مهندسی فناوری اطلاعات مکانی

سال یکم، شماره اول، پاییز ۱۳۹۲
Vol.1, No.2, Autumn 2013

ارزیابی مدل‌های پهنه‌بندی آماری دومتغیره زمین‌لغزش، با استفاده از GIS در حوضه آبخیز دز علیا

احمد نصرآزادانی*[۱]، اکبر قاضی‌فرد[۲]، کورش شیرانی[۳]، همایون صفایی[۴]

۱- پژوهشگر مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان
۲- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان
۳- پژوهشگر مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان
۴- دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۱۰/۲۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۹/۱۰

چکیده

شناسایی و تأثیر حرکات توده‌ای به عنوان یکی از جلوه‌های فرسایش در تهدید مناطق مسکونی، مزارع، مخازن سدها، جاده‌ها و جز اینها اهمیت ویژه‌ای دارد. منطقه پیشکوه با وسعت ۱۲۷ کیلومترمربع در غربی‌ترین بخش استان اصفهان و در ۸۰ کیلومتری غرب شهرستان فریدونشهر قرار دارد. به‌منظور انجام مطالعات ابتدا با استفاده از عکس هوایی، داده‌های ماهواره‌ای Landsat TM و پیمایش صحرایی پراکنش زمین‌لغزش‌ها در گسترهٔ مورد مطالعه مشخص گردید. در مرحله بعد عوامل مؤثر در وقوع زمین‌لغزش شامل لیتولوژی، شیب، فاصله از آبراهه، فاصله از گسل، فاصله از جاده، بارندگی سالیانه و پوشش گیاهی شناسایی گردید. سپس با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و نرم‌افزارهای ILWIS و Arc GIS و براساس پارامترهای مؤثر در لغزش، نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش تهیه گردید. برای انجام پهنه‌بندی منطقه، از روش‌های دومتغیره آنالیز ارزش اطلاعاتی و تراکم سطح استفاده شد. در نهایت مشخص گردید که پارامترهای لیتولوژی، پوشش گیاهی و بارندگی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در وقوع زمین‌لغزش به‌شمار می‌آیند. مقایسه دو روش پهنه‌بندی آماری دو متغیره با استفاده از دو شاخص LI و DR، نشان می‌دهد که روش آنالیز ارزش اطلاعاتی، پهنه‌های با خطر بالا و بسیار بالا را بهتر از روش تراکم سطح از هم متمایز می‌کند. همچنین در هر دو روش، پهنه‌های با خطر کم و متوسط به خوبی از یکدیگر متمایز نمی‌شود. بنابراین روش پهنه‌بندیِ ارزش اطلاعاتی در مقایسه با روش تراکم سطح برای منطقه مورد مطالعه مناسب‌تر است و ارجحیت دارد.

کلیدواژه‌ها: پیشکوه، فریدونشهر، پهنه‌بندی، زمین‌لغزش، GIS، LI، DR.

* نویسنده مکاتبه‌کننده: اصفهان، خ آتشگاه، محله آزادان، بن‌بست رئوف، پ ۴
تلفن: ۰۹۱۳۸۰۳۳۶۸۰

Email: nasr1360ah@yahoo.com

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.29252/jgit.1.1.65]

۱- مقدمه

کشور ما ایران از جمله سرزمین‌هایی است که شرایط توپوگرافی، زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، تکتونیکی و اقلیمی‌اش آن را از نظر حرکات دامنه‌ای مستعد ساخته است. زمین‌لغزه‌ها، خاک‌روانه‌ها و سایر انواع حرکات توده‌ای در اکثر مواقع بهترین خاک کشاورزی را به سوی جاده‌ها، دامنه ارتفاعات، اعماق رودخانه‌ها، مناطق مسکونی و مخازن سدها می‌کشانند [۱] و موجب انسداد راه‌ها، از بین رفتن اراضی زراعی، تخریب مکان‌ها و باغ‌ها، و در نهایت هدر رفتن مقادیر عظیمی از خاک می‌گردد [۲].

به طور کلی پهنه‌بندی زمین‌لغزش عبارت است از تقسیم‌بندی سطح زمین به مناطق مجزا و رتبه‌بندی کردن این مناطق، براساس درجه واقعی یا پتانسیل خطر ناشی از بروز زمین‌لغزش یا دیگر حرکات توده‌ای روی شیب‌ها [۳]. به جرئت می‌توان گفت که از جمله حساس‌ترین و مهم‌ترین مسائل در پروژه‌های عمرانی، همچون انتخاب مسیر احداث بزرگراه‌ها و راه‌های اصلی و فرعی کوهستانی، انتخاب محل احداث سدهای خاکی و بتنی و همچنن آب‌بندها و کانال‌های انتقال آب، احداث تونل‌های عبور و مرور، طرح‌هایی همچون توسعه جنگل‌ها و مراتع طبیعی و هرگونه توسعه معدنی در گرو مطالعه پایداری شیب‌های طبیعی منطقه است.

۲- سابقه تحقیق

سابقه استفاده از روش‌های آماری برای پیش‌بینی خطر ناپایداری شیب‌ها در دنیا عموماً از دهه ۱۹۹۰ به بعد مشاهده می‌شود. سارولی (۲۰۰۱) با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و روش آماری رگرسیون چندمتغیره اقدام به پهنه‌بندی و ایجاد نقشه حساسیت به زمین‌لغزش در منطقه یانگین کشور کره کرده است. لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده شامل شیب، جهت شیب، ضخامت خاک، فاصله از آبراهه، کاربری اراضی و پوشش گیاهی هستند. صحت نقشه پهنه‌بندی لغزش با نقشه پراکندگی لغزش‌ها مقایسه گردیده و براساس روش آماری رگرسیونی، نتایج خوبی به‌دست آمده است [۴].

گوزتی و همکاران (۲۰۰۰) در ایتالیا نقشه عوامل مؤثر بر لغزش را با روش آماری چندمتغیره، ژئومورفولوژی و نقشه خطر زمین‌لغزش مقایسه و اشاره کردند که هر چه نقشه‌های عامل دقت بیشتری داشته باشند پهنه‌بندی زمین‌لغزش دقیق‌تر خواهد بود [۵]. مورات و همکاران (۲۰۰۲) با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره، روش هندسی، ژئومورفولوژیک و منطق فازی و عوامل شیب، جهت شیب، کاربری زمین، وضعیت آب و هوایی و ارتفاع، به پهنه‌بندی زمین‌لغزش در شمال غرب ترکیه پرداختند. نقشه تهیه شده با زمین‌لغزش‌های اتفاق افتاده انطباق خوبی داشته است [۶]. ون وستن و همکاران (۱۹۹۸) ضمن تشریح کاربرد GIS، روش‌های دومتغیره و چندمتغیره را با همدیگر مورد مقایسه قرار دادند و برای پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش مدل‌های مشخصی را معرفی کردند [۷].

افجه و همکاران (۱۳۸۷) مناطق جنگلی سری دو شصت کلاته گرگان را با استفاده از دو روش آماری ارزش اطلاعات و تراکم سطح پهنه‌بندی کردند. براساس نتایج حاصل از این تحقیق، روش ارزش اطلاعات دارای مطلوبیت نسبی بهتری از روش تراکم سطح است [۸].

شریعت جعفری و همکاران (۱۳۸۷) دو زیرحوضه امیری و هفت تن در محور هزار را با استفاده از مدل آنالیز آماری دومتغیره پهنه‌بندی کردند. براساس نتایج به‌دست آمده، مدل آماری دومتغیره در مقایسه با تحقیقات دیگر پژوهشگران در البرز و زاگرس دارای کارایی مطلوب‌تری برای پیش‌بینی خطر رانش زمین است [۹].

نیک‌اندیش با استفاده از روش آماری ارزش اطلاعاتی، وزن پارامترها و تراکم سطح، منطقه کارون میانی در استان چهارمحال و بختیاری را پهنه‌بندی کرد. نهایتاً روش ارزش اطلاعاتی، مناسب‌ترین روش شناخته شد و روش وزن پارامترها و تراکم سطح در مراحل بعدی قرار گرفتند [۱۰].

سیارپور منطقه جنوب خلخال را پهنه‌بندی کرد و

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.29252/jgit.1.1.65]

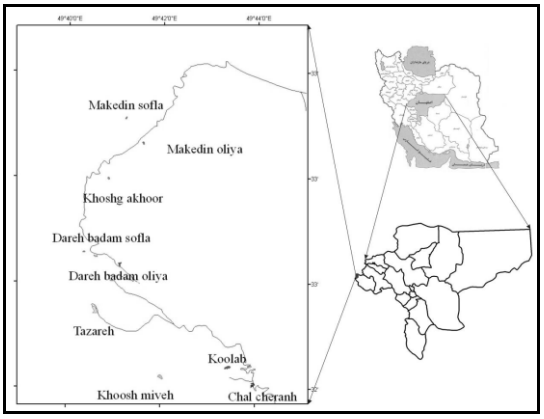
نتیجه گرفت کـه روش ارزش اطلاعـاتی بهتـرین مـدل برای منطقه مورد مطالعه اسـت [۱۱]. شـیرانی حوضـه رودخانه ماربر در منطقه سمیرم واقع در جنـوب اسـتان اصفهان را با استفاده از هفت روش از روش‌های متداول پهنه‌بنـدی کـرد. در نهایـت مشـخص شـد کـه بعـد از روش‌هـای چنـدمتغیره، روش دومتغیـرهٔ آنـالیز ارزش اطلاعاتی، مناسب‌ترین مدل است [۱۲]. در جمع‌بنـدی کلی می‌توان نتیجه گرفت، در صورتی‌که عوامل مؤثر در زمـین‌لغـزش در هـر منطقـه بـا دقـت تعیـین گردنـد، روش‌های آمـاری انطبـاق مناسـبی بـا شـرایط منـاطق مختلف دارد.

شیرانی و همکاران با استفاده از دو پارامتر مجمـوع کیفیت و دقت نتایج پیش‌بینی شده، روش‌هـای آمـاری را در منطقه سمیرم مورد ارزیابی قـرار دادنـد و نتیجـه گرفتند کـه روش‌هـای آمـاری دومتغیـره در قیـاس بـا روش‌های آمـاری چنـدمتغیره، در عـین سـادگی دارای دقت مناسبی است و از ایـن نظـر انطبـاق بیشـتری بـا پتانسیل لغزه‌خیزی منطقه دارد [۱۳ و ۱۴].

به‌طور کلـی روش‌هـای مختلـف پهنـه‌بنـدی خطـر زمـین‌لغـزش[1] بـه دو بخـش تجربـی و آمـاری تقسـیم می‌شوند [۱۵]، که بنابر شرایط هر منطقه یکـی از ایـن روش‌ها بیشترین انطباق را بـا شـرایط طبیعـی منطقـه دارد. هدف از این نوشتار ارزیـابی و مقایسـه روش‌هـای پهنه‌بندی آماری دومتغیره برای تعیین روشی است کـه بیشترین انطباق را بـا شـرایط طبیعـی منطقـه داشـته باشد.

۳- موقعیت جغرافیایی

منطقـه مـورد مطالعـه بـین طـول‌هـای جغرافیـایی ″49°38′58 تـا ″49°45′02 و عـرض‌هـای جغرافیـایی ″32°57′40 تا ″33°04′55 واقـع گردیـده اسـت. وسـعت محدوده ۱۲۷ کیلومترمربـع اسـت و در ۸۰ کیلـومتری غـرب شهرسـتان فریدونشـهر در منطقـه پیشـکوه و در غربی‌ترین بخش استان اصفهان قرار دارد (شکل ۱). این منطقه جزء حوضه آبریز وهرگان است که از حوضه‌های اصـلی دز علیاسـت و بـه رودخانـه کـارون مـی‌پیونـدد. روستاهای واقع در این محـدوده عبـارت‌انـد از: خشـک آخور، مکدین علیا، مکدین سـفلی، دره بـادام علیـا، دره بادام سفلی، خسروآباد، کولاب، چال چرانه، خوش میـوه و تزره.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

۴- مواد و روش‌ها

در این تحقیق ابتـدا بـا اسـتفاده از عکـس‌هـای هـوایی ۱:۴۰۰۰۰ سازمان نقشه‌بـرداری کشـور [۱۶] و تصـویر ماهواره‌ای Landsat TM و همچنین پیمایش صـحرایی، پراکنش زمـین‌لغـزش‌هـا در منطقـه مـورد مطالعـه در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ به نقشـه درآمـد. در مرحلـه بعـد بـا استفاده از داده‌های موجود، نقشـه‌هـای پایـه و تصـاویر ماهواره‌ای لایه‌ها اطلاعاتی عوامل مؤثر در زمـین‌لغـزش تهیه گردید. پس از تعیین درصد مساحت زمـین‌لغـزش در طبقات مختلف عوامل، کمّـی کـردن عوامـل مـؤثر و وزن‌دهی به طبقات با توجه به عوامل مـدل‌هـای ارزش اطلاعاتی و تراکم سطح صـورت پـذیرفت و نقشـه‌هـای عوامل براساس مقادیر وزنـی تهیـه شـدند. بـرای تهیـه نقشه پهنه‌بندی، نقشه وزنی عوامل مـؤثر بـا هـم جمـع جبری شدند و براسـاس نقـاط عطـف نمـودار تجمعـی فراوانی وزن‌هـا، نقشـه پهنـه‌بنـدی خطـر زمـین‌لغـزش

1. Landslide Hazard Zonation

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.29252/jgit.1.1.65]

به‌دست آمد و در پایان با استفاده از دو شاخص تراکم نسبی زمین‌لغزش و شاخص خطر وقوع زمین‌لغزش، دقت و صحت این دو روش مورد ارزیابی قرار گرفت.

۴-۱- پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش به روش آماری دومتغیره

در روش‌های آماری رابطه پارامتر مؤثر در وقوع زمین‌لغزش با پراکندگی زمین‌لغزش‌ها مورد سنجش و ارزیابی قرار می‌گیرد [۱۷]. براساس این ارزیابی، وزن و سهم مشارکت هر یک از طبقات و واحدهای پارامتر مؤثر در وقوع زمین‌لغزش محاسبه می‌شود [۱۸]. از جمله روش‌های مشهور در روش آماری دومتغیره روش ارزش اطلاعات و روش تراکم سطح است. در ادامه به طور مختصر اصول این دو روش شرح داده می‌شود.

۴-۲- روش آماری دومتغیرهٔ ارزش اطلاعات

این روش در سال ۱۹۸۸ به‌وسیله Yan و Yin ابداع گردید [۱۹]. در این روش با توجه به رابطهٔ پارامترهای مؤثر در وقوع زمین‌لغزش با پراکندگی زمین‌لغزش‌ها اقدام به پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش می‌گردد [۲۰]. بر این اساس، وزن و سهم هر یک از پارامترها در وقوع زمین‌لغزش براساس رابطه (۱) به‌دست می‌آید.

رابطه (۱)

$$LnW_i = Ln\left(\frac{Densclass}{Densmap}\right) = Ln\left(\frac{\frac{Npix(Si)}{Npix(Ni)}}{\frac{\sum Npix(Si)}{\sum Npix(Ni)}}\right)$$

که در آن Wi وزن مربوط به طبقه مشخص از یک پارامتر، Densclass تراکم زمین‌لغزش در طبقه مشخص از یک پارامتر، Densmap تراکم زمین‌لغزش در کل محدوده، Npix(Si) تعداد سلول‌ها یا مساحت زمین‌لغزش‌های اتفاق افتاده در هر طبقه از پارامتر، Npix(Ni) تعداد سلول‌ها یا مساحت کل هر طبقه از پارامتر است.

پس از تهیه نقشه‌های وزنی مربوط به پارامترهای مؤثر در وقوع زمین‌لغزش، همه آنها با هم جمع می‌شوند و یک نقشه وزنی تجمعی حاصل می‌گردد. در مورد مقدار عددی وزن‌ها، هر چه عدد منفی‌تر باشد، نشان‌دهنده تأثیر کمتر آن پارامتر در وقوع زمین‌لغزش است و عدد مثبت‌تر تأثیر بیشتر را نشان می‌دهد.

۴-۳- روش آماری دومتغیره تراکم سطح[1]

در این روش همانند روش ارزش اطلاعاتی از طریق روابط (۲ و ۳)، برای هر نقشه عامل یا پارامتر، تراکم زمین‌لغزش محاسبه می‌گردد و سپس همانند مراحل ذکر شده در روش ارزش اطلاعاتی، به تهیه نقشه پهنه‌بندی زمین‌لغزش پرداخته می‌شود [۱۸].

رابطه (۲)

$$D_{area} = 1000\frac{Npix(SX_i)}{Npix(X_i)}$$

رابطه (۳)

$$W_{area} = 1000\frac{Npix(SX_i)}{Npix(X_i)} - 1000\frac{\sum Npix(SX_i)}{\sum Npix(X_i)}$$

که در آن D_{area} تراکم زمین‌لغزش در هر رده از پارامتر، Npix(SXi) تعداد پیکسل‌های زمین‌لغزش در هر رده از هر پارامتر مشخص، W_{area} وزن متغیر هر رده از پارامتر است.

۴-۴- شاخص خطر وقوع زمین‌لغزش[2]

شاخص خطر زمین‌لغزش عبارت است از درصد نسبت سطح لغزش‌یافته در هر پهنه به مساحت آن پهنه، تقسیم بر نسبت مجموع لغزش به سطح کل پهنه‌ها [۲۱]. این شاخص براساس رابطه (۴) محاسبه می‌گردد. نسبت مساحت زمین‌لغزش‌های واقع شده در هر پهنه خطر به مساحت آن پهنه خطر، شاخصی است که استعداد نسبی وقوع زمین‌لغزش در آن پهنه را مشخص می‌کند.

1. Density Area
2. Landslide Index

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.29252/jgit.1.1.65]

$$LI = ((Si/Ai)/(\sum_{1}^{n}(Si/Ai))) \times 100$$ رابطه (۴)

که در آن LI شاخص خطر وقوع زمین‌لغزش در هر پهنه خطر به درصد، Ai مساحت هر پهنه خطر، Si مساحت لغزش در هر پهنه خطر و n تعداد پهنه‌هاست.

۴-۵- شاخص تراکم نسبی زمین‌لغزش[1]

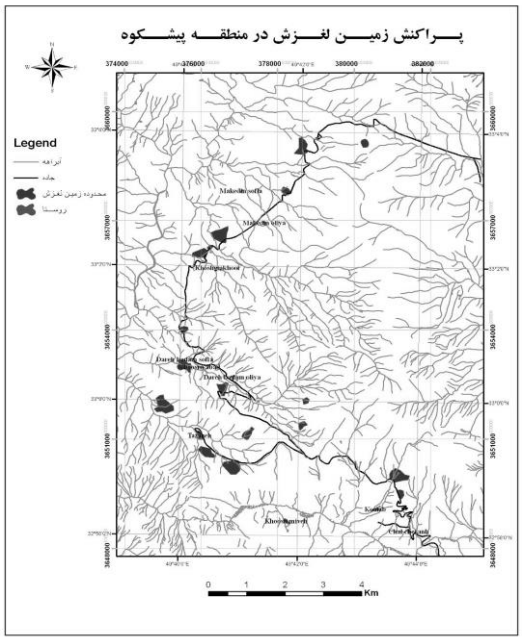
عبارت است از درصد مساحت زمین‌لغزش‌ها (Si)، در هر پهنه تقسیم بر درصد مساحت کل هر پهنه (Ai). این پارامتر براساس رابطه (۵) محاسبه می‌گردد [۲۱].

$$DR = (Si/Ai)$$ رابطه (۵)

۵- نتایج و بحث

۵- ۱- پراکنش زمین‌لغزش در منطقه مورد مطالعه

برای ارزیابی و تعیین خطر زمین‌لغزش در هر منطقه، مهمترین مرحله شناسایی و بررسی زمین‌لغزش‌های به وقوع پیوسته و مطالعه عواملی است که این زمین‌لغزش‌ها را کنترل می‌کنند [۳]. در واقع به نقشه درآوردن زمین‌لغزش‌های قدیمی و جدید منطقه مبنای کار و تهیه نقشه پهنه‌بندی است. برای به نقشه درآوردن انواع زمین‌لغزش‌های به وقوع پیوسته در محدوده مورد مطالعه، ابتدا عکس‌های هوایی منطقه، مربوط به سال ۱۳۷۴ با مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ [۱۶] به روش استرئوسکوپی و همچنین داده‌های ماهواره‌ای لندست پنج به‌وسیله نرم‌افزار ER Mapper تفسیر شدند و مناطق مشکوک به لغزش تعیین گردیدند. سپس در مرحله بعد با انجام پیمایش صحرایی دقیق، موقعیت لغزش‌ها (مختصات جغرافیایی) با استفاده از دستگاه GPS[2] با دقت زیاد به نقشه درآمد (شکل ۲). لغزش‌های موجود در منطقه عمدتاً شامل لغزش‌های خاکی است. در مجموع در محدوده مورد مطالعه ۱۸ زمین‌لغزش به نقشه درآمد که از این تعداد ۱۶ لغزش از نوع خاکی و ۲ لغزش از نوع ریزش سنگی است.



شکل ۲. پراکنش زمین‌لغزش‌ها در منطقهٔ مورد مطالعه

۵-۲- لایه‌های اطلاعاتی

در این تحقیق پس از بررسی عوامل مختلف مؤثر در زمین‌لغزش نهایتاً ۷ عامل به عنوان عوامل اصلی شناسایی گردید، که در ادامه به آنها پرداخته می‌شود.

۵-۲-۱- شیب

نقشه شیب منطقه مورد مطالعه، با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور تهیه گردید [۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵]. این نقشه براساس نقاط شکست طبیعی منحنی تجمعی مساحت شیب‌ها در منطقه و میزان لغزش اتفاق افتاده در هر فراوانی برحسب درصد به ۸ رده تقسیم می‌شود. براساس جدول ۱ از نظر وزنی رده ۱۲ تا ۲۵ درصد دارای بیشترین میزان زمین‌لغزش است.

با توجه به اینکه حداکثر شیب مناسب برای تشکیل خاک (اجزای سست و ناپیوسته) رده ۱۲ تا ۲۵ درصد

1. Density Ratio
2. Global Positioning System

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.29252/jgit.1.1.65]

است، لذا این رده می‌تواند دارای حداکثر پتانسیل زمین‌لغزش باشد. همچنین صرف‌نظر از مناطق هموار، کم‌شیب و دشت که کمترین پتانسیل زمین‌لغزش را دارند، در مناطق پرشیب (بیشتر از ۷۰ درصد) برخلاف انتظار کمترین پتانسیل لغزش وجود دارد، که به علت عدم تشکیل خاک و وجود پهنه‌های صخره‌ای و پیوسته است.

۵-۲-۲- لیتولوژی

نقشه لیتولوژی منطقه مورد مطالعه پس از انجام بررسی‌های دقیق نقشه‌های زمین‌شناسی، داده‌های ماهواره‌ای، عکس‌های هوایی و پیمایش صحرایی تهیه گردید. در جدول ۲ مقادیر وزنی واحدهای مختلف آورده شده است. واحد مارن متعلق به عهد حاضر (Qm2) بیشترین تأثیر را در وقوع زمین‌لغزش‌ها دارد. این واحد لیتولوژی به دلیل دارا بودن ویژگی‌هایی چون هوازدگی شدید، نفوذپذیری کم و باقی ماندن حجم زیادی آب در داخل آن و فقدان پوشش گیاهی عمده، حتی در شیب‌های کم نیز امکان لغزش و حرکت دارد. در مرتبه بعدی تشکیلات مارن و کنگلومرای عهد حاضر (Qm1) قرار دارند. رسوبات کنگلومرایی پلیوسن (Plc)، شیل و رادیولاریت‌های الیگومیوسن (OM) و رادیولاریت‌های متعلق به کرتاسه (Kr) به ترتیب تأثیر کمتری در وقوع زمین‌لغزش دارند.

۵-۲-۳- بارندگی سالیانه

بارندگی از عوامل بسیار مهم در ایجاد و تسریع زمین‌لغزش‌هاست. نقش آب در گسیختگی شیب‌ها و وقوع لغزش و همچنین به مثابهٔ عامل کاهش‌دهنده مقاومت برشی سطوح است [۲۶]. نقشه بارندگی سالیانه براساس آمار ۳۰ ساله ایستگاه‌های واقع در محدوده مورد مطالعه تهیه گردید. ترسیم منحنی‌های هم‌باران با استفاده از روش آماری میان‌یابی[1] و در محیط نرم‌افزار Surfer صورت گرفت. در جدول ۳ طبقات هم‌باران سالیانه و مقادیر وزن آنها نشان داده شده است. شایان ذکر است که در بسیاری از موارد برای پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش به‌جای استفاده از عامل بارندگی سالیانه از عامل شدت بارندگی استفاده می‌گردد؛ ولی در مورد منطقه مورد مطالعه به علت جنس توده لغزشی که مارنی و دارای نفوذپذیری بسیار کمی است، شدت بارندگی نقش چندانی نمی‌تواند داشته باشد و آنچه اهمیت می‌یابد دوام بارندگی است، که معمولاً در ماه‌های بهمن تا اردیبهشت بیشترین میزان بارندگی در منطقه وجود دارد.

۵-۲-۴- فاصله از جاده

نقشه جاده با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور تهیه گردید. سپس در محیط Arc GIS میزان فاصله از جاده به سه رده تقسیم شد. براساس جدول ۴ با افزایش فاصله از جاده به دلیل کاهش تأثیرات تخریبی جاده‌ها بر پایداری دامنه‌ها، پتانسیل زمین‌لغزش کاهش می‌یابد.

۵-۲-۵- فاصله از گسل

برای تهیه نقشه گسل‌های منطقه از داده‌های ماهواره‌ای Landsat TM و محیط نرم‌افزار ER Mapper استفاده گردید. با استفاده از فرایند بارزسازی تصاویر گسل‌ها و شکستگی‌های اصلی و فرعی منطقه به دقت شناسایی گردید. به‌منظور بارزسازی تصاویر معمولاً از برخی فیلترهای مکانی استفاده می‌شود. از جمله فیلترهای مورد استفاده در این تحقیق، فیلترهای گذر بالا و زاویه تابش خورشید هستند. تصویر ماهواره‌ای شکل ۳ از پردازش داده‌های ماهواره لندست پنج به صورت RGB=741 پس از اعمال فیلتر گذر بالا از نوع Sharpen 2 و اعمال کشیدگی از نوع نمودار یکنواخت (Histogram equalize) بر روی هر باند ایجاد شده است. بر اساس جدول ۵، با افزایش فاصله از گسل پتانسیل زمین‌لغزش کاهش می‌یابد.

1. Kriging

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.29252/jgit.1.1.65]

جدول ۱. رده‌های مختلف شیب در منطقه مورد مطالعه

طبقه‌بندی شیب بر حسب (درصد)	مساحت هر طبقه از شیب (km2)	مساحت زمین‌لغزش در هر طبقه از شیب(km2)	تراکم زمین‌لغزش در هر طبقه از شیب	وزن هر طبقه در روش ارزش اطلاعات	وزن هر طبقه در روش تراکم سطح
۰-۲	۰/۴۳۷	۰	۰/۰۰۰	-۶/۷۷	-۸/۶۹
۲-۵	۲/۸۰۴	۰	۰/۰۰۰	-۶/۷۷	-۸/۶۹
۵-۸	۳/۵۲۲	۰/۰۰۹	۰/۰۰۳	-۱/۲۱	-۶/۱۰
۸-۱۲	۴/۸۸۷	۰/۰۲۲	۰/۰۰۴	-۰/۶۸	-۴/۳۰
۱۲-۲۵	۲۹/۳۸۲	۰/۴۹۶	۰/۰۱۷	۰/۶۶	۸/۲۰
۲۵-۴۰	۲۳/۹۸۵	۰/۲۰۶	۰/۰۰۹	-۰/۰۱	-۰/۱۰
۴۰-۷۰	۴۸/۷۵۴	۰/۳۴۴	۰/۰۰۷	-۰/۲۰	-۱/۶۰
>۷۰	۱۴/۵۰۱	۰/۰۳۹	۰/۰۰۳	-۱/۱۷	-۶/۰۰

جدول ۲. واحدهای لیتولوژی در منطقه مورد مطالعه

طبقه‌بندی لیتولوژی	مساحت هر طبقه (km2)	مساحت زمین‌لغزش در هر طبقه (km2)	تراکم زمین‌لغزش در هر طبقه	وزن هر طبقه در روش ارزش اطلاعات	وزن هر طبقه در روش تراکم سطح
Ef	۱/۱۳۹	۰	۰/۰۰۰	-۶/۷۸	-۸/۷۹
K3	۴۰/۰۰۱	۰/۱۲۶	۰/۰۰۳	-۱/۰۴	-۵/۷۰
Klr	۴/۳۷۰	۰	۰/۰۰۰	-۶/۷۸	-۸/۷۹
Kr	۱۸/۳۷۵	۰/۰۴۷	۰/۰۰۳	-۱/۲۶	-۶/۳۰
M	۱۲/۶۶۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	-۴/۴۸	-۸/۷۰
OM	۳/۸۱۸	۰/۰۲۱	۰/۰۰۵	-۰/۴۹	-۳/۴۰
Plc	۴/۸۶۳	۰/۰۵۹	۰/۰۱۲	۰/۳۱	۳/۲۰
Ql	۱۱/۴۳۸	۰	۰/۰۰۰	-۶/۷۸	-۸/۷۹
Qal	۲/۵۹۹	۰	۰/۰۰۰	-۶/۷۸	-۸/۷۹
Qm1	۲۱/۶۴۸	۰/۵۵۷	۰/۰۲۶	۱/۰۷	۱۶/۹۰
Qm2	۵/۹۷۵	۰/۳۰۴	۰/۰۵۱	۱/۷۶	۴۲/۱۰

جدول ۳. طبقات بارندگی سالیانه

طبقه‌بندی بارندگی سالیانه بر حسب میلیمتر	مساحت هر طبقه (km2)	مساحت زمین‌لغزش در هر طبقه (km2)	تراکم زمین‌لغزش در هر طبقه	وزن هر طبقه در روش ارزش اطلاعات	وزن هر طبقه در روش تراکم سطح
۵۳۰-۵۶۰	۱۰/۷۱۶	۰/۰۱۵	۰/۰۰۱	-۱/۸۳	-۷/۳۰
۵۶۰-۵۹۰	۵۲/۱۰۹	۰/۳۱۷	۰/۰۰۶	-۰/۳۶	-۲/۶۰
۵۹۰-۶۲۰	۴۰/۲۷۱	۰/۵۶۵	۰/۰۱۴	۰/۴۸	۵/۳۰
>۶۲۰	۲۵/۱۷۶	۰/۲۱۸	۰/۰۰۹	۰	۰

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-24]

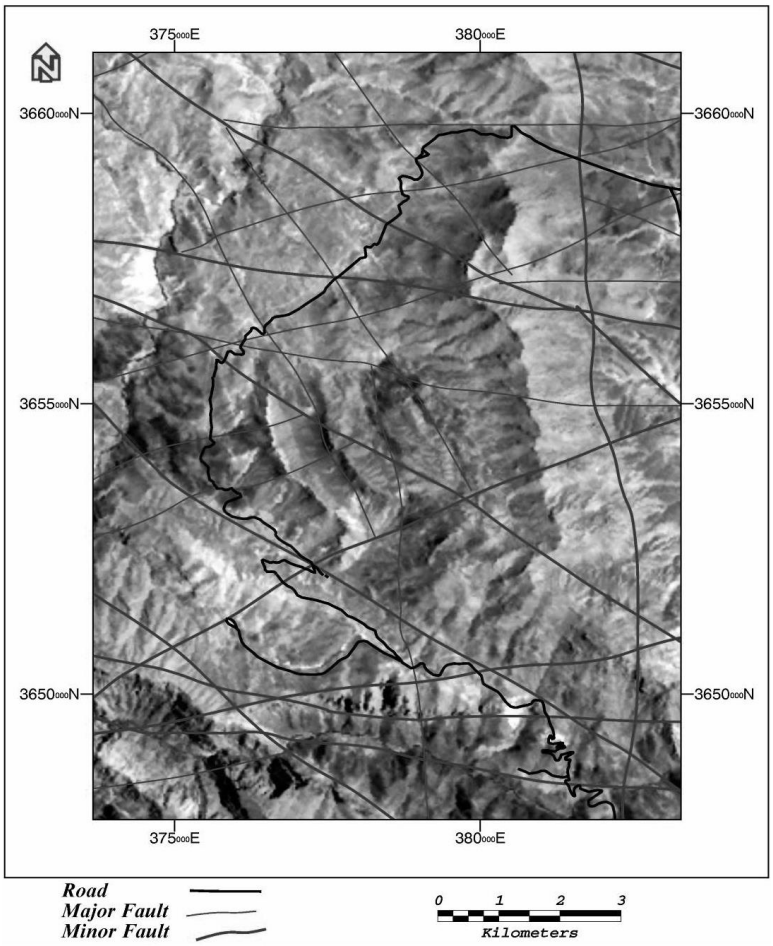
[DOI: 10.29252/jgit.1.1.65]

جدول ۴. طبقات فاصله از جاده

طبقه‌بندی فاصله از جاده بر حسب متر	مساحت هر طبقه (km2)	مساحت زمین‌لغزش در هر طبقه (km2)	تراکم زمین‌لغزش در هر طبقه	وزن هر طبقه در روش ارزش اطلاعات	وزن هر طبقه در روش تراکم سطح
۰-۷۵۰	۳۹/۵۹۰	۰/۹۴۹	۰/۰۲۴	۱/۰۲	۱۵/۳۰
۷۵۰-۱۵۰۰	۳۲/۱۷۰	۰/۱۶۷	۰/۰۰۵	-۰/۵۲	-۳/۵۰
>۱۵۰۰	۵۶/۵۱۰	۰	۰/۰۰۰	-۶/۷۷	-۸/۶۹

جدول ۵. طبقات فاصله از گسل

طبقه‌بندی فاصله از گسل بر حسب متر	مساحت هر طبقه (km2)	مساحت زمین لغزش در هر طبقه (km2)	تراکم زمین‌لغزش در هر طبقه	وزن هر طبقه در روش ارزش اطلاعات	وزن هر طبقه در روش تراکم سطح
۰-۱۰۰۰	۱۱۱/۹۴۷	۱/۰۴۹	۰/۰۰۹	۰/۰۸	۰/۷۰
۱۰۰۰-۲۰۰۰	۱۵/۲۲۷	۰/۰۶۶	۰/۰۰۴	-۰/۷۱	-۴/۴۰
>۲۰۰۰	۱/۰۹۸	۰	۰	-۶/۷۷	-۸/۶۹



شکل ۳. تصویر ماهواره‌ای محدوده مورد مطالعه، همراه با گسل‌های مورد بررسی

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.29252/jgit.1.1.65]

۵-۲-۶- فاصله از آبراهه

نقشه آبراهه نیز همانند نقشه جاده با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰ تهیه گردید. براساس جدول ۶، رده ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر بیشترین پتانسیل لغزش را دارد. به نظر می‌رسد که با افزایش فاصله از آبراهه باید میزان پتانسیل زمین‌لغزش کاهش یابد، ولی در این منطقه به دلیل تأثیر همزمان عوامل دیگری نظیر مقدار شیب و نوع لیتولوژی رابطه مستقیم وجود ندارد.

۵-۲-۷- پوشش گیاهی و کاربری اراضی

از آنجا که نوع پوشش گیاهی و کاربری اراضی در وقوع پدیده زمین‌لغزش مؤثر است، لذا با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور و همچنین پیمایش صحرایی اقدام به تهیه نقشه پوشش گیاهی گردید. در محدوده مطالعاتی می‌توان پوشش‌های مختلفی را تعیین کرد. بخشی از اراضی فاقد پوشش گیاهی هستند. این اراضی به صورت صخره‌های سنگی رخنمون دارند و یا پوششی از رسوبات منفصل واریزه‌ای آنها را فرا گرفته است و فاقد هرگونه رویش گیاهی هستند. نوع دیگری از پوشش گیاهی موجود در محدوده اراضی مرتعی است. در نقشه تهیه شده براساس کاربری، مناطق کوهستانی و فاقد پوشش گیاهی و مناطق مرتعی و علفزار به عنوان واحد جداگانه در نظر گرفته شده است. بخش‌هایی از منطقه نیز دارای تراکم متوسطی از درخت و درختچه‌هایی هستند که به علت قطع بی‌رویه برای مصارف سوخت، رو به نابودی می‌روند. این بخش‌ها در واقع جنگل‌هایی را تشکیل می‌دهند که تراکم کمی دارند. دیگر پوشش گیاهی موجود در منطقه باغات، درختان منفرد خودرو تا محدوده‌های درختکاری شده است. بخش دیگری نیز اراضی کشاورزی است، که اراضی کشاورزی آبی را در بر می‌گیرد و بیشتر در اطراف مناطق مسکونی دیده می‌شود. براساس جدول ۷، مناطق کشاورزی به دلیل تأثیرات ناشی از آبیاری و زهکشی، بیشترین پتانسیل را دارند.

در شکل ۴ نمودار مقادیر وزنی هفت پارامتر مؤثر در وقوع زمین‌لغزش در دو روش تراکم سطح و ارزش اطلاعاتی با هم مقایسه شده است. در شکل ۵، نقشهٔ هفت پارامتر مؤثر در وقوع زمین آمده است.

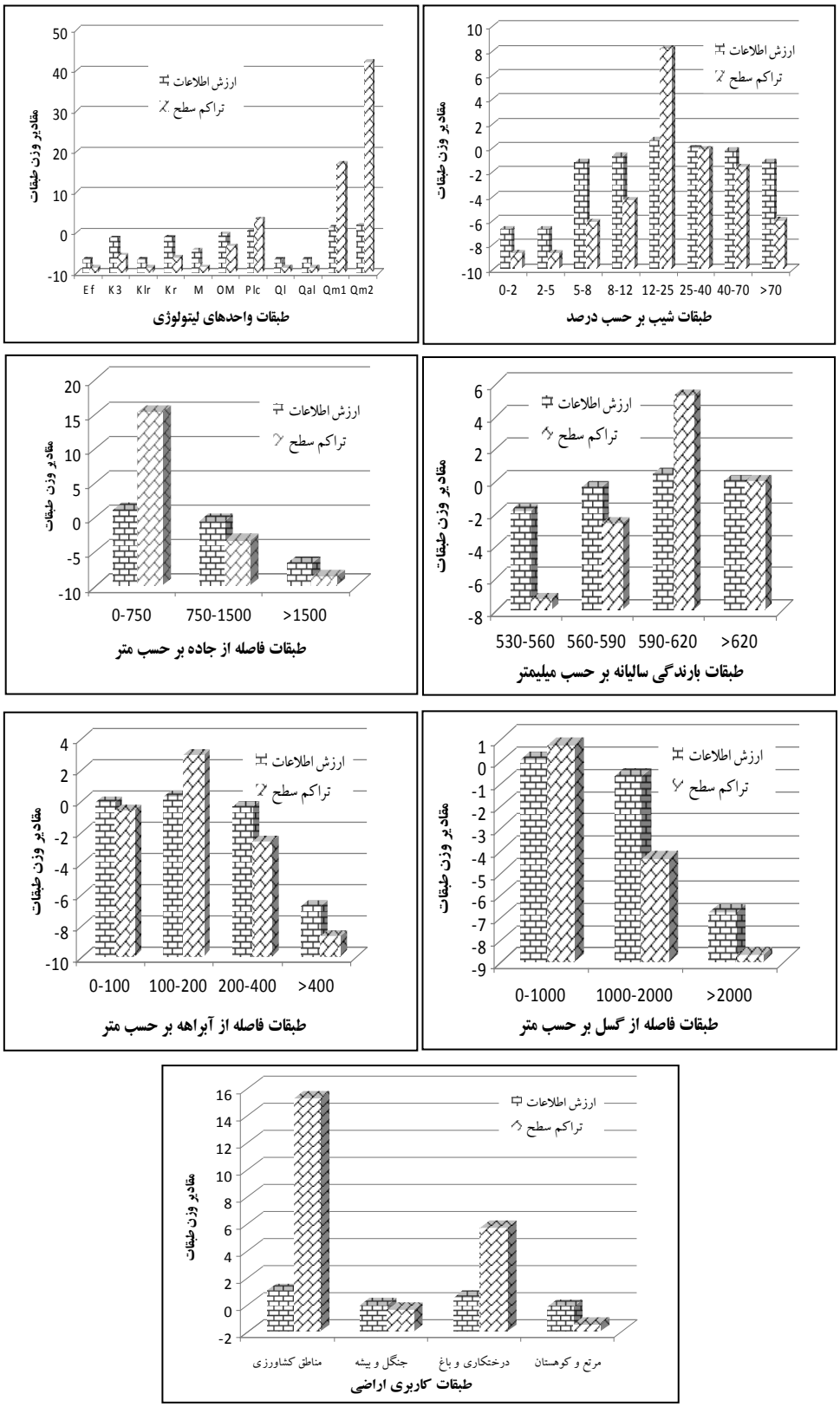
جدول ۶. طبقات فاصله از آبراهه

طبقه‌بندی فاصله از آبراهه بر حسب متر	مساحت هر طبقه (km2)	مساحت زمین‌لغزش در هر طبقه (km2)	تراکم زمین‌لغزش در هر طبقه	وزن هر طبقه در روش ارزش اطلاعات	وزن هر طبقه در روش تراکم سطح
۰-۱۰۰	۹۱/۲۹۴	۰/۷۳۵	۰/۰۰۸	-۰/۰۷	-۰/۶۰
۱۰۰-۲۰۰	۲۷/۸۹۶	۰/۳۲۶	۰/۰۱۲	۰/۳۰	۳/۰۰
۲۰۰-۴۰۰	۸/۸۱۰	۰/۰۵۴	۰/۰۰۶	-۰/۳۶	-۲/۶۰
>۴۰۰	۰/۲۷۱	۰	۰	-۶/۷۷	-۸/۶۹

جدول ۷. رده‌های کاربری اراضی

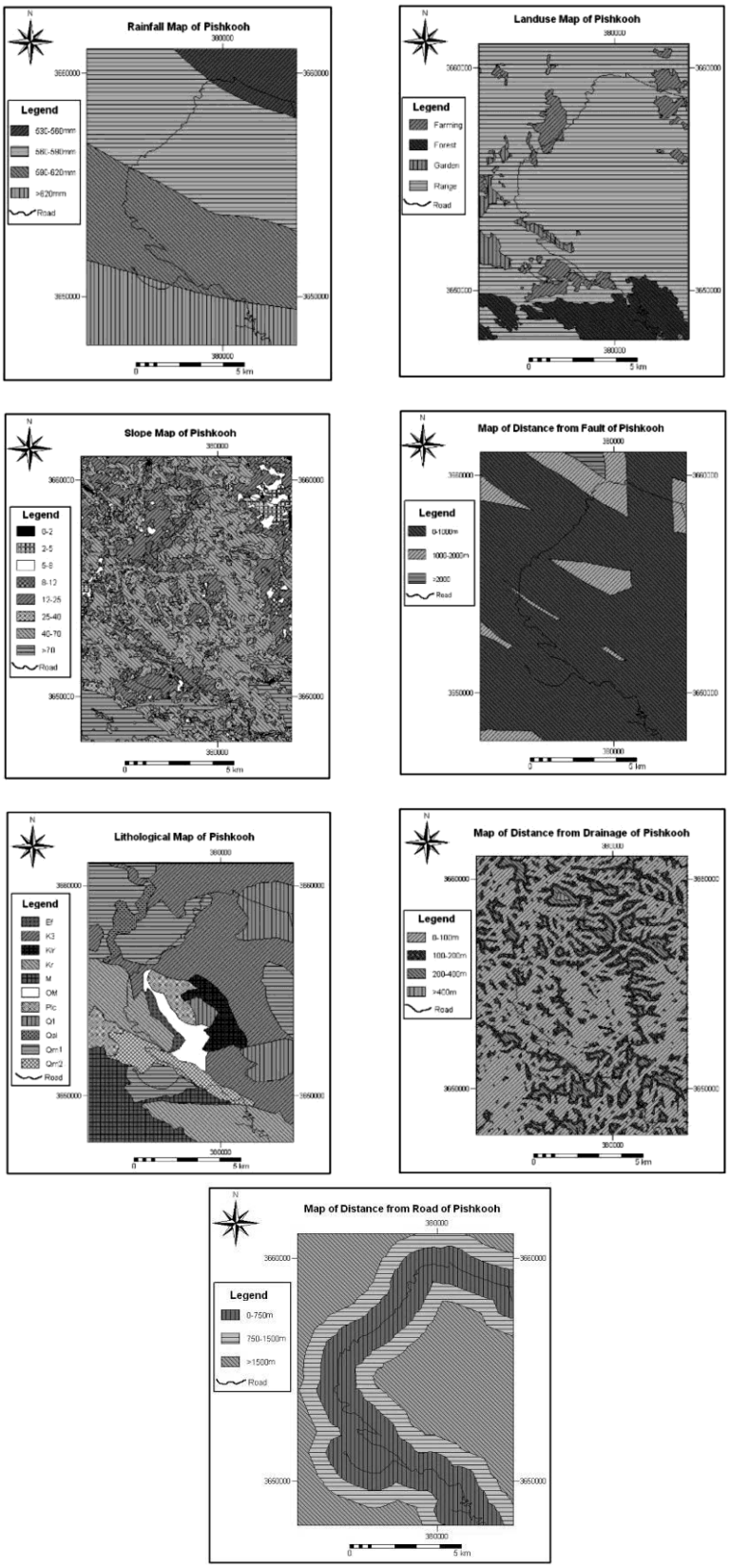
رده‌های کاربری اراضی	مساحت هر طبقه (km2)	مساحت زمین‌لغزش در هر طبقه (km2)	تراکم زمین‌لغزش در هر طبقه	وزن هر طبقه در روش ارزش اطلاعات	وزن هر طبقه در روش تراکم سطح
مناطق کشاورزی	۸/۸۸۹	۰/۲۱۴	۰/۰۲۴	۱/۰۱	۱۵/۳۰
جنگل و بیشه	۱۳/۹۶۵	۰/۱۱۷	۰/۰۰۸	-۰/۰۵	-۰/۴۰
درختکاری و باغ	۳/۷۸۰	۰/۰۵۵	۰/۰۱۵	۰/۵۰	۵/۷۰
مرتع و کوهستان	۱۰۰/۲۶۴	۰/۷۲۹	۰/۰۰۷	-۰/۱۹	-۱/۵۰

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.29252/jgit.1.1.65]



شکل ۴. نمودار مقادیر وزنی لایه‌های اطلاعاتی

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.29252/jgit.1.1.65]



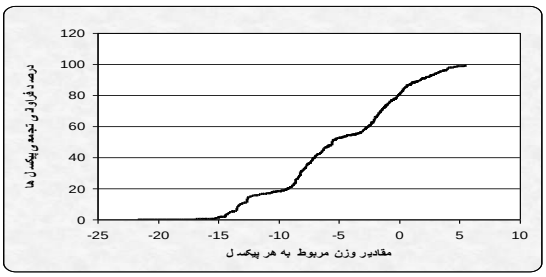
شکل ۵. نقشهٔ هفت عامل مؤثر در زمین‌لغزش

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-24]

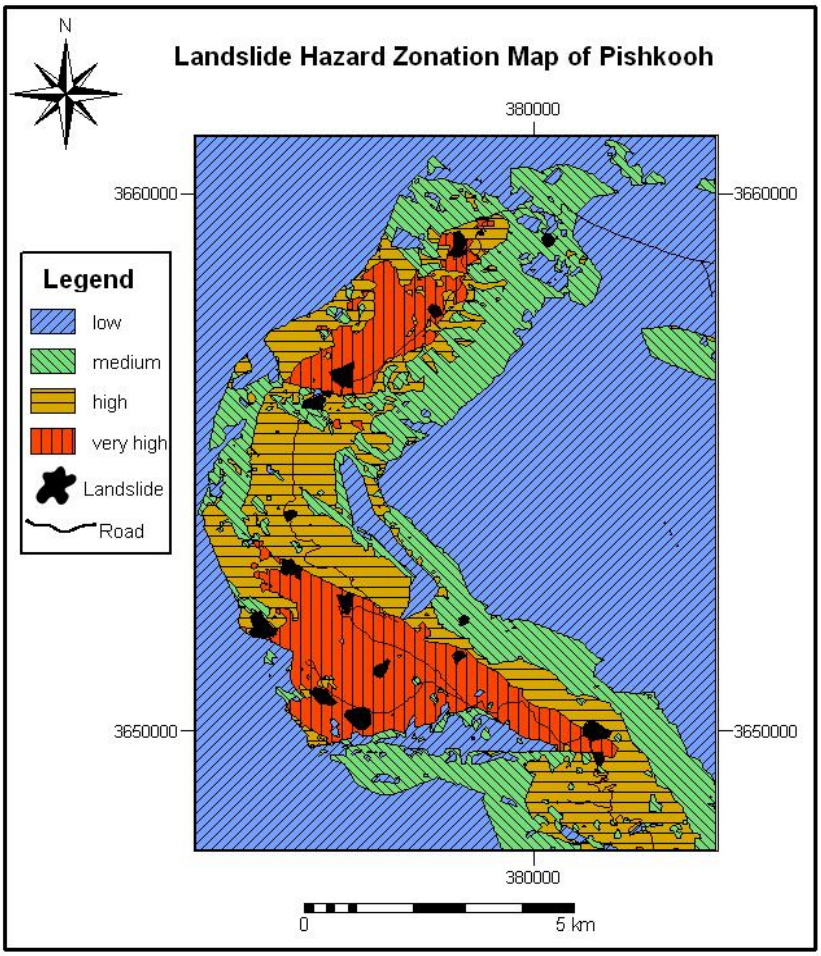
[DOI: 10.29252/jgit.1.1.65]

۵-۳- نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش بـه روش ارزش اطلاعات

با ترسیم منحنی درصد فراوانی تجمعی، مربوط به نقشه تجمع وزن‌ها و با استفاده از نقاط شکست ایـن منحنـی (شکل ۶) آستانه‌های مربوط به پهنه‌های خطر مشخص شـدند و نقشـه طبقـه‌بنـدی‌شـده پهنـه‌بنـدی خطـر زمین‌لغزش تعیین گردید (شکل ۷).



شکل ۶. نمودار درصد مساحت تجمعی وزن‌ها در روش ارزش اطلاعات



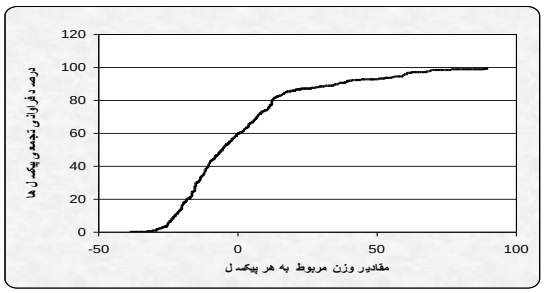
شکل ۷. نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش به روش ارزش اطلاعاتی با استفاده از نقاط شکست منحنی شکل ۴

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-24]

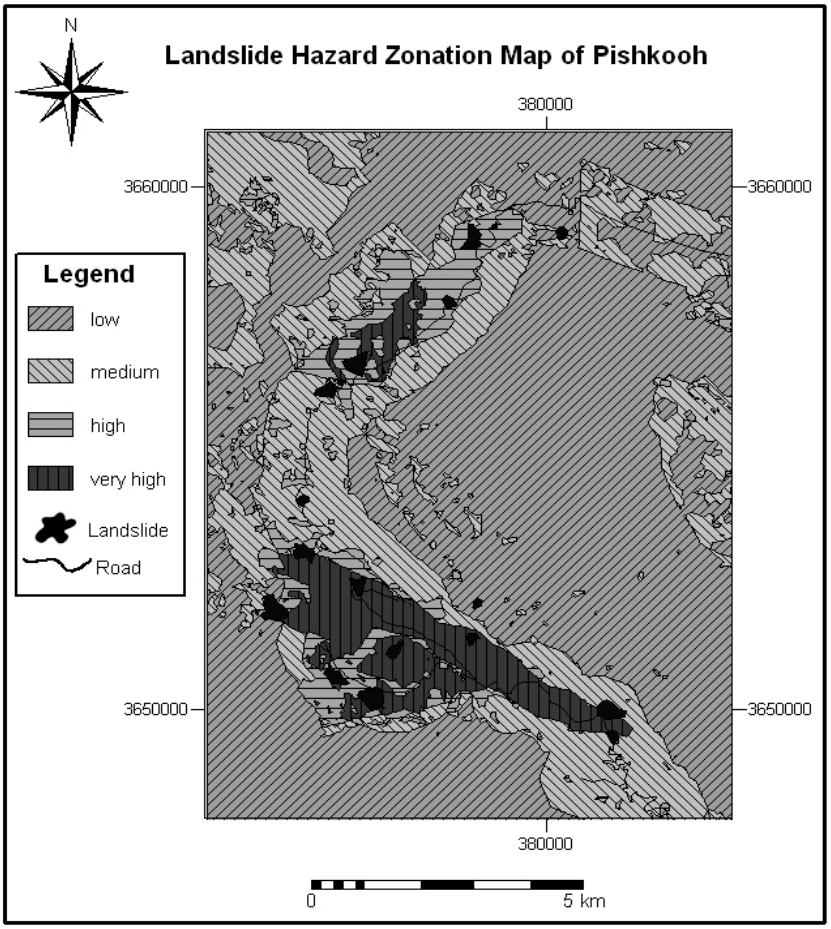
[DOI: 10.29252/jgit.1.1.65]

۵-۴- نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش به روش تراکم سطح

در این روش همانند روش ارزش اطلاعات، با توجه به نقاط شکست نمودار درصد مساحت تجمعی وزن‌ها (شکل ۸)، آستانه‌های پهنه‌های خطر پایین، خطر متوسط، خطر بالا و خطر بسیار بالا به‌دست آمد و در نهایت نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش تهیه گردید (شکل ۹).



شکل ۸. نمودار درصد مساحت تجمعی وزن‌ها در روش تراکم سطح



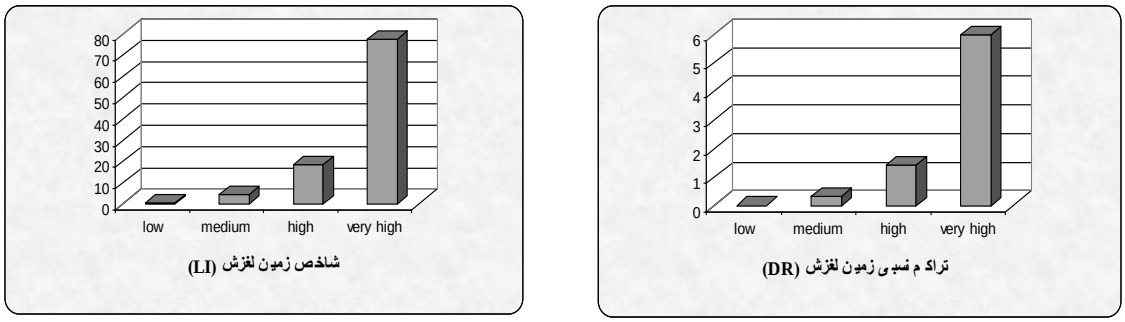
شکل ۹. نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش به روش تراکم سطح با استفاده از نقاط شکست منحنی شکل (۷)

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-24]

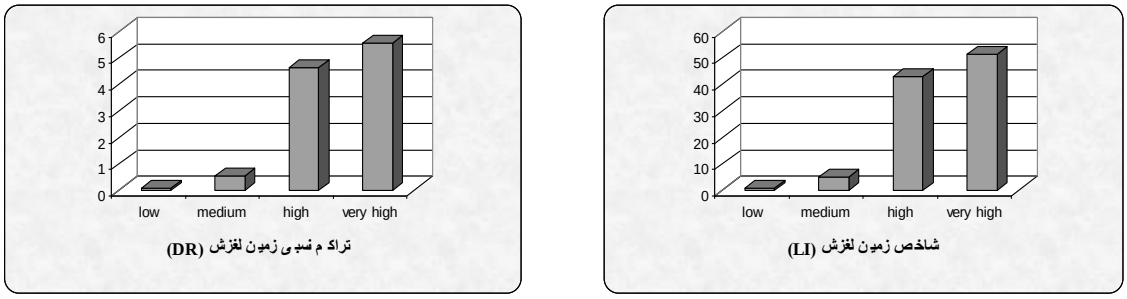
[DOI: 10.29252/jgit.1.1.65]

۵-۵- شاخص تراکم نسبی زمین‌لغزش (DR) و شاخص زمین‌لغزش (LI)

با توجه به نمودارهای شکل ۱۰، مشاهده می‌گردد که شاخص تراکم نسبی زمین‌لغزش و شاخص زمین‌لغزش در روش ارزش اطلاعاتی با افزایش میزان خطر افزایش می‌یابد و دارای روندی منطقی است. مقادیر به‌دست آمده برای این دو پارامتر، نشان می‌دهند که در روش ارزش اطلاعات، پهنه‌های با خطر بالا و بسیار بالا به خوبی از هم تفکیک می‌گردند، در حالی‌که پهنه‌های با خطر متوسط و کم را نمی‌توان به خوبی از یکدیگر تفکیک کرد. در روش تراکم سطح با توجه به نمودارهای شکل ۱۱، مشاهده می‌گردد که روند موجود با توجه به دو پارامتر شاخص زمین‌لغزش و شاخص تراکم نسبی زمین‌لغزش، مشابه روند موجود در روش ارزش اطلاعاتی است. در این روش پهنه‌های با خطر بالا و بسیار بالا را نمی‌توان به خوبی از هم تفکیک کرد.



شکل ۱۰. نمودار مقادیر تراکم نسبی و شاخص زمین‌لغزش چهار پهنه خطر در روش ارزش اطلاعاتی



شکل ۱۱. نمودار مقادیر تراکم نسبی و شاخص زمین‌لغزش چهار پهنه خطر در روش تراکم سطح

۶- بحث و نتیجه‌گیری

- با توجه به بررسی‌های به عمل آمده بر روی عکس‌های هوایی، داده‌های ماهواره‌ای و بازدیدهای صحرایی، ۱۸ محدوده لغزشی مشخص گردید.
- در حدود ۷۷ درصد لغزش‌های موجود در منطقه در نهشته‌های مارن و کنگلومرای قرار دارند.
- بیشترین مساحت زمین لغزش‌ها مربوط به رده شیب ۱۲ تا ۲۵ درصد است.
- بارندگی‌ها نقش مهمی در شروع لغزش‌های منطقه دارند. بر این اساس در حدود ۵۰ درصد محدوده‌های لغزشی دارای میانگین بارندگی سالیانه ۵۹۰ تا ۶۲۰ میلی‌متر هستند.
- با توجه به فعالیت شدید تکتونیکی منطقه و وجود گسل‌های فراوان در آن، با بررسی انجام شده مشخص گردید که عمده پهنه‌های لغزشی در فاصله ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متری از گسل‌ها واقع شده‌اند. حرکت و جابه‌جایی گسل‌ها یکی از عوامل محرک است، و در زمانی که توده‌های لغزشی

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.29252/jgit.1.1.65]

دارای حداقل ضریب اطمینان هستند بیشترین تأثیر را در حرکت توده دارد.

- احداث جاده‌ها از عوامل ناپایداری دامنه‌هاست. با توجه به اینکه اکثر لغزش‌های ثبت‌شده، در حاشیه جاده موجود در منطقهٔ مورد مطالعه قرار دارد، در حدود ۶۰ درصد از مساحت جاده در رده ۷۵۰-۰ متر در پهنه‌های خطر بالا و بسیار بالا قرار می‌گیرد، که نشان‌دهنده پتانسیل لغزشی بالای این جاده است. همان‌طور که پیش‌تر ذکر گردید، این مناطق غالباً دارای لیتولوژی مارن و کنگلومرا و رادیولاریت هستند.
- براساس نمودار حاصل از نقشه تجمع وزنی لایه‌ها، پراکنش زمین‌لغزش‌ها در رده‌های خطر، منطقی و معقول است. همچنین براساس مقادیر وزنی لایه‌های مختلف در نظر گرفته شده در این پهنه‌بندی، به ترتیب عوامل لیتولوژی، فاصله از جاده، پوشش گیاهی، شیب و بارندگی بیشترین اهمیت را دارند.
- در روش‌های پهنه‌بندی ارزش اطلاعاتی و تراکم سطح، مقادیر شاخص زمین‌لغزش (LI) و تراکم نسبی زمین‌لغزش (DR) با افزایش میزان خطر افزایش می‌یابد و دارای روندی منطقی و صحیح است.
- با توجه به مقادیر به‌دست آمده از این دو پارامتر و مقایسه دو روش پهنه‌بندی، مشخص گردید که روش ارزش اطلاعاتی، پهنه‌های با خطر بالا و بسیار بالا را بهتر از روش تراکم سطح از هم متمایز می‌کند. همچنین در هر دو روش پهنه‌های با خطر کم و متوسط به خوبی از هم متمایز نمی‌شوند.
- براساس یافته‌های به‌دست آمده در این نوشتار، روش ارزش اطلاعاتی در مقایسه با روش تراکم سطح برای پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در منطقه مورد مطالعه مناسب‌تر است و ارجحیت دارد.

۷- پیشنهادها

- پردازش‌ها و ترکیب‌های رنگی مناسب از تصویر ماهواره‌ای Landsat ETM+ برای تهیه نقشه‌های پارامتر می‌تواند موجب صرفه‌جویی در هزینه‌ها و زمان شود.
- با توجه به تکنیک‌های جدید آماری و ریاضی نظیر منطق فازی و شبکه عصبی، بهتر است از این روش‌ها برای تهیه نقشه پهنه‌بندی استفاده گردد.
- با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ASTER که دارای تفکیک طیفی مناسبی در محدوده مادون قرمز نزدیک و میانی و حرارتی است، می‌توان لایه‌های اطلاعاتی را دقیق‌تر استخراج کرد.
- نقش شتاب ثقل افقی زلزله به‌جای عامل فاصله از گسل یا کاربرد همزمان آنها با یکدیگر می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

۸- منابع

[1] Memariyan, H., 1995. *Engineering Geology and Geotechnic*. Iran: Tehran University Press (Persian).

[2] Varnes, D.J., 1978. *Landslide Type and Processes*. Landslide and Engineering Practice E. B. Eckel(ed), Special Report No. 29, Highway Research Board, 20-47.

[3] Shariat Jafari, M., 1996. *Landslide (Foundation and Principles of Slope Stability)*. Iran: Sazeh Press (Persian).

[4] Lee, S. and Kyungduck, M., 2001. *Statistical Analysis of Landslide Susceptibility*. Yonging, Korea, Enviromented Geology, No 40, 1095-1113.

[5] Guzzetti, F., Cardinali, M., Relchenbac H., P. and Carrara, A., 2000. *Comparing Landslide Maps: A Case Study in the Upper Tiber River Basin*. Central Italy, Enviromental Management, 25 (3), 247-263.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.29252/jgit.1.1.65]

[6] Ercanogla, M. and Gokceoglu C., 2002. *Assessment of Landslide Susceptibity for a Landslide Prone Area (North of Yenice, NW Turkey) by Fuzzy Approach*. Environmental geology , 41. 720-730.

[7] Van Westen, C.J. and Soeters, R., 1998. *GISSIZ. Workshop on GIS in Landslide Hazard Mapping*, The Kakani Area (Nepal) 1: Theory. 2, ITC, p. 156.

[8] Afjeh, H., Shataei, S., Rafatniya, N. and Shariat Jafari, M., 1999. *Evaluation the Competency of Statistical Information Value and Surface density Methods in Landslide Hazard Zonation of Forested Areas*. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 15, No. 6 (Persian).

[9] Shariat Jafari, M. and Ghaumiyan, J., 1999. *Evaluated Performance of Bivariate Model of Statistical Analysis in Landslide Hazard Zonation*. Journal of Tehran University, 34, 137 – 143 (Persian).

[10] Nick Andish, N., 1999. *Investigation Hydro Climate Factors in the Occurrence of Mass Movement in the Middle of Karun Basin*. Ph.D. thesis, University of Isfahan (Persian).

[11] Sayarpur, M., 1999. *Zonation of Landslide Hazard Potential in the Southern Khalkhal of Ardabil Province.* M.Sc. thesis, Tehran University (Persian).

[12] Shirani, K., 2004. *Evaluation the Most Important Methods of Landslide Hazard Zonation in Order to Select an Appropriate Method for Semirom Southern Region of Isfahan province*. The Ministry of Agriculture, Soil Conservation Research Institute (Persian).

[13] Shirani, K., Ghaumiyan, J. and Mokhtari, A., 2005. *Evaluation of Statistical Methods in Bivariate and Multivariate Landslide Hazard Zonation*. Journal of Water and Drainage, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (Persian).

[14] Shirani, K., Chavoshi, S. and Ghaumiyan, J., 2006. *Evaluation of Methods for Landslide Hazard Zonation in the Upper Padna of Semirom*. Journal of Sciences, Isfahan University, 23-35 (Persian).

[15] Varnes, D.J., 1984. *Landslide Hazard Zonation a Review of Principle and Practice*. United Nation Educational Scientific and Cultural, (UNSSCO) France.

[16] Mapping Organization of Iran, 1995. *Aerial Photographs (1:40000).* Pishkuh Region of Feridoon Shahr in Isfahan Province (Persian).

[17] Ashgholy Farahani, A., 2001. *Evaluation the Risk of Instability Normal Slope in the Roodbar Region Using Fuzzy Theory*. M.Sc. thesis Engineering Geology, Tarbiat Moallem University of Tehran (Persian).

[18] Saro Lee, Kyungduck M., 2001. *Statistical Analysis of Landslide Susceptibility at Yonging, Korea*. Environmental Geology, 40, 1095-1113.

[19] Yin, K.J. and Yan T.Z., 1988, *Statistical Prediction Model for Slope Instability of Metamorphosed Rocks*. Proceedings 5th International Symposium on Landslides, Lausanne, Switserland, 2, 1269-1272.

[20] Ilwis Applications Guide, 1997. *Ilwis 2.1 for Windows*. International Institute for Aerospace Survey and Earth Science (ITC), Ensched, Netherlands.

[21] Van Westen, C.J., 1998. *Geographic Information Systems in Slope Instability Zonation (GISSIZ).* Volume I.

[22] Mapping Organization of Iran, 1999. *Digital Topographic Map (1:25000).* Block 57 (Golpayegan) Evaj sheet, sheet No. 5956 III SE (Persian).

[23] Mapping Organization of Iran, 1999. *Digital Topographic Map (1:25000).* Block 57 (Golpayegan) Farsesh sheet, sheet No. 5956 II SW (Persian).

[24] Mapping Organization of Iran, 1999. *Digital Topographic Map (1:25000).* Block 67 (Shahre Kord), Chal Cheraneh sheet, sheet No. 5955 IV NE (Persian).

[25] Mapping Organization of Iran, 1999. *Digital Topographic Map (1:25000).* Block 67 (Shahre Kord), Bahram Abad sheet, sheet No. 5955 I NW (Persian).

[26] Cornforth, D.H., 2005. *Landslides in Practice, john wiley & sons press*, 591 pages.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.29252/jgit.1.1.65]

K. N. TOOSI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF GEODESY AND GEOMATICS ENGINEERING

Journal of Geospatial Information Technology
Vol.1, No.1, Autumn 2013
65-80

Evaluating of Bivariate Statistical Analysis Method, by using GIS in Dez Olya Basin

Nasr Azadani A. *[1], Ghazi Fard A.[2], Shirani K.[3], Safaei H.[4]

1- Researcher of Natural Resources Research Center, Esfahan
2- Assistant Prof., Dep. of Geology, Esfahan University
3- Researcher of Natural Resources Research Center, Esfahan
4- Associate Prof., Dep. of Geology, Esfahan University

Abstract

Recognition the effect of mass movement as one of the erosion types in impendent of urban areas, farms, dam reservoir, roads, etc have a special importance. The Pishkooh area with 130 km2 is located at west of Esfahan province and have a distance about 80 km from west of Feridun Shahr township. In first step, the distribution of landslide was investigated by using air photos, satellite data of Landsat TM and field survey. In the next step, the effective factors in landslide occurrence were distinguished. These parameters are: lithology, slope, distance from road, vegetation, annual rainfall, distance from fault and distance from drainage system. By using Geographic Information System (GIS) and Ilwis & Arc GIS softwares and based on effective parameters, the landslide hazard zonation was prepared. For hazard zonation the bivarite statistical analysis method (information value and density area) was used. At last, it was determined that the lithology, vegetation and rainfall parameters act as the most important factors for landslide occurrence. Comparing two methods by LI and DR indexes shows that the information value method were distinguished that the high and very high hazard zones are better than the density area method. Low and moderate hazard zones are not recognized in both methods. Therefore, in studying different areas the information value method acts better than the density area one.

.

Keywords: Pishkooh, Feridun shahr, Zonation, Landslide, GIS, LI, DR.

Correspondence Address:No 4, Raof Alley, Azadan district, Atashgah st., Esfahan, Iran. Tell: 0913803368
Email: nasr1360ah@yahoo.com

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.29252/jgit.1.1.65]