# پهنه‌بندی استعداد اراضی نسبت به وقوع لغزش با استفاده از روش‌های رگرسیون خطی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مطالعه موردی: محور هراز از رودهن تا رینه

دریافت مقاله:۹۰/۱۱/۹ پذیرش نهایی: ۹۱/۱۰/۲۲
صفحات: ۱۹۰-۱۷۷

**امیر کرم**: استادیار گروه ژئومورفولوژی دانشکده علوم جغرافیایی دانشگاه خوارزمی تهران
Email: aa_karam@yahoo.com
**مریم تورانی**: کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران[1]
Email: m_toorani@ut.ac.ir

**چکیده**

**یکی از انواع ناپایداری‌های دامنه‌ای که هر ساله خسارات مالی و جانی فراوانی را بر سیستم‌های اقتصادی- اجتماعی و زیست محیطی وارد می‌کند، زمین لغزش است. شناخت نواحی مستعد وقوع لغزش و حرکات توده‌ای از ضروریات مدیریت منابع طبیعی و برنامه ریزی توسعه‌ای و عمرانی است. جاده هراز یکی از محورهای اصلی و پرتردد ایران است که فرآیندهای دامنه‌ای هر ساله خسارات فراوانی را در آن به بار می‌آورد، در این تحقیق سعی شده استعداد به وقوع زمین لغزش بخشی از این جاده با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و رگرسیون خطی مورد مطالعه قرار گیرد. برای این منظور از لایه‌های شیب، جهت شیب، ارتفاع، فاصله از گسل‌های اصلی، فاصله از گسل‌های فرعی، فاصله از رودخانه اصلی، فاصله از آبراهه فرعی، فاصله از جاده، فاصله از راه آهن، زمین شناسی، کاربری اراضی و میانگین بارش استفاده شده و پس از تجزیه تحلیل داده‌ها در سیستم اطلاعات جغرافیایی و با استفاده از روش‌های رگرسیون خطی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی نقشه نهایی خطر وقوع زمین لغزش تهیه گردید. نتایج نشان داد که روش تحلیل سلسله مراتبی روش مناسب‌تری برای پهنه بندی خطر زمین لغزش در این محدوده است. بر اساس این روش حدود ۶۷/۸ درصد محدوده مورد مطالعه استعداد بالایی برای وقوع زمین لغزش دارند.**

**کلید واژگان:** پهنه‌بندی زمین‌لغزش، رگرسیون خطی، تحلیل سلسله مراتبی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، جاده هراز

---

۱. نویسنده مسئول: تهران- خیابان وصال- کوچه آذین- دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

**مقدمه**

لغزش عبارت است از پایین افتادن یا حرکت یکپارچه و نسبتاً سریع مواد در طول دامنه‌ها با حضور آب. (محمودی،۱۳۸۸: ۱۳۵) ایران با توپوگرافی کوهستانی در بخش‌های وسیعی، فعالیت زمین ساختی و لرزه‌خیزی زیاد، شرایط متنوع اقلیمی و زمین شناسی، شرایط مساعدی برای بروز این پدیده دارد و اهمیت آن در مناطق نزدیک به سکونتگاه‌ها و تأسیسات انسانی بیشتر احساس می‌شود. بر اساس یک برآورد اولیه سالانه ۵۰۰ میلیارد ریال خسارات مالی از طریق لغزش‌ها بر کشور تحمیل می‌شود و آمار ثبت شده توسط وزارت جهاد کشاورزی نشان می‌دهد که تا اوایل سال ۱۳۷۸ وقوع حدود ۲۵۹۰ حرکت توده ای و لغزش در کشور باعث مرگ ۱۶۲ نفر، تخریب ۱۷۶ خانه، ایجاد خسارات مالی به میزان ۱۸۶۶ میلیارد ریال، تخریب ۶۷۶ هکتار جنگل و تخریب ۱۷۰ کیلومتر راه ارتباطی شد. (صالحی پور،۱۳۸۰: ۴)

در خصوص پهنه بندی و شناسایی نواحی مستعد وقوع لغزش در کشور بررسی‌های بسیاری صورت گرفته از جمله: در مطالعه‌ای، حوضه الموت با در نظر گرفتن پنج عامل شیب، زمین‌شناسی، جهت دامنه، شتاب افقی فزاینده زمین و ارتفاع در قالب روش آماری چند متغیره پهنه بندی شده و نتایج نشان داد که این روش قابلیت خوبی برای پهنه بندی مناطق مشابه دارد (پژم، ۱۳۷۵). خطر زمین لغزش در حوضه آبریز سرخون چهار محال و بختیاری با استفاده از سه روش رگرسیون لاجستیک، رگرسیون خطی و پروبیت پهنه بندی شده و از نوزده متغیر کمی و چهار متغیر کیفی استفاده شد. مشخص شد که مدل رگرسیون لاجستیک دارای بیشترین دقت است (کرم و محمودی ۱۳۸۴:۱۴-۱). پهنه بندی خطر زمین لغزش در دامنه‌های شمالی آلاداغ با استفاده از روش شاخص زمین لغزش (LIM)صورت گرفت و وزن و میزان اثرگذاری هر یک از واحدها در متغیرهای مستقل (۱۸مورد) تعیین شد. سپس با استفاده از روش رگرسیون چند متغیره لاجستیک مدل مربوط به هر یک از حرکات توده‌ای در حوضه، همراه با میزان اهمیت و جهت تأثیر هر یک از واحدهای متغیر مستقل در وقوع انواع حرکات توده‌ای به دست آمد (جعفری ۱۳۸۶). در مطالعه ای، پهنه بندی خطر حرکات دامنه‌ای در حوضه جاجرود با استفاده از رگرسیون لاجستیک و سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام شد که ۱۵۰ مورد زمین لغزش شناسایی شد (پیریایی، ۱۳۸۵).

در سطح جهان نیز مطالعات گسترده‌ای در این راستا صورت پذیرفته از جمله: در پروژه‌ای تحت عنوان RUNOUT برای کاهش خطر زمین لغزش در اروپا روش‌هایی را مورد مطالعه قرار دادند و به نتایجی دست یافتند که این نتایج اهمیت انجام مطالعات چند زمینه‌ای در مورد

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

خطر زمین لغزه، ترکیب مطالب گوناگون ژئومورفولوژی، زمین‌شناسی، سنجش از دور، دینامیک سیالات و ویژگی‌های اجتماعی را مورد تاکید قرار داده و همچنین لزوم درک فرایند فیزیکی حاکم بر لغزش، بالا بردن سطح آگاهی عمومی از خطرات لغزش و مدیریت صحیح زمین برای کاهش خطر را تشخیص دادند (کریستوفر و همکاران، ۲۰۰۳). در دپارتمان مهندسی زمین شناسی ترکیه تأثیر خاک رس در لغزش‌ها در منطقه Giresun(Ali yalcin) در شمال شرق ترکیه مورد مطالعه قرار گرفت. روش کار در این پژوهش DAT[1] می‌باشد. در این تحقیق موارد زیر به عنوان عوامل اصلی تشکیل لغزش‌ها ذکر شده: آب و هوا، ویژگی‌های مورفولوژیکی، ویژگی‌های ژئوتکتونیکی، زمین لرزه ها و دخالت انسان. در میان عوامل ذکر شده عامل آب و هوا را به عنوان مهم‌ترین عامل بیان داشته‌اند و به بررسی ارتباط این عوامل با جنس خاک به ویژه رس در شکل گیری لغزش‌ها پرداخته و در نهایت افزایش فشار و کاهش نیرو در نتیجه افزایش میزان آب به ویژه در خاک رس را باعث تشدید این پدیده دانسته‌اند (اساتید دانشگاه آکسارو، ۲۰۰۷). در طی یک بررسی نقش توده‌های ماسه‌ای در زمین لغزش‌ها با استفاده از روش رگرسیون مورد بررسی قرار گرفت و دو هدف مد نظر بوده است:

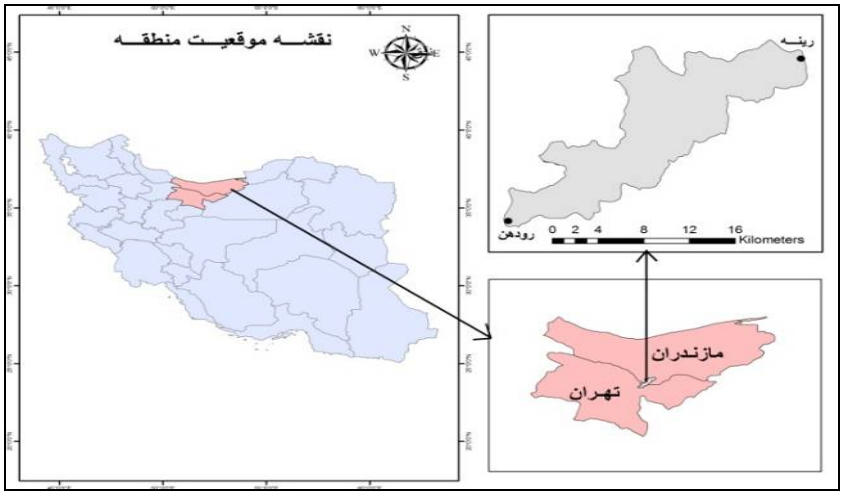
۱- بررسی چگونگی کنترل شیب‌های خطرناک ۲- چگونگی کنترل ارتعاشات زیاد در ارتباط با لغزش‌ها. در این بررسی لغزش‌ها به دو بخش کوچک و بزرگ تقسیم شده‌اند و توضیحاتی در خصوص نحوه‌ی شکل‌گیری و وضعیت ظاهری هر یک بیان شده و علت عمده این پدیده را شکست در بین لایه رسوبات بالایی و توده سنگی زیرین این رسوبات دانسته‌اند (کاتزو و آهارونو ۲۰۰۶). همچنین در پژوهشی پایش زمین لغزش کهرود در البرز با استفاده از GPS و SAR انجام شد و هدف اصلی آن بررسی ویژگی‌های کمیتی از قبیل تحول مکانی و زمانی و جابه‌جایی های سطحی لغزش کهرود بوده است (پیرت و همکاران ۲۰۰۸: ۱۴۱-۱۳۱). هدف از مقاله حاضر پهنه بندی خطر وقوع زمین لغزش در بخشی از مسیر جاده هراز با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش‌های رگرسیون خطی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی می‌باشد.

**محدوده مورد مطالعه**

محدوده مورد مطالعه در محور هراز حد فاصل تهران- مازندران، از رودهن تا رینه است که در محدوده جغرافیایی ′۵۳ °۵۱ تا ′۱۰ °۵۲ طول شرقی و ′۴۲ °۳۵ تا ′۵۳ °۳۵ عرض شمالی قرار دارد و مساحتی حدود ۲۰۵/۱۴ کیلومتر مربع در دو سوی جاده ارتباطی را در بر می‌گیرد.

1 -differential thermal analysis

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]




**شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان‌های تهران و مازندران**

منطقه مورد مطالعه دارای تیپ غالب کوهستانی و کوهپایه‌ای است و بیشتر سطح منطقه از مراتع متراکم و نیمه متراکم تا کم تراکم پوشیده شده است. بر اساس نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه عمدتاً از سازندهای دوران مزوزوئیک و سنوزوئیک پوشیده شده که به خاطر فراوانی رسوبات مارن، شیل، سیلت، رس، آهک و ... در صورت حذف پوشش گیاهی و افزایش بارگذاری و فعالیت‌های انسانی دارای پتانسیل بالایی در وقوع لغزش است. از آنجایی که این مسیر از مناطق پر تردد کشور است در نتیجه امکان بروز این پدیده در منطقه مورد نظر بسیار زیاد می‌باشد.

در این منطقه لغزش‌های متعددی در دامنه های مشرف به جاده رخ داده که مهم‌ترین آن‌ها لغزش امامزاده علی در مختصات جغرافیایی"۳۱ '۵۱ °۳۷ عرض شمالی و"۴۰' ۸ °۵۲ طول شرقی می‌باشد و طی این حادثه بیش از ۶۰۰ متر از جاده هراز، یک روستای ییلاقی ۱۵ خانواری خالی از سکنه به نام پشتک، زائر سرا و بقعه ۳ امامزاده،۴ باب مغازه، یک رستوران و ۱۵ اصله ستون انتقال برق تخریب شد و نیز خساراتی به ۱۰ استخر پرورش ماهی سردابی هراز وارد آمد (سایت پایگاه ملی داده های علوم زمین[1]).

[1] -www.ngdir.ir

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]




**شکل (۲) نمای بالایی از لغزش امامزاده علی**

در این محدوده مجموعاً ۴۶ مورد زمین لغزش با استفاده از عکس‌های هوایی مشاهده شده که از این میان ۳۶ مورد از پلور تا رینه قرار دارد (شکل ۳).




**شکل (۳) پراکنش زمین لغزش‌های موجود در منطقه**

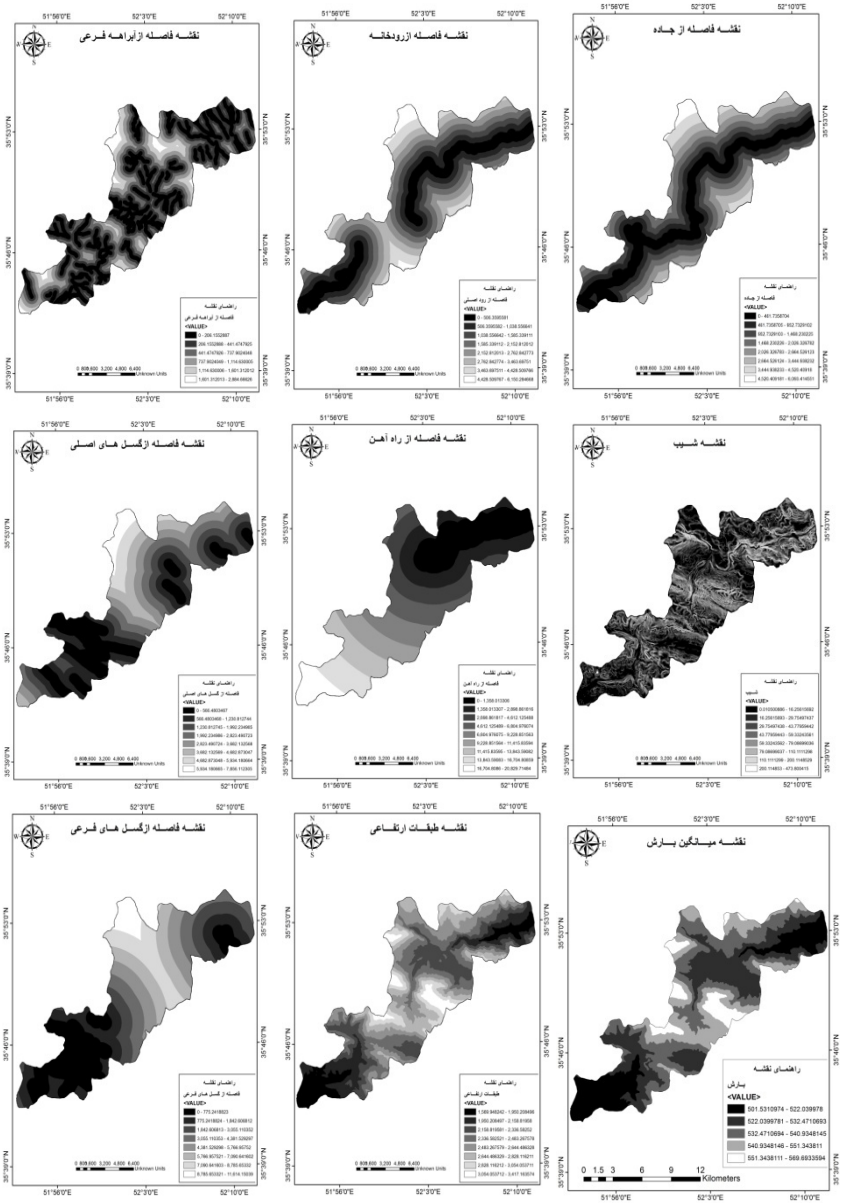
[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

**مواد و روش شناسی**

از آنجایی که در این تحقیق هدف بررسی مناطق مستعد وقوع لغزش با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد لذا در مرحله اول نقشه های مورد نیاز شامل نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ رودهن، لواسان بزرگ و رینه و نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ شرق تهران و دماوند در محیط نرم افزار Arc map ژئورفرنس شده و پس از آن رقومی شدند. از نقشه توپوگرافی لایه‌های مدل رقومی ارتفاعی، شیب، جهت شیب، جاده‌ها، رودخانه اصلی، رودهای فرعی، نقاط ارتفاعی و از نقشه زمین شناسی لایه های گسل‌های اصلی، گسل‌های فرعی و زمین شناسی منطقه به دست آمد. از آنجایی که روش‌های کمی و نیمه کمی در پهنه بندی خطر زمین لغزش نتایج مطمئن‌تری را به نسبت سایر روش‌ها ارائه می‌دهند و استفاده از این روش‌ها از اعتبار علمی بیشتری نسبت به سایر روش‌ها برخوردار می‌باشند، در نتیجه در طی سال‌های اخیر، توسط محققین علوم زمین توسعه زیادی پیدا کرده‌اند، لذا در این تحقیق به منظور پهنه بندی خطر وقوع زمین لغزش از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[1] که یک روش نیمه کمی می‌باشد و روش رگرسیون خطی استفاده شد و در نهایت نتایج حاصل از این دو روش با هم مقایسه شده‌اند و جهت بررسی میزان صحت هر یک از این روش‌ها و تطبیق نتایج آن‌ها با واقعیت، عکس‌های هوایی ۱:۴۰۰۰۰ منطقه در سال ۱۳۸۱ تهیه شد و لغزش‌های رخ داده در منطقه از روی این عکس‌ها شناسایی شدند (شکل شماره ۳) . در این پژوهش از لایه‌های زمین شناسی، کاربری اراضی، میانگین بارش، شیب، جهت شیب، فاصله از گسل‌های اصلی، فاصله از گسل‌های فرعی، فاصله از رودخانه اصلی، فاصله از آبراهه فرعی، فاصله از راه آهن، فاصله از جاده و ارتفاع زمین برای پهنه بندی خطر وقوع زمین لغزش استفاده شده است (شکل ۴).

[1] . Analytic Hierarchy Process

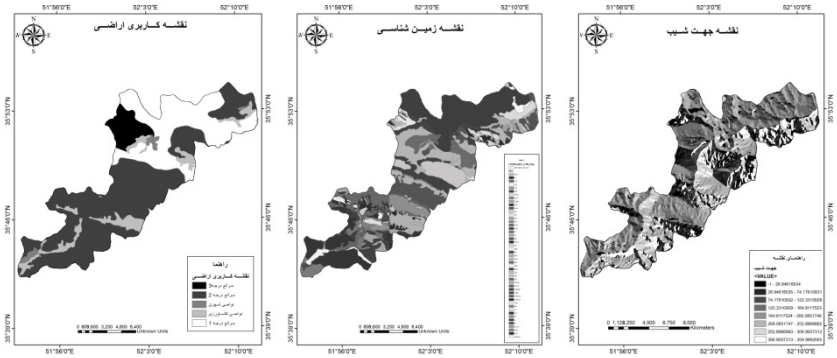
[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]




**شکل (۴) معیارهای مورد استفاده در پهنه بندی خطر وقوع زمین لغزش**

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

ادامه شکل ۴




## روش شناسی

### فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

روش تحلیل سلسله مراتبی سیستم‌ها بر پایه مقایسه زوجی عوامل موثر در وقوع زمین لغزش‌ها استوار بوده و ابتدا با وزن دهی به تک تک عوامل موثر در نظر گرفته شده برای پهنه بندی و سپس امتیاز دهی به هر کدام از کلاس‌های مربوط به هر یک از عوامل، ضرایبی به دست می‌آورد که بر اساس آن‌ها مدل نهایی را ارائه می‌نماید. (احمدی و همکاران،۱۳۸۲: ۳۲۳). وزن هر معیار (W) بیانگر میزان اهمیت هر عامل نسبت به سایر عوامل است که مجموع ارزش این عوامل باید معادل یک باشد. در این روش با استفاده از بررسی شرایط موجود طبیعی منطقه و قضاوت کارشناسی اقدام به امتیاز دهی عوامل به ترتیب اولویت از اولویت ضعیف عدد ۱ تا حداکثر عدد ۹ شد (جدول ۱).

**جدول (۱) نحوه‌ی امتیاز دهی و اولویت بندی معیارها نسبت به هم**

| ارزش عددی | اولویت فاکتور در مقایسه با سایر فاکتورها |
|---|---|
| ۹ | اولویت حداکثر |
| ۸ | اولویت خیلی زیاد |
| ۷ | اولویت زیاد |
| ۶-۵-۴-۳ | اولویت ضعیف |
| ۲-۱ | اولویت نسبتاً یکسان |

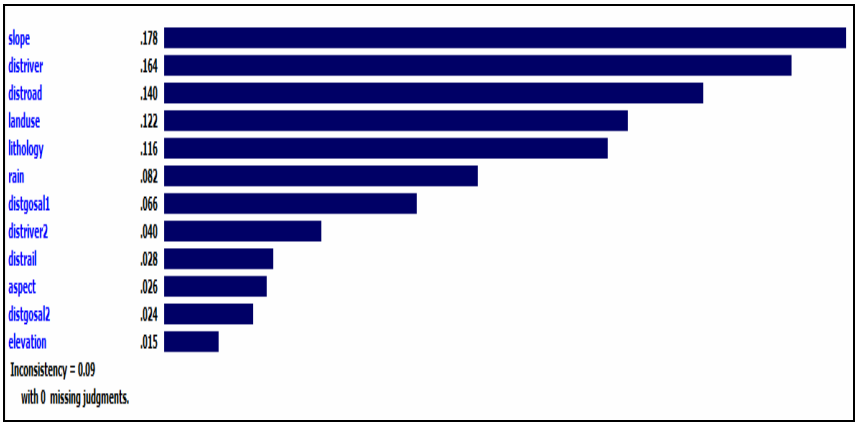
برای پهنه بندی منطقه مورد مطالعه مقایسه دو به دویی فاکتورها انجام شد (شکل۵) و در نهایت با استفاده از نرم افزار expert choice مقدار وزن نسبی هر یک از این عوامل برای ورود

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

به نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی به دست آمد که در شکل ۶ این مقادیر بیان شده و وجود نرخ سازگاری ۰.۰۹ مبین کارایی مطلوب مقایسه دو به دویی می‌باشد.

| | slope | aspect | distgosal1 | distgosal2 | distriver | distriver2 | landuse | lithology | distroad | distrail | rain | elevation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| slope | | 7.0 | 3.0 | 5.0 | 2.0 | 1.0 | 3.0 | 2.0 | 2.0 | 5.0 | 3.0 | 7.0 |
| aspect | | | 4.0 | 2.0 | 4.0 | 2.0 | 5.0 | 6.0 | 3.0 | 2.0 | 4.0 | 6.0 |
| distgosal1 | | | | 5.0 | 3.0 | 5.0 | 3.0 | 3.0 | 4.0 | 3.0 | 3.0 | 4.0 |
| distgosal2 | | | | | 4.0 | 3.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 2.0 | 4.0 | 2.0 |
| distriver | | | | | | 5.0 | 3.0 | 2.0 | 2.0 | 5.0 | 3.0 | 7.0 |
| distriver2 | | | | | | | 5.0 | 5.0 | 4.0 | 1.0 | 4.0 | 2.0 |
| landuse | | | | | | | | 2.0 | 3.0 | 5.0 | 3.0 | 7.0 |
| lithology | | | | | | | | | 1.0 | 5.0 | 2.0 | 7.0 |
| distroad | | | | | | | | | | 5.0 | 3.0 | 7.0 |
| distrail | | | | | | | | | | | 5.0 | 2.0 |
| rain | | | | | | | | | | | | 5.0 |
| elevation | Incon: 0.09 | | | | | | | | | | | |

**شکل (۵) مقایسه دو به دویی معیارها**




**شکل (۶) وزن نسبی هر فاکتور برای ورود به نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی و اجرای مدل AHP**

همان طور که در شکل شماره ۶ مشاهده می‌شود اصلی‌ترین عوامل در بروز لغزش‌های این منطقه بر اساس مشاهدات میدانی و قضاوت کارشناسی به ترتیب عبارتند از: شیب، فاصله از رود اصلی، فاصله از جاده، کاربری اراضی، سنگ شناسی و بارش. سایر فاکتورها از اهمیت کمتری برخوردارند و وزن نسبی کمتری را به خود اختصاص داده‌اند.

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

**روش رگرسیون خطی**

در این مدل با در دست داشتن مقادیر معین متغیر مستقل (Xi) مقادیر Yi یا متغیر وابسته را می‌توان به صورت خطی برآورد نمود. مدل کلی تابع رگرسیون به صورت معادله زیر است:

رابطه (۱) $Yi=B1+B2xi+.....+Bjxi$

که در آن:

Yi= تخمین مقادیر وابسته، B1= ضریب ثابت یا عرض از مبدأ، B2= ضریب متغیر Xi، Xi=متغیر مستقل است.

معیار تخمین در این مدل ضریب تعیین تعدیل شده[1] می‌باشد که دامنه ای بین ۰ و ۱ قرار داشته و مقادیر نزدیک به ۱ دال بر خوبی برازش می‌باشد. در روش رگرسیون خطی از نسبت سطوح گسیخته شده یا نقشه وقوع لغزش‌ها به عنوان متغیر وابسته استفاده می‌شود. پس از انتقال داده‌های نقطه‌ای معیارها از نرم افزار Arcmap به نرم افزار Spss، محاسبات رگرسیون خطی در این نرم‌افزار صورت گرفت. مقدار ضرایب هر یک از لایه‌ها با استفاده از روش رگرسیون خطی در جدول(۲) نشان داده شده است. لازم به ذکر است برخی از معیارها به دلیل داشتن روابط همبستگی بالا با یکدیگر از مدل حذف و خارج شدند . نتایج مدل رگرسیون نشان داد که حضور یا عدم حضور این معیارها تأثیری در نتایج مدل و ضریب تعدیل نشده ندارد لذا تنها با استفاده از عوامل موثر مدل رگرسیون اجرا و معادله برآورد و نقشه نهایی به دست آمد.

**جدول (۲) مقدار ضرایب هر یک از لایه‌ها با استفاده از روش رگرسیون خطی**

| نام لایه | ضریب حاصل از رگرسیون گیری |
|---|---|
| بارش | - ۰/۰۱۲ |
| جاده | - ۰/۰۰۱ |
| زمین شناسی | ۰/۰۲۶ |
| رود اصلی | - ۰/۰۰۱ |
| شیب | ۰/۰۰۶ |
| کاربری اراضی | - ۰/۰۰۹ |
| ضریب ثابت | ۷/۱۷۱ |
| R=0/96 | |

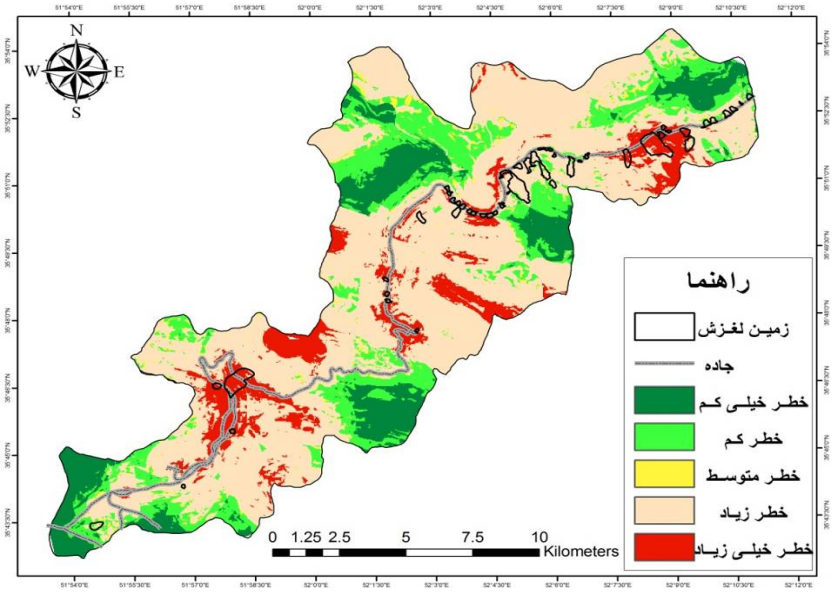
1-Adjusted R2

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

## پهنه بندی خطر زمین لغزش

### - مدل تحلیل سلسله مراتبی

ابتدا بر روی هر یک از لایه‌ها عمل Reclassify صورت گرفت و نقشه‌ها از حالت برداری به رستری تبدیل شدند، پس از آنکه وزن هر یک از لایه‌ها برای انجام مدل تحلیل سلسله مراتبی به دست آمد و در محیط Arc gis، وزن هر لایه در لایه مورد نظر در Raster calculator ضرب شد و تمام لایه‌ها با هم جمع جبری گردید. نقشه نهایی حاصل از این عملیات در شکل ۷ نمایش داده شده است.

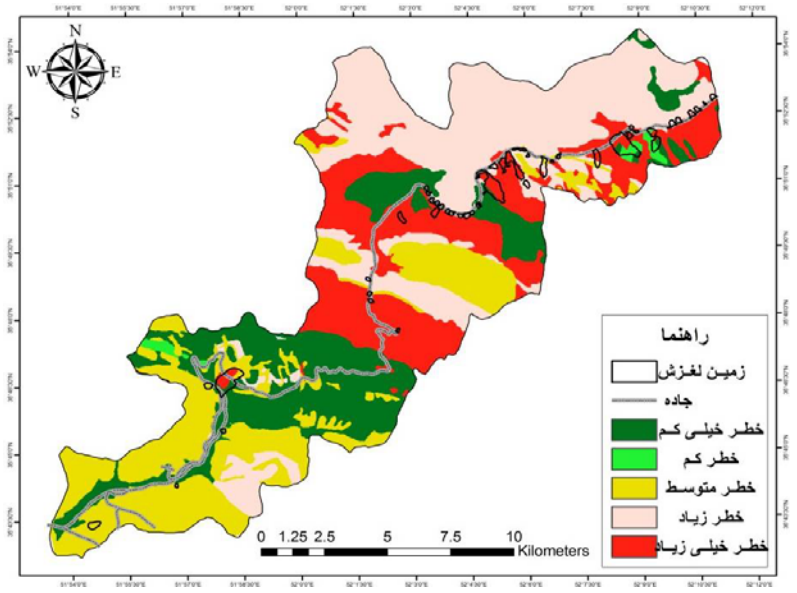



**شکل (۷) نقشه نهایی پهنه بندی خطر وقوع زمین لغزش با استفاده از مدل AHP**

- مدل رگرسیون خطی

برای رگرسیون گیری ابتدا هر لایه به فرمت رستری تبدیل شد و پس از آن تمام لایه‌ها از حالت رستری به حالت نقطه‌ای تبدیل شد و به محیط نرم افزار Spss منتقل شد، سپس عملیات رگرسیون روی ارزش حاصل از این نقاط صورت گرفت و با به دست آمدن معادله برآورد رگرسیونی (حاصل از جدول۲) نقشه نهایی برآورد خطر زمین لغزش تهیه گردید (شکل ۸).

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]




**شکل (۸) نقشه نهایی پهنه بندی خطر وقوع زمین لغزش با استفاده از مدل رگرسیون خطی**

## نتایج و بحث

هر ساله پدیده زمین لغزش در مناطق کوهستانی کشور آسیب‌های قابل توجهی را به مناطق مسکونی و راه‌های ارتباطی و منابع طبیعی وارد می‌کند بنابراین لازم است تا مطالعات ویژه‌ای در این زمینه صورت پذیرد. شناسایی نواحی مستعد وقوع لغزش یکی از راه‌های اولیه در مدیریت منابع طبیعی و برنامه ریزی توسعه ای و عمرانی است. تهیه‌ی نقشه‌ی پهنه بندی با صحت بالا نتیجه جمع آوری اطلاعات و شناسایی پارامترهای موثر، و امتیاز دهی معقول و نحوه‌ی تلفیق لایه‌ها با هم می‌باشد.

جهت اندازه‌گیری میزان دقت هر یک از این روش‌ها و انتخاب روش بهینه برای این منطقه در محیط Arc map از روش جداول متقاطع استفاده گردید تا بتوان مساحت لغزش‌های رخ داده را در هر یک از طبقات و پهنه بندی خطر محاسبه و تعیین نمود. این نتایج در جدول ۳ ارائه شده است.

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

**جدول (۳) مساحت زمین لغزش‌های رخ داده در طبقات و پهنه‌های مختلف خطر**

| | نتایج حاصل از رگرسیون خطی | | | نتایج حاصل از روش AHP | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| نواحی مخاطره | مساحت پهنه خطر | | درصد لغزش‌های موجود | مساحت پهنه خطر | | درصد لغزش‌های موجود |
| | $KM^2$ | درصد | | $KM^2$ | درصد | |
| نواحی دارای خطر بسیار زیاد | ۴۳/۷۲ | ۲۱/۳۷ | ۵۰/۳۰ | ۲۲/۴۹ | ۱۱ | ۴۴/۶۹ |
| نواحی دارای خطر زیاد | ۶۵/۹۴ | ۳۲/۲۳ | ۱۷/۵۹ | ۱۱۷/۳۷ | ۵۷/۳۷ | ۴۹ |
| نواحی دارای خطر متوسط | ۴۹/۸۸ | ۲۴/۳۸ | ۹/۸۳ | ۵/۲۶ | ۲/۵۷ | ۲/۰۷ |
| نواحی دارای خطر کم | ۱/۷۱ | ۸/۳۵ | ۷/۸۹ | ۳۵/۲۳ | ۱۷/۲۲ | ۴/۱۷ |
| نواحی دارای خطر بسیار کم | ۴۳/۳۰ | ۲۱/۱۷ | ۱۴/۳۷ | ۲۴/۲۰ | ۱۱/۸۳ | ۰/۰۴۵ |

**مأخذ: نگارندگان**

همان‌طور که مشاهده می‌شود در روش رگرسیون خطی حدود ۶۸ درصد زمین لغزش‌های موجود در نواحی دارای خطر بسیار زیاد و زیاد قرار گرفته‌اند و در روش تحلیل سلسله مراتبی حدود۹۴ درصد لغزش‌ها در ناحیه دارای خطر بسیار زیاد و زیاد قرار دارد و با توجه به آن می‌توان نتیجه گرفت که در پژوهش حاضر روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)دارای نتیجه مطلوب‌تری است. پس از آن در نقشه‌های نهایی پهنه بندی، مساحت هر پهنه به دست آمد و نتایج حاصل از آن در جدول ۳ درج گردید. همان‌طور که در جدول ۳ مشخص است در روش رگرسیون خطی حدود ۵۳ درصد از منطقه دارای خطر بسیار زیاد و زیاد و در روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، حدود ۶۸ درصد مساحت منطقه دارای خطر بسیار زیاد و زیاد است. به این ترتیب برای جلوگیری از بروز خطرات احتمالی در این مسیر، توجه به مطالعات صورت گرفته و انجام عملیات لازم جهت مقابله با این پدیده ضرورت دارد. علاوه بر این لازم است بررسی‌های تفضیلی‌تر رخداد زمین لغزش در مقیاس‌های بزرگ‌تر انجام شده و اقدامات لازم برای ممانعت از وقوع لغزش‌ها و پایداری دامنه‌ها و حفاظت جاده‌ها صورت پذیرد.

## منابع و مأخذ

۱. احمدی، حسن، اسمعلی، اباذر، سادات فیض نیا، شریعت جعفری، محسن(۱۳۸۲) **پهنه بندی خطر حرکات توده ای با استفاده از دو روش رگرسیون چند متغیره (MR) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP)مطالعه موردی :حوضه آبریز گرمی چای**، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۶، شماره ۴: ۳۲۳-۳۳۶.

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]

۲. پژم، محمد رضا (۱۳۷۵) **پهنه بندی خطر حرکات توده ای در حوضه آبخیز الموت،** پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیز داری دانشگاه تهران.

۳. پیریایی، زهرا (۱۳۸۵) **پهنه بندی خطر حرکات دامنه ای در حوضه جاجرود به روش رگرسیون لوجستیک و سیستم اطلاعات جغرافیایی،** پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا دانشگاه تربیت معلم تهران.

۴. جعفری، تیمور (۱۳۸۶) **مدل‌سازی کمی و پهنه بندی خطر زمین لغزش در دامنه های شمالی آلاداغ (مطالعه موردی: بررسی تطبیقی حوضه زهکشی بدرانلو و چناران در استان خراسان شمالی)،** رساله دکتری جغرافیا، دانشگاه تهران.

۵. صالحی پور، علیرضا (۱۳۸۰) **بررسی پارامترهای هیدرومورفیک موثر در حرکات دامنه ای حوضه آبریز قوری چای با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی،** پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

۶. کرم، عبدالامیر، محمودی، فرج ا... (۱۳۸۴) **مدل‌سازی کمی و پهنه بندی خطر زمین لغزش در زاگرس چین خورده (مطالعه موردی: حوضه آبریز سرخون در استان چهار محال و بختیاری)** مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۱، ص ۱-۱۴.

۷. محمودی، فرج ا... (۱۳۸۸) تألیف روژه کک، **ژئومورفولوژی دینامیک - دینامیک درونی و دینامیک بیرونی،** انتشارات دانشگاه تهران، ص .۱۳۵

Department of geological engeenering ,Engeenering actualy ,Aksaray University , 68100 , Aksaray Turkey (2007) ***The effect of clay on landslids:A case study ALI YALCIN.***Applied Clay Science 38, 77- 85

M.Peyret, Y.Djamour, M.Rizza, J-F.Ritz.J- .Hurtrez, M. A. Gudarzi, H.Nankali ,J.Chery ,K.Le Dortz.F.Uri (2008) ***Monitoring of the large slow Kahrod landslidein Alborz mountain range(Iran)by GIS and SAR interferometry .***Engineering Geology,100,131-141.

Oded Katz, Einat Aharonov (2006) Landslide ***in vibrating sand box: What controls type of slope failure and frequency magnitude relations***, Earth and Planetary Science Letter 247(2006), 280-294.

Chiristopher R. J. Kilbum, Alessandro Pasuto (2003), ***Major risk from rapid, large- volume landslides in Europe (EU project RUNOUT).***Geomorphology 54, 3-9.

[ Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08 ]