بسم الله الرحمن الرحیم

همه امتیازهای این پایان نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب پایان نامه در مجلات ، کنفرانس ها و یا سخنرانی ها ، باید نام دانشگاه بوعلی سینا (یا استاد یا اساتید راهنمای پایان نامه) و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر اینصورت مورد پیگیرد قانونی قرار خواهد گرفت.

دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی آب

پایان نامه:

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی آبیاری و زهکشی

عنوان:

مدل‌سازی منحنی دبی- اشل سدهای پاره‌سنگی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

استاد راهنما:

دکتر مجید حیدری

اساتید مشاور:

دکتر پرویز فتحی
دکتر صفر معروفی

پژوهشگر:

پریسا حسین‌زاده طلائی

بهمن ۱۳۸۹

به ستارگان شب زنده دار همیشه تابناک شب های نومیدی و تنهایی

و خورشید درخشان روزهای گرم و پر اشتیاق زندگی

پدر و مادر نازنینم

تقدیر و تشکر

ستایش از آن خدای اول است، که هیچ اولی پیش از او نیست و مخصوص خدای آخر است که هیچ آخری پس از او نیست. خدایی که دیدگان هر بیننده‌ای از دیدنش قاصر است و اندیشه‌ی هر توصیف کننده‌ای از وصف او عاجز.

(صحیفه‌ی سجادیه، دعای اول، فراز اول و دوم)

ستایش خدایی راست که در تاریکی‌های ظلمت و جهل، چراغ علم و دانش را بر فراز راه روشن نمود و با دستان پاک و مهربان و بخشایش گرش دستان ناتوان ما گمراهان را در دست خویش گرفت و گوشه‌ای بسیار ناچیز از عظمت بی‌منتهای خویش را در روشنای دانش به ما نمود تا در مسلک دانش‌اندوزی همواره بزرگی خالق در چشمانمان جلوه‌گر باشد. او ست صاحب عظیم ترین دانش‌ها که مهربان‌ترین است و برای علم و بزرگیش پایانی نیست.

به رسم سپاس و ادب و به رسم شاگردی در محضر استاد راهنمای گرامی جناب آقای دکتر مجید حیدری، قدردان کوشش‌های بی‌دریغ و لطف فراگیر ایشان، هستم که با هدایت‌های علمی پربار خویش راه‌گشای ایده‌های نو و خلاق و رهنمون به دنیای شگفت انگیز و پر از روشنایی علم و معرفت بودند. و نیز اساتید محترم مشاور جناب آقای دکتر پرویز فتحی و دکتر صفر معروفی، که از ایشان کمال سپاس را دارم که دلسوزانه و بی‌دریغ دانش گرانقدر خویش را در اختیار اینجانب قرار دادند. همچنین از اعضای محترم گروه مهندسی آب تشکر می‌نمایم که در سال‌های تحصیل از آموزه‌های پربارشان بهره جسته‌ام. و نیز از داوران محترم که صبورانه، عالمانه و منصفانه در جلسه‌ی دفاعیه به داوری نشسته‌اند مراتب سپاس و قدردانی خویش را اعلام می‌دارم.

هر چند در این فرصت کوتاه و این جملات نارسا بزرگی حمایت و پشتیبانی همه این عزیزان قابل وصف نیست، از خداوند پاک و بلند مرتبه سعادت قرین سلامت را برایشان خواستارم جای آن است تا از بهترین همسفران مسیر زندگی که همواره روشنی‌بخش لحظاتم بودند، خانواده عزیزم صمیمانه سپاسگزاری نمایم.

فهرست مطالب | صفحه

مقدمه ۱

فصل اول: بررسی منابع

۱-۱- مقدمه ۵

۱-۲- مدل ۵

۱-۳- سیل ۵

۱-۴- ضرورت کنترل و مهار سیل ۶

۱-۵- روش‌های کنترل و مهار سیلاب ۶

۱-۶- هیدرولیک جریان در محیط‌های متخلخل ۸

۱-۶-۱- هیدرولیک جریان آرام در محیط متخلخل ۸

۱-۶-۲- هیدرولیک جریان متلاطم در محیط متخلخل ۱۰

۱-۷- روش‌های عددی در حل معادلات دیفرانسیل ۱۱

۱-۸- روابط جریان در سدهای پاره‌سنگی ۱۲

۱-۹- رابطه دبی- اشل دوبعدی در سدهای پاره‌سنگی ۱۳

۱-۱۰- مقدمه‌ای بر روش‌های هوشمند ۱۸

۱-۱۱- مروری بر منابع ۱۹

۱-۱۱-۱- کاربرد شبکه عصبی در هیدرولوژی و منابع آب ۱۹

۱-۱۱-۲- پیشینه تحقیق در زمینه سدهای پاره‌سنگی ۲۵

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۲-۱- مقدمه ۳۰

۲-۲- داده‌های مورد نیاز ۳۰

۲-۳- مدل عددی دوبعدی ۳۱

۲-۴- شبکه عصبی مصنوعی ۳۲

۲-۴-۱- شکل بیولوژیکی شبکه‌های عصبی ۳۲

۲-۴-۲- شباهت‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی و بیولوژیکی ۳۴

۲-۴-۳- ویژگی‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی ۳۴

۲-۴-۴- ساختار شبکه عصبی مصنوعی ۳۵

۲-۴-۵- گره (نرون) ۳۶

۲-۴-۶- انتخاب وزن‌ها و بایاس‌های اولیه ۳۷

۲-۴-۷- تابع انتقال (آستانه) ۳۸

۲-۴-۸- انواع شبکه‌های عصبی مصنوعی از نظر برگشت‌پذیری ۳۹

۲-۴-۹- شبکه عصبی پرسپترون ۴۱

۲-۴-۱۰- انواع شبکه عصبی مصنوعی از نظر نوع کارکرد ۴۲

۲-۴-۱۱- الگوریتم‌های یادگیری ۴۲

۲-۴-۱۲- آموزش شبکه عصبی مصنوعی ۴۳

۲-۴-۱۳- مراحل طراحی یک شبکه عصبی مصنوعی ۴۵

۲-۵- مدل ترکیبی عصبی- ژنتیک ۴۵

۲-۶- روش انجام تحقیق ۴۹
۲-۶-۱- استانداردسازی و تصادفی نمودن داده‌ها ۴۹
۲-۶-۲- تقسیم‌بندی داده‌ها جهت طراحی شبکه عصبی مصنوعی ۵۰
۲-۶-۳- معماری شبکه عصبی مصنوعی ۵۱
۲-۶-۴- معماری مدل ترکیبی عصبی- ژنتیک ۵۳
۲-۶-۵- روش بکارگیری مدل عددی دوبعدی ۵۴
۲-۶-۶- ارزیابی کارایی مدل‌ها ۵۴
۲-۶-۷- آنالیز حساسیت ۵۶

فصل سوم: نتایج و بحث
۳-۱- مقدمه ۵۸
۳-۲- نتایج مدل‌سازی رابطه دبی- اشل برای سد پاره‌سنگی ذوزنقه‌ای ۵۸
۳-۲-۱- نتایج روش شبکه عصبی مصنوعی ۵۸
۳-۲-۲- نتایج مدل ترکیبی عصبی- ژنتیک ۶۱
۳-۲-۳- مقایسه کمی روش شبکه عصبی مصنوعی، مدل ترکیبی عصبی- ژنتیک و مدل عددی دوبعدی ۶۲
۳-۲-۴- مقایسه کیفی روش شبکه عصبی مصنوعی، مدل ترکیبی عصبی- ژنتیک و مدل عددی دوبعدی ۶۳
۳-۳- نتایج مدل‌سازی رابطه دبی- اشل برای سد پاره‌سنگی مستطیلی ۶۵
۳-۳-۱- نتایج روش شبکه عصبی مصنوعی ۶۵
۳-۳-۲- نتایج مدل ترکیبی عصبی- ژنتیک ۶۸
۳-۳-۳- مقایسه کمی روش شبکه عصبی مصنوعی، مدل ترکیبی عصبی- ژنتیک و مدل عددی دوبعدی ۶۹
۳-۳-۴- مقایسه کیفی روش شبکه عصبی مصنوعی، مدل ترکیبی عصبی- ژنتیک و مدل عددی دوبعدی ۷۰
۳-۴- نتایج آنالیز حساسیت ۷۲
۳-۵- نتیجه‌گیری ۷۳
۳-۶- پیشنهادات ۷۵
فهرست منابع ۷۷

جدول ۲-۱- مشخصات هندسی سدهای پاره سنگی مورد استفاده در آزمایشات (حیدری، ۱۳۸۶) ۳۱
جدول ۳-۱- نتایج روش شبکه عصبی مصنوعی برای سد پاره‌سنگی ذوزنقه‌ای ۵۸
جدول ۳-۲- مقادیر خطای MSE شبکه با تعداد لایه و نرون‌های متفاوت برای سد پاره‌سنگی ذوزنقه‌ای در مرحله آموزش ۵۹
جدول ۳-۳- مقادیر خطای MSE شبکه با تعداد لایه و نرون‌های متفاوت برای سد پاره‌سنگی ذوزنقه‌ای در مرحله صحت‌سنجی ۵۹
جدول ۳-۴- خطاهای MSE آموزش و صحت‌سنجی برای توابع آستانه مختلف در سد پاره‌سنگی ذوزنقه‌ای ۵۹
جدول ۳-۵- خطاهای آموزش و صحت‌سنجی برای تکرار مناسب در سد پاره‌سنگی ذوزنقه‌ای ۶۱
جدول ۳-۶- خطاهای آموزش و صحت‌سنجی برای ضریب یادگیری مناسب در سد پاره‌سنگی ذوزنقه‌ای ۶۱
جدول ۳-۷- نتایج مدل ترکیبی عصبی- ژنتیک برای سد پاره‌سنگی ذوزنقه‌ای ۶۱
جدول ۳-۸- مقادیر شاخص‌های آماری برای روش‌های استفاده شده در سد پاره‌سنگی ذوزنقه‌ای ۶۲
جدول ۳-۹- مقایسه شیب و ضریب تعیین نتایج روش‌های استفاده شده در سد پاره‌سنگی ذوزنقه‌ای ۶۳
جدول ۳-۱۰- نتایج روش شبکه عصبی مصنوعی برای سد پاره‌سنگی مستطیلی ۶۵
جدول ۳-۱۱- مقادیر خطای MSE شبکه با تعداد لایه و نرون‌های متفاوت برای سد پاره‌سنگی مستطیلی در مرحله آموزش ۶۵
جدول ۳-۱۲- مقادیر خطای MSE شبکه با تعداد لایه و نرون‌های متفاوت برای سد پاره‌سنگی مستطیلی در مرحله صحت‌سنجی ۶۶
جدول ۳-۱۳- خطاهای MSE آموزش و صحت‌سنجی برای توابع آستانه مختلف در سد پاره‌سنگی مستطیلی ۶۶
جدول ۳-۱۴- خطاهای آموزش و صحت‌سنجی برای تکرار مناسب در سد پاره‌سنگی مستطیلی ۶۷
جدول ۳-۱۵- خطاهای آموزش و صحت‌سنجی برای ضریب یادگیری مناسب در سد پاره‌سنگی مستطیلی ۶۸
جدول ۳-۱۶- نتایج مدل ترکیبی عصبی- ژنتیک برای سد پاره‌سنگی مستطیلی ۶۸
جدول ۳-۱۷- مقادیر شاخص‌های آماری برای روش‌های استفاده شده در سد پاره‌سنگی مستطیلی ۶۹
جدول ۳-۱۸- مقایسه شیب و ضریب تعیین نتایج روش‌های استفاده شده در سد پاره‌سنگی مستطیلی ۶۹

شکل۱ -۱- عبور جریان به صورت درون‌گذر از یک سد پاره‌سنگی ۱۳
شکل ۱-۲- عبور جریان به صورت روگذر از یک سد پاره‌سنگی ۱۳
شکل ۱-۳- طرح پنج نقطه در انفصال معادله جریان دوبعدی ۱۴
شکل ۱-۴- شرایط مرزی در حالت جریان درون‌گذر در سد پاره‌سنگی ۱۵
شکل ۱-۵- حجم کنترل در برگیرنده گره‌های واقع بر مرز AB ۱۵
شکل ۱-۶- تشریح شرایط مرزی در مرز BC'' ۱۶
شکل ۱-۷- حجم کنترل در برگیرنده گره‌های واقع بر مرز DC ۱۶
شکل ۱-۸- شریط مرزی در حالت جریان روگذر ۱۷
شکل ۲-۱- پارامترهای هندسی سد پاره‌سنگی با مقطع مستطیلی ۳۰
شکل ۲-۲- پارامترهای هندسی سد پاره‌سنگی با مقطع ذوزنقه‌ای ۳۰
شکل ۲-۳- ساختار نرون طبیعی انسان ۳۳
شکل ۲-۴- عملکرد یک گره شبکه عصبی مصنوعی (حیات غیبی، ۱۳۸۰) ۳۶
شکل ۲-۵- مدل ریاضی یک نرون تک ورودی (حسینی آریا، ۱۳۸۳) ۳۷
شکل ۲-۶- انواع توابع انتقال خطی و غیرخطی (حیات غیبی، ۱۳۸۰) ۳۹
شکل ۲-۷- شبکه عصبی پیش‌خور (دامنگیر، ۱۳۸۱) ۴۰
شکل ۲-۸- شبکه عصبی برگشتی (پترسون، ۱۹۹۶) ۴۰
شکل ۲-۹- فلوچارت آموزش شبکه عصبی با استفاده از الگوریتم ژنتیک (سدکی و همکاران، ۲۰۰۹) ۴۸
شکل ۲-۱۰- شبکه عصبی مصنوعی بکار گرفته شده در این تحقیق ۵۲
شکل ۳-۱- مقادیر خطای شبکه عصبی مصنوعی به ازای تکرارهای مختلف در سد پاره‌سنگی ذوزنقه‌ای در مراحل آموزش و صحت‌سنجی ۶۰
شکل ۳-۲- انتخاب ضریب یادگیری مناسب به منظور طراحی شبکه عصبی مصنوعی در سد پاره‌سنگی ذوزنقه‌ای در مراحل آموزش و صحت‌سنجی ۶۰
شکل ۳-۳- مقادیر خطای مدل ترکیبی عصبی- ژنتیک به ازای تکرارهای مختلف در سد پاره‌سنگی ذوزنقه‌ای در مراحل آموزش و صحت‌سنجی ۶۲
شکل ۳-۴- مقایسه کیفی دبی خروجی پیش‌بینی شده توسط روش‌های بکار رفته و مقادیر آزمایشگاهی در سد پاره‌سنگی ذوزنقه‌ای ۶۴
شکل ۳-۵- مقادیر خطای شبکه عصبی مصنوعی به ازای تکرارهای مختلف در سد پاره‌سنگی مستطیلی در مراحل آموزش و صحت سنجی ۶۷
شکل ۳-۶- انتخاب ضریب یادگیری مناسب به منظور طراحی شبکه عصبی مصنوعی در سد پاره‌سنگی مستطیلی در مراحل آموزش و صحت‌سنجی ۶۷
شکل ۳-۷- مقادیر خطای مدل ترکیبی عصبی- ژنتیک به ازای تکرارهای مختلف در سد پاره‌سنگی مستطیلی در مراحل آموزش و صحت سنجی ۶۹
شکل ۳-۸- مقایسه کیفی دبی خروجی پیش‌بینی شده توسط روش‌های بکار رفته و مقادیر آزمایشگاهی در سد پاره‌سنگی مستطیلی ۷۱
شکل ۳-۹- اثر پارامترهای ورودی بر خروجی شبکه عصبی مصنوعی در سد پاره‌سنگی ذوزنقه‌ای ۷۲
شکل ۳-۱۰- اثر پارامترهای ورودی بر خروجی شبکه عصبی مصنوعی در سد پاره‌سنگی مستطیلی ۷۳

دانشگاه بوعلی سینا

مشخصات رساله/پایان نامه تحصیلی

عنوان:

مدل‌سازی منحنی دبی- اشل سدهای پاره‌سنگی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

نام نویسنده: پریسا حسین‌زاده طلائی

نام استاد راهنما: دکتر مجید حیدری

نام اساتید مشاور: دکتر پرویز فتحی، دکتر صفر معروفی

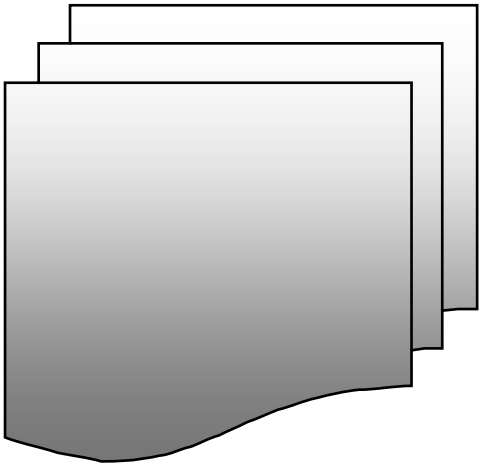
دانشکده: کشاورزی	**گروه آموزشی: مهندسی آب**	
رشته تحصیلی: مهندسی کشاورزی	**گرایش آبیاری و زهکشی**	**مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد**
تاریخ تصویب: ۱۳۸۸/۴/۳۰	**تاریخ دفاع: ۱۳۸۹/۱۱/۲۶**	**تعداد صفحات: ۱۰۴**

چکیده:

سیل یکی از مهم‌ترین بلایای طبیعی است که حیات و نیز سرمایه بشری را تهدید می‌نماید. در طول سال‌ها، تعدادی از شیوه‌های مدیریت به منظور کاهش خسارات سیل توسعه داده شده است. در بین روش‌های مهار و کنترل سیلاب، استفاده از سدهای پاره‌سنگی به عنوان روشی با کارایی و راندمان مناسب و همچنین طرحی اقتصادی معرفی شده است. استفاده از این سدها سبب می‌شود که هیدروگراف سیل خروجی دارای دبی اوج کمتر و زمان وقوع بزرگ‌تر نسبت به هیدروگراف ورودی گردد. در این تحقیق بر اساس داده‌های آزمایشگاهی و با بکارگیری روش‌های هوشمند شامل شبکه عصبی مصنوعی (ANN) و مدل ترکیبی عصبی- ژنتیک (NNGA) و مدل عددی دوبعدی، دبی خروجی از سدهای پاره‌سنگی مستطیلی و ذوزنقه‌ای پیش‌بینی شده و نتایج آنها با یکدیگر مقایسه گردید. بدین منظور برای بررسی کارایی روش‌های بکار رفته از چند شاخص آماری استفاده گردید. بر اساس نتایج شاخص‌های آماری، تمام روش‌ها قادر به پیش‌بینی دبی خروجی به صورت قابل اطمینان می‌باشند. مقایسه کارآیی روش‌های هوشمند نشان از برتری مدل ترکیبی عصبی- ژنتیک نسبت به روش شبکه عصبی مصنوعی بود. به عبارت دیگر بکارگیری الگوریتم ژنتیک به منظور بهینه‌سازی پارامترهای شبکه عصبی مصنوعی، پیش‌بینی دبی خروجی را بهبود می‌بخشد. در ضمن الگوریتم‌های دلتا بار دلتا و مومنتوم به ترتیب بهترین الگوریتم‌های یادگیری برای شبکه عصبی مصنوعی و مدل ترکیبی عصبی- ژنتیک بودند. مدل عددی دوبعدی اندکی بهتر از روش‌های محاسباتی هوشمند برای این مسأله می‌باشد. اما با توجه به این که مدل‌های عددی نیازمند تکنیک‌های پیچیده عددی و در نظر گرفتن شرایط مرزی برای حل معادلات مدل می‌باشند، بنابراین با بکارگیری روش‌های هوشمند در تخمین دبی خروجی از سدهای پاره‌سنگی می‌توان بر مشکل پیچیدگی و زمان‌بر بودن روش‌ها عددی فائق آمد. همچنین آنالیز حساسیت نشان داد ارتفاع آب بالادست سدهای پاره‌سنگی ذوزنقه‌ای و مستطیلی پارامتر مهم‌تری نسبت به ارتفاع آب پایین‌دست سد می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سد پاره‌سنگی، پیش‌بینی دبی، شبکه عصبی مصنوعی، الگوریتم ژنتیک، مدل عددی

مقدمه



مقدمه

سیل یکی از بلایای طبیعی است که باعث وارد آمدن خسارات و آسیب‌های جدی به تأسیسات و جوامع بشری می‌شود. تحقیقات نشان داده است که ۴۰ درصد خسارات اقتصادی ناشی از بلایای طبیعی، مربوط به پدیده سیلاب می‌باشد. بنابراین سیل یک تهدید بزرگ برای جان و مال انسان‌ها است (فنگ و لو[1]، ۲۰۱۰).

تاکنون روش‌های متعددی به منظور کنترل سیلاب توسعه یافته است که از میان آنها استفاده از سدهای تأخیری پاره‌سنگی[2] به عنوان روشی مقرون به صرفه و با کارایی مناسب معرفی شده است. کاربرد سدهای پاره‌سنگی در کنترل سیلاب و فرسایش، نگهداری دیواره‌های خاکریز و دیواره‌های حائل برای پایداری شیب‌ها و سازه‌های هیدرولیکی می‌باشد. همچنین از این سازه در مواقعی که جریان از آشفتگی زیاد برخوردار است به عنوان روشی برای ایجاد زیستگاه ماهیان استفاده می‌گردد. این سازه برای تغییر مسیر جریان رودخانه، اصلاح آن و کنترل رسوب رودخانه نیز بکار می‌رود (حیدری، ۱۳۸۶).

از خصوصیات بارز سدهای پاره‌سنگی، می‌توان به تراوش جریان از درون بدنه آنها اشاره کرد که منجر به کوچک شدن ابعاد سد نسبت به وقتی که سد ناتراوا باشد، می‌شود (قاضی مرادی، ۱۳۸۴). همچنین این سدها دارای ساختمانی بسیار ساده، تخلخل زیاد، انعطاف‌پذیری مناسب، عمر طولانی، مقاومت کافی در مقابل نیروهای مؤثر و عوامل طبیعی و جوی هستند، لذا از قابلیت اعتمادپذیری بالایی برخوردارند (کلز[3]، ۱۹۹۵).

استفاده از مدل‌های فیزیکی، مدل‌های ریاضی، توزیع‌های آماری و برنامه‌های کامپیوتری از مواردیست که برای پیش‌بینی پدیده‌های مختلف استفاده می‌گردد (محمدی، ۱۳۸۶). از جمله امور مهندسی که امروزه رایانه نقش مهمی در پیشرفت آن داشته است، بخش آب و مسائل مربوط به آن می‌باشد و یکی از مسائل مهمی که مهندسین علوم آب با آن سروکار دارند، مدل‌سازی و مدل‌هایی است که در این شاخه از علم ارائه می‌گردد (حیدری، ۱۳۸۶). به دلیل پیچیدگی استفاده از روابط و مدل‌های موجود و مشکلات ناشی از جمع آوری داده‌ها، احتیاج به ابزاری با قابلیت یادگیری، درک تابع حاکم و قابلیت مقاوم بودن یا به عبارتی تحمل‌پذیری خطاها می‌باشد. با در نظر گرفتن ویژگی‌ها و قابلیت منحصر به فرد روش‌های هوش مصنوعی[4]، این روش‌ها می‌توانند به عنوان ابزاری مفید و کارآمد در زمینه‌های مختلف مهندسی مورد استفاده قرار گیرند (علینقی‌زاده بهبهانی و زمردیان، ۱۳۸۴).

1 Feng and Lu
2 Rockfill Detention Dam
3 Kells
4 Artificial Intelligence

در سالهای اخیر پیدایش و توسعه هوش محاسباتی که در واقع استخراج هوش، دانش و الگوریتم محاسبات عددی و کارایی روزآمد داده‌های عددی است، علاقه بسیاری در میان پژوهشگران ایجاد نموده است. به گونه‌ای که در علوم مختلف وارد شده و کاربردهای متعددی پیدا نموده است. مؤلفه‌های اصلی هوش محاسباتی شامل شبکه‌های عصبی مصنوعی[۱]، منطق فازی[۲] و الگوریتم ژنتیک[۳] است که شبکه‌های عصبی مصنوعی ساختار عملکرد سلول‌های طبیعی، منطق فازی استنتاج تقریبی و الگوریتم ژنتیک محاسبات موتاسیونی[۴] را شبیه‌سازی می‌نمایند. هوش مصنوعی در موارد پیش‌بینی، مدل‌سازی، شناسایی، طبقه‌بندی و بهینه‌سازی مدیریت منابع آب به کار برده می‌شود (محمدی، ۱۳۸۶). حجم انبوه پژوهش‌های علمی که هم اکنون در سراسر دنیا با بهره‌گیری از این مدل‌ها در حال انجام است، نشان‌دهنده توانمندی بالای آنها در درک روابط ذاتی بین داده‌ها است (شهریارپور و همکاران، ۱۳۸۸).

در پژوهش حاضر کارایی روش شبکه عصبی مصنوعی (ANN)، مدل ترکیبیعصبی- ژنتیک[۵] (NNGA) و مدل عددی دوبعدی در مدل‌سازی رابطه دبی- اشل در دو نوع سدهای پاره‌سنگی مستطیلی و ذوزنقه‌ای با استناد به داده‌های آزمایشگاهی مورد ارزیابی قرار گرفت و نهایتاً کارایی هر یک از روش‌ها در مدل‌سازی رابطه دبی- اشل در سدهای پاره‌سنگی مورد آزمون و تجزیه و تحلیل واقع شد.

ضرورت انجام تحقیق:

در طرح‌های کنترل و مهار سیلاب در مدیریت حوضه‌های آبریز، لحاظ نمودن شرایط مناسب از جمله کم هزینه بودن طرح، سازگاری با محیط، اجرای نسبتاً ساده و استفاده از مصالح در دسترس مدنظر می‌باشد. در این راستا ارائه ایده‌های نو و به روز نمودن دانش بومی و تجارب موجود، بسیار ارزنده و کارساز است. با توجه به ساختار ساده سدهای پاره‌سنگی، خصوصیات مصالح سنگی، وفور سنگ در هر ناحیه، سهولت استفاده و ارزان بودن آن و همچنین راندمان خوب این سدها در کاهش پیک سیلاب و به تعویق انداختن آن، این سدها به عنوان یک روش مناسب در بین روش‌های کنترل و مهار سیلاب معرفی شده است.

جریان در محیط متخلخل درشت‌دانه مانند سدهای پاره‌سنگی آشفته است به گونه‌ای که قانون دارسی بر آن حاکم نیست، لذا هیدرولیک جریان در این سدها پیچیده می‌باشد. از طرفی هنگام وقوع سیل ممکن است جریان روگذر نیز به وقوع بپیوندد که پیچیدگی مسأله را دو چندان نماید.

1 Artificial Neural Network
2 Fuzzy Logic
3 Genetic Algorithm
4 Mutatio
5 Neural Network-Genetic Algorithm Combined Model

در نتیجه با توجه به پیچیده بودن هیدرولیک جریان در این سدها استفاده از روش‌های هوشمند پیشنهاد می‌گردد. مدل‌سازی جریان و رابطه دبی- اشل در سدهای پاره‌سنگی یکی از موضوعاتی است که به طور مفصل مورد مطالعه و تحقیق قرار نگرفته است. بررسی منابع و مقالات موجود و در دسترس نشان داد که در زمینه تحقیق حاضر هیچ‌گونه پژوهش مشابهی انجام نشده است. هدف از این تحقیق مدل‌سازی منحنی دبی- اشل در سدهای پاره‌سنگی با استفاده از روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و عصبی- ژنتیک و مقایسه آنها با مدل عددی دو بعدی جریان عبوری از درون و روی این سدها که توسط حیدری در سال ۱۳۸۶ ارائه شده است، می‌باشد.

فرضیات این تحقیق عبارتند از:

۱- تحلیل هیدرولیک جریان در سدهای پاره‌سنگی با استفاده از روش‌های هوشمند امکان‌پذیر است.

۲- روش‌های هوشمند می‌توانند با دقت خوبی رابطه دبی- اشل در سدهای پاره‌سنگی را تعیین نمایند.

۳- با توجه به پیچیده و زمان‌بر بودن روش‌های عددی انتظار می‌رود روش‌های هوشمند با صرف هزینه و زمان کمتر نتایج نسبتاً دقیقی ارائه دهند.

اهداف اصلی این تحقیق عبارتند از:

۱- بسط روش‌های هوشمند به منظور تحلیل هیدرولیک جریان در سدهای پاره‌سنگی.

۲- مقایسه نتایج حاصل از روش‌های هوشمند با داده‌های آزمایشگاهی.

۳- مقایسه نتایج حاصل از روش‌های هوشمند با نتایج حاصل از مدل عددی دو بعدی تحلیل هیدرولک جریان درون‌گذر و روگذر در سدهای پاره‌سنگی.

۴- بررسی تأثیر پارامترهای ورودی بر دقت پیش‌بینی روش‌های پیشنهادی.

ساختار پایان‌نامه

پایان‌نامه حاضر تحت عنوان مدل‌سازی منحنی دبی- اشل سدهای پاره‌سنگی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی مشتمل بر سه فصل می‌باشد:

- فصل اول، در این بخش ضمن ارائه کلیاتی در ارتباط با اهمیت موضوع پژوهش، هیدرولیک جریان در سدهای پاره‌سنگی و مقدمه‌ای از روش‌های هوشمند ارائه می‌گردد. سپس تحقیقات مرتبط پیشین مورد بررسی قرار می‌گیرد.
- فصل دوم، کلیاتی در رابطه با نحوه تهیه داده‌های مورد نیاز ، مدل‌های استفاده شده و روش انجام تحقیق ارائه می‌گردد.

- فصل سوم، نتایج حاصل از بکارگیری شبکه عصبی مصنوعی، مدل ترکیبی عصبی- ژنتیک و مدل عددی دوبعدی، مورد بحث قرار می‌گیرند و در نهایت نتیجه‌گیری و پیشنهادات تحقیق ارائه می‌شود.

فصل اول

بررسی منابع

۱- بررسی منابع

۱-۱- مقدمه

بررسی پیشینه علمی یکی از ملزومات هر تحقیقی بشمار آمده و نقاط قوت و ضعف آنها را نشان می‌دهد. این عمل موجب درک بهتر موضوع، صرف هزینه و زمان کمتر و دستیابی به نتایج مطلوب‌تر می‌گردد. از آنجایی که در تحقیق حاضر هدف مدل‌سازی رابطه دبی- اشل در سدهای پاره‌سنگی با استفاده از روش‌های هوشمند و مدل عددی می‌باشد، لذا لازم است ضمن تعریف مدل، مختصری نیز در مورد سیل، کنترل و مهار آن، هیدرولیک جریان در سدهای پاره‌سنگی ومقدمه‌ای از روش‌های هوشمند ارائه گردد و سپس تحقیقات پیشین مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد.

۱-۲- مدل

کلمه مدل معمولاً به ابزاری گفته می‌شود که بتواند پدیده یا فرایندی را پیش‌بینی نماید. چنین ابزاری معمولاً از روابط ریاضی بین علت و معلول استفاده می‌کند. در هیدرولیک هم پدیده‌های متعددی وجود دارد که لازم است عملکرد آنها در مقابل متغیرهای مختلف پیش‌بینی گردد. آن دسته از پدیده‌های هیدرولیکی که معادلات دیفرانسیلی حاکم بر آنها بسط و روش‌های حل این روابط شناخته شده‌اند را اصطلاحاً با "مدل‌های ریاضی" می‌توان پیش‌بینی نمود.

حل معادلات دیفرانسیلی در بعضی از پدیده‌ها ممکن است ساده باشد به طوری که بتوان با روش‌های معمول آنها را حل نمود. در پدیده‌هایی نیز حل این معادلات پیچیده می‌باشد که در آن صورت حل آنها تنها با روش‌های عددی و استفاده از رایانه امکان‌پذیر است (حیدری، ۱۳۸۶).

۱-۳- سیل

در هنگام بارش باران و برف، مقداری از آن جذب خاک و گیاهان می‌شود، درصدی تبخیر گشته و باقیمانده جاری شده و رواناب نامیده می‌شود. به طور متوسط تقریباً ۳۰ درصد بارش به رواناب تبدیل می‌شود که این میزان با ذوب برف افزایش می‌یابد. بر اثر ایجاد این رواناب، دبی رودخانه به سرعت افزایش یافته و در نتیجه آب از بستر عادی خود تجاوز نموده و دشت سیلابی و مناطق اطراف را در برمی‌گیرد. یکی از تعاریف جامع واژه سیل را می‌توان به این ترتیب ذکر کرد که، هر جریان سطحی آب صرف‌نظر از عامل ایجاد کننده آن در صورتی سیل تلقی می‌شود که جریان آب در مقطع رودخانه بیش از جریان عادی باشد، تداوم زمانی آن محدود بوده، جریان آب از بستر طبیعی تجاوز کند و اراضی پست و حاشیه رود را فراگیرد (کتیرایی، ۱۳۸۰).

۱-۴- ضرورت کنترل و مهار سیل

سیلاب‌ها نه تنها موجب خسارت مالی می‌شوند و جان انسان‌ها و حیوانات را به خطر می‌اندازند، بلکه اثرات دیگری نیز از خود بر جای می‌گذارند. رواناب ناشی از بارش‌های شدید موجب فرسایش خاک در بالادست و مشکلات رسوب‌گذاری در پایین‌دست می‌گردد. زیستگاه‌های ماهی‌ها و دیگر جانوران اغلب در اثر سیلاب نابود می‌شوند. تکیه‌گاه‌های پل، سواحل رودخانه‌ها، خروجی‌های فاضلاب و دیگر سازه‌ها دچار آسیب می‌شوند و در کشتی‌رانی و تولید انرژی برقآبی خلل وارد می‌شود. خسارات اقتصادی سیلاب‌ها در جهان سالیانه ده‌ها میلیارد دلار برآورد می‌شود. به این ترتیب تدوین برنامه‌ای جامع با هدف کنترل و بهره‌برداری بهینه با اعمال اقدامات مدیریتی مناسب با کلیه عوامل دخیل در ایجاد طغیان سیلاب‌های منطقه‌ای ضرورت می‌یابد (حسین‌زاده، ۱۳۸۶).

مهار و کنترل سیلاب به کلیه روش‌هایی اطلاق می‌شود که با بکار بستن آنها به طور مجرد یا مرکب در یک حوضه آبریز، خطرات ناشی از سیلاب کاهش و یا به طور کلی از بین می‌رود (ایرملو، ۱۳۶۲).

۱-۵- روش‌های کنترل و مهار سیلاب

بدیهی است پدیده سیل علیرغم همه پیچیدگی‌هایش قابل بررسی بوده و می‌توان جهت مهار و کاهش خسارات آن راه‌حل‌های مناسبی را جستجو کرد. به طور کلی جهت کاهش خسارات سیل روش‌های مختلفی وجود دارد. برای کنترل و مهار سیلاب اقدامات سازه‌ای و غیرسازه‌ای متفاوتی از جمله بهره‌برداری مناسب از سدهای مخزنی، احداث سدهای تأخیری، احداث خاکریزهای طولی، انحراف سیل به دشت‌های اطراف رودخانه و مدیریت دشت‌های سیلابی مورد استفاده قرار می‌گیرد (حیدری، ۱۳۸۶).

این روش‌ها عمدتاً به دو دسته سازه‌ای و غیرسازه‌ای تقسیم می‌شوند. در روش‌های غیرسازه‌ای نحوه برخورد با مسأله سیل بیشتر جنبه نرم‌افزاری داشته و علاوه بر فراهم کردن تمهیداتی قبل از وقوع سیل، در هنگام بروز سیل و حتی پس از آن نیز اقداماتی را جهت به حداقل رساندن خسارات پیش‌بینی می‌کنند. مدیریت بهره‌برداری از سد و دشت سیلابی، سیستم هشدار سیل، بیمه سیل و تدوین آیین‌نامه‌های اجرایی برای مقابله و حفاظت در برابر سیل از ابزارهای مورد استفاده در این گروه هستند. به بیان دیگر روش‌های غیرسازه‌ای با تکیه بر دستورالعمل‌های مدیریتی و اعمال سیاست‌های مناسب بهره‌برداری، سعی در کاهش خسارت سیل دارند (غفاری، ۱۳۷۹).

رهیافت‌های غیرسازه‌ای مهار سیلاب به دو بخش تقسیم می‌شوند (امامی، ۱۳۸۶):

- تمهیدات برنامه‌ریزی: این تمهیدات معمولاً قبل از وقوع سیلاب انجام می‌گیرند.

- تمهیدات واکنشی: این تمهیدات معمولاً به هنگام وقوع سیلاب انجام می‌گیرند.

در روش‌های سازه‌ای سعی بر آن است که قبل از وقوع سیل، شدت جریان و تراز آب تخمین زده شود و با احداث سازه‌های مناسب، دبی اوج سیل و یا زمان عبور آن تغییر یابد و از طغیان رودخانه جلوگیری شود (غفاری، ۱۳۷۹).

به طور کلی معمولی‌ترین روش‌های سازه‌ای مدیریت سیل به شرح زیر می‌باشند (کتیرایی، ۱۳۸۰):

- اصلاح و بهسازی مسیر: شامل اقداماتی که در آن ظرفیت هیدرولیکی رودخانه افزایش یافته و در نتیجه میزان دبی بیشتری را از خود عبور می‌دهد که اصلاح مسیر و یا مقطع رودخانه را شامل می‌شود.
- محدود کردن سیلاب: محدود کردن جریان سیلاب در عرض معینی از رودخانه به کمک سازه‌هایی نظیر گوره‌ها و دیواره‌های سیل‌بند انجام می‌گیرد.
- انحراف سیل: در این روش سیلاب یا بخشی از آن به مسیری دیگر منحرف می‌شود.
- ذخیره سیلاب: ذخیره سیلاب توسط دو نوع سد مخزنی[1] و تأخیری[2] انجام می‌گیرد. در این روش قسمتی از حجم سیلاب ذخیره شده و سپس به آرامی تخلیه می‌شود.

سدهای مخزنی: سدهای مخزنی غالباً چند منظوره بوده و برای اهدافی چون آبیاری، تأمین آب شرب، تولید برق، مهار سیلاب و اهداف تفریحی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

سدهای تأخیری: این سدها مخازنی هستند که آب را در زمان سیلابی کنترل کرده و به تدریج پس از فروکش کردن سیل با دبی مطمئنی رها می‌کنند، که بدین وسیله خطرات ناشی از سیل در پایین‌دست سد کاهش خواهد یافت (حیدری، ۱۳۸۶). سدهای تأخیری عمدتاً برای حوضه آبریز کوچک و سدهای مخزنی برای حوضه‌های بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین معمولاً خروجی‌های مخازن تأخیری کنترل نمی‌شوند، در صورتی که خروجی‌های مخازن ذخیره‌ای کنترل می‌شوند (مکنتیان، ۱۳۸۷).

سدهای تأخیری پاره‌سنگی: نمونه‌ای از سدهای تأخیری، سدهای پاره‌سنگی فاقد هسته نفوذناپذیر می‌باشند که احداث آنها در دهه اخیر به عنوان یکی از روش‌های کنترل و مهار سیلاب از طرف مراجع ذیربط نظیر وزارت نیرو و جهاد کشاورزی پیشنهاد شده است (قاضی مرادی، ۱۳۸۴).

امروزه سنگ به علت دارا بودن مزایای خاص به عنوان یکی از کارآمدترین مصالح ساختمانی به منظور احداث سازه‌های عمرانی استفاده می‌شود. مزیت‌های مصالح سنگی را می‌توان به شرح ذیل برشمرد (شارما[3]، ۱۹۹۱):

1 Reservoir Dams
2 Detention Dams
3 Sharma

الف- جزء ارزان‌ترین مصالح ساختمانی می‌باشند، ب- در اکثر مناطق به آسانی در دسترس است، ج- کاربرد ساده و آسان دارد، د- وزن لازم برای پایداری را داراست، ه- دارای تخلخل مناسب جهت زهشکی می‌باشد، و- زبری مناسب برای ایجاد افت انرژی را داراست.

۱-۶- هیدرولیک جریان در محیط‌های متخلخل[1]

محیطی دو فازی نظیر توده‌ای از خاک که بخشی از آن ذرات جامد و بخش دیگر سیال می‌باشد را محیط متخلخل می‌گویند (هیلل[2]، ۱۹۹۸). هیدرولیک جریان سیال در این محیط را بر اساس آن که محیط به صورت اشباع یا غیراشباع باشد به دو صورت اشباع و غیراشباع بررسی می‌کنند.

بر اساس ابعاد بخش جامد، محیط‌های متخلخل به دو دسته تقسیم می‌شوند:

الف) محیط متخلخل درشت‌دانه

ب) محیط متخلخل ریزدانه

حرکت آب در محیط متخلخل صرف‌نظر از اینکه محیط اشباع باشد و یا غیراشباع، از نقطه‌ای با انرژی بیشتر به نقطه‌ای با انرژی کمتر می‌باشد (هانسن[3]، ۲۰۰۳). نکته‌ای که باید در نظر گرفته شود این است که در یک محیط متخلخل اشباع، جریان به دو صورت آرام[4] و متلاطم[5] ممکن است رخ دهد. بنابراین هیدرولیک جریان در این دو حالت نیز با هم متفاوت خواهند بود.

۱-۶-۱- هیدرولیک جریان آرام در محیط متخلخل

اگر جریان سیال در محیط متخلخل آرام باشد، سرعت جریان کم بوده و در چنین شرایطی رابطه دارسی[6] بر شرایط جریان حاکم می‌باشد. این رابطه که در اواسط قرن ۱۹ میلادی توسط مهندس فرانسوی به نام دارسی ارائه شد، به صورت زیر بیان می‌شود (ژائو[7]، ۲۰۰۷):

$$V=ki \qquad (۱-۱)$$

که در آن:

V= سرعت جریان با بعد $[LT^{-1}]$.

K= ضریب هدایت هیدرولیکی با بعد $[LT^{-1}]$ که تابعی از خصوصیات سیال و محیط متخلخل است.

i= گرادیان هیدرولیکی (بدون بعد).

1 Porous Media
2 Hillel
3 Hansen
4 Laminar
5 Turbulent
6 Darcy
7 Zhao