

ارزیابی و پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در منطقه ولدیان با استفاده از روش آنبالاگان، شرق شهرستان خوی*

دکتر حسن حاجی حسینلو^۱، مهسا مقدم دیزج هریک^۲

^۱ استادیار گروه زمین‌شناسی (تکتونیک)، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران

^۲ کارشناس ارشد، گروه زمین‌شناسی، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۴/۲۰

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱/۳۰

چکیده

زمین‌لغزش‌ها از جمله بلایای طبیعی محسوب شده که هر ساله خسارات جانی و مالی قابل ملاحظه‌ای به جوامع بشری وارد می‌آورند. در راستای اجتناب از خطر، شاید به‌طور مستقیم قابل سنجش‌ترین نوع خطر باشد. تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش برای تعیین مناطق با خطر بالا در همین راستا صورت می‌گیرد. هدف از این مقاله بررسی خطر زمین‌لغزش روستای ولدیان از طریق تهیه لایه‌های اطلاعاتی و عوامل مؤثر بر خطر وقوع زمین‌لغزش با استفاده از سامانه اطلاعات مکانی و روش آنبالاگان در مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ است. لایه‌های اطلاعاتی زمین‌شناسی، شیب، بارندگی، زلزله و جهت شیب به‌عنوان عوامل مؤثر بر خطر وقوع زمین‌لغزش منطقه شناسایی و به منظور تحلیل خطر مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج تحلیل نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش به‌دست آمده مشخص نمود که حدود ۹٪ از سطح روستا در محدوده خطر «خیلی بالا» و ۳۳٪ در محدوده خطر «بالا» قرار می‌گیرد. این واقعیت بیان‌گر حساسیت زیاد روستا نسبت به پدیده لغزش است.

کلید واژه‌ها: زمین‌لغزش، پهنه‌بندی، آنبالاگان، ولدیان

۱- مقدمه:

توجه به موضوع بلایای طبیعی به خصوص زمین‌لغزش از اهمیت بسزایی برخوردار است. لذا شناخت عوامل مؤثر در موضوع و پیشینه تحقیق، ضرورت مطالعه و چگونگی آن را بیان می‌کند از این رو کلیه عوامل ذاتی مؤثر در لغزش دامنه‌ها شامل شرایط اقلیمی، ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی منطقه و نیز بررسی لرزه زمین‌ساخت و لرزه‌خیزی منطقه مورد توجه قرار گرفته است.

* این مقاله مستخرج از پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد می‌باشد.

^۱ نویسنده عهده دار مکاتبات:

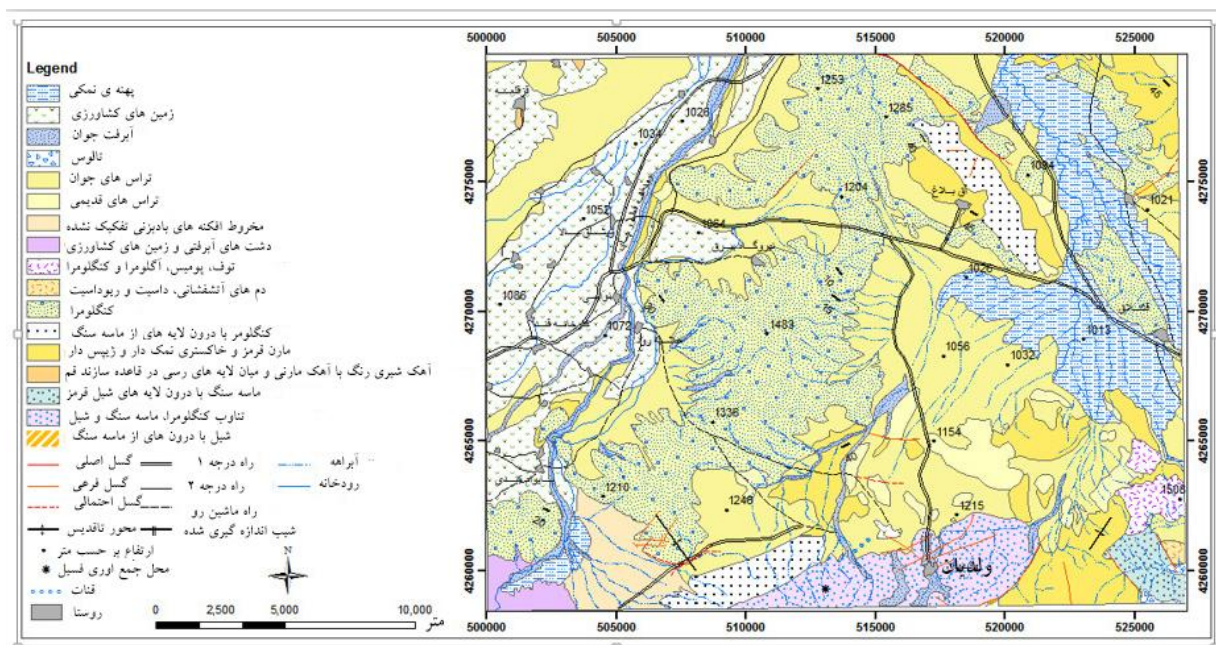
تعریف و طبقه‌بندی زمین‌لغزش و نیز بیان پارامترهای به وجود آورنده‌ی آن به خصوص تأثیر فعالیت‌های انسانی بر محیط زیست امکان مطالعه موضوع با آزمایشات ژئوتکنیکی و بررسی‌های صحرایی را فراهم می‌کند. با توجه به نتایج بررسی‌های صورت گرفته، پایدارسازی منطقه با ارائه‌ی راهکارهای تغییر هندسه شیب و روش‌های هیدرولوژیکی، بیولوژیکی و مهندسی مورد بررسی قرار گرفته است. با مطالعه لغزش صورت گرفته در منطقه، عوامل به وجود آورنده و تشدید کننده‌ی آن شناسایی شده و به ارائه‌ی راهکارهای مناسب و قابل اجرا در محدوده‌ی طرح پرداخته شده است.

۲- مواد و روش‌ها:

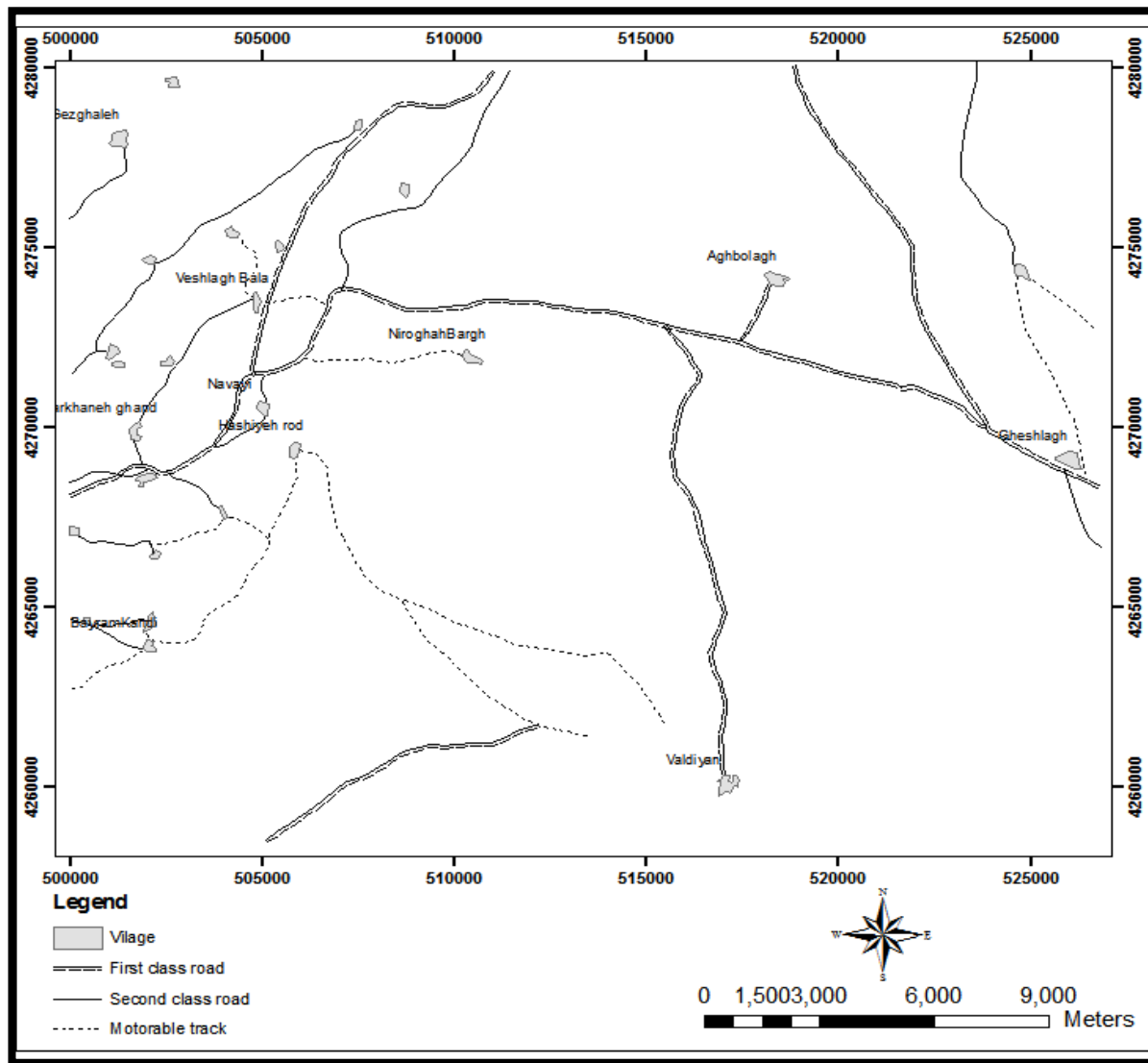
۲-۱- ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه روستای ولدیان:

منطقه‌ی مورد پژوهش در شمال غرب ایران، در استان آذربایجان غربی، شرق شهرستان خوی، بخش ایواوغلی و جزیی از نقشه‌ی چهار گوش ۱:۱۰۰۰۰۰ خوی و تسوج را شامل می‌شود و مختصات جغرافیایی آن شامل ۸۸/۸۹ تا ۳۸° ۲۹'۲۰ شمالی ۴/۴۴ تا ۴۵°۱۹'۴۰ شرقی. منطقه مورد مطالعه بر اساس تقسیم‌بندی واحدهای ساختمانی ایران (Stöcklin, 1968) بخشی از کمربند دگرگونی - فیولیتی زون سنندج - سیرجان می‌باشد (شکل شماره ۱).

منطقه‌ی ولدیان جزو مناطق پرخطر بوده و از نظر زمین‌شناسی در منطقه فعال تکتونیک قرار دارد و شامل روستاهای ارسی، آغشلو، باغ درق، چشمه، زارغان، مهلزان، نوایی، ولدیان، ویشلق سفلی، ویشلق علیا می‌باشد.



شکل ۱: نقشه زمین‌شناسی ساده شده منطقه مورد مطالعه (قرشی و ارشدی، ۱۹۷۸ و رادفر و امینی، ۱۳۷۸ و مطالعات صحرایی)



شکل ۲: نقشه راه‌های منطقه مورد مطالعه (اقتباس از قرشی و ارشدی، ۱۹۷۸)

۲-۲- روش گردآوری اطلاعات:

این مقاله نیز مانند سایر مطالعات نیاز به بررسی‌های صحرائی و آزمایشگاهی دارد. در مطالعات صحرائی برداشت داده‌ها مربوط به ساختارها و درزنگاری توسط دستگاه کمپاس و برای تعیین موقعیت جغرافیایی آن‌ها توسط دستگاه جی پی اس صورت گرفته است.

۲-۳- نقشه‌های عوامل موثر در زمین لغزش:

در این مقاله از نقشه توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ و نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰۰ استفاده شده است ابتدا از روی نقشه توپوگرافی، در محیط Arc map، نقشه‌های شیب، آبراهه‌ها، مدل رقومی، نقشه تطبیق راه‌ها با زمین لغزش‌ها تهیه شد.

۲-۴- روش تحقیق:

محققین مختلف جهت پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در مناطق گوناگون بسته به اهمیت و تاثیر پارامترهای مختلف روش‌هایی را ارائه نموده‌اند که غالباً در مقیاس‌های محلی توانسته‌اند نقشه‌هایی با دقت و صحت مناسب تولید نمایند. توجه به این نکته ضروری است که استفاده از این روش‌ها و تعمیم آن‌ها برای دیگر مناطق، مستلزم تشابه نسبی بین دو منطقه از نظر شرایط اقلیمی، زمین‌شناسی و... برای انتخاب پارامترها و یکسان بودن میزان نقش و اهمیت پارامترهای به کار گرفته شده جهت استفاده از وزن‌های پیشنهادی است. لذا در مواردی که برای استفاده روش‌های مذکور باید اولاً در هر دو منطقه عوامل تقریباً مشابهی در ایجاد ناپایداری‌ها موثر باشند و ثانیاً امتیازهای نسبت داده شده به گروه‌های پارامتری و کلاس‌های آن‌ها با شرایط منطقه هماهنگ گردد. در زیر به چند نمونه از این روش‌ها اشاره می‌گردد.

- روش مورا - وارسون
- روش آنبالاگان
- روش کاناگاوا
- روش استیونسون
- روش گوپتا
- روش حائری - سمیعی

در این مقاله از روش آنبالاگان استفاده شده است که مقادیر وزنی که برای طبقه‌بندی نقشه‌های عامل مختلف در نظر گرفته می‌شود از ۰ تا ۱۰ می‌باشند که نشان‌گر اهمیت زمین‌لغزش می‌باشد. حداکثر امتیاز برای رده‌های متفاوت بر اساس جدول ۱ تعیین می‌گردد. عدد ۱۰ نشانگر حداکثر مقدار خطر برای هر واحد می‌باشد. نتایج امتیازدهی نهایی هر واحد، بر مبنای حداقل ۱ و حداکثر ۱۰ استخراج شده و بر اساس جدول ۲ پایداری و ناپایداری واحدها تعیین شده و پهنه‌بندی خطر آن‌ها صورت گرفته است.

جدول (۱): عوامل ناپایداری دامنه‌ای و حداکثر امتیازدهی به آنها براساس روش آنبالاگان

| عوامل موثر در ناپایداری | حداکثر امتیاز دهی |
|-------------------------|-------------------|
| لیتولوژی | ۲ |
| تراکم شبکه آبراهه‌ها | ۲ |
| هندسه شیب | ۲ |
| گسل‌ها | ۲ |
| کاربری اراضی | ۲ |
| جمع کل امتیازات: | ۱۰ |

جدول (۲): معیار پهنه‌بندی خطر ناپایداری دامنه‌ای براساس امتیاز کل به روش آنبالاگان

| رده | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ |
|----------------|-------------|----------|----------|------------|------------|
| جمع امتیاز | کمتر از ۳/۵ | ۳/۵ تا ۵ | ۵/۱ تا ۶ | ۶/۱ تا ۷/۵ | بیش از ۷/۵ |
| میزان خطر پهنه | بسیار کم | کم | متوسط | بالا | بسیار بالا |

۲-۵- اقلیم منطقه مورد مطالعه

۲-۵-۱- دما

متوسط دمای سالیانه ثبت شده در ایستگاه سینوپتیک خوی در طی دوره آماری (۲۰۱۳ - ۱۹۸۳)، ۱۲/۲ درجه سانتی‌گراد است. سردترین ماه سال دی‌ماه با ۱/۱- درجه و گرم‌ترین ماه سال مردادماه با ۲۴/۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. حداکثر مطلق دمای هوای خوی در این دوره آماری ۴۱/۶ درجه در مردادماه و حداقل مطلق دمای ثبت شده ۲۵/۸- درجه سانتی‌گراد و متعلق به دیماه می‌باشد. جدول (۳) و شکل (۳) وضعیت پارامترهای دمایی خوی را نمایش می‌دهد.

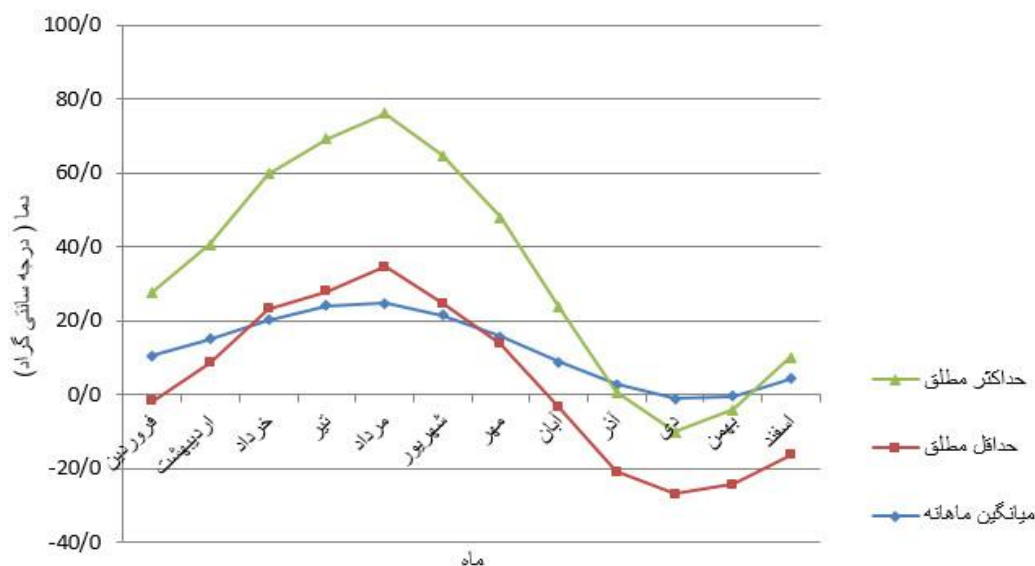
جدول (۳): مقادیر پارامترهای دما در ایستگاه خوی (اقتباس از سازمان هواشناسی کشور)

| پارامترهای دما | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر | مرداد | شهریور | مهر | آبان | آذر | دی | بهمن | اسفند | سالانه |
|----------------|---------|----------|-------|------|-------|--------|------|-------|-------|-------|------|-------|--------|
| میانگین ماهانه | ۱۰/۱ | ۱۵/۱ | ۲۰/۲ | ۲۴/۲ | ۲۴/۲ | ۲۱/۴ | ۱۵/۱ | ۸/۷ | ۲/۸ | ۱/۱- | ۳/۰- | ۴/۳ | ۱۲/۱ |
| حداقل مطلق | ۱/۱۱- | ۶/۵- | ۳ | ۲/۸ | ۷/۵ | ۲/۲ | ۷/۱- | ۱/۲۱- | ۶/۳۲- | ۷/۵۲- | ۳۲- | ۶/۰۲- | ۷/۵۲- |
| حداکثر مطلق | ۳/۵۱ | ۳۲ | ۳۶/۳ | ۴۱/۳ | ۴۱/۳ | ۴۰ | ۳۴/۳ | ۴۸ | ۳/۱۱ | ۷/۶۱ | ۲/۰۲ | ۳/۶۵ | ۴۱/۳ |

۲-۵-۲- یخبندان

مطالعه و بررسی تعداد روزهای یخبندان خوی (یعنی روزهایی که دمای هوا به زیر صفر درجه می‌رسد) نشان می‌دهد که دی ماه با ۲۵ روز یخبندان در ماه بیشترین روزهای یخبندان در بین سایر ماه‌های سال را به خود اختصاص داده است. تعداد روزهای یخبندان در بهمن ۲۴ روز و در اسفند ۱۶ روز است. از بین ماه‌های فصل بهار فقط در فروردین ۳ روز یخبندان اتفاق می‌افتد و از اردیبهشت تا مهرماه، دمای زیر صفر مشاهده نمی‌شود. و آبان با ۷ روز و آذر با ۱۹ روز یخبندان تعداد روزهای یخبندان فصل پاییز را نشان می‌دهند. مجموع تعداد روزهای همراه با یخبندان در سال در شهر خوی معادل ۹۴ روز در سال است که تقریباً رقم قابل توجهی است و باید در انواع برنامه‌ریزی‌ها مورد توجه قرار گیرد. جدول (۴) تعداد روزهای یخبندان در خوی را نشان می‌دهد.

ارزیابی و پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در منطقه ولدیان با استفاده از روش آنالاکان، شرق شهرستان خوی



شکل ۳: تغییرات دما در طول سال در ایستگاه سینوپتیک خوی

جدول (۴): تعداد روزهای یخبندان در ایستگاه هواشناسی خوی (اقتباس از سازمان هواشناسی کشور)

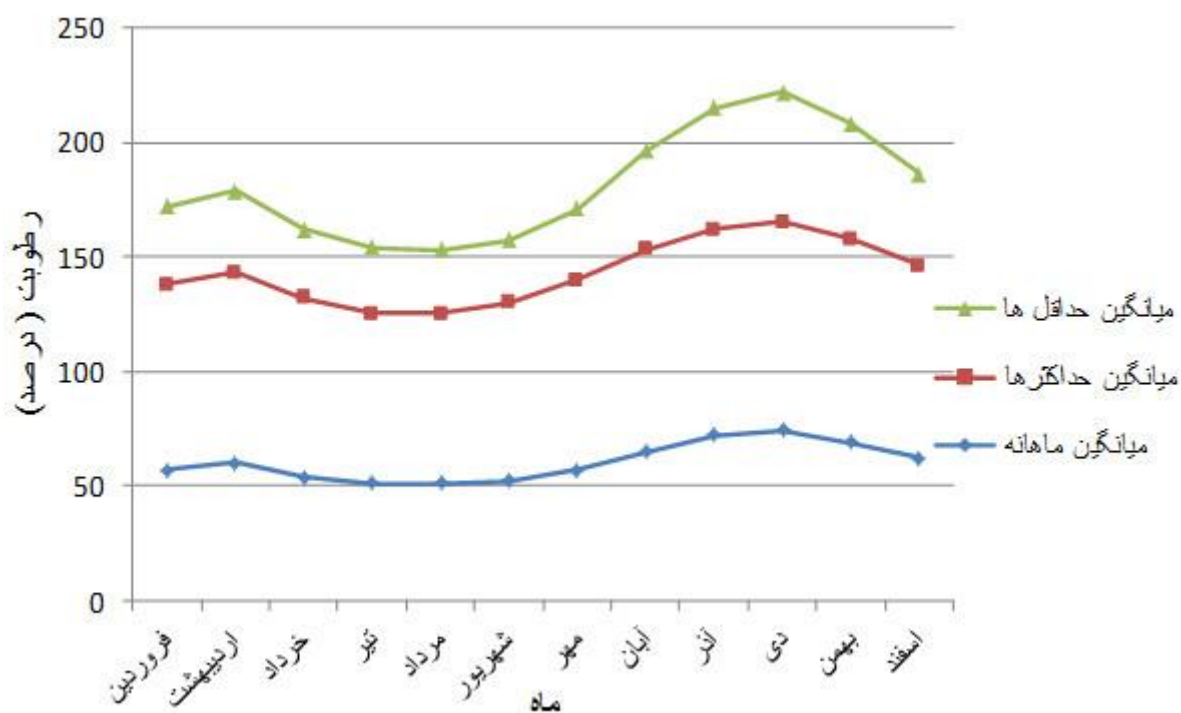
| ماه ایستگاه | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر | مرداد | شهریور | مهر | آبان | آذر | دی | بهمن | اسفند | سالانه |
|----------------|---------|----------|-------|-----|-------|--------|-----|------|-----|----|------|-------|--------|
| خوی | ۳ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۷ | ۱۹ | ۲۵ | ۲۴ | ۱۶ | ۶۴ |

۲-۵-۳- وضعیت رطوبت نسبی هوا

اطلاعات مربوط به میانگین‌های حداکثر، حداقل رطوبت نسبی هوا و نیز متوسط ماهانه این پارامتر در خوی طی جدول (۵) ارائه شده است. مطالعه افزایش و کاهش پارامترهای رطوبت نسبی هوا در این جدول مشخص می‌سازد که با شروع فصل پاییز و هم‌زمان با آغاز فعالیت سیستم‌های هواشناسی باران‌زا در کشور، مقادیر رطوبت نسبی افزایش می‌یابد. با ادامه فصل سرد و گسترش فعالیت توده‌های هوا و سیستم‌های باران‌زا که منطبق با افزایش رطوبت نسبی هواست، دمای هوای خوی رو به کاهش گذاشته و فعالیت مراکز پرفشار سیبری و مناطق قطبی و گسترش دامنه امواج سرمایی آن‌ها به درون فلات ایران و فعال شدن مراکز کم فشار مدیترانه‌ای باعث کاهش دما و افزایش رطوبت هوا در خوی می‌شود. بیشترین میانگین ماهیانه رطوبت نسبی در خوی به دی‌ماه تعلق دارد که سردترین ماه این شهر است. مقدار میانگین ماهیانه رطوبت نسبی در دی‌ماه ۷۴ درصد است که بیشترین میزان رطوبت نسبی را به خود اختصاص داده است و کمترین مقدار میانگین رطوبت نسبی هوا در طول سال مربوط به ماه‌های تیر و مرداد با میزان ۵۱ درصد می‌باشد. میانگین سالانه رطوبت نسبی هوا در خوی ۶۰/۴ درصد است. در خوی میانگین سالانه حداکثرهای رطوبت نسبی ۸۳ درصد و میانگین حداقل‌های آن ۳۸ درصد محاسبه شده است. شکل (۴) وضعیت پارامترهای رطوبت نسبی در ایستگاه سینوپتیک خوی را نشان می‌دهد.

جدول (۵): مقادیر رطوبت نسبی در ایستگاه خوی (اقتباس از سازمان هواشناسی کشور)

| پارامترهای رطوبت نسبی | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر | مرداد | شهریور | مهر | آبان | آذر | دی | بهمن | اسفند | سالانه |
|-----------------------|---------|----------|-------|-----|-------|--------|-----|------|-----|----|------|-------|--------|
| میانگین ماهانه | ۵۷ | ۶۰ | ۵۴ | ۵۱ | ۵۱ | ۵۲ | ۵۷ | ۶۵ | ۷۲ | ۷۴ | ۶۹ | ۶۲ | ۶۰/۴ |
| میانگین حداکثرها | ۸۱ | ۸۳ | ۷۸ | ۷۴ | ۷۴ | ۷۸ | ۸۳ | ۸۸ | ۹۰ | ۹۱ | ۸۹ | ۸۴ | ۸۳ |
| میانگین حداقلها | ۳۴ | ۳۶ | ۳۰ | ۲۹ | ۲۸ | ۲۷ | ۳۱ | ۴۳ | ۵۳ | ۵۷ | ۵۰ | ۴۰ | ۳۸ |



شکل ۴: وضعیت پارامترهای رطوبت نسبی در ایستگاه سینوپتیک خوی

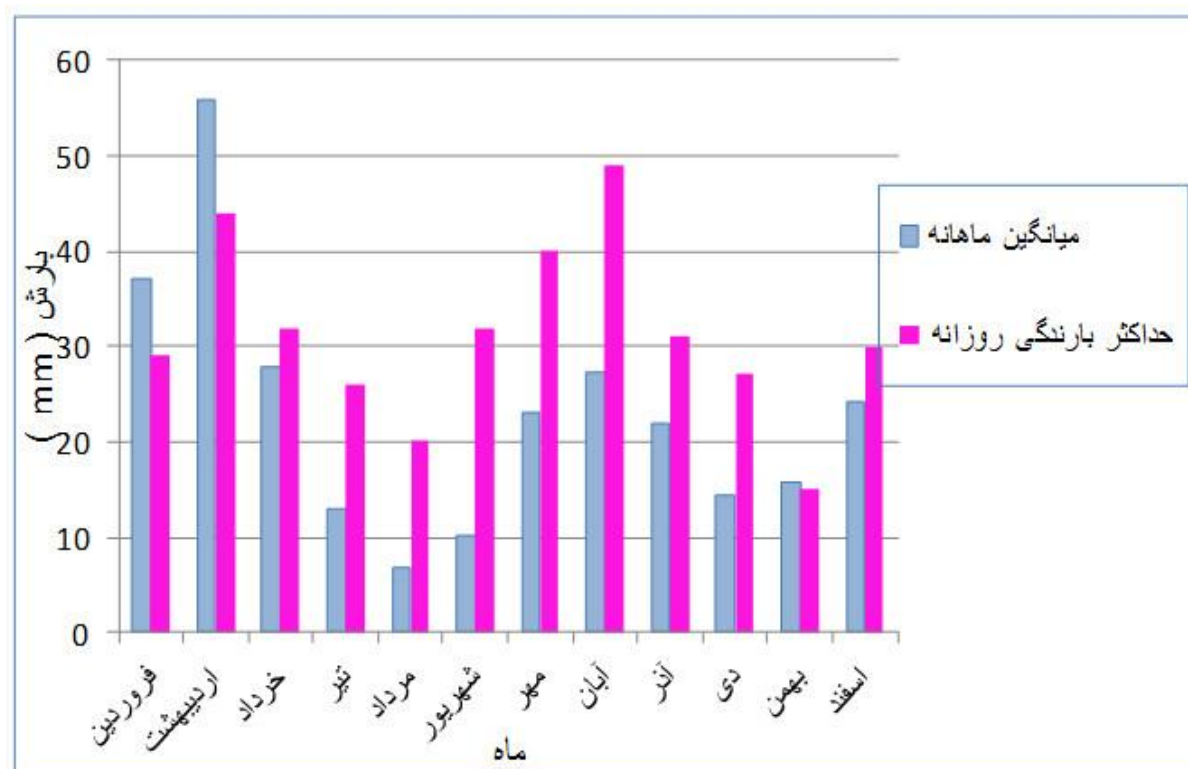
۲-۵-۴- وضعیت بارش

در شهرستان خوی در تمام ماه‌های سال احتمال ریزش باران وجود دارد اما بیشترین بارندگی در فصل بهار و اواخر زمستان رخ می‌دهد. پرباران‌ترین ماه از نظر بارش در خوی اردیبهشت با ۵۵/۸ میلی‌متر و کم باران‌ترین ماه، مرداد با ۶/۹ میلی‌متر بارش می‌باشد. مجموع بارش سالانه ۲۷۷/۴ میلی‌متر است. حداکثر بارش روزانه رخ داده در خوی برابر ۴۹ میلی‌متر است که مربوط به آبان ماه است. جدول (۶) و شکل (۵) وضعیت این پارامترها را نشان می‌دهند.

ارزیابی و پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در منطقه ولدیان با استفاده از روش آنبالاگان، شرق شهرستان خوی

جدول (۶): مقادیر پارامترهای بارندگی در ایستگاه خوی (اقتباس از سازمان هواشناسی کشور)

| پارامتر | ماه | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر | مرداد | شهریور | مهر | آبان | آذر | دی | بهمن | اسفند | سالانه |
|-----------------------|-----|---------|----------|-------|------|-------|--------|-----|------|------|------|------|-------|--------|
| میانگین ماهانه | | ۳۷/۱ | ۵۵/۵ | ۲۷/۸ | ۱۲/۹ | ۶۹ | ۱۰۲ | ۲۳ | ۲۷/۴ | ۲۱/۹ | ۱۴/۴ | ۱۵/۹ | ۲۴/۱ | ۲۷۷/۴ |
| حداکثر بارندگی روزانه | | ۲۹ | ۴۴ | ۳۲ | ۲۶ | ۲۰ | ۳۲ | ۴۰ | ۴۹ | ۳۱ | ۲۷ | ۱۵ | ۳۰ | ۴۹ |



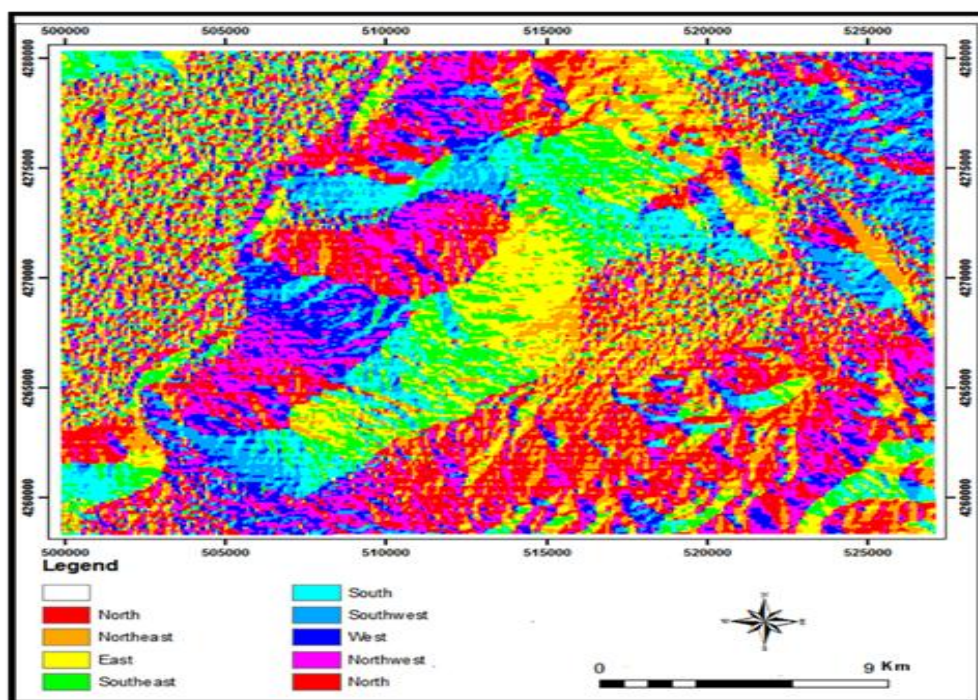
شکل ۵: نمودار پارامترهای بارش در ایستگاه سینوپتیک خوی

۲-۶- تهیه نقشه شیب:

با استفاده از روش آنبالاگان می‌توان نقشه جهت شیب را نیز تهیه کرد که همان‌طور که دیده می‌شود هر منطقه-ای که در جهت خاصی قرار گرفته باشد با رنگ مخصوص خود در نقشه به نمایش گذاشته شده است (شکل ۶) برای پهنه‌بندی میزان خطر در منطقه‌ی مورد مطالعه از نقشه‌های جهت شیب زمین با استناد به نظرات کارشناسی به دلیل اهمیت استفاده خواهد شد.

استفاده از نقشه‌ی آنبالاگان، نقشه‌ی شیب منطقه‌ی مورد مطالعه تهیه شده است با توجه به پیمایش‌های صحرائی

بیشترین ریزش‌های سنگی در شیب‌های زیاد اتفاق افتاده است و همچنان که با پلات کردن نقاط حادثه ساز بر روی نقشه‌ی شیب منطقه‌ی مورد مطالعه مشخص می‌شود که بیشتر آن‌ها در شیب‌های بین درجه (۱۷-۲۲/۵) و (۲-۱۱) اتفاق افتاده‌اند. یعنی بیشترین نقاط پرخطر در مناطق با شیب کم تا متوسط قرار گرفته‌اند و این نشان دهنده‌ی مهم بودن عامل تکتونیک و شیب منطقه در ارزیابی مخاطرات منطقه‌ی مورد مطالعه می‌باشد (شکل ۶). با رعایت اصول مورد تأکید روش آنبالاگان، در مورد عامل شیب، امتیازدهی به واحدها در ۵ رده صورت گرفته که عبارتند از: شیب بسیار تند (پرتگاهها و صخره‌ها) با زاویه بیش از ۴۵ درجه، شیب تند با زاویه بین ۳۶-۴۵ درجه، شیب نسبتاً تند با زاویه ۲۶-۳۵ درجه، شیب ملایم با زاویه ۱۶-۲۵ درجه و شیب بسیار ملایم با زاویه کمتر از ۱۵ درجه مشخص شده‌اند (شریعت جعفری، ۱۳۷۵). در این طبقه‌بندی ۲۵/۶ درصد از منطقه در شیب کم‌تر از ۱۵ درجه و ۳۹/۱ درصد در شیب بین ۱۶-۲۵ درجه و ۳۳/۲۸ درصد در شیب بین ۲۶-۳۵ درجه و ۱/۹ درصد در شیب ۳۶-۴۵ درجه و از ۰/۰۶ درصد در شیب بیشتر از ۴۵ درجه قرار دارد.



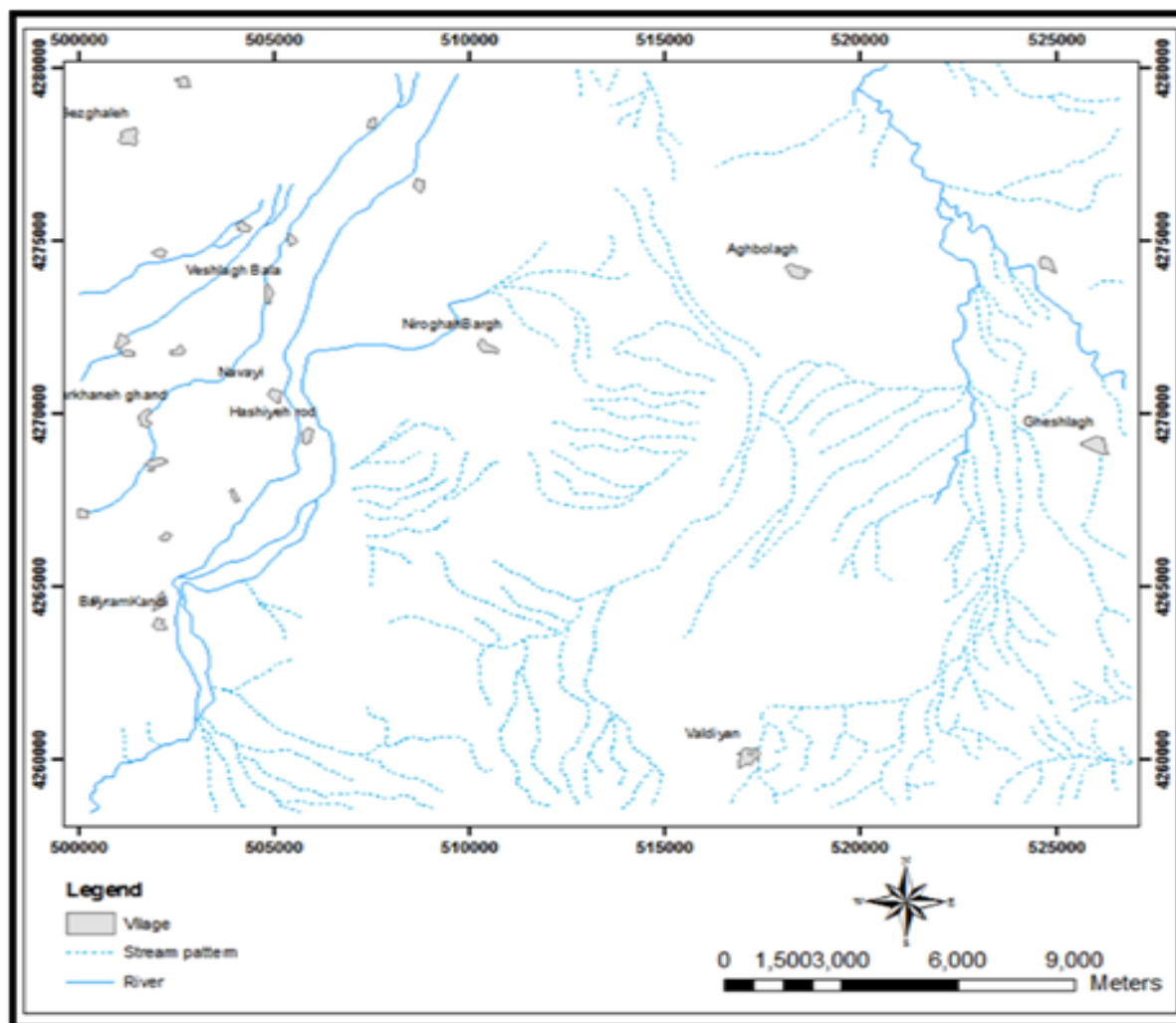
شکل ۶: نقشه جهت شیب دامنه‌های منطقه مورد مطالعه

۲-۷- تراکم شبکه آبراهه:

آب‌های جاری یکی از عوامل افزایش رویداد لغزش در دامنه‌ها به‌شمار می‌روند؛ به همین دلیل مجموع طول رودخانه‌ها در هر شبکه سلولی به عنوان عاملی در افزایش پتانسیل ناپایداری دامنه‌ها در نظر گرفته می‌شود. دامنه‌هایی که دارای شیب کم‌تری باشند، تراکم آبراهه‌ها بیشتر بوده، تراکم لغزش‌ها افزایش می‌یابد، این امر نقش مهم تراکم آبراهه‌ها را در ایجاد لغزش‌ها نشان می‌دهد. اما در جایی که شیب دامنه افزایش می‌یابد، میزان تراکم آبراهه‌ها

ارزیابی و پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در منطقه ولدیان با استفاده از روش آنبالاگان، شرق شهرستان خوی

پایین آمده به تبع حرکات توده‌ای نیز کم‌تر می‌شود. شکل ۷ نتایج حاصل از تابع تراکم شبکه آبراهه را در منطقه ولدیان نشان می‌دهد. که از رودخانه‌های مهم منطقه می‌توان قازان چایی و قطور چایی را نام برد.



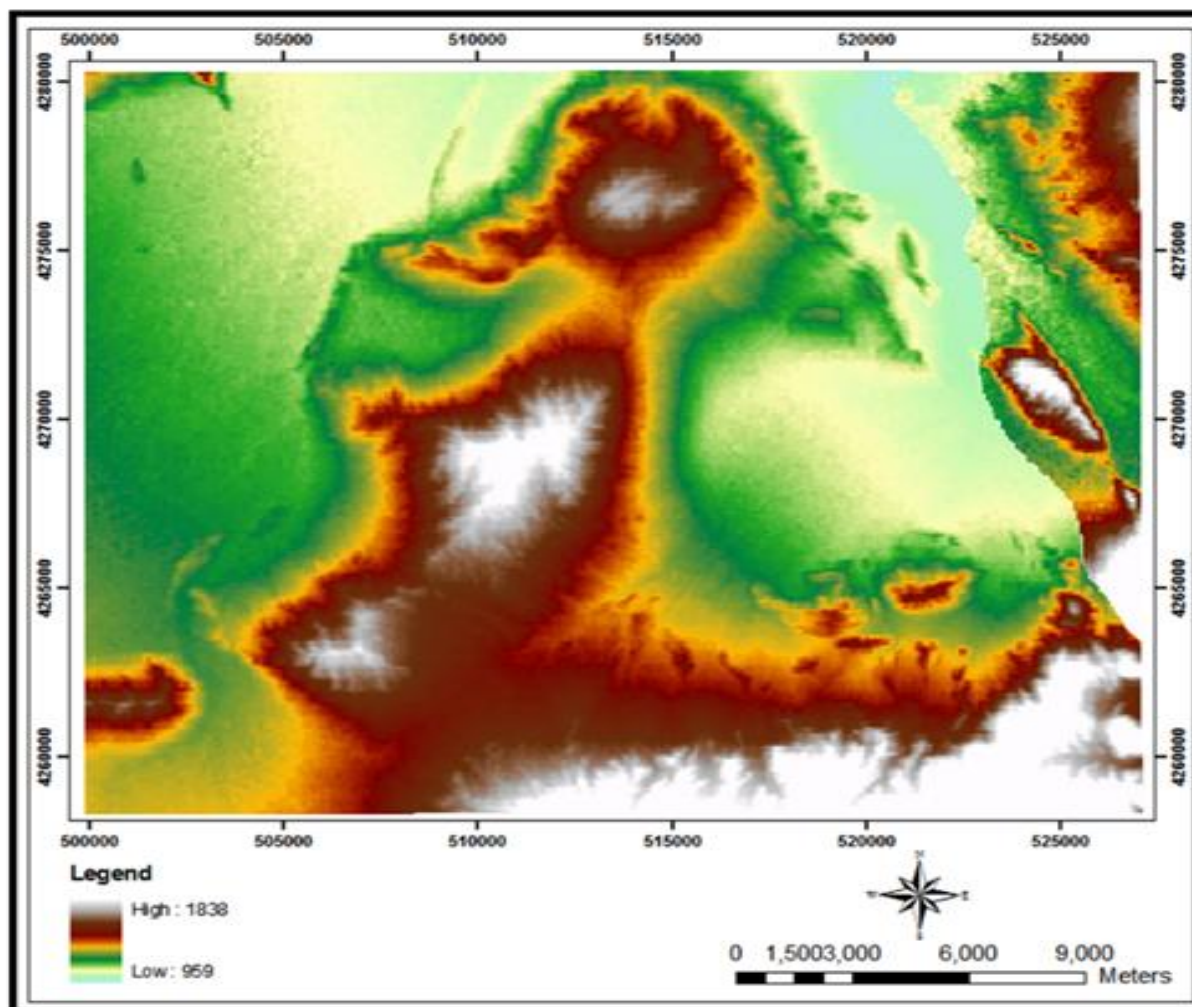
شکل ۷: نقشه رودخانه‌های منطقه مورد مطالعه

۲-۸- مدل رقومی ارتفاع

برای تهیه مدل رقومی ارتفاعی منطقه مورد مطالعه از داده‌های ارتفاعی نقشه های رقومی ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان نقشه برداری استفاده شده است. این حوضه دارای اختلاف ارتفاعی بیش از ۸۷۹ متر است به طوری که ارتفاع زمین در کوه ولدیان و قزل آغاج ۱۸۳۸ متر و در خروجی حوضه ۹۵۹ متر می‌باشد. شرایط طبیعی آن از نظر میزان بارش دریافتی، نوع بارش، روزهای یخبندان، درجه شیب و غیره با افزایش ارتفاع تغییر می‌کند. شکل ۸ تغییرات ارتفاع را نشان می‌دهد. زمین‌لغزش‌های مشاهده شده در سطوح ارتفاعی مورد مطالعه قرار گرفت.

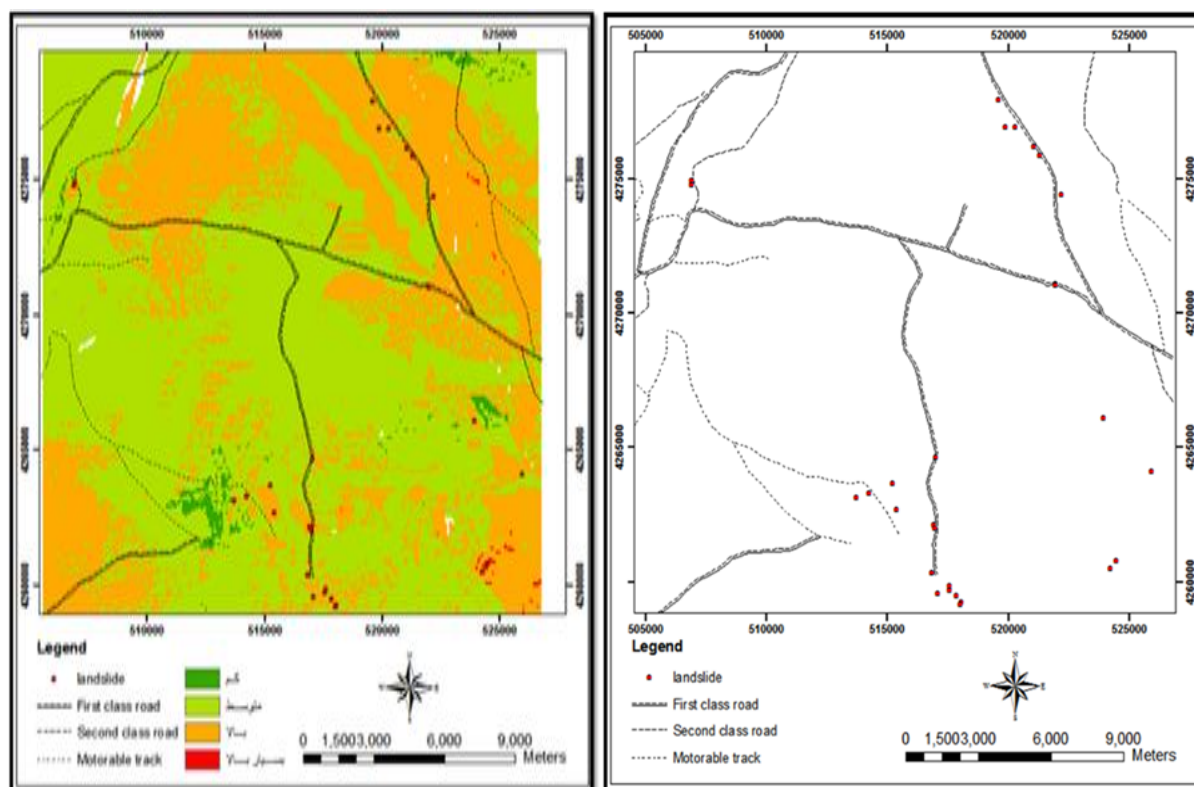
بر اساس شکل فوق بیش‌ترین مساحت حوضه در طبقه ارتفاعی ۱۰۰۰-۱۳۰۰ قرار دارد اما پراکندگی بیش‌ترین حرکات لغزشی در طبقه ارتفاعی ۱۲۰۰-۱۵۰۰ است با حرکت به سمت کف دره و ارتفاعات بالاتر این شرایط

ضعیف تر شده است به طوری که در طبقه ارتفاعی ۱۱۰۰ متر و بالاتر از ۱۵۰۰ متر حرکات لغزشی است بسیار ضعیف شده است و حتی دیگر اثری از آن‌ها مشاهده نمی‌شود.



شکل ۸: نقشه مدل ارتفاعی رقومی منطقه مورد مطالعه

و همان‌طور که در شکل تطبیق زمین‌لغزش‌های منطقه و پهنه‌های خطر زمین‌لغزش دیده می‌شود اکثر راه‌های روستایی در این بخش با خطر بالا و قسمتی از جاده اصلی در پهنه‌ای با خطر متوسط و بسیار بالا قرار گرفته است (شکل‌های ۹ و ۱۰). و بیش از ۶۰٪ زمین‌لغزش‌های منطقه در کم‌تر از ۵۰ متری یا نزدیک جاده‌ها رخ می‌دهند. حدود ۳۳ درصد از زمین لغزش‌ها بر روی جاده‌های اصلی رخ می‌دهد. از حدود ۲۷ زمین لغزش ۹ زمین لغزش بر روی جاده‌های اصلی رخ داده است. در نتیجه جاده‌های اصلی از نظر زمین لغزش پر خطر هستند.



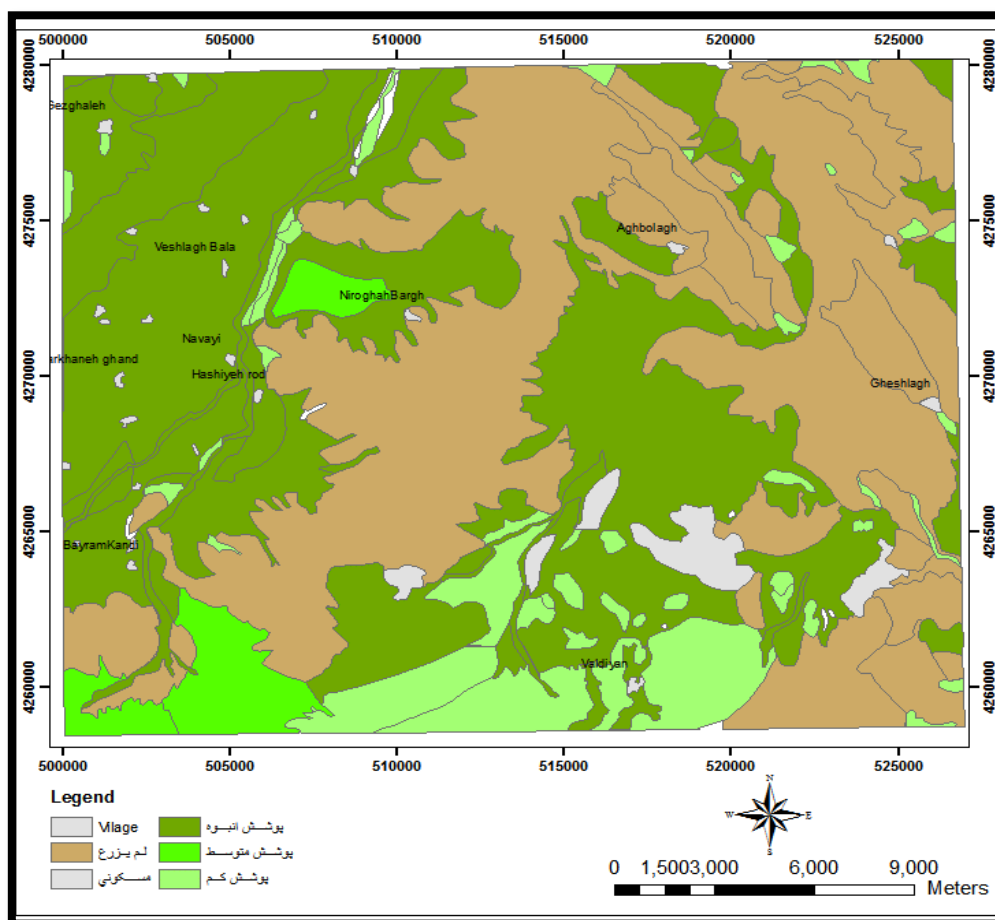
شکل ۱۰: نقشه تطبیق زمین‌لغزش‌های منطقه و پهنه‌های

خطر زمین‌لغزش منطقه مورد مطالعه

شکل ۹: نقشه راه‌ها و زمین‌لغزش‌های منطقه

۲-۹- کاربری زمین

در منطقه مورد مطالعه با توجه به ویژگی‌های توپوگرافی، نقش انسان بیش‌تر مشاهده می‌شود چرا که اراضی مسطح و یا نسبتاً هموار جهت ساخت و ساز و کشاورزی زیاد است. ۵۰ درصد از مساحت حوضه توسط درختان اشغال شده است این امر با توجه به قرارگیری در شیب‌های بالا می‌تواند علتی بر افزایش وزن توده مواد دامنه‌های حوضه باشد و حرکات لغزشی را در این دامنه‌ها تشدید کند. بر اساس شکل ۱۱ بیش‌ترین حرکات لغزشی در کاربری جنگلی مشاهده می‌شود. این موضوع به دو دلیل باشد، اولاً بعد از حرکات لغزشی به دلیل کاهش شیب، شرایط تشکیل خاک مساعدتر شده و نتیجتاً درصد قابل ملاحظه‌ای از پوشش گیاهی جنگلی در این توده‌های فرو افتاده پدید آمده‌اند. در ثانی وزن سنگین پوشش‌های جنگلی بر دامنه‌های پر شیب حوضه و افزایش توان نفوذپذیری دامنه پوشش گیاهی را تقویت می‌کند. پس از پوشش جنگلی، بیشترین وسعت حرکات لغزشی به ترتیب در کاربری مرتعی و اراضی کشاورزی مشاهده می‌شود. این موضع شاید تأیید کننده نقش و اهمیت فعالیت‌های انسان در برهم زدن تعادل محیط باشد. واحدهای مختلف کاربری زمین شامل منطقه مسکونی، باغات، مزارع، زمینهای مراتع و لم‌یزرع است. نقشه کاربری زمین از روی عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و بازدیدهای صحرائی ترسیم و تکمیل شده است. امتیازدهی به دسته‌بندی فوق صورت گرفته و به ترتیب امتیازهای داده شده عبارتند از: ۰/۸، ۰/۶۵، ۱/۲ و ۲ برای منطقه مسکونی، مزارع، باغات، مراتع و لم‌یزرع.

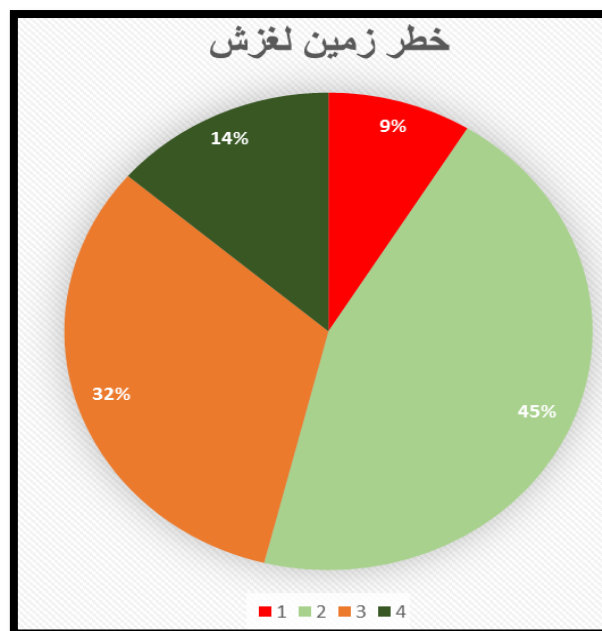


شکل ۱۱: نقشه کاربری و پوشش زمین برای منطقه

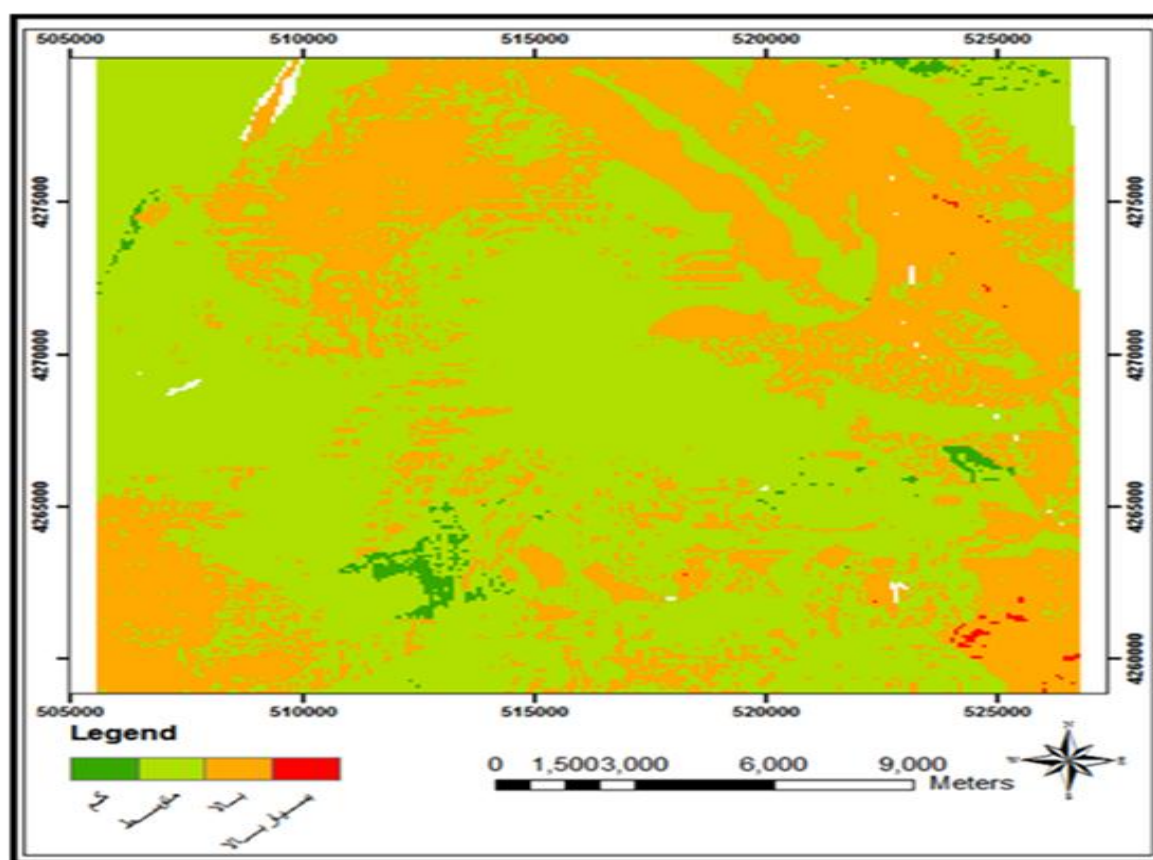
۲-۱۰- مقایسه منطقه‌های مختلف روستای ولدیان از نظر میزان خطرپذیری آن‌ها

از ۱۰۰٪ کل مناطق مورد پژوهش حدود ۴۶٪ آن در پهنه با خطر متوسط و ۳۲٪ آن در پهنه با خطر بالا و حدود ۱۴٪ آن در پهنه با خطر کم و ۹٪ آن در پهنه با خطر بسیار بالا قرار گرفته است (شکل ۱۲). در این محدوده روستای حیدرآباد در پهنه با خطر زیاد و روستای قزلجه در پهنای با خطر کم قرار گرفته است. بیشترین تجمع مناطق پرخطر در شمال شرق و جنوب و جنوب شرق است و همان‌طور که در شکل تطبیق زمین لغزش‌های منطقه و پهن‌های خطر زمین لغزش دیده می‌شود اکثر راه‌های روستایی در این بخش با خطر بالا و قسمتی از جاده اصلی در پهنه‌ای با خطر متوسط و بسیار بالا قرار گرفته است. با انطباق نقشه پهنه‌بندی خطر ناپایداری دامنه‌ها با نقشه پراکندگی زمین لغزش‌های منطقه، مشاهده می‌شود بیشتر زمین لغزش‌ها بر روی پهنه‌هایی با خطر بالا و خطر متوسط رخ داده است، که در شکل ۱۳ نمایش داده شده است. با توجه به نقشه بیشتر زمین لغزش‌ها در واحدهای مارنی و شیلی اتفاق افتاده‌اند. در امتیازدهی بر اساس لیتولوژی برای سنگ‌های غالب منطقه از حداکثر امتیاز ۲، امتیازهای زیر داده شده است: ماسه سنگ و کنگلومرا ۱، مارن ۱/۳، شیل ۱/۸ و نهشته‌های کواترنری و نهشته‌های واریزه‌ای از ۰/۸ تا ۲ براساس نوع و میزان تراکم منظور شده است. آبرفت‌ها و نهشته‌های واریزه‌ای و کواترنری معمولاً باثبات نیستند و لغزش‌ها در آن‌ها، به ویژه در بخش شمال شرقی منطقه، گسترش زیادی دارند. تحریک‌پذیری حرکات دامنه‌ای

مذکور در مواد سست آبرفتی و واریزه‌ای، از طریق به هم خوردن شیب دامنه‌ها با تغییر کاربری زمین از مراتع به زمین‌های مزروعی و مسکونی و همچنین احداث جاده صورت می‌گیرد.



شکل ۱۲: نمودار پهنه‌بندی خطر زمین لغزش



شکل ۱۳: نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش منطقه مورد مطالعه

۲-۱۱- گسل‌های منطقه:

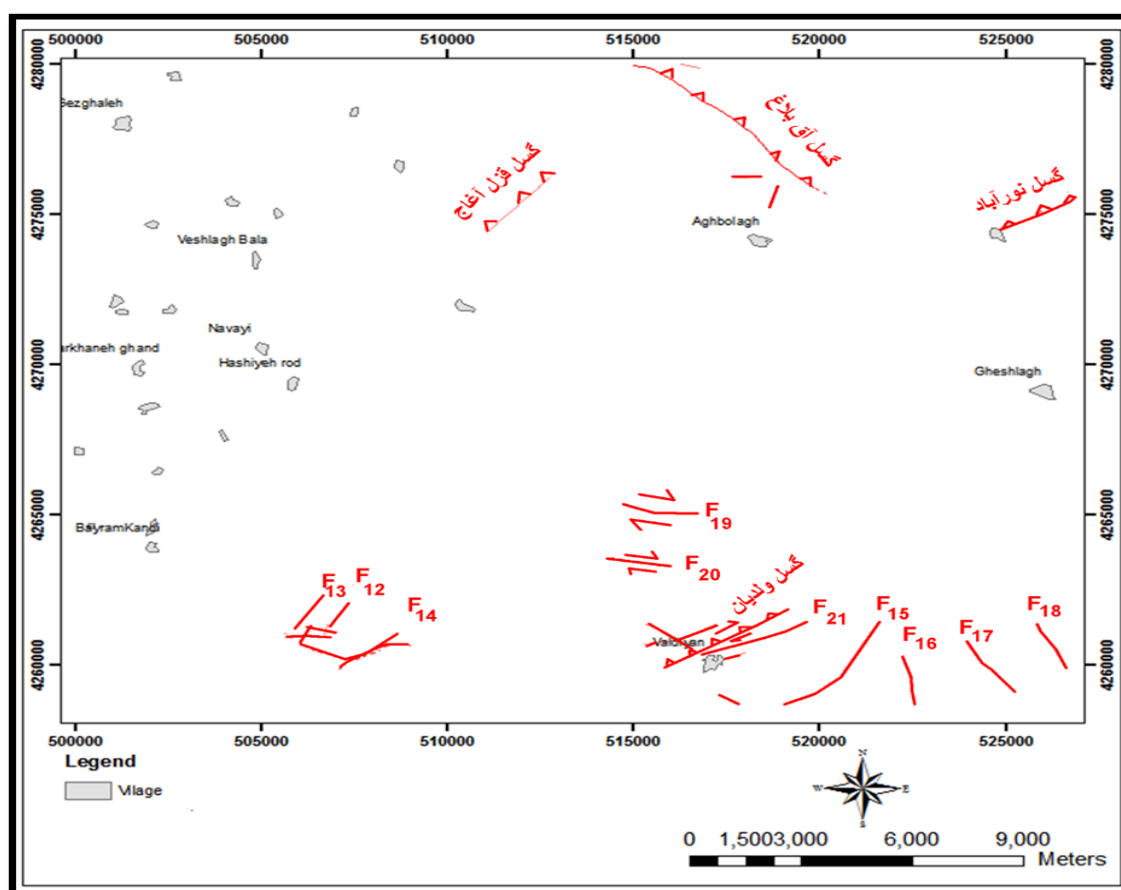
گسل ولدیان و گسل نورآباد و آق بلاغ از دسته گسل‌هایی هستند که نهشته‌های آبرفتی یا کوهپایه‌ای کوتاه‌تر را بریده و سنگ‌های نئوژن روی کوتاه‌تر قرار گرفته بنابراین از آن‌ها جوان‌تر بوده است. که از مطالعات صحرایی، عکس‌های هوایی، نقشه‌های زمین‌شناسی تشخیص داده شده است. که در سازند قرمز بالایی قرار گرفته و جنس تشکیل دهنده آن‌ها مارن \square^s به سن (میوژن) که نئوژن گفته می‌شود است در راستای این گسل (گسل ولدیان) سازندهای نئوژن بر روی \square^s قرار گرفته‌اند گسل‌های شیب‌لغز با سازوکار نرمال از چیرگی برخوردار هستند همچنین راستای غالب گسل‌ها منطقه شمال شرق - جنوب غرب است.

گسل‌های اصلی منطقه:

۱- گسل ولدیان

۲- گسل آق بلاغ

۳- گسل نورآباد که هر سه از نوع گسل‌های رانده است اما بیشتر گسل‌های منطقه را گسل‌های عادی تشکیل می‌دهند (شکل ۱۴).

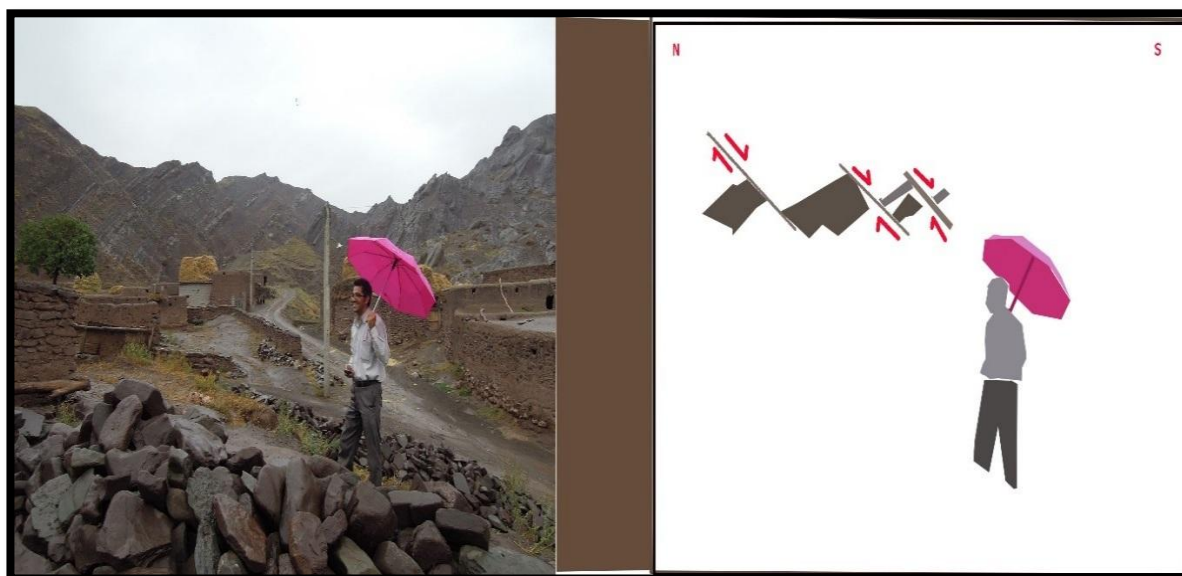


شکل ۱۴: تهیه نقشه گسل‌های منطقه ولدیان با استفاده از نرم‌افزار جی‌آی‌آس

به مجموعه‌ای از گسل‌های فرعی که روی گسل جدایشی قرار دارند و شیب آن‌ها در جهت شیب گسل جدایشی است گسل‌های هم‌سو گفته می‌شود (حاجی حسینلو، ۱۳۹۱). این گسل‌های هم‌سو با گسل اصلی منطقه (گسل ولدیان) است (شکل‌های ۱۵ و ۱۶). گسل ولدیان و گسل نورآباد و آق بلاغ از دسته گسل‌هایی هستند که نهشته‌های آبرفتی یا کوهپایه‌ای کواترنر را بریده و سنگ‌های نئوژن روی کواترنر قرار گرفته بنابراین از آن‌ها جوان‌تر بوده است. که از مطالعات صحرائی، عکس‌های هوایی، نقشه‌های زمین‌شناسی تشخیص داده شده است. که در سازند قرمز بالایی قرار گرفته و جنس تشکیل دهنده آن‌ها مارن \square^s به سن (میوژن) که نئوژن گفته می‌شود است در راستای این گسل (گسل ولدیان) سازندهای نئوژن بر روی \square^s قرار گرفته‌اند گسل‌های شیب‌لغز با سازوکار نرمال در ایجاد چین‌خوردگی از چیرگی برخوردار هستند همچنین راستای غالب گسل‌ها منطقه شمال شرق - جنوب غرب است. برای امتیازدهی و ارزیابی دقیق‌تر، وضعیت گسل‌خوردگی و لایه‌بندی در نظر گرفته شده که با همپوشانی کردن دامنه‌ها با نقشه‌های گسل و لایه‌بندی، بیشترین امتیازات به دامنه‌هایی تعلق گرفته که اولاً نزدیک به گسل بوده و ثانیاً شیب دامنه هم‌جهت با شیب لایه‌بندی است. در صورتی که شیب دامنه بیش از شیب سطوح لایه بندی باشد، دامنه‌ها دارای استعداد لغزش بیشتری هستند ولی در دامنه‌هایی که به دور از گسل و امتداد لایه‌بندی در خلاف جهت شیب دامنه باشند، استعداد لغزش در آن‌ها پایین بوده و پایدار خواهند بود.



شکل ۱۵: نمایی از گسل‌های نرمال هم‌سو در منطقه‌ی ولدیان



شکل ۱۶: نمای دیگر از گسل‌های نرمال هم‌سو در منطقه‌ی ولدیان

۳- نتیجه‌گیری:

- ۱- مهم‌ترین عامل ایجاد لغزش در روستاهای مهلزان، زارغان، باغ درق تأثیر بارش‌های سنگین به صورت افزایش فشار منفذی مصالح شیروانی و افزایش بار و همچنین شیب و جنس مصالح مستعد لغزش و وجود برخی منابع آب و از همه مهم‌تر وجود گسل تسوج در راستای شمال‌شرق - جنوب‌غرب باعث مستعد شدن زمین‌لغزش در محدوده روستاها می‌شود.
- ۲- در جاده خوی - ولدیان، تحرک شدید گسل‌های راندگی و گسل‌های مخفی موجب خردشدگی شدید سنگ‌ها و ایجاد درزه و شکستگی‌های بی‌شماری شده است.
- ۳- با توجه به تغییرات آب و هوایی در طول سال در منطقه‌ی مورد مطالعه، عامل اقلیم به همراه عامل تکتونیک باعث فرسایش شدید رخنمون‌های منطقه شده است و حجم واریزه‌ها را در پای کوه‌ها افزایش داده است.
- ۴- با انطباق هر یک از نقشه‌ها و نقشه پراکندگی زمین‌لغزش‌ها و با استفاده از نرم افزار ArcGIS اثبات شده است که بیشتر زمین‌لغزش‌های منطقه در مناطق گسل‌خورده و تکتونیزه شده دیده می‌شوند. در ضمن، در جاهایی که سطح آب زیرزمینی بالاتر از سطح زمین است در تشدید یافتن این پدیده نیز مؤثر بوده است.
- ۵- تکتونیزه شدن منطقه‌ی مورد مطالعه دلیل اصلی ریزش‌های سنگی در منطقه است بنابراین همچنان که در نقشه‌ی پهنه‌بندی میزان خطر در منطقه مشاهده می‌شود. روستاها و راه‌های ارتباطی تحت تأثیر گسل‌ها و ریزش‌های دامنه‌ی در مناطق با خطر زیاد قرار دارند.

۴- منابع:

- ۱- حاجی حسینلو، ح.، ۱۳۹۱، تحلیل ساختاری زون برشی شمال خوی، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات تهران، ۱۳۹ صفحه.

- ۲- شریعت جعفری، محسن، (۱۳۷۵)، زمین لغزش (مبانی و اصول پایداری شیب‌های طبیعی)، انتشارات سازه، تهران.
- ۳- مشاری، س و همکاران، پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با روش آن بالاگان در محیط GIS (مطالعه موردی: حوضه پهنه کلا - تجن ساری)، اولین کنفرانس بین المللی تغییرات محیطی منطقه خزری دانشگاه مازندران، بابل، شهریور ۱۳۸۷.
- ۴- مقدم دیزج‌هریک، م.، ۱۳۹۴، بررسی گسل خوردگی فعال و مخاطرات طبیعی منطقه ولدیان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد تکتونیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی (به راهنمایی دکتر حسن حاجی حسینلو).
- ۵- قرشی، م.، ارشدی، س.، (۱۹۷۸) نقشه زمین‌شناسی چهار گوش خوی. مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی کشور.

- 6- Haji Hosseinlou, H., Solgi, A., Mohajjel, M., Pourkermani, M., (2013). Deformation path partitioning within the transpressional Khoy shear zone, Zagros orogen, NW Iran. Life Science Journal, Volume 10, Number 4s.
- 7- Hassanipak, A.A., Ghazi, M., 2000. Petrology, geochemistry and tectonic setting of the Khoy ophiolite, northwest Iran: implications for Tethyan tectonics. J. Asian Earth Sci 18, 109–121.
- 8- Khalatbari-Jafari, M., Juteau, T., Bellon, H., Whitechurch, H., Cotten, J., Emami, H., 2004. New geological, geochronological and geochemical investigations on the Khoy ophiolites and related formations, NW Iran. J. Asian Earth Sci 23, 507–535.
- 9- Karakhanian, A.S., Trifonov, V.G., Philip, H., Hessami, K., Jamali, F., Bayraktutan, M.H., Bagdassarian, H., Arakelian, S., Davtian, V., Adilkhanyan. A., 2004. Active faulting and natural hazards in Armenia, eastern Turkey and northwestern Iran. Tectonophysics 380, 189- 219.
- 10- Monsef, I., Rahgoshay, M., Mohajjel, M., Shafaii Moghadam, H., 2010. Peridotites from the Khoy ophiolite complex, NW Iran: evidences of mantle dynamics in a Supra-Subduction-zone context. J. Asian Earth Sci 38, 105–120.