پژوهش های آبخیزداری شماره ۹۲، پاییز ۱۳۹۰
(پژوهش و سازندگی)

ارزیابی کارایی دو روش ارزش اطلاعاتی و گوپتا و جوشی در پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبخیز تلخاب ایلام

• فتح الله نادری
کارشناس ارشد ژئومورفولوژی و مدرس دانشگاه پیام نور ایلام (نویسنده مسئول)
• حاجی کریمی
عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام
تاریخ دریافت: بهمن ماه ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: دی ماه ۱۳۸۹
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۸۱۴۳۳۸۹۳
Email: naderigeo@yahoo.com

چکیده

شناسایی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش از طریق پهنه بندی خطر با مدل های تجربی مناسب، یکی از اقدامات اولیه در کاهش خسارت احتمالی و مدیریت خطر در حوضه های آبخیز کشور محسوب می شود. در این تحقیق ابتدا، عوامل نُه گانه شیب، جهت، ارتفاع، بارندگی، فاصله از جاده، فاصله از گسل، فاصله از شبکه زهکشی، کاربری اراضی و سنگ شناسی به عنوان عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش های منطقه تشخیص داده شدند. بعد از تهیه این لایه ها در سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، نقشه پراکنش زمین لغزش حوضه آبخیز با استفاده از تفسیر عکس های هوایی و مطالعات میدانی تهیه گردید. سپس پهنه بندی خطر زمین لغزش با دو روش ارزش اطلاعاتی (WINF) و روش پیشنهادی گوپتا و جوشی(LNRF) صورت گرفت. در نهایت به منظور ارزیابی کارایی و انتخاب مدل مناسب برای پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبخیز مورد مطالعه، از روش شاخص زمین لغزش استفاده گردید. بر اساس این شاخص، در روش ارزش اطلاعاتی ۷۹/۸ درصد و در روش پیشنهادی گوپتا و جوشی حدود ۵۸/۵ درصد زمین لغزش ها در طبقه های پر خطر و خیلی پر خطر اتفاق افتاده اند؛ بنابراین، روش ارزش اطلاعاتی به لحاظ داشتن انطباق بیشتر زمین لغزش ها با پهنه خطر بالا و همچنین توانایی در تفکیک طبقه های خطر، کارایی بهتری نسبت به روش پیشنهادی گوپتا و جوشی در پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبخیز تلخاب ایلام دارد و از بین عوامل نَه گانه مؤثر، عامل زمین شناسی بیشترین تأثیر را در وقوع زمین لغزش ها داشته است؛ چون حدود ۵۰ درصد زمین لغزش ها در آبرفت های کواترنری که نسبت به زمین لغزش بسیار آسیب پذیر است، رخ داده است.

کلمات کلیدی: شاخص زمین لغزش، روش ارزش اطلاعاتی، روش گوپتا و جوشی، تلخاب، GIS

www.SID.ir

Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) No 92 pp: 95-103

Efficiency assessment of two Information Value and Gopta-Joshi methods in landslide hazard mapping in the Talkhab watershed of Ilam

By: Fatholah Naderi, Geomorphologist, Teacher of Ilam Payam Noor University, Ilam, (Corresponding Author; Tel: +989188429661)
Haji Karimi, Staff Member of Ilam University, Agriculture Faculty, Ilam, Iran

Distinguishing the susceptible areas to landslide using appropriate experimental models of landslide susceptibility mapping is one of the primitive and basic works to reduce probable damages and reduce risk in country watersheds. In this research, at first, nine factors including slope, aspect, elevation, precipitation, and distance from road, distance from fault, and distance from drainage, land use and lithology are identified as effective parameters in landslides occurrence in the studied area. After preparing these layers in geography information system (GIS), the landslide distribution map of the watershed was prepared using aerial photos interpretations and field studies. Then, landslide susceptibility mapping was performed with two methods including information value (WINF) and proposed Gopta-Joshi method (LNRF). Finally, in order to evaluate the efficiency and verification of the landslide susceptibility mapping and determine the suitable model for landslide hazard mapping in the study watershed, the Landslide index was used. Based on this index, the information value and proposed Gopta-Joshi methods respectively classified the 79.8 and 58.5 percent of occurred landslides in high and very high danger classes; therefore, the information value method is more efficient in landslide susceptibility mapping in the Talkhab watershed than the proposed Gopta-Joshi method. Among the nine effective parameters, the geology factor has the highest effect in landslide occurrence; because about 50 percent of landslides occurred in Quaternary sediments which are susceptible to landslide.

Key words: Landslide Index, Information value method, Gopta-Joshi method, Talkhab, GIS

مقدمه

زمین لغزش ها در ایران به عنوان یکی از بلایای طبیعی هر ساله نقش بسزایی در تخریب جاده های ارتباطی، تخریب مراتع، باغ ها و مناطق مسکونی و همچنین فرسایش خاک و انتقال حجم بالای رسوب در حوضه های آبخیز کشور دارند. بررسی های انجام شده نشان می دهد که تا اوایل سال ۱۳۷۸ وقوع حدود ۲۵۹۰ زمین لغزش در کشور باعث مرگ ۱۶۲ نفر، تخریب ۱۷۶ باب خانه، ایجاد خسارات 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 (۱۱). در سال های اخیر مطالعات گسترده ای در مورد زمین لغزش ها صورت گرفته است. دهه ۱۹۹۰ توسط سازمان یونسکو به عنوان دهه مقابله با بلایای طبیعی معرفی گردید. به مناسبت این دهه مراکز مختلف تحقیقاتی و دانشگاهی، فعالیت هایی را در زمینه شناخت زمین لغزش ها به عنوان یکی از بلایای طبیعی به انجام رساندند. سرزمین ایران با توپوگرافی نسبتاً کوهستانی، فعالیت زمین ساختی و لرزه خیزی زیاد، شرایط متنوع زمین شناسی و اقلیمی عمده شرایط طبیعی را برای ایجاد طیف وسیعی از زمین لغزش ها فراهم نموده است (۱۲). در پهنه بندی خطر زمین لغزش با مدل های تجربی، سطح زمین را به نواحی ویژه و مجزایی از درجات بالفعل و یا بالقوه خطر از هیچ تا بسیار زیاد تقسیم می کنند. این فرایند که بر مبنای شناخت ویژگی های طبیعی و مدل سازی کمّی بر پایه داده های ناحیه مورد مطالعه صورت می گیرد، می تواند مبنایی برای اقدامات بعدی و برنامه ریزی های آتی توسعه و عمران در مقیاس منطقه ای، ناحیه ای و محلی محسوب گردد (۶). تاکنون تحقیقات متعددی در داخل و خارج کشور در زمینه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش انجام گرفته است که مهمترین این مطالعات می توان مطالعات زیر را برشمرد. حق شناس (۱۳۷۴) خطر زمین لغزش و ارتباط آن با تولید رسوب در منطقه طالقان با استفاده از تحلیل ممیزی مورد پهنه‌بندی قرار داد (۴). سیار پور (۱۳۷۸) از چهار روش مورا و وارسون، روش حائری، روش ارزش اطلاعاتی و اصلاح شده حائری برای پهنه بندی منطقه کلور واقع درجنوب خلخال استفاده کرد و کارایی هر یک از روش ها را بر اساس زوج مرتب مقدارخطر و درصد سطح لغزش یافته مورد ارزیابی قرار داده و نتیجه گرفت که دو روش ارزش اطلاعاتی و اصلاح شده حائری در تفکیک کلیه رده های خطر از یکدیگر به نحو بسیار مناسبی عمل نموده اند (۶). سفیدگری(۱۳۸۱) در حوضه آبخیز دماوند هشت روش را برای پهنه بندی خطر زمین لغزش مورد ارزیابی قرار داده و در نهایت به این نتیجه رسید که روش های آماری، ارزش اطلاعاتی و رگرسیون چند متغیره نتایج قابل قبول و رضایت بخشی را ارائه می نمایند (۳). کلارستاقی (۱۳۸۱) در بررسی که در مورد عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش ها و پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبخیز شیرین رود تجن به چهار روش ارزش اطلاعاتی، تراکم سطح، شاخص همپوشانی و روش تحلیل سلسله مراتبی سیستم ها (AHP) در محیط GIS پرداختند و به این نتیجه رسید مناطقی که در آنها تغییرات زیاد کاربری زمین صورت گرفته جزء مناطق پر خطر محسوب می گردند (۹). شادفر و همکاران(۱۳۸۴) با استفاده از روش LNRF حوضه آبخیز لاکتراشان در شهرستان تنکابن استان مازندران از نظر حساسیت به وقوع زمین لغزش پهنه بندی کردند و بیان نمودند در کل مساحت حوضه که حدود ۵۲۵/۷ هکتار است، حدود ۴۶/۷۵ هکتار آن جزو مناطق ناپایدار می باشد (۷). Brabb و همکاران (۱۹۷۲) در اولین کار تجزیه و تحلیل پایداری شیب در استان سن متو در کالیفرنیا از نقشه پراکنش زمین لغزش برای ارزش دهی به عواملی مانند زمین شناسی و شیب استفاده نمودند

Archive of SID

و پهنـه بنـدی را به طور کیفی انجـام دادنـد (۱۳). Pachauri و Pant (۱۹۹۲) حوضه آگلار در هیمالیا را به روش وزن دهی بر اساس میزان رابطه متقابـل بین زمین لغزش ها و با اسـتفاده از سیسـتم اطلاعات جغرافیایی پهنـه بندی نمودند. آنهـا رابطه مثبتی بین وقوع زمیـن لغزش ها و میزان رسوب به دست آوردند (۱۸). صفوی (۱۹۹۷) با استفاده از روش اطلاعاتی و بهره گیری از قابلیت های سـامانه اطلاعات جغرافیایی، حوضه آبخیز دماوند را از نظـر حساسـیت به وقوع زمین لغزش پهنه بنـدی کرد. او در این پهنه بندی عوامل شیب فاصله از شبکه زهکشی، واحدهای سنگ شناسی و جهت دامنـه را به عنـوان عوامل موثر در وقوع زمین لغزش مد نظر قرار داد (۱۹). کولار و همکاران (۲۰۰۰) با اسـتفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و تلفیق نرخ شـیب و نرخ سـطح زمین لغزش، نقشـه پهنه بندی خطر زمین لغزش ناحیه میزوران در شـمال هند را تهیه و بیان کردند که نقشـه تهیه شده با زمیـن لغزش های موجود مطابقـت دارد (۱۶). فان یو لیو (۲۰۰۷) نقشـه پهنـه بندی خطر زمیـن را با اسـتفاده از روش LNRF و ارزش اطلاعاتی در محیط سـامانه اطلاعات جغرافیایی برای منطقه لانگنن در استان گانسو چین تهیه کردند. نتایج نشـان داد که در روش ارزش اطلاعاتی بیشتر برای مـکان هایی که دارای زمین لغزش فعال بوده اند، کارایی بهتری دارد (۱۴). یلسـین(۲۰۰۸) نقشـه حساسـیت زمین لغزش در حوضه آردیس ترکیه با سه روش تحلیل سلسـله مراتبی سیستم ها (AHP)، فاکتور وزنی(Wf) و شـاخص آماری (Wi) تهیه نمود. برای ارزیابی سـه نقشه پهنه بندی تهیه شـده از زمین لغزش های فعال منطقه اسـتفاده کرد. نتایج آنها نشـان داد کـه ۸۱/۳ درصد زمین لغزش های فعـال در پهنه های با خطر بالا و خیلی بـالا که با روش AHP تهیه گردیده اتفاق افتـاده اند و ۶۲/۵ درصد زمین لغـزش های فعال در روش شـاخص آمـاری (Wi) و ۶۸/۸ درصد با روش فاکتـور وزنی(Wf) رخ داده اند. بنابراین روش AHP مناطق دارای فعالیت زمین لغزشـی را نسبت به دو روش دیگر در حوضه مورد مطالعه بهتر نشان مـی دهـد (۲۰). Naderi و همکاران (۲۰۱۰) کارایـی چهار روش ارزش اطلاعاتی، تراکم سطح، تحلیل سلسله مراتبی سیستم ها و روش پیشنهادی گوپتا و جوشـی برای پهنه بندی خطـر زمین لغزش در حوزه آبخیز زنگوان اسـتان ایلام را مـورد ارزیابی قرار دادند و به این نتیجه رسـیدند که روش ارزش اطلاعاتـی کارایـی بهتری نسـبت به سـایر روش هـا در پهنه بندی خطـر زمین لغـزش در حوزه آبخیز مـورد مطالعه دارد (۱۷). بررسـی این پدیده، به منظور تهیه نقشـه پهنه بندی ریسک و خطر زمین لغزش، از یک سـو به منظور شناسـایی مناطق دارای پتانسـیل زمین لغزش در محدوده فعالیـت های بشـری حائز اهمیت بوده و از سـوی دیگر جهت شناسـایی مـکان هـای امـن بـرای توسـعه زیسـتگاه هـای جدیـد و یـا سـایر کاربری های انسانی نظیر راه ها، مسیر انتقال نیرو و انرژی، نیروگاه ها و ... در مقیاس های مختلف مورد توجه برنامه ریزان قرار دارد. هدف اصلی از انجام این تحقیق، ارزیابی و مقایسه کارایی دو روش ارزش اطلاعاتی (WINF) و روش پیشنهادی گوپتا و جوشی (LNRF) در پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبخیز تلخاب ایلام می باشد.

مواد و روش ها

ویژگی های منطقه مورد مطالعه

حوضـه آبخیـز تلخاب در ۳۵ کیلومتری شـمال غربی شـهر ایلام و در بخش بولی از توابع شهرستان ایلام واقع شده است. این حوضه بین مختصات جغرافیایـی "۲۸ '۵۲ °۴۵ تـا "۲۸ '۰۴ °۴۶ طول شـرقی و "۲۱ '۴۱ °۳۳ تا "۱۰ '۵۲ °۳۳ عرض شـمالی قرار گرفته اسـت. این حوضه از شـمال به کوه تالوان، کمانه و کوه کمر چرمک و از غرب به کشـور عراق و از شـرق به کوه های الله خدا و پارده کوه و از جنوب به کوه جک پور و سیاه کوه محدود می شـود. موقعیت حوضه آبخیز تلخاب در شـکل (۱) نشان داده شده است. مسـاحت کل حوضه ۱۹۸۳۵ هکتـار و حداکثر ارتفاع ۱۷۶۰ و حداقل ۴۶۰ متر می باشد.

روش تحقیق

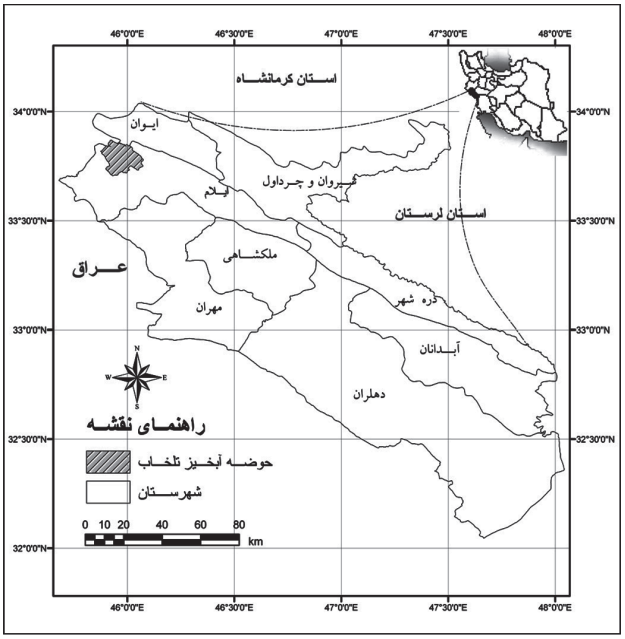
پراکنش زمین لغزش‌ها

الگـوی پراکنـش زمین لغزش هـای منطقه کمک زیـادی در انتخاب متغیرهـا می نماید. اختلافاتی که در انـواع زمین لغزش ها وجود دارد مهم می باشد، زیرا حاکی از شرایطی است که منجر به وقوع آنها می شود. بنابراین تهیه نقشـه پراکنش زمین لغزش ها در شـناخت عوامل مؤثر در وقوع آنها و در نتیجه، پهنه بندی خطر ضروری می باشـد. این کار معمولاً بخشـی در آزمایشگاه از طریق تفسیر عکس های هوایی مربوط به سال ۱۳۷۲ با مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ به روش استریوسـکوپی و بخش دیگـر از طریق بازدید صحرایی صورت می گیرد. برای این منظور پس از تفسـیر عکس های هوایی منطقه مـورد مطالعه مناطق مسـتعد به زمین لغزش مورد شناسـایی قرار گرفتند. بـه طوری که مناطقی را که مرفولوژی آنها زمین لغزش را نشـان می دهند علامت گذاری شدند و سپس در کارهای صحرایی مورد بازبینی قرار گرفتند و برای هر کدام از زمین لغزش های رخ داده در منطقه، پرسشـنامه ایی که توسط دفتر مطالعات و ارزیابی آبخیزها معاونت آبخیزداری برای ایجاد بانک اطلاعاتی زمین لغزش تهیه شـده، تکمیل شـد. در این پرسشنامه اطلاعاتی در مورد موقعیت جغرافیایی زمین لغزش، تغییرات کاربری در دو دهه قبل از وقوع لغزش کاربری در هنگام وقوع لغزش و بعد از لغزش، نوع سازند، شیب، ارتفاع، مقدار بارندگی منطقه و...ثبت شده است. در این مطالعه برای تعیین موقعیت دقیق زمین لغزش ها و تهیه نقشـه پراکنش آنها از دسـتگاه GPS اسـتفاده شـد. پس از ثبت مختصات زمین لغزش ها نقشـه پراکنش زمین لغـزش ها (تعداد ۲۸ زمین لغزش) توسـط نرم افـزار Arc map رقومی و وارد سیستم اطلاعات جغرافیایی شد تا در تعیین عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش ها برای تلفیق با نقشه های دیگر آماده باشد (شکل ۲).

عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش

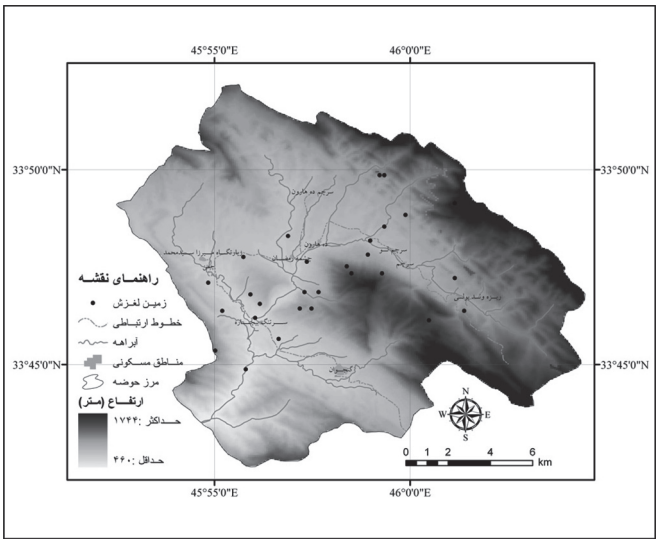
به منظور آماده سازی لایه ها در سامانه اطلاعات جغرافیایی، از نقشه‌های زمین شناسـی، توپوگرافی، پوشش گیاهی و کاربری اراضی و بارش استفاده گردید. شـناخت و جمع آوری اطلاعات مربوط به عواملی که در وقوع زمین لغزش نقـش موثری دارند، اولین مرحله در پهنـه بندی خطر زمین لغزش می باشد. شناخت و انتخاب عوامل مهم نقش زیادی در دقیق و صحیح بودن عمـل پهنه بندی خطر دارد. به خصوص برای اسـتفاده موفق از روش های آماری در پهنه بندی، انتخاب مهم ترین متغیرها از اهمیت ویژه ای برخوردار اسـت. اگر عوامل به درستی شناسایی شـوند، ارزیابی اثرات هر کدام از آنها راحـت تر بوده و می توان آنها را بر حسـب میزان تأثیرشـان اولویت بندی کرد و در کار وزن دهی به عوامل مهمتر وزن های بیشـتری اختصاص داد.

Archive of SID



شکل ۱- موقعیت حوضه آبخیز تلخاب در کشور و استان

معمولی ترین روش بررسی عوامل مؤثر استفاده از پرسشنامه و مورفومتری هر کدام از زمین لغزش های به وقوع پیوسته با استفاده از مطالعات میدانی می باشد. در کارهای صحرایی توجه به مواردی از قبیل موقعیت زمین لغزش ها، ساختار سنگ شناسی، پوشش گیاهی، نوع کاربری اراضی در محدوده زمین لغزش، شیب دامنه و وجود عواملی مثل جاده سازی، آبراهه و رودخانه، ارتفاع منطقه، جهت دامنه و ... الزامی بوده و کارشناس مربوطه با بررسی این عوامل تا حدود زیادی به عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش ها پی می برد (۲). بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده از پرسشنامه ها و همچنین بررسی مطالعات انجام شده در مناطق مشابه و استفاده از تجربیات افراد بومی منطقه نُه عامل شیب دامنه، طبقات ارتفاعی، جهت دامنه، زمین شناسی، کاربری اراضی، بارندگی، فاصله از جاده، فاصله از گسل و فاصله از شبکه هیدروگرافی به عنوان عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش در منطقه مورد مطالعه تشخیص داده شدند (۱۰). در اینجا نقش کارشناس برای کاهش هزینه و زمان در جمع آوری اطلاعات (از طریق شناخت مهم ترین عوامل و حذف عوامل غیر دخیل) آشکار می شود. در این میان انتشار مکانی می تواند کمک شایانی در شناخت عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش داشته باشد. یک کارشناس با بازدید از زمین لغزش های وقوع یافته می تواند به عوامل مسبب آنها پی ببرد. او در این بازدیدها مشاهده می کند که زمین لغزش ها بیشتر در چه نوع کاربری اراضی و یا چه نوع واحد سنگ شناسی اتفاق افتاده اند. استفاده از اطلاعات افراد بومی در این زمینه مثمر ثمر خواهد بود. مثلا ممکن است افراد بومی وقوع تعدادی از زمین لغزش ها را بعد از یک رویداد زلزله و یا بعد از تغییر کاربری مشخصی عنوان نمایند. بنابراین، این عوامل نیز باید مد نظر کارشناس قرار گیرد (۲). ذکر این نکته ضروری است که کارشناس باید با یک دید کلی ارتباط همه عوامل را با یکدیگر و با انتشار مکانی زمین لغزش ها در نظر بگیرد و از دید یک بُعدی در این زمینه پرهیز کند. سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) این امکان را می دهد که همه عوامل و پراکنش مکانی لغزش ها در کنار یکدیگر



شکل ۲- نقشه پراکنش زمین لغزش ها در حوضه آبخیز تلخاب

نمایش داده شود. این کار برای تجزیه و تحلیل اولیه و نظر کارشناسی در انتخاب عوامل و طبقه های مربوط به آنها مفید خواهد بود (۱۷).

روش های پهنه بندی

روش ارزش اطلاعاتی WINF [1]

در روش ارزش اطلاعاتی ابتدا می بایست نرخ یا وزن هر طبقه از عوامل مؤثر بدست آورده شود که نرخ مربوط به هر یک از طبقه های عوامل مختلف از رابطه ۱ به دست می آید (۴).

رابطه (۱)

$$WINF = L\,N\left(\frac{\frac{A}{B}}{\frac{C}{D}}\right)$$

که در آن WINF نرخ مربوط به هر طبقه از عوامل، A تعداد زمین لغزش در هر طبقه، B مساحت هر طبقه به کیلومتر مربع، C تعداد کل زمین لغزش های حوضه و D: مساحت کل حوضه به کیلومتر مربع است.

پس از تعیین نرخ مربوط به هر کلاس از عوامل مؤثر و اعمال آنها بر روی نقشه های عوامل نامبرده با رویهم اندازی و جمع کردن ارزش پیکسل های عوامل مختلف، نقشه پهنه بندی به روش ارزش اطلاعاتی در محیط GIS در ۵ طبقه تهیه می گردد (۱).

روش گوپتا و جوشی LNRF [2]

این روش به وسیله گوپتا و جوشی (۱۹۹۰) ارائه گردید. در این روش به منظور تعیین نرخ هر طبقه از عوامل مختلف از رابطه ۲ استفاده

Archive of SID

می گردد(۱۴).

رابطه (۲)

میانگین لغزش رخ داده در کل واحدهای نقشه عامل(واحد)÷ لغزش رخ داده در یک واحد از نقشه عامل(واحد)=LNRF

که با توجه به فرمول بالا برای هر یک از طبقات عوامل مختلف وزن آنها دست می آید (جدول۳). بعد از پیدا کردن وزن مربوط به هر عامل با جمع کردن نقشه وزن های عوامل مختلف و طبقه بندی آن در سامانه اطلاعات جغرافیایی نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش به دست آمد (شکل۳).

بحث و نتیجه گیری

بعد از تهیه عوامل مختلف دخیل در وقوع زمین لغزش های حوضه آبخیز تلخاب این لایه ها طبقه بندی گردیدند و هر کدام از طبقه های آنها با کدهای نمایش داده شدند (جدول۱). سپس با دو روش ذکر شده نقشه های پهنه بندی تهیه گردید.

پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبخیز مورد مطالعه

پهنه بندی خطر زمین لغزش عبارت است از تقسیم بندی سطح زمین به مناطق مجزا و رتبه بندی این مناطق براساس پتانسیل خطر ناشی از بروز زمین لغزش(۸). در این تحقیق از دو روش ارزش اطلاعاتی و گوپتا و جوشی استفاده شده است.

پهنه بندی به روش ارزش اطلاعاتی (WINF)

در روش ارزش اطلاعاتی نرخ مربوط به هر طبقه از عوامل از رابطه ۱ به دست می آید. نتایج مربوط به نرخ طبقه های عوامل مختلف در جدول ۳ آورده شده است.

سپس لایه ها با توجه به نرخ های به دست آمده از جدول ۲ تهیه شده و با روی هم اندازی و جمع کردن ارزش پیکسل ها برای عوامل مختلف، نقشه نهایی به دست می آید. برای طبقه بندی، آن را به پنج قسمت مساوی تقسیم کرده و به این ترتیب نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش به روش ارزش اطلاعاتی به دست می آید (شکل ۳).

پهنه بندی خطر زمین لغزش به روش گوپتا و جوشی (LNRF)

بعد از تهیه عوامل دخیل در وقوع زمین لغزش های منطقه و طبقه بندی و کد بندی لایه ها (جدول ۲) هر کدام از عوامل ذکر شده با نقشه پراکنش زمین لغزش قطع داده شده و مقدار لغزش در هر طبقه به دست آمد و با استفاده از رابطه ۲ وزن هر طبقه محاسبه می گردد (جداول ۴ و ۵). سپس نقشه هر یک از عامل ها بر اساس وزن های به دست آمده از جدول ۴ ساخته می شود. آنگاه در سامانه اطلاعات جغرافیایی نقشه وزن ها را با هم جمع کرده و نقشه به دست آمده را طبقه بندی کرد و در نهایت نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش با پنج طبقه به دست آمد (شکل ۴).

ارزیابی و مقایسه روش‌های پهنه بندی خطر زمین لغزش

با استفاده از نقشه پراکندگی زمین لغزش‌ها اقدام به ارزیابی و مقایسه روش‌های پهنه‌بندی خطر زمین لغزش گردید. جهت انجام این امر، نقشه پراکنش با نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در سامانه اطلاعات جغرافیایی، قطع داده شدند. به منظور ارزیابی رده‌های خطر در نقشه‌های پهنه‌بندی از شاخص زمین لغزش استفاده گردید. شاخص زمین لغزش به صورت رابطه (۳) تعریف شده است(۲۱).

رابطه (۳)

$$Li=((Si/Ai)/(\sum 1n\ (Si/Ai))*100$$

جدول ۱- وزن مربوط به مقدار ریسک زمین لغزش در روش گوپتا و جوشی (۱۳)

ردیف	مقدار LNRF	وزن(weight)
۱	LNRF <۱	Weight=۰
۲	۱<LNRF ۲	Weight=۱
۳	LNRF>۲	Weight=۲

جدول۲- کد طبقه های عوامل مختلف و مؤثر در زمین لغزش حوضه آبخیز تلخاب

طبقه/ عامل	زمین شناسی	شیب (درصد)	فاصله از جاده	کاربری اراضی	بارندگی	فاصله از گسل	ارتفاع	جهت دامنه	فاصله از رودخانه
۱	پابده و گورپی	۰-۸	۰- ۵۰۰	جنگل	۴۶۰-۴۸۰	۰-۱۵۰۰	۹۸۰-۱۲۲۰	جنوب و جنوب شرق	۰-۱۵۰
۲	گچساران	۸-۱۲	۵۰۰- ۱۰۰۰	مرتع	۴۸۰-۵۰۰	۱۵۰۰ -۲۵۰۰	۱۲۲۰- ۱۴۶۰	شمال	۱۵۰-۳۰۰
۳	آسماری	۱۲-۱۸	۱۰۰۰<	زراعت دیم	۵۰۰-۵۲۰	۲۵۰۰<	۱۴۶۰-۱۷۲۰	شمال شرق	۳۰۰-۴۵۰
۴	ایلام	۱۸<	-	-	۵۲۰-۵۴۰	-	۱۷۲۰-۲۰۸۰	غرب	>۴۵۰
۵	آبرفت های کواترنری	-	-	-	-	-	۲۰۸۰-۲۶۴۰	بدون جهت	-

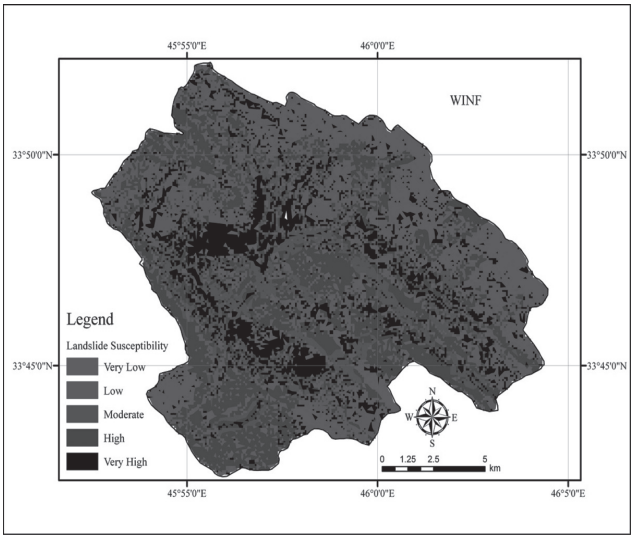
Archive of SID

که در این رابطه، شـاخص زمین لغزش عبارتست از درصد نسبت سطح لغزش در هر پهنه به مسـاحت آن پهنه تقسـیم بر نسبت مجموع لغزش به سطح کل پهنه‌ها. در این رابطه، Li عبارت است از شاخص خطر وقوع لغزش در هر پهنه خطر به درصد، Si مساحت لغزش در هر پهنه خطر، Ai مساحت هر پهنه خطر و n تعداد رده‌های خطر می‌باشـند. در رابطه فوق فاکتورهای مسـاحت زمین لغزش ها و مسـاحت پهنه های خطر حاصل برآورد توسط نرم افزار GIS بوده و به منظور اطلاع از میزان دقت آنها به صورت موردی برداشت زمینی با GPS از چند مورد از آنها صورت گرفت که نتایج مقایسه بین برآوردها توسـط نرم افزار GIS و GPS قابل قبول بود. همانطور که در جدول (۶) مشاهده می‌شود مقدار Li در روش ارزش اطلاعاتی در رده خطر بالا و خیلی بالا به ترتیب ۳۱/۳۳ و ۴۸/۵۲ و در روش گوپتا و جوشـی این مقادیر به ترتیب ۲۹/۵۲ و ۲۸/۹۲ را نشـان می دهد که بیانگر کارایی بالای روش ارزش اطلاعاتی نسـبت به روش گوپتا و جوشـی در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

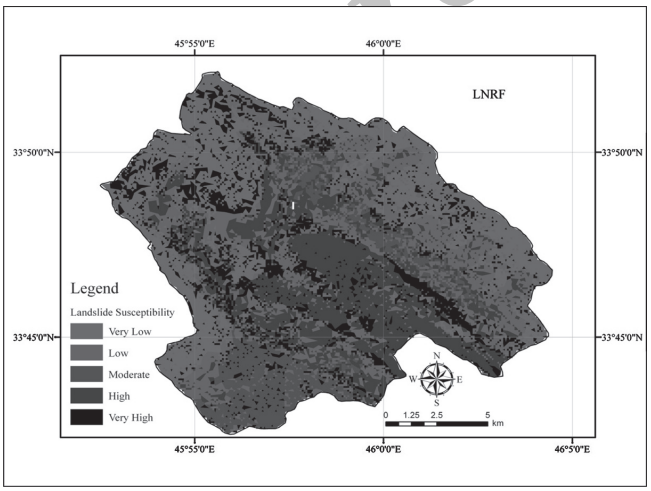
بر اسـاس شاخص زمین لغزش، در روش ارزش اطلاعاتی بیش از ۷۹/۸ درصـد و در روش پیشـنهادی گوپتا و جوشـی حـدود ۵۸/۵ درصد زمین لغزش ها در طبقه های پر خطر و خیلی پر خطر اتفاق افتاده اند (جدول۶). بنابرایـن، روش ارزش اطلاعاتـی بـه لحاظ داشـتن انطباق بیشـتر زمین لغـزش ها با پهنه خطـر بالا و همچنین توانایی در تفکیک طبقه های خطر، کارایی بهتری نسـبت به روش پیشنهادی گوپتا و جوشی دارد. همانطور که اشـاره شـد برای ارزیابی دقت و صحت نقشـه های پهنه بندی تهیه شده با استفاده از نقشـه پراکنش زمین لغزش های موجود، از روش شاخص زمین لغزش اسـتفاده گردید. بر اساس این شـاخص نقشه های حاصل از دو مدل ارائه شـده دارای دقت مناسب می باشند؛ زیرا شـاخص زمین لغزش نشان مـی دهد که در هر دو مـدل بیش از ۵۵ درصد زمیـن لغزش هایی که در منطقـه رخ داده اند در محدوده دو طبقه خطر زیاد و خیلی زیاد قرار گرفته اند. همچنین در هر دو روش چون مساحت زمین لغزش های حوضه مبنای کار قرار می دهند، در نتیجه امکان بررسـی بهتری از وضعیت پهنه بندی را در حوضه نشـان می دهند و نقشه های تهیه شده با شرایط محلی مطابقت بیشتری خواهد داشت.

جدول ۳- نرخ طبقه های عوامل وقوع زمین لغزش حوضه آبخیز تلخاب به روش ارزش اطلاعاتی

طبقه/ عامل	زمین شناسی	شیب (درصد)	فاصله از جاده	کاربری اراضی	بارندگی	فاصله از گسل	ارتفاع	جهت دامنه	فاصله از رودخانه
۱	۰/۴۹	۱/۰۲	۱/۴۸	۱/۲۴	۱/۵۶	۰/۰۹	۱/۴۲	۰/۴۵	۱/۲۵
۲	۱/۵۸	۱/۰۵	۱/۶۹	۰/۷۴	۱/۱۲	۰/۷۸	۲/۵۲	۱/۱۲	۱/۶۶
۳	۱/۲۰	۰/۸۹	۰/۷۴	۱/۵۰	۲/۷۸	۸/۱۴	۰/۸۹	۲/۵	۰/۹۵
۴	۰/۶۲	۱/۱۲	–	–	۰/۸۵	–	۳/۵۲	۱/۲۵	۰/۸۳
۵	۱/۰۲	–	–	–	–	–	۱/۲۵	۱/۱۴	–



شکل ۳- نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش به روش WINF



شکل ۴- نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش به روش LNRF

جدول ۴- امتیازات حاصله برای عوامل مختلف در حوضه آبخیز تلخاب

طبقه/ عامل	زمین شناسی	شیب (درصد)	فاصله از جاده	کاربری اراضی	بارندگی	فاصله از گسل	ارتفاع	جهت دامنه	فاصله از رودخانه
۱	۰/۵۴	۱/۴۵	۰/۷۵	۱/۸۴	۰/۴۵	۰/۲۱	۰/۴۵	۰/۲۳	۰/۷۱
۲	۱/۰۷	۱/۲۳	۰/۷۵	۱/۰۴	۱/۲۱	۰/۲۱	۱/۶۳	۱/۰۲	۰/۸۶
۳	۲/۵۰	۲/۵۳	۱/۵	۰/۱۲	۲/۵۲	۲/۷۸	۱/۲۳	۱/۲۸	۰/۴۳
۴	۰/۳۶	۱/۱	-	-	۱/۳۱	-	۰/۳۳	۱/۲۹	۲
۵	۰/۵۴	-	-	-	-	-	۱/۵۲	۰/۱۲	-

جدول ۵- وزن طبقات عوامل مختلف در روش گوپتا و جوشی در حوضه آبخیز تلخاب

طبقه/ عامل	زمین شناسی	شیب (درصد)	فاصله از جاده	کاربری اراضی	بارندگی	فاصله از گسل	ارتفاع	جهت دامنه	فاصله از رودخانه
۱	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰
۲	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۰
۳	۲	۲	۱	۰	۲	۲	۱	۱	۰
۴	۰	۱	-	-	۱	-	۰	۱	۲
۵	۰	-	-	-	-	-	۱	۰	-

جدول ۶- مقایسه اطلاعات حاصل از تقاطع هر یک از نقشه‌های روش‌های پهنه‌بندی با نقشه پراکنش زمین لغزش‌ها

روش پهنه بندی خطر لغزش	رده‌های خطر	مساحت لغزش در هر پهنه خطر به هکتار	مساحت هر پهنه خطر به هکتار	تراکم لغزش در هر رده	تراکم لغزش درکل نقشه	Σ1n (Si/Ai)	شاخص زمین لغزش(Li) در هر رده برحسب درصد
ارزش اطلاعاتی (WINF)	Very Low	۴۲۱	۶۳۰۱	۰/۰۷	۰/۳۵	۱/۷۷	۳/۷۸
	Low	۳۶۱	۲۵۱۱	۰/۱۴			۸/۱۲
	Moderate	۵۳۶	۷۴۱۹	۰/۰۷			۴/۲۳
	High	۹۰۰	۱۶۲۳	۰/۵۵			۳۱/۳۳
	Very High	۱۸۴۰	۱۹۸۱	۰/۹۳			۴۸/۵۲
گوپتا و جوشی (LNRF)	Very Low	۷۲۲	۲۵۰۲	۰/۲۹	۰/۲۲	۱/۱۱	۲۶/۱۱
	Low	۳۱۲	۴۵۱۱	۰/۰۷			۶/۲۳
	Moderate	۵۰۴	۵۱۰۶	۰/۱۰			۸/۸۹
	High	۲۱۳۱	۶۵۰۴	۰/۳۳			۲۹/۵۲
	Very High	۳۸۹	۱۲۱۲	۰/۳۲			۲۸/۹۲

www.SID.ir

بحث و نتیجه گیری

در مـورد پهنه بنـدی با دو روش ذکر شـده در حوضـه آبخیز تلخاب اسـتان ایلام چنین بر می آید که روش ارزش اطلاعاتی مناسـب تر از روش پیشـنهادی گوپتا و جوشی می باشند و نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات سـیارپور (۱۳۷۸)، سـفیدگری (۱۳۸۱)، Fanyuliu (۲۰۰۷) و Naderi و همـکاران (۲۰۱۰) که روش ارزش اطلاعاتی را مناسـب ترین روش برای پهنه بندی زمین لغزش تعیین می کردند، همخوانی دارد.

با توجه به نقشـه پراکنش و تراکم زمین لغزش ها چنین می توان گفت کـه در بین عوامل نَه گانـه مؤثر در زمین لغزش حوضه آبخیز تلخاب، عامل زمین شناسـی بیشترین تأثیر را در وقوع زمین لغزش ها داشته است. چون حدود ۵۰ درصد زمین لغزش ها در آبرفت های کواترنری که نسبت به زمین لغزش بسیار آسیب پذیر است، رخ داده است (شکل۵).

همچنین عامل شـیب در رده دوم قرار گرفته اسـت، چون بیش از ۶۰ درصـد زمیـن لغزش ها در شـیب های بـالای ۱۲ درصد اتفـاق افتاده اند (شـکل۶). عوامل فاصله از جاده، فاصله از رودخانه، بارندگی، ارتفاع، کاربری اراضی، جهت دامنه و فاصله از گسل در رده های سوم تا نهم قرار دارند.

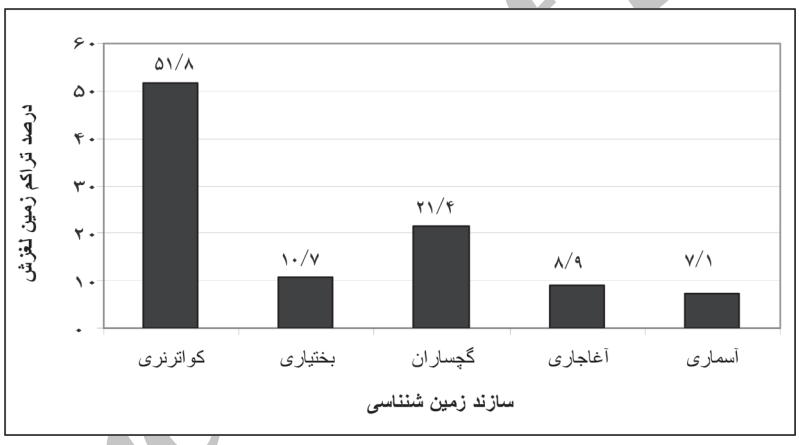
از نقشـه هـای پهنه بنـدی در حوضه آبخیز تلخاب ایـلام می توان در برنامـه ریزی های آتـی مدیریت منابع طبیعی (حفاظـت خاک، ممانعت از تخریـب جنگل ها و مراتع، درختـکاری، عملیات آبخیـزداری و ...)، برنامه ریزی توسـعه فیزیکی (شناخت نواحی مستعد ساخت و ساز، نواحی مستعد انتقال و جابجایی روسـتاها، نواحی مستعد عبور خطوط و مسیرهای انتقال نیرو (انرژی)، شناخت نواحی مستعد برای راه سازی و همچنین برنامه ریزی توریستی مورد استفاده بسیاری از سازمان ها و نهادهای مرتبط با مدیریت و برنامه ریزی منابع طبیعی و برنامه ریزی توسعه فیزیکی قرار گیرند.

پیشنهادات

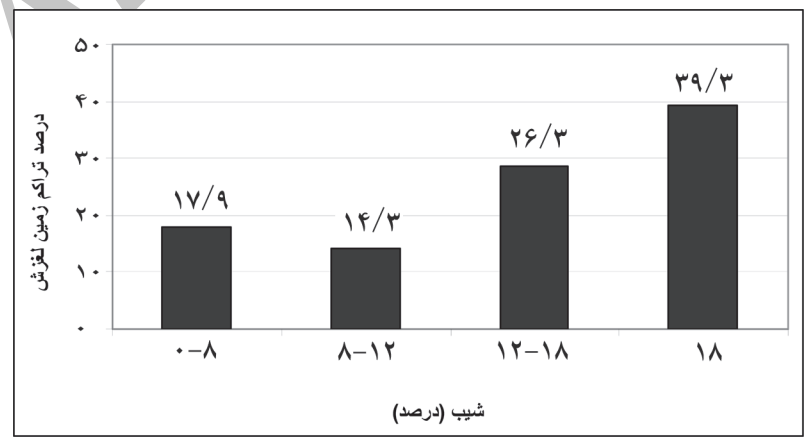
به منظور کاهش خسارات ناشی از زمین لغزش ها در حوضه آبخیز مورد مطالعه، روش های تثبیت و کاهش سـرعت زمین لغزش در منطقه مد نظر قرار گیرد و در صورت امکان عملیاتی شود.

سپاس گزاری

در پایان مراتب سـپاس و قدردانی از مدیریـت محترم منابع طبیعی و آبخیزداری و ریاست محترم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام بخاطر فراهم آوردن امکان این تحقیق اعلام می‌گردد.



شکل۵- درصد تراکم زمین لغزش در سازندهای مختلف زمین شناسی



شکل ۶- درصد تراکم زمین لغزش در شیب های مختلف

www.SID.ir

پاورقی ها

1- Information Value

2- Landslide nominal risk factor

منابع مورد استفاده

۱- احمدی، حسن، محمدخان، شیرین، فیض نیا سادات و قدوسی، جمال (۱۳۸۴) ساخت مدل منطقه ای خطر حرکت های توده ای با استفاده از ویژگی های کیفی و سلسله مراتبی سیستم ها (AHP). مطالعه موردی حوضه آبخیز طالقان، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۸، شماره ۱،۳-۱۴ ص.

۲- توکلی، محسن، (۱۳۸۵) بررسی حرکت های توده ای (زمین لغزشی) به منظور ارائه مدل منطقه ای پهنه بندی خطر در حوضه سد ایلام، طرح پژوهشی دانشگاه ایلام.

۳- سفید گری، رضا، (۱۳۸۱) ارزیابی روش های پهنه بندی خطر زمین لغزش حوضه آبخیز دماوند، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران،۱۵۹ ص.

۴- حق‌شناس، ابراهیم، (۱۳۷۴) پهنه‌بندی خطر زمین لغزش و ارتباط آن با تولید رسوب در منطقه طالقان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۸۳ص.

۵- رامشت، محمد حسین، (۱۳۷۵) کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه ریزی محیطی، چاپ اول، انتشارات دانشگاه اصفهان، ۲۴۵ ص.

۶- سیار پور، محسن، (۱۳۷۸) پهنه بندی پتانسیل خطر زمین لغزش در جنوب خلخال در استان اردبیل، پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی دانشکده فنی دانشگاه تهران.۱۷۳ص.

۷- شادفر، صمد، یمانی، مجتبی و نمکی، محمد (۱۳۸۴) پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از مدل های ارزش اطلاعاتی، تراکم سطح و LNRF در حوضه چالکرود، نشریه علمی و پژوهشی آب و آبخیز، جلد ۲۰، ص ۳۰-۶۲.

۸- شریعت جعفری، محسن، (۱۳۷۵) مبانی و اصول پایداری شیب‌های طبیعی، انتشارات سازه، ۲۱۸ص.

۹- کلارستاقی، عطا الله، (۱۳۸۱) بررسی عوامل مؤثر بر وقوع زمین لغزش ها و پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبخیز شیرین رود ساری، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران. ۱۴۱ص.

۱۰- کریمی، حاجی و گرایی، پرویز (۱۳۸۹) تعین مناسب ترین روش پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوزه آبخیز سد ایلام، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، در نوبت چاپ.

۱۱- میرصانعی، سیدرضا و رحمت الله کاردان، (۱۳۷۸) نگرشی تحلیلی بر ویژگی های زمین لغزش کشور، مجموعه مقالات اولین کنفرانس زمین شناسی مهندسی محیط زیست ایران، چاپ اول، دانشگاه تربیت معلم تهران، ص ۸۳-۸۴.

۱۲- نیک اندیش، نسرین، (۱۳۸۵) نگرشی بر اهمیت حرکات توده ای زمین در ایران، نشریه جهاد کشاورزی، سال دوازدهم، شماره ۱۵۵، صص۹۵-۸۴.

13- Brabb, E., Pampegan, E.H., Bonilla, M.G. (1972) *Landslide susceptibility in Sanmateo County,* California: U.S Geological Survey Miscellaneous field studies map Mf-360.

14- Fanyu liu, Z. (2007) *Study on Landslide Susceptibility Mapping Based GIS and with Bivariate Statistics a Case Study in Longnan* Area Highway 212. Science paper online.

15- Gupta, R.P. and Joshi. B.C. (1990) *Landslide hazard zoning using the GIS approach- A* case study from the Ramganga catchment, Himalayas. Engineering Geology, 28(1):119-131.

16- Khullar, V. K, Sharam, R.P.Paramanik, K. (2000) *A GIS approach in the landslide zone of lawngthlia in southern mizoran.* Landslide: proceeding of the 8th international symposium on landslides, Vol.3:1461-1472.

17- Naderi, F. Naseri, B. Karimi, H. and Habibi Bibalani,. Gh. (2010) *Efficiency evaluation of different landslide susceptibility mapping methods* (Case study: Zangvan watershed, Ilam province): First international conference of soil and roots engineering relationship (LANDCON1005), Ardebil Province, Iran.

18- Pachauri, A.k., PANT, M., (1992) *Landslide Hazard Mapping based on Geological attributes*.Eng. Geological.Vol. 32:81-100 pp.

19- Safavi, S. M. (1997) Landslide hazard zonation in Damavand region.MSc Thesis .ITC Netherlands.

20- Yalcin, A. (2008) *GIS-based landslide susceptibility mapping using analytical hierarchy process and bivariate statistics in Ardesen* (Turkey): Comparisons of results and confirmations. CATENA, Volume 72, PP 1-12.

21- Van Westen, C.J, and Soeters., R. (1998) *Workshop on GIS in Landslide Hazard Mapping*, the Kakani Area (Nepal): Theory. Version, ITC, p.

اصلاحیه

بدینوسیله نام نویسندگان مقاله بررسی اثر شیب بر شدت فرسایش آبی مطالعه مورد حوزه آبخیز لیتان که صفحه ۷۳ در شماره ۸۹ پژوهش های آبخیزداری منتشر شده است به شرح زیر اصلاح می گردد:

شیرین محمدخان، استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران (نویسنده مسئول)

حسن احمدی، استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

محمد جعفری، استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

سادات فیض نیا، استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

حسین آذرنیوند و علی سلاجقه، دانشیاران دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

Archive of SID

www.SID.ir