت دیگر در داخل مرز سیستم با توجه به تعریف سیستم می توان از ابزارهای مختلف مدل سازی با درجه های دقت متفاوتی استفاده کرد. ۲- محدودیتهای باعث می شوند تا تعریف سیستم و در نتیجه ویژگی های مرتبط با آن محدود گردد. در این حالت سیستم باید به متغیرهایی که اطلاعات مربوط به آنها وجود داشته باشد محدود شود.

اگر این محدودیت چنان باشد که متغیرهای مورد نظر را از سیستم حذف نماید تجدید نظر کلی در مورد اهداف و تعریف سیستم ضروری است و در این باره باید به فکر طراحی سیستم هایی بود که محدودیتهای فوق الذکر را بر طرف نمایند. در حقیقت این سیستم ها از اهمیت استراتژیک در سطح ملی برخوردار خواهند بود. به عنوان مثال از اینگونه سیستم ها می توان از پایگاههای اطلاعات هیدرومترولوژیک در سطح کشور نام برد. روش دیگر استفاده از مدلهای کیفی می باشد . این مدلها همراه مدلهای کمی می تواند صحت تصمیم را افزایش دهد. برای مثال یافتن احتمال هایبشین در تصمیم گیری با کمک این مدلها می تواند صورت گیرد. از آنجا که مدلهای کیفی ، سیستم ها را در سطح کلان و از دید کیفی بررسی می کند توانایی پیش بینی دقیق و یا ارائه راه حل های مشخص که به پیامدهای کاملاً معلوم و مشخص بیانجامد را ندارد ، ولی با این توصیف میتواند به سوالات بنیادینی پاسخ دهد که شاید هیچ روش کمی برای آنها وجود نداشته باشد . این امر به عنوان مثال می تواند از طریق یافتن متغیرهای اساسی ، نحوه پراکندگی و

تغییر آنها در زمان ، عوامل این تغییرات متغیرهای حاشیه ای ، حذف برخی متغیرها و ساده سازی روابط پیچیده به روابطی که بتواند معرف جهت تغییرات باشند ، می تواند صورت گیرد. لذا مدل‌های کیفی تصویر ساده و روشنی از دینامیزم کلی سیستم و رفتار آن ارائه می کند و لذا به راحتی قابل تغییر تحت شرایط جدید است یعنی ساختار آن از پیچیدگی مدل‌های کمی برخوردار نیست.

۳-۹- انتخاب مدل و ارزیابی آن

در این مرحله برای سیستم ، زیر سیستم و یا متغیرها مدل‌های مناسب انتخاب می شود. اینکه تا چه سطح مدل‌ها تولید شوند بستگی به دقت در نظر گرفته شده دارد. در مجموع مدل‌های تولید شده در این مرحله کاملاً با نتایج دو مرحله قبل همبسته هستند. این مدل‌ها مبتنی بر فرضیاتی هستند که راجع به سیستم صورت گرفته و نیازهایی که از مدل‌سازی مد نظر هستند. بنابراین اعتبار آنها بستگی به اعتبار فرضیات مذکور دارد و نیز بررسی صحت مدل در این مرحله حائز اهمیت است . بعد از بررسی صحت مدل‌ها و زیر مدل‌ها ، کل مدل نیز مورد ارزیابی قرار می گیرد . علاوه بر اینکه مدل باید اهداف در نظر گرفته شده و نیازهای مربوط با آن را برآورده کند ویژگی هایی را نیز دارا باشد . از جمله ، ماژولاریتی مدل که شامل پیوستگی و سازگاری مدل و تجزیه و تفکیک پذیری آن است ، سهولت پردازش که مربوط به قدرت پردازشگر است و همچنین پیچیدگی کمتر مدل‌هاست که تصمیم گیری را تسهیل می کند. به جهت اینکه مدیریت در چند سطح عمل می کند مانند سطح استراتژیک ، سطح میانی و سطح عملیاتی که البته هر سطح در واقع یک طیف از سطوح است ، سیستم های تصمیم گیری برای حمایت مدیریت نیز می توانند در چند سطح توسعه یابند. بدین جهت متناسب هر سطح باید ویژگی های سیستم هوشمند را مطالعه نمود. زیرا ویژگی های این سیستم در ارتباط نزدیک با ماهیت و ویژگی های این سطوح است. سطح استراتژیک عموماً دارای پرود تغییر طولانی ، حوزه تاثیر و تاثیر وسیع ، روابط کیفی و کلی و نقش محدود کننده و راهبرنده است . به همین جهت سیستم هوشمند مربوطه باید شامل مدل‌های کیفی و استراتژیهای کلی برای حل مساله باشد . در اصل پایگاه قواعد این سیستم عبارت در متدولوژی تحلیل سیستم مانند متدولوژی موجودیت گرا ، تحلیل ساختاری و توصیف سلسله مراتبی سیستم هاست. همچنین لازم است تا جبرهای کیفی برای اعمال مدل‌های کیفی پیاده سازی شوند. در سطح میانی در اصل با یک سیستم پشتیبانی تصمیم گیری مواجه هستیم ، پایگاه مدل این سیستم می تواند شامل مدل‌های کمی اشاره شده در قبل نیز باشد گرچه الگوریتم ها و متدهای تحلیل مساله نیز در موتور استنباط پیاده می شوند . سطح عملیاتی را میتوان با یک سیستم هوشمند عملیاتی پشتیبانی نمود.

۴-۹- سطح جمع آوری و آماده سازی اطلاعات

جمع آوری و یا دریافت داده های محیطی از طریق پایانه های این سیستم انجام می شود. این پایانه ها مثلاً می توانند ایستگاههای خودکار محلی در یک حوزه آبریز و یا فابل‌های داده ای باشند که توسط کاربر به سیستم ارائه می شوند. در حالت اول سیستم بصورت جمع آوری و در حالت دوم سیستم بصورت دریافت کننده اطلاعات عمل می کند. به دلیل افزایش هزینه یا افزایش حجم داده نیاز به طراحی بهینه این ایستگاهها وجود دارد. ترکیب بندی بهینه ایستگاهها مثلاً می تواند شامل ترکیب بندی بهینه پراکندگی جغرافیایی ، نوع و زمان جمع آوری داده ها و حجم داده باشد. پس از جمع آوری و دریافت داده ها پردازش اولیه روی آنها انجام می شود. این پردازش مربوط به حذف اطلاعات اضافی و استخراج آمارهای مربوط به آنها و همچنین میزان اعتبار دقت داده ها است. این آمارها بنابر درخواست نیازهایی است که در پروسه حل مساله پدید آمده و بصورت فرمان به سطوح زیرین ارسال می شود. همچنین این سطح وظیفه دریافت بازخوردها از نتایج تصمیم را باید داشته باشد. به همین دلیل پایانه های جمع آوری و دریافت اطلاعات باید به گونه ای بلوک بندی شوند که بر حسب نیاز سطح فوقانی ، اطلاعات محیطی یا بازخوردی را با درجه ای از دقت فراهم سازند. سیستم آماده سازی اطلاعات برای تصمیم گیری ، پردازشهای نهایی را روی اطلاعات دریافتی از سطح پایین انجام می دهد. این سیستم در اصل رابط بین سطح جمع آوری داده و سطح تصمیم گیری است. این سطح با توجه به مدل‌های طراحی شده در پایگاه مدل ، اطلاعات را سازماندهی کرده و فاکت‌های مورد نیاز را بدست می آورد. این فاکت‌ها عوامل اصلی برای تصمیم گیری می باشند. همچنین اطلاعات بازخوردی مربوط به نتایج تصمیم گیری را پردازش نموده وضعیت طبیعت را مشخص می کند. این سطح همچنین می تواند خودپردازنده های جدایی داشته باشد که بعضی نتایج ابتدایی مربوط به پیامد تصمیم ها و حالت‌های طبیعت را معلوم کند. این نتایج می تواند برای یادگیری و اصلاح پایگاههای قاعده و مدل مورد استفاده قرار گیرد. از آنجایی که دانش مربوط به پایگاه دانش می تواند چندین نوع نمایش را دارا باشد ، این سطح باید بتواند بر حسب نیاز سطح تصمیم و متناسب نمایش مورد استفاده در آن پایگاه دانش را تغذیه نماید.

۵-۹- ماژول محاوره

هر سیستم تصمیم گیری نهایتاً شامل سه قسمت است : کاربر-واسط کاربر -ماشین. از آنجایی که ماشین وظیفه های متعددی در سطوح مختلف را به عهده دارد، طراحی آن به گونه ای که بتواند در تماس مستقیم با کاربر یا مدیر قرار داشته باشد، مشکل است. به همین جهت سیستم واسط کاربر برای ارتباط دادن مدیر با ماشین ضروری به نظر می رسد. در سیستم های تصمیم گیری ، ماژول محاوره علاوه بر داشتن ویژگیهای یک واسط کاربر ، باید بتواند نیازهای کاربر را که معمولاً کلی و کیفی ، مرکب و متعدد و بعضاً مبهم است را پردازش کند. این پردازش شامل پردازش زبانی ، آنالیز دستورات و تفکیک آن به دستورات و شکل دادن آنها در نمایش مورد استفاده ماژول تصمیم گیری و ارائه به بلوک تصمیم می باشد. نتایج این عملیات قبل از ارائه به ماژول تصمیم باید به تایید کاربر برسد.

۶-۹- ماژول تصمیم

اجزا این سیستم عبارتند از: ۱- یک سیستم خبره همراه با موتور استنباط تعمیم یافته ۲- استراتژی های برای حل مساله و تصمیم

۳- پایگاه مدل

در قسمتهای قبلی ساختار یک سیستم هوشمند را ملاحظه نمودیم . در حالت کنونی موتور استنباط این سیستم نه تنها بر اساس قواعد استنباط بلکه استراتژی هایی خواهد بود که برای آنالیز مساله و حل آن بکار می رود. گرچه برای آنالیز و حل مساله دستورات کلی به IE از طرف این بلوک ارسال می شود ولی این استراتژی ها خود می توانند دارای نمایشهای مرسوم KB باشند.

وظیفه این بلوک ارائه راهبردهایی برای ۱- آنالیز مساله بر اساس مدل‌های تعریف شده ۲- ساخت فضای تصمیم و احتمالاً مقاصد متخالف ۳- انتخاب متدهای تصمیم ۴- توسعه و اصلاح پایگاه مدل بر اساس اطلاعات باز خوردی ۵- هدایت محاوره با کاربر ۶- ارسال دستورات برای تامین نیازهای اطلاعات به سطوح پایین به منظور کاهش مجموعه عدم قطعیت.

گرچه به ساختار یک سیستم هوشمند بصورت کلی در بخش قبل اشاره شده است ، ولی از آنجایی که مدیریت منابع آب ، مدیریت چند منظوره و بعضاً نیازمند آنالیز متخالف است ، سیستم های دانش پایه سلسله مراتبی مانند سیستم تخته سیاه می تواند بسیار مفید باشند. آنالیز به روش موجودیت گرا نیز از استراتژی های دیگر در این زمینه می باشد. بعد از تخفیف مجموعه عدم قطعیت برای تصمیم گیری ، استنباط تحت عدم قطعیت را می توان به گونه های مختلفی اعمال نمود. گرچه برای پایگاه مدل نمایش احتمالاتی عدم قطعیت به خاطر تصادفی بودن سیستم های هیدرومترولوژیکی مناسب است ، از نمایش فازی برای پایگاه دانش می توان استفاده نمود. این نمایش خصوصاً برای تصمیم های مدیریتی که معمولاً حالت کیفی دارند بسیار مناسب است. فضای تصمیم می تواند در چهار طبقه تعریف شود: ۱- تصمیم تحت قطعیت ۲- تصمیم تحت مخاطره ۳- تصمیم تحت عدم قطعیت ۴- تصمیم تحت تخالف.

متناسب با هر طبقه مجموعه عملهای مجاز ، حالات طبیعت و مخاطرات باید مشخص شود. در هر سه مورد سیستم باید به کمک محاوره با کاربر فضای تصمیم را کاملاً مشخص نماید.

۱۰- نتیجه گیری

شبکه های عصبی مصنوعی یکی از ابزارهای قدرتمند همچون الگوریتم های ژنتیک هستند که در قرن حاضر بوجود آمده که در علوم مختلف مهندسی از جمله مهندسی عمران کاربردهای فراوانی یافته است. مدیریت منابع آب نیز یکی از شاخه هایی است که نیاز به استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی در آن به شدت احساس می شود . مسلماً کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی در مدیریت منابع آب باعث تقویت در سیستم های پشتیبانی و تصمیم گیری می شود.

مراجع

- ۱- مهدی زاده ، محمد باقر ، شبکه های عصبی مصنوعی و کاربردهای آن در مهندسی عمران ، انتشارات عبادی ، تبریز، ۱۳۸۳
 - ۲- گودمن ، آلون ، اصول برنامه ریزی منابع آب ، جلد اول ، ترجمه مرتضی هنری ، وزارت نیرو
 - ۳- فریدون ، مبشری ، تاریخچه برنامه ریزی برای توسعه بهره برداری از منابع آب در ایران ، مدیریت منابع آب سازمان برنامه و بودجه ، ۱۳۵۹
 - ۴- شورای اقتصاد ، خط مشی های اساسی بخش آب طی برنامه دوم توسعه اقتصادی - اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران ، ۱۳۷۲
 - ۵- نارساییها در سنجش و تحلیل نقش فعالیتهای بخش آب در رشد و توسعه اقتصادی ، مهندسین مشاور جاماب ، ۱۳۷۳
- 6-UN,1985-THE SYSTEM OF NATIONAL ACCOUNT
- ۷- نوری اسفندیاری ، انوش ، اقتصاد و مدیریت ملی آب ، وزارت نیرو ، دفتر برنامه ریزی آب ، ۱۳۷۳
 - ۸- جهانی ، عباسقلی ، نقش تخصیص آب در مدیریت آب ، فصلنامه آب و توسعه ، وزارت نیرو ، سال اول ، ۱۳۷۳
- 9-cox, William, water and development : managing the relationship , unesco, paris, 1989
- 10-Sage, A.P. "Decision Support System " In Singh M.G(ed) System & Control Encyclopedia