پهنه بندی خطر زمین لغزش حوزه آبخیز سیاه خور اسلام آباد غرب با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی(AHP)

دکتر محمدرضا نوجوان[۱]، غلامرضا حیاتی[۲]

۱ـ استادیار ژئومورفولوژی،دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد، میبد، ایران
۲ـ مربی مرکز آموزش جهاد کشاورزی کرمانشاه

چکیده

حوزه آبخیز سیاه خور در حاشیه شهر اسلام آباد غرب دارای انواع مختلف ناپایداری های دامنه ای می باشد که ناپایداری های موجود در این منطقه باعث شده مراتع و طرحهای آبخیزداری اجراء شده در این حوزه را به شدت تهدید نماید. بررسی وضعیت ناپایداری در سطح این منطقه و پهنه بندی آن و مشخص کردن مناطقی که حساسیت بیشتری نسبت به ناپایداری دارند و تعیین میزان جابه جایی و مکانیزم این گونه حرکات، ما را در کنترل و پیشگیری از بروز خطرات احتمالی یاری خواهد کرد. در این تحقیق سعی شده است با بکارگیری مدل کاربردی تحلیل سلسله مراتبی و بر اساس نظرات کارشناسی بهینه‌ترین نقشه پهنه‌بندی زمین لغزش در سطح حوزه مورد مطالعه استخراج گردد. برای این منظور از اجماع تکنیک های دلفی، تصمیم گیری چند معیاره و GIS استفاده شده است. تحلیل نتایج تحلیل سلسله مراتبی در این حوزه نشان می دهد فاکتور های زمین شناسی، کاربری اراضی و بارش مهمترین پارامترهای موثر بر وقوع زمین لغزش به شمار می‌روند. بررسی نقشه پهنه بندی زمین لغزش نشان می دهد در مجموع بیش از ۷۰ درصد حوزه دارای وضعیت و پتانسیل حساس و نیمه حساس در تولید زمین لغزش است. که پراکنش زمین لغزش ها بیشتر در نواحی شمال، شمال شرق، مرکزی و جنوب غرب حوزه به دلیل وضعیت توپوگرافی و زمین شناسی خاص و همچنین تغییرات بی رویه کاربری اراضی می‌باشد.

کلید واژه ها: زمین لغزش، تحلیل سلسله مراتبی، دلفی، حوزه سیاه خور

مقدمه

زمین لغزش ها از پدیده های طبیعی به شمار می روند که پس از زلزله و سیل بیشترین خسارت را به انسان وارد می کند. بطوریکه سالانه میلیاردها تن خاک و سنگ بر اثر این پدیده جابجا می شوند. رشد سریع جمعیت و گسترش شهرها در نواحی کوهستانی ضرورت پهنه بندی خطر زمین لغزش را آشکار می سازند (کورکی نژاد و همکاران، ۱۳۸٤) زمین لغزش ها هر ساله موجب خسارت های سنگینی می گردند که بعضا جبران این خسارت ها ممکن نیست و یا نیاز به وقت و هزینه بسیار زیاد دارد. لذا برنامه ریزی برای جلوگیری از این خسارت ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است و موجب جلوگیری از هدر رفتن بسیاری از منابع ملی می گردد (شریعت جعفری ، ۱۳۷۵).

Archive of SID

www.SID.ir

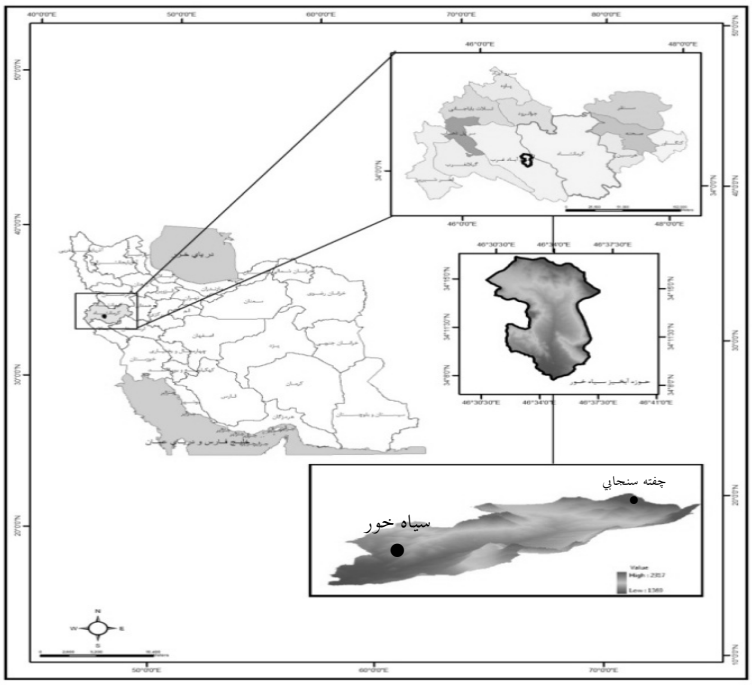
یکی از راهکارهای کاهش خسارات ناشی از حرکات دامنه ای ، شناسایی مناطق دارای پتانسیل ناپایداری است (مختاری ، ۱۳۷۹). هدف نهایی از بررسی و مطالعه زمین لغزش ها ، یافتن راه های کاهش خسارت های ناشی از آنها می باشد و همین امر لزوم استفاده از پهنه بندی را در زمین لغزش تاکید می کند (کوک و دورکمپ ،۱۹۹۰). در واقع هدف از پهنه بندی ، تقسیم سطح زمین به نواحی همگن و درجه بندی آنها بر حسب میزان واقعی یا پتانسیل خطر لغزش می باشد (محمدخان ،۲۰۰۲). در سال های اخیر مطالعات گسترده ای در مورد علل ، درجه و پهنه بندی خطر ، تحلیل پایداری، نحوه تثبیت و نحوه پیشگیری زمین لغزش ها صورت گرفته است. از آن جمله می توان به تحقیقاتی که توسط ثروتی و هاشمی(۱۳۸٦) در پهنه بندی زمین لغزه های حوضه آبخیز صفارود ، بهنیافر و همکاران (۱۳۸۸) در پهنه بندی خطر زمین لغزش و ناپایداری دامنه ا ی به روش AHP در حوزه آبریز رودخانه کنگ در دامنه های شمالی بینالود ، قنواتی (۱۳۹۰) پهنه بندی خطر لغزش در حوضه جاجرود با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، رنجبر و افتخاری(۱۳۹۱) در پهنه بندی پدیده لغزش با استفاده از روش LNRFدر جاده هراز و یمانی و همکاران (۱۳۹۳) در تعیین مرز پهنه های خطر زمین لغزش در مسیر آزاد راه خرم آباد- پل زال با روش تحلیل سلسله مراتبی – فازی اشاره کرد. همچنین برخی مطالعاتی که در خارج از کشور صورت گرفته می توان به ، رموندو و همکاران (۲۰۰۸) در پهنه بندی خطر زمین لغزش در منطقه باجودبا در شمال اسپانیا ، توماس و همکاران(۲۰۱۰) در بررسی عوامل ایجاد حرکت های توده ای در منطقه اوهایو و پهنه بندی خطر زمین لغزش در این منطقه ، کولی و همکاران (۲۰۱۰) در پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه رتیمنو جزیره ایسلند ، مندال و مایتی (۲۰۱۱) در پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوضه شیو_خولا یکی از بخشهای هیمالیا با استفاده GIS، اشاره نمود. تحقیق حاضر در حوزه آبخیز سیاه خور اسلام غرب صورت گرفته که به خاطر شرایط آب و هوایی، تغییر کاربری و ساختار زمین شناسی منطقه ، همواره با مشکل زمین لغزش مواجه است بنابراین لزوم بررسی زمین لغزش در سطح منطقه و پهنه بندی آن و مشخص کردن مناطقی که حساسیت بیشتری نسبت به ناپایداری دارند و تعیین میزان جابه جایی و مکانیزم این گونه حرکات، ما را در کنترل و پیشگیری از بروز خطرات احتمالی یاری خواهد کرد.

موقعیت منطقه مورد مطالعه:

حوزه آبخیز سیاه خور با مساحت ۹۸٤۹ هکتار در شمال شرق شهر اسلام آباد غرب در استان کرمانشاه واقع شده است. محدوده حوزه مورد مطالعه از″۰۷ ′۳۰ °٤٦ تا ″ ۵۷ ′۳٦ °٤٦ طول شرقی و ″۵۹ ′۰۷ °۳٤ تا ″٤۸ ′۱٦ °۳٤ عرض شمالی می‌باشد. بیشترین ارتفاع منطقه ۲۳٦۳ و کمترین ارتفاع معادل ۱۳۷۱ متر در خروجی حوزه قرار دارد (شکل ۱).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق:

در ابتدا مهمترین معیارها و زیر معیارهای موثر بر تشکیل زمین لغزش، بررسی و شناسایی شد. سپس نقشه‌های پایه شامل نقشه توپوگرافی، زمین شناسی و کاربری اراضی تهیه گردید. پس از تهیه نقشه های موضوعی حوزه مورد مطالعه پرسش نامه های مقایسه زوجی بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) تدوین گردید. و بر اساس حجم نمونه ای که از رابطه کوکران ($n = \frac{Nt^2pq}{(Nd^2)+(t^2pq)}$) محاسبه گردید در اختیار نمونه انتخابی (کارشناسان) قرار گرفت. پس از تکمیل پرسش نامه ها، آماده سازی داده ها در بسته نرم افزاری EXCELL انجام گرفته و وزن اولیه معیارها و زیر معیارها و گزینه ها استخراج گردید . وزن های اولیه استخراج شده در غالب یک پروژه به نرم افزار Expert choice معرفی شده و پس از اجرای مدل، وزن نهایی و نرخ ناسازگاری مدل در مورد هر یک از معیارها و زیر معیارها بدست آمد. همچنین نرخ ناسازگاری مدل در مورد هر یک از معیارها و زیر معیارها محاسبه و آنالیز حساسیت مدل انجام گرفت. پس از محاسبه وزن نهایی هر یک از معیارها و زیرمعیارها به کمک مدل AHP، اقدام به تهیه نقشه‌های پایه بر اساس وزن نهایی هر یک از زیر معیارها گردید. سپس تمام نقشه ها به حالت رستری تبدیل و در بسته نرم افزاری Arc Gis بر اساس وزن نهایی معیارها و درصد دخالت آنها در وقوع زمین لغزش با یکدیگر تلفیق گردید. در نهایت از تلفیق معیارهای مختلف، نقشه پهنه بندی زمین لغزش در حوزه مورد مطالعه به عنوان خروجی تحقیق استخراج گردید. به منظور ارزیابی صحت و مقایسه تطبیقی، نقشه پهنه بندی استخراج شده با نقشه نقطه ای پراکنش زمین لغزش های حوزه مورد مطالعه مقایسه گردید و نتایج مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت.

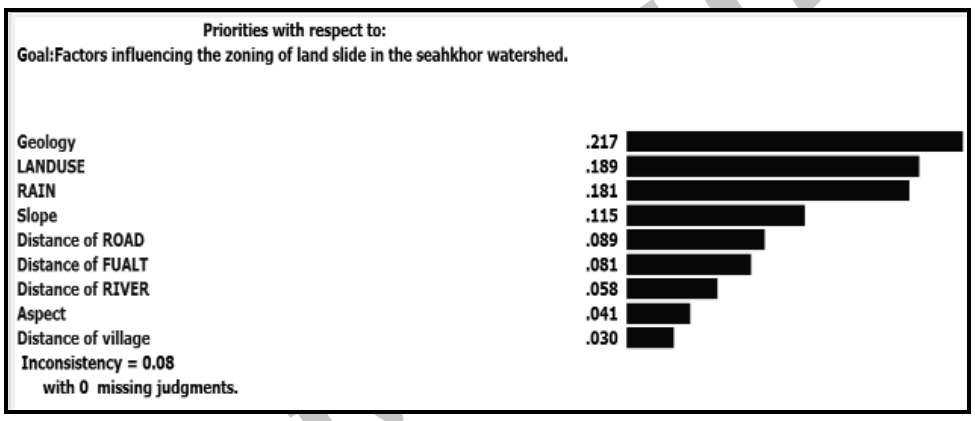
Archive of SID

www.SID.ir

یافته ها و نتایج:

۱- شناسایی مهمترین معیارها و زیر معیارهای موثر بر زمین لغزش

با بررسی های صورت گرفته مهمترین معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر تشکیل زمین لغزش در منطقه مورد مطالعه شامل زمین شناسی ، بارش، کاربری اراضی، فاصله از رودخانه ، فاصله از گسل ، شیب ، فاصله از جاده ، جهت شیب و فاصله از روستا شناسایی و به صورت ماتریس مقایسه زوجی و به صورت دو به دو با هم مقایسه گردیدند، به منظور دستیابی به اجماع نظرات کارشناسی و دستیابی به وزن اولیه معیارها و رهیافت ها، از پرسشنامه های تکمیلی بوسیله کارشناسان میانگین وزنی گرفته شد. پس از محاسبه وزن اولیه پرسش ها، وزن ها وارد بسته نرم افزاری Expetr choice گردید و در نهایت وزن نهایی هر یک از معیارها و زیر معیارها برآورد گردید. سپس نمودار گرافیکی مدل AHP در رابطه با اولویت هر یک از معیارها و زیر معیارهای موثر بر زمین لغزش ترسیم گردید(شکل۲).



شکل ۲ : نمایش گرافیکی مدل AHP در رابطه با معیارها

با توجه به یافته های تحقیق از بین معیارهای موجود در پهنه بندی زمین لغزش ؛ به ترتیب معیارهای زمین شناسی، کاربری اراضی و بارش با وزن نهایی ۰/۲۱۷، ۰/۱۸۹ و ۰/۱۸۱ به عنوان مهمترین و اثرگذارترین معیار در رابطه با پتانسیل یابی وقوع زمین لغزش در حوزه مورد مطالعه شناسایی گردید.

جدول ۱ : اثر گذارترین و مهمترین زیر معیارهای شناسایی شده در بین زیر معیارها

ردیف	معیار	زیر معیار	وزن نهایی
۱	شیب	۳۰-۲۰ درصد	/٤٧٢
۲	زمین شناسی	رسوبات کواترنری	۰/۳٤۷
۳	کاربری اراضی	زراعت آبی	۰/۳۵۲
٤	مقدار بارش	بارش بیش از ۸۰۰ میلیمتر	۰/۳۹۳
۵	فاصله از جاده	کمتر از ۵۰ متر	۰/٤۸۱
٦	فاصله از گسل	کمتر از ۵۰ متر	۰/٤۸۱
۷	فاصله از رودخانه	کمتر از ۵۰ متر	۰/٦۱٤
۸	جهت شیب	شمال	۰/۲۰۹
۹	فاصله از روستا	۵۰-۰ متر	۰/۵۳۵

Archive of SID

www.SID.ir

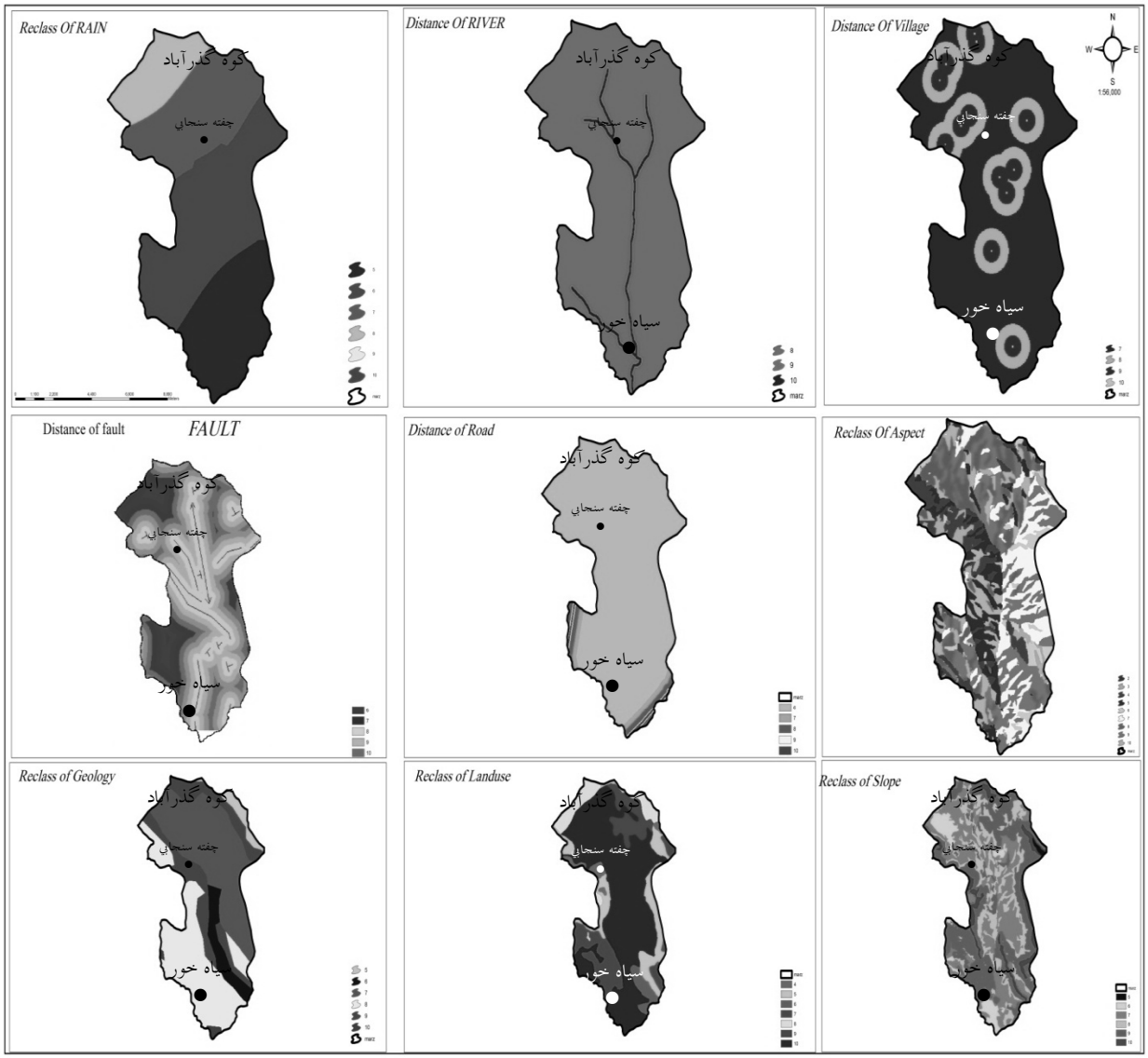
در نهایت بسته پیشنهادی عوامل موثر در پهنه بندی زمین لغزش در حوزه مورد مطالعه بر اساس رابطه ذیل خواهد بود:

$$LL=(0.217 \times G)+(0.189\times L)+ (0.181\times P)+ (0.115\times S)+ (0.089\times RO) + (0.081\times F)+ (0.058\times RI) +(0.041\times A) +(0.03\times VI)$$

که در آن:

LL: وقوع زمین لغزش G : زمین شناسی P: مقدار بارندگی S: شیب L: کاربری اراضی

F: فاصله از گسل RI: فاصله از رودخانه RO: فاصله از جاده A: جهت شیب VI: فاصله از روستا



شکل ۳: نقشه های کلاس بندی شده رستری به کار رفته جهت تلفیق

www.SID.ir

۲- ارزیابی نرخ ناسازگاری:

۳- به منظور ارزیابی درستی قضاوت ها ، میزان نرخ ناسازگاری مدل در مورد معیارها بررسی گردید. در صورتی که مقدار ناسازگاری در مدل کمتر از ۰/۱ باشد قضاوت ها قابل قبول هستند. مقدار ناسازگاری در تمام موارد کمتر از ۰/۱ بوده که این مطلب حاکی از درستی فرایند اجرای مدل و درستی قضاوت هاست.

جدول ۲: مقادیر نرخ ناسازگاری مدل AHP

ردیف	معیار	نرخ ناسازگاری
۱	شیب	۰/۰۹
۲	زمین شناسی	۰/۰٦
۳	کاربری اراضی	۰/۱
٤	مقدار بارش	۰/۰۷
٥	فاصله از جاده	۰/۰٥
٦	فاصله از گسل	۰/۰٥
۷	فاصله از رودخانه	۰/۰۷
۸	جهت	۰/۰۹
۹	فاصله از روستا	۰/۰٤
۱۰	کل مدل	۰/۰۸

٤- تحلیل حساسیت

سپس به منظور تحلیل حساسیت نتایج بدست آمده، درصد تغییرات معیارها محاسبه گردید. حداقل و حداکثر وزن هر معیار بدست آمد. سپس میانگین وزن برای هر یک از معیارها محاسبه و بر اساس مقادیر حداقل، حداکثر، متوسط، میزان تغییرات و خطای مربوط به وزنهای هر معیار محاسبه و همچنین برای تحلیل حساسیت از قدر مطلق بیشترین تغییرات محاسبه شده استفاده نموده تا از منحنی نرمال پیروی کند و نتایج معقول‌تر باشد.

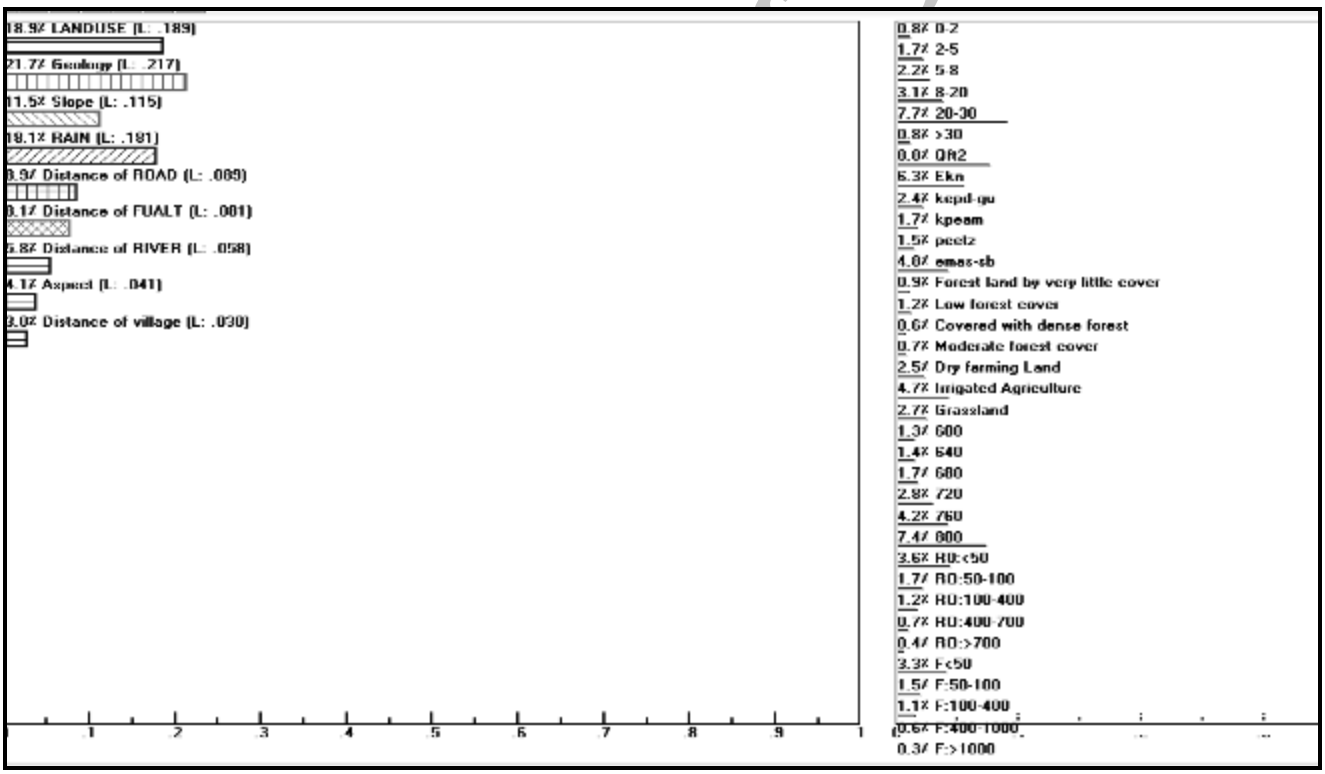
جدول ۳ : درصد خطای معیارها در بخش مدیریت راهبردی

معیار	نمره	نمره	نمره متوسط	درصد تغییرات		انتخا
زمین شناسی	۳	۷	٤/۲	-٪۲۸	+٪٦٦	+٪٦٦
شیب	۲	٦	۳/۲۸	-٪۳۹	+٪۸۲	+٪۸۲
کاربری اراضی	۱	۷	٤/٤	-٪۷۷	+٪٥۹	+٪۷۷
مقدار بارش	۲	٦	٥/۷	-٪٦٤	+٪۰٥۳	+٪٦٤
فاصله از جاده	۲	٦	٤/٤	-٪٥۰	+٪۳٦	+٪٥۰
فاصله از گسل	۱	٥	٥/٥	-٪۸۱	+٪۱	+٪۸۱
فاصله از رودخانه	۳	٥	٤/۳	-٪۳	+٪۱٦	+٪۳
جهت	۳	٦	٥/۲	-٪٤۲	+٪۱٥	+٪٤۲
فاصله از روستا	۱	٥	٤/٦	-٪۷۸	+٪۰۹	+٪۷۸

Archive of SID

www.SID.ir

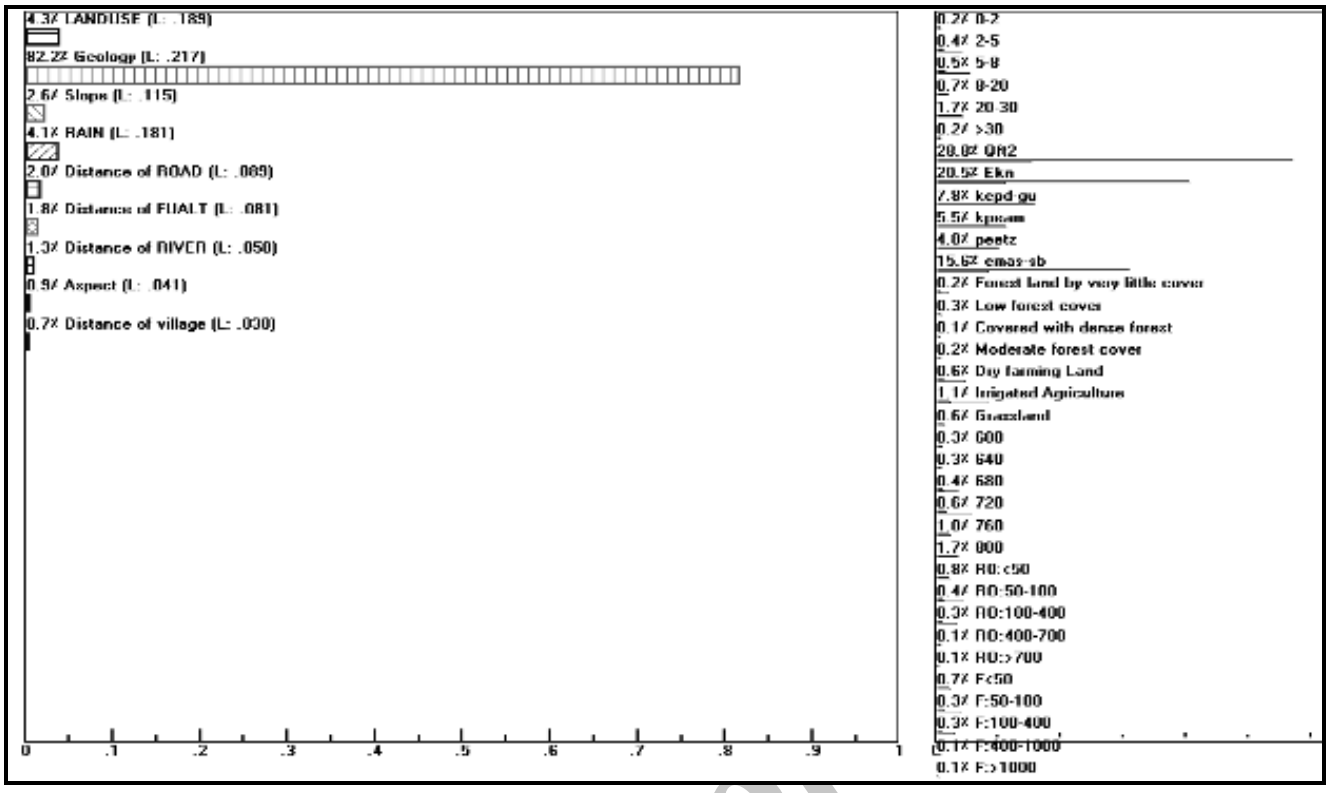
سپس به منظور نشان دادن تحلیل حساسیت پویا کلیه معیارها و زیرمعیارها و اوزان آنها به صورت میله‌های افقی و اعداد متناظر نشان داده شده است. در این نمودار وزنهای نسبی معیارها در گراف سمت چپ و در گراف سمت راست زیرمعیارها و وزنهای نسبی آنها نشان داده شده‌اند. مشاهده می‌شود که در نمودار سمت چپ معیار زمین شناسی، با وزن ۲۱/۷ درصد بیشترین اهمیت را در بین کلیه‌ی معیارهای موثر بر پهنه بندی زمین لغزش به خود اختصاص داده است. همچنین معیار فاصله از روستا با وزن ۳ درصد کمترین تاثیر را دارا می‌باشد. در گراف سمت راست نیز مشاهده می‌گردد که زیر معیار رسوبات کواترنری و شیب ۳۰-۲۰ درصد به ترتیب با وزن نهایی ۸/۸ درصد و ۷/۷ درصد مهمترین زیرمعیارها در پهنه بندی زمین لغزش در حوزه سیاه خور به شمار می‌رود. این نمودار در مدل AHP قابلیت کشیده شدن ۱ داشته و می‌توان با تغییر مقدار هر یک از زیر معیارها تأثیر این تغییر را به صورت پویا بر روی سایر معیارها و زیرمعیارها مشاهده نمود. با اعمال تغییر بر روی وزن معیارها (بر حسب ضریب تغییرات بدست آمده) حساسیت زیرمعیارها مشخص گردید. بر این اساس زیرمعیار رسوبات کواترنری (در نهایت معیار زمین شناسی) حساس ترین معیار در پهنه بندی زمین لغزش در حوزه سیاه خور اسلام آباد غرب به شمار می رود.



شکل ٤: نمایش گرافیکی تحلیل حساسیت به صورت پویا در پهنه بندی زمین لغزش

[1]. DRAG

www.SID.ir



شکل ۵: نمایش گرافیکی تحلیل حساسیت به صورت پویا در پهنه بندی زمین لغزش

بحث:

نتایج کلی مدل AHP نشان داد در بین معیارها، زمین شناسی بیشترین وزن را به خود اختصاص می دهد. همچنین در بین کلیه زیرمعیارهای موثر بر وقوع زمین لغزش؛ فاکتور فاصله کمتر از ۵۰ متر از رودخانه با وزن نهایی ۰/٦١٤ مهمترین زیرمعیار به شمار می رود. در جدول (۳) نتایج کلی مدل AHP به عنوان ورودی نرم افزار ARCMAP جهت پهنه بندی زمین لغزش به صورت وزن نهایی و ضریب وزنی کلاسی هر یک از معیارها و زیرمعیارها نشان داده شده است. منظور از ضریب وزنی کلاسی؛ ضریبی است که هنگام کلاس بندی معیارها در نرم افزار ARCMAP بر حسب درجه تأثیر هر زیرمعیار در وقوع زمین لغزش به آن داده می شود. این ضریب، عددی بین ۱۰-۱ می باشد که هرچه به سمت ۱۰ میل کند تاثیر بیشتری بر وقوع زمین لغزش خواهد داشت.

شکل ٦: نمونه ای از زمین لغزش در حوزه سیاه خور

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤: نتایج کلی مدل AHP در پهنه بندی زمین لغزش

معیارها	وزن نهایی	زیرمعیارها	وزن نهایی	ضریب وزنی کلاسی
زمین شناسی	۰/۲۱۷	Qft2	۰/۳٤۷	۱۰
		Ekn	۰/۲٤۷	۹
		emas-sb	۰/۱۸۸	۸
		kepd-gu	۰/۰۹۵	۷
		kpeam	۰/۰٦٦	٦
		peetz	۰/۰۵۸	۵
شیب	۰/۱۱۵	0-2	۰/۰۵۲	٦
		2-5	۰/۱۰٤	۷
		5-8	۰/۱۳٤	۸
		8-20	۰/۱۹۱	۹
		20-30	۰/٤۷۲	۱۰
		>30	۰/۰٤۷	۵
کاربری اراضی	۰/۱۸۹	جنگلی با پوشش خیلی کم	۰/۰۷	٦
		جنگلی با پوشش کم	۰/۰۹۲	۷
		جنگل با تاج پوشش انبوه	۰/۰٤۵	٤
		جنگل با تاج پوشش متوسط	۰/۰۵۵	۵
		زراعت دیم	۰/۱۸٦	۸
		مخلوط زراعت آبی و دیم	۰/۳۵۲	۹
		مرتع	۰/۲	۱۰
مقدار بارش (میلی متر)	۰/۱۸۱	<600	۰/۰٦۸	۵
		640	۰/۰۷۵	٦
		680	۰/۰۸۹	۷
		720	۰/۱۵۱	۸
		760	۰/۲۲۵	۹
		800	۰/۳۹۳	۱۰
فاصله از جاده (متر)	۰/۰۸۹	<50	۰/٤۸۱	۱۰
		50-100	۰/۲۲۲	۹
		100-400	۰/۱٦۲	۸
		400-700	۰/۰۸۷	۷
		>700	۰/۰٤۸	٦
فاصله از گسل (متر)	۰/۰۸۱	<50	۰/٤۸۱	۱۰
		50-100	۰/۲۲۲	۹
		100-400	۰/۱٦۲	۸
		400-1000	۰/۰۸۷	۷
		>1000	۰/۰٤۸	٦
فاصله از رودخانه (متر)	۰/۰۵۸	<50	۰/٦۱٤	۱۰
		50-100	۰/۲٦۸	۹
		100-400	۰/۱۱۷	۸
فاصله از روستا	۰/۰۳	0-50	۰/۵۳۵	۱۰
		50-500	۰/۲۷	۹
		500-1000	۰/۱۲	۸
		>1000	۰/۰۷۵	۷
جهات جغرافیایی	۰/۰٤۱	FLAT	۰/۰۳۹	۲
		N	۰/۲۰۹	۳
		NE	۰/۱۹٦	٤
		E	۰/۰۳۸	۵
		SE	۰/۱٦۳	۱۰
		S	۰/۱۱۹	۸
		SW	۰/۱۰۹	۹
		W	۰/۰٦۸	۷
		NW	۰/۰۵۸	٦

Archive of SID

www.SID.ir

پهنه بندی پتانسیل زمین لغزش:

پس از تعیین وزن و اولویت هر یک از معیارها و زیر معیارها اقدام به تهیه نقشه های موضوعی و کلاس بندی آنها بر اساس وزن های بدست آمده گردید. در نهایت بر اساس دستور Raster Calculator و بر طبق وزن‌های نهایی استخراج شده معیارها (از نرم افزار Expert choice)، نقشه های معیارها با یکدیگر تلفیق و نقشه پهنه بندی استخراج گردید. پس از کلاس بندی نقشه در چهار طبقه حساسیت بسیار بالا، حساسیت بالا، حساسیت متوسط و حساسیت کم (بر اساس وزن کلاسی نقشه خروجی) نقشه پهنه بندی نهایی زمین لغزش حوزه سیاه خور اسلام آباد غرب استخراج گردید(شکل ۷).

شکل ۷: نقشه نهایی پهنه بندی زمین لغزش در حوزه سیاه خور اسلام آباد غرب

www.SID.ir

همانگونه که از نقشه پهنه بندی زمین لغزش پیداست پراکنش زمین لغزش ها در سطح حوزه از تنوع مکانی جالبی برخوردار است. به طوری که در اکثر قسمت های حوزه مناطق حساس یا نیمه حساس به زمین لغزش به چشم می خورد. اما نواحی حساس به زمین لغزش بیشتر در نواحی شمالی، شمال غربی و مرکزی حوزه قابل مشاهده است.

نتیجه گیری

نتایج روش تحلیل سلسله مراتبی در رابطه با انتخاب مهمترین فاکتور های تاثیرگذار بر زمین لغزش نشان دهنده اهمیت فاکتورهای زمین شناسی، کاربری اراضی، باران و شیب در حوزه سیاه خور می باشد. با توجه به زمین شناسی غالباً رسوبی حوزه، تغییرات کاربری اراضی موجود از مرتع به دیم و دیم به زرعت آبی، ریزش بارش غالبا بیشتر از ٦٠٠ میلی متر و کوهستانی بودن و شیب تند دامنه ها، نتایج این روش کاملا منطقی به نظر می رسد. تحلیل نتایج مدل در رابطه با اهمیت زیرمعیارها نشان می دهد علاوه بر اهمیت عوامل طبیعی تأثیر عوامل انسانی نیز عامل مهمی در بروز پدیده زمین لغزش است. به گونه ای که در حوزه سیاه خور جاده سازی های بی برنامه و تغییرات بیش از حد کاربری اراضی غالب ترین نشانه های وقوع زمین لغزش و فرسایش خاک به شمار می آید. همچنین توسعه حریم رودخانه ها و آبراهه های عریض موجود در حوزه سبب شده وضعیت پایداری دامنه های رودخانه به هم خورده و شاهد بروز حرکات لغزشی در کناره این رودخانه ها باشیم. بررسی نقشه پهنه بندی زمین لغزش حوزه آبخیز سیاه خور حاکی از این مطلب است که بیش از ۷۰ درصد حوزه دارای پتانسیل وقوع زمین لغزش در سطوح حساس و با حساسیت متوسط بوده که این مطلب لزوم توجه به مقوله مدیریت حرکات توده ای در حوزه سیاه خور را پیش از پیش نشان می دهد. بررسی مکانی نقشه پهنه بندی نشان می دهد؛ مناطق شمالی، شمال شرقی، مرکزی و قسمت هایی از مناطق جنوب غربی حوزه از حساسیت بالایی نسبت به زمین لغزش برخوردار هستند. بررسی میدانی این مناطق نشان از صحت نتایج پهنه بندی و همچنین نتایج مدل تحلیل سلسله مراتبی دارد.

منابع

۱ـ احمدی، ح، محمدخان، ش، ۱۳۸۱، بررسی برخی از عوامل حرکت های توده ای ، مطالعه موردی: حوزه آبخیز طالقان، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۵۵

۲ـ بهنیافر، ابولفضل، هادی قنبرزاده و محمدرضا منصوری دانشور، ۱۳۸۸، پهنه بندی خطر زمین لغزش و ناپایداری دامنه ای به روش AHP و احتمال (مطالعه موردی: حوزه آبریز رودخانه کنگ، دامنه های شمالی بینالود)، مجله علمی – پژوهشی فضای جغرافیایی، سال نهم، شماره ۲۷، صفحات ۵۵ تا ۷۸.

۳ـ ثروتی، محمدرضا، هاشمی، سید یوسف، ۱۳۸٦، ژئومرفولوژی زمین لغزه های حوضه آبخیز صفارود، منطقه رامسر، مجله چشم انداز جغرافیایی بهار و تابستا ۲(٤)، صفحه ۲۰–۳۵.

٤ـ رنجبر، محسن و معمار افتخاری، محمد، ۱۳۹۱، پهنه بندی پدیده لغزش با استفاده از روش LNRF در جاده هراز (از امامزاده هاشم تا لاریجان)، مجله جغرافیا ،شماره ٤٨ ، صفحه ۱۰۷–۱۲۸.

۵ـ شریعت جعفری، محسن، ۱۳۷۵، زمین لغزش (مبانی و اصول پایداری شیب های طبیعی)، انتشارات سازه

Archive of SID

www.SID.ir

٦ـ قنواتی، عزت اله، ۱۳۹۰، پهنه بندی خطرلغزش درحوضه جاجرود بااستفاده ازروش تحلیل سلسله مراتبی، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، بهار۱۳۹۰، جلد۱۷، شماره۲۰، صفحه٦٨-٥١

۷ـ کورکی نژاد، مسعود، مجید، اونق و سپهر، عادل، ۱۳۸٤، پهنه بندی خطر زمین لغزش در حوزه آبخیز سیاه رودبار – گرگان ، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ، سال دوازدهم ، شماره سوم مرداد و شهریور

۸ـ مختاری، مجید، ۱۳۷۹، زمین لغزش اسطخری شیروان ، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۲.

۹ـ یمانی، مجتبی، شمسی پور علی اکبر، گورابی، ابوالقاسم، رحمتی، مریم، ۱۳۹۳، تعیین مرز پهنه های خطر زمین لغزش در مسیر آزاد راه خرم آباد– پل زال با روش تحلیل سلسله مراتبی – فازی، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال چهاردهم ، شماره ۳۲.

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

11-Remondo, J., Bonachea, J., Cendrero, A., 2008, Quantitative landslide risk assessment and mapping on the basis of recentoccurrences, Geomorphology, 94, 496–507.

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

13-Kouli, M.,Loupasakis, C., Soupios, P., and Vallianatos, F., 2010, Landslide hazard zonation in high risk areas of Rethymno Prefecture, Crete Island,Greece. Nat Hazards, 52: 599-621

14-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

15-Mondal, s. maiti, r., 2011, Landslide susceptibility analysis of shive_khola watershed,darjiling:A remote sensing & GIS based analytical hierarchy process (AHP).J india soc remote sens

16-Thommas, M. Voinovich, G. and Anderson, D,2010. Landslid in OHIO, The divisionof Geological Survey Geo facts Series,Geofacts.No.8 (Volume I), translated Shapur Goodarzinejad, 1377, Publishing Samt.

Archive of SID

www.SID.ir