دانشکده کویرشناسی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
رشته منابع طبیعی گرایش بیابان زدایی

بررسی میزان کارایی روش شبکه های عصبی مصنوعی در برآورد بار رسوبی معلق حوزه های آبخیز خشک و نیمه خشک استان سمنان

نگارنده
اکرم السادات اندرامی

استاد راهنمای اصلی
دکتر آرش ملکیان

استاد راهنمای دوم
دکتر خسرو حسینی

استاد مشاور
مهندس سعید قره چلو

اسفند ۱۳۸۹

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: کلیات و مبانی تحقیق

۱-۱ مقدمه ۱
۱-۲ معرفی شبکه عصبی مصنوعی ۵
۱-۳ کاربردهای شبکه های عصبی ۶
۱-۳-۱ طبقه بندی، شناسایی و تشخیص الگو ۶
۱-۳-۲ پردازش سیگنال ۷
۱-۳-۳ پیش بینی سری های زمانی ۷
۱-۳-۴ مدلسازی و کنترل ۷
۱-۳-۵ بهینه سازی ۷
۱-۳-۶ سیستم های خبره و فازی ۸
۱-۳-۷ مسائل مال، بیمه، امنیتی، بازار بورس و وسایل سرگرم کننده ۸
۱-۳-۸ ساخت وسایل صنعتی، پزشکی و امور حمل و نقل ۸

۱-۴ چرا از شبکه‌های عصبی استفاده می کنیم؟ ۹
۱-۴-۱ یادگیری تطبیقی ۹
۱-۴-۲ خود سازماندهی ۹
۱-۴-۳ عملگرهای بلادرنگ ۹
۱-۴-۴ تحمل خطا ۹
۱-۴-۵ دسته بندی ۹
۱-۴-۶ تعمیم دهی ۹
۱-۴-۷ پایداری- انعطاف پذیری ۱۰
۱-۵ ساختار شبکه‌های عصبی ۱۰
۱-۵-۱ لایه ورودی ۱۰
۱-۵-۲ لایه‌های پنهان ۱۰
۱-۵-۳ لایه خروجی ۱۰
۱-۵-۳-۱ پیشرو ۱۰
۱-۵-۳-۲ پسرو ۱۱

۱-۶ تقسیم بندی آموزش شبکه‌های عصبی ۱۱
۱-۶-۱ وزن ثابت ۱۱
۱-۶-۱-۱ کاربردها ۱۱
۱-۶-۲ آموزش بدون سرپرست ۱۱
۱-۶-۳ آموزش با سرپرست ۱۲
۱-۶-۴ آموزش تقویتی ۱۲
۱-۷ شبکه‌های عصبی در مقایسه با کامپیوتر های سنتی ۱۲
۱-۷-۱ برتری شبکه های عصبی مصنوعی نسبت به کامپیوترهای سنتی ۱۳
۱-۸ تاریخچه شبکه های عصبی مصنوعی ۱۴
۱-۸-۱ تقسیم بندی تاریخچه شبکه‌های عصبی مصنوعی ۱۶
۱-۹ مدل شبکه عصبی مصنوعی ۱۸
۱-۹-۱ تابع محرک Log-sigmoid ۲۰
۱-۹-۲ آموزش شبکه عصبی ۲۰
۱-۹-۳ معیارهای ارزیابی مدل ۲۲
۱-۱۰ مقایسه شبکه های عصبی مصنوعی و شبکه های عصبی زیستی ۲۲
۱-۱۰-۱ نورون مصنوعی ۲۲
۱-۱۰-۲ شبکه‌های عصبی زیستی ۲۲
۱-۱۰-۳ شبکه های عصبی مصنوعی ۲۳
۱-۱۱ تئوری شبکه های عصبی مصنوعی ۲۴
۱-۱۲ طراحی شبکه ۲۵
۱-۱۲-۱ یادگیری شبکه ۲۵
۱-۱۲-۲ صحت سنجی ۲۶
۱-۱۲-۳ توابع هدف ۲۶
۱-۱۳ مفاهیم پایه در شبکه های عصبی مصنوعی ۲۶
۱-۱۴ پارامترهای مهم شبکه های عصبی مصنوعی ۲۷
۱-۱۵ انواع شبکه های عصبی ۲۷
۱-۱۵-۱ شبکه عصبی پرسپترون ساده ۲۹
۱-۱۵-۲ شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP) ۲۹
۱-۱۵-۲-۱ محدودیت های پرسپترون ۳۰
۱-۱۵-۳ شبکه هاپفیلد ۳۱

۱-۱۵-۴ شبکه همینگ ۳۲
۱-۱۵-۴-۱ لایه پیشخور اول ۳۳
۱-۱۵-۴-۲ لایه برگشتی(لایه WAT) ۳۳
۱-۱۵-۴-۳ لایه سوم شبکه همینگ ۳۳
۱-۱۶ قواعد یادگیری ۳۳
۱-۱۷ تفاوت شبکه پرسپترون چند لایه با شبکه های توابع پایه شعاعی ۳۵
۱-۱۸ الگوریتم پس انتشار خطا ۳۷
۱-۱۹ اهداف تحقیق ۴۰
۱-۲۰ ضرورت انجام تحقیق ۴۰
۱-۲۱ فرضیه ها و سوالات محوری تحقیق ۴۰

فصل دوم: سابقه تحقیق

۲-۱ سابقه تحقیق در ایران ۴۱
۲-۲ سابقه تحقیق در جهان ۴۴

فصل سوم: مواد و روشها

۳-۱ خصوصیات منطقه مورد مطالعه ۵۱
۳-۱-۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه ۵۱
۳-۱-۲ توپوگرافی استان سمنان ۵۲
۳-۱-۳ خصوصیات جوی استان سمنان ۵۲
۳-۱-۴ شیب عمومی استان سمنان ۵۴
۳-۱-۵ مهمترین عوامل آب و هوایی در استان سمنان ۵۴
۳-۱-۵-۱ حرارت (دما) ۵۴
۳-۱-۵-۲ رطوبت و بارندگی ۵۴
۳-۱-۶ روند بارش در دراز مدت ۵۵
۳-۱-۷ بادها ۵۶
۳-۱-۷-۱ بادهای غربی ۵۶
۳-۱-۷-۲ بادهای کویری ۵۶
۳-۱-۸ محدودیت های اقلیمی استان سمنان ۵۷

۳-۱-۹ ویژگی های طبیعی استان سمنان ۵۸
۳-۱-۹-۱ پوشش گیاهی ۵۸
۳-۱-۹-۲ ناهمواری ها ۵۹
۳-۱-۹-۳ منابع آب ۶۰
۳-۱-۹-۴ آب های سطحی ۶۰
۳-۱-۹-۵ ویژگی های اجتماعی ، فرهنگی ، جمعیتی و اقتصادی ۶۱
۳-۱-۱۰ فرمول گوسن ۶۱
۳-۱-۱۰-۱ ضریب گزروترمیک(X) ۶۲
۳-۱-۱۰-۲ تقسیمات اقلیمی و بیو کلیماتیک بر اساس روش گوسن ۶۲
۳-۱-۱۱ فرمول دومارتن ۶۴
۳-۱-۱۲ فرمول آمبرژه ۶۵
۳-۱-۱۲-۱ تقسیمات اقلیمی ایران بر اساس روش آمبرژه ۶۶
۳-۱-۱۳ زمین شناسی منطقه حبله رود ۶۷
۳-۱-۱۴ خاک منطقه حبله رود ۶۷
۳-۱-۱۵ ژئومرفولوژی منطقه حبله رود ۶۸
۳-۱-۱۶ خصوصیات مخروط افکنه حبله رود ۶۸
۳-۲ روش تحقیق ۷۳
۳-۲-۱ شرایط داده ها ۷۳
۳-۲-۱-۱ مرتبط بودن داده ها ۷۳
۳-۲-۱-۲ کفایت داده ها ۷۴
۳-۲-۱-۳ درستی داده ها ۷۵
۳-۲-۱-۳-۱ آزمون توالی ۷۵
۳-۲-۲ آزمون استقلال در زمان ۷۷
۳-۲-۲-۱ آزمون نقطه بازگشت برای سنجش تصادفی بودن ۷۷
۳-۲-۳ تست داده های پرت ۷۸
۳-۲-۴ انتخاب پایه زمانی مشترک ۷۸
۳-۲-۵ بازسازی داده ها ۷۸
۳-۲-۵-۱ بازسازی داده ها به روش همبستگی بین ایستگاه ها ۷۹
۳-۲-۶ انتخاب ایستگاه های مناسب ۷۹
۳-۲-۷ معرفی مدل Qnet2000 ۷۹

۳-۲-۸ رگرسیون خطی چند متغیره ۷۹
۳-۲-۸-۱ مدلهای رگرسیونی چند متغیره ۸۰

فصل چهارم: نتایج

۴-۱ بررسی منطقه مورد مطالعه ۸۲
۴-۲ بررسی همگنی داده ها ۸۲
۴-۳ مرتبط بودن داده ها ۸۲
۴-۴ کفایت داده ها ۸۳
۴-۵ آزمون استقلال از زمان ۸۳
۴-۵-۱ آزمون نقطه بازگشت برای سنجش تصادفی بودن (مستقل بودن) سری زمانی ۸۳
۴-۶ تست داده های پرت ۸۳
۴-۷ بازسازی داده ها به روش همبستگی بین ایستگاه ها ۸۳
۴-۸ کار با مدل Qnet2000 ۸۴
۴-۸-۱ تعیین ساختار مطلوب توابع با یک پارامتر ورودی ۸۴
۴-۸-۲ تاثیر لگاریتمی کردن داده ها بر روی نتایج شبکه ۸۹
۴-۸-۳ تاثیر استفاده از لایه های میانی بیشتر بر روی شبکه ۹۱
۴-۸-۴ استفاده از دبی روزهای قبل برای تخمین رسوب ۹۳
۴-۸-۵ تخمین بار رسوب با استفاده از روش رگرسیون خطی چند متغیره ۹۷

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادها

۵-۱ تعیین ساختار مطلوب توابع با یک پارامتر ورودی ۱۰۲
۵-۱-۱ ایستگاه بنکوه ۱۰۲
۵-۱-۲ ایستگاه حبله رود ۱۰۲
۵-۱-۳ ایستگاه نمرود ۱۰۲
۵-۱-۴ ایستگاه چشمه علی ۱۰۲
۵-۲ تاثیر لگاریتمی کردن داده ها بر روی نتایج شبکه ۱۰۳
۵-۲-۱ تاثیر لگاریتمی کردن داده ها روی شبکه در ایستگاههای بنکوه، حبله رود، نمرود و چشمه علی ۱۰۳

۵-۳ تاثیر استفاده از لایه های میانی بیشتر بر روی شبکه ۱۰۴
۵-۴ استفاده از دبی روزهای قبل برای تخمین رسوب ۱۰۵
۵-۵ تخمین بار رسوب با استفاده از روش رگرسیون خطی چند متغیره ۱۰۵
۵-۶ کارایی شبکه عصبی ۱۰۵
۵-۷ آزمون فرضیه ها ۱۰۹
۵-۸ پیشنهادها ۱۰۹
منابع ۱۱۱

فهرست جدولها..... صفحه

جدول ۳-۱ ضریب رطوبت نسبی متوسط ۶۲
جدول ۳-۲ حدود آستانه ضریب خشکی به روش دکتر خلیلی ۶۴
جدول ۳-۳ آستانه های دمایی زیر اقلیم روش دو مارتن اصلاح شده ۶۵
جدول۳-۴ موقعیت ایستگاههای هیدرومتری و رسوبسنجی مورد مطالعه در استان سمنان ۷۲
جدول ۳-۵ تعیین تعداد دنباله های مجاز در روش آزمون توالی ۷۶
جدول ۴-۱ ایستگاههای مورد مطالعه و تعداد سال آماری موجود ۸۲
جدول ۴-۲ تعیین ساختار مطلوب با یک پارامتر ورودی ایستگاه بنکوه ۸۵
جدول ۴-۳ تعیین ساختار مطلوب با یک پارامتر ورودی حبله رود (سیمین دشت) ۸۶
جدول ۴-۴تعیین ساختار مطلوب با یک پارامتر ورودی نمرود ۸۷
جدول ۴-۵تعیین ساختار مطلوب با یک پارامتر ورودی چشمه علی ۸۸
جدول ۴-۶ تاثیر لگاریتمی کردن داده ها روی شبکه در ایستگاه بنکوه ۸۹
جدول ۴-۷تاثیر لگاریتمی بودن داده ها روی شبکه در ایستگاه حبله رود (سیمین دشت) ۹۰
جدول ۴-۸تاثیر لگاریتمی بودن داده ها روی شبکه در ایستگاه نمرود ۹۰
جدول ۴-۹تاثیر لگاریتمی بودن داده ها روی شبکه در ایستگاه چشمه علی ۹۱
جدول ۴-۱۰ تاثیر استفاده از لایه های میانی بیشتر بر روی شبکه در ایستگاه بنکوه ۹۱
جدول ۴-۱۱ تاثیر استفاده از لایه های میانی بیشتر بر روی شبکه در ایستگاه حبله رود (سیمین دشت)۹۲
جدول ۴-۱۲ تاثیر استفاده از لایه های میانی بیشتر بر روی شبکه در ایستگاه نمرود ۹۲
جدول ۴-۱۳ تاثیر استفاده از لایه های میانی بیشتر بر روی شبکه در ایستگاه چشمه علی ۹۳
جدول ۴-۱۴تاثیر استفاده از دبی های روزهای قبل برای تخمین رسوب در ایستگاه بنکوه ۹۴
جدول ۴-۱۵تاثیر استفاده از دبی های روزهای قبل برای تخمین رسوب در ایستگاه حبله رود ۹۵
جدول ۴-۱۶تاثیر استفاده از دبی های روزهای قبل برای تخمین رسوب در ایستگاه نمرود ۹۶
جدول ۴-۱۷تاثیر استفاده از دبی های روزهای قبل برای تخمین رسوب(چشمه علی) ۹۷
جدول ۴-۱۸ برآورد رسوب ایستگاه بنکوه با استفاده از رگرسیون خطی چند متغیره لگاریتمی ۹۸
جدول ۴-۱۹ برآورد رسوب ایستگاه حبله رود (سیمین دشت)با استفاده از رگرسیون خطی چند متغیره لگاریتمی ۹۹
جدول ۴-۲۰ برآورد رسوب ایستگاه نمرود با استفاده از رگرسیون خطی چند متغیره لگاریتمی ۱۰۰
جدول ۴-۲۱ برآورد رسوب ایستگاه چشمه علی با استفاده از رگرسیون خطی چند متغیره لگاریتمی ۱۰۱
جدول ۵-۱ بهترین تابع برازش یافته در ایستگاههای مورد مطالعه ۱۰۳

فهرست نمودارها..... صفحه

نمودار۳-۱ مقایسه بارندگی متوسط سالانه ایستگاه های استان سمنان(۲۰۰۵-۱۹۸۵) ۵۵

فهرست شکل ها ..... صفحه

شکل ۱-۱ تابع محرک Log-sigmoid ۲۰
شکل ۱-۲ شبکه های عصبی زیستی ۲۳
شکل ۱-۳ شبکه عصبی پرسپترون ۲۸
شکل ۱-۴ ساختار پرسپترون چند لایه ۳۰
شکل ۱-۵ شبکه هاپفیلد ۳۱
شکل ۱-۶ شبکه همینگ ۳۲
شکل ۱-۷ شبکه عصبی با سه لایه ۳۵
شکل ۳-۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه ۵۱
شکل ۳-۲ زمین شناسی رودخانه حبله رود شمالی(الف) و جنوبی(ب) ۷۰
شکل ۳-۳ زمین شناسی استان سمنان ۷۱
شکل ۳-۴ رودخانه های استان سمنان ۷۱
شکل ۳-۵ نقشه موقعیت ایستگاهها ۷۳

۱-۱ مقدمه

جریان آب در آبراهه هایی که دارای بستر فرسایشی می باشند باعث شسته شدن ذرات قابل حمل بستر و دیواره ها شده و آنها را در مسیر جریان به حرکت در می آورد. از نظر مهندسی هیدرولیک کلیه ذرات سنگی و معدنی نظیر رس، لای، ماسه، شن و ذرات درشت ترکه در اثر جریان آب از جایی به جایی منتقل شده اند و یا در حال انتقال هستند به عنوان رسوب شناخته می شوند. منابع اصلی رسوبات را می توان فرسایش صخره ها و سنگها، خوردگی خاکهای سطحی حوزه های آبخیز در اثر بارندگی و جاری شدن آب، فرسایش بستر آبراهه ها و تخریب غارگونه دیواره های کانالها و رودخانه های طبیعی نام برد (۱۱). تخمین درست حجم رسوبات حمل شده توسط رودخانه ها در پروژه های آبی از اهمیت بسیاری برخوردار است. به طور کلی پدیده فرسایش و انتقال رسوب از پیچیده ترین مسائل هیدرودینامیکی است که تعیین دقیق معادلات حاکم بر آن به دلیل تاثیرات پارامترهای مختلف، به آسانی میسر نیست. حتی اگر مدلی ریاضی نیز تبیین شود، دسترسی به داده های لازم در اکثر موارد به آسانی امکان پذیر نخواهد بود. با توجه به توانایی های شبکه های عصبی مصنوعی در شناسایی ارتباط بین متغیرهای ورودی و خروجی یک مساله بدون در نظر گرفتن فیزیک آن مسئله و نیز به دلیل ضعف مدل های فیزیکی و ریاضی در مدل کردن فرآیندهای رسوبی، این شبکه ها می توانند در مدل کردن مساله انتقال رسوب به کار روند. آگاهی از میزان مواد جامد رسوب که توسط جریان حمل یا ترسیب می گردد جزو اطلاعات لازم و اولیه هر پروژه آبی و یکی از عوامل مهم تصمیم گیری در مورد احداث سازه های آبی بر روی رودخانه ها می باشد . تخمین و پیش بینی دبی رسوب، در طیف گسترده ای از مسائل نظیر مهندسی رودخانه ها، طراحی سدها، انتقال آلودگی، تاثیرات زیست محیطی، تاثیرات آبخیزداری و بسیاری از بحث های منابع آب کاربرد دارد(۳). در طرح های مهندسی رودخانه، تخمین مقدار بار رسوبی رودخانه از اهمیت زیادی برخوردار است. به واسطه مطالعات انجام یافته در زمینه درک فرآیند انتقال رسوب در رودخانه های

طبیعی، شاخه ای به نام هیدرولیک انتقال رسوبات بوجود آمده که به مسائل تخمین رسوب رودخانه ها می پردازد. روش های تخمین میزان رسوب را می توان در دو گروه تقسیم بندی کرد، رویکرد روش های سری اول، ایجاد مدل های ریاضی با توجه به مفاهیم فیزیکی انتقال ذرات و حل معادلات هیدرودینامیک رسوب به همراه حل میدان جریان است. با توجه به اینکه این روش ها به داده های متنوعی از قبیل: دانه بندی مصالح، دما، وزن مخصوص و لزجت آب، سرعت جریان شکل مقطع رودخانه و شیب رودخانه نیازمندند. در اکثر موارد چنین داده هایی به اندازه کافی یافت نمی شود. از طرف دیگر نتایج حاصل از روابط ارائه شده توسط مدل های ریاضی، حتی در یک ایستگاه از رودخانه مشخص معمولا یکسان و مشابه نبوده و انتخاب یکی از آن ها مشکل می باشد(۶۷). محققان در جستجوی راه های عملی برای پیش بینی رسوب برآمده اند و تلاش آن ها باعث ایجاد روش دیگری مرسوم به روش منحنی سنجه رسوب شده است. در این روش یک منحنی توانی بر داده های آماری دبی جریان و دبی رسوبی برازش داده می شود (۴۶).

به طور کلی تاکنون عامل مشخص و معینی به عنوان عامل اصلی فرسایش آبی معرفی نشده است. بلکه شرایط فرسایش موجود در منطقه معلول تاثیر متقابل مجموعه عوامل موثر در ایجاد فرسایش است. اما در مجموع عوامل موثر در فرسایش آبی عبارتند از: اقلیمی، فرسایش پذیری خاک، شیب زمین، پوشش گیاهی و مدیریت یا نحوه و نوع استفاده و بهره برداری از اراضی. بین عوامل مختلف در طبیعت همبستگی معنی داری وجود دارد و به همین دلیل هر منطقه با ویژگی های خاص، خود به عنوان واحد اکولوژیک یا منطقه بیوکلیماتیک در نظر گرفته می شود. به طوری که فرسایش خاک نتیجه حاصل از فرآیند عوامل بیوکلیماتیک، مورفولوژیک و بیولوژیک (پوشش گیاهی) است که در صورت به هم خوردن ارتباط متوازن بین آنها، تعادل اکولوژیک نیز بر هم خورده و آثار تخریب و فرسایش ظاهر می گردد. در این میان عامل استفاده از زمین به عنوان کشت و زرع غیر اصولی بخصوص زراعت دیم و همچنین اعمال

چرای مفرط در مراتع دارای بیشترین تاثیر در شدت و مقدار فرسایش خاک و تولید رسوب می باشد به طوری که یک خاک پوشیده از گیاهان متراکم حداکثر مقاومت را در برابر جریان آب دارد به نحوی که در اراضی پوشیده شده از گیاهان متراکم، حتی با وقوع بارندگی های شدید بر روی دامنه های با شیب های تند، فرسایش خاک حادث نمی شود(۱۲). یکی دیگر از مهمترین عوامل موثر بر فرسایش پذیری، خاک می باشد که ساختار و بافت آن از موثر ترین ویژگی ها در فرسایش می باشند(۶۰). در دهه های اخیر به علت اهمیت برنامه های مدیریت حوزه های آبخیز که شامل مطالعه، گسترش و استفاده سودمند از منابع می شود، احتیاج فراوانی به اطلاعات کافی در مورد بارش و رسوب در حوزه های آبخیز به وجود آمده است. تخمین درست رسوبات حوضه ،اصلی مهم در این فرآیند می باشد چرا که تخمین اضافی رسوبات هزینه های غیر ضروری و زیادی را به سازه ها تحمیل می کند، تخمین کم رسوبات باعث تخریب ناگهانی سازه و کاهش سرویس دهی سازه مربوطه می گردد(۷۶). تمامی رودخانه ها به واسطه عبور از حوضه های رسوبزا، رسوبات را منتقل کرده و در طی مسیر خود باعث فرسایش کناره و کف و همچنین رسوبگذاری می شوند. فهم درستی از خصوصیات و رفتار رودخانه ها به منظور اجرای برنامه های نگهداری و مدیریت صحیح برای سلامت رودخانه ها ضروری و اجتناب ناپذیر است(۱۳).

از سال ۱۹۳۰ تاکنون مدل های هیدرولوژیک خطی و غیر خطی فراوانی جهت شبیه سازی و پیش بینی فرآیندها و متغیرهای هیدرولوژیکی پیشنهاد گردیده و در طول زمان پیشرفت کرده اند و به طور مستمر و با معرفی ابزار جدید در مدل های پیشنهادی این روند را بهبود بخشیده است. این مدل های پیشرفته در زمینه هیدرولوژی را می توان به مدل های رگرسیون، مدل های استوکاستیک، مدل های مفهومی یا پارامتری و مدل های سیستمی تقسیم بندی کرد(۲۰). برآورد بار رسوبی در رودخانه ها یکی از مشکل ترین مطالعات مربوط به انتقال رسوب بوده و با وجود تلاش هایی که محققین انجام داده اند، هنوز روش جامع و دقیقی برای محاسبه آن ارائه نگردیده است و همچنان میزان بار رسوبی منتقل شده توسط

رودخانه ها یکی از مشکلات اساسی طرح های آبی می باشد(۴). در دهه های گذشته مطالعات زیادی در مورد درک فرآیند انتقال رسوب در رودخانه های طبیعی انجام یافته و برای تخمین رسوب انتقالی توسط رودخانه ها، روش ها و معادلات زیادی ارائه شده است. عدم کفایت روش های ارائه شده برای تخمین رسوب انتقالی توسط رودخانه ها محققان را به استفاده از شبکه عصبی مصنوعی ترقیب کرد. استفاده از شبکه عصبی مصنوعی به عنوان یک مدل غیرخطی می تواند در این راستا مفید باشد(۱۸). به طور کلی پدیده رسوب یک مساله غیرخطی است و مدل شبکه های عصبی مصنوعی به عنوان ابزاری توانمند، قادرند به نوعی روابط غیر خطی حاکم بر فرآیندهای رسوبی را تعیین نمایند. امروزه از این مدل ها در طیف وسیعی از تحقیقات استفاده می شود که از جمله آن ها می توان به کار آدامز[۱] و همکاران (۲۰۰۵)، در مدل کردن پدیده بارش- رواناب اشاره کرد که نشان دادند بهترین روش برای پیش بینی فرآیند های رسوبی استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی به دلیل غیر خطی بودن رسوب می باشد(۲۱). در زمینه فرسایش و رسوبگذاری مدل های ریاضی و فرمول های تجربی به ترتیب به دلیل پیچیدگی و نیاز به انواع مختلفی از پارامترهای موثر در انتقال رسوب موفقیت چندانی حاصل نکرده اند. در این میان شبکه های عصبی مصنوعی به عنوان عضوی از خانواده هوش مصنوعی در تعیین بار معلق رسوب توانا به نظر می رسند. این روش ها با الهام از مغز انسان و دستیابی به دانش نهفته در داده ها روابط موجود بین داده ها را به دست آورده و آنها را به مواردی که مدل با آن ها مواجه نشده است تعمیم می دهند. در این روش ها مدل با استفاده از یک دسته سری های داده آموزش می بیند و با استفاده از اطلاعات حاصل از داده ها، وزن های شبکه تعیین می گردند(۷۲). شبکه‌های عصبی مصنوعی دارای دامنه کاربرد وسیعی می‌باشند از جمله سیستم های آنالیز ریسک، کنترل هواپیما بدون خلبان، آنالیز کیفیت جوشکاری، آنالیز کیفیت رایانه، آزمایش اتاق اورژانس، اکتشاف روغن و گاز، سیستمهای تشخیص ترمز کامیون، تخمین ریسک وام،

۱.Adams

شناسایی طیفی، تشخیص دارو، فرآیندهای کنترل صنعتی، مدیریت خطا، تشخیص صدا، تشخیص هپاتیت، بازیابی اطلاعات راه دور، شناسایی مین های زیردریایی، تشخیص اشیاء سه بعدی و دست نوشته‌ها و چهره و... .در کل می‌توان کاربردهای شبکه‌های عصبی را به صورت زیر دسته بندی کرد:

تناظر (شبکه الگوهای مغشوش و به هم ریخته را بازشناسی می‌کند)، خوشه یابی، دسته بندی، شناسایی، بازسازی الگو، تعمیم دهی (به دست آوردن یک پاسخ صحیح برای محرک ورودی که قبلا به شبکه آموزش داده نشده)، بهینه سازی. امروزه شبکه‌های عصبی در کاربردهای مختلفی نظیر مسائل تشخیص الگو که خود شامل مسائلی مانند تشخیص خط، شناسایی گفتار، پردازش تصویر و مسائلی از این دست می‌شود و نیز مسائل دسته بندی مانند دسته بندی متون یا تصاویر، به کار می‌روند. در کنترل یا مدل سازی سیستم هایی که ساختار داخلی ناشناخته یا بسیار پیچیده‌ای دارند نیز به صورت روز افزون از شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده می‌شود. به عنوان مثال می‌توان در کنترل ورودی یک موتور از یک شبکه عصبی استفاده نمود که در این صورت شبکه عصبی خود تابع کنترل را یاد خواهد گرفت.

۱-۲ معرفی شبکه عصبی مصنوعی

شبکه عصبی مصنوعی، با الگوبرداری از ویژگی های پردازش مغز انسان، به دنبال ارائه روشی جدید برای مدلسازی پدیده های فیزیکی است. در این راستا شناخت ویژگی های شبکه عصبی از اهمیت فراوانی برخوردار است. برخی از این ویژگی ها عبارتند از:

- سرعت پردازش بالا به دلیل ساختار موازی
- استفاده از مفهوم یادگیری[۱] به جای برنامه نویسی
- توانایی تعمیم دهی[۲] دانش

۱. Learning
۲. Generalization

- ❖ مقاوم بودن[1] شبکه عصبی در مواجهه با داده های همراه با عدم قطعیت
- ❖ ذخیره اطلاعات در یک حافظه گسترده[2] که نتیجه آن عدم ایجاد اختلال در عملکرد شبکه در صورت بروز اختلال در بخشی از پیوند های آن است.

شبکه عصبی علاوه بر توانایی ایجاد نگاشت های غیر خطی، توانایی شناسایی الگوها، دسته بندی الگوها، ایجاد حافظه انجمنی و بهینه سازی و قابلیت خود سازماندهی را دارا می باشد.

۱-۳ کاربرد های شبکه های عصبی

یک پژوهشگر از شبکه های عصبی در تشخیص شیوهٔ نوشتاری استفاده کرده و از آن برای مقایسه ویژگی های آثار شکسپیر با هنرمندان معاصر او استفاده نموده است. یک محقق ایتالیایی از شبکه های عصبی برای اندازه گیری خلوص روغن زیتون استفاده کرده است. اینها همه خبر هایی هستند که از گوشه و کنار دنیا به گوش می رسند و همه نشان دهنده کاربرد گستردهٔ شبکه های عصبی در زمینه های مختلف علمی می باشند(۲۴). لیست برخی از کاربردهای شبکه های عصبی در علوم مختلف در زیر آمده است:

۱-۳-۱ طبقه بندی، شناسایی و تشخیص الگو

انواع و اقسام شبکه های عصبی استاتیکی و دینامیکی برای طبقه بندی، خوشه بندی، شناسایی و تشخیص الگوها مورد استفاده قرار گرفته است. مثلاً برای شناسایی حروف لاتین، عربی، فارسی، چینی، ژاپنی یا به شناسایی سبک نگارش شکسپیر و جداسازی و تمیز آن از دیگران، یا به تشخیص درجه غلظت روغن توسط شبکه های عصبی اشاره نمود.

---

۱. Robustness
۲. Distributed memory

۱-۳-۲ پردازش سیگنال

در این راستا می توان به کاربرد شبکه های عصبی در فیلترهای تطبیقی، پردازش صحبت و تصویر، بینایی ماشین، کدینگ و فشرده سازی تصویر اشاره نمود که از هر دو نوع شبکه های عصبی استاتیک و دینامیک به کرات استفاده شده است.

۱-۳-۳ پیش بینی سری های زمانی

از شبکه های عصبی برای پیش بینی سری های زمانی علی الخصوص جایی که شرایطی از قبیل ایستایی یا شرایط دیگری که راه را برای بکار گیری تکنیک های کلاسیک فراهم می سازد، برقرار نیست و سریهای زمانی پیچیده می باشند بسیار استفاده شده است. مثلاً می توان به پیش بینی بار در سیستم های قدرت اشاره کرد(۳۰).

۱-۳-۴ مدلسازی و کنترل

در سیستم های تطبیقی مخصوصاً در زمانی که پروسه تحت بررسی بسیار پیچیده می باشد شبکه های عصبی راه حلهای مناسبی ارائه می دهند. در اینجا عموماً اول شناسایی و سپس طراحی کنترل کننده آنگونه که پاسخ سیستم رفتار خاصی را دنبال کند صورت می پذیرد. هر دو سیستم شناسایی کننده و کنترل کننده، مبتنی بر شبکه های عصبی می باشند.

۱-۳-۵ بهینه سازی

چه در سیستم های کنترلی چه در سیستم های مدیریت، تخصیص و تقسیم منابع و چه در سیستم های مالی و بانکداری از شبکه های عصبی علی الخصوص شبکه های عصبی دینامیکی برگشتی بسیار استفاده گردیده است.

۱-۳-۶ سیستم های خبره و فازی

برای مسائل مالی و مدیریتی، سیستم های خبره زیاد مورد استفاده قرار گرفته اند. از شبکه های عصبی جهت تنظیم بهتر و رفتار مناسب تر سیستم های خبره استفاده شده است. همچنین در سیستم های فازی که خود مولفه بزرگ و مهمی از هوش محاسباتی می باشند و به تنهایی کاربرد های بسیار زیادی در دنیای علوم، فنی و مهندسی دارند از شبکه های عصبی جهت تنظیم توابع عضویت و قوانین فازی در پایگاه دانش استفاده گردیده است(۳۰).

۱-۳-۷ مسائل مالی، بیمه، امنیتی، بازار بورس و وسایل سرگرم کننده

به طور مثال می توان از کاربرد شبکه های عصبی به عنوان مشاور در امور تخصیص اعتبارات وام، مشاور در امور تخصیص سرمایه در مکان های مناسب، آنالیز امور مالی، پیش بینی قیمت ارز، پیش بینی قیمت سهام در بازار بورس، ارزیابی سیاستهای مختلف امور بیمه ای، پیش بینی بازار، سیستم های مشاوره ای انبار داری کالاهای تجاری و ایجاد انیمیشن برای وسایل سرگرم کننده نام برد.

۱-۳-۸ ساخت وسایل صنعتی، پزشکی و امور حمل و نقل

مثالهایی از کاربرد شبکه های عصبی در این زمینه عبارتند از:

کنترل پروسه های ساخت و پیاده سازی دستگاه ها، آنالیز و طراحی محصولات صنعتی خانگی، ماشین پیش بینی خطا و عیب یاب، پیش بینی کیفیت کاغذ،آنالیز در کاهش هزینه های بیمارستانی، بهینه سازی زمان جراحی و عمل پیوند، سیستم های اتوماتیک حرکت وسایل نقلیه جهت یابی و تشخیص مسیرها(۳۰).

۱-۴ چرا از شبکه‌های عصبی استفاده می کنیم؟

شبکه‌های عصبی با توانایی قابل توجه خود در استنتاج نتایج از داده‌های پیچیده می‌توانند در استخراج الگوها و شناسایی گرایش های مختلفی که برای انسان ها و رایانه شناسایی آنها بسیار دشوار است استفاده شوند. از مزایای شبکه‌های عصبی می‌توان موارد زیر را نام برد:

۱-۴-۱ یادگیری تطبیقی: توانایی یادگیری اینکه چگونه وظایف خود را بر اساس اطلاعات داده شده به آن و یا تجارب اولیه انجام دهد در واقع اصلاح شبکه گویند.

۱-۴-۲ خود سازماندهی: یک شبکه عصبی مصنوعی به صورت خودکار سازماندهی و ارائه داده‌هایی که در طول آموزش دریافت کرده را انجام دهد. نورون ها با قاعده یادگیری سازگار شده و پاسخ به ورودی تغییر می‌یابد.

۱-۴-۳ عملگرهای بلادرنگ: محاسبات در شبکه عصبی مصنوعی می‌تواند به صورت موازی و به وسیله سخت افزارهای مخصوصی که طراحی و ساخت آن برای دریافت نتایج بهینه قابلیت های شبکه عصبی مصنوعی است انجام شود.

۱-۴-۴ تحمل خطا: با ایجاد خرابی در شبکه مقداری از کارایی کاهش می‌یابد ولی برخی امکانات آن با وجود مشکلات بزرگ همچنان حفظ می‌شود.

۱-۴-۵ دسته بندی: شبکه‌های عصبی قادر به دسته بندی ورودی ها برای دریافت خروجی مناسب می‌باشند.

۱-۴-۶ تعمیم دهی: این خاصیت شبکه را قادر می سازد تا تنها با برخورد با تعداد محدودی نمونه، یک قانون کلی از آن را به دست آورده، نتایج این آموخته‌ها را به موارد مشاهده از قبل نیز تعمیم دهد. توانایی که در صورت نبود آن سیستم باید بی نهایت واقعیت ها و روابط را به خاطر بسپارد.

۱-۴-۷ پایداری- انعطاف پذیری: یک شبکه عصبی هم به حد کافی پایدار است تا اطلاعات فراگرفته خود را حفظ کند و هم قابلیت انعطاف و تطبیق را دارد و بدون از دست دادن اطلاعات قبلی می‌تواند موارد جدید را بپذیرد(۹).

۱-۵ ساختار شبکه‌های عصبی

یک شبکه عصبی شامل اجزای سازنده لایه‌ها و وزن ها می‌باشد. رفتار شبکه نیز وابسته به ارتباط بین اعضا است. در حالت کلی در شبکه‌های عصبی سه نوع لایه نورونی وجود دارد:

۱-۵-۱ لایه ورودی: دریافت اطلاعات خامی که به شبکه تغذیه شده است.

۱-۵-۲ لایه‌های پنهان: عملکرد این لایه‌ها به وسیله ورودی ها و وزن ارتباط بین آنها و لایه‌های پنهان تعیین می‌شود. وزن های بین واحدهای ورودی و پنهان تعیین می‌کند که چه وقت یک واحد پنهان باید فعال شود.

۱-۵-۳ لایه خروجی: عملکرد واحد خروجی بسته به فعالیت واحد پنهان و وزن ارتباط بین واحد پنهان و خروجی می‌باشد.

شبکه‌های تک لایه و چند لایه‌ای نیز وجود دارند که سازماندهی تک لایه که در آن تمام واحدها به یک لایه اتصال دارند بیشترین مورد استفاده را دارد و پتانسیل محاسباتی بیشتری نسبت به سازماندهی های چند لایه دارد. در شبکه‌های چند لایه واحدها به وسیله لایه‌ها شماره گذاری می‌شوند (به جای دنبال کردن شماره گذاری سراسری). هر دو لایه از یک شبکه به وسیله وزن ها و در واقع اتصالات با هم ارتباط می‌یابند. در شبکه‌های عصبی چند نوع اتصال و یا پیوند وزنی وجود دارد(۸).

۱-۵-۳-۱ پیشرو

بیشترین پیوندها از این نوع است که در آن سیگنال ها تنها در یک جهت حرکت می‌کنند. از ورودی به خروجی هیچ بازخوردی (حلقه) وجود ندارد. خروجی هر لایه بر همان لایه تاثیری ندارد.