بسم الله الرحمن الرحيم

۱۱۶۲۵۹

دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی آب

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی آبیاری و زهکشی

عنوان:

شناسایی مناطق سیل‌خیز در حوضه‌های آبخیز استان همدان با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و GIS

استاد راهنما

دکتر صفر معروفی

اساتید مشاور

دکتر کورش محمدی

دکتر علی اکبر سبزی پرور

پژوهشگر:

مجتبی شادمانی

۱۳۸۸/۵/۱۲

اسفند۸۷

۱۱۶۲۵۹

همه امتیازهای این پایانامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمامی یا بخشی از مطالب پایانامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها، باید نام دانشگاه بوعلی سینا (یا استاد یا اساتید راهنمای پایانامه) و نام دانشجو با ذکر ماخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

دانشکده کشاورزی

با نام و یاری خداوند متعال

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته آبیاری و زهکشی

آقای مجتبی شادمانی

تحت عنوان

"شناسایی مناطق سیل خیز در حوضه های آبخیز استان همدان با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و GIS "

به ارزش **۶ واحد** در روز **یکشنبه** مورخ **۸۷/۱۲/۱۸** و در محل دانشکده کشاورزی با حضور جمعی از اساتید و دانشجویان برگزار گردید و با نمره ..۱۹٫۵.. و درجه ..عالی.. به تصویب کمیته تخصصی زیر رسید.

۱- استاد راهنما	دکتر صفرمعروفی	امضاء
۲- اساتید مشاور	دکتر علی اکبر سبزی پرور	امضاء
	دکتر کوروش محمدی	امضاء
۳- اساتید داور	دکتر حسین بانژاد	امضاء
	دکتر حمید زارع ابیانه	امضاء
۴- مدیر گروه	دکتر حمید زارع ابیانه	امضاء
۵- سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر فرشاد دشتی	امضاء

تشکر و قدردانی

خداوند قادر و متعال را سپاس می‌گویم و بر آستان او سر تعظیم فرود می‌آورم که به بنده عنایت فرمود تا در ظل الطافش این تحقیق را به انجام برسانم. از پدر و مادر بزرگوارم که در همه حال پشتیبان من بوده و هرگز نمی‌توانم آن‌گونه که شایسته است از آن‌ها قدردانی کنم، سپاسگذارم.

به پاس حق‌شناسی بر خود لازم می‌دانم از همه استادان و عزیزانی که مرا در این امر یاری نمودند، تشکر و قدردانی نمایم. از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر صفر معروفی که راهنمایی این پایان نامه را بر عهده داشتند و با رهنمودهای استادانه خویش اینجانب را در طی انجام پژوهش یاری نموده‌اند کمال تشکر و سپاس گذاری دارم. از اساتید بزرگوار جناب آقایان دکتر علی اکبر سبزی پرور و دکتر کورش محمدی که مشاوره این پایان نامه را قبول نمودند، صمیمانه متشکرم. از جناب آقایان دکترحسین بانژاد و دکتر حمید زارع ابیانه که زحمت بازخوانی و داوری این پایان نامه را بر عهده گرفتند، تشکر می‌نمایم. از اساتید گروه آبیاری که در امر پیشرفت و تحصیل اینجانب زحمات زیادی را متحمل شدند، تشکر می‌کنم. از آقای دکتر مجید حیدری که ناظر تحصیلات تکمیلی بر عهده ایشان بود، تشکر و قدردانی می‌نمایم. از جنای آقای دکتر دشتی مسئول تحصیلات تکمیلی دانشکده به پاس زحماتشان تشکر می‌کنم.

همچنین از کلیه دوستان عزیزم آقایان ترنجیان، آیینی، طبری، کریمی کاخکی، سرورزاده ، همتی متین، دانش، محمد پور، رکنیان، جیرانی، ملک، قادری، سحرابی، اسروش، یزدانی، و خانم‌ها عبدالصالحی، سیفی، نوروزپور، گلمحمدی که در طی این دوره صمیمانه در کنار من بودند و در اجرای این پایان‌نامه مرا یاری دادند، از صمیم قلب متشکرم.

مجتبی شادمانی اسفند ماه ۱۳۸۷

فهرست مطالب	صفحه

مقدمه ۱

فصل اول: بررسی منابع

۱-۱- مقدمه ۴

۱-۲- ساختار بیولوژیکی مغز ۴

۱-۳- ساختار شبکه‌های عصبی بیولوژیکی ۴

۱-۴- ویژگی شبکه عصبی مصنوعی ۶

۱-۴-۱- قابلیت یادگیری ۶

۱-۴-۲- پراکندگی اطلاعات ۶

۱-۴-۳- قابلیت تعمیم ۷

۱-۴-۴- پردازش موازی ۷

۱-۴-۵- مقاوم ۷

۱-۴-۶- قابلیت تقریب فراگیر ۷

۱-۵- مدل نرون ۸

۱-۵-۱- نرون ساده ۸

۱-۵-۲- نرون با ورودی برداری ۹

۱-۶- لایه‌ها ۱۰

۱-۷- آموزش شبکه‌های عصبی مصنوعی ۱۳

۱-۷-۱- آموزش با نظارت (مستقیم) ۱۴

۱-۷-۲- یادگیری بدون نظارت ۱۵

۱-۸- قواعد آموزش ۱۶

۱-۹- انواع شبکه‌های عصبی مصنوعی ۱۶

۱-۱۰- تقسیم‌بندی داده‌ها ۱۸

۱-۱۱- تعیین ساختمان شبکه عصبی مصنوعی ۱۹

۱-۱۲- مروری بر منابع ۲۱

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه ۳۱

۲-۲- اقلیم و هواشناسی ۳۲

۲-۲-۱ حوضه آبریز گاماسیاب ۳۵

۲-۲-۲ حوضه آبریز قره‌چای ۳۵

۲-۳- ویژگی‌های هیدرولوژیکی حوضه‌های آبریز استان همدان ۳۵

۲-۴- ایستگاه‌های هواشناسی و آب‌سنجی منتخب ۳۶

۲-۵- خصوصیات نفوذپذیری خاک منطقه ۳۶

۲-۶- خصوصیات فیزیوگرافی حوضه‌های آبریز ۴۳

۲-۶-۱- مساحت ۴۳
۲-۶-۲- ارتفاع متوسط حوضه ۴۳
۲-۶-۳- شیب متوسط حوضه ۴۳
۲-۶-۴- ضریب فشردگی یا گراویلیوس ۴۴
۲-۶-۵- زمان تمرکز ۴۴
۲-۷- خصوصیات کاربری اراضی و پوشش گیاهی ۴۵
۲-۸- شماره منحنی (CN) ۴۷
۲-۹- آماده‌سازی مختصات مکانی ایستگاه‌های بارانسنجی و آبسنجی ۴۷
۲-۱۰- معیار سازی داده‌های مدل شبکه عصبی مصنوعی ۴۷
۲-۱۱- مراحل تعیین محدوده حوضه‌های بالادست ایستگاه‌های آب‌سنجی تحت مطالعه ۴۹
۲- ۱۲- معیار ارزیابی ۵۰
۲-۱۳- روش انجام تحقیق ۵۱

فصل سوم: نتایج و بحث
۳-۱- استخراج داده‌ها و بررسی اولیه آنها ۵۷
۳-۱-۱- حوضه‌های بالادست ایستگاه‌های آب‌سنجی تحت مطالعه ۵۷
۳-۱-۲- نقشه شماره منحنی (CN) ۵۷
۳-۱-۳- فیزیوگرافی حوضه‌های آبریز انتخابی ۶۲
۳-۱-۴- درصد مساحت‌های گروه هیدرولوژیکی خاک حوضه‌های آبریز ایستگاه‌های آب‌سنجی ۶۲
۳-۱-۵- متوسط وزنی شماره منحنی حوضه‌های تحت پوشش ایستگاه‌های آبسنجی ۶۲
۳-۱-۶- استخراج داده‌های دبی‌های سیلابی ۶۲
۳-۱-۷- استخراج داده‌های بارندگی‌های یکروزه و پنج روزه ما قبل سیل نظیر ۶۳
۳-۲- ساخت مدل دبی سیلابی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی ۶۷
۳-۳- ساختار شبکه مطلوب ۶۹
۳-۴- برآورد دبی سیلابی هر یک از زیرحوضه‌های هیدرولوژیکی واقع در محدوده استان همدان ۷۱
۳-۵- نتیجه گیری ۷۸
۳-۶- پیشنهادات ۷۸
فهرست منابع ۸۰

فهرست شکل‌ها **صفحه**

شکل ۱-۱- ساختمان یک شبکه عصبی بیولوژیک ۵

شکل ۱-۲- نمایش یک نرون ساده الف: ورودی اسکالر و بدون مقدار ثابت. ب: ورودی اسکالر و با مقدار ثابت ۸

شکل ۱-۳- ساختار نرون با ورودی R بردار ۱۰

شکل ۱-۴- یک لایه شبکه عصبی با چند نرون ۱۱

شکل ۱-۵- یک لایه شبکه عصبی با نمایش ساده شده به تعداد S نرون ۱۱

شکل ۱-۶- شبکه عصبی سه لایه ۱۲

شکل ۱-۷- شبکه عصبی چند نرونی و چند لایه با نمایش ساده ۱۲

شکل ۱-۸- نمایش لایه‌ها در یک شبکه عصبی مصنوعی با یک لایه مخفی ۱۳

شکل ۱-۹- ساختار آموزش با ناظر شبکه عصبی ۱۵

شکل ۱-۱۰- معماری متفاوت شبکه‌های عصبی ۱۸

شکل ۲- ۱- موقعیت استان همدان در سطح کشور ۳۱

شکل ۲- ۲- موقعیت حوضه‌های آبریز استان همدان نسبت به حوضه‌های آبریز اصلی کشور ۳۳

شکل ۲-۳- موقعیت ایستگاههای باران‌سنجی استفاده شده در سطح استان همدان ۳۷

شکل ۲-۴- موقعیت ایستگاههای آب‌سنجی استفاده شده در سطح استان همدان ۳۸

شکل ۲-۵- نقشه گروه هیدرولوژیکی خاک استان همدان ۴۲

شکل ۲-۶- نقشه کاربری اراضی استان همدان ۴۶

شکل ۲-۷- نقشه رقومی ارتفاع استان همدان ۵۳

شکل ۲-۸- نقشه موقعیت آبراهه‌های استان همدان ۵۴

شکل ۲-۹- شمای کلی مدلسازی دبی سیلابی ۵۵

شکل ۳-۱- نقشه پلی‌گونی حوضه‌های آبریز به تفکیک سه حوضه آبریز اصلی استان ۵۸

شکل ۳-۲- نقشه شیب منطقه ۵۹

شکل ۳-۳- نقشه حوضه‌های آبریز تحت پوشش ایستگاه‌های آبسنجی ۶۰

شکل ۳-۴- نقشه شماره منحنی نفوذ (CN) محدوده استان همدان ۶۱

شکل ۳-۵- ساختمان شبکه عصبی مورد استفاده ۶۸

شکل ۳-۶- رابطه دبی سیلابی برآوردی و مشاهده‌ای براساس دسته داده‌های آموزش ۷۰

شکل ۳-۷- رابطه دبی سیلابی برآوردی و مشاهده‌ای براساس دسته داده‌های آزمون ۷۱

شکل ۳-۸- نقشه توزیع مکانی حداکثر بارش ۲۴ ساعته در محدوده استان ۷۵

شکل ۳-۹- نقشه توزیع مکانی حداکثر بارش پنج روزه ماقبل در محدوده استان ۷۶

شکل ۳-۱۰- نقشه پهنه‌بندی دبی سیلابی برآورد شده به روش شبکه عصبی مصنوعی با دوره بازگشت ۲۵ ساله ۷۷

فهرست جداول

صفحه

جدول ۲-۱- مشخصات ایستگاه‌های بارندگی تحت مطالعه در سطح استان همدان ۳۹

جدول ۲-۲- مشخصات ایستگاه‌های آب‌سنجی تحت مطالعه در سطح استان همدان ۴۱

جدول ۳-۱- ویژگی‌های فیزیوگرافی حوضه‌های آبسنجی ۶۴

جدول ۳-۲- درصد مساحت‌های گروه‌های هیدرولوژیکی چهارگانه در هر یک از حوضه‌های آبسنجی ۶۵

جدول ۳-۳ – مقادیر متوسط وزنی شماره منحنی در حوضه‌های مربوطه ۶۶

جدول ۳-۴- تقسیم‌بندی کل داده‌های موجود به سه دسته آموزش، اعتبار سنجی و آزمون ۶۹

جدول ۳-۵- جزئیات ساختار بهترین مدل ۷۰

جدول ۳-۶- حداکثر بارش ۲۴ ساعته و بارش پنج روزه ماقبل در ایستگاه‌های باران‌سنجی ۷۳

چکیده

سیل همه ساله موجب تخریب ساختار اجتماعی جوامع و خسارات مالی و جانی فراوان می گردد. بررسی علل ژئومورفولوژیکی وقوع و تشدید سیل از دیدگاه کمی، نمونه‌ای از کارکردهای ژئومورفولوژیکی کاربردی است. در این تحقیق کارایی روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و قابلیت‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در برآورد دبی سیلابی در ۱۷ حوضه آبخیز استان همدان (با زمان تمرکز کمتر از ۲۴ ساعت)، با دوره آماری ۱۶ ساله مورد ارزیابی قرار گرفت. متغیرهای مساحت حوضه، ارتفاع متوسط، شیب متوسط، مساحت‌های گروه هیدرولوژیکی خاک، متوسط وزنی شماره منحنی نفوذ، بارندگی یک روزه و پنج روزه ماقبل سیل نظیر بعنوان ورودی شبکه و دبی سیلابی نیز بعنوان متغیر خروجی بکار گرفته شد. بهترین ساختار شبکه عصبی مصنوعی پس از مراحل آموزش، اعتبار سنجی و آزمون، از نوع پیشخور و با دو لایه پنهان به ترتیب با ۵ و ۴ عنصر پردازشگر بودند. معیارهای سنجش عملکرد مدل در مرحله آزمون بر مبنای محاسبه ضریب تعیین (R^2)، جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) به ترتیب ۰/۸۷ و ۰/۱۲ می‌باشد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که روش شبکه عصبی مصنوعی ابزاری مناسب برای مدلسازی دبی سیلابی بخصوص در هنگامی که کمبود ایستگاه آبسنجی وجود دارد، می‌باشد. در نهایت با محاسبه حداکثر بارش ۲۴ ساعته و پنج روزه ماقبل با دوره بازگشت ۲۵ ساله و با بکارگیری مدل بهینه منتخب، توزیع مکانی دبی سیلابی در کلیه زیر حوضه‌های هیدرولوژیکی استان همدان ارائه گردید. بر این اساس مناطق سیل‌خیز در استان همدان، به دور از اظهارات کارشناسی (توصیفی) و به منظور تعیین الویت ها و سیاست گذاری ها مشخص شدند.

واژه‌های کلیدی : بارندگی، دبی سیلابی، شبکه عصبی مصنوعی، GIS.

مقدمه

مقدمه

در طول تاریخ زندگی مدنی بشر، همواره آب به عنوان یک منبع استراتژیک مطرح بوده و با ورود انسان به عصر صنعتی و فراصنعتی، اهمیت آن افزایش قابل توجهی یافته است. اگر اهمیت آب را در عصر کشاورزی تنها در زمینه‌های شرب و آبیاری بتوان تصور نمود، در عصر صنعتی و فراصنعتی علاوه بر مصارف سنتی ، این منبع به عنوان یک عامل زیربنایی در رشد دیگر صنایع نیز نقش روز افزون بازی می کند. امروزه پیشرفت ملت‌های ساکن در مناطق با اقلیم خشک،که در آن تولید غذا به شدت توسط مقدار و توزیع زمانی بارندگی کنترل می‌شود، به میزان تلاش این ملت‌ها در زمینه مهار منابع محدود آب بستگی دارد. با این توضیح می‌توان دریافت که در آینده نیز اندرکنش میان رشد شهرنشینی که پیشرفت تمدن بشری مدیون آن است و گسترش سیستم‌های مهار منابع آب همچنان ادامه خواهد داشت. در همین راستا برنامه‌ریزی، طراحی و مدیریت هوشمندانه و دقیق سیستم‌های منابع آب دارای اهمیت بسیاری می‌باشد.

سیل از عمده‌ترین سوانح طبیعی است که خسارات سنگینی بر جوامع بشری و حیات طبیعی تحمیل می کند. از راهکارهای کاهش خسارات، پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی اراضی می‌باشد. به عبارت دیگر تفکیک نواحی سیل‌خیز و تعیین سهم عوامل موثر در سیل می‌تواند در تدوین مدیریت مناسب برای سیاستگذاری‌های میان مدت و کوتاه مدت در بهره‌برداری بهینه از اراضی نقش ویژه‌ای داشته باشد. در این رهگذر الویت‌بندی به روش کمی بایستی مدنظر قرار گیرد تا از ارائه راهکارهای سلیقه‌ای و کیفی در مباحث سیل‌خیزی و کنترل سیل پرهیز گردد.

در تعداد زیادی از رودخانه‌ها و حوضه‌های آبخیز(از جمله در استان همدان)، عمدتاً به دلایل اقتصادی ایستگاه‌های آب‌سنجی وجود ندارد، که برای جبران این مشکل، از مدل‌های تجربی مختلفی برای برآورد سیلاب طرح استفاده می‌شود. در استفاده از چنین روش‌هایی تنها بر اساس قضاوت کارشناسی و یا تایید مشابهت حوضه‌ها با یکدیگر و نیز براساس وسعت حوضه، دبی اوج برای دوره بازگشت‌های مختلف برآورد می‌شود. ولی کارشناسان معتقدند که هر حوضه آبخیز دارای ویژگی منحصر به خود بوده و لازم است روش‌هایی جستجو شوند تا بتوانند براساس خصوصیات کلیماتولوژی، هیدرولوژیکی، توپوگرافی و غیره دبی سیلابی آن را براساس ویژگی-های متغیرهای ورودی شبیه‌سازی نماید. اما به دلیل پیچیدگی بسیار زیاد روابط بارندگی- رواناب و وجود رابطه غیر خطی، برای تحلیل فیزیکی پدیده‌ای که توام با توزیع زمانی و مکانی است، از انجام تحلیل‌های معین فیزیکی که در برگیرنده ضرایب فراوان برای تنظیم فرمول‌ها می باشد،

چشم‌پوشی شده و از روش‌های محاسباتی نرم[1] یا هوش مصنوعی[2] که مبتنی بر تقلید از روش‌های طبیعت است و از قدرت انعطاف پذیری بالایی برخوردار می‌باشد، بهره‌جویی شود.

روش‌های مورد بحث در هوش مصنوعی شامل روش‌های شبکه عصبی، منطق فازی، برنامه-ریزی ژنتیکی و استدلال احتمالاتی است (جری[3]، ۲۰۰۰). روش مورد استفاده در این تحقیق شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد. شبکه‌های عصبی مصنوعی جزء آن دسته از سامانه‌های پویا هستند که با پردازش روی داده‌های تجربی، دانش یا قانون نهفته در ورای داده‌ها را به ساختار شبکه منتقل می-کنند. لذا باور بر آن است که با انتخاب پارامترهای نسبتاً مستقل از هر حوضه آبخیز به عنوان متغیر-های ورودی یک مدل عمومیت یافته[4]، حاصل شود. بدین طریق شبکه عصبی آموزش یافته بیشترین وزن را به متغیری خواهد داد که بیشترین تاثیر را در خروجی مدل داشته باشد (منهاج، ۱۳۸۰، ترومالایاح[5] و دئو[6]، ۲۰۰۰). لذا با قبول این قابلیت از شبکه عصبی، لزوم تحلیل روابط رگرسیونی متغیرهای وابسته از بین می‌رود و پهنه‌بندی خطر سیل در حوضه‌های مختلف با توجه به خصوصیات ذاتی هر حوضه میسر می گردد.

اهداف اصلی این تحقیق عبارت است از:

- مدلسازی دبی سیلابی بر مبنای ویژگی‌های پایا (فیزیوگرافی) و پویا (بارندگی).
- بررسی مناسب‌ترین ساختمان شبکه عصبی.
- پهنه‌بندی خطر سیل در زیرحوضه‌های آبخیز استان همدان.
- شناخت وآگاهی از ویژگی‌های هیدروژئومورفولوژی حوضه آبریز استان همدان در مدیریت و برنامه‌ریزی جهت کنترل و مهار سیلاب در استان همدان.

ساختار پایان‌نامه:

پایان‌نامه موجود با عنوان شناسایی مناطق سیل‌خیز در حوضه‌های آبخیز استان همدان با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و GIS می‌باشد. بر این اساس این پایان نامه در سه فصل ارائه شده است:

1- Soft computing
2- Artifical intelligence
3- jerry
4- Generalized
5- Thirumalaiah
6- Deo

- فصل اول، در این بخش ابتدا تئوری شبکه عصبی مصنوعی و مفاهیم آن مطرح شده و سپس سوابق تحقیقات مشابه انجام یافته در کشور و سایر نقاط دنیا مورد بررسی قرار می گیرد.

- فصل دوم، در این قسمت وضعیت استان همدان به ویژه از لحاظ اقلیم وهواشناسی و حوضه‌های آبریز مورد بحث قرار می گیرد و منابع داده‌های مورد استفاده بیان شده‌اند. همچنین تکنیک‌های به کار رفته در این تحقیق به تفصیل مورد بحث قرار می گیرد.

- فصل سوم، نتایج حاصل از بکارگیری مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و بهینه جهت برآورد دبی سیلابی براساس میزان خطای آنها در این فصل معرفی شده‌اند. سپس پهنه‌بندی سیل-خیزی در زیرحوضه‌های استان به کمک مدل بهینه منتخب ارائه می گردد.

فصل اول:

بررسی منابع

۱- بررسی منابع

۱-۱- مقدمه

در سالیان اخیر شاهد حرکت مستمر، از تحقیقات صرفاً تئوری به تحقیقات کاربردی بخصوص در زمینه‌های پردازش اطلاعات، که برای آنها راه حلی موجود نیست و یا به راحتی قابل حل نیستند بوده‌ایم. با عنایت به این امر، علاقه فزاینده‌ای در توسعه تئوریک سیستم‌های دینامیکی هوشمند که مبتنی بر داده‌های تجربی هستند، ایجاد شده‌است. شبکه‌های عصبی مصنوعی جزء این دسته از سیستم‌ها قرار دارد که با پردازش روی داده‌های تجربی، دانش یا پیام نهفته در ورای داده‌ها را به ساختار شبکه منتقل می‌کند، به همین خاطر به این فرایندها، سیستم‌های هوشمند گویند (منهاج، ۱۳۸۰).

امروزه شبکه عصبی مصنوعی در بخش‌های مختلف علوم به منظور مدلسازی روابط پیچیده غیر خطی بکار گرفته می‌شود و تا حدودی جایگزین مدل‌های آماری شده‌است. زیرا شبکه عصبی بدون نیاز به حل معادلات دیفرانسیل جزئی، غیر خطی بودن فرایند مورد نظر را شبیه‌سازی می‌نماید و حتی زمانیکه مجموعه داده‌های آموزشی دارای خطا باشند، عملکرد مناسبی را نشان می‌دهد و برخلاف مدل‌های رگرسیونی (مدل‌های آماری) نیاز به انتخاب اولیه شکل تابع ریاضی مرتبط‌کننده ورودی و خروجی سیستم ندارد (دامنگیر، ۱۳۸۰).

۱-۲- ساختار بیولوژیکی مغز

تحقیقات و علاقه‌مندی به شبکه‌های عصبی مصنوعی از زمانی شروع شد که مغز انسان به یک سیستم دینامیکی با ساختار موازی و پردازشگری کاملاً مغایر با شرایط متداول شناخته شد. نگرش نوین در مورد کارکرد مغز انسان نتیجه تفکراتی بود که در اوایل قرن بیستم توسط رامون سگال[1] در مورد ساختار مغز به عنوان اجتماعی از اجزای محاسباتی کوچک به نام نرون[2] شکل گرفت (منهاج، ۱۳۸۰).

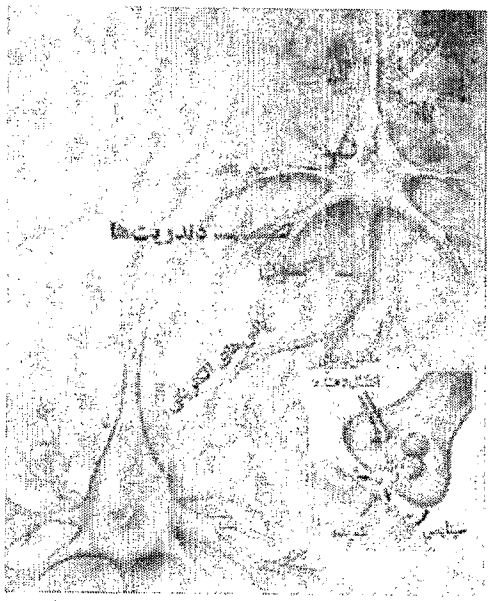
۱-۳- ساختار شبکه‌های عصبی بیولوژیکی

مغز انسان به عنوان یک سیستم پردازش اطلاعات با ساختار موازی، از ۱۰۰ تریلیون (10^{10}) نرون به هم مرتبط با تعداد 10^{16} ارتباط تشکیل شده‌است. نرون‌ها ساده‌ترین واحد ساختاری

1- Ramon Segal
2- Neuron

سیستم‌های عصبی هستند. بافت‌هایی که عصب نامیده می‌شوند اجتماعی از نرون‌ها می‌باشند که اطلاعات و پیام‌ها را از یک قسمت بدن به قسمت دیگر منتقل می‌کنند. این پیام‌ها از نوع ایمپالس-های[1] الکتروشیمیایی هستند (منهاج، ۱۳۸۰).

نرون‌های زیادی در مغز و بدن انسان وجود دارند ولی با وجود تنوع زیاد، از سه قسمت اساسی تشکیل شده اند. بدنه اصلی نرون سوما[2] نامیده می‌شود که شامل هسته و قسمت‌های حفاظتی دیگر می‌باشد. به سوما رشته‌های بسیار نا منظمی متصل است که به آن دندریت[3] می-گویند. دندریت‌ها نقش اتصالاتی دارند که ورودی ها را به نرون می‌رسانند. یکی دیگر از عناصر عصبی به هسته نرون آکسون[4] نامیده می‌شود. اکسون بر خلاف دندریت از نظر الکتریکی فعال است و به عنوان خروجی نرون عمل می‌کند. آکسون طول بیشتری دارد و سیگنال الکتروشیمیایی دریافتی از هسته سلول را به نرون‌های دیگر منتقل می‌کند. محل تلاقی یک آکسون از یک سلول به دندریت سلول دیگر را سیناپس[5] گویند. سیناپس‌ها واحدهایی هستند که ارتباط بین نرون‌ها برقرار می‌سازند. ساختمان یک شبکه عصبی بیولوژیک در شکل ۱-۱ نشان داده شده‌است (منهاج).



شکل ۱-۱- ساختمان یک شبکه عصبی بیولوژیک

1- Impulse
2- Soma
3- Dendrite
4- Axon
5- Synapse

شبکه‌های عصبی مبتنی بر هوش مصنوعی، سعی می‌کنند ساختار عصبی مغز را مدل‌سازی نمایند. یک نرون مصنوعی(عنصر پردازش)، سعی در شبیه‌سازی رفتار سلول‌های عصبی بیولوژیکی با استفاده از عملکردها و توابع ریاضی دارد. یک شبکه عصبی مصنوعی، ترکیبی از نرون‌های مصنوعی است که رفتار شبکه عصبی بیولوژیکی را شبیه‌سازی می‌کند. یک نرون کوچک‌ترین واحد پردازش اطلاعات است که اساس عملکرد شبکه عصبی را تشکیل می‌دهد. مجموعه نرون‌های موجود در شبکه عصبی با قرار گرفتن در لایه‌های مختلف، معماری خاصی را بر مبنای اطلاعات بین نرون‌ها در لایه‌هایی مختلف تشکیل می‌دهند. نرون مصنوعی می‌تواند یک تابع ریاضی غیر خطی باشد که به طور مستقل عمل می‌کند، اما نرون‌ها در یک روند همکاری یکدیگر را تصحیح و رفتار کلی شبکه برایند رفتار محلی نرون‌های مختلف است. یک نرون با استفاده از تابع محرک مقدار خروجی خاصی را به ازاء ورودی‌های مختلف تولید می‌کند (کارآموز و کراچیان، ۱۳۸۲).

۱-۴- ویژگی شبکه عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی دارای ویژگی‌هایی هستند که در حین یادگیری یک نگاشت خطی یا غیر-خطی آن‌ها را ممتاز می‌سازد. ذیلاً این ویژگی‌ها مورد بررسی قرار گرفته‌اند (منهاج، ۱۳۸۰).

۱-۴-۱- قابلیت یادگیری

قابلیت یادگیری یعنی توانایی تنظیم پارامترهای شبکه هنگامی که محیط شبکه تغییر کند. به عبارت دیگر هنگامی که شبکه برای یک وضعیت خاص آموزش دید و شرایط محیطی تغییر کرد، با آموزش مختصر بتواند در شرایط جدید نیز کارآمد باشد. اطلاعات در شبکه‌های عصبی در وزن‌ها ذخیره می‌شود و هر نرون در شبکه از فعالیت سایر نرون‌ها متاثر می‌گردد. در نتیجه اطلاعات از نوع مجزا بوده و در کل شبکه توزیع می‌شود.

۱-۴-۲- پراکندگی اطلاعات

اطلاعات و دانشی که شبکه عصبی فرا می‌گیرد، در وزن‌ها مستتر است و رابطه یک به یکی بین ورودی‌ها و وزن‌ها وجود ندارد. یعنی هر نرون در شبکه از فعالیت تمام نرون‌های شبکه متاثر می‌باشد. به عبارت دیگر اطلاعات به صورت متن[1] توسط شبکه‌های عصبی پردازش می‌شود. بر

1- Context

این اساس بخشی از سلول‌های شبکه حذف شوند یا عملکرد غلط داشته باشند، باز هم احتمال رسیدن به پاسخ صحیح وجود دارد.

۱-۴-۳- قابلیت تعمیم[1]

پس از آنکه شبکه آموزش دید، قادر خواهد بود در مقابل یک بردار ورودی که تجربه نکرده است، قرارگیرد و یک خروجی مناسب ارائه نماید. این خروجی بر اساس مکانیزم تعمیم، که همانا چیزی جزء فرایند درونیابی[2] نیست، بدست آمده است. به عبارت دیگر، شبکه تابع و الگوریتم را می‌آموزد و رابطه مناسبی برای فضای برداری بدست می‌آورد.

۱-۴-۴- پردازش موازی

هنگامیکه شبکه عصبی در قالب سخت‌افزار پیاده می‌شود، سلول‌هایی که در یک تراز قرار می‌گیرند، می‌توانند به طور همزمان به ورودی‌های آن تراز پاسخ دهند. این ویژگی باعث افزایش سرعت پردازش و یادگیری شبکه می‌شود. در واقع در چنین سیستمی وظیفه کلی پردازش بین پردازنده‌های کوچکتر مستقل از یکدیگر توزیع می‌گردد.

۱-۴-۵- مقاوم

در شبکه عصبی هر سلول بطور مستقل عمل کرده و رفتار کلی شبکه برایند رفتارهای محلی سلول‌های متعددی است. این ویژگی باعث می‌شود تا خطای محلی از چشم خروجی نهایی دور ماند. به عبارت دیگر سلول‌ها در یک روند همکاری خطای محلی یکدیگر را تصحیح می‌کنند. این خصوصیت باعث افزایش قابلیت مقاوم بودن[3] (تحمل پذیری خطاها) در سیستم می‌گردد.

۱-۴-۶- قابلیت تقریب فراگیر

برخی از انواع شبکه‌های عصبی همچون (شبکه‌های عصبی پیشخور) قابلیت تقریب یک سری از توابع را دارا می‌باشند. این موضوع زیربنای مدل‌سازی سیستم‌ها توسط شبکه عصبی است. چون در این حالت با اعمال ورودی و خروجی به شبکه چند لایه‌ای، شبکه می‌تواند تابع سیستم

1- Generalization
2- Interpolation
3- Robustness

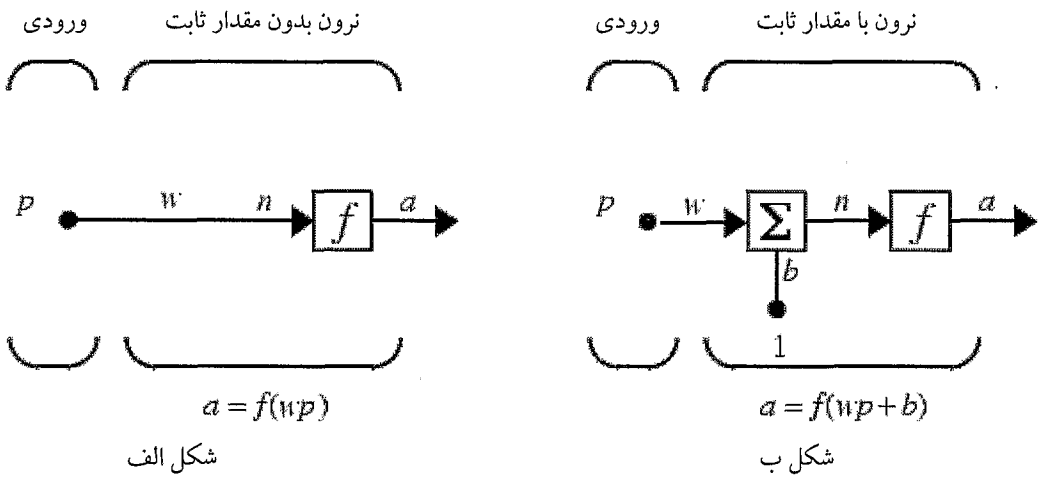
مورد نظر را یادگرفته و رفتار سیستم را پیش‌بینی نماید. براساس پیش‌بینی مدل می‌توان سیستم واقعی را کنترل کرد.

۱-۵- مدل نرون

در بخش‌های قبلی توصیف اجمالی از نرون‌های بیولوژیکی و شبکه‌های عصبی ارائه گردید. در این بخش مدل ساده‌ای از یک نرون واقعی ارائه خواهد شد. در این بخش سعی می‌گردد بلوک اصلی ساختار شبکه‌های عصبی مورد بررسی کامل قرار گیرد.

۱-۵-۱- نرون ساده

در شکل (۱-۲) ساختار دو نرون ساده (ورودی اسکالر) نمایش داده شده است. شکل (۱-۲-الف) نمایشگر یک نرون ساده با ورودی اسکالر و بدون مقدار ثابت می‌باشد. در اینجا مقدار اسکالر (p) از طریق ارتباط موجود در وزن اسکالر(w) ضرب شده و مجدداً در انتهای ارتباط مقدار اسکالر (wp)، را تولید می‌کند. مقدار ورودی وزن‌دهی داده شده(wp) تنها جزء تابع محرک(f) است که در نهایت خروجی اسکالر a را تولید می‌کند.



شکل ۱-۲- نمایش یک نرون ساده الف: ورودی اسکالر و بدون مقدار ثابت. ب: ورودی اسکالر و با مقدار ثابت

در شکل (۱-۲- ب) نرون نشان داده شده دارای مقدار ثابت b نیز می‌باشد. مقدار ثابت، همانطور که در شکل نمایش داده شده، به مقدار ورودی وزن‌دهی شده اضافه می‌شود. مقدار ثابت بسیار مشابه وزن عمل می‌کند با این تفاوت که مقدار ورودی آن همواره برابر مقدار ثابت یک