تهیّه نقشه خطر حرکت‌های توده‌ای با مدل ارزش اطّلاعاتی
مطالعه موردی: آبخیز باغدشت

مسعود بهشتی راد
استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد بافت
علی سلاجقه
دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
سادات فیض نیا
استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
حسن احمدی
استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

چکیده
امروزه در کشورهای درگیر با مسئله حرکت‌های توده‌ای تمایل فزاینده ای جهت ارزیابی و تهیه نقشه خطر و خسارت این پدیده‌ها وجود دارد. شناسایی نواحی مستعد وقوع حرکت‌های توده‌ای یکی از اقدامات اولیه در مدیریت منابع طبیعی و کاهش خسارات ناشی از این پدیده‌ها محسوب می‌شود. در این راستا با توجه به هدف و شرایط محیطی، مدل‌های پهنه بندی مختلفی ارایه شده است. در این تحقیق نقشه پهنه بندی خطر حرکت‌های توده ای با استفاده از مدل ارزش اطّلاعاتی در حوضه آبخیز باغ دشت تهیه و کارایی آن مورد بررسی قرار گرفت. زمین لغزش‌های موجود شناسایی و نقشه پراکنش آن‌ها به عنوان شاهد تهیه شد. لایه‌های اطّلاعاتی زمین شناسی، شیب، کاربری زمین، جهت شیب، گسل، فاصله از راه و فاصله از رودخانه، بارندگی و ارتفاع تهیه شدند. پس از جمع جبری لایه‌های اطّلاعاتی نقشه پهنه بندی خطر نسبی زمین لغزش با مدل ارزش اطّلاعاتی در محیط برنامه Arc-GIS تهیه شد. نتایج تحقیق نشان داد که بین اعداد و رده‌های خطر این مدل ارزش اطّلاعاتی با مساحت لغزش‌های موجود همبستگی و ارتباط معنی داری در سطح یک درصد بر قرار است. بنابراین مدل ارزش اطّلاعاتی در این آبخیز مدل مناسب می‌باشد.

واژگان کلیدی: زمین لغزش، مدل، پهنه بندی، ارزش اطّلاعاتی، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

مقدمه

حرکت‌های توده‌ای همانند سیل، زلزله، آتشفشان و جزء این‌ها ازخطرات طبیعی به شمار می‌روند که خسارات جانی و مالی فراوانی را به همراه دارند. رشد نامتوازن جمعیت موجب افزایش روز افزون فشار بر منابع طبیعی می‌شود که پیامد آن تشدید وقوع خطرات طبیعی مانند زمین لغزش و سیل می‌باشد. کشور ایران به دلیل شرایط مساعد جغرافیایی و فقدان مدیریت جامع محیطی و عدم رعایت آستانه‌های محیطی به عنوان

Archive of SID
www.SID.ir

یک کشور پر خطر به شمار می‌رود. با وجود پیچیدگی در ساختار و رفتار حرکت‌های توده‌ای جزو قابل پیش بینی ترین خطرات زمین شناختی به شمار می‌روند و مدیریت پذیری بالایی دارند. تا کنون مدل‌های متعددی جهت تهیه نقشه خطر حرکت‌های توده ای در نقاط مختلف ارایه شده است که با توجه بـه هـدف، مقیـاس، تجارب محقق و تکنیک مورد استفاده از دقت و صحت متفاوتی برخوردار هستند. آن بالاگان(۱۹۹۲) منطقـه کاتگوم واقع در هند را به روش امتیاز دهی به عوامل ارزیابی خطر زمین لغزش پهنه بندی کرده است. روش مذکور یک سیستم عددی است که به عوامل عمده موثر در ناپایداری شیب همانند زمـین شناسـی، پـستی و بلندی، پوشش گیاهی و شرایط آب زیر زمینی بستگی دارد. کولار و همکاران(۲۰۰۰) با تلفیق نقشه‌های نرخ شیب، نرخ سطح و سطح زمین لغزش نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش ناحیه میزوران در شمال شرقی هند را تهیه و اظهار نموده‌اند که نقشه تهیه شده با زمین لغزش‌های موجود مطابقت دارد. لان و همکـاران(۲۰۰٤) اقدام به تهیه نقشه پهنه بندی خطر نسبی زمین لغزش در آبخیز ژیا وجینگ چین کرده‌انـد. آن‌هـا بـر اسـاس ارزیابی عوامل لیتولوژی، ساختمان زمین شناسی، زاویه شیب، جهت شیب، ارتفاع و فاصله از گـسل و تـاثیر این عوامل در نا پایداری شیب‌ها روشی را طراحی کرده‌اند. میزان خسارات ناشی از وقوع حرکت‌های مـواد دامنه ای در ایران تا اوایل سال ۱۳۷۸ حدود ۱۸٦٦ میلیارد ریال بر آورد شده است(محمودی و کـرم، ۱۳۸۰، ۱٤۸). پژم(۱۳۷۵) حوضه الموت را با در نظر گرفتن پنج عامل شیب، زمین شناسی، جهت دامنه، شتاب افقی فزاینده زمین و ارتفاع در قالب روش آماری چند متغیره پهنه بندی کرده است و اظهار کرده این روش قابلیت خوبی برای پهنه بندی مناطق مشابه دارد. گرایی (۱۳۸٦) حوضه آبخیز لاجیم رود را با در نظر گرفتن ۵ عامل زمین شناسی، شیب، کاربری اراضی، ارتفاع و فاصله از جاده در قالب روش آماری چند متغیـره پهنـه بنـدی کرده است و به این نتیجه رسیده است که این روش قابلیت خوبی برای مناطق مشابه دارد. اشـقلی فراهـانی (۱۳۸۰) با استفاده از روش‌های آماری دو متغیره (تراکم سطح و ارزش اطلاعاتی)، آماری چند متغیره خطـی، حداقل مربعات وزن‌دار، تحلیل ممیزی لجستیک با داده‌های گسسته و پیوسته و منطق فازی، پهنه فازی خطـر زمین لغزش را در منطقه رودبار اسـتان گـیلان در مقیـاس ۱:۵۰۰۰۰ انجـام داد و بـرای انجـام ایـن طـرح از پارامترهای لیتولوژی، فاصله از گسل، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، بارندگی، و حداکثر شتاب زلزله استفاده کرد و نتیجه گرفت که روش رگرسیون لجستیک دقت بیشتری را در بین تحلیل‌های آماری چند متغیره دارد و روش‌های فازی نیز به دلیل کیفی بودن برخی متغیرها و عدم قطعیت در داده‌ها، نتایج قابل قبولی را ارایه کرده است. بهشتی‌راد(۱۳۸۹ و ۲۰۱۰) آبخیز باغدشت را با استفاده از مدل رگرسیون چند متغیره پهنه بندی نمـوده است. وی کارایی مدل رگرسیون چند متغیره را در این حوضه تایید کرده است.

در این تحقیق نقشه پهنه بندی خطر با مدل ارزش اطّلاعاتی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه و کـارایی آن مـورد بررسی قرار گرفت. مدل ارزش اطلاعاتی[1] یکی از روش‌های آماری جهت تهیه نقشه‌های خطر زمین لغـزش است. اساس این روش بر مبنای رابطه‌های زیر بنا شده است(سوترز، ۱۹۹٦).

[1] - Information value

Archive of SID

www.SID.ir

$$W\inf = Ln\left[(\frac{A}{B})/(\frac{C}{D})\right]$$ رابطه(۱)

$$Hi = W_{f1} + W_{f2} + \ldots + W_{fn}$$ رابطه(۲)

A: مساحت لغزش‌های هر واحد؛

B: مساحت هر واحد؛

C: مساحت کل لغزش در حوضه؛

D: مساحت کل حوضه؛

W: ارزش اطلاعاتی؛

Hi: جمع ارزش اطلاعات لایه های مختلف.

اوّلین نمونه از این مدل، کار براب و همکاران (۱۹۷۲) می‌باشد که با ترکیب ساده نقشه پراکنش زمین لغزش با نقشه سنگ شناسی و شیب انجام شد.

مواد و روش‌ها

حوضه آبخیز باغ دشت با وسعتی در حدود ۵٤٦۰۲/۳ هکتار مربع در استان قزوین در محدود واقع شده است. ارتفاع متوسط ۲۳۵۰ متر از سطح دریای آزاد دارد. متوسط بارندگی ٦۲۰ میلی‌متر است. متوسط دمای سالانه ٤ درجه سانتی‌گراد. از سازندهای زمین شناسی حوضه می‌توان ازسازندهای شمشک، تیزکوه، کرج و هزار دره نام برد.

جهت مطالعه، شناسایی و ارزیابی خطر زمین لغزش‌ها در حوضه آبخیز باغدشت با تفسیر استریوسکوپی ٥٤ قطعه عکس‌های هوایی در مقیاس ۱:٤۰۰۰۰ محدوده تمامی حرکت‌های توده‌ای موجود مشخص شد. سپس طی عملیات میدانی از تمامی لغزش‌های تشخیصی بازدید به عمل آمده و با استفاده از GPS مختصات جغرافیایی آن‌ها برداشت گردید و زمین لغزش‌های جدید رخ داده اضافه شد. در مرحله بعد عکس‌های هوایی در محیط نرم افزار Arc-GIS زمین مرجع شده‌اند و نقشه پراکنش زمین لغزش حوضه تهیه شد. روش تهیه نقشه پراکنش زمین لغزش بر اساس روش لن(۲۰۰٤) می‌باشد.

مدل ارزش اطّلاعاتی از مدل‌های آماری جهت تهیه نقشه خطر حرکت‌های توده‌ای است. اساس این مدل بر مبنای رابطه‌های زیر بنا شده است:

$$W\inf = Ln\left[(\frac{A}{B})/(\frac{C}{D})\right]$$ رابطه(۱)

$$Hi = W_{f1} + W_{f2} + \ldots + W_{fn}$$ رابطه(۲)

A: مساحت لغزش‌های هر واحد، B: مساحت هر واحد، C: مساحت کل لغزش در حوضه، D: مساحت کل حوضه W: ارزش اطلاعاتی، Hi: جمع ارزش اطلاعات لایه‌های مختلف

Archive of SID

www.SID.ir

بعد از تهیه نقشه پراکنش حرکت‌های توده‌ای حوضه، لایه‌های اطّلاعاتی مورد نیاز زمین شناسی، شیب، جهت شیب، طبقات ارتفاعی، کاربری اراضی، بارش، فاصله از گسل، فاصله از راه و فاصله از رودخانه استخراج و کلاسه بندی شدند. لایه‌های اطّلاعاتی در محیط برنامه Arc-GIS با نقشه پراکنش زمین لغزش‌ها بر اساس رابطه۱ تلفیق و کمی و وزن دهی شدند(فیض‌نیا و همکاران ۱۳۸۳، شادفر و همکاران، ۱۳۸٤ و یالسین ۲۰۰۸).

در محیط برنامه Arc-GIS کلیه نقشه‌های وزنی بر اساس رابطه۲ با هم جمع شدند. سپس پهنه‌های مشابه با یک‌دیگر ادغام و نقشه خطر بدست آمده به به چندین پهنه خطر تقسیم شده و نقشه نهایی به دست آمد. نقشه پهنه بندی حرکت‌های توده‌ای حوضه با نقشه پراکنش زمین لغزش‌های حوضه مورد مقایسه قرار گرفت.

نقشه پهنه بندی خطر تهیه شده با نقشه پراکنش زمین لغزش‌ها قطع داده شد و صحت آن مورد ارزیابی قرار گرفت. وجود رابطه همبستگی معنی دار بین امتیازهای خطر مدل ارزش اطّلاعاتی با مساحت حرکت‌های توده ای در واحدهای کاری بیانگر کارایی مدل می باشد همچنین اگر درصد سطحی لغزش در کلاس‌های با خطر بالا بیشتر باشد و روند توزیع درصد سطحی لغزش از کلاس‌های کم خطر به سمت کلاس‌های با خطر بالا افزایش یابد و دارای یک روند صعودی باشد بیانگر این است که روش پهنه بندی خطر زمین لغزش مناسب می‌باشد. اگر این روند نزولی یا تقریباً به صورت یکسان باشد نشان دهنده کارایی ضعیف مدل می‌باشد (اشقلی فراهانی ۱۳۸۰، سفیدگری ۱۳۸۱، شیرانی ۱۳۸۳، اولماچر ۲۰۰۳، چاوچان ۲۰۰٤، لان ۲۰۰٤ و بهشتی راد ۲۰۱۰).

یافته‌ها

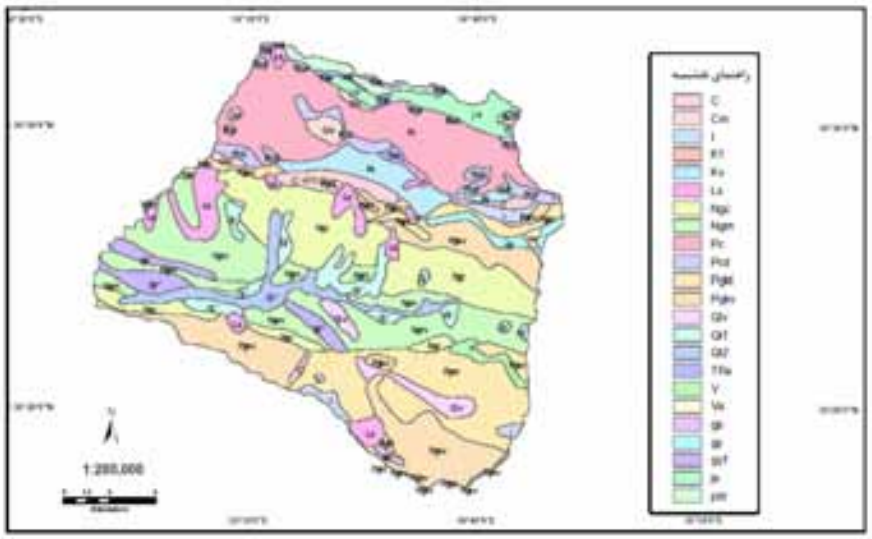
لایه‌های اطّلاعاتی زمین شناسی، شیب، جهت شیب، طبقات ارتفاعی، کاربری اراضی، بارش، فاصله از گسل، فاصله از راه و فاصله از رودخانه در محیط برنامه Arc-GIS تهیه شدند(اشکال ۱تا ۹).

لایه اطّلاعاتی زمین شناسی

یکی از عوامل اصلی در رخداد حرکت‌های توده‌ای نوع مصالح درگیر است و در تمامی مدل‌های پهنه بندی خطر زمین لغزش این عامل را در نظر گرفته‌اند.

Archive of SID

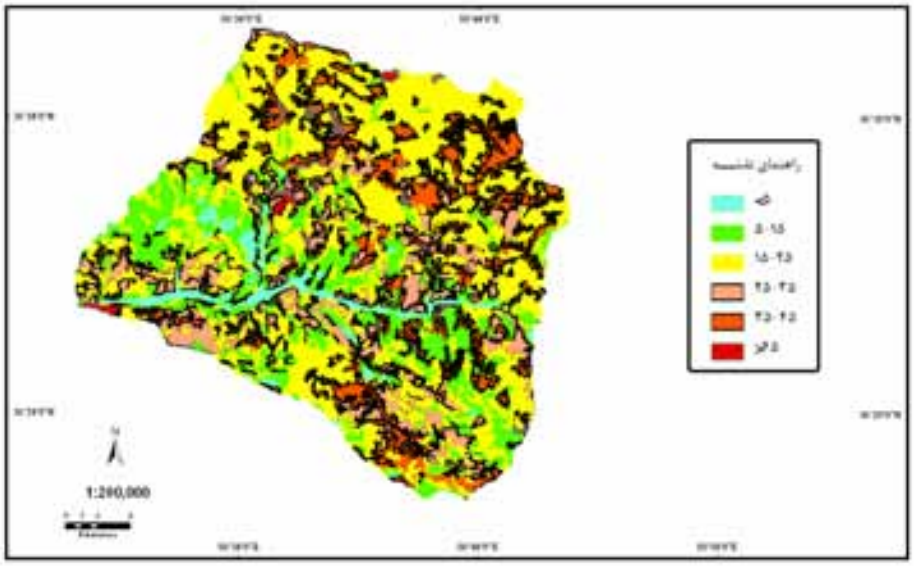
www.SID.ir



شکل ۱. نقشه طبقات زمین شناسی آبخیز باغدشت

لایه اطّلاعاتی شیب

شیب یکی از عوامل اصلی در وقوع زمین لغزش‌ها است و اکثر مدل‌ها این عامل را در خود لحاظ کـرده‌انـد. نقشه شیب از روی مدل رقومی ارتفاع در محیط نرم افزار Arc-Gis تهیه شد(شکل ۲).

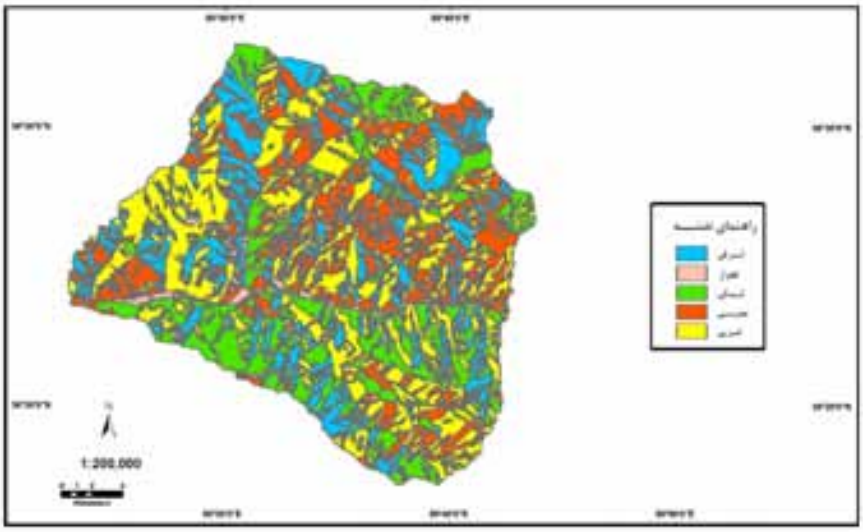


شکل ۲. نقشه طبقات شیب آبخیز باغدشت

لایه اطّلاعاتی جهت شیب

نقشه جهت شیب از روی مدل رقومی ارتفاع در محیط نرم افزار Arc-Gis با پنج طبقه شمالی، شرقی، جنوبی، غربی و مناطق مسطح تهیه شد(شکل۳).

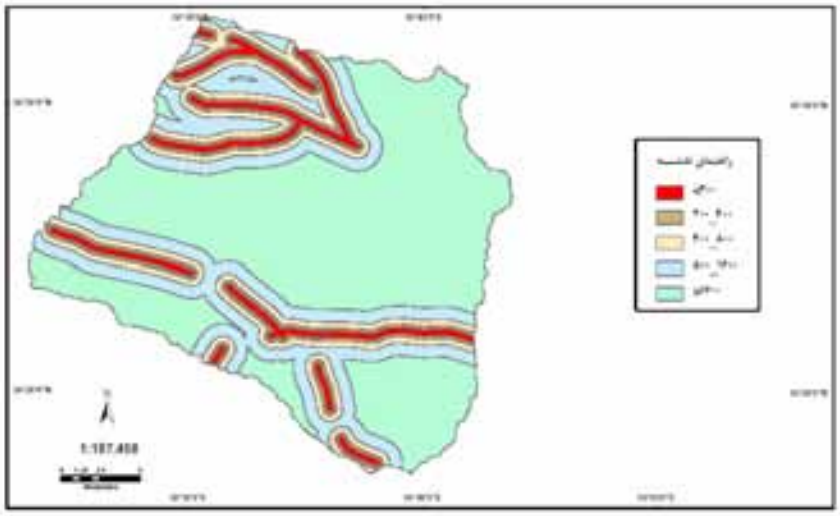
www.SID.ir



شکل ۳. نقشه طبقات جهت شیب آبخیز باغدشت

لایه اطّلاعاتی فاصله از گسل

عامل فاصله از گسل به عنوان عامل مهمی در ایجاد زمین لغزش می باشد. نقشه فاصله از گسل در محیط نرم افزار Arc-Gis تهیه شد(شکل٤).

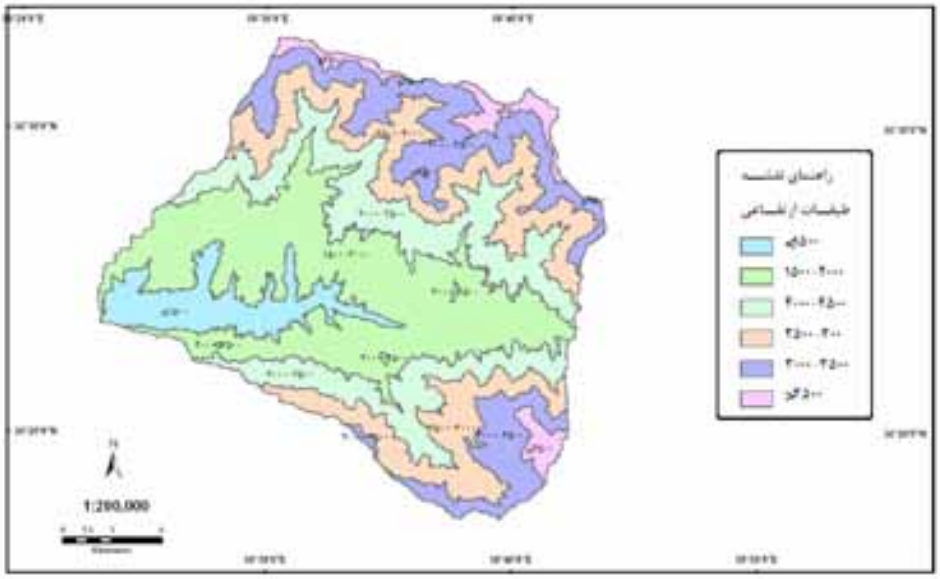


شکل ٤. نقشه طبقات فاصله از گسل آبخیز باغدشت

لایه اطّلاعاتی طبقات ارتفاعی

نقشه طبقات ارتفاعی با استفاده از مدل رقومی ارتفاع تهیه و به شش طبقه کلاسه بندی گردید(شکل۵).

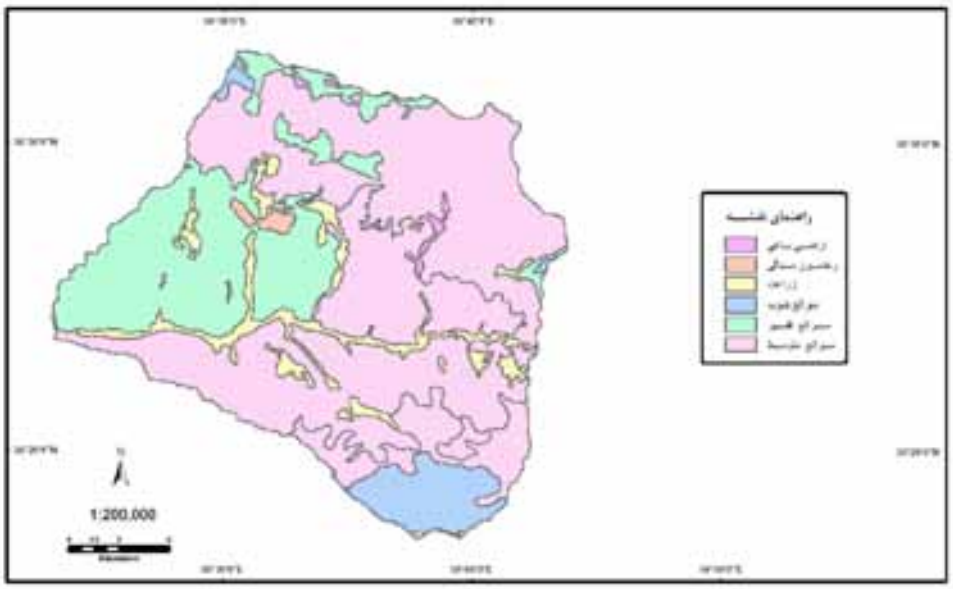
www.SID.ir



شکل ۵. نقشه طبقات ارتفاعی آبخیز باغدشت

لایه اطّلاعاتی واحدهای کاربری اراضی

کاربری اراضی از عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش است. با استفاده از عکس‌های هوایی و بازدیدهای میدانی این نقشه تهیه شد(شکل٦).

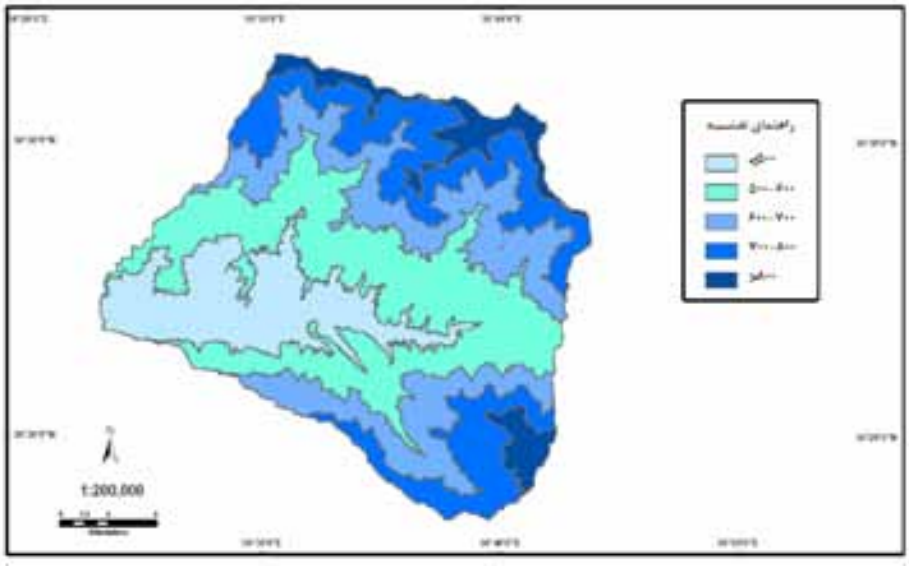


شکل ٦. نقشه واحدهای کاربری اراضی آبخیز باغدشت

www.SID.ir

لایه اطّلاعاتی طبقات بارش

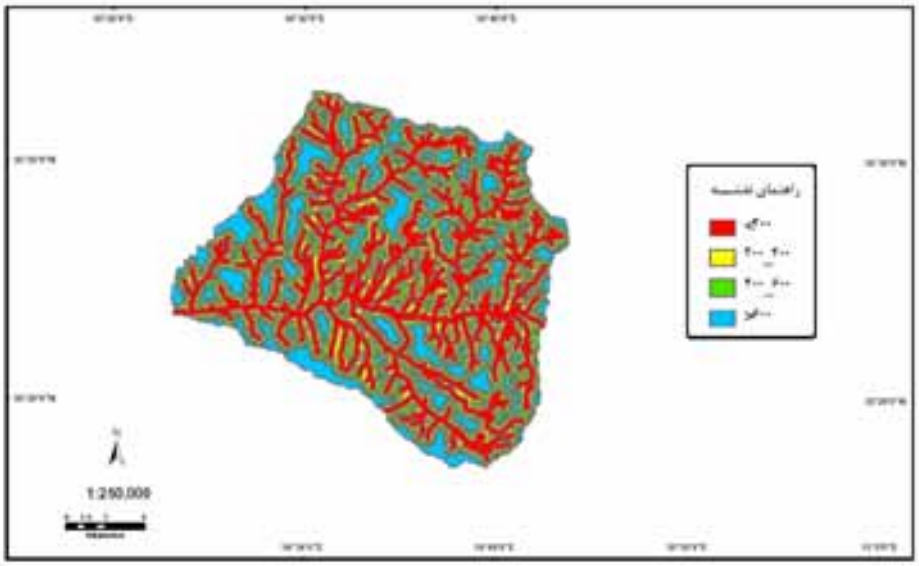
نقشه طبقات بارش با لحاظ نمودن معادله گرادیان بارش منطقه در نقشه مدل رقومی ارتفاع حوضه تهیه و با پنج طبقه کلاسه بندی شد(شکل۷).



شکل ۷. نقشه طبقات میزان بارش آبخیز باغدشت

لایه اطّلاعاتی فاصله از آبراهه

نقشه فاصله از آبراهه با استفاده از نقشه توپوگرافی تهیه و در چهار طبقه کلاسه بندی شد(شکل۸).

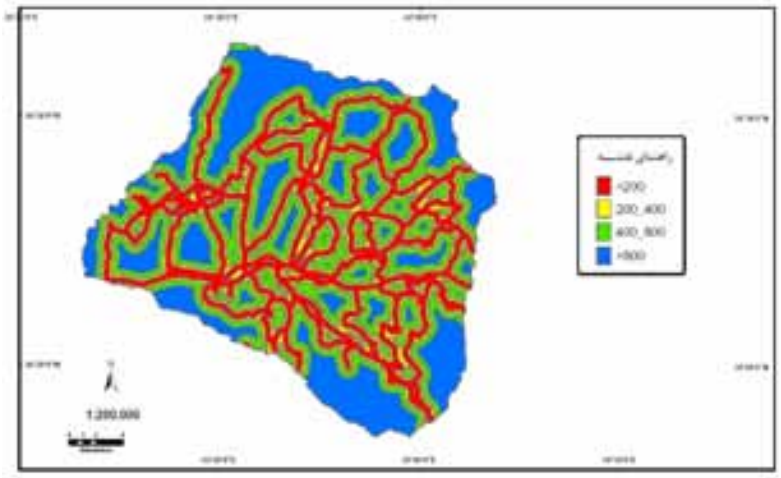


شکل ۸. نقشه طبقات فاصله از آبراهه آبخیز باغدشت

www.SID.ir

لایه اطّلاعاتی فاصله از جاده

این نقشه با استفاده از نقشه توپوگرافی تهیه و در چهار طبقه کلاسه بندی شد (شکل ۹).



شکل ۹. نقشه طبقات فاصله از جاده آبخیز باغدشت

شکل ۱۰. نمایی از زمین لغزش توان

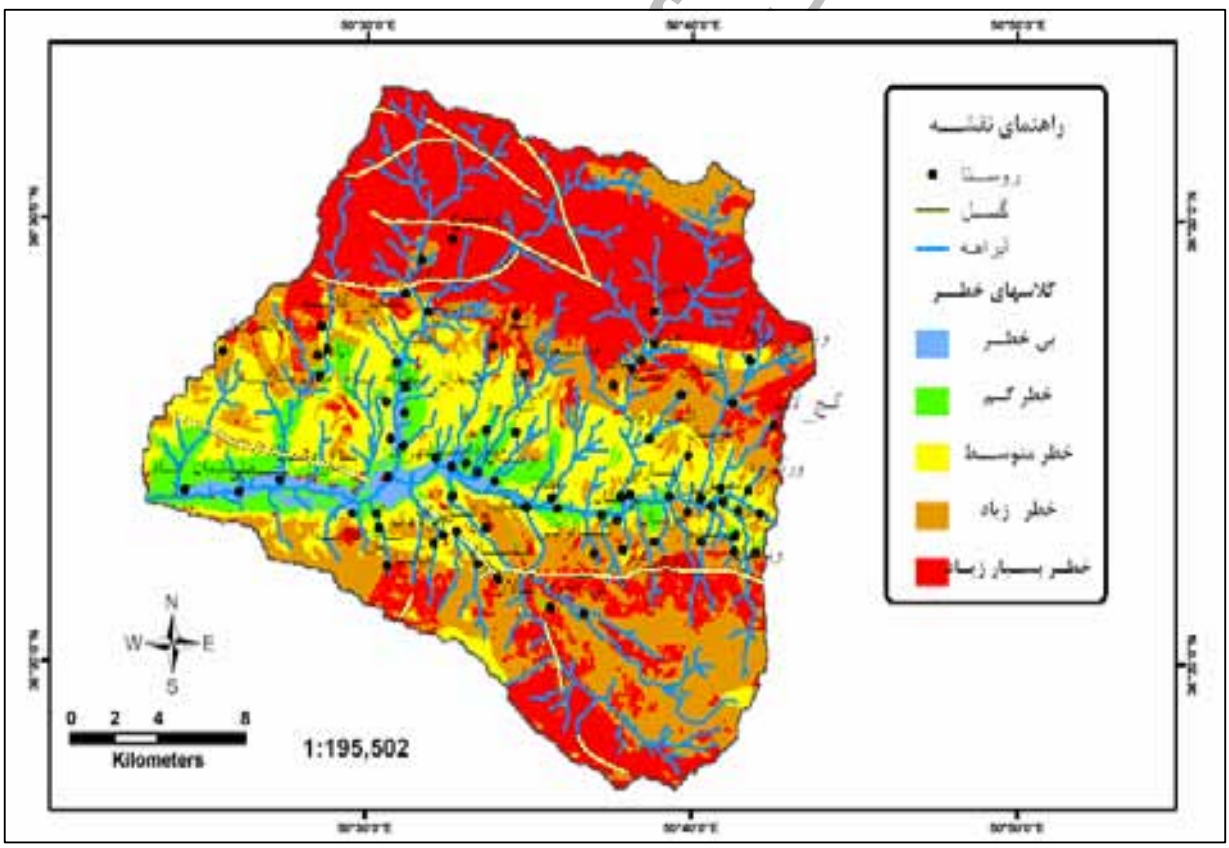
شکل ۱۱. نمایی دیگر از زمین لغزش توان

Archive of SID

www.SID.ir

زمین لغزش توان در نزدیکی روستای توان رخ داده است. مختصات جغرافیایی آن ٤٦٠٩٠٥/٨ طول و ٤٠٣٤٦٣٤/٩ عرض(utm^2) می‌باشد و برروی نقشه پراکنش زمین لغزش‌ها در کنار روستای توان قابل مشاهده است. شیب این زمین لغزش ۲۳/۷ درجه و مساحت آن ۲۷/۱٤۹ هکتار می‌باشد و بر روی سازند کواترنر واقع شده است. این زمین لغزش باعث تخریب جاده آسفالته و درختان شده است(شکل‌های ۱۰ و ۱۱).

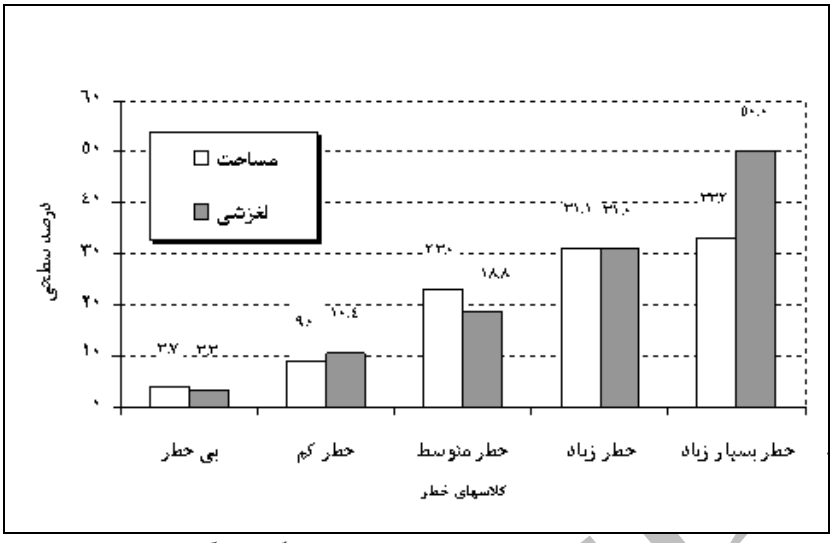
پس از تهیه لایه‌های عوامل موثر هر یک از این عوامل با نقشه پراکنش زمین لغزش‌های حوضه قطع داده شد و درصد لغزش موجود در هر واحد نسبت به کل واحدهای نقشه محاسبه شد و با جمع جبری این لایه-ها در برنامه Arc-Gis نقشه پهنه بندی خطر برای حوضه تهیه شد(شکل ۱۲). نقشه حاصل از این مدل بر اساس اعداد خطر محاسبه شده بر اساس نقاط عطف منحنی در پنج کلاس طبقه بندی شدند(شکل ۱۳). نقشه پهنه بندی خطر با نقشه زمین لغزش‌ها(شکل ١٤) قطع داده شد و همبستگی معنی داری در سطح یک درصد بین اعداد و کلاس‌های خطر با مساحت زمین لغزش‌ها وجود دارد(جدول ۱)، همچنین روند توزیع کلاس‌های خطر صعودی می‌باشد(شکل ۱۳).



شکل ۱۲. نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با مدل ارزش اطّلاعاتی آبخیز باغدشت

2. Universal Transverse Mercator

www.SID.ir

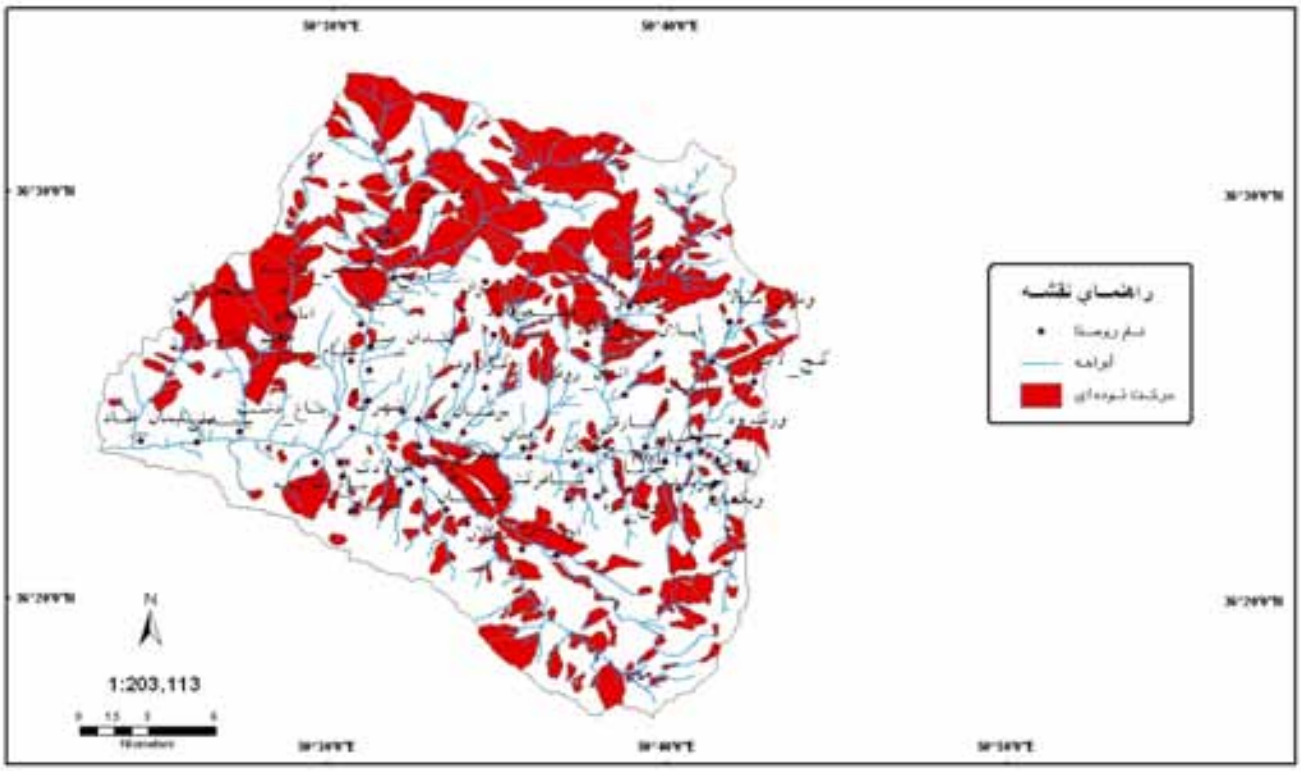


شکل ۱۳. نمودار توزیع کلاس‌های خطر مدل ارزش اطّلاعاتی آبخیز باغدشت

جدول ۱. همبستگی پیرسون بین امتیازهای مدل ارزش اطّلاعاتی و مساحت لغزش

مدل	مساحت لغزش
ارزش اطّلاعاتی	۰/۵۰۲**
تعداد داده	۱۵۱٦٤

** در سطح یک درصد معنی دار است.



شکل ۱٤. نقشه پراکنش زمین لغزش‌های موجود آبخیز باغدشت

www.SID.ir

بحث و نتیجه گیری

هر ساله پدیده‌ی زمین‌لغزش در مناطق کوهستانی کشور آسیب‌های قابل توجهی را به مناطق مسکونی، راه-های ارتباطی و منابع طبیعی وارد می‌سازد. بنابراین ضروری است تا مطالعات ویژه‌ای درباره‌ی شناخت عوامل موثر در وقوع و راه‌های کاهش خسارت آن انجام شود. شناخت نواحی مستعد وقوع زمین‌لغزش یکی از گام‌های اولیه در مدیریت منابع طبیعی و برنامه ریزی توسعه‌ای و عمرانی است.

تهیه نقشه پهنه بندی با صحت بالا نتیجه‌ی کلیه مراحل جمع آوری اطلاعات و شناسایی پارامترهای مؤثر، وزن دهی و امتیازدهی به پارامترها و نحوه‌ی تلفیق و رده بندی مقادیر خطر می‌باشد، لذا شناسایی پارامترهای مؤثر در ایجاد ناپایداری‌ها به عنوان یکی از مهمترین مراحل در انجام پهنه بندی‌های خطر زمین لغزش بایستی مورد توجه قرار گیرد.

با بررسی‌های آماری عوامل زمین‌شناسی، شیب، جهت شیب، طبقات ارتفاعی، کاربری اراضی، بارش، فاصله از گسل، فاصله از راه، ارتفاع، بارندگی و فاصله از رودخانه به عنوان عوامل موثر در نظر گرفته شدند و لایه‌های اطّلاعاتی این عوامل تهیه شدند و هر یک از لایه‌ها با نقشه پراکنش زمین لغزش‌های حوضه در محیط برنامه Arc-Gis قطع داده شد و درصد لغزش موجود در هر واحد نسبت به کل واحدهای نقشه محاسبه شد و با جمع جبری آن‌ها نقشه پهنه بندی خطر برای حوضه تهیه شد

مدل ارزش اطّلاعاتی با ضریب همبستگی معنی دار در سطح یک درصد و نمودار توزیع کلاس‌های خطر کاملا با روند صعودی منظم موید کارایی مناسب این مدل برای حوضه آبخیز باغدشت می‌باشد، که نتیجه این تحقیق با نتایج شادفر و همکاران(۱۳۸٤) که با استفاده از مدل ارزش اطّلاعاتی حوضه آبخیز چالکرود و حسن زاده(۱۳۷۹) با مدل ارزش اطّلاعاتی حوضه آبخیز شلمانرود و سفیدگری(۱۳۸۱) منطقه دماوند و گرایی(۱۳۸٦) حوضه آبخیز لاجیم رود و فتاحی اردکانی(۱۳۷۹) حوضه آبخیز سد لتیان و یالسین(۲۰۰۸) حوضه آبخیز آردسن ترکیه را با همین مدل پهنه بندی کرده‌اند مطابقت و همسویی دارد.

تقدیر و تشکر

لازم می‌داند از حمایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد بافت که در این امر یاری کرده‌اند قدردانی و تشکر نماید.

منابع

۱- اشقلی فراهانی، ع. (۱۳۸۰): ارزیابی خطر ناپایداری دامنه‌های طبیعی در منطقه رودبار با استفاده از تئوری فازی، پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، دانشگاه تربیت معلّم تهران، ۱٤۲ صفحه، استاد راهنما: دکتر حسن احمدی.

Archive of SID

www.SID.ir

۲- بهشتی‌راد، مسعود(۱۳۸۹): پهنه بندی خطر زمین لغزش‌ها با مدل رگرسیون چند متغیره با استفاده از GIS، فصل‌نامه علمی پژوهشی جغرافیای طبیعی واحد لارستان، سال سوّم، شماره ۷، ۱۳۸۹.

۳- پژم، محمود رضا (۱۳۷۵): بررسی و ارایه مدل جهت پهنه بندی خطر حرکت‌های توده‌ای در حوضه آبخیز باغدشت، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، استاد راهنما: دکتر سادات فیض نیا.

٤- حسن زاده، محمّد حسن (۱۳۷۹): پهنه بندی خطر زمین لغزش حوضه آبخیز شلمانرود، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه تهران، استاد راهنما: دکتر سادات فیض نیا.

۵- زکی زاده، حمید رضا(۱۳۷۳): بررسی عوامل مؤثر در حرکت توده‌ای حوضه آبخیز دریاچه ولشت و نحوه پیشگیری و کنترل آن، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، استاد راهنما: دکتر حسن احمدی.

٦- سفیدگری، رضا(۱۳۸۱): ارزیابی روش‌های پهنه بندی خطر زمین لغزش در مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ (مطالعه موردی: حوضه آبخیز دماوند)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۵۹ صفحه، استاد راهنما: دکتر سادات فیض نیا.

۷- سعد الدین، امیر (۱۳۷۵): بررسی اثرهای پارامترهای هیدروژئومرفولوژیک بر حرکت‌های توده ای مواد دامنه ای در حوضه آبخیز چاشم و خطیر کوه ـ سمنان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، استاد راهنما: دکتر محسن محسنی ساروی.

۸- شادفر، ص، یمانی، م، و نمکی، م.(۱۳۸٤): پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با استفاده از مدل‌های ارزش اطّلاعاتی، تراکم سطح و LNRE در حوضه چالکرود، مجله آب و آبخیز. ٦۲-٦۸.

۹- شریعت جعفری، محسن،(۱۳۷۵): زمین لغزش(مبانی و اصول پایداری شیب‌های طبیعی)، انتشارات سازه.

۱۰- شیرانی، م. (۱۳۸۳): ارزیابی مهمترین روش‌های پهنه بندی خطر زمین لغزش به منظور انتخاب روش مناسب برای جنوب استان اصفهان منطقه سیمرم (در مسیر رودخانه ماربر)، گزارش نهایی طرح نهایی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، شماره ثبت ۹٦۱,۹۵ صفحه.

۱۱- فتاحی اردکانی، محمد علی(۱۳۷۹): بررسی و ارزیابی کارآیی مدل‌های پهنه بندی خطر زمین لغزش و تکنیک‌های سنجش از دور و GIS در حوضه آبخیز سد لتیان، پایان نامه کارشناسی ارشد، مرکز آموزش امام خمینی.

۱۲- گرایی، پرویز(۱۳۸٦): بررسی حرکت‌های توده ای به منظور ارائه مدل منطقه‌ای پهنه‌بندی خطر در حوضه آبخیز لاجیم رود، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه مازندران، استاد راهنما: دکتر کریم سلیمانی.

۱۳- محمودی، فرج ا... و عبدالامیرکرم (۱۳۸۰): مدل سازی آماری و پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از GIS و داده‌های سنجش از دور (مطالعه موردی حوضه آبخیز سرخون ـ استان چهارمحال و بختیاری)، مجموعه مقالات همایش ژئوماتیک ۸۰، سازمان نقشه برداری کشور، صفحه ۱٤۷ تا ۱۵۵.

14- Anbalagan, R. (1992): Landslide Hazard Evaluation and Zonation Mapping in Mountainous Terrain, Eng., Geol., Vol., 32, 269-277.

15- Beheshtirad, M.(2010):Landslide Hazard Zonation Using Multiple Regression. Pisa,6-8 Sep. Proceeding of 85th Italian Geological Society Congress. Pp 571-572.

16- Chau, K.T., Chan, J. E. (2005): Regional Bias of Landslide Data in Generating Susceptibility Maps Using Logistic Regression: Case of Hong Kong Island, Lanslides, 2. 280-290.

17- Khullar, V.K., Sharam, R.P., Parmanik, K. (2000): A GIS Approach in The Landslide zone of Lawngthlia in Southern Mizoran, Landslide: Proceeding of The 8th International Symposium on Landslide, Vol. 3, 1461-1472.

Archive of SID

www.SID.ir

18- Lan, H.X., Zhou, C.H., Wang, L. J., Li, R. H. (2004): Landslide Hazard Spatial Analysis and Prediction Using GIS in The Xiaojiang Watershed, 18. Yunnan, China. Engineering Geology, Vol. 76, 109-128.
19- Lee, S. (2007): Application and Verification of Fuzzy Algebraic Operators to Landslide Susceptibility Mapping, Environmental Geology, 52. 615-623.
20- Mandy, L.G., Andrew, W.M., Richard, A., Stephana, G.C. (2001): Assessing Landslide Potential Using GIS, Soil Wetness Modeling and Topographic Attribute, Payette River, Idaho, Geomorphology, Vol. 37, 149- 165.
21- Ohlmacher, G. C. Davis, j.c. (2003): Using Multiple Regession and GIS Technology to Predict Landslide Hazard in Notheast Kansas, USA, Engineering Geology, 69, 331-343.
22- Ownegh, M. (2004): Assessing The Applicability of Australian Landdslide Databases for Hazard Management. ISCO, Proceeding, Pp. 1001-1005.
23- Yalcin, A. (2008): GIS – Based Landslide Susceptibility Mapping Using Analytical Hierarchy Process and Process and Bivariate Statistics in Ardesen(Turkey): Comparisons of Results and Confirmations, Catena, 72, 1-12.

Archive of SID

www.SID.ir