وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

نشریه فنی

تهیه نقشه حساسیت‌پذیری نسبت به حرکات توده‌ای (زمین‌لغزش‌ها) با استفاده از روش جنگل تصادفی (RF) در استان چهارمحال و بختیاری

شماره ثبت: ۶۱۹۸۹
زمستان ۱۴۰۱

وزارت جهادکشاورزی
سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی
پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری

نشریه فنی

تهیه نقشه حساسیت‌پذیری نسبت به حرکات توده‌ای (زمین‌لغزش‌ها) با استفاده از روش جنگل تصادفی (RF) در استان چهارمحال و بختیاری

نویسندگان:
سیدنعیم امامی- صالح یوسفی

شماره ثبت:
۶۱۹۸۹

۱۴۰۱

وزارت جهادکشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری

عنوان اثر: تهیه نقشه حساسیت‌پذیری نسبت به حرکات توده‌ای (زمین‌لغزش‌ها) با استفاده از روش جنگل تصادفی (RF) در استان چهارمحال و بختیاری
نام و نام‌خانوادگی نویسندگان: سیدنعیم امامی- صالح یوسفی
ویراستار ادبی: امیر سررشته‌داری
صفحه آرایی و طراحی جلد: اکبر حسینی‌رشید
ناشر: پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری
شمارگان: ۱۰ نسخه
تاریخ انتشار: ۱۴۰۱

این اثر در مورخه **۱۴۰۱/۵/۱۱** با شماره **۶۱۹۸۹** در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسیده است. حق چاپ محفوظ است. نقل مطلب، تصاویر، جداول، منحنی‌ها و نمودارها با ذکر ماخذ بلامانع است.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

چکیده..... ۱
۱) مقدمه..... ۱
۲)بررسی منابع:..... ۲
۳) ویژگی های اکولوژیکی و زمین شناسی:..... ۳
۴)روش کار:..... ۵
۵)نتایج..... ۷
۶) بحث ونتیجه گیری:..... ۱۱
۷)پیشنهادات:..... ۱۲
تشکر و قدردانی:..... ۱۲
منابع:..... ۱۲
ABSTRACT..... ۱۶

فهرست شکل ها

عنوان ..... صفحه

شکل۱- موقعیت جغرافیایی استان چهارمحال وبختیاری..... ۵
شکل ۲- نقشه پراکنش حرکات توده ای استان چهارمحال وبختیاری و تصاویری از نمونه این حرکات..... ۸
شکل ۳- نقشه حساست پذیری به حرکات توده ای استان چهارمحال وبختیاری..... ۱۰
شکل ۴- نتایج ارزیابی مدل جنگل تصادفی در پیش بینی مناطق مستعد حرکات تودهای..... ۱۱

فهرست جدول ها

عنوان ..... صفحه

جدول۱- پراکنش حرکات توده ای استان چهارمحال وبختیاری..... ۸

چکیده

استان چهارمحال و بختیاری در دو دهه اخیر و به‌ویژه همزمان و پس ازآغاز فعالیت‌های گسترده عمرانی همچون احداث جاده‌های استراتژیک شهرکرد - مسجدسلیمان و شهرکرد - ایذه شاهد وقوع انواع حرکات توده‌ای بوده است. به‌منظور تهیه نقشه حساسیت‌پذیری مناطق مختلف این استان به انواع حرکات توده‌ای شامل زمین‌لغزش‌ها، جریان واریزه‌ای و ریزش‌های سنگی و با هدف معرفی روشی جدید و دقیق برای استفاده درسراسرکشور، از روش جنگل تصادفی Random RF(Forest) که از جمله روش‌های هوش مصنوعی یا یادگیری ماشینی است استفاده شد. یافته‌ها نشان دادکه ارتفاع، زاویه شیب، فاصله از جاده و فاصله از گسل، ازجمله عوامل موثردرحرکات توده‌ای هستند. نتایج نشان دادکه عمده کانون‌های ناپایداری‌های دامنه‌ای یا به اختصار زمین-لغزش‌ها دربخش‌های کوهستانی و پرشیب‌ترمرکزی و غربی منطقه واقع هستند. همچنین براساس مساحت پهنه‌های حساسیت نسبت به زمین‌لغزش منتج از مدل (RF) به ترتیب ۳۸ و ۳۰ درصد از سطح استان چهارمحال و بختیاری درره‌های کم و متوسط حساسیت‌پذیری نسبت به حرکات توده‌ای قرار گرفته‌اند. به عبارت دیگر ۳۲ درصد از وسعت سرزمین چهارمحال و بختیاری دارای استعداد زیاد تاخیلی زیاد نسبت به حرکات توده‌ای می‌باشد. نتایج ارزیابی مدل نشان داد که مدل جنگل تصادفی با آماره AUC دارای دقت ۸۸ درصد است. بر اساس مرور منابع و اعتبار سنجی مدل‌های پیش بینی مکانی می‌توان بیان کرد که مدل‌های با دقت بیش از ۸۰ درصد دارای کارایی عالی در پیش بینی مناطق در معرض خطر حرکات توده‌ای می‌باشند. بنابراین مدل (RF) برای تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش درتمام نقاط معرفی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی، ناپایداری‌های دامنه‌ای، هوش مصنوعی، یادگیری ماشینی

۱- مقدمه

تکوین علم آمایش سرزمین در دو دهه اخیر چشم‌انداز روشنی از استعدادیابی در جهت استفاده بهینه از زمین را فراهم آورده است. به دنبال این تحول مهم، مباحث تقسیم‌بندی زمین به واحدهای کاری بر مبنای اهداف قابل دسترس جای خود را در علوم زمین به ویژه جغرافیای طبیعی و زمین‌شناسی باز کرد. این مباحث با عنوان " پهنه‌بندی زمین‌لغزش" در کشورهای مختلف مد نظر قرارگرفته است. امروزه یکی از مهمترین جلوه‌های توسعه تمدن‌ها، عملیات عمرانی

از جمله جاده‌سازی، احداث تأسیسات صنعتی، شهرک‌سازی، احداث ابنیه‌های آبی از جمله سد، تونل، پل و هزاران فعالیت دیگر می‌باشد. اقدام شتاب آلود در جهت تأمین نیازهای بشر بعضاً موجبات اقدام بدون تعقل و تفکر علمی را پدید آورده است به گونه‌ای که تعداد بی‌شماری از سازه‌های انسانی دستخوش تخریب و زیان شده‌اند. دراین راستا تا کنون روش‌های مختلف تجربی با نتایج متفاوتی به‌وسیله دانشمندان علوم زمین در مناطق مختلف دنیا به‌کار گرفته شده است. استان چهارمحال و بختیاری با مساحت ۱۶۵۳۳ کیلومترمربع واقع درگستره زاگرس میانی با ویژگی‌های زمین ریخت‌شناسی آن، عمدتاً معرف زون زمین‌ساختی زاگرس(مرتفع و چین-خورده)می‌باشد. این استان دردودهه اخیروبه‌ویژه همزمان وپس ازآغاز فعالیت‌های گسترده عمرانی همچون جاده‌های استراتژیک شهرکرد - مسجدسلیمان و شهرکرد - ایذه شاهد رخداد انواع حرکات توده‌ای بوده است. تاکنون برای بیش از ۴۰۰ مورد زمین‌لغزش در ۱۰کانون عمده، شناسنامه تهیه شده است(مدیریت آبخیزداری استان چهارمحال و بختیاری، شناسنامه زمین‌لغزش های استان، ۱۳۷۷ و امامی، ۱۳۷۷). از جمله این ناپایداری‌ها زمین‌لغزش بزرگ روستای چلو در سال ۱۳۷۲می‌باشد. رخداد این زمین‌لغزش باعث کشته شدن شش نفر از اهالی روستا و هدررفتن دست‌کم ۱۵۰۰۰۰۰ مترمکعب از اراضی کشاورزی شد(امامی، ۱۳۷۶). بهمن سنگی روستای آبیکارکارکن علیا در سال ۱۳۷۷ باعث مدفون شدن این روستا و مرگ ۵۵ نفر از ساکنین آن شده و ۴۰ هکتار از اراضی روستا نیز در زیر انبوهی از سنگ و خاک مدفون شد(بلورچی و انصاری، ۱۳۷۸). دراین گزارش با استفاده ازروش (Random Forest) RF کل مساحت استان چهارمحال و بختیاری ازدیدگاه خطرزمین‌لغزش پهنه‌بندی شده است. براین اساس۳۲ درصدازمساحت استان دررده مناطق با حساسیت زیاد تا خیلی زیاد نسبت به خطر زمین‌لغزش قرارگرفته است. نقشه تهیه شده دراختیاردستگاه‌های اجرایی مرتبط قرار خواهدگرفت تا در برنامه ریزی‌های توسعه‌ای وعملیات عمرانی مختلف مورد استفاده قرارگیرد.

دراین گزارش باتوجه به نتایج حاصل از تحقیقات نویسندگان این گزارش در خصوص به کارگیری هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی در ارزیابی و تهیه نقشه ریسک زمین‌لغزش، درنهایت با استفاده از روش جنگل تصادفی(RF) نقشه ریسک خطر زمین‌لغزش برای استان چهارمحال وبختیاری تهیه و ارائه شده است. این نقشه به‌عنوان یک نقشه پایه و کاربردی درجانمایی پروژه‌های توسعه‌ای مورد استفاده همه دستگاه‌های اجرایی ذینفع قرارخواهد گرفت.

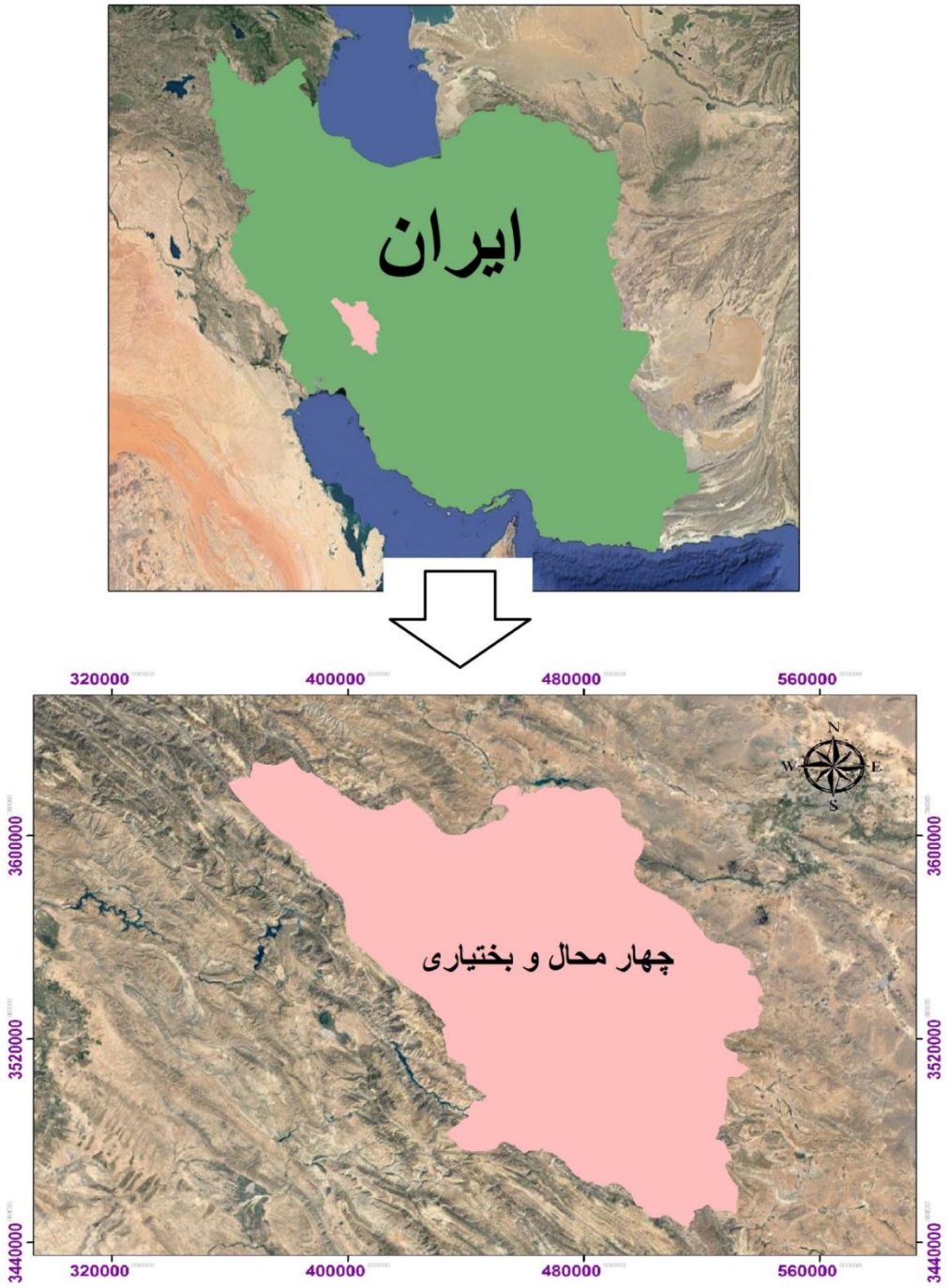
۲- بررسی منابع:

زمین‌لغزش یا حرکات توده‌ای فرآیندهای زمین ریخت‌شناسی فعال درسطح زمین تلقی می-شوند(Corenblit وهمکاران، ۲۰۱۱، Dietrich و همکاران، ۱۹۹۲؛ Carter و Viles، ۲۰۰۵؛ Federici

فدریسی و همکاران، ۲۰۰۷ ؛Murray وهمکاران، ۲۰۰۹). حرکات توده‌ای در زمره خطرناک‌ترین مخاطرات طبیعی تهدید کننده جان ومال انسانها هستند(Raetzo وهمکاران،۲۰۰۲؛ Chaytor وهمکاران ۲۰۰۷ ؛ Stoffelو Huggel، ۲۰۱۲) .به علاوه حرکات توده‌ای نقش قابل ملاحظه‌ای در تکامل زمین ریخت‌ها و چشم‌اندازهای طبیعی و سرزمینی ایفا می‌کنند (Byles ،۱۹۹۳؛ Catani، ۲۰۰۵ ؛ Myerson و همکاران، ۲۰۰۸؛ Fort و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین ناپایداریهای دامنه‌ای بر فعالیتهای انسانی تاثیرات قابل توجهی برجای می‌گذارند (Raetzo وهمکاران، ۲۰۰۲؛ Yamada و همکاران، ۲۰۱۲). حرکات توده‌ای می‌توانند خانه‌ها، زمین‌های کشاورزی، جاده‌ها و ریل‌ها، شبکه‌های برق و سدهاراویران کنند(Blaschke وهمکاران، ۲۰۰۰؛ علیمحمد لو وهمکاران،۲۰۱۳ ؛ Kennedy وهمکاران، ۲۰۱۵). ناپایداری شیب ممکن است به سرعت (لغزش و ریزش سنگ) یا به صورت خزش‌آهسته رخ دهد(Theilen-Willige وWenzel ، ۲۰۱۹؛ Tiranti وCremonini ۲۰۱۹ ؛ Woldearegay ، ۲۰۱۹؛ Santos ، ۲۰۲۰). همچنین ممکن است در مقیاس چند متر مربع تا چندین کیلومتر مربع رخ دهند (Mastere ، ۲۰۲۰ ؛ Santos و همکاران ۲۰۲۰). این حرکات در هرمنطقه براساس نوع حرکت و جنس مصالح طبقه‌بندی می شوند (Santos وهمکاران،۲۰۲۰؛ فیضی زاده و Blaschke ، ۲۰۱۲). روش‌های متنوع تجربی و ریاضی جهت ارزیابی حساسیت به زمین‌لغزش ابداع شده که دراین بین تکنیک‌های یادگیری ماشین، به ویژه روش RF یکی از قویترین مدلهای مبتنی بر درختواره‌ها می‌باشد(Kim وهمکاران، ۲۰۱۸؛ Gayen وهمکاران، ۲۰۱۹). روشRFیک تکنیک ناپارامتریک مبتنی بردرخت رگرسیون است (Hawryło وهمکاران،۲۰۱۸؛ Thanh Noi و عرب عامری و همکاران، ۲۰۱۹ب). این مدل مزایای برجسته همچون عدم حساسیت به عوامل مزاحم، توانایی پذیرش و مدیریت لایه‌های متفاوت و تعیین اولویت و اهمیت ممتاز هرلایه رادارا می-باشد(Breiman ، ۲۰۰۱؛ Ruppert ،۲۰۰۴). شهابی(۲۰۰۲) تصریح کرده است که مدل RF می تواند اهمیت نسبی عوامل موثر را به بهترین نحو ممکن تخمین بزند و به مدیریت محیطی و سرزمینی کمک کند. دراستان چهارمحال وبختیاری پس از تحقیقات دودهه اخیر در خصوص انواع روش‌های تجربی و ریاضی در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در نهایت روشRF به عنوان روش برتر یادگیری ماشینی جهت تهیه نقشه حساسیت به خطر زمین‌لغزش معرفی شده است (امامی و همکاران، ۲۰۲۱). در این‌گزارش نقشه حساسیت به خطر زمین‌لغزش برای اولین بار با استفاده از روش یادگیری ماشینی تهیه شده است.

۳) ویژگی های اکولوژیکی و زمین شناسی:

استان چهارمحال وبختیاری با مساحت ۱۶۵۳۳کیلومترمربع (۱٪ مساحت کشور) و جمعیتی بالغ بر۹۴۷۰۰۰ نفردر قالب ۱۰شهرستان در جنوب غرب ایران و در امتداد رشته کوه زاگرس با ارتفاع متوسط ۲۱۵۳ متربالاتر از سطح دریا واقع شده است (شکل۱). حداقل و حداکثر ارتفاع به ترتیب ۷۷۸ متر و ۴۲۰۳ متر می‌باشد. این منطقه در پیشکوههای داخلی زاگرس و ازدیدگاه ساختاری در قلمرو زمین‌ساختی زاگرس چین‌خورده و زاگرس مرتفع قرارگرفته است و بدین لحاظ واحدهای سنگ‌شناختی آن مستعد انواع ناپایداری‌های دامنه‌ای و حرکات توده‌ای می‌باشند. تکتونیسم فعال زاگرس در این استان نیز موجب ناهمگونی توپوگرافی شدیدی شده است به طوری که ۸۰ درصد از اراضی آن را کوهستانها و اراضی غیر مسطح تپه‌ماهوری با شیب متوسط ۴۲ درصد به خود اختصاص می‌دهد. از سوی دیگر رخنمون‌های مارنی سازندهای زمین‌شناسی زاگرس حدود ۲۲ درصد از وسعت استان را در برگرفته و این خود مبین حساسیت خاص این سرزمین به عوامل فرسایش می‌باشد. از مجموع مساحت استان، حدود یک میلیون هکتار به مراتع اختصاص و ۳۰۷ هزار هکتارنیز به مناطق جنگلی واقع در غرب و جنوب استان اختصاص دارد. در نواحی غربی و جنوبی استان بخش عمده‌ای از ناپایداری‌ها متاثرازجاده‌سازی درسه دهه اخیرمی‌باشد. با توجه به ویژگی‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی و اقلیمی منطقه مورد مطالعه، انواع مخاطرات طبیعی از جمله سیل، حرکات توده‌ای وزلزله متداول است. حرکات توده‌ای استان غالباً از نوع زمین‌لغزش‌های چرخشی در مصالح ریزدانه کوهپایه‌ای می‌باشند. این ناپایداری‌ها درسازندهای زمین‌شناسی کواترنر و نیز تشکیلات رسی و مارنی دوران سوم به ویژه سازندهای گورپی و پابده به وقوع پیوسته‌اند.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی استان چهارمحال وبختیاری

۴)روش کار:

باتوجه به اطلاعات پایه مورد نیاز در روش(Random Forest) RF، دراین گزارش براساس روش یاد شده نقشه‌ها واطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل شده و در نهایت نقشه حساسیت استان به خطر حرکات توده‌ای ترسیم شد. مراحل تهیه نقشه مذکور به شرح زیر است:

مرحله اول- جمع‌آوری وآماده‌سازی داده‌های مکانی براساس سه گروه از حرکات توده‌ای شامل زمین‌لغزش‌های چرخشی، جریان واریزه و ریزش سنگ به تعداد بیش از۴۰۰ مورد که بصورت داده‌های نقطه‌ای ثبت شدند.

مرحله دوم - تهیه نقشه پراکنش حرکات توده‌ای درسطح استان. دراین راستا اطلاعات مکانی و طبیعی زمین‌لغزش‌ها ازشناسنامه زمین‌لغزش‌های استان که به‌وسیله اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری تهیه شده است، استخراج و با پیاده‌سازی نقاط برروی تصاویر ماهواره‌ای وکنترل زمینی، نیمی از نقاط پیاده‌سازی شده، در نهایت نقشه دقیق پراکنش حرکات توده‌ای تهیه و ترسیم شد.

مرحله سوم- شناسایی عوامل مسبب وقوع انواع حرکات توده‌ای: استان چهارمحال و بختیاری به دلایل مختلفی که درادامه آمده است، از جمله مناطق بسیار مستعد برای رخداد زمین‌لغزش درکشورمی‌باشد:

ازمیان عوامل زمینه ساز حرکات توده‌ای دراستان می توان به ساختار زمین‌شناسی استان اشاره کرد که در واقع مهم‌ترین عامل کنترل کننده محدوده‌های جغرافیایی زمین‌لغزش است. در کنار ویژگی‌های زمین‌شناختی، اقلیم سرد و نیمه‌مرطوب استان به طرق مختلف اعم از مستقیم و غیرمستقیم در فراوانی رخداد حرکات توده‌ای چه از حیث زمینه‌سازی و چه از حیث عامل ماشه‌ای نقش دارد. وجود رخنمون‌های وسیع از سازندهای حساس به زمین‌لغزش از قبیل سازندهای پابده وگورپی، سازند گچساران وسازندهای دوران کواترنردرزمره عوامل زمینه‌ساز چینه‌شناختی تلقی می‌گردد. این سازندهای حساس به رخداد حرکات توده‌ای سطح قابل توجهی از استان را دربرگرفته‌اند. در کنار این عوامل، عامل انسانی نیز با استفاده نادرست از منابع طبیعی (بهره‌برداری بی‌رویه از جنگل و قطع اشجار، چرای بی‌رویه و ...)، تغییر کاربری و احداث جاده‌های متعدد روستایی و جنگلی در سطح استان حرکت‌های توده‌ای را تشدید می‌کند (امامی، ۱۳۷۷).

مرحله چهارم-تولید نقشه حساسیت به حرکات توده‌ای MMSM(Mass Movement Susceptibility Mapping) براساس الگوی الگوریتم RF(Random Forest) از روش‌های یادگیری ماشین (Machine Learning)برای تمامی مساحت استان چهارمحال وبختیاری.

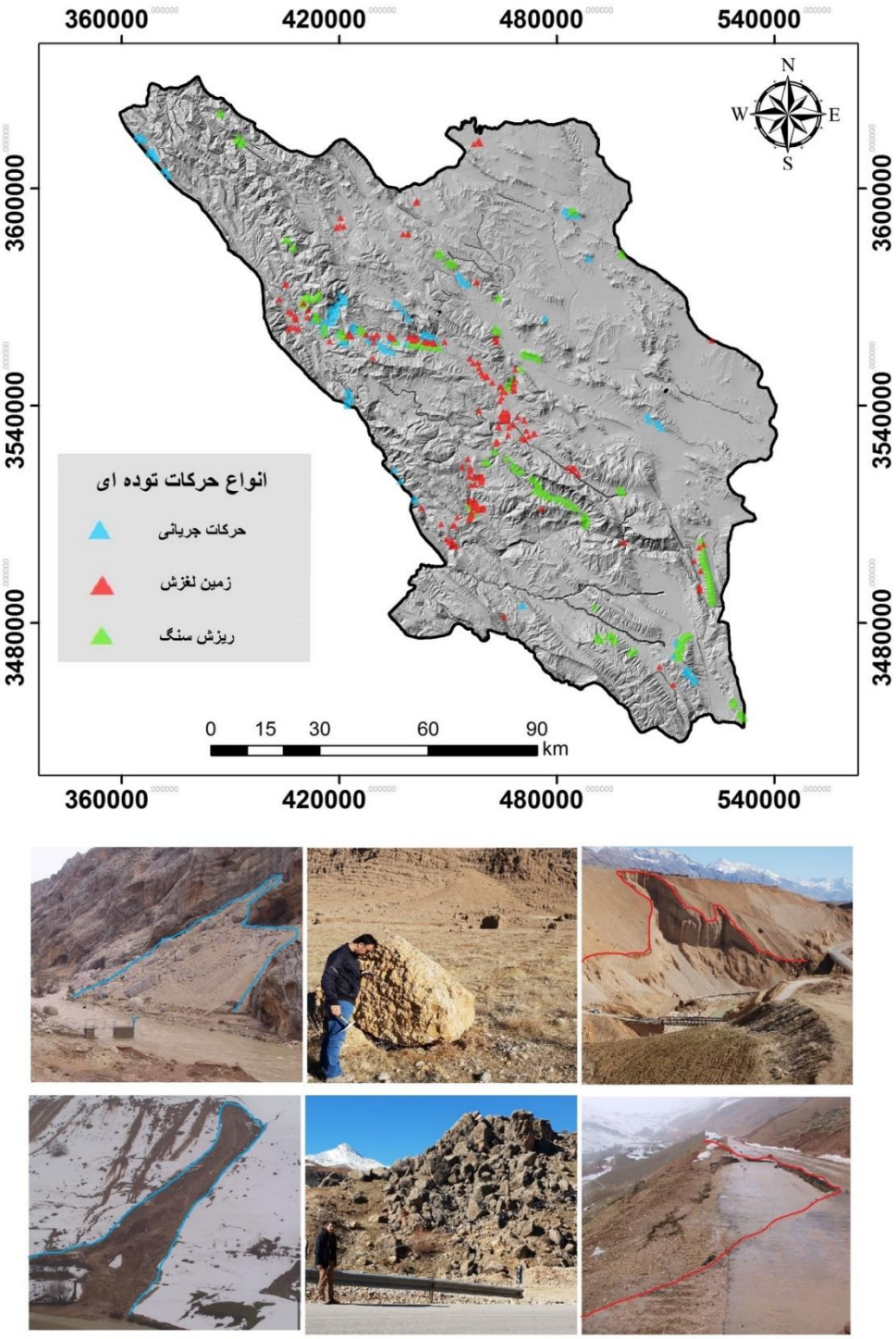
مرحله پنجم- در مرحله ارزیابی مدل، نتایج حاصل از پهنه‌های احتمال وقوع خطر حرکات توده‌ای بر اساس نقاط و داده‌های وقوع گروه اعتبارسنجی (۳۰ درصد وقایع) و در قالب روش منحنی مشخصه عامل گیرنده (ROC) اعتبارسنجی می‌شود و مساحت زیر منحنی (AUC) به عنوان معیار کمی برای اعتبار سنجی استفاده می‌شود. بر اساس مطالعات ارائه شده در این زمینه هر گاه مقدار

مساحت زیر منحنی بیش تر از ۸۰ درصد باشد دقت مدل عالی خواهد بود. در حقیقت محورهای منحنی ROC بر اساس معیارهای حساسیت و تشخیص به دست می‌آید.

۵) نتایج:

به منظور تولید نقشه‌ای بادقت بالا ازحساسیت‌پذیری به حرکات توده‌ای براساس روش RF، انواع حرکات توده‌ای در استان در قالب سه گروه زمین‌لغزش، جریان واریزه و ریزش‌سنگ با استفاده از عکس‌های هوایی وتصاویر ماهواره‌ای همراه بابازدیدهای صحرایی متعدد شناسایی و ثبت شدند (شکل۲).

باتوجه به نقشه تراکم حرکات توده‌ای درسطح استان، ناپایداری‌های دامنه‌ای به تعداد حدود ۴۰۰ مورد در قالب ۱۰کانون عمده در استان چهارمحال وبختیاری شناسایی شدند(جدول۱). نکته جالب توجه آن است که تمامی حرکات توده‌ای ثبت شده در استان درمناطق غربی و جنوبی و قلمروزمین‌ساختی زاگرس مرتفع وچین‌خورده استقرار یافته‌اند. به عبارتی در پهنه زمین‌ساختی سنندج – سیرجان که نواحی شرقی استان را در برمی‌گیرد به‌ویژه شهرستانهای شهرکرد- بروجن – سامان و بن تقریبا هیچ خطری ثبت و پیش‌بینی نشده است. پس از بررسی پراکنش حرکات توده‌ای درسطح استان و تهیه نقشه‌های لازم براساس عوامل موردنیاز درروشRF شامل میانگین بارش، مدل رقومی ارتفاعی، شیب، فاصله از رودخانه، فاصله از گسل، فاصله از جاده، شاخص رطوبت توپوگرافی (TWI)، جهت شیب، کاربری اراضی، سنگ‌شناسی، تراکم آبراهه، و شکل دامنه، نقشه نهایی حساسیت‌پذیری استان نسبت به انواع حرکات توده‌ای تهیه شد(شکل ۳).

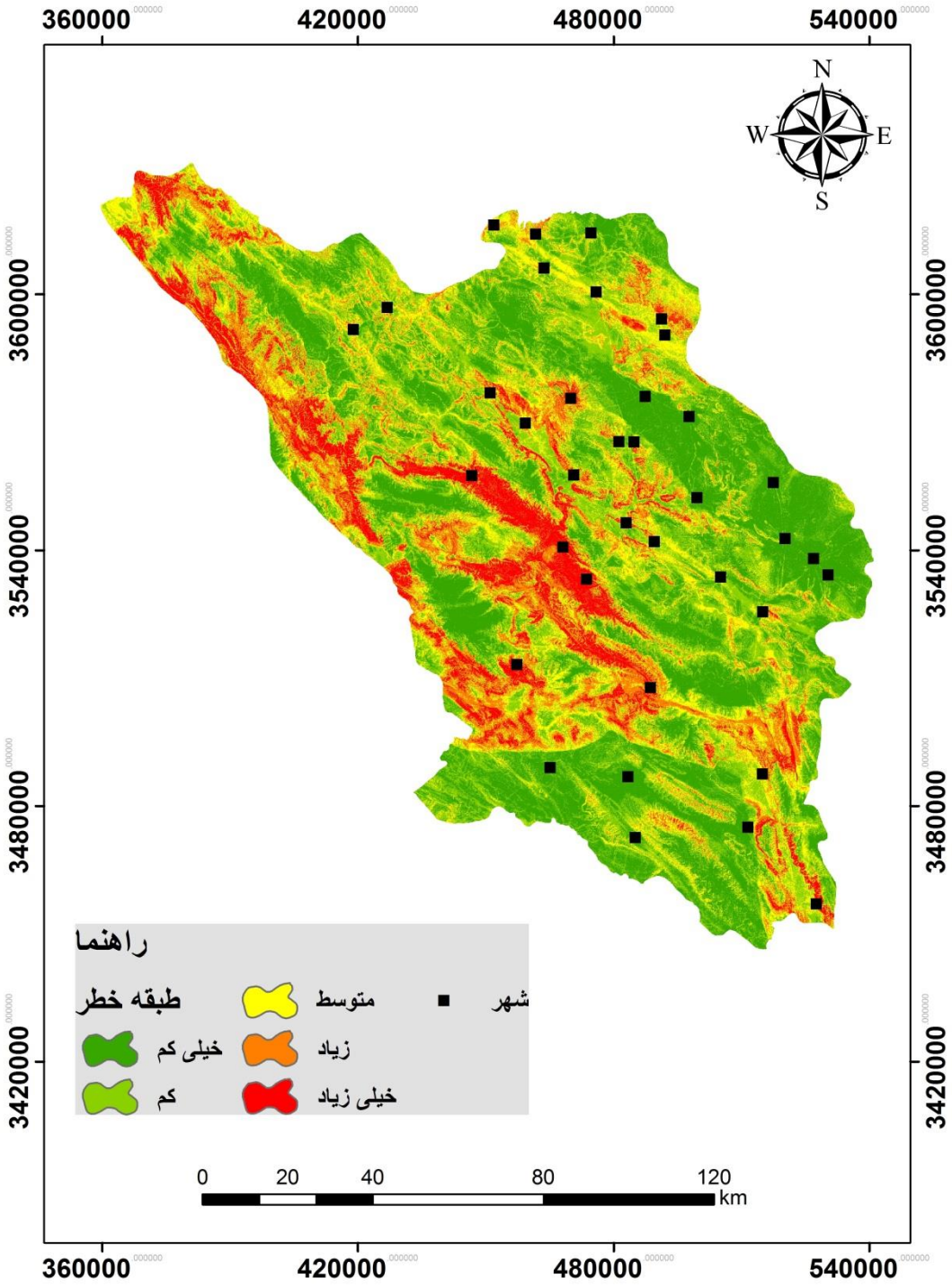


شکل ۲- نقشه پراکنش حرکات توده‌ای استان چهارمحال وبختیاری و تصاویری از نمونه این حرکات

جدول ۱- پراکنش حرکات توده ای استان چهارمحال وبختیاری

ردیف	نام کانون	چینه شناسی
۱	سرخون	سازندآهکی- مارنی پابده

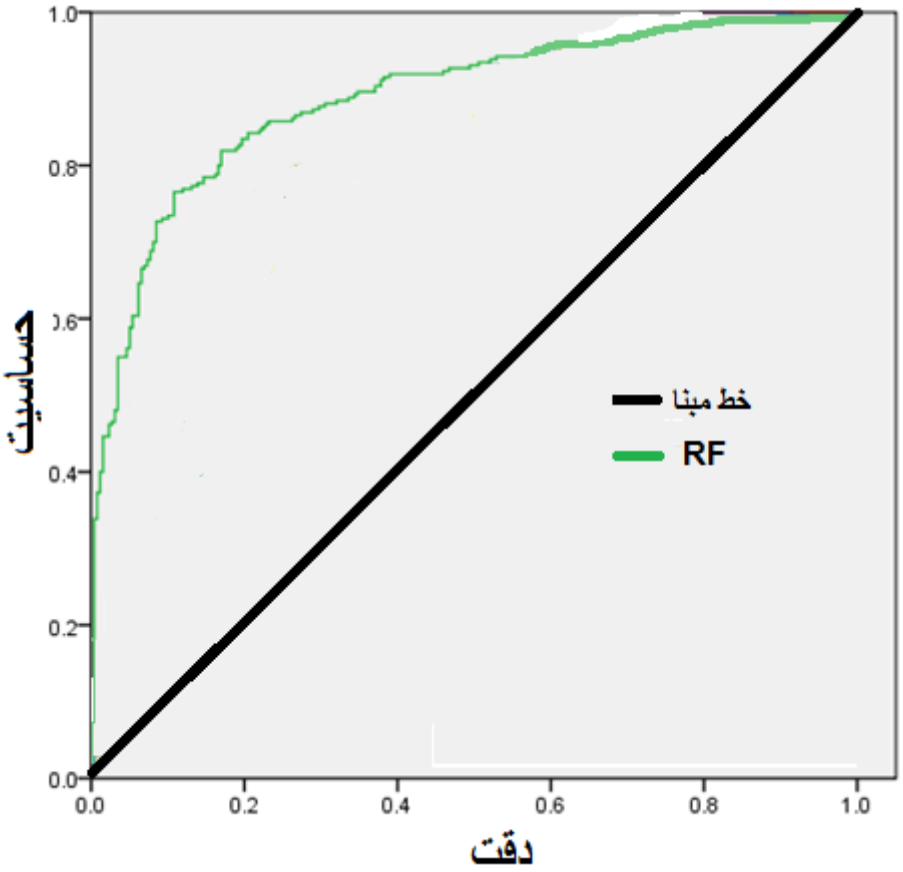
۲	قرح	تشکیلات بختیاری باسیمان سست ولیتولوژی کنگلومرا باگریت استونهای سخت
۳	مورز	تشکیلات بختیاری با لیتولوژی کنگلومرا، ماسه سنگ وگریت استونهای سخت واجد رسوبات هوازده سطحی دارای مواد ضعیف پلاستیک، مواد حساس رمبنده، هوازده و بانفوذپذیری متمایز
۴	میهه	تشکیلات آهکی تکتونیزه و فرسایش یافته متعلق به کرتاسه
۵	افسرآباد	تشکیلات آسماری تحتانی شامل کنگلومرا، شیل و مارن با میان لایه های آهک واجد مواد ضعیف پلاستیک، حساس ورمبنده(رسهای اسمکتیتی)
۶	باجگیران(جاده خوزستان)	واریزه های دامنه ای کواترنر برروی تشکیلات آهکی داریان حاوی مارنهای رنگی فرسایش پذیر ورمبنده
۷	چلو	تشکیلات ساچون با لیتولوژی مارنهای قرمزوخاکستری، ماسه سنگ، ژیپس و کنگلومرا واجد مواد حساس ورمبنده
۸	چهارتخته	آبرفتهای کواترنربا خاستگاه تشکیلات گورپی با لیتولوژی مارنهای رنگی و خاکستری واجد مواد حساس، رمبنده، هوازده ودرز وشکافدار
۹	دیمه	آبرفتهای عهدحاضر واجد مواد ضعیف پلاستیک، حساس ورمبنده
۱۰	ساطح- دودرا	تشکیلات پابده با لیتولوژی آهکهای رسی-مارنی و موادحساس ورمبنده



شکل ۳- نقشه حساست پذیری به حرکات توده‌ای استان چهارمحال وبختیاری

در مرحله ارزیابی مدل، نقشه پهنه‌بندی وقوع حرکات توده‌ای بر اساس منحنی مشخصه عامل گیرنده ROC اعتبار سنجی گردید. همچنین در این مطالعه از شاخص مساحت زیر منحنی جهت

ارزیابی مدل استفاده شد. نتایج ارزیابی مدل نشان داد که مدل جنگل تصادفی با آماره AUC دارای دقت ۸۸ درصد می‌باشد (شکل ۴). بر اساس مرور منابع علمی در زمینه تحلیل روش منحنی ROC و اعتبار سنجی مدل‌های پیش بینی مکانی می‌توان بیان کرد که مدل‌های با دقت بیش از ۸۰ درصد دارای کارایی عالی در پیش‌بینی مناطق در معرض خطر حرکات توده‌ای می‌باشند.



شکل ۴- نتایج ارزیابی مدل جنگل تصادفی در پیش بینی مناطق مستعد حرکات توده‌ای

۶)بحث ونتیجه گیری:

نتایج حاصل از بررسی نقشه حساسیت‌پذیری استان به خطر حرکات توده‌ای نشانگر آن است که عمده کانونهای ناپایداری‌های دامنه‌ای یا به اختصار زمین‌لغزشها در بخش‌های کوهستانی و پرشیب‌تر مرکزی و غربی منطقه واقع می‌باشند. بر اساس مدل(RF) ، به ترتیب ۳۸ و ۳۰ درصد از سطح استان چهارمحال و بختیاری درطبقه های کم و متوسط حساسیت‌پذیری نسبت به حرکات توده‌ای قرارگرفته‌اند. این مناطق نسبتاً امن و پایدارغالباً دربخش‌های شرقی و جنوبی استان قراردارند. انواع مختلف حرکات توده‌ای(زمین‌لغزش، جریان واریزه و ریزش) از نظر سازوکار و علل وقوع متفاوت هستند اما همه آنها جان و مال مردم را در معرض تهدید قرار می‌دهند.

ازدیدگاه علل وقوع این ناپایداریها، یافته‌های ما نشان می‌دهدکه ارتفاع، زاویه شیب، فاصله از جاده ها و فاصله از گسل‌ها، عوامل کلیدی برای حرکات توده‌ای هستند. این نتایج کمک شایانی به تصمیم سازان جهت مهاروکنترل زمین لغزش‌ها را ارائه می‌دهد.

۷) پیشنهادات:

۱) باتوجه به دقت قابل ملاحظه نقشه حساسیت‌پذیری حرکات توده‌ای تهیه شده با استفاده ازروشRF پیشنهاد می‌شودکه با توجه به وجود نقشه‌های پایه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ برای هرشهرستان بطورمستقل این نقشه ترجیحاً بادقت بهتری تهیه و جهت برنامه ریزی‌های توسعه‌ای مورد استفاده قرارگیرد.

۲) به منظور به کارگیری تکنیک پیشنهاد شده در این گزارش فنی مراحل ذیل جهت استفاده به عنوان دستورالعمل در پروژه های مختلف عمرانی توصیه می‌شود:

۲-۱) شناسایی و ثبت انواع حرکات توده‌ای با استفاده از داده‌های سنجش از دور و بازدیدهای میدانی و تهیه نقشه پراکنش حرکات توده‌ای در مناطق مطالعاتی به عنوان پارامتر مستقل در نرم افزار Arc GIS.

۲-۲) استفاده از لایه‌های ورودی پایه با مقیاس مناسب (ترجیحاً ۱:۲۵۰۰۰) به صورت رستری به عنوان لایه‌های عوامل مؤثر بر خطر حرکات توده‌ای با استفاده از نرم‌افزارهای ArcGIS و SAGA در اندازه سلول ۱۰*۱۰ متر به عنوان پارامترهای وابسته شامل : میانگین بارش، مدل رقومی ارتفاعی، شیب، فاصله از رودخانه، فاصله از گسل، فاصله از جاده، شاخص رطوبت توپوگرافی (TWI)، جهت شیب، کاربری اراضی، سنگ‌شناسی، تراکم آبراهه، و شکل دامنه.

۲-۳) استفاده از مدل یادگیری ماشین و هوش مصنوعی و الگوریتم جنگل تصادفی RF در نرم افزار R جهت تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر حرکات توده‌ای.

۲-۴) ارزیابی و صحت‌سنجی نقشه تهیه شده با استفاده از داده‌های میدانی ثبت شده در منطقه مطالعاتی.

تشکر و قدردانی:

نویسندگان این گزارش بر خود لازم می‌دانند از همراهی و همکاری کارشناسان مربوطه اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان چهارمحال وبختیاری تشکر و قدردانی نمایند.

منابع:

- امامی، س. ن. ۱۳۷۶. ع. نگرشی بر پدیده زمین‌لغزش در استان چهارمحال و بختیاری- گزارش داخلی مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان چهارمحال و بختیاری. ۱۹ صفحه.
- امامی، سیدنعیم. ۱۳۷۷. بررسی و اولویت‌بندی علل حرکات توده‌ای در استان چهارمحال و بختیاری. مجموعه مقالات دومین همایش ملی رانش زمین و راههای مقابله با خطرات آن. تیرماه ۱۳۷۷. ص ۱۲۸-۱۱۱.
- بلورچی، م. ج. و ف. انصاری. ۱۳۷۸. بهمن سنگی روستای آبیکارکارکن علیا استان چهارمحال و بختیاری. مجموعه مقالات اولین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران (جلد اول). تهران، مهرماه ۱۳۷۸ صفحات ۷۵ تا ۷۸.
- مدیریت آبخیزداری استان چهارمحال و بختیاری. ۷۷-۱۳۷۶. شناسنامه لغزشهای استان، گزارش منتشر نشده، ۵ جلد.

-Alimohammadlou Y, A. Najafi and A. Yalcin. 2013. Landslide process and impacts: a proposed classification method. Catena 104:219–232.
-Arabameri A, W. Chen and M. Loche. 2019a. Comparison of machine learning models for gully erosion susceptibility mapping. Geosci Front. https://doi.org/10.1016/j.gsf.2019.11.009.
-Blaschke PM, NA. Trustrum and DL. Hicks. 2000. Impacts of mass movement erosion on land productivity: a review. Prog Phys Geogr 24.
- Breiman L. 2001. Random forests. Mach Learn 45:5–32.
- Byles R. 1993. Mass movement. New Civ Eng 1046:18–19.
- Carter NEA and HA. Viles. 2005. Bio protection explored: the story of a little known earth surface process. Geomorphology 67:273–281.
- Catani F, P. Farina and S. Moretti. 2005. On the application of SAR interferometry to geomorphological studies: estimation of landform attributes and mass movements. Geomorphology 66:119–131.
- Chaytor JD, DC. Twichell and B. Ten. 2007. Revisiting submarine mass movements along the U.S. Atlantic continental margin: Implications for tsunami hazards. In: Submarine Mass Movements and Their Consequences, 3rd International Symposium. Springer, pp 395–403.
- Corenblit D, ACW. Baas and G. Bornette. 2011. Feedbacks between geomorphology and biota controlling Earth surface processes and landforms: a review of foundation concepts and current understandings. Earth-Sci Rev 106:307–331.
- Dietrich WE, CJ. Wilson and D. Montgomery. 1992. Erosion thresholds and land surface morphology.Geology20:675–679.
- Emami S.N, S. Yousefi, H.R. Pourghasemi, Sh. Tavangar and M. Santosh. 2021. A comparative study on machine learning modeling for mass movement susceptibility mapping (a case study of Iran). Bulletin of Engineering Geology and the Environment. https://doi.org/10.1007/s10064-020-01915-7
- Federici PR, A. Puccinelli and E .Cantarelli. 2007. Multidisciplinary investigations in evaluating landslide susceptibility-an example in the Serchio River valley (Italy). Quat Int 171–172:52–63.

- Feizizadeh B, T. Blaschke . 2012. Comparing GIS-multicriteria decision analysis for landslide susceptibility mapping for the lake basin, Iran. Int Geosci Remote Sens Symp 65:5390–5393.
- Fort M, E. Cossart, P. Deline . 2009. Geomorphic impacts of large and rapid mass movements: a review impacts géomorphologiques des mouvements de masse volumineux et rapides: une revue.Groupe français de géomorphologie.
- Gayen A, HR. Pourghasemi and S. Saha .2019. Gully erosion susceptibility assessment and management of hazard-prone areas in India using different machine learning algorithms. Sci Total Environ 668:124–138.
- Hawryło P, B.Bednarz, P. Wężyk and M. Szostak . 2018. Estimating defoliation of Scots pine stands using machine learning methods and vegetation indices of Sentinel-2. Taylor & Francis.
- Kennedy ITR, DN. Petley, R.Williams and V. Murray. 2015. A systematic review of the health impacts of mass earth movements (landslides). PLos Curr 7. http://doi. org/10.1371/currents. d i s .1d49e84c8bbe678b0e70cf7fc35d0b77.
- Kim JC, S. Lee, HS. Jung and S Lee . 2018. Landslide susceptibility mapping using random forest and boosted tree models in Pyeong-Chang,Korea. Geocarto Int 33:1000–1015.
- Mastere M. 2020. Mass movement hazard assessment at a medium scale using weight of evidence model and neo-predictive variables creation.In: Mapping and Spatial Analysis of Socio-economic and Environmental Indicators for Sustainable Development. Springer,pp 73–85.
- Moeyersons J, M. Van Den Eeckhaut and J Nyssen. 2008. Mass movement mapping for geomorphological understanding and sustainable development: Tigray, Ethiopia. Catena 75:45–54.
- Murray AB, E. Lazarus and A .Ashton. 2009. Geomorphology, complexity and the emerging science of the Earth’s surface. Geomorphology 103:496–505.
- Prakasam C, R. Aravinth, VS. Kanwar and B. Nagarajan. 2020. Landslide hazard mapping using geo-environmental parameters case study on Shimla Tehsil, Himachal Pradesh. In: Lecture Notes in Civil Engineering. Springer, pp 123–139.
- Raetzo H, O. Lateltin, D. Bollinger and JP Tripet. 2002. Hazard assessment in Switzerland - codes of practice for mass movements. Bull Eng Geol Environ 61:263–268.
- Ruppert D. 2004. The elements of statistical learning: data mining, inference and prediction. Springer Science & Business Media.
- Santos M, M .Aguiar and A.Oliveira. 2020. Vulnerability to mass movements’ hazards. Contribution of sociology to increasing community resilience. In: Advances in Natural Hazards and Hydrological Risks: Meeting the Challenge. Springer, pp 105–108.
- Shahabi H, B. Jarihani and ST. Piralilou. 2019. A semi-automated object based gully networks detection using different machine learning models:a case study of bowen catchment, Queensland, Australia.Sensors (Switzerland) 19:4893.

- Stoffel M and C. Huggel. 2012. Effects of climate change on mass movements in mountain environments. Prog Phys Geogr 36:421–439.
- Thanh Noi P and M. Kappas. 2018. Comparison of random forest, k-nearest neighbor, and support vector machine classifiers for land cover classification using Sentinel-2 imagery. Sensors 18:18.
- Theilen-Willige B and H. Wenzel. 2019. Remote sensing and GIS contribution to a natural hazard database in western Saudi Arabia. Geosciences (Switzerland):8–15.
- Tiranti D and R. Cremonini. 2019. Editorial: landslide hazard in a changing environment. Front Earth Sci 7. https://doi.org/10.3389/feart.2019.00003
- Woldearegay K. 2019. Mass movements in Sub-Saharan Africa. Nat Human-Induced Hazards Disasters Africa 76.
-Yamada Y, K. Kawamura and K. Ikehara. 2012. Submarine mass movements and their consequences. In:SubmarineMass Movements and Their Consequences-5th International Symposium. Springer, pp 1–12.21–52.

Abstract

Chaharmahal and Bakhtiari province with an area of 16,533 square kilometers is located in the Middle Zagros and its geological features are mainly representative of the Zagros tectonic zone. In the last two decades, especially at the same time and after the start of extensive civil activities such as the strategic roads of Shahrekord - Masjed Soleiman and Shahrekord - Izeh has witnessed the occurrence of various mass movements. In order to mapping the susceptibility of different areas of the province to various mass movements, including landslides-debris flow and rock falls, RF (Random Forest) method was used as the preferred method. Findings show that altitude, slope angle, distance from roads and distance from faults are the key factors for mass movement. The prepared map shows that the main slope instabilities or landslides, are located in the central and western mountainous parts of the region. According to the model (RF), 38% of province area has located in the low class and 30% of its area are in medium classes of sensitivity to mass movements. In other words, 32% of the area of Chaharmahal and Bakhtiari land has located in high and very high risk class. The results of model evaluation showed that the Random Forest model (RF) with AUC statistics has an accuracy of 88%. Based on resource review and validation of spatial forecasting models, it can be stated that models with more than 80% accuracy have excellent performance in forecasting of mass movements. Therefore, a model (RF) is introduced to prepare landslide risk zoning maps in all regions.

Key words: Zoning, Slope instability, Artificial intelligence, Machine learning

Ministry of Agriculture-Jahad
Agricultural Research, Education and Extension Organization
Soil Conservation and Watershed Management Research Institute
Agriculture and Natural resources research and education center of Chaharmahal and Bakhtiari Province

---

Title: Preparation of mass movement (landslides) susceptibility using random forest (RF) method in Chaharmahal and Bakhtiari Province
Authors: Sayed Naeim Emami, Saleh Yousefi
Text Editing: Amir Sarreshtehdari
Document Formatting: Akbar Hosseini-Rashid
Publisher: Soil Conservation and Watershed Management Research Institute
Circulation:10 copies
Date of publication:1401
This scientific work has been registered with the series number of **61989** at the date of **2022-08-02** the Agriculture Information and Scientific Documents Center. All rights reserved. No part of this publication may reproduced or translated without the original reference.

Ministry of Agriculture-Jahad
Agricultural Research, Education and Extension Organization
Soil Conservation and Watershed Management Research Institute
Agriculture and Natural Resources Research and Education Center of Chaharmahal and Bakhtiari Province

Technical report:
Preparation of mass movement (landslides) susceptibility using random forest (RF) method in Chaharmahal and Bakhtiari Province

Authors:
Sayed Naeim Emami, Saleh Yousefi

Series Number:
61989

2022

Minstry of Agriculture - Jahad
Agriculture Research, Education and Extention Organization
Soil Conservation and Watershed Management Research Institute

Technical Report

Preparation of mass movement (landslides) susceptibility using random forest (RF) method in Chaharmahal and Bakhtiari Province

Series Number: 61989

Winter 2022