

# ارزیابی روش پهنه بندی خطر زمین لغزش به روش حائری - سمیعی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز خلین دره استان گلستان)

محمد جمیل صیادی و فرهاد هنردوست

به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و کارشناس ارشد مدیریت مناطق بیابانی، اداره منابع طبیعی گرگان

## چکیده

زمین لغزش، حرکت توده‌ای مواد دامنه‌ای توسط نیروی ثقل و دیگر نیروها و فرآیندهای تحریک کننده است که به عنوان پدیده‌ای طبیعی و ضایعه آفرین همواره در زندگی انسانها مطرح بوده است و به طور جدی امکانات اقتصادی و در نهایت، آرامش فرد و جامعه را تهدید می‌کند. زمین لغزش، همچون سایر پدیده‌های طبیعی نتیجه حضور و تأثیر متقابل عوامل گوناگون همچون فاکتورهای ژئوفیزیکی، زمین ساختی، ژئوتکنیکی و فعالیتهای انسانی است. با تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش، می‌توان مناطق پرخطر را از مناطق کم خطر جدا کرده و نسبت به نحوه استفاده از آنها و گسترش سازه‌های عمرانی و جلوگیری از خسارات زمین لغزش برنامه‌ریزی و قانونگذاری نمود. در این مطالعه، پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در حوزه آبخیز خلین دره استان گلستان به روش حائری - سمیعی انجام شد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که ۶۱/۰۱ درصد از سطح منطقه در کلاس خطر بسیار کم و حدود ۳۰ درصد از سطح منطقه در کلاس خطر متوسط و زیاد می‌باشد. روش حائری - سمیعی کارایی لازم، در پهنه بندی خطر زمین لغزش در مقیاس بزرگ (۱:۵۰۰۰۰) را در حوزه آبخیز خلین دره ندارد. بنابراین در اثر استفاده این روش (حائری - سمیعی) در مناطق کوچک، شاخص‌های آن با توجه به ویژگیهای آبخیز منطقه تغییر داده شود تا مطالعات با دقت بیشتری انجام گردد.

**واژگان کلیدی:** پهنه بندی، خطر زمین لغزش، روش حائری - سمیعی، خلین دره

## مقدمه

زمین لغزش مانند سایر بلایای طبیعی، هر ساله خسارت جانی و مالی فراوانی را در نقاط مختلف دنیا به بار می‌آورد برای نشان دادن اهمیت آن، به پاره‌ای از این خسارات اشاره می‌شود. زمین لغزش‌های سال ۱۹۹۹ سارنوی ایتالیا، منجر به کشته شدن ۱۱۸ نفر و ناپدید شدن ۲۰۰ نفر گردید. همچنین در اثر زمین لغزش‌های سال ۱۹۹۹ که در ونزوئلا به دنبال چندین روز ریزش باران سنگین روی داد، بیش از ۲۰۰۰ نفر کشته و ۱۰ برابر این تعداد بی‌خانمان شدند (فیض نیا و همکاران، ۱۳۸۰). بر اثر زمین لغزش، خانه‌ها و تاسیسات شهری در شهرک ولیعصر تبریز تخریب شدند (حق شناس و همکاران، ۱۳۷۶). استان گلستان نیز به دلیل داشتن شرایط خاص زمین شناسی، فیزیوگرافی و آب هوایی مستعد وقوع این پدیده می‌باشد.

زمین لغزش، حرکت توده‌ای مواد دامنه‌ای توسط نیروی ثقل و دیگر نیروها و فرآیندهای تحریک کننده است. عوامل گوناگونی همچون اثر شکل زمین، ساختمان زمین شناسی، اقلیم، خاک، آب، پوشش گیاهی، شوک لرزه‌ای و اثر فعالیتهای انسان در وقوع زمین لغزش نقش دارند. زمین لغزشها بر روی تمام جنبه‌های زندگی انسان تأثیر گذار هستند و خسارت ناشی از آنها تابعی از درجه آسیب پذیری اجتماعی - اقتصادی و ترکیب شرایط محیطی جامعه است. یکی از مراحل مطالعه مدیریت زمین لغزشها، پهنه بندی خطر زمین لغزش می‌باشد که در آن یک محدوده براساس درجه خطر ناپایداری و وقوع زمین لغزش به مناطق همگن تقسیم می‌گردد (اونق، ۱۳۸۳). در این مطالعه، خطر وقوع زمین لغزش در حوزه آبخیز خلین دره استان گلستان به روش حائری - سمیعی (۱۳۷۶) پهنه‌بندی می‌گردد. در این روش از فاکتورهای لیتولوژی، زاویه شیب، راه و رودخانه، میزان بارندگی، زمین لرزه و گسل به عنوان عوامل موثر در ناپایداری دامنه‌ها استفاده می‌گردد.

## مواد و روش‌ها

حوزه آبخیز خلین دره با مساحت ۳۹۱۸ هکتار در طول جغرافیایی  $36^{\circ} 42' 20''$  تا  $36^{\circ} 46' 23''$  شرقی و عرض جغرافیایی  $54^{\circ} 49'$  تا  $54^{\circ} 49'$  شمالی قرار گرفته و یکی از زیر حوزه‌های آبخیز محمدآباد محسوب می‌شود. این حوزه در جنوب شهر فاضل آباد واقع شده است که از نظر موقعیت سیاسی جزو محدوده شهرستان علی آباد می‌باشد. حوزه مطالعاتی به دو زیر حوزه خلین دره با ارتفاع و شیب متوسط  $18/1867$  متر و  $59/12$  درصد و حوزه گنو با ارتفاع و شیب متوسط  $2/1412$  متر و  $46/76$  درصد تقسیم می‌شود. کاربری اراضی حوزه به صورت جنگل، مرتع، زراعت و مسکونی می‌باشد. متوسط بارندگی زیر حوزه‌ها، خلین دره  $4/471$  و گنو  $1/564$  میلی متر می‌باشد. بیشترین میزان بارندگی در این حوزه از آبان تا فروردین است که در این محدوده زمانی امکان ریزش برف در منطقه وجود دارد. در این مطالعه، خطر زمین لغزش در حوزه آبخیز خلین دره به روش حائری - سمیعی و در مقیاس  $1:50000$  و با استفاده از شبکه‌های سلولی  $1*1$  سانتی متر پهنه‌بندی می‌گردد که مراحل کار در ادامه تشریح می‌گردد. عوامل مختلف لیتولوژی، تندی شیب، ساختاری و طول گسل، راه و رودخانه، بارندگی، شدت بارندگی و زمین لرزه در این روش به شرح مدنظر قرار گرفتند:

۵۰۰۰۰:۱ تهیه شد و استعداد عامل زاویه شیب ( $P_1$ ) براساس جدول مربوطه (حائری- سمعی) تعیین گردید (جدول ۲).

حوزه آبخیز خلین دره از نظر زمین شناسی در پهنه گرگان - رشت می باشد و از نظر چینه شناسی شامل رسوبات پالئوزوئیک و کواترنر می باشد. استعداد عامل لیتولوژی  $P_L$  با استفاده از جدول (۱) تعیین شد. نقشه شیب حوزه آبخیز خلین دره با استفاده از نقشه توپوگرافی

جدول (۱) تعیین امتیاز عامل لیتولوژی موثر بر زمین لغزش

طبقه	نام سازند	علامت اختصاری	توصیف سنگ	ضریب $P_L$
I	لالون	E <sub>۱</sub>	ماسه سنگ کوارتزیتی و ماسه سنگهای قرمز با سیمان سیلیسی با طبقات متوسط تا ضخیم لایه	۱
II	درود روته الیکا	Pd Pr Re <sub>۲</sub> , Re <sub>۱</sub>	ماسه سنگ، ماسه سنگ کوارتزیتی، سنگ آهک، آهک رفوزولین دار سنگ آهک خاکستری با لایه بندی منظم، حاوی فسیل دیاباز لاتریت- سنگ آهک دولومیتی- آهک کرم دار	۲
III	خوش بیلاق خوش بیلاق مبارکه	DKh DKh <sub>۴</sub> C\m	ماسه سنگ، کنگلومرا، آهک مارنی، مارن، آهک مارنی، آهک، شیل خاکستری، آهک سیاه و ماسه سنگ کوارتزیتی	۳
IV	خوش بیلاق نکارمن	DKh <sub>۱</sub> Sn	ماسه سنگ کوارتزیتی، شیل، کنگومرا و آهک اسپلیت، بازالت، آندزیت	۴
VI	نسن	Ph	سنگ آهک چرت دار، ماسه سنگ، شیل	۶
X	آبرفتهای جوان رودخانه‌ای	QaL	آبرفت های جوان رودخانه‌ای	۱۰

جدول (۲) تعیین امتیاز عامل زاویه شیب موثر بر زمین لغزش

طبقه	زاویه شیب	تأثیر در ناپایداری	ضریب $P_1$
I	کمتر از ۵	بدون تأثیر	۰
II	۶-۱۵	خیلی کم	۱
III	۱۶-۲۵	کم	۲
IV	۲۶-۳۵	متوسط	۳
V	۳۶-۴۵	زیاد	۴
VI	>۴۵	خیلی زیاد	۵

۴۰ کیلومتر وجود دارد که موجب جابجایی بلوک های سنگی بزرگ در این حوزه گردیده است. استعداد اثر گسل ( $P_F$ ) بر اساس جدول مربوطه (حائری- سمعی) تعیین گردید. برای تعیین اثر طول گسل پس از تهیه نقشه ژئومرفولوژی منطقه در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ طول گسل در هر شبکه سلولی به صورت جدول (۳) اندازه گیری شد.

حوزه آبخیز خلین دره تحت تأثیر گسلهای اصلی و فرعی است که در هر دو زیر حوزه گسترش دارند مهمترین گسل در زیر حوزه خلین دره گسل چلچلی یا گسل شمال است که شاخه‌ای از گسل سراسری خاک سا- ترکه چال است و حدود ۳۵ کیلومتر طول دارد و گسل فرعی نیز در جنوب این گسل قرار دارد. در زیر حوزه گنو یک گسل سراسری بطول

جدول (۳) تعیین امتیاز عامل طول گسل موثر بر زمین لغزش

طول گسل در هر واحد شبکه بر حسب متر	کمتر از ۷۰	۷۰-۲۱۰	۲۱۰-۳۵۰	۳۵۰-۴۹۰	بیشتر از ۴۹۰
چگونگی تأثیر در ناپایداری	کم	نسبتاً کم	متوسط	نسبتاً زیاد	زیاد
ضریب P <sub>F</sub>	۱	۲	۳	۴	۵

صورت جدول (۵) به دست آمد. با توجه به مطالعات هوا و اقلیم شناسی حوزه خلین دره، متوسط بارندگی ماهانه حوزه و ضریب آنها به تفکیک دو زیر حوزه به صورت جدول (۶) محاسبه شد. ضریب تجمعی میانگین بارندگی ماهانه حوزه با توجه به جدول (۶) عدد ۲/۵ بدست آمد. ضریب P<sub>H</sub> با توجه به جدول (۷) برابر ۱ بدست آمد.

راهها و آبهای جاری به عنوان یکی از عوامل افزایش آمادگی لغزش در دامنهها (P<sub>R</sub>) به شمار می آیند. برای تعیین استعداد عامل راه و رودخانه، نقشه هیدروگرافی حوزه و نقشه راههای حوزه در مقیاس ۱:۵۰۰۰ تهیه شد. استعداد عامل راه و رودخانه بر اساس جدول (۴) از طریق اندازه گیری طول راه و رودخانه در هر شبکه سلولی تعیین گردید. برای تعیین ضریب تأثیر بارندگی ابتدا باید ضریب تجمعی میانگین ماهانه حوزه خلین دره تعیین گردد که جدول مبنای آن به

جدول (۴) تعیین امتیاز عامل راه و رودخانه موثر بر زمین لغزش

راه و رودخانه در شبکه بر حسب متر	کمتر از ۱۴۰	۱۴۰-۴۲۰	۴۲۱-۷۰۰	۷۰۱-۹۸۰	بیشتر از ۹۸۰
میزان تأثیر در ناپایداری	کم	نسبتاً کم	متوسط	نسبتاً زیاد	زیاد
ضریب P <sub>R</sub>	۱	۲	۳	۴	۵

جدول (۵) رده بندی ضریب میانگین بارندگی ماهانه

میانگین بارندگی ماهانه (میلی متر)	۰-۴۹	۵۰-۹۹	۱۰۰-۱۴۹	۱۵۰-۱۹۹	بیشتر از ۲۰۰
ضریب بارندگی ماهانه	۰	۰/۵	۱	۱/۵	۲

جدول (۶) متوسط بارندگی ماهانه در دو زیر حوزه منطقه (میلی متر)

زیر حوزه	ماه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
گنو	بارندگی	۴۸/۷	۴۲/۷	۶۰/۳	۴۶	۵۶/۱	۶۴/۸	۵۴/۵	۴۸	۲۳/۶	۱۹/۶	۲۷/۷	۳۹/۲
	ضریب	۰	۰	۰/۵	۰	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰	۰	۰	۰	۰
خلین دره	بارندگی	۳۸/۸	۳۴	۴۸	۳۷	۴۴/۷	۵۱/۶	۴۳/۴	۳۸/۳	۱۸/۸	۱۵/۶	۲۲/۱	۳۱/۲
	ضریب	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰

جدول (۷) چگونگی تأثیر میزان های انباشتگی بارندگی ماهانه در پایداری دامنه ها (حائری- سمیعی)

ضریب تجمعی میانگین بارندگی ماهانه	۰-۳	۳/۵-۶	۶/۵-۹	۹/۵-۱۲	بیشتر از ۱۲
تأثیر در ناپایداری	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
ضریب P <sub>H</sub>	۱	۲	۳	۴	۵

آماري پيرسون تيپ ۳ تبعيت مي کند. با رجوع به جدول مبنای استعداد شدت بارندگی ضريب  $T_P$  برای حوزه مطالعاتی و به شرح مندرج در جدول (۹) برابر با ۳ می باشد.

برای تعیین ضريب شدت بارندگی به پيشينه بارندگی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله نیاز است که مقادير حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته حوزه آبخيز خلين دره به صورت جدول (۸) ارائه شده است. جدول مذکور با استفاده از آمار دوره ۲۵ ساله ایستگاه سرموکه معرف حوزه مورد مطالعه می باشد بدست آمده است. داده های مزبور از توزيع

جدول (۸) مقادير حداکثر بارندگی روزانه حوزه آبخيز خلين دره با دوره با بازگشت های مختلف

۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۲	دوره بازگشت (T)
۱۷۳/۹	۱۴۷/۲	۱۲۲/۱	۹۱/۶	۷۱/۲	۴۹/۴	حداکثر بارندگی (mm)

جدول (۹) تأثیر شدت بارندگی در ایجاد رانش زمین

ضريب $T_P$	چگونگی تأثیر بر ناپایداری دامنه ها	حداکثر بارندگی $N < 10$	حداکثر بارندگی $N > 10$
۱	خیلی کم	کمتر از ۳۰ میلی متر	کمتر از ۶۰ میلی متر
۲	کم	۳۰-۵۵	۶۱-۱۲۰
۳	متوسط	۵۶-۸۰	۱۲۱-۱۸۰
۴	زیاد	۸۱-۱۰۵	۱۸۱-۲۴۰
۵	خیلی زیاد	بیشتر از ۱۰۵ میلی متر	بیشتر از ۲۴۰ میلی متر

رانش استفاده گردید که در نتیجه حوزه آبخيز خلين دره در خطر نسبی نسبتاً بالا قرار گرفت و ضريب  $T_E$  برابر ۴ بدست آمد.

برای تعیین استعداد عامل زمین لرزه از نقشه کالبد زمین شناسی ایران (وزارت مسکن، ۱۳۷۶) و جدول مبنای خطر نسبی زمین لرزه در ایجاد

جدول (۱۰) چگونگی تأثیر خطر نسبی زمین لرزه در ایجاد زمین لغزش

ضريب $T_E$	خطر نسبی هر پهنه
۱	خطر نسبی پائین
۲	خطر نسبی نسبتاً پائین
۳	خطر نسبی متوسط
۴	خطر نسبی نسبتاً بالا
۵	خطر نسبی بالا
۶	خطر نسبی بسیار بالا

که در آن  $H_{LS}$  میزان خطر ناپایداری دامنه ها،  $P_L$  استعداد عامل لیتولوژی،  $P_I$  استعداد عامل زاویه شیب،  $P_F$  استعداد عامل گسل  $P_R$  استعداد عامل راه ورودخانه،  $P_H$  استعداد عامل میزان بارندگی و رطوبت منطقه،  $T_P$  استعداد عامل شدت بارندگی  $T_E$  استعداد عامل زمین لرزه می باشد. ضرایب  $C$  بیانگر اهمیت هر یک از عوامل در مجموعه پارامترهای موثر بر ناپایداری بوده که در جدول زیر ارائه شده است.

برای پهنه بندی خطر زمین لغزش، ضريب فاکتورهای موثر در هر شبکه سلولی تعیین شد. به این منظور نقشه حوزه آبخيز خلين دره با مقیاس ۱:۵۰۰۰ به ۱:۱۹۴ سلول ۱\*۱ سانتی متر تقسیم گردید. با استفاده از فرمول ارائه شده توسط حائری- سمیعی (۱۳۷۶)، میزان خطر ناپایداری دامنه ها در هر شبکه تعیین گردید و نقشه خطر زمین لغزش حوزه آبخيز خلين دره تهیه گردید.

$$H_{LS} = (C_L P_L) (C_I P_I) (C_F P_F) (C_R P_R) (C_H P_H) (C_P T_P + C_E T_E)$$

جدول (۱۱) مقادير مربوط به ضرایب نسبی C

$C_E$	$C_P$	$C_H$	$C_R$	$C_F$	$C_I$	$C_L$	ضريب
۲	۱	۱	۰/۷۵	۰/۳۳	۱	۰/۷۵	مقدار

## نتایج و بحث

محاسبات حذف گردیده است. در نهایت طبقه بندی میزان خطر نسبی ناپایداری دامنه ها در منطقه مورد مطالعه در جدول (۱۳) و توزیع فراوانی طبقه های خطر در جدول (۱۴) خلاصه شده است. نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش حوزه خلین دره در شکل (۱) نشان داده شده است.

امتیاز عوامل مختلف موثر بر زمین لغزش در هر شبکه سلولی و تعیین کلاس خطر زمین لغزش با توجه به فرمول حائری-سمیعی محاسبه گردید. محاسبات مربوط به شبکه های سلولی ۱۷۹، ۲۰۳۲، ۹۸ به عنوان نمونه در جدول (۱۲) ارائه می شود. محاسبات در سایر شبکه سلولی دیگر مشابه همین چهار شبکه سلولی است.

لازم به توضیح است از ۱۹۴ شبکه سلولی تعداد ۲۱ عدد بدلیل اینکه در مرز حوزه قرار داشته و کمتر از نصف شبکه (حد محاسباتی) بوده، از

جدول (۱۲) امتیاز عوامل موثر بر زمین لغزش در هر شبکه سلولی و تعیین کلاس نهایی خطر در هر شبکه

شماره سلول	لیتولوژی P <sub>L</sub>	شیب P <sub>I</sub>	گسل P <sub>F</sub>	راه و رودخانه P <sub>R</sub>	شدت بارندگی T <sub>P</sub>	زمین لرزه T <sub>E</sub>	بارندگی L <sub>H</sub>	امتیاز هر شبکه سلولی H <sub>LS</sub>	کلاس خطر هر شبکه سلولی
۲	۳	۵	۳	۱	۳	۴	۱	۹۱/۸۸	۳
۳۲	۱	۵	۵	۳	۳	۴	۱	۱۵۳/۱۴	۴
۹۸	۴	۴	۴	۴	۳	۴	۱	۵۲۲/۷۲	۵
۱۷۹	۳	۲	-	۵	۳	۴	۱	۰	۱

جدول (۱۳) طبقه بندی میزان خطر نسبی ناپایداری دامنه ها

مقادیر بدست آمده از خطر	۰	۱-۳۰	۳۱-۱۲۰	۱۲۱-۴۸۰	۴۸۱-۱۷۵۰	۱۷۵۱-۷۵۰۰	>۷۵۰۰
رده	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
میزان خطر	بدون خطر	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	بسیار زیاد	فوق العاده زیاد

جدول (۱۴) توزیع فراوانی کلاسهای خطر وقوع زمین لغزش حوزه آبخیز خلین دره

رده	کلاس خطر	مساحت به هکتار	درصد فراوانی
۱	بدون خطر	۲۳۹۰/۶	۶۱/۰۱
۳	کم	۳۳۱/۶	۸/۲۱
۴	متوسط	۸۵۷/۶	۲۱/۸۸
۵	زیاد	۳۴۸/۴	۸/۹
جمع	-	۳۹۱۸/۲	۱۰۰

خطر بسیار کم قرار دارد. نتایج نشان می دهد از آنجا که روش حائری-سمیعی (۱۳۷۶) با استفاده از شبکه های سلولی ۲/۵ سانتی متر و با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ مبادرت به تهیه نقشه های پهنه بندی خطر زمین لغزش برای استانهای شمالی کشور نموده است، پهنه بندی با استفاده از این روش در حوزه آبخیز خلین دره که از حوزه های شمالی کشور محسوب می گردد به کمک نقشه های بزرگ مقیاس (۱:۵۰۰۰۰) کارایی لازم را ندارد و از طرفی معیارهای ارزیابی برای پهنه بندی خطر زمین لغزش از منطقه ای به منطقه دیگر و از محلی به محل دیگر متفاوت است به عبارت دیگر هر چه معیارها و شاخص های پهنه بندی زمین لغزش بصورت بخشی و محلی باشد تعیین کلاس خطر زمین لغزش دارای دقت بالایی خواهد داشت. در اثر استفاده این روش (حائری-سمیعی) در مناطق کوچک، شاخص های آن با توجه به

## جمع بندی

با توجه به نتایج و نقشه خطر زمین لغزش حوزه آبخیز خلین دره، بیشترین مساحت حوزه (۶۱/۰۱ درصد) در کلاس بدون خطر قرار می گیرد. در این حوزه کلاس خطر بسیار کم، بسیار زیاد و فوق العاده زیاد (با توجه به روش حائری-سمیعی) دیده نمی شود. شرایط آب و هوایی منطقه، تغییر کاربری اراضی از جنگل به زمینهای کشاورزی، گسل و لیتولوژی منطقه باعث شده تا حوزه آبخیز خلین دره نسبت به زمین لغزش، استعداد آسیب پذیری داشته باشد به طوری که حدود ۳۰ درصد از منطقه در کلاس خطر متوسط و زیاد می باشد.

پس از تهیه نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش به منظور ارزیابی کار آبی روش فوق، نقشه پهنه بندی با واقعیت طبیعی حوزه تطبیق داده شد و مشاهده گردید که بعضی از زمین لغزشها در محدوده کلاس

استان مازندران فصلنامه علمی - پژوهشی علوم زمین، شماره ۲۳-۲۴: ۱۵-۲

۳- حق شناس، ا.، م.ک.، جعفری، و ع. کمک پناه، ۱۳۷۶. مجموعه مقالات دومین سمینار زمین لغزه و کاهش خسارتهای آن. انتشارات سازمان تحقیقات و مسکن، ۴۰۹ص.

۴- فیض نیا، س.، ج. احمدی، و محمد حسن زاده. ۱۳۸۰، پهنه‌بندی خطر زمین لغزش حوزه آبخیز شلمانرود در استان گیلان، مجله منابع طبیعی ایران، ۵۴ (۳).

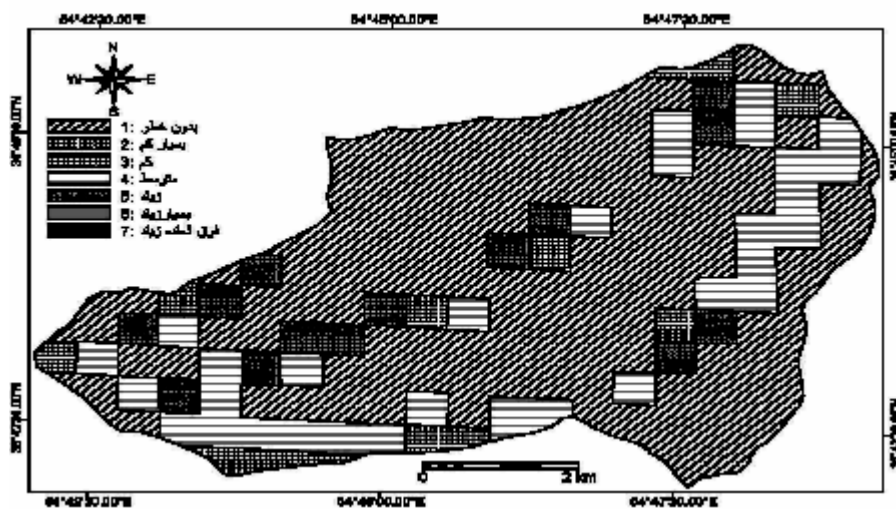
۵- وزارت مسکن، ۱۳۷۶. پهنه‌بندی خطر زمین لرزه در ایران، براساس طرح کالبدی ملی ایران.

ویژگیهای آبخیز منطقه تغییر داده شود تا نتایج بدست آمده با مشاهدات زمینی و واقعیت تطبیق بیشتری یافته و مطالعات با دقت بیشتر انجام گردد.

### منابع

۱- اونق، م. ۱۳۸۲. حرکت های توده‌ای زمین. جزوه درسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۲- حائری، س.م. و ا.ح.، سمیعی، ۱۳۷۶. روش جدید پهنه‌بندی مناطق شبیدار در برابر خطر زمین لغزش با تکیه بر بررسی های پهنه‌بندی



شکل (۱) نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش حوزه خلین دره

Archive of SID