دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

دانشکده منابع طبیعی

عنوان:

مدل سازی خطر وقوع زمین لغزش با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز تجن، استان مازندران)

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در

رشته مهندسی منابع طبیعی – آبخیزداری

استادان راهنما:

دکتر عطاالله کاویان

دکتر کریم سلیمانی

استاد مشاور:

دکتر هیراد عبقری

نگارش:

فیروز احسانی فر

تیر ۱۳۹۰

چکیده

با توجه به خسارات جانی و خسارات مالی فراوانی که وقوع زمین لغزشها به مناطق مسکونی، اراضی زراعی و ... وارد می سازند، پهنه بندی و شناخت مناطق دارای خطر زیاد وقوع زمین لغزش ضروری می باشد. روش های مختلفی برای پهنه بندی خطر وقوع زمین لغزش ارائه شده است که در این تحقیق، روش شبکه عصبی مصنوعی با توجه به اینکه مستقل از توزیع آماری داده ها می باشد و به متغیرهای آماری مخصوصی احتیاج ندارد و همچنین دقت بالای آن در پهنه بندی، استفاده شده است. هدف از این تحقیق پهنه بندی خطر وقوع زمین لغزش با استفاده از شبکه عصبی در بخشی از حوزه تجن می باشد. در این تحقیق ابتدا براساس بررسی های میدانی، مصاحبه محلی و مرور مطالعات انجام شده در مناطق مشابه، ۱۲ عامل شیب، جهت، ارتفاع از سطح دریا، کاربری اراضی، نوع سازند زمین شناسی، ضریب سطح، فاصله از گسل، فاصله از جاده، فاصله از آبراهه، فاصله از خط الرأس، بارندگی و انحنای شیب به عنوان عوامل موثر در زمین لغزش تشخیص داده شدند. لایه های اطلاعاتی هر کدام از این عوامل با استفاده از نرم افزار Arc GIS تهیه شد و با استفاده از روش نسبت فراوانی هر کدام از این عوامل کلاسه بندی شدند. سپس با استفاده از extension، combine در نرم افزار Arc GIS ماتریسی از اعداد تشکیل و داده های حاصل نرمالیزه گردید. از بین این داده ها پیکسل هایی از حوزه که مطمئناً در آنها لغزش رخ داده است و همچنین پیکسل هایی که احتمال رخداد لغزش در آنها صفر می باشد انتخاب و به صورت تصادفی ۷۰ درصد از این پیکسل ها جهت آموزش و ۳۰ درصد باقیمانده جهت آزمایش شبکه انتخاب شدند. سپس این داده ها به یک شبکه عصبی پرسپترون سه لایه تغذیه شونده به جلو(feed forward) با الگوریتم پس انتشار خطا تغذیه گردید و کارایی شبکه آموزش داده شده مورد آزمایش قرار گرفت. با بررسی پاسخ های خروجی شبکه عصبی مصنوعی برای ساختارهای مختلف بدست آمده و مقادیر RMSE و R^2 در مرحله آموزش و آزمایش، مشخص گردید که در شبکه عصبی با ساختار ۱۲ نرون در لایه ورودی، ۱۲ نرون در لایه پنهان و ۱ نرون در لایه خروجی، مقدار RMSE برای مرحله آموزش و آزمون به ترتیب ۰/۰۲۴۹ و ۰/۰۶۱۴ می باشد همچنین مقدار R^2 برای مرحله آموزش و آزمون به ترتیب ۰/۹۹۲۷ و ۰/۹۶۲۴ می باشد که در نهایت همین ساختار به عنوان ساختار بهینه برای شبکه ایجاد شده مورد استفاده قرار گرفت. بعد از بدست آمدن ساختار بهینه کل اطلاعات مربوط به منطقه در اختیار شبکه قرار گرفت و خروجی بدست آمده از شبکه در نرم افزار Arc GIS تبدیل به نقشه پهنه بندی با ۵ پهنه لغزشی بدون خطر، کم خطر، متوسط، پر خطر و خیلی پر خطر شد که هر کدام به ترتیب ۱۵/۳۳، ۱۹/۸۳، ۲۶/۷۲، ۱۹/۳۶ و ۱۸/۷۶ درصد از منطقه را به خود اختصاص داده اند. نقشه پهنه بندی حاصل با آزمون درصد صحت پیش بینی، مقایسه نسبت وقوع و بررسی درصد اختلاف بین تراکم لغزش مشاهده شده، احتمال خطر پیش بینی شده و احتمال تجربی، ارزیابی شده و مورد تایید قرار گرفت.

کلمات کلیدی: شبکه عصبی مصنوعی، پهنه بندی، پرسپترون چند لایه، نقشه حساسیت، حوزه آبخیز تجن

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول

مقدمه و کلیات ۱

۱ – ۱- مقدمه ۱

۱ – ۲- طرح مسئله ۳

۱- ۳- فرضیات تحقیق ۳

۱-۴- ضرورت تحقیق ۳

۱- ۵- اهداف تحقیق ۶

۱- ۶- تعریف حرکات توده ای ۶

۱- ۷- تعریف زمین لغزش ۷

۱- ۸- پیکر شناسی زمین لغزش ۸

۱- ۸- ۱- تاج ۸

۱- ۸- ۲- افتگاه اصلی ۸

۱- ۸- ۳- توده اصلی ۸

۱- ۸- ۴- پای لغزش ۸

۱- ۸- ۵- نوک لغزش ۸

۱- ۸- ۶- پنجه ۸

۱- ۸- ۷- سطح گسیختگی ۹

۱- ۸- ۸- پنجه سطح گسیختگی ۹

۱- ۸- ۹- سطح جدایش ۹

۱- ۸- ۱۰- توده جابجا شده ۹

۱- ۸- ۱۱- پهنه تهی شدگی ۹

۱- ۸- ۱۲- پهنه تجمع ۹

۱- ۸- ۱۳- توده تهی شده ۹

۱- ۸- ۱۴- قله ۹

۱- ۹- علل وقوع زمین لغزشها ۹

۱- ۹- ۱- عوامل زمین شناسی ۱۰

۱- ۹- ۲- عوامل ریخت شناسی ۱۰
۱- ۹- ۳- عوامل انسانی ۱۰
۱- ۱۰- مدل ۱۱
۱- ۱۱- مدلسازی در آبخیزداری ۱۱
۱- ۱۲- پهنه بندی خطر زمین لغزش ۱۲
۱- ۱۳- مدلها و روشهای پهنه بندی زمین لغزش ۱۳
۱- ۱۴- هوش محاسباتی ۱۴
۱- ۱۵- تاریخچه تحقیقات کاربردی شبکه عصبی مصنوعی ۱۵
۱- ۱۶- شبکه های عصبی مصنوعی ۱۶
۱- ۱۷- ساختار شبکه عصبی مصنوعی ۱۸
۱- ۱۷- ۱- مدل چند ورودی ۱۸
۱- ۱۸- تشابهات ۲۰
۱- ۱۹- انتظارات ۲۰
۱- ۲۰- تابعهای محرک (تبدیل)یا انتقال ۲۱
۱- ۲۰- ۱- تابع همانی (خطی) ۲۱
۱- ۲۰- ۲- تابع پله باینری (آستانه ای دو مقداره حدی) ۲۱
۱- ۲۰- ۳- تابع پله دو قطبی ۲۲
۱- ۲۰- ۴- تابع آستانه ۲۲
۱- ۲۰- ۵- تابع خطی چند تکه‌ای ۲۲
۱- ۲۰- ۶- تابع سیگموئید ۲۳
۱- ۲۰-۷- تابع تانژانت هیپربولیک ۲۳
۱- ۲۰-۸- تابع پایه شعاعی ۲۳
۱- ۲۱- انواع شبکه های عصبی مصنوعی ۲۳
۱- ۲۲- شبکه عصبی پرسپترون ۲۵
۱- ۲۲- ۱- شبکه پرسپترون ساده ۲۵
۱- ۲۲- ۲- شبکه پرسپترون تک لایه ۲۵
۱- ۲۲- ۳- شبکه پرسپترون چند لایه ۲۵
۱- ۲۳- روند استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی ۲۸

۱- ۲۳- ۱- مرحله آموزش ۲۷
۱- ۲۳- ۱- ۱- آموزش نظارتی (با ناظر) ۲۸
۱- ۲۳- ۱- ۲- آموزش نظارت نشده ۲۸
۱- ۲۳- ۱- ۳- آموزش تقویت شده ۲۹
۱- ۲۳- ۲- مرحله بازخوانی ۲۹
۱- ۲۴- الگوریتم های آموزش شبکه ۲۹
۱- ۲۴- ۱- الگوریتم پس‌انتشارخطا ۲۹
۱- ۲۴- ۱- ۱- مرحله رفت ۳۰
۱- ۲۴- ۱- ۲- مرحله بازگشت و اصلاح وزن‌ها ۳۰
۱- ۲۴- ۱- ۳- تکرار محاسبات ۳۰
۱- ۲۵- انتخاب مقادیر اولیه در شبکه ۳۱
۱- ۲۶- قواعد آموزش شبکه ۳۲
۱- ۲۶- ۱- قانون هب ۳۲
۱- ۲۶- ۲- قانون هاپفیلد ۳۲
۱- ۲۶- ۳- قانون دلتا ۳۳
۱- ۲۶- ۴- قانون کوهنن ۳۳
۱- ۲۷- بهبود عمومیت شبکه عصبی ۳۳
۱- ۲۷- ۱- روش تنظیم ۳۴
۱- ۲۷- ۲- توقف زود رس ۳۴
۱- ۲۸- کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی ۳۴
فصل دوم
بررسی منابع ۳۷
۲- ۱- پژوهش های انجام شده خارج از کشور ۳۸
۲- ۲- پژوهش های انجام شده داخل ایران ۴۵
فصل سوم
مواد و روش ها ۵۰
۳- ۱- مواد و روش ها ۵۱
۳- ۱- ۱- منطقه مورد مطالعه ۵۱

۳- ۲- مطالعات زمین شناسی منطقه مورد مطالعه ۵۲
۳- ۲- ۱- زون البرز ۵۲
۳- ۲- ۱- ۱- زیر زون کپه داغ و البرز شرقی ۵۳
۳- ۲- ۱- ۲- زیر زون البرز غربی و آذربایجان ۵۳
۳- ۲- ۱- ۳- زیر زون البرز مرکزی ۵۳
۳- ۲- ۲- سازندهای زمین شناسی حوزه آبخیز تجن ۵۴
۳- ۲- ۲- ۱- رسوبات پرکامبرین ۵۴
۳- ۲- ۲- ۲- رسوبات پالئوزیک ۵۴
۳- ۲- ۲- ۳- رسوبات مزوزوئیک ۵۴
۳- ۲- ۲- ۴- رسوبات سنوزوئیک ۵۵
۳- ۱- ۲- روش کار ۵۵
۳- ۱- ۲- ۱- تهیه نقشه پراکنش زمین لغزشها ۵۷
۳- ۱- ۲- ۲- نقشه مناطق غیر لغزشی ۵۸
۳- ۱- ۲- ۳- تعیین عوامل موثر در وقوع زمین لغزشها در منطقه مورد مطالعه ۵۹
۳- ۱- ۲- ۴- تهیه نقشه های عوامل موثر بر وقوع زمین لغزشها ۶۰
۳- ۱- ۲- ۴- ۱- نقشه مدل رقومی ارتفاع (DEM) ۶۰
۳- ۱- ۲- ۴- ۲- نقشه ارتفاع از سطح دریا ۶۰
۳- ۱- ۲- ۴- ۳- نقشه درجه شیب ۶۱
۳- ۱- ۲- ۴- ۴- نقشه جهت شیب ۶۳
۳- ۱- ۲- ۴- ۵- نقشه انحنای (شکل) شیب ۶۴
۳- ۱- ۲- ۴- ۶- نقشه طبقات بارش ۶۵
۳- ۱- ۲- ۴- ۷- نقشه فاصله از گسل ۶۶
۳- ۱- ۲- ۴-۸- نقشه فاصله از آبراهه ۶۷
۳- ۱- ۲- ۴- ۹- نقشه فاصله از جاده ۶۸
۳- ۱- ۲- ۴- ۱۰- فاصله از خط الرأس ۶۹
۳- ۱- ۲- ۴- ۱۱- نقشه ضریب سطح ۷۰
۳- ۱- ۲- ۴- ۱۲- نقشه کاربری اراضی ۷۱
۳- ۱- ۲- ۴- ۱۳- نقشه لیتولوژی (سنگ شناسی) ۷۲

۳- ۱- ۲- ۵- تهیه نقشه ها با فرمت رستر ۷۳
۳- ۱- ۲- ۶- استفاده از شبکه عصبی مصنوعی ۷۴
۳- ۱- ۲- ۶- ۱- ساخت شبکه عصبی مصنوعی ۷۴
۳- ۱- ۲- ۶- ۲- کد گذاری عوامل موثر بر وقوع زمین لغزش جهت ورود به شبکه عصبی مصنوعی ۷۶
۳- ۱- ۲- ۶- ۳- نحوه ورود داده ها به برنامه ۷۷
۳- ۱- ۲- ۶- ۴- تعداد نرون ها در لایه ورودی ۷۷
۳- ۱- ۲- ۶- ۵- تعداد نرون در لایه خروجی ۷۷
۳- ۱- ۲- ۶- ۶- تعداد پیکسل ها جهت آموزش و آزمایش شبکه ۷۷
۳- ۱- ۲- ۶- ۷- تعداد نرون در لایه پنهان ۷۸
۳- ۱- ۲- ۶- ۸- نسبت یادگیری ۷۸
۳- ۱- ۲- ۶- ۹- تعداد تکرار ۷۸
۳- ۱- ۲- ۶- ۱۰- تابع فعال (محرک) ۷۹
۳- ۱- ۲- ۶- ۱۱- نرمالیزه کردن ۷۹
۳- ۱- ۲- ۶- ۱۲- تابع آموزشی ۸۰
۳- ۱- ۲- ۶- ۱۳- تابع هدف ۸۰
۳- ۱- ۲- ۶- ۱۴- مراحل تعیین وزن در شبکه عصبی مصنوعی ۸۰
۳- ۳- ارزیابی روش پهنه بندی خطر زمین لغزش ۸۴
۳- ۳- ۱- ارزیابی صحت نقشه با روش اول ۸۴
۳- ۳- ۲- ارزیابی صحت نقشه با روش دوم ۸۵
۳- ۳- ۳- ارزیابی صحت نقشه با روش سوم ۸۵
۳- ۳- ۴- ارزیابی صحت نقشه با روش چهارم ۸۵
فصل چهارم
نتایج ۸۷
۴- ۱- وزن دهی به عوامل موثر در وقوع زمین لغزش ۸۸
۴-۲- آماده کردن اطلاعات ورودی به شبکه عصبی مصنوعی ۱۰۰
۴- ۲- ۱- داده های آموزش و آزمون شبکه عصبی در منطقه مورد مطالعه ۱۰۰
۴- ۳- آموزش شبکه ۱۰۱

۴- ۴- بررسی ارتباط بین عوامل موثر با رخداد زمین لغزش با استفاده از برخی پارامترهای آماری ۱۰۷
۴-۵- بررسی اندازه تاثیر هر کدام از عوامل موثر در صحت نتایج آموزش و آزمایش شبکه ۱۱۴
۴-۶- نقشه نهایی پهنه بندی خطر زمین لغزش ۱۱۴
۴- ۷- ارزیابی روش پهنه بندی خطر وقوع زمین لغزش ۱۱۵
۴- ۷- ۱- ارزیابی صحت نقشه با روش اول ۱۱۵
۴- ۷- ۲- ارزیابی صحت نقشه با روش دوم ۱۱۶
۴- ۷- ۳- ارزیابی صحت نقشه با روش سوم ۱۱۷
۴- ۷- ۴- ارزیابی صحت نقشه با روش چهارم ۱۱۷
فصل پنجم
بحث و نتیجه گیری ۱۱۸
۵- ۱- بحث و نتیجه گیری ۱۱۹
۵- ۲- پیشنهادات ۱۲۷

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱- ۱- نمونه هایی از لغزش های بزرگ ایران و خسارات ناشی از آن ۶
جدول ۳- ۱- خصوصیات سنگ شناسی منطقه مورد مطالعه ۵۶
جدول ۴- ۱- طبقه بندی کلاس های مختلف جهت شیب با استفاده از روش نسبت فراوانی در حوزه مورد مطالعه ۸۸
جدول ۴- ۲- طبقه بندی کلاس های مختلف انحنای شیب با استفاده از روش نسبت فراوانی در حوزه مورد مطالعه ۸۹
جدول ۴- ۳- طبقه بندی کلاس های مختلف شیب با استفاده با استفاده از روش نسبت فراوانی در حوزه مورد مطالعه ۹۰
جدول ۴- ۴- طبقه بندی کلاس های مختلف طبقات ارتفاعی با استفاده از روش نسبت فراوانی در حوزه مورد مطالعه ۹۱
جدول ۴- ۵- طبقه بندی کلاس های مختلف ضرایب سطح با استفاده از روش نسبت فراوانی در حوزه مورد مطالعه ۹۲
جدول ۴- ۶- طبقه بندی کلاس های مختلف سنگ شناسی با استفاده از روش نسبت فراوانی در حوزه مورد مطالعه ۹۳
جدول ۴- ۷- طبقه بندی کلاس های مختلف فاصله از گسل با استفاده از روش نسبت فراوانی در حوزه مورد مطالعه ۹۴
جدول ۴- ۸- طبقه بندی کلاس های مختلف فاصله از آبراهه با استفاده از روش نسبت فراوانی در حوزه مورد مطالعه ۹۵
جدول ۴- ۹- طبقه بندی کلاس های مختلف فاصله از جاده با استفاده از روش نسبت فراوانی در حوزه مورد مطالعه ۹۶
جدول ۴- ۱۰- طبقه بندی کلاس های مختلف فاصله از خط الراس با استفاده از روش نسبت فراوانی در حوزه مورد مطالعه ۹۷
جدول ۴- ۱۱- طبقه بندی کلاس های مختلف طبقات بارندگی با استفاده از روش نسبت فراوانی در حوزه مورد مطالعه ۹۸
جدول۴- ۱۲- طبقه بندی کاربری های مختلف اراضی با استفاده از روش نسبت فراوانی در حوزه مورد مطالعه ۹۹
جدول ۴- ۱۳- تاثیر حذف هر یک از عوامل موثر در میزان دقت در مرحله آموزش و آزمایش .. ۱۱۴
جدول ۴- ۱۴- ارزیابی صحت نقشه با روش اول ۱۱۶
جدول ۴- ۱۵- ارزیابی صحت نقشه با روش دوم و سوم ۱۱۷

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱- ۱- ساختمان کلی سلول عصبی طبیعی ۱۷
شکل ۱- ۲- ساختار کلی یک شبکه عصبی مصنوعی ۱۹
شکل ۱- ۳- مدل چند ورودی یک نرون ۱۹
شکل ۱- ۴- نمودار طبقه بندی شبکه های عصبی مصنوعی ۲۴
شکل ۱- ۵- ساختار شبکه عصبی پیشخور(FFNNs) ۲۴
شکل ۱- ۶- ساختار کلی شبکه عصبی پرسپترون ساده ۲۵
شکل ۱- ۷- ساختار کلی شبکه عصبی پرسپترون تک لایه ۲۶
شکل ۱- ۸- ساختار کلی شبکه عصبی پرسپترون چند لایه ۲۷
شکل ۳- ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه ۵۱
شکل۳- ۲- نقشه پراکنش زمین لغزش ها در منطقه مورد مطالعه ۵۸
شکل۳- ۳- نقشه مناطق غیر لغزشی منطقه مورد مطالعه ۵۹
شکل۳- ۴- نقشه طبقات ارتفاعی منطقه مورد مطالعه ۶۱
شکل۳- ۵- نقشه شیب منطقه مورد مطالعه ۶۲
شکل۳- ۶- نقشه جهت شیب منطقه مورد مطالعه ۶۳
شکل۳- ۷- نقشه انحنای شیب منطقه مورد مطالعه ۶۴
شکل ۳- ۸- نقشه بارش منطقه مورد مطالعه ۶۵
شکل۳- ۹- نقشه فاصله از گسل منطقه مورد مطالعه ۶۶
شکل۳- ۱۰- نقشه فاصله از آبراهه منطقه مورد مطالعه ۶۷
شکل۳- ۱۱- نقشه فاصله از جاده منطقه مورد مطالعه ۶۸
شکل۳- ۱۲- نقشه فاصله از خط الراس منطقه مورد مطالعه ۶۹
شکل۳- ۱۳- نقشه ضریب سطح منطقه مورد مطالعه ۷۰
شکل۳- ۱۴- نقشه کاربری های مختلف منطقه مورد مطالعه ۷۱
شکل۳- ۱۵- نقشه سنگ شناسی منطقه مورد مطالعه ۷۳
شکل ۳- ۱۶- ساختار شبکه عصبی مصنوعی به کار رفته در منطقه مورد مطالعه ۷۵
شکل ۳- ۱۷- قسمتی از برنانه نوشته شده در نرم افزار ۷۶
شکل ۳- ۱۸- کاهش خطا در طول مرحله آموزش ۸۴
شکل ۴- ۱- هیستوگرام درصد تراکم زمین لغزش در جهات شیب ۸۹
شکل ۴- ۲- هیستوگرام درصد تراکم زمین لغزش در طبقات شکل شیب ۹۰
شکل ۴- ۳- هیستوگرام درصد تراکم زمین لغزش در طبقات شیب ۹۱

شکل۴- ۴- هیستوگرام درصد تراکم زمین لغزش در طبقات ارتفاعی ۹۲
شکل ۴- ۵- هیستوگرام درصد تراکم زمین لغزش در طبقات ضرایب سطح ۹۳
شکل ۴- ۶- هیستوگرام درصد تراکم زمین لغزش در واحدهای شنگ شناسی ۹۴
شکل ۴- ۷- هیستوگرام درصد تراکم زمین لغزش در طبقات فاصله از گسل ۹۵
شکل ۴- ۸- هیستوگرام درصد تراکم زمین لغزش در طبقات فاصله از آبراهه ۹۶
شکل ۴- ۹- هیستوگرام درصد تراکم زمین لغزش در طبقات فاصله از جاده ۹۷
شکل ۴- ۱۰- هیستوگرام درصد تراکم زمین لغزش در طبقات فاصله از خط الرأس ۹۸
شکل ۴- ۱۱- هیستوگرام درصد تراکم زمین لغزش در طبقات بارندگی ۹۹
شکل ۴- ۱۲- هیستوگرام درصد تراکم زمین لغزش در کاربری های مختلف ۱۰۰
شکل ۴- ۱۳- نتایج آزمایشات جهت انتخاب تعداد تکرار بهینه ۱۰۲
شکل ۴- ۱۴- منحنی ریشه میانگین مربعات خطای شبکه در تعداد نرون های میانی مختلف در تابع آموزشی trainlm با ضریب یادگیری ۰/۱..... ۱۰۳
شکل ۴- ۱۵- منحنی ریشه میانگین مربعات خطای شبکه در تعداد نرون های میانی مختلف در تابع آموزشی trainlm با ضریب یادگیری ۰/۲..... ۱۰۴
شکل ۴- ۱۶- منحنی ریشه میانگین مربعات خطای شبکه در تعداد نرون های میانی مختلف در تابع آموزشی trainlm با ضریب یادگیری ۰/۳ ..... ۱۰۴
شکل ۴- ۱۷- منحنی ریشه میانگین مربعات خطای شبکه در تعداد نرون های میانی مختلف در تابع آموزشی trainlm با ضریب یادگیری ۰/۴ ..... ۱۰۵
شکل ۴- ۱۸- منحنی ریشه میانگین مربعات خطای شبکه در تعداد نرون های میانی مختلف در تابع آموزشی trainlm با ضریب یادگیری ۰/۵ ..... ۱۰۵
شکل ۴- ۱۹- منحنی کاهش خطای آموزش در الگوریتم (trainscg) ۱۰۶
شکل ۴- ۲۰- منحنی کاهش خطای آموزش در الگوریتم (traingdx) ۱۰۶
شکل ۴- ۲۱- منحنی کاهش خطای آموزش در الگوریتم (trainlm) ۱۰۷
شکل۴- ۲۲- ارتباط رخداد زمین لغزش با جهات شیب ۱۰۸
شکل ۴- ۲۳- ارتباط وقوع زمین لغزش با شکل شیب ۱۰۸
شکل ۴- ۲۴- ارتباط وقوع زمین لغزش با درجه شیب ۱۰۹
شکل ۴- ۲۵- ارتباط وقوع زمین لغزش با طبقات ارتفاعی ۱۰۹
شکل ۴- ۲۶- ارتباط وقوع زمین لغزش با ضرایب سطح ۱۱۰
شکل ۴- ۲۷- ارتباط وقوع زمین لغزش با سازندهای مختلف ۱۱۰
شکل ۴- ۲۸- ارتباط وقوع زمین لغزش با فاصله از گسل ۱۱۱
شکل ۴- ۲۹- ارتباط وقوع زمین لغزش با فاصله از آبراهه ۱۱۱
شکل ۴- ۳۰- ارتباط وقوع زمین لغزش با فاصله از جاده ۱۱۲

شکل ۴- ۳۱- ارتباط وقوع زمین لغزش با فاصله از خط الراس ۱۱۲
شکل ۴- ۳۲- ارتباط وقوع زمین لغزش با میزان بارندگی ۱۱۳
شکل ۴- ۳۳- ارتباط وقوع زمین لغزش با نوع کاربری اراضی ۱۱۳
شکل ۴- ۳۴- نقشه پهنه بندی خطر وقوع زمین لغزش در حوزه مورد مطالعه ۱۱۵

۱ – ۱- مقدمه

بلایای طبیعی به عنوان بزرگترین دشمن طبیعی انسان باعث کشته و مجروح شدن سالانه صدها هزار تن و بی خانمان شدن میلیونها نفر در سراسر جهان می گردد (کانانگو و همکاران، ۲۰۰۶). به طور متوسط هر ساله در دنیا در اثر بلایای طبیعی ۲۲۵ هزار نفر کشته و ۳۶ میلیارد دلار خسارت اقتصادی به باز می آید (الوتی و چاودهوری، ۱۹۹۹). یک بررسی که جهت ارزیابی خسارت ناشی از بلایای طبیعی از سال ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۰ در کالیفرنیا انجام گرفته نشان می دهد که لغزش با اختصاص دادن ۲۵ درصد خسارات ناشی از بلایای طبیعی به خود بعد از زلزله از این حیث در رتبه دوم قرار دارد. از این رهگذر زمین لغزش به عنوان یکی از معضلات جهانی پیش روی انسان که همواره در سراسر جهان باعث تلفات سالانه هزاران نفر و وارد آمدن خسارات سنگین مالی و اقتصادی به مناطق مسکونی می شود دارای اهمیت خاصی می باشد. خصوصاً که با افزایش جمعیت و اسکان در مناطقی که مستعد وقوع زمین لغزش هستند آمارهای جهانی تلفات و خسارات مالی ناشی از این پدیده در این مناطق پیوسته در حال افزایش می باشد.

این بلای طبیعی در ایران نیز، سالیانه خسارت جانی و مالی فراوانی به بار می آورد. براساس یک برآورد اولیه، سالیانه ۵۰۰ میلیارد ریال خسارتهای مالی از طریق زمین لغزش ها بر کشور تحمیل می شود و این در صورتی است که از بین رفتن منابع طبیعی غیر قابل برگشت به حساب آورده نشوند (کمک پناه، ۱۳۷۳). این پدیده همه ساله در اکثر استان های کشور موجب خسارت های اقتصادی به راهها، خطوط آهن، خط انتقال نیرو و ارتباطات، کانال های آبیاری و آبرسانی، تأسیسات معدنی، تأسیسات استخراج پالایش نفت و گاز، شبکه شریان های حیاتی داخل شهرها، کارخانه ها و مراکز صنعتی، سدها و دریاچه های مصنوعی و طبیعی، جنگل ها و مراتع و منابع طبیعی، مزارع و مناطق مسکونی و روستاها گشته یا آنها را مورد تهدید قرار می دهد.

طبق بررسی های مقدماتی توسط گروه بررسی زمین لغزش های جهاد سازندگی تا کنون حدود ۱۵ هزار زمین لغزش در ایران رخ داده است، در حال حاضر نیز هر ساله ده ها زمین لغزش در نقاط مختلف کشور بوجود می آیند و مناطق مسکونی، راهها و تاسیسات بسیاری را مورد تهدید قرار می دهند. استان های گیلان، مازندران، اردبیل، فارس، چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویر احمد و لرستان از مهمترین مناطق قربانی زمین لغزش در کشور هستند.

توسعه سامانه های شهری در مناطق کوهپایه ای و کوهستانی به دلیل انفجار جمعیت لزوم مکان یابی های امن را بر مبنای بررسی ناپایداری شیب ها اجتناب ناپذیر نموده است (زارع و معماریان، ۱۳۸۰).

با توجه به این نکته که زمین لغزش ها نسبت به سایر بلایای طبیعی مثل سیل، آتشفشان و زلزله مدیریت پذیرتر می باشند لذا شناخت ناشی از آن از اهمیت زیادی در مقابله با بلایای طبیعی برخوردار است (موسوی خطیر، ۱۳۸۷).

۱ – ۲- طرح مسئله

فرسایش توده ای معمولاً جزو فرسایش طبیعی است. اما بشر با انجام عملیاتی مانند جاده سازی، تغییر کاربری، حفر معدن و ... می تواند آن را تشدید کند. بیشتر زمین لزشها در سازندهای چسبنده دارای رس، مارن و شیل اتفاق می افتند. از ویژگی لغزش ها، وجود سطحی است که در امتداد آن، برش یا بریدگی توده رخ داده و توده لغزیده در امتداد آن از محل اصلی خود جدا می شود (احمدی، ۱۳۷۸).

با توجه به تلفات جانی، خسارات اقتصادی و تاثیرات محیطی، زمین لغزشها در ایران یکی از مهمترین بلایای طبیعی هستند که هر ساله نقش بسزایی در تخریب جاده های ارتباطی ، تخریب مراتع، باغها و مناطق مسکونی و همچنین ایجاد فرسایش و تولید حجم بالای رسوب در حوزه های آبخیز کشورمان دارند. بنابراین برآورد حساسیت منطقه ای، برای مناطق مستعد زمین لغزش در ایران بسیار مهم و حیاتی است. تحلیل خطر زمین لغزش می تواند اطلاعات مفیدی را برای کاهش خسارت فاجعه آمیز فراهم کرده وبه پیشرفت دستورالعمل های برنامه ریزی کاربری زمین کمک کند (موسوی خطیر، ۱۳۸۷).

پیش بینی محل، تیپ و شدت خطر حرکات توده ای، هنوز با دانش فعلی کار مشکلی است ولی در مورد پهنه بندی خطر زمین لغزش و تا حدی تیپ آن مدلهای عمومی و تخصصی متعددی ارائه شده که باید برای هر منطقه انتخاب و آزمون گردد.

۱- ۳- فرضیات تحقیق

۱- با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی می توان اقدام به مدلسازی خطر وقوع زمین لغزش نمود.

۲- با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی می توان مدل شبکه عصبی را تبدیل به نقشه پیش بینی مکانی خطر زمین لغزش نمود.

۱-۴- ضرورت تحقیق

امروزه بحث، شناسایی، مهار و پیشگیری از تلفات و خسارات جانی و اقتصادی- اجتماعی ناشی از خطرات طبیعی مانند زمین لغزش ها مورد توجه خاص مراکز علمی تحقیقاتی و مسئولین اجرایی و

برنامه ریزی در کشورهاست. مطالعات فراوانی در خصوص تاثیرات ناخوشایند زمین لغزشها بر زندگی بشری و اقتصاد بسیاری از ملتها در سراسر جهان صورت گرفته است، طی دهه ۱۹۹۰، زمین لغزشها تقریبا ۹٪ از بلایای طبیعی کل دنیا را به خود اختصاص داده اند (گومز و کاوزگلا، ۲۰۰۵). ناپایداری شیب ها در کشوری با شرایط متنوع زمین شناسی، توپوگرافی، آب و هوایی و کاربری اراضی چون ایران از اهمیت خاصی برخوردار است. تخریب جاده ها، بزرگراهها، خطوط انتقال نیرو و انرژی(برق، گاز و نفت) از بین رفتن و تخریب گسترده منابع طبیعی (مراتع؛ جنگلها، زمین های کشاورزی، باغات و...) رسوب زایی گسترده و سریع و کمک به پر شدن مخزن سدها و بستر رودخانه ها از رسوب، تخریب ابنیه فنی، منازل و مناطق مسکونی و... از جمله خسارات مستقیم ناشی از بروز زمین لغزش ها هستند. آمار و ارقام منتشر شده از سوی مراکز علمی- تحقیقاتی در کشور های متعدد بیانگر تلفات انسانی قابل توجه و میلیاردها دلار خسارت اقتصادی است. لذا با پهنه بندی پتانسیل خطر این حرکت ها می توان مناطق حساس و دارای پتانسیل خطر بالای لغزش را شناسایی نمود و با ارائه راه حلها، شیوه های کنترل و مدیریت مناسب تا حدی از وقوع حرکتهای توده ای جلوگیری نمود و یا از خسارت ناشی از وقوع این حرکتها کاست. از طرفی در آمایش سرزمین و استراتژی توسعه پایدار، تعیین و انتخاب گزینه های کاربری زمین، طراحی پروژه ها و شیوه های مدیریت محیط، بطور گسترده و با الزامات قانونی و فنی متکی بر نقشه های ارزیابی توان و پهنه بندی شدت و تیپ خطرات محیطی مانند زمین لغزشها و ناپایداری زمین استوار است.

با توجه به خسارات زیادی که وقوع زمین لغزشها به مناطق مسکونی، اراضی زراعی و ... وارد می سازند پهنه بندی و شناخت مناطق دارای خطر زیاد وقوع زمین لغزش ضروری می باشد. نمونه هایی از زمین لغزشهای به وقوع پیوسته و خسارت ناشی از آنها در دنیا به شرح زیر است.

۱- زمین لغزشهای حوزه تاوید و ریچموند، واقع در استرالیا در سال ۱۹۳۸ که منجر به فرسایش شدید خاک در این مناطق گردید.

۲- زمین لغزشهای سال ۱۹۹۹ سارنوی ایتالیا که منجر به کشته شدن ۱۱۸ نفر و ناپدید شدن ۲۰۰ نفر گردید.

۳- زمین لغزشهای سال ۱۹۹۹ در ونزوئلا که طی چند روز ۲۰۰ نفر کشته و ۱۰ برابر این تعداد بی خانمان شدند (http://landslides.usps.gov).

۴-زمین لغزش لاکونچیتا در شهر ونتوریا، ایالت کالیفرنیا امریکا در سال ۱۹۹۵ که باعث جابه جایی ۱/۳ میلیون متر مکعب مواد گسیخته شده و تخریب ۱۴ خانه گردید. فعالیت دوباره آن در ۱۰ ژانویه

سال ۲۰۰۵ منجر به جابه جایی ۲۰۰۰۰۰ متر مکعب خاک، تخریب ۲۶ خانه و کشته شدن ۱۰ نفر شد (رندل جیبسون، ۲۰۰۵).

۵- زمین لغزشهایی که طی یک سری زلزله در سال ۱۹۲۰ در ایالت کانسو چین رخ داد، موجب مرگ بیش از۱۰۰۰۰۰ نفر گردیده است (توماس، ۱۹۹۱).

۶- زمین لغزش ایجاد شده در یوگسای پرو که موجب مدفون شدن چندین روستا گردید و حدود ۲۵۰۰۰ نفر را از بین برد (شریعت جعفری، ۱۳۷۹).

ایران نیز از جمله کشورهایی است که با مشکل زمین لغزش مواجه می باشد به طوری که بزرگترین زمین لغزش دنیا به نام سیمره با طولی معادل ۱۵ کیلومتر در استان ایلام و هم مرز با استان لرستان در کویرکوه در شهرستان دره شهر رخ داده است (علایی طالقانی، ۱۳۸۱).

بررسی های انجام شده نشان می دهد که تا اوایل سال ۱۳۷۸ وقوع حدود ۲۵۹۰ زمین لغزه در کشور باعث مرگ ۱۶۲ نفر ، تخریب ۱۷۶ باب خانه، ایجاد خسارت مالی به میزان ۱۸۶۶ میلیارد ریال ، تخریب ۶۷۶۳ هکتار جنگل ، تخریب ۱۷۰ کیلومتر راه ارتباطی و ایجاد رسوب سالانه به حجم ۹۶۳۸۰۷ متر مکعب شده است (میر صانعی و کاردان ، ۱۳۷۸).

در جدول ۱- ۱ نمونه هایی از زمین لغزه های بزرگ ایران و خسارت ناشی از آنها آورده شده است (سعدالدین، ۱۳۷۵).

با توجه به اینکه بسیاری از خسارات ناشی از زمین لغزش به دلیل عدم رعایت اصول صحیح در گسترش مناطق مسکونی، ساخت سدها، احداث راهها، تاسیسات و غیره به وجود آمده اند، لزوم شناخت مناطق حساس به زمین لغزش برای دستگاهای اجرایی اهمیت بسیاری را دارد، در صورتی که دستگاههای مذکور از موقعیت این مناطق مطلع گردند، مسلماً جهت توسعه سازه ها در حد امکان از آنها اجتناب کرده و یا در صورت اجبار تمهیدات و نکات فنی لازم را با دقت بیشتری مدنظر قرار می دهند.

یکی از راههایی که بوسیله آن می توان خسارت ناشی از زمین لغزش را کاهش داد تهیه نقشه های حساسیت و خطر وقوع زمین لغزش می باشد (ایالا ، ۱۹۸۷ و چاکون۱۹۹۶،۱۹۹۴،۱۹۹۲). ارائه داده های زمین شناسی به شکل نقشه خطر ابزار مفیدی برای مهندسین برای برنامه ریزی شهری آنان می باشد. برای پهنه بندی خطر زمین لغزش روش های متعددی در نقاط مختلف جهان به کار گرفته شده اند. هر یک از این روشها با توجه به خصوصیات زمین شناسی، زمین ریخت شناسی، آب و هوایی و غیره منطقه مورد مطالعه ابداع شده و ممکن است برای مناطق دیگر فاقد اعتبار لازم باشند. بدیهی است روش های انتخاب شده باید دارای دقت کافی در پیش بینی محل زمین لغز شهای آینده بوده و

در عین حال ساده و به راحتی قابل به کارگیری باشند.

جدول ۱- ۱- نمونه هایی از لغزش های بزرگ ایران و خسارات ناشی از آن

محل وقوع	تلفات و خسارات
زمین لغزه روستای سیمره(لرستان)	تغییر شکل عمده در سطح دامنه و بستر رودخانه و ایجاد سد و دریاچه بزرگ
زمین لغزه روستای گرگزلو(اطراف خلخال)	تخریب خانه ها و باغات پایین دست
زمین لغزه روستای چنار(اطراف خلخال)	تخریب خانه های روستایی
زمین لغزه روستای افضل(اطراف میانه)	تخریب خانه های روستایی
زمین لغزه روستای عریان تپه(اطراف مرند)	تخریب خانه های روستایی
زمین لغزش امامزاده علی	تخریب ۶۰۰ متر از جاده هراز، خانه های روستایی و ستون انتقال برق
زمین لغزه روستای باریکان(طالقان)	خسارت به ابنیه روستا
زمین اغزه روستای خانقاه(میانه)	تخریب خانه های روستایی
زمین لغزه روستای خلیل آباد رودبار	از بین بردن باغات زیتون
ریزش سنگ در جاده قزوین	خسارت به دیواره محافظ جاده و تخریب روستایی
لغزش معدن سنگ رود	خسارت به راه دسترسی و تأسیسات
لغزش فتلک	مدفون شدن دو روستا و ساکنان آن

بدین ترتیب به لحاظ کیفی بودن برخی متغیرها در داده ها و همچنین نقش متغیرهای لفظی در کاهش پیچیدگی ها در پیش بینی پدیده هایی مثل زمین لغزش استفاده از روش هایی مبتنی بر شبکه های عصبی روش مناسبی برای پردازش و تحلیل این گونه داده ها می باشد.

۱- ۵- اهداف تحقیق

۱- توسعه مدل ریاضی خطر وقوع زمین لغزشها با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی.

۲- تهیه نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزشها در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی.

۱- ۶- تعریف حرکات توده ای

نیروی ثقل زمین همواره سبب اعمال یک نیروی رو به پایین به مواد می شود. در اثر اعمال این نیرو که نتیجه تجزیه نیروی وزن بر روی دامنه می باشد مواد ناپایدار موجود در دامنه ها در جهت رسیدن

به پایداری برروی دامنه شروع به حرکت کرده و براساس عوامل مختلف مانند هندسه دامنه، نوع مواد، نوع حرکت و سرعت حرکت مواد، انواع حرکات دامنه ای را به وجود می آورند.
حرکات توده ای اصطلاحی است که در بر گیرنده انواع حرکات دامنه ای بوده و عموماً به کلیه رویدادهایی گفته می شود که در اثر ناپایداری در دامنه ها اتفاق افتاده و سبب جابع جایی توده ای از مواد در طول دامنه می شود (انفورس، ۲۰۰۵). این اصطلاح در بر گیرنده کلیه فرایندهایی است که منجر به حرکت توده ای از مواد شامل سنگ، خاک یا ترکیبی از آنها به سمت پایین دامنه می شود. فرایندهای فوق سبب حرکت مواد به صورت لغزش، واژگونی، جریان، ریزش، خزش و گسترش جانبی می شوند، گاهی این حرکات چنان سریع هستند که سرعت آنها به دهها کیلومتر در ساعت می رسد و گاهی چنان آهسته هستند که جز با گذشت زمان و از روی شواهد نشان دهنده حرکت، نمی توان به وجود حرکت پی برد.

۱- ۷- تعریف زمین لغزش

بنا به تعریف انجمن بین المللی زمین شناسی مهندسی (۱۹۹۰) حرکت مواد تشکیل دهنده زمین، از یک شیب به سمت پایین زمین لغزش یا ناپایداری شیب می نامند. مکانیسم این پدیده به این صورت است که در سازندهای ریز دانه (رس، مارن و شیل) که دارای املاح گچ یا نمک باشد به وقوع می پیوندد. در اثر جذب آب خاصیت کلوئیدی مواد به هم خورده و تا محلی که رطوبت نفوذ کرده باشد، خاک از توده اصلی جدا شده و در نتیجه نیروی ثقل در روی دامنه حرکت می کند.
زمین لغزشها تحت تأثیر عوامل مختلف و طی فرایندهای پیچیده ای ایجاد می شوند و زمانی زمین مستعد حرکت می شود که نوعی ناپایداری در یک شیب حادث شود.
لغزشها دسته ای از حرکات دامنه ای می باشند که مواد در امتداد یک سطح گسیختگی یا یک زون گسیختگی مشخص بر روی دامنه لغزیده و به سمت پایین حرکت می کنند. براساس شکل سطح گسیختگی لغزشها به دو دسته لغزشهای چرخشی و لغزشهای صفحه ای (انتقالی) تقسیم می شوند.
حرکت نسبتاً آرام مواد چسبنده خاکی یا ترکیبی از مواد خاکی-سنگی در طول یک سطح گسیختگی مشخصاً قوسی شکل را لغزش چرخشی می گویند. لغزشهای چرخشی بر حسب مواد جابه جا شده به اسلامپ های خاکی، سنگی و واریزه ای تقسیم می شوند و براساس شکل و تعداد سطح لغزش به لغزشهای چرخشی ساده و متوالی تقسیم می شوند.
حرکت آهسته تا نسبتاً سریع بلوک های سنگی یا در طول سطح گسیختگی مشخصاً صفحه ای شکل را لغزش انتقالی گویند. وجود ناپیوستگی های ساختاری مانند سطوح لایه بندی، گسل، درزه و

فولیاسیون با جهت یافتگی مناسب از جمله عوامل اصلی بروز این نوع لغزش می باشد (معماریان، ۱۳۷۴).

۱- ۸- پیکر شناسی زمین لغزش

انجمن بین المللی زمین شناسی مهندسی وابسته به سازمان یونسکو در راستای طرح تهیه بانک اطلاعات زمین لغزش ها، در سال ۱۹۹۰ در قالب انتشار مقاله ای اقدام به انتشار فهرست اصطلاحات پیشنهادی برای توصیف یک زمین لغزش شاخص نمود. این اصطلاحات به معرفی ابعاد و اجزاء مختلف یک زمین لغزش می پردازد.

۱- ۸- ۱- تاج

در عمل، مواد جابجا نشده در یک زمین لغزش که در مجاورت بالاترین بخش پرتگاه اصلی لغزش قرار دارند، تاج لغزش نامیده می شوند

۱- ۸- ۲- افتگاه اصلی

سطحی با شیب تند، واقع در لبه بالایی لغزش که در اثر جدایش قطعه جابجا شده از زمین، حاصل شده است. پرتگاه گسلی بخش قابل مشاهده سطح گسیختگی می باشد.

۱- ۸- ۳- توده اصلی

بخشی از توده جابجا شده زمین لغزش، که سطح گسیختگی را در بین افتگاه اصلی و پنجه لغزش پوشانده است.

۱- ۸- ۴- پای لغزش

آن بخش از زمین لغزش است که از محدوده پنجه سطح گسیختگی فراتر رفته و سطح اولیه زمین را می پوشاند.

۱- ۸- ۵- نوک لغزش

دورترین و جلوترین نقطه مواد جابجا شده از قله یک زمین لغزش، نوک لغزش نامیده می شود.

۱- ۸- ۶- پنجه

انحنای لبه توده جابجا شده مواد، در پایین ترین سطح را، پنجه زمین لغزش نامند.

۱- ۸- ۷- سطح گسیختگی

سطحی در زیر توده جابجا شده که حرکت توده مواد در راستای آن صورت می پذیرد. همچنین سطح لغزش و سطح برش نیز گفته می شود. در صورت صفحه ای بودن آن صفحه لغزش و صفحه برش گفته می شود.

۱- ۸- ۸- پنجه سطح گسیختگی

محل تلاقی پایین ترین سطح صفحه گسیختگی با سطح اولیه زمین است.

۱- ۸- ۹- سطح جدایش

بخشی از سطح کنونی زمین که توسط پای لغزش پوشیده شده است.

۱- ۸- ۱۰- توده جابجا شده

توده ای از مواد تشکیل دهنده زمین که در اثر لغزش از جای اصلی خود در دامنه جابجا شده اند.

۱- ۸- ۱۱- پهنه تهی شدگی

پهنه ای از لغزش در توده جابجا شده که قبل از رخداد، در زیر سطح اولیه زمین واقع بوده است.

۱- ۸- ۱۲- پهنه تجمع

پهنه ای از لغزش که پیش از رخداد، در بالای سطح اولیه زمین قرار داشته است.

۱- ۸- ۱۳- توده تهی شده

حجمی از مواد جابجا شده که سطح گسیختگی را می پوشاند و زیر سطح اولیه زمین بوده است.

۱- ۸- ۱۴- قله

بالاترین نقطه تماس بین توده جابجا شده و افتگاه اصلی لغزش است.

۱- ۹- علل وقوع زمین لغزشها

به طور کلی دلایل وقوع زمین لغزشها را می توان به سه دسته کلی عوامل زمین شناسی، عوامل ریخت شناسی و عوامل انسانی دسته بندی نمود(انجمن زمین شناسی امریکا) که در زیر تقسیم بندی مربوط به هر دسته ذکر شده است.