دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

مدیریت خطر زمین‌لغزش برای دو سناریوی عادی و بحرانی در آبخیز چهل‌چای، استان گلستان

ابراهیم کریمی سنگچینی[۱]، مجید اونق[۲] و امیر سعدالدین[۳]

۱- دانشجوی دکتری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، (نویسنده مسوول: e.karimi64@gmail.com)
۲ و ۳- استاد و دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۸

چکیده

در این تحقیق برنامه مدیریت زمین‌لغزش در دو سناریو عادی و بحرانی در آبخیز چهل چای ارائه و نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌های منطقه با تفسیر استریوسکوپی عکس‌های هوایی و بازدیدهای میدانی تهیه شد. امتیاز مدیریت با چهار معیار وزنی مساحت، نوع، شدت خطر و خسارت محاسبه و برنامه مدیریت زمین‌لغزش نیز در دو سناریوی حالت عادی و بحرانی و در قالب پنج راهبرد مدیریتی: بدون برنامه مدیریتی، سازش با خسارت جزئی، بدون تحمل خسارت، اجتناب از خطر و اقدامات کنترلی ارائه شد. نتایج نشان داد که در سناریوهای حالت عادی و بحرانی به‌ترتیب ۶/۶۷ و ۱۱/۸ درصد از سطح این آبخیز به برنامه مدیریتی اقدامات کنترلی نیازمند است و ۳۷ و ۱۲/۵۷ درصد در گزینه بدون برنامه قرار دارد. شاخص کاپا بین نقشه‌های برنامه مدیریت دو سناریو حدود ۰/۶۴ است که نشان از ۳۶٪ تفاوت بین نقشه‌های برنامه مدیریت دو سناریو دارد. اجرای برنامه‌های مدیریت زمین‌لغزش بر پایه این تحقیق در مقیاس محلی و منطقه‌ای می‌تواند مشکلات ناپایداری دامنه را حل کرده و به بهبود فعالیت‌های مدیریت آبخیز و پایداری توسعه حوزه منجر شود.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش، آسیب‌پذیری و خسارت، سناریوهای حالت عادی و بحرانی، آبخیز چهل‌چای

مقدمه

زمین‌لغزش یکی از خطرات طبیعی است که همه‌ساله خسارت جانی و مالی فراوانی در مناطق کوهستانی، پرباران و لرزه‌خیز به همراه دارد. حرکت‌های توده‌ای در تخریب جاده‌های ارتباطی، مراتع، مناطق کوهستانی و ایجاد فرسایش و رسوب در آبخیزها نقش مؤثری دارند (۱۲،۲). عوامل متعددی مانند شرایط زمین‌شناسی، شرایط هیدرولوژیکی، وضعیت توپوگرافی، مورفولوژی، آب و هوا و هوازدگی بر پایداری یک دامنه تأثیر گذاشته و می‌توانند باعث ایجاد لغزش شوند (۱۷،۴). کشور ایران با توپوگرافی عمدتاً کوهستانی، فعالیت زمین‌ساختی و لرزه‌خیزی زیاد، شرایط متنوع زمین‌شناسی و اقلیمی، عمده شرایط طبیعی را برای ایجاد طیف وسیعی از زمین لغزش‌ها داراست (۱۴).

روش‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش که از وزن‌دهی و نرخ‌دهی استفاده می‌کنند، به روش‌های نیمه کمی شناخته می‌شوند (۲۲،۹). دو نمونه از این روش‌ها تحلیل سلسله مراتبی (AHP) (۲۱،۱۱) و ترکیب خطی وزنی (WLC) (۳) هستند. روش AHP شامل ایجاد سلسله مراتبی از عناصر تصمیم‌گیری و مقایسه دوبه‌دو عناصر، به عبارت دیگر، اختصاص یک وزن و یک نسبت سازگاری برای هر عنصر می باشد (۱۷،۱۰). تهیه گزارشات و نقشه‌های خطر و خسارت زمین‌لغزش به تنهایی هیچ تأثیری در کاهش اثرات زمین لغزش ندارند، مگر این که این اطلاعات به درستی در مقیاس محلی، ناحیه‌ای و ملی به کار برده شوند. آگاهی عمومی و آمایش سرزمین از سوی دولت باید یک قانون و سیاست ملی و منطقه‌ای در نظر گرفته شوند (۲۰،۱۲،۶).

کریمی سنگچینی و همکاران (۸) ارزیابی و کارایی چهار مدل کمی و کیفی شامل مدل‌های آماری دومتغیره وزنی (AHP)، آماری چندمتغیره رگرسیون گام‌به‌گام، رگرسیون چندمتغیره لجستیک و *WLC*، در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش را در آبخیز چهل‌چای انجام دادند. با شاخص‌های نسبت تراکم و جمع مطلوبیت مدل‌ها ارزیابی شدند و در نهایت، مدل آماری دومتغیره وزنی (AHP) مدل برتر در حوزه مورد مطالعه انتخاب شد.

مصفایی (۱۲)، کارآیی مدل‌های آماری و تجربی پهنه‌بندی خطر زمین لغزش را در آبخیز الموت بررسی کرد، مدل رگرسیون چندمتغیره را مدل مناسب‌تر برای حوزه مورد مطالعه معرفی کرد و در نهایت نیز سیاست‌ها و برنامه مدیریتی برای کاهش خطر وقوع و خسارت زمین‌لغزش‌ها با توجه به دو عامل میزان خطر و وجود یا

Archive of SID

www.SID.ir

وجود نداشتن تأسیسات، سیاست‌ها و برنامه‌های مختلف مدیریتی برای بخش‌های مختلف منطقه ارائه داد. آندرسون و همکاران (۱) در تحقیقی زیرعنوان توقف خسارت زمین‌لغزش به وسیله سیاست‌های کمکی کاربری اراضی در پاسخ به فعالیت‌های بدون برنامه‌ریزی خانه‌سازی در شرق جزایر کاریب، اقدامات مدیریتی پیشگیری را نسبت به روش‌های درمانی و مقابله با بلایا و جبران خسارت ارجح دانسته‌اند و اولین گام مهم در پیشرفت سیاست‌های واقعی کاربری اراضی حوزه مورد تحقیق خود را مهاجرت مردم از نواحی مسکونی مستعد به زمین‌لغزش به نواحی شهری معرفی کردند. سری‌هادماکو و همکاران (۲۰)، خطر و خسارت زمین‌لغزش و کاربرد آن‌ها در مدیریت بحران و آمایش سرزمین را در دامنه شرقی کوه‌های منوره، استان یوگی آکارتا، اندونزی ارزیابی و نقشه‌بندی نمودند. مدیریت خطر زمین‌لغزش و آمایش سرزمین منطقه در سه کلاس خطر کم، متوسط و زیاد ارائه شد. برنامه مدیریت خطر زمین‌لغزش را در سه کلاس خطر بالا، متوسط و کم تدوین کردند. نتایج این مطالعه در برنامه جامع کنترل خسارت و آمایش سرزمین حوزه مورد مطالعه به کار گرفته شده است.

کریمی سنگچینی و همکاران (۷) ارزیابی خطر و خسارت زمین‌لغزش در آبخیز چهل‌چای، استان گلستان را انجام دادند. برای ارزیابی خطر از مدل آماری دومتغیره وزنی *AHP* (مدل برتر) استفاده شد. راه، اراضی زراعی، چشمه، آبراهه و اماکن مسکونی عناصر درمعرض‌خطر انتخاب شدند. آسیب‌پذیری عناصر بر اساس ارزش آن‌ها تعیین شد. در نهایت از ضرب سه عامل خطر، عناصر در معرض خطر و آسیب‌پذیری خسارت تعیین و نقشه‌بندی شد. در ایران ارزیابی خطر، خسارت و برنامه مدیریت برای یک آبخیز خاص هنوز صورت نگرفته است. در این تحقیق سعی خواهد شد که این خلا مطالعاتی مورد بررسی قرار گیرد. انجام هم‌زمان سه مرحله ارزیابی خطر، خسارت و ارائه برنامه مدیریتی زمین‌لغزش در یک آبخیز در مدیریت جامع سرزمین و مدیریت خطرات محیطی کارایی زیادی دارد. هدف از این تحقیق، مدیریت زمین‌لغزش در دو سناریو حالت عادی و بحرانی با استفاده از پارامترهای تیپ، مساحت، خطر و خسارت آبخیز چهل‌چای می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

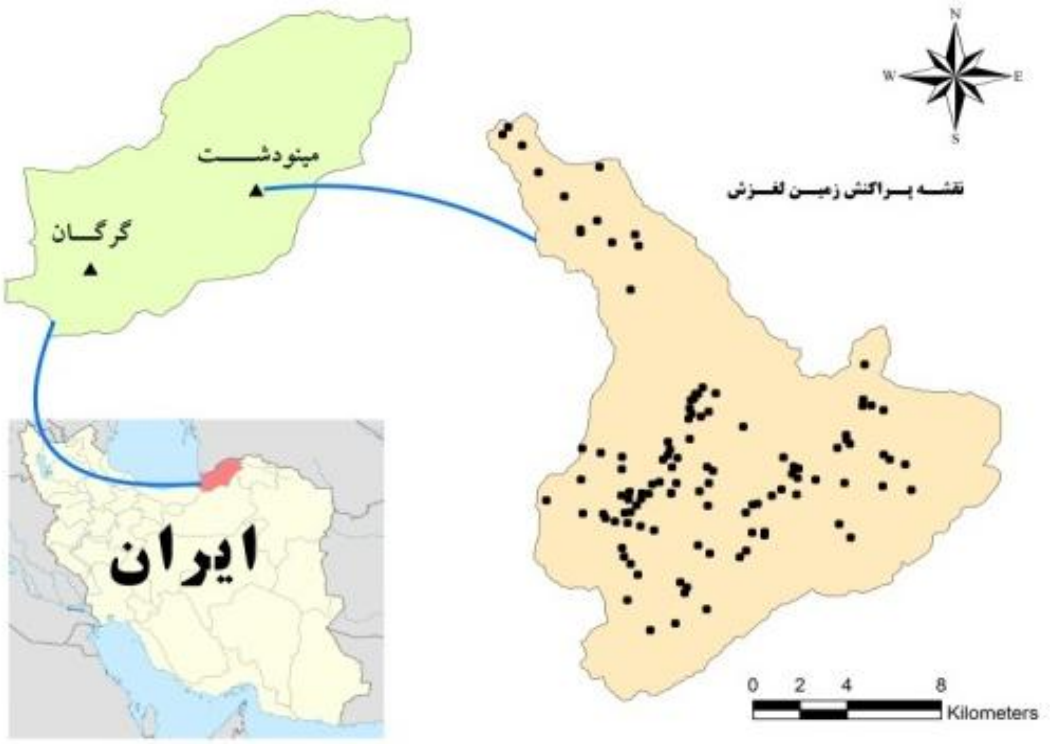
چهل‌چای از آبخیزهای کوهستانی کشور با مختصات ´۲۳ °۵۵ تا ´۳۸ °۵۵ طول شرقی و ´۵۹ °۳۶ تا ´۱۳ °۳۷ عرض شمالی، دارای وسعت ۲۵۶۸۳/۱۲ هکتار است. این حوزه از لحاظ تقسیمات سیاسی در محدوده شهرستان مینودشت و یکی از زیرحوزه‌های بزرگ گرگان‌رود است (شکل ۱). حداقل ارتفاع ۱۳۵ متر و حداکثر آن ۲۵۵۰ متر از سطح دریا می‌باشد. میانگین بارندگی سالانه حوزه برابر ۷۶۶/۵ میلی‌متر، حدود ۹۰ درصد بارش به صورت باران می‌باشد. از لحاظ زمین‌شناسی در حد واسط دو ایالت بزرگ ساختاری- رسوبی البرز شرقی و کپه‌داغ غربی قرار داشته، همبری سازندهای حوزه اکثراً از نوع گسلی می‌باشد. بیش‌ترین سطح آن حدود ۶۰ درصد پوشیده از جنگل و اراضی زراعی بقیه سطح آبخیز را دربرمی‌گیرد.

تهیه نقشه پراکنش زمین‌لغزش، انتخاب و طبقه‌بندی عوامل مؤثر

با انجام بازدید میدانی در حوزه، استفاده از اطلاعات محلی، دستگاه *GPS* و استفاده از نقشه پراکنش زمین‌لغزش تهیه شده از تفسیر عکس هوایی و بازدید صحرایی (اداره آبخیزداری استان گلستان)، فهرست‌برداری و نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌ها تهیه گردید. مبنای کار زمین‌لغزش‌های با آستانه مساحتی یا بزرگی حداقل ۱۰×۱۰ متر مربع انتخاب شد. با مرور منابع قبلی، مطالعات کتابخانه‌ای و با بررسی آبخیز چهل‌چای نه عامل ارتفاع، شیب، جهت، فاصله از آبراهه، فاصله از راه (نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ رقومی اداره آبخیزداری استان گلستان)، سنگ‌شناسی، فاصله از گسل (نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی)، کاربری اراضی (از نقشه اداره آبخیزداری) و میزان بارش (از منحنی هم‌باران تهیه شده از آمار ایستگاه‌های مجاور حوزه از اداره آبخیزداری گلستان) از عوامل مؤثر بر زمین‌لغزش انتخاب شدند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- موقعیت آبخیز چهل‌چای در ایران و گلستان

مدیریت زمین لغزش با تحلیل سناریوها

شرایط فیزیوگرافی، تکتونیکی،اقلیمی،زمین‌شناسی و انسانی آبخیز چهل‌چای مستعد ایجاد شرایط بحرانی در آینده است. با ادامه وضعیت مدیریت نامناسب، وقوع بارندگی با شدت و مدت زیاد و همراه با فعالیت‌های تکتونیکی، زمین‌لرزه با بزرگی بیش ازشش ریشتر(۱۵) می‌تواندیک شرایط بحرانی و اضطراری وقوع زمین لغزش را در اینحوزه کوهستانی ایجاد نماید. طبق آمار پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، دو زلزله با بزرگی بیش از شش ریشتر با محوریت مینودشت ثبت شده است.گوزتی و همکاران (۵)، رابطه زیر را بین شدت و مدت بارش با آستانه وقوع زمین-لغزش برای جهان ارائه نمودند:

رابطه (۱) $I=14.82\times D-0.39 \quad 0.167<D<500$

که در آن I: شدت بارش به *mm/hr*، D: مدت بارش به *hr* می باشد.

اگر بارش با شدت ۱۴ میلی‌متر در ساعت در حوزه ببارد، از آستانه تحمل زمین‌لغزشزیادتر شده و امکان وقوع زمین‌لغزش فراهم می‌شود. با توجه به آمار بارش شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان در حوزه چهل‌چای بارش با شدت ۶۴ میلی‌متر در ساعت نیز وجود دارد.

متغیرهای تصمیم برنامه مدیریت

در این تحقیق متغیرهای تیپ (نماینده میزان فعالیت، سرعت و ناپایداری)، شدت خطر (احتمال وقوع و تکرار)، خسارت (احتمال آسیب دیدن عناصر) و ابعاد هندسی (آستانه تحریک مدیریتی) متغیرهای تصمیم برنامه مدیریت زمین‌لغزش در آبخیز چهل‌چای انتخاب شدند.

تعیین معیارها و شاخص‌ها و وزن‌دهی آن‌ها محاسبه نرخ تیپ

به منظور کمی‌کردن ارزش تیپ زمین‌لغزش ابتدا براساس درجه آسیب‌رسانی و ناپایداری(۱۵) به رتبه‌بندی (یک تا پنج برایتیپ‌های ساده (چرخشی پنج، انتقالی چهار، جریانی سه، ریزشی دو، خزشی یک و سه برای تیپ مرکب که حالت میانگین محسوب می‌شود) و سپس با قاعده عکس، ارزش عددیبا نرخ رتبه‌ها تعیین شد.

Archive

www.SID.ir

پهنه‌بندی خطر با مدل آماری دو متغیره تراکم سطح، وزن‌دهی شده با AHP

در این تحقیق از نقشه خطر زمین‌لغزش با مدل آماری دو متغیره وزنی AHP تهیه شده در پژوهش ارزیابی و مقایسه کارایی چهار مدل کمی و نیمه‌کمی پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در آبخیز چهل‌چای، استان گلستان استفاده شد (۸).

ارزیابی خسارت زمین‌لغزش

خسارت کلی زمین‌لغزش با معادله ریسک R= H. E. V برآورد می‌شود که در آن R ریسک، H بزرگی خطر، E عناصر در معرض خطر و V درجه آسیب‌پذیری عناصر است (۲۳،۱۸،۱۵). ارزیابی خسارت در مطالعه‌ای تحت عنوان آنالیز و نقشه‌بندی خسارت احتمالی زمین‌لغزش (مطالعه موردی: آبخیز چهل‌چای) بررسی شد و از نتایج آن در این تحقیق استفاده شد.

وزن‌دهی متغیرها در سناریوهای عادی و بحرانی

متغیرهای تصمیم براساس AHP، با استفاده از نرم‌افزار Expert choice11 و از سوی کارشناس (محقق) (۱۹) وزن‌دهی شدند.

محاسبه و کلاس‌بندی عدد مدیریتی با ارزیابی چندمعیاره (MCE)

ارزیابی چند معیاره (MCE) یک روش عمومی برای ارزیابی و جمع‌بندی بسیاری از معیاره است (۱۹) برای محاسبه عدد مدیریت زمین‌لغزش در هر واحد مدیریتی (۱۲۱ واحد) ازMCE استفاده شد.

رابطه (۳)
$$MN = \sum_{i=1}^{n} RiWi$$

که در آن MN: عدد مدیریت Ri: متغیرهای تصمیم‌گیری Wi: وزن AHP متغیرها × ۱۰ می‌باشد.

در این رابطه از متغیرهای لگاریتم مساحت زمین‌لغزش (به علت بزرگی عدد مساحت)، عدد کلاس‌های شدت خطر و عدد کلاس خسارت و همچنین از ارزش نرخ تیپ زمین‌لغزش استفاده گردید. در نهایت عدد مدیریت براساس نقاط عطف منحنی تجمعی در پنج کلاس خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد طبقه‌بندی شد.

اولویت‌بندی برنامه مدیریت زمین‌لغزش

براساس کلاس مدیریت اولویت‌بندی برنامه‌های مدیریتی مقابله با بحران زمین‌لغزش در آبخیز چهل‌چای تعیین شد (جدول ۱).

جدول ۱- راهنمای مدل تعیین اولویت برنامه‌های مدیریتی خطر زمین‌لغزش

عدد مدیریت	کلاس مدیریت	برنامه مدیریتی	برنامه‌های مناسب
۰-۱۶/۵۳	I	بدون برنامه	در کوتاه مدت برنامه مدیریت خاصی توصیه نمی‌گردد.
۱۶/۵۳-۲۵/۴۶	II	سازش با تحمل خسارت جزئی (مالیات طبیعت)	آموزش روستایان، استفاده از زهکش‌های سنتی
۲۵/۴۶-۳۳/۵۹	III	سازش بدون تحمل خسارت	جلوگیری از تغییر کاربری، ممانعت از جاده‌سازی غیر استاندارد در دامنه‌های ناپایدار
۳۳/۵۹-۴۱/۴۶	IV	اجتناب از خطر	محدود کردن فعالیت‌های عمرانی تا حدممکن، تغییر کاربری از زراعت گندم دیم به باغ‌کاری و یونجه‌کاری، پیشنهاد عملیات مکانیکی برای پایداری دامنه‌های ناپایدار، حفاظت از جاده‌ها و طرح سازمان‌دهی فاضلاب روستایی
۴۱/۴۶-۵۰/۷	V	اقدامات کنترلی	تغییر کاربری از زراعت به باغ و جنگلکاری و احیاء جنگل، پیشنهاد عملیات مکانیکی و بیولوژیکی، زهکشی آب چشمه‌ها و دامنه‌های ناپایدار، در صورت ممکن انتقال روستاها

تفاوت و تطابق سناریوها

تفاوت بین وزن متغیرهای سناریو حالت عادی، سناریو حالت بحرانی، سناریوهای حالت عادی و بحرانی، بین کلاس‌های برنامه مدیریت سناریو حالت عادی، سناریو حالت بحرانی، سناریوهای حالت عادی و بحرانی با آزمون کای‌اسکوئر مورد آزمون قرار گرفت. برای تعیین میزان تطابق نقشه‌های برنامه مدیریت از شاخص کاپا به صورت جزئی و کلی استفاده شد.

نتایج و بحث

در سناریو حالت عادی بیش‌ترین وزن را متغیر تیپ زمین‌لغزش به خود اختصاص می‌دهد و در حالت بحرانی احتمال وقوع زمین‌لغزش و متعاقباً خسارت زمین‌لغزش اهمیت بیش‌تری می‌گیرند و بیش‌ترین وزن را به خود اختصاص می‌دهند (جدول ۲).

برنامه مدیریتی در پنج کلاس بدون برنامه، سازش با تحمل خسارت جزئی (مالیات طبیعت)، سازش بدون تحمل خسارت، اجتناب از خطر و اقدامات کنترلی ارائه شد (جدول ۳ و شکل ۲).

مقدار کای‌اسکوئر محاسبه شده بیش‌تر از مقدار جدول است. تفاوت در سطح اطمینان یک درصد معنی‌دار (P<۰/۰۱) می‌باشد (جدول ۴). شاخص کاپا نشان داد که میزان تطابق نقشه کلاس برنامه مدیریتی در دو سناریو ۰/۶۴ می‌باشد. برای تعیین میزان تطابق هر کلاس برنامه

Archive of SID

www.SID.ir

مدیریتی سناریوها (کاپای جزئی) نیز نقشه‌ها دوبه‌دو با هم مقایسه و شاخص کاپا برای هر کلاس برنامه مدیریتی سناریوها محاسبه شد. همان گونه که مشاهده می‌شود، شاخص‌های کاپای محاسبه شده در کلاس دو و سه کم‌ترین و در کلاس چهار و پنج بیش‌ترین مقدار خود را دارد (جدول ۵).

به ترتیب حدود ۱۳۰۹ و ۱۸۰۳ هکتار از اراضی کشاورزی آبخیز چهل‌چای در کلاس پنج مدیریت عادی و بحرانی قرار گرفتند. تغییر کاربری از زراعت به باغ، جنگل‌کاری و احیاء جنگل، پیشنهاد عملیات مکانیکی و بیولوژیکی برای پایداری دامنه‌ها در این اراضی می‌تواند مدنظر قرار گیرد. به ترتیب حدود ۱۵ و ۲۵ لیتر در ثانیه آب چشمه و حدود ۶۰ و ۱۱۱ کیلومتر آبراهه طبیعی در کلاس پنج مدیریت عادی و بحرانی قرار گرفتند. عملیات مکانیکی و بیولوژیکی و زهکشی آب چمشه‌ها باید مدنظر قرار گیرد. به ترتیب شش و هشت روستا در آبخیز چهل‌چای در کلاس پنج مدیریت عادی و بحرانی قرار گرفتند. عملیات پیشنهادی برای این روستاها طرح سازمان‌دهی فاضلاب روستایی و انتقال با در نظر گرفتن مسائل اجتماعی مدنظر قرار گیرد. هم‌چنین به ترتیب ۴۵ و ۵۶ کیلومتر از جاده های ارتباطی آبخیز در کلاس مدیریت پنج عادی و بحرانی قرار گرفتند. عملیات پیشنهادی استفاده از دیوار حائل، تثبیت دامنه‌های بالادست و نصب تابلوهای هشدار برای حفاظت از جاده‌ها می باشد (جدول ۶).

جدول ۲- مقایسات زوجی و وزن‌نهایی بین متغیرهای تصمیم‌گیری مدیریت در سناریوهای حالت عادی و بحرانی

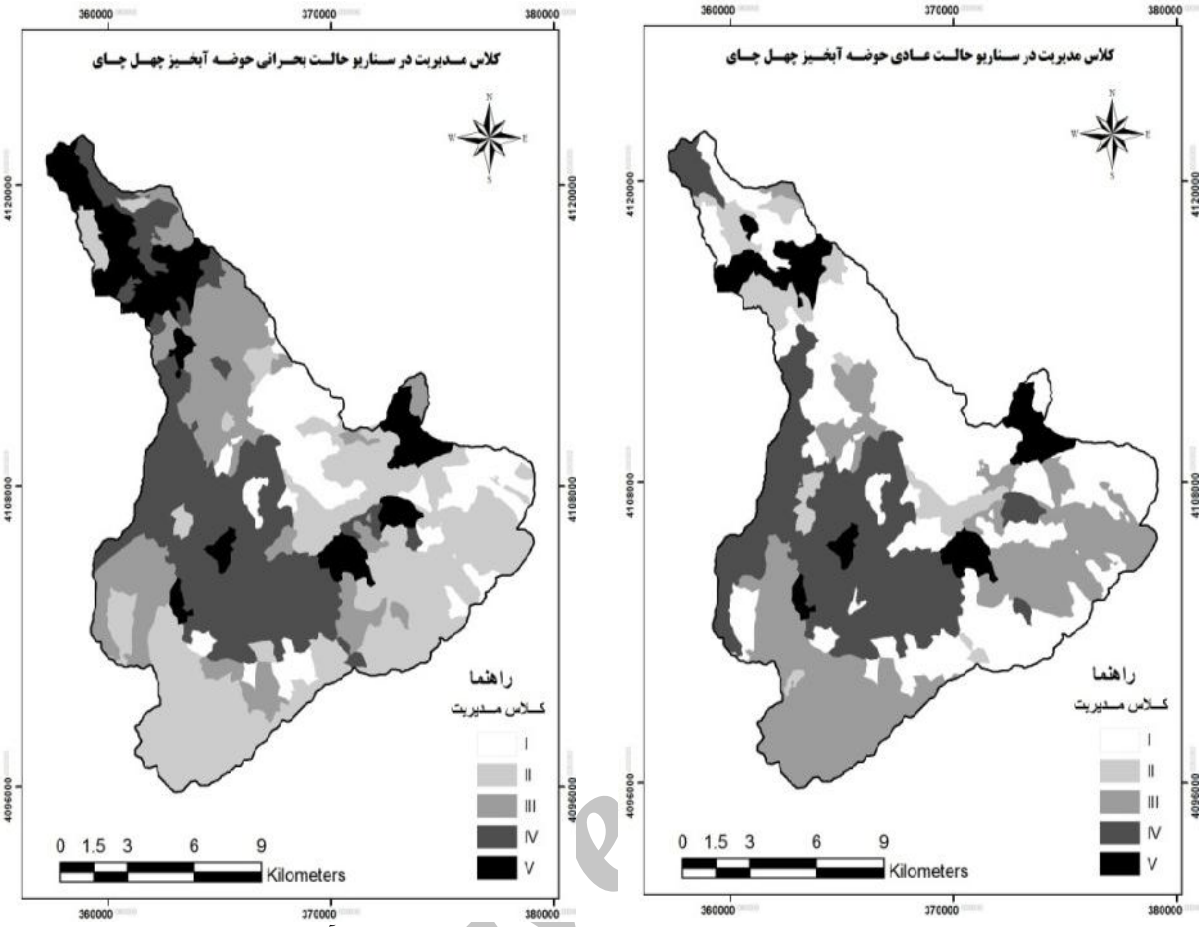
	تیپ زمین‌لغزش	شدت خطر	کلاس خسارت	مساحت زمین‌لغزش
وزن در سناریو حالت عادی	۰/۴۳۸	۰/۲۴۴	۰/۲۱۹	۰/۰۹۹
وزن در سناریو حالت بحرانی	۰/۱۰۲	۰/۴۳۹	۰/۳۹۹	۰/۰۶

جدول ۳- کلاس مدیریت زمین‌لغزش سناریو عادی در آبخیز چهل‌چای

کلاس مدیریت	برنامه مدیریتی	عدد مدیریت	سناریو حالت عادی		سناریو حالت بحرانی	
			مساحت (ha)	درصد مساحت	مساحت (ha)	درصد مساحت
I	بدون برنامه	۰-۱۶/۵۳	۹۴۴۴/۷۸۰۴	۳۶/۹۶	۳۲۱۳/۵۰۱۳	۱۲/۵۷
II	سازش با تحمل خسارت جزئی	۱۶/۵۳-۲۵/۴۶	۱۶۱۲/۴۷۶۹	۶/۳۱	۸۴۰۴/۱۹۹۲	۳۲/۸۸۵
III	سازش بدون تحمل خسارت	۲۵/۴۶-۳۳/۵۹	۶۵۹۸/۱۵۸۵	۲۵/۸۲	۴۷۱۰/۰۶۶۵	۱۸/۴۳
IV	اجتناب از خطر	۳۳/۵۹-۴۱/۴۶	۶۱۶۵/۹۳۹۳	۲۴/۱۳	۶۳۹۷/۹۷۵۱	۲۵/۰۳
V	اقدامات کنترلی	۴۱/۴۶-۵۰/۷	۱۷۳۴/۹۵۱	۶/۷۶	۲۸۳۰/۵۶۳۹	۱۱/۰۸
	مجموع		۲۵۶۸۳/۱۲	۱۰۰	۲۵۶۸۳/۱۲	۱۰۰

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- نقشه برنامه مدیریتی زمین‌لغزش در دو سناریو حالت عادی و بحرانی در آبخیز چهل‌چای.

جدول ۴- مقدار کای‌اسکوئر دو سناریو حالت عادی و بحرانی

آماره	وزن متغیرهای حالت عادی	وزن متغیرهای حالت بحرانی	بین وزن متغیرهای دو سناریو	کلاس‌های برنامه مدیریت حالت عادی	کلاس‌های برنامه مدیریت حالت عادی	بین کلاس‌های برنامه مدیریت حالت عادی و بحرانی
کای‌اسکوئر محاسبه شده	۲۳/۷	۶۴/۴	۱۷/۶	۵۰۶۰	۲۰۵۰	۸۲۶۰
کای‌اسکوئر جدول	۱۱/۳۵	۱۱/۳۵	۱۱/۳۵	۱۳/۲۸	۱۳/۲۸	۱۳/۲۸
درجه آزادی (df)	۳	۳	۳	۴	۴	۴
P-value	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱

جدول ۵- مقادیر شاخص کاپای جزئی بین کلاس نقشه‌های برنامه مدیریتی دو سناریو حالت عادی و بحرانی

کلاس	کلاس ۱ با ۱	کلاس ۲ با ۲	کلاس ۳ با ۳	کلاس ۴ با ۴	کلاس ۵ با ۵
عدد کاپا	۰/۳	۰/۲۱	۰/۱۸	۰/۷۹	۰/۸۷

Archive

www.SID.ir

جدول ۶- عناصر در معرض خطر موجود در کلاس‌های مدیریتی در دو سناریو حالت عادی و بحرانی

عناصر	اراضی زراعی (ha)		تعداد روستاها		دبی چشمه‌ها (lit/s)		جاده (km)				آبراهه (km)	
							خاکی		آسفالته			
کلاس مدیریت	عادی	بحرانی	عادی	بحرانی	عادی	بحرانی	عادی	بحرانی	عادی	بحرانی	عادی	بحرانی
I	۲۷۵۰/۹	۶۱۰/۴۴	۴	۰	۴۵/۳	۲	۳۲/۶۷	۸/۹۵	۹/۰۵	۰/۴۶	۳۲۱/۳۵	۱۱۵/۶۸
II	۵۹۳/۹۲	۲۳۸۴/۰۲	۱	۱	۱/۱	۱۵/۱۸	۱۱/۸۹	۱۱/۳۴	۶/۸۵	۸/۷	۷۴/۳۸	۲۹۸/۴۶
III	۲۰۸۵/۶۴	۱۷۰۸/۵۹	۳	۷	۱۰۴/۳	۹	۱۲/۶۸	۲۷/۴۳	۱۰/۷۴	۱۰/۳۵	۲۳۲/۲	۱۵۶/۲۷
IV	۳۴۸۷/۵۹	۳۷۲۰/۶۴	۱۳	۱۳	۵۱/۹	۴۸/۱	۱۳/۹	۲۵/۸۴	۲۷/۱۹	۲۷/۴	۲۰۱/۸۵	۲۰۸/۳۱
V	۱۳۰۹/۳	۱۸۰۳/۷	۶	۸	۱۴/۸	۲۵/۸	۳۰/۸۸	۳۵/۱	۱۴/۲۱	۲۱/۱۳	۵۹/۷۹	۱۱۰/۸۴

مقابله با خطر و خسارت زمین‌لغزش می‌تواند به صورت فرار از مناطق لغزشی، پیشگیری و یا انجام اقدامات علاج‌بخشی صورت گیرد. بدون شک، اتخاذ سیاست مناسب مدیریتی در انتخاب برنامه‌های صحیح برخورد با زمین‌لغزش بسیار مؤثر می‌باشد. داشتن اطلاعات پایه، کسب و به‌کارگیری دانش فنی، وضع قوانین مناسب و تدوین برنامه‌های آموزشی ابزارهای اولیه مدیریت خطر و خسارت زمین‌لغزش را تشکیل می‌دهند. در این تحقیق برای مقابله با خطر و خسارت زمین‌لغزش پنج سیاست کلی شامل بدون برنامه، سازش با تحمل خسارت، سازش بدون تحمل خسارت، اجتناب از خطر، پیشگیری و کنترل لغزش ارائه شده است که با برنامه مدیریت خطر زمین‌لغزش در ایران ارائه شده در سال ۱۳۷۶ از طرف نیک‌اندیش (۱۳) و میرصانعی و برنامه مدیریتی خطر زمین‌لغزش ارائه شده از سوی مصفایی (۱۲) در آبخیز الموت قزوین در یک زمینه می‌باشد.

برنامه مدیریت زمین‌لغزش با تحلیل دو سناریو مدیریتی عادی و بحرانی ارائه شد. شرایط فیزیوگرافی، تکتونیکی، زمین‌شناسی، اقلیمی و انسانی (با ادامه مدیریت نادرست، شدت بارش زیادتر از حد آستانه وقوع یعنی زیادتر از ۱۴ میلی‌متر در ساعت و وقوع زمین‌لرزه با بزرگی بیش از ۶ ریشتر) آبخیز چهل‌چای مستعد ایجاد شرایط بحرانی را در آینده دارا می‌باشد. متغیرهای تیپ و مساحت زمین‌لغزش‌های رخداده، شدت خطر و کلاس خسارت در ارائه برنامه مدیریت در آبخیز دارای اهمیت می‌باشند. در حالت عادی تیپ و مساحت زمین‌لغزش‌های رخداده، درحالی که در حالت بحرانی شدت خطر (احتمال وقوع) و در پی آن خسارت بیش‌ترین اهمیت را به خود اختصاص می‌دهند.

آزمون کای‌اسکوئر نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین وزن‌های متغیرها و مساحت کلاس‌های برنامه مدیریتی در دو سناریو حالت عادی و بحرانی وجود دارد. بر اساس شاخص کاپا تطابق بین نقشه کلاس‌های مدیریتی دو سناریو ۰/۶۴ می‌باشد. کم‌ترین تطابق در بین کلاس‌های دو سناریو مربوط به کلاس سه با تطابق ۰/۱۸ است. این نتایج نشان می‌دهند که بین ارائه برنامه مدیریت زمین‌لغزش در سناریو حالت بحرانی و برنامه مدیریت ارائه شده در سناریو حالت عادی در آبخیز چهل‌چای ۰/۳۶ (۳۶ درصد از سطح حوزه) تفاوت وجود دارد که بیش‌ترین تفاوت را می‌توان در کلاس سه بین دو سناریو مشاهده کرد که معادل ۰/۸۲ می‌باشد.

کلاس‌های مدیریت چهار و پنج، در سناریو حالت عادی ۳۰/۸۹ درصد و در سناریو حالت بحرانی ۳۶/۱۱ درصد از سطح آبخیز چهل‌چای را به خود اختصاص دادند که باید تحت برنامه‌های مدیریتی اجتناب از خطر و اقدامات کنترلی قرار گیرند. این موارد باید در مدیریت خطر، خسارت زمین‌لغزش و نیز آمایش سرزمین این آبخیز کوهستانی و حساس به وقوع زمین‌لغزش مدنظر قرارگیرند.

منابع

1. Anderson, M.G., E. Holcombe, M. Esquivel, J. Toro and F. Ghesquiere. 2010. The Efficacy of a Programme of Landslide Risk Reduction in Areas of Unplanned Housing in the Eastern Caribbean. Environmental Management, 45: 807-821.
2. Andersson-Sköld, Y., R. Bergman, M. Johansson, E. Persson and L Nyberg. 2013. Landslide Risk Management-a Brief Overview and Example from Sweden of Current Situation and Climate Change. International Journal of Disaster Risk Reduction, 3: 44-61.
3. Ayalew, L., H. Yamagishi and N. Ugawa. 2004. Landslide susceptibility mapping using GIS-based weighted linear combination, the case in Tsugawa area of Agano River, Niigata Prefecture, Japan. Landslides, 1: 73-81.

Archive of SID

www.SID.ir

4. Garfi, G. and D.D.E. Bruno. 2007. Fan Morph Dynamics and Slope Instability in the Mucone River Basin (Sila Massif, Southern Italy): Signification of Weathering and Role of Land Use Changes. Catena, 50: 181-196.
5. Guzzetti, F., S. Peruccacci, M. Rossi and C.P. Stark. 2007. Rainfall Thresholds for the Initiation of Landslides in Central and Southern Europe. Meteorology and Atmospheric Physics, 98: 239-267.
6. Holcombe, E. and M. Anderson. 2010. Tackling Landslide Risk: Helping Land Use Policy to Reflect Unplanned Housing Realities in the Eastern Caribbean. Land Use Policy, 27: 798800.
7. Karimi Sangchini, E., M. Ownegh, A. Sadoddin and A. Mashayekhan. 2011. Probabilistic Landslide Risk Analysis and Mapping (Case Study: Chehel-Chai watershed, Golestan Province, Iran), Journal of Rangeland Science, 2: 425-436 (In Persian).
8. Karimi Sangchini, E., M. Ownegh and A. Sadoddin. 2012. Comparing Applicability of 4 Quantitative and Semi-Quantitative Models in Landslide Hazard Zonation in Chehel-Chay Watershed, Golestan province, Journal of Water and Soil Conservation, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 19: 183-196 (In Persian).
9. Kelarestaghi, A. and H. Ahmadi. 2009. Landslide Susceptibility Analysis with a Bivariate Approach and GIS in Northern Iran. Arabian Journal of Geosciences, 2: 95-101 (In Persian).
10. Kouli, M., C. Loupasakis, P. Soupios and F. Vallianatos. 2010. Landslide Hazard Zonation in High Risk Areas of Rethymno Prefecture, Crete Island, Greece. Hazards, 52: 599-621.
11. Kunlong, Y., C.H. Lixia and Z.H. Guirong. 2007. Regional Landslide Hazard Warning and Risk Assessment. Earth Science Frontiers, 14: 85-97.
12. Mosafaii, J. 2006. Comparing applicability of Statistical and Experimental Models to Landslide Hazard Zonation and Development Management Plan in Alamoot watershed and Thesis of M.Sc. in Watershed Management, Gorgan Univ of Agriculture Sciences and Natural Resources, 200 pp (In Persian).
13. Nikandish, N. 1997. The Importance of Mass Movements in Iran. Jahad Sazandegi, 155: 66-79 (In Persian).
14. Nikandish, N. and R. Mirsaneii. 1997. Landslide Hazard Management. The Second Seminar on Landslide Risk Declining. Tehran, International Institute of Earthquake Engineering. 207 pp (In Persian).
15. Ownegh, M. 2009. Landslide Hazard and Risk Zonation in Ziarat Watershed, Gorgan. Research Project, Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources, 120 pp (In Persian).
16. Remondo, J., J. Bonachea and A. Cendrero. 2008. Quantitative Landslide Risk Assessment and Mapping on the Basis of Recent Occurrences, Geomorphology, 94: 496-507.
17. Saaty, T.L. 2000. The Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process. RWS Publications, Pitsburg, vol VI, 2nd edn. 478 pp.
18. Sajinkumar, K.S., S. Anbazhagan, V.R. Rani and C. Muraleedharan. 2014. A Paradigm Quantitative Approach for a Regional Risk Assessment and Management in a Few Landslides Prone Hamlets along the Windward Slope of Western Ghats, India. International Journal of Disaster Risk Reduction, 7: 142-153.
19. Salman Mahiny, A. and H. Kamyab. 2009. Applied Remote Sensing and GIS with Idrisi. Mehr Mahdis, Tehran, 582 pp (In Persian).
20. Sri Hadmoko, D., F. Lavigne, J. Sartohadi and P. Hadi Winaryo. 2010. Landslide Hazard and Risk Assessment and Their Application in Risk Management and Landuse Planning in Eastern Flank of Menoreh Mountains, Yogyakarta Province, Indonesia. Hazards, 54: 623-642.
21. Yalcin, A. 2008. GIS-Based Landslide Susceptibility Mapping Using analytical Hierarchy Process and Bivariate Statistics in Ardesen (Turkey): Comparisons of Results and Confirmations. Catena, 72: 1-12.
22. Yilmaz, I. 2009. Landslide Susceptibility Mapping Using Frequency Ratio, Logistic Regression, Artificial Neural Networks and Their Comparison: A case Study from Kat Landslides (Tokat-Turkey), Geosciences, 35: 1-14.
23. Zezere, J.L., R.A.J. Garcia, S.C. Oliveira and G. Reis. 2008. Probabilistic Landslide Risk Analysis Considering Direct Costs in the Area North of Lisbon (Portugal), Journal of Geomorphology, 94: 467-495.

Archive of SID

www.SID.ir

Landslide Hazard Management for Two Normal and Critical Scenarios in the Chehel - Chay Watershed, Golestan Province

Ebrahim Karimi Sangchini[1], Majid Ownegh[2] and Amir Sadoddin[3]

1- PhD. Student, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
(Corresponding author: E.karimi64@gmail.com)
2 and 3- Professor and Associate Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: January 2, 2013 Accepted: December 29, 2014

Abstract

In this study, management plan was developed for normal and critical scenarios in the Chehel-Chai watershed. Landslide distribution map of the study area was created using air photos interoperation and field studies. Landslide management plan also was suggested for five management strategies: without management program, low-risk tolerance, zero risk tolerance, avoiding of risk and controlling measures. The management plan was developed for both normal and critical scenarios. Additionally, multi-criteria evaluation was used to calculate the management score. Results show that in the two normal and critical scenarios, 6.67% and 11.8% of the Chehel-chai watershed need controlling measures, respectively. In contrast, 37% and 12.57% of the study area are identified as the areas that do not need any intervention (without management program), with respect to the two scenarios respectively. The kappa index of agreement for the management plan maps corresponding to both scenarios was calculated as 0.64 suggesting that there is 36% difference between the two management plan scenario maps. The implementation of the landslide management plans based on this research in local and regional scales can solve the problems arising from hill slope instability. This can lead to appropriate watershed management practices and therefore to achieve sustainable development.

Keywords: Landslide Hazard Zonation, Landslide Risk, Normal and Critical Scenarios, The Chehel-chai Watershed, Vulnerability

Archive of SID

www.SID.ir