ارزیابی خطر زمین لغزش با استفاده از فرآیند تصمیم گیری چندمعیاره و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)
(مطالعه موردی، حوزه آبخیز واز)

محمد زارع [1]، حسن احمدی [2]، شعبانعلی غلامی [3]

تاریخ دریافت : 89/8/6 تاریخ پذیرش: 89/10/24

چکیده

زمین لغزش از حرکات توده ای و مخاطرات طبیعی محسوب شده و جز فرایندهای ایزوله شده ای هستند که شاید در سطح کوچکی باشند اما به دفعات مختلف دریک منطقه مستعد رخ می دهند. هدف نهایی از بررسی و مطالعه زمین لغزش ها را می توان یافتن راه های کاهش خسارت های ناشی از آنها ذکر کرد همین امر لزوم استفاده از پهنه بندی را در زمین لغزش تاکید می کند. به همین دلیل از روش تحلیل سلسله مراتبی در حوزه آبخیز واز استفاده گردید. عوامل مورد بررسی ایجاد زمین لغزش در روش سلسله مراتبی بر اساس اولویت شامل زمین شناسی، جاده، شیب، آبراهه، کاربری اراضی، بارش، جهت شیب، ارتفاع و گسل می باشد که در این بین عامل زمین شناسی دارای بیشترین وزن (303/.) بوده است. در نهایت نقشه پهنه بندی لغزش تهیه شد که به 4 کلاس خطر کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تقسیم شد که کلاس خطر متوسط دارای بیشترین سطح بوده است. بر اساس این نقشه بیشترین زمین لغزش ها در سازند های شمشک و الیکا بود. همچنین ساخت جاده باعث ایجاد زمین لغزش های زیادی در اطراف آن شده است. از طرفی کلاس های خطر زیاد و خیلی زیاد در محیط جنگلی بوده که نشان دهنده ی نقش درختان در بالا بردن وزن توده خاک و ایجاد زمین لغزش بوده است.

واژه های کلیدی: پهنه بندی، زمین لغزش، تحلیل سلسله مراتبی، حوزه آبخیز واز

[1] - دانشجوی کارشناسی ارشد ابخیزداری دانشگاه تهران mohammad_zare4@yahoo.com
[2] - استاد دانشکده منابع طبیعی تهران
[3] - استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه آزاد واحد نور

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

زمین لغزش از حرکات توده ای و مخاطرات طبیعی محسوب می شود(6) و جز فرایندهای ایزوله شده ای هستند که شاید در سطح کوچکی باشند اما به دفعات مختلف دریک منطقه مستعد رخ می دهند(10).حرکت توده ای وزمین لغزش تحت تاثیر عوامل متعددی ایجاد می شود که ازجمله آن می توان به عوامل سنگ شناسی ، زمین ساخت، هوازدگی وفشارآب حفره ای، افزایش بار و حذف حایل های جانبی دامنه براثرزیربری رود، شستشوی مواد دانه ای با فرسایش درز آبی، تراکم برف، بارندگی های شدید، تغییر کاربری اراضی، تراکم واریزه وتنش های انتقالی ناشی اززمین لرزه اشاره کرد(7) وقوع زمین لغزش باعث خسارات فراوانی از جمله تخریب جاده ها، خطوط راه آهن، خطوط انتقال برق و تلفن، تخریب خانه ها و منازل مسکونی، تخریب کانال های آبیاری، فاضلاب ها، پل ها، جنگل ها، مناطق تفرج گاهی و ماهیان می شود(12). با توجه به خسارات فراوان زمین لغزش لزوم شناسایی و تعیین زمان وقوع آن ضروری به نظر می رسد. از آنجا که پیش بینی زمان رخداد زمین لغزش ها از توان علم و دانش فعلی بشر خارج می باشد، لذا با شناسایی مناطق حساس به زمین لغزش و رتبه بندی کردن آن می توان تا حدودی از خطر ناشی از بروز زمین لغزش جلوگیری نمود(4). به طور کلی می توان هدف نهایی از بررسی و مطالعه زمین لغزش ها را یافتن راه های کاهش خسارت های ناشی از آنها ذکر کرد همین امر لزوم استفاده از پهنه بندی را در زمین لغزش تاکید می کند(3). در واقع هدف از پهنه بندی، تقسیم سطح زمین به نواحی همگن و درجه بندی آنها بر حسب میزان واقعی یا پتانسیل خطر لغزش می باشد(13).تحقیق حاضر از روش سلسله مراتبی(AHP) استفاده شده است. طبق عقیده .Show در این روش یک مساله پیچیده را به اجزایی تجزیه کرده و سپس میزان نقش هر کدام از آنها را در وقوع یک حادثه تعیین می کنند(11). از مزایای روش تحلیل سلسله مراتبی این است که در آن عوامل موثر در وقوع زمین لغزش ها در ابتدای کار به طرز منطقی تری وزن دهی شده و عوامل مختلف به ترتیب اهمیت شان اولویت بندی می شوند و از طرفی امتیازدهی کلاس های مختلف هر عامل ساده تر بوده و مراحل کار را چندین بار می توان تکرار کرد تا به نتایج بهتر دست یافت و در نهایت مدلی که به دست می آید در آن دخالت عوامل زیادی در نظر گرفته شده است که از این طریق نیز دقت بیشتری در کار پهنه بندی وجود خواهد داشت(فیض نیا) از مزایای دیگر این روش انجام ساده تر آن با استفاده از روش های GIS می باشد که اعمال مدل نهایی در واحدهای همگن به طرز ساده تری انجام می گیرد(1). تحقیق حاضر در حوزه آبخیز واز صورت گرفته که به خاطر شرایط آب و هوایی، فیزیوگرافی تغییر کاربری همواره با مشکل زمین لغزش مواجه است و این درحالی است که به علت خوش آب و هوا بودن منطقه باعث جذب توریسم در چند سال اخیر و افزایش ساخت و سازها شده است. بنابر این لزوم بررسی زمین لغزش ضروری به نظر می رسد. در این تحقیق اولویت بندی عوامل موثر بر زمین لغزش و پهنه بندی خطر آن با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) انجام شده است.

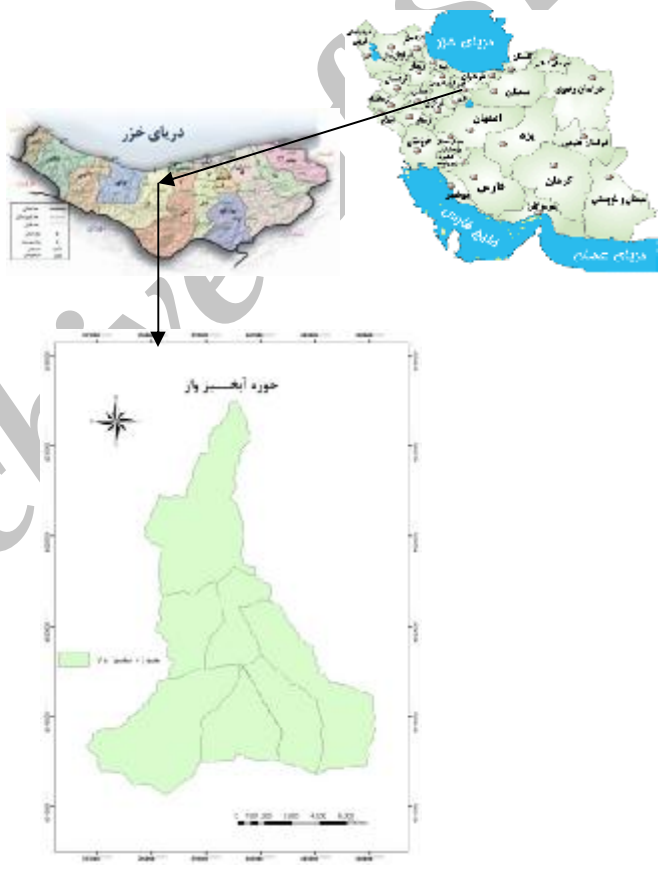
Archive of SID

www.SID.ir

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه دراستان مازندران دربخش مرکزی سلسله جبال البرز قرار دارد که بخشی اززیرحوزه رودخانه هراز می باشد. این حوزه دارای مساحت 142 کیلومتر مربع می باشد و دارای مختصات عرض شمالی ″26 ′14 °36 تا ″54 ′25 °36 درجه و طول شرقی ″46 ′01 °52 تا ″30 ′12 °52 درجه قرار گرفته است.

حوزه آبخیزواز دردامنه های شمالی البرز قرار گرفته که از شمال به روستای جوربند، ازغرب به حوزه آبخیز لاویج ، از جنوب به حوزه آبخیز هراز و از شرق به حوزه آبخیز آلش رود محدود میشود. ارتفاع بیشینه وکمینه درمنطقه به ترتیب 3590 متر و 240 متر می باشد. نوع اقلیم منطقه براساس تقسیم بندی دمارتن مرطوب بوده ونوع نزولات درارتفاعات پایین بیشتر به صورت باران و درارتفاعات بالاتر به صورت برف می باشد. بیشترین مقدار بارش 968 میلی متر درماههای نوامبر و دسامبر و کمترین آن 300 میلی متر در ماههای ژانویه می باشد.



Archive of SID

www.SID.ir

روش تحقیق:

در ابتدا با استفاده از GPS مناطق لغزشی را ثبت کرده سپس آن را در نقشه های مورد نیاز با استفاده از نرم افزار ARCGIS قرار داده شد. نقشه های مورد نیاز به منظور پهنه بندی در روش AHP شامل نقشه 1:100000 زمین شناسی که از سازمان زمین شناسی تهیه شد. نقشه 1:50000 توپوگرافی از سازمان نقشه برداری، نقشه های شیب، جهت شیب، نقشه ارتفاع، نقشه کاربری اراضی که از روی تصاویر ETM سال 2002 که از طریق نرم افزار ENVI تصحیح و مورد آنالیز قرارداده شده ، نقشه های فاصله از گسل، فاصله از جاده، فاصله از آبراهه و میزان بارندگی نیز تهیه گردید. در منطقه مورد مطالعه 136 نقطه لغزش ثبت شد که 90 نقطه لغزشی برای پهنه بندی و 46 نقطه لغزشی برای ارزیابی استفاده گردید. به منظور مقایسه نتایج به صورت یک ماتریس به نرم افزار Expert Choice وارد شد و در آنجا وزن نهایی برای هر فاکتور محاسبه گردید.

نتایج

روش AHP

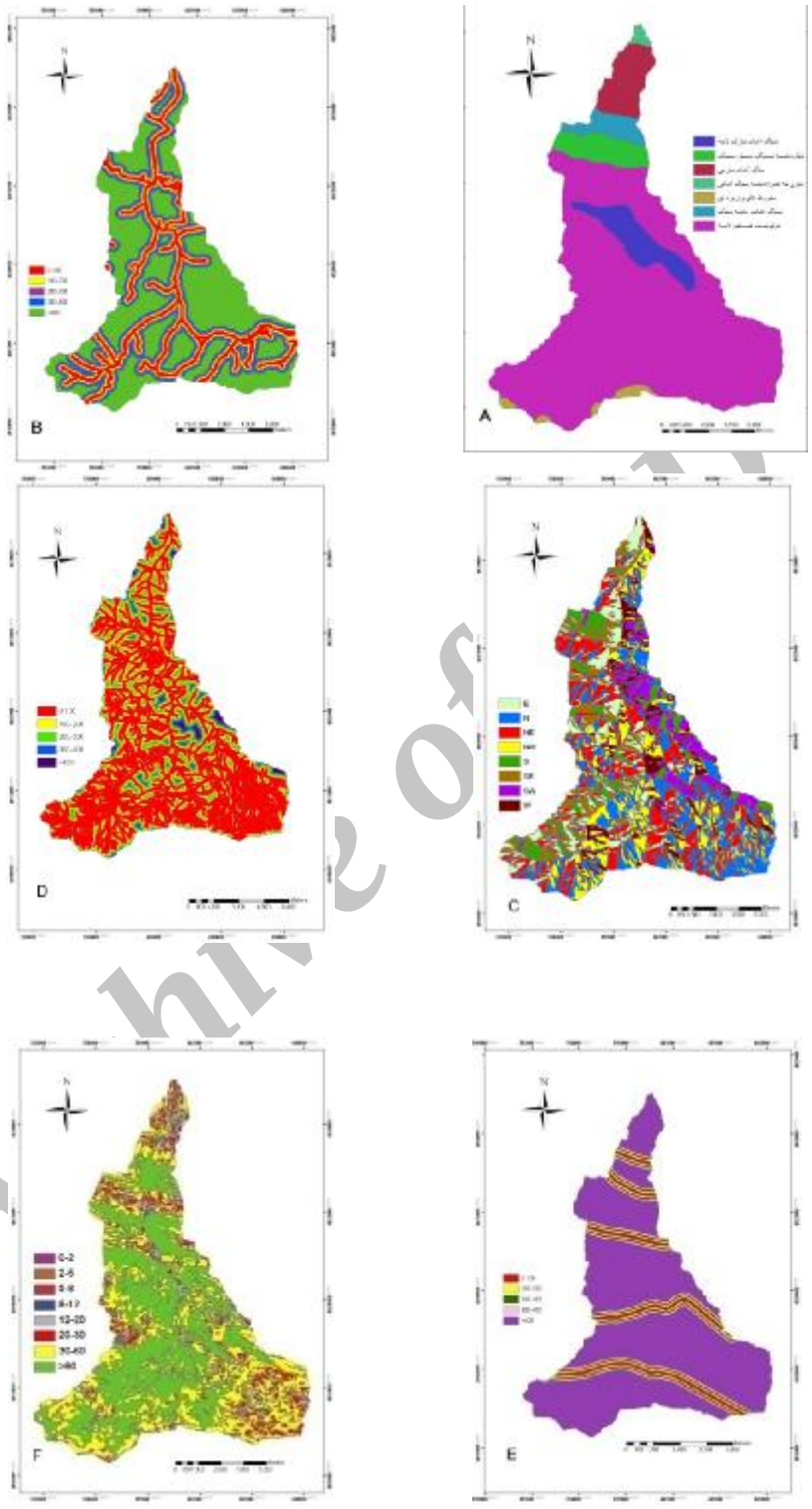
روش تحلیل سلسله مراتبی سیستم ها بر پایه مقایسه زوجی عوامل موثر در وقوع زمین لغزش استوار بوده و ابتدا با وزن دهی به تک تک عوامل موثر در نظر گرفته شده برای پهنه بندی و سپس امتیازدهی به هر کدام از کلاس های مربوط به هر یک از عوامل، ضرایبی به دست می آورد که بر اساس آنها مدل AHP ارائه می گردد(5).

روش کار در این مدل به این صورت است که اولین کار در اولویت بندی عوامل موثر بر زمین لغزش با استفاده از AHP انجام مقایسات زوجی بین عوامل است. جهت انجام این کار با استفاده از جدول توصیفی زمین لغزشها(جدول 2) و با توجه به مشخصات منطقه و خصوصیاتی که در بازدیدهای میدانی مشاهده شده وزن دهی انجام می شود. وزن هر معیار(W) بیانگر میزان اهمیت هر عامل نسبت به سایر

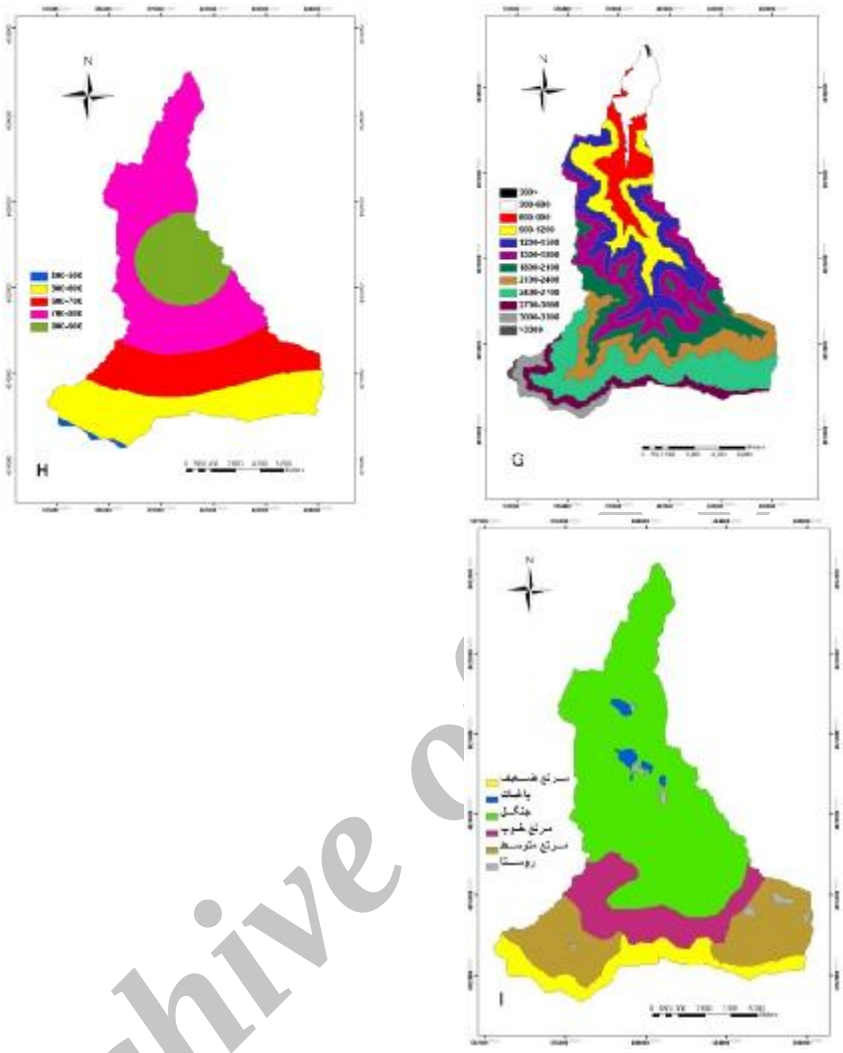
عوامل است. در این روش ابتدا با استفاده از قضاوت کارشناسی که مبتنی بر قضاوت کارشناسی پژوهشکر و نتایج سایر تحقیقات در حوضه های آبریز مجاور منطقه مورد مطالعه و مناطقی با شرایط محیطی مشابه اقدام به رتبه بندی عوامل به ترتیب از اولویت ضعیف تا اولویت حداکثر شد، سپس این رتبه ها به مقادیر کمی بین 1-9 بر طبق آنچه که در جدول شماره 1 مشاهده می کنید تبدیل گردید(8). سپس نتایج این مقایسات به صورت یک ماتریس به نرم افزار Expert Choice وارد شد و در آنجا وزن نهایی برای هر فاکتور محاسبه شد (شکل 2). این نرم‌افزار همچنین ضریب ناسازگاری را به ما می‌دهد که اگر کمتر از 0/1 باشد قابل قبول و در غیر این صورت دوباره مقایسات انجام می شود (5). ضریب ناسازگاری در این تحقیق 0/03 به دست آمد که قابل قبول است.

Archive of SID

www.SID.ir



www.SID.ir



نقشه شماره 2- سنگ شناسی(A)، جاده (B)، جهت (C)، آبراهه (D)، گسل(E)، شیب(F)، هیپسومتری (G)، بارش(H)، کاربری(I)

جدول شماره 1: مقیاس مقایسه دو به دو در مدل سلسله مراتبی(8)

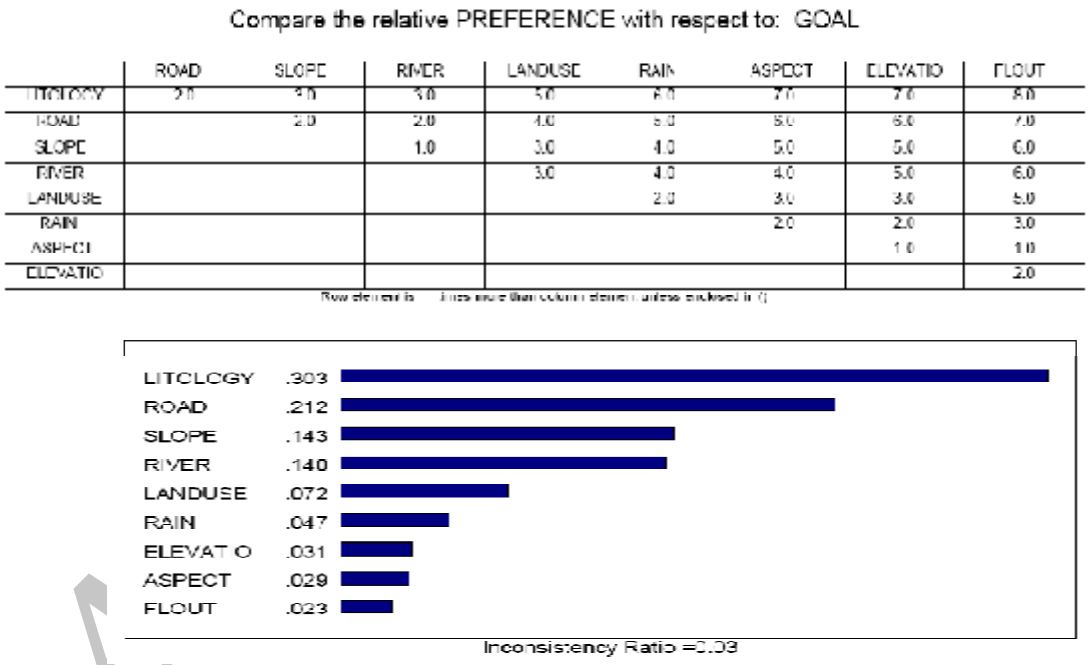
قضاوت شفاهی	مقدار عددی
کاملا مرجع یا مطلوب ترین	9
ترجیح یا مطلوب خیلی قوی	7
ترجیح یا مطلوب قوی	5
کمی مرجح یا کمی مطلوب تر	3
ترجیح با مطلوبیت کمتر یا کمی مهمتر	1
ترجیحات بین فواصل	2 ،4 ،6 ،8

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شماره 2: مقایسه زوجی عوامل موثر در وقوع زمین لغزش های حوزه آبخیز واز

	زمین شناسی	جاده	شیب	فاصله ار آبراهه	کاربری	بارش	جهت شیب	ارتفاع	فاصله از گسل
زمین شناسی	1	2	3	3	5	6	7	7	8
جاده	/5	1	2	2	4	5	6	6	7
شیب	/33	/5	1	1	3	4	5	5	6
فاصله از آبراهه	/33	/5	1	1	3	4	5	5	6
کاربری اراضی	/2	/25	/33	/33	1	2	3	3	5
بارش	/16	/2	/25	/25	/5	1	2	2	3
جهت شیب	/14	/16	/25	/25	/33	/5	1	1	2
ارتفاع	/14	/16	/2	/2	/25	/5	1	1	2
فاصله از گسل	/12	/14	/16	/16	/2	/5	/5	/5	1
جمع	2/92	4/91	8/19	8/19	18/28	24/5	31/5	31/5	39



پس از مقایسه زوجی عوامل موثر در وقوع زمین لغزش های حوضه که با کمک کارشناسان صورت گرفت بایستی وزن عوامل محاسبه شود. برای محاسبه وزن هر گزینه از ماتریس مقایسه زوجی از روش تقریبی (میانگین حسابی) استفاده می کنیم. این روش به این صورت است که ابتدا مقادیر هر یک از ستون ها را با هم جمع می کنیم (که در جدول 2 این کار صورت گرفت) و سپس مقادیر هر عنصر از ماتریس را به جمع کل ستون های همان عنصر تقسیم کرده و در مرحله آخر متوسط عناصر در هر سطر با به دست می آوریم(9).(جدول 3)

حال با توجه به مشخصات منطقه و با استفاده از جداول 3 و4 وزن هر یک از عوامل به دست آمد. به این صورت که هر یک از نقشه های تهیه شده با نقشه پراکنش زمین لغزش تلفیق و تراکم لغزش ها در هر کلاسه طبق رابطه 1 محاسبه گردید.

www.SID.ir

$$W=[(A/B)/(C/D)]$$

رابطه 1

که در آن:

W : وزن هر کلاسه

A : تعداد زمین لغزش هر کلاسه

B : مساحت هر کلاسه

C : تعداد کل زمین لغزش ها

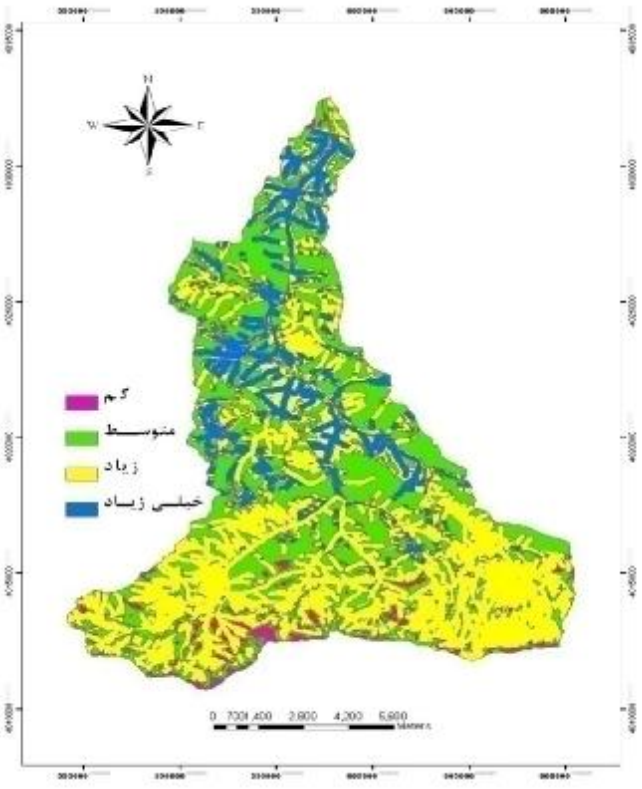
D : مساحت کل حوضه

در مرحله بعد وزن هر عامل که از ماتریس وزن‌دهی به دست آمده در وزن کلاسه‌های آن عامل ضرب و وزن نهایی هر کلاسه و معادله نهایی پهنه‌بندی به دست آمد(2). (رابطه 2). سپس این معادله در کلیه واحدهای نقشه اعمال و نقشه پهنه‌بندی به دست آمد (شکل 3).

$$M= ./303\ X_1 + ./212\ X_2 + ./143\ X_3 + ./140\ X_4 + ./072\ X_5 + ./047\ X_6 + ./031\ X_7 + ./029\ X_8 + ./023\ X_9$$

که در آن M: عامل حساسیت و X_1 تا X_9 به ترتیب فاکتورهای زمین شناسی، فاصله از جاده، شیب، فاصله از آبراهه، کاربری، بارش، جهت شیب، ارتفاع و فاصله از گسل می باشد.

سپس این معادله در کلیه واحدهای نقشه اعمال و نقشه پهنه‌بندی به دست آمد (شکل 3).



شکل 2- نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده مدل AHP

www.SID.ir

نتیجه گیری

به منظور پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوزه آبخیز واز از روش AHP استفاده گردید. که بر این اساس 9 عامل موثر در وقوع زمین لغزش مورد بررسی و وزن دهی قرار داده شد. عوامل تاثیر گذار به تریب اولویت عبارتند از: سنگ شناسی، جاده، شیب، رودخانه، کاربری اراضی، بارندگی، جهت شیب، ارتفاع و گسل بوده است که عامل زمین شناسی بیشترین وزن(303/.) و عامل گسل کمترین وزن (021/.) را به خود اختصاص داده است. در این تحقیق نشان داده شد که بین سازندهای زمین شناسی با وقوع زمین لغزش ارتباط نزدیکی وجود دارد. در بین سازندهای زمین شناسی، سازند الیکا با لیتولوژی سنگ آهک مارنی نازک لایه تا شیل که بر روی رسوبات الیکا TRe2 با لیتولوژی سنگ آهک دولومیتی ضخیم لایه تا توده ای شکل قرار گرفته است بیشترین حساسیت را به وقوع زمین لغزش دارند. وجود رسوبات زغالی فراوان در سازند شمشک نیز سبب شده تا زمین لغزش های متعددی در این سازند اتفاق بیفتد. در اطراف جاده ها و آبراهه ها میزان لغزش ها خیلی زیاد است و هر چه از جاده ها فاصله می گیریم از میزان لغزش ها کاسته می شود به طوری که تا فاصله 400 متری از آبراهه ها و جاده ها بیشترین میزان لغزش مشاهد می شود. علت اصلی این موضوع آن است که جاده ها وضعیت طبیعی و به عبارت دیگر شیب تعادل منطقه را به هم زده و بریدگی های عمودی به وجود می آورند و بر بخش پایین جاده فشار اضافی وارد می کنند و باعث افزایش زمین لغزش در نزدیکی جاده ها می شوند. شادفر و همکاران (1384)؛ فاطمی عقدا و همکاران (1384)؛ محمدی (1386)؛ پورقاسمی (1386)؛ Duman و همکاران (2005)؛ Lee (2007)؛ Yalcin (2008) نیز به نتایج مشابهی مبنی بر افزایش زمین لغزش در اطراف جاده و آبراهه ها رسیدند. آبراهه ها نیز بر اثر فرسایش رودخانه ای و سایش دیواره کنار رودخانه باعث به هم خوردن تعادل شیب و در نتیجه ناپایداری دامنه های مشرف به رودخانه می گردد. ارتباط نزدیک عامل شیب و کاربری اراضی باعث ایجاد زمین لغزش های متعددی شده است. بر اساس یافته های این تحقیق مناطق با شیب بالای 60% بیشترین زمین لغزش ها مشاهده شده اما زمانی این امر تشدید شده که در این شیب درختان نیز وجود داشتند و سبب شد تا شمار زمین لغزش ها در این مناطق زیاد باشد زیرا در شیب های بالا خاک به علت تاثیر نیروی ثقل سست شده و زمانی که بر روی آن درختان نیز رشد کنند بار اضافی ناشی از وزن درختان باعث تسریع عمل لغزش گردید که می تواند این فرآیند به تاثیر منفی درختان در شرایط خاص در ایجاد زمین لغزش باشد. در مناطق مسکونی و باغات نیز لغزش های زیادی رخ داده است که این نتایج با تحقیقات احمدی و همکاران (1384)؛ شادفر و همکاران (1384)؛ فاطمی عقدا و همکاران (1384)؛ محمدی (1386)؛ ارکانول (2004) مطابقت دارد.

بررسی طبقات ارتفاع نشان داد که شروع زمین لغزش ها از ارتفاع 300 متر بوده و روند افزایش زمین لغزش ها تا ارتفاع 1200 متر به اوج خود رسیده و با کاهش تعداد لغزش تا ارتفاع 2400 متر نیز دیده شده است که با مطالعات ارکانول (2004) مطابقت دارد. این روند نشان دهنده نقش بارش در وقوع زمین لغزش می باشد زیرا با افزایش ارتفاع

Archive of SID

www.SID.ir

میزان بارش بیشتر شده و حساسیت وقوع لغزش ها بیشتر می شود اما این روند در ارتفاعات بالا به علت اینکه بارش معمولا به صورت برف بوده و غالب بودن پدیده یخبندان در بخش بزرگی از سال باعث کندی پدیده خاکزایی شده و همچنین عدم وجود آب کافی برای اشباع سازندها و کاهش دخالت های انسانی در طبیعت در ارتفاعات بالا از دلایل کاهش زمین لغزش در این ارتفاعات می باشد. مطالعات جهت شیب بیشترین لغزش ها را به ترتیب در شیب های شرق، جنوب شرق و شمال شرق نشان داد که نشان دهنده تاثیر کم رطوبت و حرارت خاک در ایجاد لغزش در این حوزه می باشد زیرا جهت های شمالی و غربی کمترین لغزش ها مشاهده شد. در توضیح این مطلب قابل ذکر است که عامل جهت یک عامل غالب برای وقوع زمین لغزش محسوب نمی گردد و احتمالا در این مناطق فاکتورهای دیگری به عنوان عامل غالب در وقوع زمین لغزش ایفای نقش نموده اند زیرا عامل جهت می تواند تحت تاثیر عوامل دیگری همچون فیزیوگرافی منطقه نیز قرار گیرد . بررسی فاصله از گسل نشان می دهد که بیشترین لغزش ها در فواصل 100-200 متر و بیش از 400 متر از گسل می باشد. زمین لغزش هایی که در فواصل 100-200 متر می باشد نشان دهنده نقش مستقیم گسل ها در پدیده زمین لغزش می باشد. اما لغزش هایی که در فواصل بیش از 400 متر قرار دارد و همان طور که قبلا گفته شد برخی از این عوامل تحت تاثیر فاکتورهای دیگر تحلیل رفته و یا حالت تشدیدکنندگی پدیده وقوع لغزش را ایجاد می کند. در منطقه مورد مطالعه نشان داده شد که گسل به عنوان پارامتر اصلی وقوع زمین لغزش ایفای نقش ننموده و عوامل دیگری باعث کم رنگی فاکتور فاصله از گسل در وقوع زمین لغزش شده اند.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

1- احمدی، ح.، محمدخان، ش. 1381. بررسی برخی از عوامل حرکت های توده ای، مطالعه موردی: حوزه آبخیز طالقان، مجله منابع طبیعی ایران، 55، 463-455.

2- احمدی، ح.، محمد خان، ش.، فیض نیا، س.، قدوسی، ج. 1384. ساخت مدل منطقه ای خطر حرکت های توده ای با استفاده از ویژگی های کیفی و تحلیل سلسله مراتبی سیستم ها (AHP)، مطالعه موردی حوزه آبخیز طالقان، مجله منابع طبیعی ایران، 58، 14-3.

3-Cook, Ario., Dourcamp, J. C., 1990. Geomorphology and Environmental Management (Volume I), translated Shapur Goodarzinejad, 1377, Publishing Samt.

4- Duman, T. Y., Can, T., Gokceoglu, C., Nefeslioglu, H. A., Sonmez, H. 2006. Application of logistic regression for landslide susceptibility zoning of Cekmece Area, Istanbul, Turkey, Environmental Geology, 51, 241-256.

5- Ercanoglu. M., Candan. G., P. 2004. Use of fuzzy relation to produce landslide susceptibility map of a landslide prone area(West Black Sea Region, Turkey), Engineering Geology 75(2004) 229-250

6- Fatemi Aghda, M., Ghiomian J., Eshgheli Farahani, A., 2006. Investigation Landslide hazard using Fuzzy logic (Case study: Roudbar area), J. science Tehran university, 31(1), 43-64.

7- Feiznia, S., Klarestaghi, A., Ahmadi, H., Safaei, M., 2003. Investigation effective parameters in Landslide occurs and Landslide hazard zoning (Case study: Tejen dam watershed), Iranian J. natural Resources, 57 (1), 3-20.

8-Ghanbarzadeh, H., Behniafar, A., 2009. Occurrence of landslide hazard zonation in Calshour Heights catchment, Journal of geographical space, 9 (28), 103-123

9- Ghodsipour, H., 2006. Discussion about multi criteria decision and AHP, publication Amir Kabir Industry University, 220 pp.

10- Lee, S., Ryu, J.H., Won, J.S., Park, H.J. 2004. Determination and application of the weights for landslide susceptibility mapping using an artificial neural network. Engineering Geology, 71: 289.302.

11- Mahajan, A.K., Virdi, N.S., 2000. Preparation of landslide hazard zonation map of Dharamsala town and Adjoining area, Wadia institute of Himalayan Geology 33-General Mahadeo Singh Road, Dehra Dun-248 001

12- Mohammadi, M.., Moradi, H.., Feiznia, S., Porghasemi, H.., 2010, Comparison of the Efficiency of Certainty Factor, Information Value and AHP Models in Landslide Hazard Zonation (Case study: Part of Haraz Watershed) , Iranian Journal of Natural Resources, Volume 62, Number 4, Winter 1388, pages 539 to 551

13-MohammadKhan Sh., 2002. preparing models for landslide hazard zonation, case study: watershed Taleghan, M.Sc. Thesis, Tehran University.

14-Sephidgary, R., 1994. The first lecture series by experts meeting on phenomenon of landslide Deputy Watershed, Watershed Management Department of Construction Jahad, the Office of Studies and Watershed Assessment

15- Shadfar, S., Yamani, M., Namaki, M., 2006. Landslide hazard zoning using information value, area intensity and LNRE models in Chalakrood watershed, J. water and watershed, 3, 62-68.

16- Shaw,G. and D.Wheeler(1985),Statistical techniques in geographical analysis,Dublin.john Wiely&Sons Press

17- Shirani, K., 2005, final report of the research project evaluated the most important methods of landslide hazard zonation method to select appropriate case study area south of

Archive of SID

www.SID.ir

Isfahan Semirom (Marber river), Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Page 104
18- Uromeihy, A., Mahdavifar, M.R. 2000. Landslide hazard zonation of the Khorshrostam area Iran, Bulletin Engineering Geology Environment, 58 (3), 1-7.
19-Van westen, C. J,. 1998. Geographic Information Systems in Slope Instability Zonation, Volume I, II.
20-Varnes D.J.,1984,Landslide hazard zonation: a review of Principle and Practice, Unexco, Paries, 63 PP
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.

Archive of SID

www.SID.ir