

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده‌ی علوم انسانی

گروه جغرافیای طبیعی

پایان نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد (M.SC)

در رشته‌ی جغرافیای طبیعی گرایش ژئومورفولوژی

عنوان:

تحلیل عملکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) و مدل‌های رگرسیونی در پیش‌بینی و

برآورد رسوب و فرسایش مطالعه موردی: حوضه رودخانه کر-چمریز

استاد راهنما:

دکتر فریبا اسفندیاری

استاد مشاور:

دکتر برومند صلاحی

پژوهشگر:

اعظم حیدری

تابستان ۹۲



دانشکده‌ی علوم انسانی
گروه آموزشی جغرافیای طبیعی

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی جغرافیای طبیعی گرایش ژئومورفولوژی

عنوان:

تحلیل عملکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) و مدل‌های رگرسیونی در پیش‌بینی و

برآورد رسوب و فرسایش مطالعه موردی: حوضه رودخانه کر- چمریز

پژوهشگر:

اعظم حیدری

ارزیابی و تصویب شده‌ی کمیته‌ی داوران پایان‌نامه با درجه‌ی (M.SC)

نام و نام خانوادگی	مرتبه‌ی علمی	سمت	امضاء
فریبا اسفندیاری در آباد	دانشیار	استاد راهنما و رییس کمیته‌ی داوران	
برومند صلاحی	دانشیار	استاد مشاور	
بهرروز سبجانی	استادیار	داور	

شهریور

۱۳۹۲

تعهدنامه‌ی اصالت اثر و رعایت حقوق دانشگاه

تمامی حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج، ابتکارات، اختراعات و نوآوری‌های ناشی از انجام این پژوهش، متعلق به دانشگاه محقق اردبیلی می‌باشد. نقل مطلب از این اثر، با رعایت مقررات مربوطه و با ذکر نام دانشگاه محقق اردبیلی، نام استاد راهنما و دانشجو بلامانع است.

اینجناب **اعظم حیدری** دانش‌آموخته‌ی مقطع کارشناسی ارشد رشته‌ی **جغرافیا طبیعی** گرایش **ژئومورفولوژی** دانشکده‌ی **علوم انسانی** دانشگاه محقق اردبیلی به شماره‌ی دانشجویی **۹۰۱۱۲۷۳۱۰۶** که در تاریخ **۱۳۹۲/۶/۲۳** از پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود تحت عنوان **تحلیل عملکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) و مدل‌های رگرسیونی در پیش‌بینی و برآورد فرسایش و رسوب مطالعه موردی: حوضه رودخانه کر-چمریز**

دفاع نموده‌ام، متعهد می‌شوم که:

- (۱) این پایان‌نامه را قبلاً برای دریافت هیچ‌گونه مدرک تحصیلی یا به عنوان هرگونه فعالیت پژوهشی در سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی داخل و خارج از کشور ارائه ننموده‌ام.
- (۲) مسئولیت صحت و سقم تمامی مندرجات پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود را بر عهده می‌گیرم.
- (۳) این پایان‌نامه، حاصل پژوهش انجام شده توسط اینجناب می‌باشد.
- (۴) در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران استفاده نموده‌ام، مطابق ضوابط و مقررات مربوطه و با رعایت اصل امانتداری علمی، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در متن و فهرست منابع و مأخذ ذکر نموده‌ام.
- (۵) چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده یا هرگونه بهره‌برداری اعم از نشر کتاب، ثبت اختراع و ... از این پایان‌نامه را داشته باشم، از حوزه‌ی معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه محقق اردبیلی، مجوزهای لازم را اخذ نمایم.
- (۶) در صورت ارائه‌ی مقاله‌ی مستخرج از این پایان‌نامه در همایش‌ها، کنفرانس‌ها، سمینارها، گردهمایی‌ها و انواع مجلات، نام دانشگاه محقق اردبیلی را در کنار نام نویسندگان (دانشجو و اساتید راهنما و مشاور) ذکر نمایم.
- (۷) چنانچه در هر مقطع زمانی، خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن (منجمله ابطال مدرک تحصیلی، طرح شکایت توسط دانشگاه و ...) را می‌پذیرم و دانشگاه محقق اردبیلی را مجاز می‌دانم با اینجناب مطابق ضوابط و مقررات مربوطه رفتار نماید.

نام و نام خانوادگی دانشجو: **اعظم حیدری**

امضا

تاریخ **۱۳۹۲/۶/۲۳**

تقدیم به

روح مادر عزیزم که سراپا مهر بود و خوبی،

پدرم انسان شریفی که زندگیش وقف سعادت فرزندانش است

خواهر و برادرانم تکیه گاه محکم زندگی ام

و استاد راهنمای مهربانم

تقدیر و سپاس

سپاس و ستایش پروردگار بی همتا که ذات بیکرانیش از علم و دانش است و چه با سخاوت از

این خوان بی منت بشر را موهبتی شگرف ارزانی داشت.

موفقیت امروز خود را مدیون فداکاری‌های دیروز پدر و مادرم می‌دانم، در سپاس از آن‌ها

زبانم قاصر است و بر دستان مهربان پدرم و خاک وجود نازنین مادرم بوسه‌های از مهر را نثار

می‌کنم.

سپاسی که وسعت ندارد را به استاد راهنمای عزیزم، سرکار خانم دکتر فریبا اسفندیاری که

وجودشان تکثیر انصابت است و خوبی، تمام سپاس قلبی‌ام را به خاطر راهنمایی‌های خردمندانه،

صبر و حوصله و لطف بی دریغشان جهت هدایت من در مسیر پژوهش، صمیمانه تقدیمشان می‌دارم.

همواره و امدار دانش و مهربانی‌های بیکران ایشان هستم. از استاد مشاور ارجمند جناب آقای دکتر

برومند صلاحی که در طول مراحل انجام پایانامه مرا راهنمایی نمودند صمیمانه سپاسگزارم.

خاضعانه‌ترین سپاس‌هایم را تقدیم می‌دارم به استاد فرهیخته و بزرگووارم، جناب آقای دکتر

سید عبدالعلی کمانه که همواره جستجوگر دنیای معرفت و دانایی‌شان بوده‌ام.

در پایان بر خود وظیفه می‌دانم تا صمیمانه‌ترین مراتب قدردانی و تشکر را نثار عزیزانی

نمایم که به نحوی مرا در مراحل مختلف این پایانامه یاری نمودند.

نام خانوادگی: حیدری	نام: اعظم
<p align="center">عنوان پایان نامه: تحلیل عملکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) و مدل‌های رگرسیونی در پیش بینی و برآورد فرسایش و رسوب مطالعه موردی: حوضه رودخانه کر - چمریز</p>	
<p align="right">استاد راهنما: دکتر فریبا اسفندیاری استاد مشاور: دکتر برومند صلاحی</p>	
<p align="center">مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: جغرافیای طبیعی گرایش: ژئومورفولوژی دانشگاه: محقق اردبیلی دانشکده: علوم انسانی تاریخ دفاع: ۱۳۹۲/۶/۲۳ تعداد صفحات: ۱۳۲</p>	
<p>چکیده: رواناب سطحی و جریان آب در رودخانه‌ها همواره توأم با فرسایش و حمل مواد رسوبی است، واضح است جهت مطالعه دقیق رسوب، علاوه بر شناخت طبیعت رسوب و مکانیزم آن لازم است عوامل مؤثر در فرسایش و رسوب‌گذاری، هم‌چنین مقدار مواد رسوبی حمل شده دقیقاً تعیین و محاسبه گردد. در پژوهش حاضر از روش شبکه‌ی عصبی مصنوعی که روش مؤثر برای تعیین روابط پیچیده غیر خطی بین عوامل می‌باشد، مورد استفاده قرار گرفته است. مدل شبکه عصبی طراحی شده در این پژوهش، از نوع شبکه چند لایه پس انتشار برگشتی انتخاب گردید که به منظور آموزش شبکه از الگوریتم لونبرگ - مارکورات استفاده گردید. این پژوهش با هدف برآورد رسوب و فرسایش حوضه کر - چمریز با استفاده از شبکه‌ی عصبی مصنوعی در دوره آماری [۲۰۱۱ - ۱۹۹۱] انجام گرفته است. با توجه به آموزش بلند مدت [۱۵ سال برای آموزش و ۵ سال برای برآورد] شبکه به گونه‌ای طراحی گردید که با ورود عناصر میانگین ماهانه رسوب، دبی و بارش در یک سال حداکثر برآورد برای ماه آینده برآورد گردید. این کار برای سال‌های [۲۰۱۱ - ۲۰۰۷] میلادی جهت تعیین میزان خطای مدل صورت گرفت که در مجموع برآورد رسوب در آموزش [$R = 1$] و ضریب همبستگی [$R = 1$] بود. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی در بر آورد فرسایش و رسوب حوضه از دقت بالایی برخوردار است.</p>	
<p align="center">کلید واژه‌ها: مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی، مدل‌های رگرسیونی، برآورد فرسایش، حوضه کر - چمریز</p>	

فهرست مطالب

شماره و عنوان مطالب	صفحه
---------------------	------

فصل اول : کلیات پژوهش

۱-۱- مقدمه.....	۲
۱-۲- شرح و بیان مسأله پژوهش.....	۳
۱-۳- سؤالات اصلی پژوهش.....	۴
۱-۴- فرضیات پژوهش.....	۴
۱-۵- اهداف پژوهش.....	۴
۱-۶- ضرورت پژوهش.....	۵
۱-۷- سوابق و پیشینه‌ی پژوهش.....	۵
۱-۷-۱- محققین خارجی.....	۵
۱-۷-۲- محققین داخلی.....	۷
۱-۱۰- روش انجام پژوهش.....	۱۰
۱-۱۰-۱- روش گردآوری داده‌ها و اطلاعات.....	۱۰
۱-۱۰-۲- داده‌های مورد استفاده.....	۱۰
۱-۱۰-۳- ابزار و نرم افزارهای مورد استفاده.....	۱۱
۱-۱۰-۴- فرآیند تحقیق.....	۱۱

فصل دوم: مواد و روش‌های پژوهش

۲-۱- مقدمه.....	۱۳
۲-۲- مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی.....	۱۴
۲-۲-۱- انگیزهای بیولوژیکی.....	۱۵
۲-۲-۲- مفاهیم سیستم عصبی و الگوی ساختاری آن در رودخانه کر.....	۱۸
۲-۲-۲-۱- عوامل مدل انتخابی در مطالعه سیستمی بر روی حوضه ژئومورفیک کر.....	۱۹
۲-۲-۲-۲- ورودی‌ها اولین گروه سیبرنتیکی عوامل مدل سیستمی در مطالعه حوضه کر.....	۲۰

- ۲۰-۲-۲-۴ تنظیم کننده‌های سیستم کر..... ۲۰
- ۲۰-۲-۲-۵ خروجی سومین گروه از عوامل سیبرنتیکی مدل سیستمی در مطالعه حوضه کر..... ۲۰
- ۲۱-۲-۲-۶ آکسون‌های ژئو نرونیک با الگوی موازی در حوضه کر..... ۲۱
- ۲۲-۲-۲-۷ آکسون‌های ژئونرونیک با الگوی شاخه درختی در حوضه کر..... ۲۲
- ۲۲-۲-۲-۸ آکسون‌های ژئونرونیک با الگوی شعاعی در حوضه کر..... ۲۲
- ۲۳-۲-۲-۹ آکسون ژئونرونیک با الگوی پیچیده و پیچ خورده..... ۲۳
- ۲۴-۲-۲-۱۰ انواع شبکه‌های عصبی مصنوعی..... ۲۴
- ۲۶-۲-۳ شبکه‌های پرسپترون چندلایه (MLP)..... ۲۶
- ۳۰-۲-۴ انتخاب تعداد داده‌های یادگیری..... ۳۰
- ۳۱-۲-۵ نرمالیزه نمودن داده‌ها..... ۳۱
- ۳۱-۲-۶ تعداد لایه‌های پنهان (مخفی)..... ۳۱
- ۳۲-۲-۷ تعداد نرونهای لایه پنهان..... ۳۲
- ۳۲-۲-۸ توابع تبدیل نرون‌ها (توابع محرک)..... ۳۲
- ۳۳-۲-۹ روشهای آموزش در شبکه‌های پرسپترون چندلایه..... ۳۳
- ۳۴-۲-۹-۱ الگوریتم‌های انتشار برگشتی..... ۳۴
- ۳۴-۲-۹-۲ الگوریتم پس انتشار خطای بیشترین شیب..... ۳۴
- ۳۵-۲-۹-۱۰ الگوریتم پس انتشار بیشترین شیب با قانون ممنتم..... ۳۵
- ۳۵-۲-۹-۱۱ الگوریتم پس انتشار خطای بیشترین شیب با قانون نرخ یادگیری متغیر..... ۳۵
- ۳۵-۲-۹-۱۱ الگوریتم انتشار برگشتی بهبود پذیر..... ۳۵
- ۳۶-۲-۹-۱۲ الگوریتم گرادیان مزدوج مقیاس شده..... ۳۶
- ۳۶-۲-۹-۱۳ الگوریتم متقاطع تک گامی..... ۳۶
- ۳۶-۲-۹-۱۴ الگوریتم مارکورات - لونبرگ..... ۳۶
- ۳۷-۲-۹-۱۵ پارامترهای آموزشی..... ۳۷
- ۳۸-۲-۹-۱۶ تعداد تکرار یا سیکل..... ۳۸
- ۳۹-۲-۱۰ پیاده‌سازی شبکه عصبی مصنوعی در برنامه‌ی MATLAB..... ۳۹
- ۳۹-۲-۱۰-۱ ساختار..... ۳۹
- ۴۲-۲-۱۰-۲ ایجاد شبکه پیشخور (newff)..... ۴۲
- ۴۲-۲-۱۰-۳ مقدار دهی اولیه وزنها..... ۴۲
- ۴۲-۲-۱۰-۴ شبیه‌سازی شبکه..... ۴۲
- ۴۳-۲-۱۰-۵ آموزش شبکه..... ۴۳
- ۴۳-۲-۱۰-۶ بهبود تعمیم پذیری..... ۴۳

۴۳	.....تنظیم ۱-۶-۱۰-۲
۴۴	.....توقف زودرس ۲-۶-۱۰-۲
۴۵	.....آنالیز پس از آموزش ۱۱-۲
۴۶	.....ارزیابی عملکرد شبکه ۱۲-۲
۴۷	.....مدل‌های رگرسیونی ۱۳-۲
۴۸	.....رگرسیون خطی چندگانه ۱-۱۳-۲
۴۸	.....رگرسیون غیر خطی چندگانه ۲-۱۳-۲

فصل سوم: موقعیت و ویژگی های منطقه مورد مطالعه

۵۱	.....مطالعات فیزیوگرافی ۱-۳
۵۱	.....۱-۳-۱ تعیین محدوده طبیعی موقعیت و حدود جغرافیایی حوضه ۱-۳
۵۲	.....۳-۱-۲ ویژگی‌های توپوگرافی منطقه مورد مطالعه ۲-۱-۳
۵۳	.....۳-۱-۲-۱ واحد کوهستان ۱-۲-۱-۳
۵۴	.....۳-۱-۲-۲ واحد دشت ۲-۲-۱-۳
۵۵	.....۳-۲ تقسیم بندی حوضه آبریز مورد مطالعه به واحدهای هیدرولوژیک مناسب ۲-۳
۵۶	.....۳-۲-۱ مشخص نمودن شبکه رودخانه و آبراهه‌های اصلی و فرعی ۱-۲-۳
۵۷	.....۳-۲-۲ بررسی تراکم سطحی، فرم طولی آبراهه‌ها ۲-۲-۳
۵۸	.....۳-۳ خصوصیات ژئومتری حوضه ۳-۳
۵۹	.....۳-۳-۱ مساحت حوضه ۱-۳-۳
۵۹	.....۳-۳-۲ محیط حوضه ۲-۳-۳
۵۹	.....۳-۳-۳ شیب حوضه ۳-۳-۳
۶۱	.....۳-۴ ویژگی‌های اقلیمی حوضه کر - چمریز ۴-۳
۶۲	.....۳-۴-۱ توده‌ها و جریانات جوی مؤثر بر منطقه ۱-۴-۳
۶۳	.....۳-۵ شبکه ایستگاه‌های هواشناسی پیرامون منطقه ۵-۳
۶۵	.....۳-۵-۱ ریزش‌های جوی ۱-۵-۳
۶۵	.....۳-۵-۲ تجزیه و تحلیل بارندگی ماهانه در منطقه ۲-۵-۳
۶۵	.....۳-۶ تعیین اقلیم و بررسی آن در منطقه ۶-۳
۶۶	.....۳-۶-۱ روش دومارتن در تعیین اقلیم منطقه ۱-۶-۳

۶۷	۳-۶-۲- تعیین اقلیم منطقه به روش آمبرژه.....
۶۸	۳-۷- ویژگی هیدرومتری.....
۶۸	۳-۷-۱- بررسی ایستگاه‌های هیدرومتری و (آب‌سنجی) در منطقه.....
۶۹	۳-۷-۲- مطالعه رژیم و تجزیه و تحلیل آبدهی منطقه کر- چمریز.....
۶۹	۳-۷-۲-۱- آبدهی ماهانه و سالانه.....
۶۹	۳-۷-۲-۲- آبدهی فصلی.....
۷۰	۳-۸- مشخصات کلی خاک‌های منطقه.....
۷۰	۳-۸-۱- واحدهای اصلی ارضی.....
۷۳	۳-۹- کلیات زمین شناسی منطقه.....
۷۸	۳-۱۰- ویژگی‌های زمین ساختی حوضه.....
۸۱	۳-۱۱- چینه شناسی.....

فصل چهارم: نتایج و یافته‌های پژوهش

۸۶	۴-۱- مقدمه.....
۸۶	۴-۲- مدل Excel، MATLAB.....
۸۷	۴-۳- شبکه پرسپترون چند لایه (MLP).....
۸۹	۴-۴- مدل شبکه عصبی مورد استفاده.....
۹۰	۴-۴-۱- اجرای یک مدل شبکه عصبی مصنوعی.....
۹۴	۴-۴-۱-۱- ارزیابی روابط.....
۹۷	۴-۵- تعیین بهترین نوع تابع محرک.....
۹۸	۴-۶- نمودارهای مرحله آموزش و تست شبکه عصبی.....
۱۰۲	۴-۷- روند تغییرات میانگین رسوب و دبی سالانه و فصلی در ایستگاه هیدرومتری چمریز.....
۱۰۶	۴-۸- رگرسیون خطی ساده.....
۱۰۸	۴-۹- یافتن معادله خط رگرسیون، آزمون ضرایب و مدل.....
۱۱۰	۴-۱۰- رگرسیون غیر خطی.....
۱۱۰	۴-۱۰-۱- استفاده از روش رگرسیون غیر خطی.....
۱۱۰	۴-۱۰-۲- تبدیل معادله غیر خطی به رگرسیون خطی.....
۱۱۱	۴-۱۱- استفاده از روش رگرسیون غیر خطی.....

۱۲-۴- مقایسه توانایی سه مدل با یکدیگر در پیش بینی رسوب..... ۱۱۳

۱۳-۴- جمع بندی..... ۱۱۴

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۵- ۱- نتیجه گیری..... ۱۱۵

۵- ۲- پیشنهادات..... ۱۱۸

منابع و مآخذ..... ۱۱۹

فهرست جدول‌ها

شماره و عنوان جدول	صفحه
جدول (۱-۳) مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی مورد استفاده در حوضه آبریز.....	۶۱
جدول (۲-۳) مقادیر بارندگی ماهانه و ضریب بدست آمده در ایستگاه چمریز.....	۶۲
جدول (۳-۳): طبقه بندی اقلیم دوماترن.....	۶۳
جدول (۴-۳): پارامترهای مورد نیاز در تعیین اقلیم نمای دوماترن.....	۶۴
جدول (۵-۳) : پارامترهای مورد نیاز در تهیه اقلیم نمای آمبرژه.....	۶۴
جدول (۷-۳): مشخصات عمومی تیپ‌های اراضی و چگونگی وجود آن‌ها در آبخیز.....	۶۹
جدول (۴-۱): شبکه عصبی پرسپترون با یک لایه پنهان، الگوریتم آموزشی لونیبرگ تابع تبدیل tanh.....	۸۷
جدول (۴-۲) شبکه پرسپترون با یک لایه پنهان، الگوریتم آموزشی مومنتم و تابع تبدیل tanh.....	۸۸
جدول (۴-۳) : شبکه عصبی پرسپترون با دو لایه پنهان، الگوریتم آموزشی مومنتم تابع تبدیل tanh.....	۸۸
جدول (۴-۴) : شبکه عصبی پرسپترون با دو لایه پنهان، الگوریتم لونیبرگ مارکورات و تابع تبدیل tanh.....	۸۹
جدول (۴-۵) : مقایسه نتایج ساختارهای بهینه.....	۸۹
جدول (۴-۶) : نتایج حاصل از رسوب در ۱ تا ۴ ماه آینده با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی.....	۹۰
جدول (۴-۷): نتایج حاصل از تحلیل آماری شبکه عصبی.....	۹۲
جدول (۴-۸) : پارامترهای آموزشی بهینه برای شبکه‌های پرسپترون چند لایه جهت برآورد رسوب.....	۹۴
جدول (۴-۹) : پارامترهای آموزش بهینه برای شبکه های پرسپترون چند لایه جهت برآورد رسوب.....	۹۹
جدول (۴-۱۰): نتایج آموزش بهینه برای شبکه های پرسپترون چند لایه جهت برآورد رسوب.....	۱۰۰
در جدول (۴-۱۱) خلاصه مدل.....	۱۰۳
در جدول (۴-۱۲): تحلیل واریانس مدل.....	۱۰۳
جدول (۴-۱۲) : مقایسه خطای دو ورودی.....	۱۰۴
جدول (۴-۱۳): خلاصه مدل رگرسیون خطی چند گانه.....	۱۰۵
جدول (۴-۱۴): تحلیل واریانس مدل رگرسیون خطی چند گانه.....	۱۰۵
جدول (۴-۱۵): میزان خطاهای بدست آمده توسط رگرسیون خطی.....	۱۰۶
جدول (۴-۱۶) : ضرایب همبستگی رگرسیون غیر خطی.....	۱۰۷
جدول (۴-۱۷) : میزان خطای رسوب مشاهده رگرسیون غیر خطی.....	۱۰۷
جدول (۴-۱۸) : واریانس.....	۱۰۸
جدول (۴-۱۹) : برآورد پارامترهای دبی و رسوب ماهانه.....	۱۰۸

- جدول (۴-۲۰) : ضریب همبستگی دبی و رسوب ماه..... ۱۰۸
- جدول (۴-۲۱) : تحلیل واریانس مدل غیر خطی داده‌های دبی و رسوب ماهانه..... ۱۰۹
- جدول (۵-۲) : نتایج حاصل از ارزیابی عملکرد سه مدل..... ۱۱۴

فهرست شکل‌ها

شماره و عنوان شکل	صفحه
شکل (۲- ۲) : مورفولوژی نرون (جورابیان، ۱۳۸۴).....	۱۵
شکل (۳-۲) : نقشه آکسون‌های برداری ژئونرونیک در حوضه کر.....	۱۸
شکل (۴-۲) : نقشه آکسون‌های برداری موازی در حوضه کر.....	۲۰
شکل (۵- ۲) : نقشه آکسون‌های ژئونرونیک شاخه درختی در حوضه کر.....	۲۱
شکل (۶-۲) : نقشه آکسون‌های برداری پیچ خورده در حوضه کر.....	۲۲
شکل (۷-۲) : انواع شبکه‌های عصبی مصنوعی.....	۲۴
شکل (۸- ۲) : شبکه پرسپترون سه لایه.....	۲۶
شکل (۹- ۲) : شبکه پرسپترون چند لایه MLP.....	۲۶
شکل (۲- ۱۰) : شبکه پرسپترون سه لایه MLP.....	۲۸
شکل (۱۱-۲) : مدل نرون.....	۳۷
شکل (۱۳-۲) : شبکه پیشخور تک لایه.....	۳۹
شکل (۱۴-۲) : شبکه پیشخور دو لایه.....	۳۹
شکل (۱۵-۲) : نمونه نمودار حاصل از آنالیز رگرسیونی بین خروجی‌های شبکه و خروجی‌های هدف.....	۴۳
شکل (۱-۳) : نقشه موقعیت جغرافیایی حوضه کر- چمریز.....	۴۹
شکل (۲-۳) : نیمرخ عرضی به متر از وضعیت توپوگرافی حوضه کر - چمریز.....	۵۰
شکل (۳-۳) : نیمرخ طولی به متر از وضعیت توپوگرافی واحد کوهستان در حوضه کر - چمریز.....	۵۱
شکل (۴-۳) : نیمرخ طولی به متر از وضعیت توپوگرافی حوضه کر - چمریز.....	۵۲
شکل (۵-۳) : زیر حوضه‌های کر- چمریز.....	۵۳
شکل (۶-۳) : هیدروگرافی حوضه کر - چمریز.....	۵۴
شکل (۷-۳) : آبراهه‌های اصلی و فرعی حوضه کر- چمریز.....	۵۵
شکل (۸-۳) : نقشه طبقات شیب در حوضه کر- چمریز.....	۵۸
شکل (۹-۳) : نقشه جهت شیب در حوضه کر - چمریز.....	۵۸
شکل (۱۰-۳) : موقعیت اقلیم منطقه مورد مطالعه در نمای آمبرژه.....	۶۵
شکل (۱۱- ۳) : میزان رسوب، بارش و دبی ورودی به حوضه در سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰.....	۶۷
شکل (۱۰-۳) : تین حوضه کر - چمریز.....	۶۹

- شکل (۳-۱۱): سازند آسماری در منطقه..... ۷۱
- شکل (۳-۱۲): هزار دره در سازند پابده گورپی..... ۷۳
- شکل (۳-۱۳): رسوبات آبرفتی..... ۷۴
- شکل (۳-۱۴): گسل در محدوده حوضه کر - چمریز..... ۷۶
- شکل (۳-۱۵): زمین شناسی حوضه کر - چمریز..... ۷۸
- شکل (۳-۱۷): نقشه لیتولوژی حوضه کر - چمریز..... ۸۲
- شکل (۴-۶): آنالیز ورودی و خروجی مهر ماه..... ۹۶
- شکل (۴-۱۸): میزان دقت مدل با مقایسه مقادیر واقعی و پیش بینی شده با الگوی سه ورودی و ۶ نرون ۱۰۱
- شکل (۴-۱۹): نمودار خطای صحت نسبی شبکه عصبی با الگوی سه ورودی و ۶ نرون..... ۱۰۲
- شکل (۴-۲۰): میزان شیب، ضریب مومنتم شبکه عصبی با الگوی سه ورودی و ۶ نرون..... ۱۰۲
- شکل (۴-۲۱): نمودار پراکنش داده‌ها..... ۱۰۵
- شکل (۴-۲۳): منحنی رگرسیون غیر خطی..... ۱۰۹
- شکل (۴-۲۴): مقایسه سه مدل با یکدیگر در پیش بینی رسوب..... ۱۱۰

فصل اول

کلیات پژوهش

۱-۱- مقدمه

با وجود مطالعات و تحقیقات زیادی که در دو، سه دهه اخیر بر روی فرسایش خاک و حمل رسوبات و سرانجام رسوبگذاری آن‌ها به عمل آمده، مع ذلک هنوز راهی طولانی برای درک فرآیند کامل این پدیده باقی است. هر سال میلیاردها تن رسوبات توسط رودخانه‌های جهان انتقال یافته و در آب‌های ساکن و چاله‌های داخلی ته نشین می‌گردد. در قرون اخیر پدیده فرسایش خاک و انتقال رسوبات برای جامعه بشری مسائل و مشکلاتی را تولید نموده است که تجزیه و تحلیل آن‌ها و پیدا کردن راه‌حل‌های سریع و به موقع جهت حل آن‌ها، مستلزم تحقیقات دامنه‌داری در سطح جهانی است. با ازدیاد جمعیت و روز افزون شدن آن درخواست برای مواد غذایی و دیگر ما یحتاج برای ادامه حیات نیز فزونی می‌گیرد، ارزشمندترین و تنها منبع تولید این خواسته‌ها زمین و خاک است که می‌توان با بکارگیری و استفاده صحیح از آن جوابگوی نیازها بود، چه بسا استفاده‌های نابجا و غیر علمی و فنی از اراضی نه اینکه نتوانسته موجب کسب محصول بیشتر گردد، بلکه موجب از بین رفتن پوشش‌های طبیعی زمین نیز گردیده و اراضی را به بیابان لم یزرع، بایر و تخریب شده تبدیل نموده است، که در گوشه و کنار کشور ما نیز می‌توان این امر را مشاهده نمود و در این زمینه کشورهای پیشرفته یا در حال توسعه دریافته‌اند که استفاده از زمین برای هر منظور باید بر اساس برنامه‌ریزی^۱ و با توجه به استعداد و توان تولیدی آن انجام گیرد تا ضمن استفاده بجا و بهینه از اراضی و کسب محصول بیشتر این منابع خداداد برای استفاده آیندگان نیز مورد محافظت قرار گیرد. برنامه ریزی استفاده از زمین ایجاب می‌کند که هر یک از اراضی بر اساس استعداد و توان تولیدی آن به کار گرفته شود و از اختصاص اراضی به بهره‌داری موقت و مخرب شدیداً خودداری گردد. استفاده نادرست غیر اصولی و نابجا از اراضی نه اینکه موجب تخریب زمین و از بین رفتن پوشش طبیعی آن و هدر رفتن سرمایه می‌گردد، بلکه می‌تواند زمینه ایجاد فرسایش و انهدام خاک را فراهم ساخته و این منبع ذخیره آب را متلاشی و تولید و نشت رسوب در مخازن ذخیره آب (سدها) را دو چندان نموده و باعث بروز مشکلات عدیده‌ای در این زمینه گردد. مطالعات ارزیابی منابع و تناسب اراضی که برای هر یک از انواع اراضی و انواع استفاده‌ها انجام می‌گیرد راهنمایی مفید و مؤثری در امر استفاده از زمین و خاک است که بالطبع می‌تواند در طراحی و اجرای طرح‌های عمرانی اعم از کشاورزی و غیره مورد استفاده قرار گیرد. حوضه کر - چمریز بخش وسیعی از آبرفت‌های حاصل‌خیز شمال استان فارس را فرا گرفته که حاصل‌خیزترین خاک‌ها جهت کشاورزی استان را دارا است و استفاده بیش از حد زمین در تسریع فرسایش خاک نقش داشته است. تمامی زیر حوضه‌های کر - چمریز بعد از تخلیه دبی خود در رودخانه کر به سد درودزن انتقال یافته و ما بقی آب‌های جاری به سطح اساس کلی که دریاچه بختگان است می‌ریزد. که انباشت رسوب در سطح این رودخانه می‌تواند سبب برداشتن قوس این رودخانه و تنگ شدگی رودخانه کر بر اثر انباشت رسوب و بالا آمدن سطح آب و پدید آمدن سیلاب در سطح منطقه گردد و همچنین به دلیل قرار گرفتن سدهای متعدد در این منطقه از جمله سد درودزن بر روی رودخانه کر سبب انتقال رسوب به داخل کانال‌ها و حوضچه‌های سد گردیده که منجر به کاهش سریع ظرفیت مخازن سدها می‌گردد.

۱-۲- شرح و بیان مسأله پژوهش

افزایش جمعیت کره زمین و همچنین افزایش گازهای آلاینده در جو و بهره برداری‌های بسیار نامطلوب از منابع طبیعی تجدید شونده و حوضه‌های آبخیز، رفتارهای هیدرولوژیکی حوضه را به سمت خود تخریبی سوق می‌دهد. از جمله آن‌ها وقوع سیلاب‌ها با دبی بالا و افزایش بار رسوب در یک حوضه است. به هر حال آنچه پیش روی انسان امروزی است وجود چنین وقایع نامطلوب و لزوماً انجام چاره اندیشی بر آن است. ولی سوال اصلی اینجاست که چگونه باید بر این بحران فرسایش آبی اراضی غلبه نمود. بدین منظور اولین سوال متبادر به ذهن این است، که با توجه به عوامل دخیل در وقوع این پدیده اولاً این عوامل کدام هستند؟ در ثانی روابط آن‌ها با هم چگونه قابل تبیین است؟ چرا که انجام هر گونه برنامه‌ریزی مدیریت و اقدامات مهندسی موکول به برآورد صحیحی از پدیده است. بدین خاطر متخصصین هیدرولوژی، و سایر رشته‌های مرتبط با آن وادار شده‌اند که روش‌های مناسبی را برای پیش بینی مقدار فرسایش و رسوب با دقت کامل قابل قبول در اختیار بگیرند. عمده تلاش بشری در دهه‌های اخیر متمرکز بر فهم فیزیکی روابط با همدیگر در حد امکان و بیان آنها در غالب منطق ریاضی بوده است (رضایی، ۱۳۸۰: ۶). یکی از بهترین مدل‌های فیزیکی تجربی برای برآورد فرسایش خاک مدل‌های جهانی فرسایش می‌باشد. این مدل‌ها بر اساس تجزیه و تحلیل آماری ارقام نتایج در مناطق مختلف مورد آزمایش قرار گرفته و در شرایط کم و بیش مشابه از کارایی نسبتاً خوبی برخوردار است، که برآورد فرسایش آبی خاک توسط این مدل برای مناطق مختلف نیازمند نمودارها و جداول مختلفی می‌باشد. دسترسی به همه اطلاعات مورد نیاز کار آسانی نیست. لذا یکی از راه‌های متبادر به ذهن بشری برای مقابله با کمبود داده‌ها به ویژه غلبه بر نبود شناخت فیزیکی کافی از فرآیندهای حاکم بر سیستم، انتخاب روش مدل سازی به صورت جعبه سیاه یا خاکستری^۱ و به تقلید از طبیعت بوده است (رضایی، ۱۳۸۰: ۹). در مطالعات ژئومورفولوژی سیستم‌های متعدد قابل تمایز و تشخیص است. یکی از این سیستم‌ها سیستم زهکشی حاکم بر یک حوضه آبخیز می‌باشد. بارش و انرژی حاصل از آن بر سطح حوضه تأثیر گذاشته و منجر به شروع فرآیند فرسایش و جریان سطحی زیر زمینی می‌شود. انرژی جریان آب‌های سطحی قادر است مواد حاصل از فرسایش آبی را با خود حمل کرده و باعث انباشت رسوبات در مکانی جدید شود. عوامل متعدد در این جریان ماده و انرژی تأثیر گذار است. جریان بار رسوبات یکی از مهمترین پارامترهای پروژه‌های هیدرولیک، یک شاخص مفید فرسایش خاک و محیط اکولوژیکی حوضه آبخیز است (زو و همکاران، ۲۰۰۷: ۵). امروزه فرسایش خاک چه از لحاظ کشاورزی و چه از لحاظ مهندسی رودخانه، منابع آب، محیط زیست و غیره و در تمام جهان به عنوان خطر جدی برای سلب رفاه بشر و حیات او شناخته شده است و این امر باعث شده در اکثر کشورهای پیشرفته جهان به برنامه‌ریزی حفاظت آب و خاک بهای بیشتری دهند (اسدیانی، ۱۳۸۰: ۹). در ایران طبق برآورد کارشناسی، سالانه حدود ۲ میلیارد تن خاک شسته شده و از دسترس خارج می‌گردد. کارشناسان سازمان غذا و کشاورزی (FAO) بر اساس روند تخریب و فرسایش خاک در ایران مقدار فرسایش را در بیست سال آتی به میزان حدود دو برابر فرسایش موجود تخمین زده‌اند (رضایی، ۱۳۸۰: ۳). این امر از یک سو با توجه به رشد جمعیت در کشور، تأمین مواد غذایی و صنعتی را دچار مشکل زیادی خواهد کرد و از سوی دیگر در رسوبگذاری مخازن سدها و کاهش حجم مفید آنها، تغییر مسیر رودخانه‌ها به دلیل رسوبگذاری در بستر آن‌ها، کاهش ظرفیت آبگذری کانال‌ها و تأسیسات انتقال آب و تغییر کیفیت آب به لحاظ شرب و کشاورزی خواهد شد. بر آورد میزان فرسایش و رسوب در یک حوضه طیف کاربردی وسیعی

دارد. طراحی سدها و آبگیرها، انتقال رسوب و آلودگی رودخانه‌ها و دریاچه‌ها، تعیین اثرات مدیریت حوضه‌های آبخیز و ارزیابی جنبه‌های مختلف محیطی از این قبیل است. حوضه کر- چمریز بخش وسیعی از آبرفت‌های حاصل‌خیز شمالی استان فارس را در بر گرفته است که حاصل‌خیزترین خاک‌ها جهت کشاورزی استان فارس را دارا است. لذا با توجه به اهمیت پیش‌بینی فرسایش و رسوب به خصوص در منطقه مورد مطالعه، در این پژوهش سعی خواهد شد، فرآیند فرسایش و رسوب حوضه کر- چمریز واقع در استان فارس را با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی و روش‌های رگرسیون خطی و غیر خطی مورد بررسی قرار داد. تمامی زیر حوضه‌های کر - چمریز بعد از تخلیه دبی خود در رودخانه کر به سطح اساس کلی که دریاچه بختگان است می‌ریزد که انباشت رسوب در سطح این رودخانه می‌تواند سبب برداشتن قوس این رودخانه و تنگ‌شدگی رودخانه کر بر اثر انباشت رسوب و بالا آمدن سطح آب و پدید آمدن سیلاب در سطح منطقه گردد و همچنین به دلیل قرار گرفتن سدهای متعدد در این منطقه از جمله سد درودزن بر روی رودخانه کر سبب انتقال رسوب به داخل کانال‌ها و حوضچه‌های سد گردیده که منجر به کاهش سریع ظرفیت مخازن سدها می‌گردد.

۱-۳- سوالات اصلی پژوهش

در راستای نیل به هدف این سوال مطرح است که :

آیا شبکه‌های عصبی توانایی قابل قبولی در مقایسه با روش رگرسیونی در برآورد رسوب و فرسایش حوضه رودخانه کر - چمریز دارند؟

۱-۴- فرضیات پژوهش

شبکه‌های عصبی مصنوعی توانایی قابل قبولی در مقایسه با روش رگرسیونی در برآورد رسوب و فرسایش منطقه دارند.

۱-۵- اهداف پژوهش

هدف از این پژوهش ارزیابی عملکرد شبکه عصبی مصنوعی در برآورد فرسایش و رسوب با استفاده از روش‌های رگرسیون خطی و غیر خطی، در منطقه مورد مطالعه می‌باشد تا ضمن پیش‌بینی میزان رسوب و فرسایش حوضه مورد مطالعه توسط مدل‌ها و مقایسه مقادیر محاسبه شده مزیت نسبی آن‌ها تبیین گردد.

۱-۶- ضرورت پژوهش

شرایط آب و هوایی و کمبود بارندگی و ضعف پوشش گیاهی در اغلب حوضه‌های آبریز کشور معضل مشترک و عمومی است و عوامل دیگر از قبیل توپوگرافی، جنس سازنده‌های زمین شناسی و... بنا به مورد، نقش عمده و اساسی درمسأله فرسایش و رسوب دارند. هر ساله بالغ بر ۵۳ میلیارد متر مکعب آب رودخانه‌های ایران (حوضه آبریز دریاچه خزر، رودخانه‌های حوضه دریاچه ارومیه، رودخانه‌های جنوب و جنوب غربی و فلات مرکزی) بدون هیچ گونه استفاده ای از