پهنه‌بندی زمین‌لغزش در حوضه آبخیز خانیان تنکابن با استفاده از مدل ارزش اطلاعات Winf

صدرالدین متولی*
دانشیار گروه جغرافیا، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۴/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۱۷

چکیده

بخش عمده‌ای از سرزمین ایران را مناطق کوهستانی فراگرفته است. یکی از مخاطراتی که همواره این مناطق را تهدید می‌کند ناپایداری‌های دامنه‌ای است. مخاطره آمیزترین این ناپایداری‌ها پدیده زمین‌لغزش می‌باشد که سالیانه خسارت‌های زیادی را ایجاد می‌کند. در این راستا این پژوهش با هدف جلوگیری و کاهش خسارت مالی و جانی، حفظ و حراست از منابع طبیعی روستای خانیان در حوضه سه هزار تنکابن صورت گرفته است. روش این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر ماهیت توصیفی-تحلیلی و میدانی است. در ابتدا با بررسی منابع پژوهشی مرتبط با موضوع برخی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در رخداد این پدیده مانند طبقات ارتفاعی، شیب، جهت شیب، کاربری اراضی، اقلیم، شبکه هیدرو گرافی و زمین‌شناسی منطقه در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه و رقومی شدند، همچنین خاک محدوده لغزشی مورد آزمایش‌هایی چون تعیین میزان آهک، شوری خاک، میزان اسیدیته، نوع کانی‌های رسی، نوع بافت خاک، آزمایش برش مستقیم و حدود آتربرگ قرار گرفت. جهت پهنه‌بندی زمین‌لغزش و تجزیه‌وتحلیل آن روش ارزش اطلاعاتی و وزن دهی به عوامل مختلف طبیعی و انسانی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که علاوه بر عوامل طبیعی، مهم‌ترین عامل در وقوع پدیده زمین‌لغزش در منطقه عامل انسانی و برداشت بی‌رویه از محدوده لغزشی مورد نظر می‌باشد.

واژگان کلیدی: **پهنه‌بندی زمین‌لغزش، روش ارزش اطلاعاتی winf، حوضه آبخیز، خانیان تنکابن.**

Archive of SID

مقدمه

ناپایداری دامنه‌های طبیعی یکی از پدیده‌های ژئومورفولوژیکی و زمین‌شناسی است که در تغییر شکل سطح زمین نقش مؤثری دارد و زمانی که فعالیت‌های انسانی را تحت تأثیر قرار دهد می‌تواند به پدیده‌ای خطرناک تبدیل شود (عبادی نژاد و همکاران، ۱۳۸۶). حرکت‌های دامنه‌ای شامل حرکت‌های دانه‌ای و توده‌ای زمین بوده که حسب منطقه دلایل متعدد طبیعی و انسانی در وقوع آن می‌توانند دخالت داشته باشند که متأسفانه خسارت‌های سنگین مالی و جانی را بعضاً ایجاد می‌کنند (متولی و همکاران، ۲۰۱۳).

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۱۲۱۲۲۱۶ E-MAIL: sadr_m1970@yahoo.com

www.SID.ir

زمین‌لغزه‌ها و حرکت‌های توده‌ای خاک و مواد سنگی فرمی از فرایندهای دامنه‌ای و نوع خاصی از سوانح طبیعی هستند که هر ساله در برخی نقاط جهان و ایران رخداده و خسارات جانی، مالی و زیست‌محیطی قابل‌توجهی به بار می‌آورند. (کرم و همکاران، ۱۳۸۴).

در کشور ایران به دلیل شرایط آب و هوایی، زمین‌شناسی و توپوگرافی مستعد، وقوع حرکات توده‌ای، تلفات جانی و خسارت‌های مالی و زیست‌محیطی قابل‌توجهی به همراه دارد به‌طوری‌که علاوه بر تخریب خاک‌های حاصلخیز، موجب تهدید و تخریب سکونت‌گاه‌های انسانی و زیرساخت‌های بشری، قطع راه‌های ارتباطی و غیره می‌شوند (کرمی و همکاران، ۱۳۸۶).

امروزه مطالعات علمی و جامع در مورد زمین‌لغزش، یکی از مهم‌ترین موارد تحقیقاتی است که خود حاکی از درجه اهمیت در بین علوم و توجه روزافزون دولت‌ها به این موضوع می‌باشد. امروزه در سطح جهان بر روی زمین‌لغزش‌ها و خطرات ناشی از آن‌ها مطالعات زیادی صورت گرفته است. در میان مطالعات مختلف انجام‌شده در سطح جهان، برخی موارد که به ارائه روش‌هایی جهت پهنه‌بندی زمین‌لغزش‌ها پرداخته‌اند عبارت‌اند از: مدل ریگر (۱۹۷۴)، استیو سنون (۱۹۷۷)، مدل توصیفی کروزیر (۱۹۷۷)، مدل کمی کیفر و همکاران (۱۹۸۷)، (صالحی پور،۱۳۸۰)، مدل شارما (۱۹۹۵)، در ایران نیز محققینی چون بلادپس (۱۳۸۲)، کرم و همکار (۱۳۸۴)، شادفر و همکاران (۱۳۸۴)، کرمی و همکاران (۱۳۸۶)، مشاری و همکاران (۱۳۸۷)، حسین زاده و همکاران (۱۳۸۸)، در زمینه بررسی مربوط به زمین‌لغزش‌ها و پهنه‌بندی آن‌ها پژوهش‌های در کشور انجام داده‌اند.

در استان مازندران نیز هرساله زمین‌لغزش بخشی از سکونت‌گاه‌هایی که در دامنه‌های شمالی البرز قرار دارند را در معرض تخریب قرار داده است (متولی و همکاران، ۱۳۸۸).

از جمله زمین‌لغزش در قسمت شمالی البرز در بخش‌هایی از منطقه سه هزار تنکابن به‌ویژه در روستای خانیان خسارات فراوانی را به بار آورده است. که از جمله آن می‌توان به تخریب راه و جاده مواصلاتی و ایراد خسارات بر بدنهٔ راه روستایی که از این بابت تردد مردم را با مشکل مواجه نموده است تخریب و انهدام عرصهٔ جنگل در سطح گسترده و وسیع، به مساحت ۴ هکتار و نیز ریشه‌کن کردن و قطع قریب به‌اتفاق درختان صنعتی و دیگر درختچه‌های موجود و نیز انسداد مجرای آبی و بسته شدن مسیر اصلی آب و به‌تبع آن تغییر مسیر حرکتی آب رودخانه که باعث ایجاد خسارات جبران‌ناپذیر زیست‌محیطی اعم از انسانی و طبیعی شده است اشاره نمود.

بدین ترتیب سعی بر این است تا با انجام این پژوهش عوامل مؤثر در ایجاد حرکات توده‌ای را مشخص نموده و راهکارهایی جهت جلوگیری از خسارات ناشی از آن در این منطقه و مناطق مشابه به‌کاربرده شود.

Archive of SID

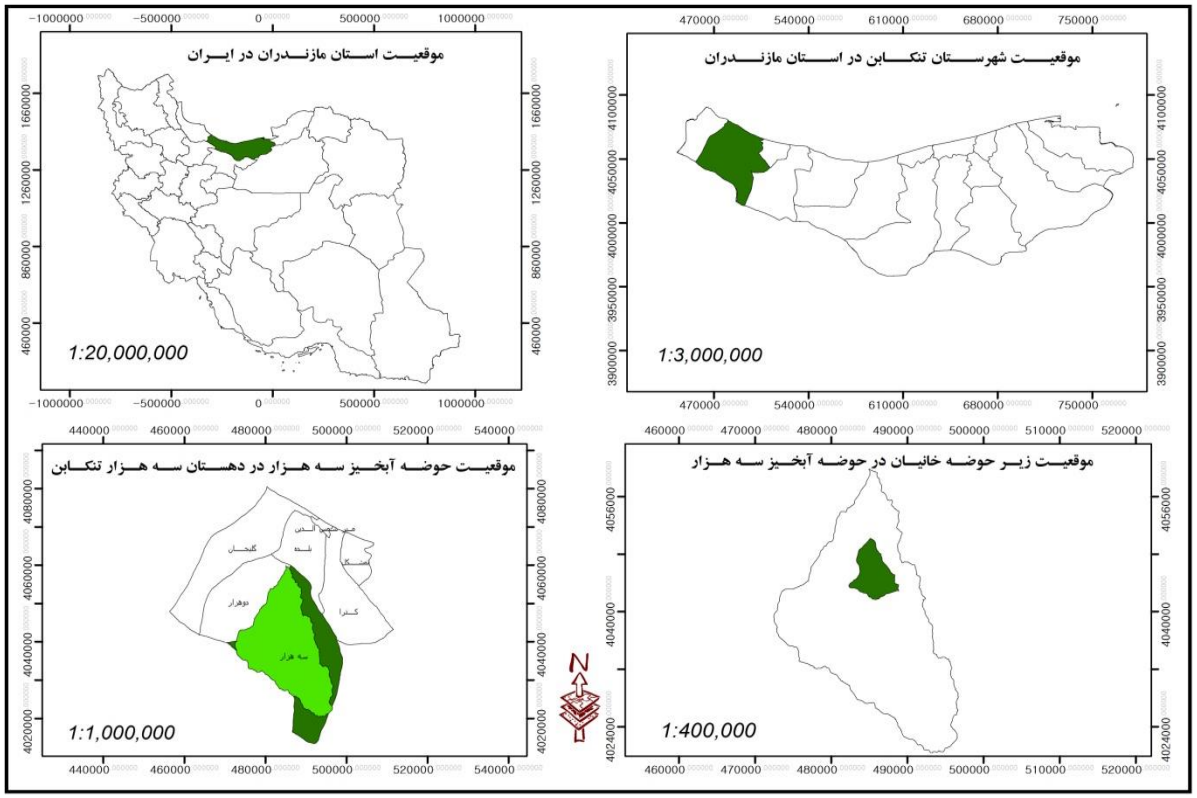
www.SID.ir

موقعیت جغرافیایی

محدوده مورد مطالعه جزء یکی از زیر حوضه‌های سه هزار تنکابن می‌باشد. حداکثر ارتفاع آن ۳۴۰۰ متر، حداقل ارتفاع آن ۸۰۰ متر و مساحت آن ۲۹۱۸/۴۴ هکتار است. محدوده لغزشی خانیان در طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۵ دقیقه و ۱۱ ثانیه تا ۵۰ درجه و ۵۶ دقیقه و ۱۶ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۳ دقیقه ۱۲ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۳۴ دقیقه و ۴۱ ثانیه واقع شده است.

بارندگی متوسط سالانه منطقه ۶۵۸ میلی‌متر و نوع اقلیم آن به روش دومارتن جزء اقلیم سرد مرطوب است. از لحاظ پوشش گیاهی جزء مناطق جنگلی نیمه انبوه بوده و گونه‌های موجود در آن شامل راش، ممرز و توسکا می‌باشد. زیر حوضه خانیان از رسوبات دوره‌های اردوویسین، پرمین، کامبرین، کربونیفر و کواترنر تشکیل شده که در این بین محدوده لغزشی خانیان در میان رسوبات دوره اردوویسین به وقوع پیوسته که از تناوبی از شیل‌ها و ماسه‌سنگ نازک لایه میکادار تشکیل شده است.

در منطقه مورد مطالعه زمین‌لغزش یکی از معضلات اصلی ساکنان منطقه است به‌طوری‌که سبب خسارت‌های فراوان به راه و جاده مواصلاتی، تخریب و انهدام عرصهٔ جنگل در سطح گسترده و وسیع و نیز انسداد مجرای آبی و بسته شدن مسیر اصلی آب و به‌تبع آن تغییر مسیر حرکتی آب رودخانه شده است.



مأخذ: نگارنده

شکل ۱: موقعیت حوضه آبخیز خانیان تنکابن

www.SID.ir

داده‌ها و روش‌ها

روش پژوهش این مقاله از نظر هدف کاربردی و از نظر ماهیت توصیفی–تحلیلی و میدانی است. با استفاده از روش‌های کتابخانه‌ای و میدانی با ابزاری چون فیش، جداول، نمودارها، نقشه‌ای متعددی همانند توپوگرافی و زمین‌شناسی، GPS، کارت مشاهده و مصاحبه اطلاعات جمع‌آوری گردید. سپس با استفاده از روش ارزش اطلاعاتی تجزیه‌وتحلیل انجام شده است.

در ابتدا با بررسی منابع پژوهشی مرتبط با موضوع برخی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در رخداد این پدیده مانند طبقات ارتفاعی، شیب، جهت شیب، کاربری اراضی، اقلیم، شبکه هیدرو گرافی و زمین‌شناسی منطقه در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه و رقومی شدند، همچنین خاک محدوده لغزشی مورد آزمایش‌هایی چون تعیین میزان آهک، شوری خاک، میزان اسیدیته، نوع کانی‌های رسی، نوع بافت خاک، آزمایش برش مستقیم و حدود آتربرگ قرار گرفت. جهت پهنه‌بندی زمین‌لغزش و تجزیه‌وتحلیل آن روش ارزش اطلاعاتی (Winf) **و** وزن دهی به عوامل مختلف طبیعی و انسانی مورداستفاده قرار گرفت.

اساس این روش که توسط بین و یان (۱۹۸۸) تشریح شده است بر تحلیل همراه بودن زمین‌لغزش و عوامل مؤثر در استعداد زمین‌لغزش استوار است. در این روش ارتباط یک متغیر وابسته (زمین‌لغزش) و یک متغیر مستقل مورد تحلیل قرار می‌گیرد و اهمیت هر یک از عوامل به‌طور جداگانه تجزیه‌وتحلیل می‌شود (متولی و همکاران، ۱۳۹۱).

این تحلیل با توجه به مقایسه مساحت زمین‌لغزش‌ها در پهنه هر متغیر و مساحت زمین‌لغزش‌ها در کل منطقه انجام می‌گیرد.

در روش ارزش اطلاعاتی ابتدا باید نرخ یا وزن هر طبقه از عوامل مؤثر به دست آورده شود که از رابطه زیر محاسبه خواهد شد. (فتاحی اردکانی، ۱۳۷۹).

$$Winf= \ln(A/B/\ C/D)$$

Winf: نرخ مربوط به هر طبقه از عوامل؛

Ln: لگاریتم طبیعی؛

A: مساحت زمین‌لغزش در هر طبقه؛

B: مساحت هر کلاس به کیلومتر مربع؛

C: مساحت کل زمین‌لغزش‌های حوضه؛

D: مساحت کل حوضه به کیلومتر مربع.

سپس طی مراحل زیر اقدام به تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در محیط GIS خواهد شد:

۱– قطع هر لایه اطلاعاتی با نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌ها و محاسبه ارزش اطلاعاتی هر طبقه؛

Archive of SID

www.SID.ir

۲- تهیه نقشه بر اساس مقادیر وزن ارزش اطلاعاتی برای کلیه متغیرهای تأثیرگذار؛

۳- جمع جبری نقشه‌های حاصله برای هر یک از عوامل مؤثر؛

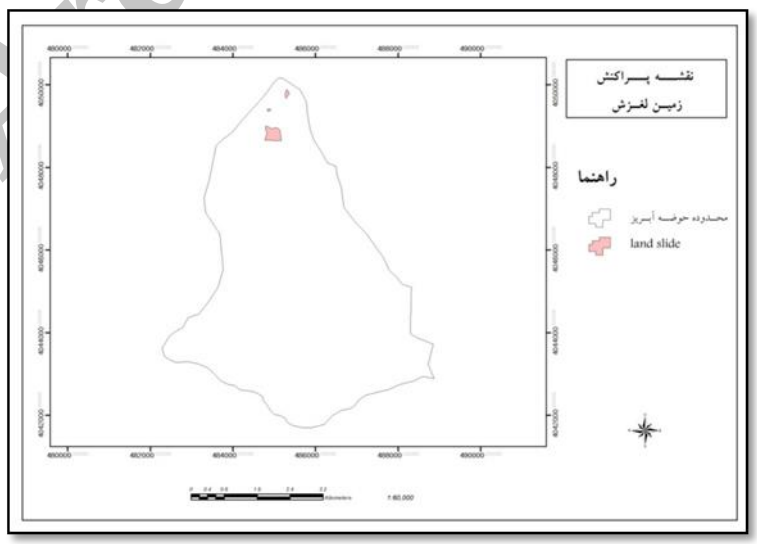
۴- طبقه‌بندی نمودن نقشه به‌دست‌آمده به مناطق مختلف خطر و در نهایت تهیه نقشه پهنه‌بندی زمین‌لغزش.

یافته‌ها

جهت محاسبه احتمال وقوع یک پدیده بایستی عوامل ایجاد کننده آن را شناسایی نمود، اگر عوامل به‌درستی شناسایی نشوند، نقش آن‌ها در محاسبه احتمال وقوع پدیده در نظر گرفته نشده و نتیجه قابل اطمینان نخواهد بود لذا اولین و مهم‌ترین مرحله در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش، شناسایی عوامل مؤثر در وقوع آن است (متولی،۱۳۹۰).

به‌منظور آماده‌سازی لایه‌ها در سامانه اطلاعات جغرافیایی، از ۱۰ لایه اطلاعاتی نقشه‌های توپوگرافی شامل: شیب، جهات جغرافیایی شیب، بارش، زمین‌شناسی، فاصله از گسل، عامل انسانی، لایه خاک به همراه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن شامل: غلظت آهک، نمک (هدایت الکتریکی) و ph استفاده گردید.

با توجه به پراکنش زمین‌لغزش‌های به وقوع پیوسته در زیر حوضه خانیان منطقه سه هزار تنکابن که مساحتی در حدود ۰/۱۲۲۶۰۴ کیلومتر مربع (بیش از ۱۲ هکتار) را به خود اختصاص داده است و در سه نقطه به وقوع پیوسته است، اقدام به مطالعه و پهنه‌بندی استعداد زمین‌لغزش در زیر حوضه خانیان با مدل ارزش اطلاعاتی شد شکل شماره (۲) پراکنش زمین‌لغزش در منطقه خانیان را نشان می‌دهد. لایه‌های مورد استفاده در عملیات پهنه‌بندی زمین‌لغزش در منطقه مورد نظر شامل: شیب، جهات جغرافیایی شیب، بارش، زمین‌شناسی، فاصله از گسل، عامل انسانی، لایه خاک به همراه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن شامل: غلظت آهک، نمک (هدایت الکتریکی) و ph است که بعد از تهیه اقدام به کلاس‌بندی مجدد و محاسبه مساحت کلاس‌های مورد نظر گردید.



شکل ۲: پراکنش زمین‌لغزش زیر حوضه خانیان در حوضه آبریز سه هزار تنکابن (مآخذ نگارنده)

Archive of SID

www.SID.ir

- شیب

به‌طورکلی شیب‌ها از ویژگی‌های جالب مرفولوژیکی بوده و به علت حساسیت رفتاری آن‌ها در مقابل عوامل خارجی و داخلی، بسیار مورد توجه واقع می‌گردند

شیب از عوامل مهم اصلی آماده گسیختن دامنه به شمار می‌رود. افزایش شیب وضعیت تعادل مواد سازنده دامنه‌ها را بر هم زده و موجب بالا رفتن تنش‌های برشی در دامنه‌ها می‌شود.

ازآنجایی‌که شیب یکی از مهم‌ترین عوامل کنترل‌کننده زمین‌لغزش می‌باشد که حتی در سایر عوامل مؤثر در زمین‌لغزش نیز تأثیرگذار است بنابراین جهت تحلیل و آنالیز پدیده زمین‌لغزش با توجه به نقشه توپوگرافی منطقه اقدام به تهیه نقشه شیب گردید؛ جهت تهیه نقشه شیب از مدل رقومی ارتفاع در محیط نرم‌افزاری GIS استفاده شد که در ۵ طبقه ۵-۰،۱۵-۵، ۳۵-۱۵، ۴۵-۳۵ و ۴۵ < درصد تهیه گردیده است. شیب سطوح لغزشی اکثراً بیش از ۳۰ درجه است. (شکل ۳).

- جهت شیب

از لحاظ جهت شیب در کل محدوده مطالعاتی جهت‌ها شامل flat، جهت شمالی، شمال شرقی، جهت شرقی، جهت جنوب شرقی، جهت جنوبی، جهت جنوب غربی، جهت غربی وجهت شمال غربی می‌باشند. طبق نقشه بیشترین قسمت محدوده لغزشی خانیان دارای جهت شیب شمال-غربی NW است و شمال محدوده دارای شیب غربی (W) است (شکل ۳).

- فاصله از گسل

ازآنجائی که سه خط گسلی با کنتاکت مشخص بر روی دیواره موجود می‌باشد و حتی پیچ تند رودخانهٔ سه هزار و انحراف رودخانه نیز مصداقی از وجود گسل است و همچنین توپوگرافی ناهمگن نیز نشان از تناوب گسل را داراست و گسیختگی از دم گسل شروع‌شده و فشار کمربالا به پاشنه زیاد بوده و با توجه به اجرای مدل ارزش اطلاعاتی بر نقشه فاصله از گسل (شکل ۳) و به دست آوردن وزن هر یک از آن‌ها نتیجه حاصله نشان داده که در فاصله ۱۰۰۰-۰ از گسل یعنی درست در محل وقوع لغزش وزن به‌دست‌آمده بیانگر تأثیر پر رنگ وجود گسل در ایجاد زمین‌لغزش منطقه است درصورتی‌که هر چه از گسل فاصله گرفته می‌شود میزان وقوع زمین‌لغزش به صفر می‌رسد با توجه به لایه گسل‌های موجود در منطقه و با استفاده از دستور تهیه فواصل اقلیدسی در محیط GIS اقدام به تهیه نقشه فاصله از گسل گردید با توجه به کلاس‌بندی مجدد نقشه فاصله از گسل، مساحت طبقات به همراه مساحت زمین‌لغزش‌های به وقوع پیوسته در زیرگروه‌ها محاسبه‌شده و با استفاده از فرمول مدل ارزش اطلاعاتی وزن زیرگروه‌ها به دست آمد و بر نقشه فاصله از گسل اعمال گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

- بارش

حوضه مورد مطالعه از لحاظ اقلیمی جزء مناطق مرطوب سرد است با توجه به تهیه نقشه پهنه‌بندی بارش منطقه مورد مطالعه در محدوده بارشی ۷۵۰-۷۰۰ میلی‌متر واقع شده (شکل ۳) وبر اساس جدول به‌دست‌آمده از روش ارزش اطلاعاتی مناطقی که در این محدوده با این مقدار بارش قرار دارند بیشترین میزان وقوع زمین‌لغزش را به خود اختصاص داده‌اند. بی‌شک بارش باران و برف رویش گیاهان و درختان را به همراه خواهد داشت که در این صورت می‌توانند پایداری شیب شیروان‌هایی که حتی از لحاظ فنی ناپایدار است را نیز تأمین کنند. از آنجائی که مقاومت خاک در شرایط اشباع و در حضور رطوبت از مقاومت خاک در شرایط خشک کمتر است می‌توان نتیجه‌گیری کرد که بارش برف و باران باعث ناپایداری می‌گردد. اما در منطقه مورد مطالعه اولاً جنس ریزدانه عموماً از نوع رس بوده که امکان زهکشی را کم می‌کند ثانیاً رس‌ها دارای خاصیت موئینگی بالایی می‌باشند و باعث افزایش ضخامت لایه مرطوب می‌گردند.. با توجه به خطوط هم بارش در منطقه اقدام به پهنه‌بندی بارش گردید با توجه با کلاس‌بندی مجدد نقشه پهنه‌بندی بارش، مساحت طبقات به همراه مساحت زمین‌لغزش‌های به وقوع پیوسته در زیرگروه‌ها محاسبه شده و با استفاده از فرمول مدل ارزش اطلاعاتی وزن زیرگروه‌ها به دست آمد و بر نقشه پهنه‌بندی بارش اعمال گردید.

- خاک‌شناسی

بر اساس مطالعات صورت گرفته در حوضه مورد نظر بیشترین قسمت زمین‌لغزش در بافت خاکsi-l,cl و c که خاک تکامل یافته عمیق با حداکثر عمق ۱۲۰ سانتی‌متر است صورت گرفته (شکل ۳) و پس‌ازآن در بافت خاک s-c-l و s-l اتفاق افتاده است که پایداری خاک در حالت خشک ضعیف می‌باشد. با توجه به نقشه خاکشناسی، مساحت طبقات به همراه مساحت زمین‌لغزش‌های به وقوع پیوسته در زیرگروه‌ها محاسبه شده و با استفاده از فرمول مدل ارزش اطلاعاتی وزن زیرگروه‌ها به دست آمد و بر نقشه خاکشناسی اعمال گردید.

- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (PH، نمک، آهک)

با توجه به مطالعات صورت گرفته زمین‌لغزش درجایی که میزان آهک بیشتر می‌شود اتفاق افتاده است در اینجا باید توجه شود که تأثیر سایر عوامل در ایجاد لغزش در منطقه مورد نظر توانسته است نقش مثبت وجود آهک در پایداری خاک را خنثی نماید. با توجه به روش ارزش اطلاعاتی در خاک‌هایی با شوری کم شاهد اتفاق افتادن لغزش هستیم PH خاک یکی از ویژگی‌های برجسته خاک بوده و در خواص فیزیکی، شیمیایی آن تأثیر دارد (کیهان پور، ۱۳۸۵). به‌طورکلی با کاهش PH خاک، خاک اسیدی‌تر شده و مقاومت برشی آن کاهش می‌یابد. در منطقه مورد مطالعه در PH خاک کمتر از ۶ بوده که خود سبب کاهش مقاومت برشی خاک شده است. هدایت الکتریکی نمونه‌های خاک کمتر از ۵/۵ بوده که خود نشانگر شستشوی زیاد خاک و کاهش مقاومت برشی خاک است. میزان آهک و یا درصد کربنات کلسیم در پایداری خاک

Archive of SID

www.SID.ir

می‌تواند نقش داشته باشد. میزان آهک بین ۰/۵ تا ۲۴ درصد متغیر بوده که بر این اساس جزءِ خاک‌های غیر آهکی تا کم آهک محسوب می‌گردد که نشانگر کاهش مقاومت برشی خاک است (شکل ۳).

- زمین‌شناسی

در این مطالعه زمین‌شناسی به شکل سازند در ایجاد زمین‌لغزش نقش ایفا می‌کند جنس لایه‌های منطقه اصلی‌ترین فاکتور مؤثر در ایجاد لغزش‌ها محسوب می‌شود. بر اساس مطالعات صورت گرفته در حوضه مورد مطالعه زمین‌لغزش خانیان و سایر لغزش‌ها در سازند اردوویسین اتفاق افتاده که از تناوبی از شیل و ماسه‌سنگ میکادار نازک لایه تشکیل شده است (شکل ۳).

با توجه به نقشه زمین‌شناسی، مساحت طبقات به همراه مساحت زمین‌لغزش‌های به وقوع پیوسته در زیرگروه‌ها محاسبه شده و با استفاده از فرمول مدل ارزش اطلاعاتی وزن زیرگروه‌ها به دست آمد و بر نقشه زمین‌شناسی اعمال گردید.

جدول ۱: مساحت سازندها، چینه‌ها و لیتولوژی حوضه آبخیز خانیان و درصد آن (مآخذ: نگارنده)

سازند	چینه	لیتولوژی	مساحت به هکتار	درصد مساحت
میلا	E om	تناوبی از دولومیت، سنگ فورش آهکی، سنگ‌آهک و ماسه و شیل	۷۳۳.۶۱۱۵۸۱۸	۲۵.۱۳
لالون	Ec	کنگلومرا و ماسه‌سنگ قرمز	۹.۶۷۳۸۵۰۶۸۱	۰.۳۳
کوارتزیت قاعده	Eq	کوارتز سفید رنگ	۴۱.۴۶۵۱۰۷۲۹	۱.۴۲
لالون	Es	سنگ ماسه و شیل فیلیتی خاکستر مایل به سبز	۳۲.۱۹۰۴۰۵۲	۱.۱
اردوویسین	O2 s,sh	تناوبی از شیل و ماسه‌سنگ میکا دار نازک لایه	۸۶۷.۵۳۱۷۱۰۳	۲۹.۷۲
درود	Pd s,sh	تناوب ماسه‌سنگی و شیل بامیان لایه آهک‌های ماسه‌ای قرمز	۱.۸۴۷۴۴۰۰۹	۰.۰۶
روته	Pr l,ml	آهک خاکستری تیره همرا با یک عضو آهک مارنی خاکستری تیره	۴۸.۹۰۵۸۱۶۴۸	۱.۷
واحد کواترنر	Q2 al	رسوبات شنی و ماسه‌ای در کف رودخانه همراه با تخته‌سنگ	۲.۶۶۱۸۲۳۸۷۸	۰.۰۹
واحد سیلورین	Sv	سنگ‌های آتشفشانی خاکستری مایل به سبز	۶۵.۹۹۱۹۶۹۸۷	۲.۳
واحد آذرین نفوذی میوسن	gd a	گرانیتوئید های تیپ آرود	۳۸۱.۱۲۰۶۵۴۴	۱۳.۰۵
مبارک	Cm l,ml	آهک، آهک مارنی و ماسه‌ای و شیل خاکستری با یک عضو ضخیم لایه	۶۷.۰۸۳۱۳۷۲	۲.۳
مبارک	Cm l	آهک توده‌ای	۶۶۶.۳۵۹۹۹۹۸	۲۲.۸
		جمع	**۲۹۱۸.۴۴۳۴۹۷**	**۱۰۰**

Archive of SID

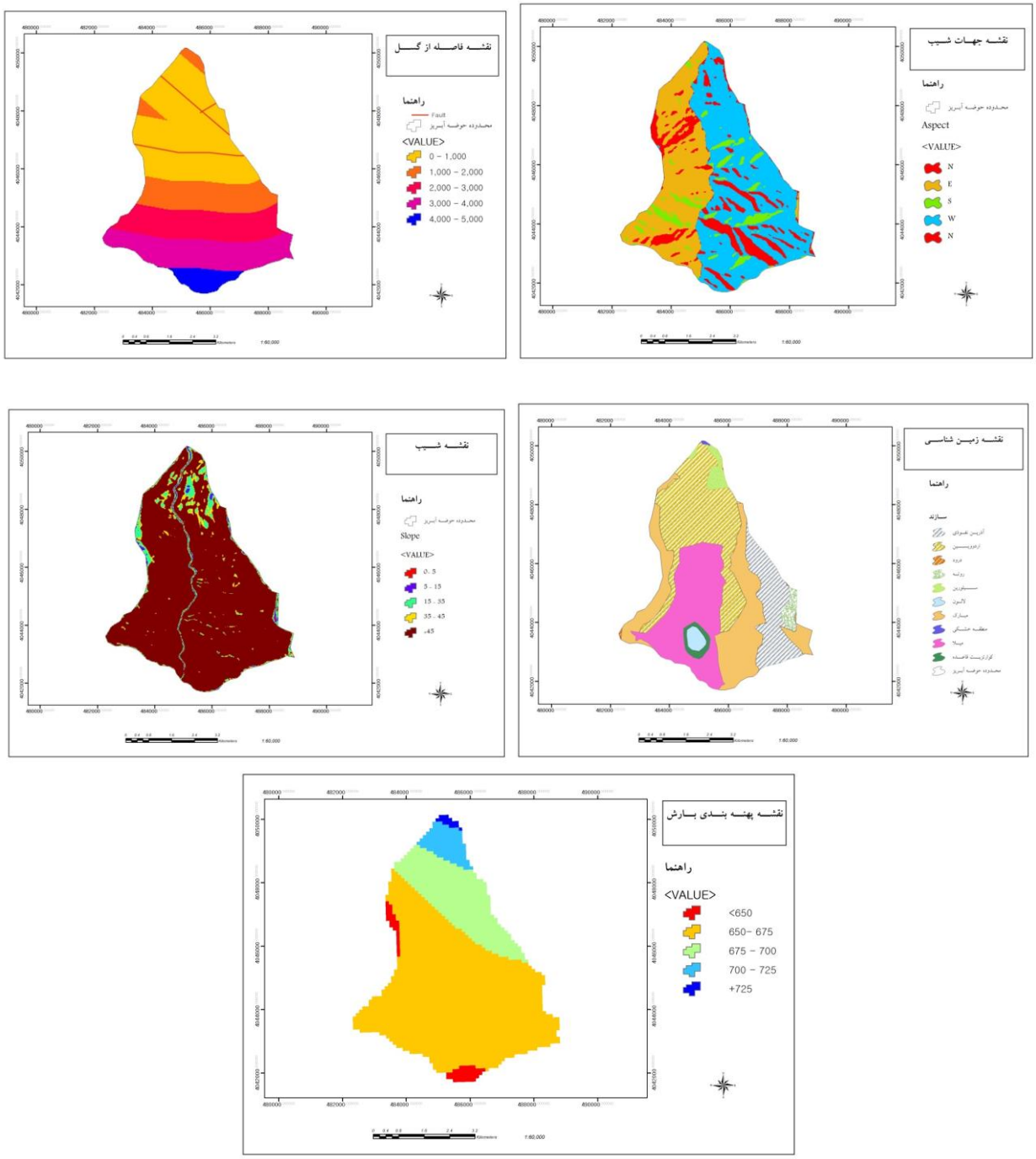
www.SID.ir

- عامل انسانی

فعالیت‌های عمرانی در منطقه از عوامل اصلی وقوع زمین‌لغزش در منطقه می‌باشد. به‌طوری‌که نقش مهمی در ناپایداری شیب و افزایش شیب در دامنه را دارا است اگرچه عوامل ذکر شده بستر مناسب را جهت لغزش در دامنه ایجاد کرده‌اند اما فعالیت‌های عمرانی سبب تحریک و در نتیجه بروز زمین‌لغزش گشته است. در مناطقی که دارای شرایط فوق می‌باشند و همچنین با وجود گسل در منطقه به‌هیچ‌عنوان نباید در پاشنه شیب‌ها هیچ‌گونه عملیات عمرانی (راه‌سازی و برداشت مصالح) بدون مطالعات لازم صورت گیرد زیرا این مسئله باعث تشدید تنش و کرنش در پاشنه شیب می‌شود که بلوک‌های حساس و کلیدی موجود در پاشنه ناپایدار شده و خردشدگی سنگ‌های حاصل از این برداشت در پاشنه و در ادامه خلل و فرج ایجادی و بازشدگی بیشتر شکاف‌های موجود در سنگ‌های صفحهٔ لغزش و درزه‌ها و ناپیوستگی‌های موجود شده در نتیجه پاشنه به‌صورت ناپایدار درآمده و حجم عظیمی از مواد به سمت پایین حرکت می‌کنند. در منطقه مورد مطالعه فاصله فعالیت‌های عمرانی تا نقاط لغزشی کمتر از ۱۲۰۰ می‌باشد که خود سبب افزایش تنش برشی شده است (شکل ۳). که با توجه به روش ارزش اطلاعاتی می‌توان به نقش پررنگ عامل انسان‌زاد پی برد. با توجه با کلاس‌بندی مجدد نقشه فاصله از محل عملیات انسانی، مساحت طبقات به همراه مساحت زمین‌لغزش‌های به وقوع پیوسته در زیرگروه‌ها محاسبه‌شده و با استفاده از فرمول مدل ارزش اطلاعاتی وزن زیرگروه‌ها به دست آمد و بر نقشه فاصله از محل عملیات انسانی اعمال شد.

Archive of SID

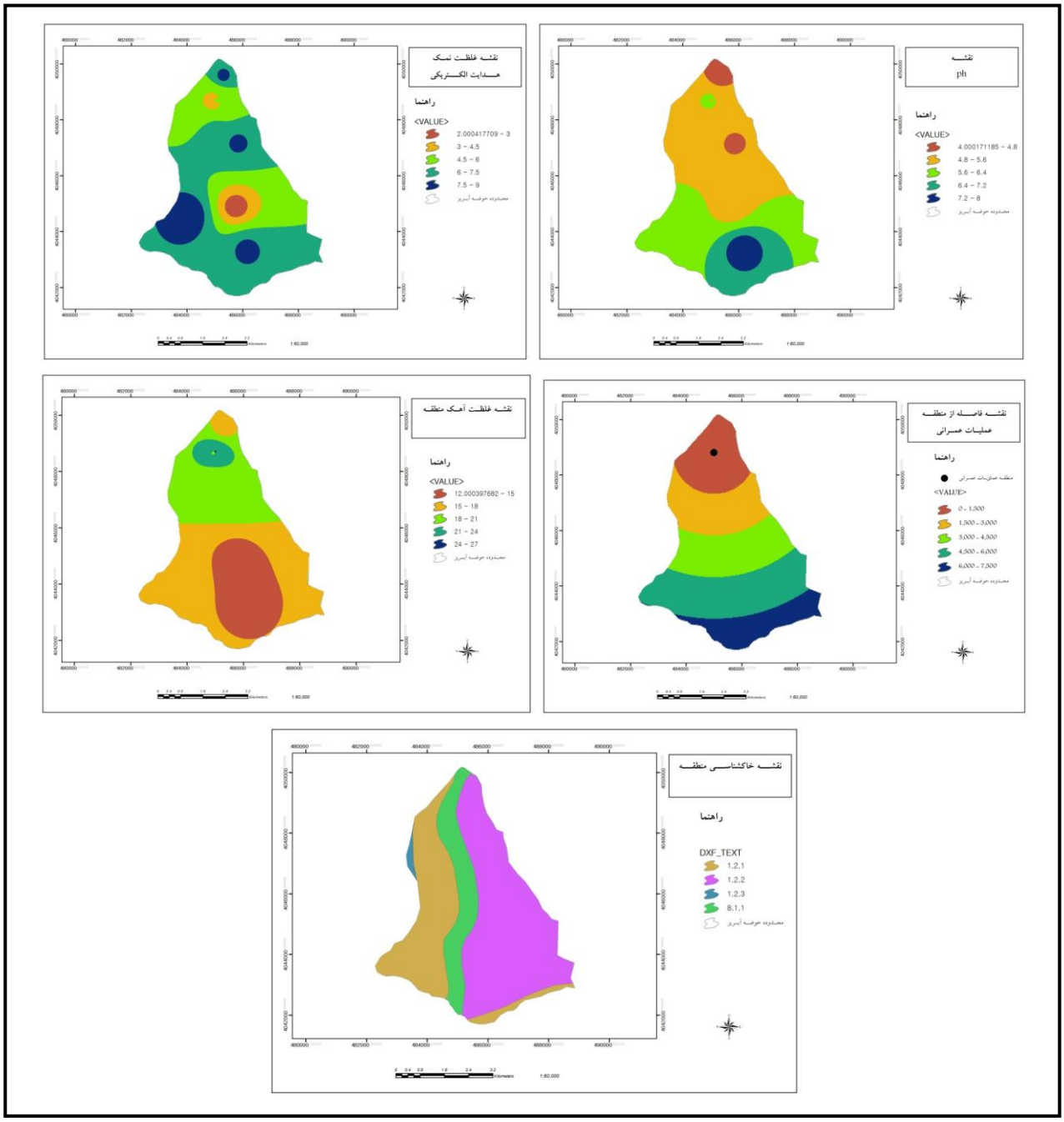
www.SID.ir



شکل ۳: لایه‌های تهیه‌شده بر اساس روش ارزش اطلاعاتی در حوضه آبخیز خانیان (مآخذ نگارنده)

www.SID.ir

ادامه شکل ۳



بحث

در تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش پس از تعیین عوامل مؤثر و طبقه‌بندی آن‌ها لازم است سیستمی را برای کمی نمودن و تعیین میزان تأثیر آن‌ها در وقوع زمین‌لغزش به کار بریم. سه روش برای وزن دهی لایه‌ها وجود دارد: وزن دهی تجربی یا کور، وزن دهی بر اساس شواهد موجود یا بینا و وزن دهی بعد از رویداد. در این مطالعه نوع وزن دهی به لایه‌های اطلاعاتی برای پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش بر اساس وزن دهی بینا است.

www.SID.ir

برای تعیین میزان تأثیر زیرگروه‌های هر یک از لایه‌های اطلاعاتی در برابر لغزش، هرکدام از لایه‌ها را از نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌ها عبور داده و با استفاده از فرمول مذکور وزن هرکدام از زیرگروه‌ها تعیین‌شده است.

مقادیر ارزش اطلاعاتی منفی بیانگر کمتر بودن درصد سطحی ناپایداری از ناپایداری متوسط منطقه، ارزش اطلاعاتی مثبت نشانگر بیشتر بودن درصد سطحی ناپایداری نسبت به متوسط منطقه و ارزش اطلاعاتی صفر نیز بیانگر متوسط درصد سطحی ناپایداری منطقه است. جدول شماره ۲ جمع‌بندی وزن‌های تخصیص‌یافته به زیرگروه‌ها برای این روش را نشان می‌دهد.

جدول ۲: جمع‌بندی لایه و وزن‌های پیشنهادی در مقیاس منطقه‌ای بر اساس روش ارزش اطلاعاتی

عامل	زیرگروه	مساحت طبقات km2	مساحت زمین‌لغزش‌ها km^2	وزن ارزش اطلاعاتی
شیب	۰–۵	۰/۰۴۲	۰/۰۰۰۴	۰/۳۵۵۵
	۵–۱۵	۰/۲۹۵۶	۰/۰۰۹۰۹۲	۰/۸۶۴
	۱۵–۳۵	۱/۳۶۵۲	۰/۰۲۵۰۹۹	۰/۶۴۱
	۳۴–۴۵	۱/۱۷۶	۰/۰۱۲۷۵۵	۰/۴۰۱
	بیشتر از ۴۵	۲۶/۳۰۳۲	۰/۰۷۵۲۵۷	–۰/۱۶۷
جهات شیب	شمالی	۴/۵۳۲	۰/۰۲۴۹۲	۰/۱۱۷۱
	شرقی	۹/۰۴۶۸	۰/۰۱۱۰۰	–۰/۰۵۳۸
	جنوبی	۱/۸۶۴۴	۰/۰۰۰۰۰۷	–۳/۰۴
	غربی	۱۳/۷۳۸۸	۰/۰۸۶۶۷	۰/۱۷۶
فاصله از گسل	۰–۱۰۰۰	۱۱/۴۷۶	۰/۱۱۱۱	۰/۳۶۲
	۱۰۰۰–۲۰۰۰	۵/۱۳۷	۰/۰۱۱۴	–۰/۲۷۷
	۲۰۰۰–۳۰۰۰	۵/۴۲۶	۰	۰
	۳۰۰۰–۴۰۰۰	۵/۷۷۶	۰	۰
	۴۰۰۰–۵۰۰۰	۱/۳۶۷	۰	۰
بارش	کمتر از ۶۵۰	۰/۷۶۳	۰	۰
	۶۵۰–۶۷۵	۲۱/۱۱	۰	۰
	۶۷۵–۷۰۰	۵/۷۷	۰/۰۷۳۱	۰/۴۷۹
	۷۰۰–۷۲۵	۱/۴۰۰	۰/۰۴۶۸	۰/۹۰۰
	+۷۲۵	۰/۱۸۰	۰/۰۰۲۶	۰/۵۳۶
زمین‌شناسی	آذرین نفوذی	۳/۸۱۱	۰/۱۲۲۱	۰
	اردوویسین	۸/۶۷۵	۰	۰/۵۲۵
	درود	۰/۰۱۸	۰	۰
	روته	۰/۴۸۹	۰	۰
	سیلورین	۰/۶۵۹	۰/۰۰۰۰۴	–۰/۸۴۰
	لالون	۰/۴۱۴	۰	۰
	مبارکه	۰/۴۱۸	۰	۰
	منطقه خشکی	۷/۳۳۴	۰	۰
	میلا	۰/۰۲۶۰	۰	۰
	کوارتزیت قاعده	۷/۳۳	۰	۰
	کواترنر	۲/۶۶	۰	۰

Archive of SID

www.SID.ir

کلاس خاک	۱,۲,۱	۹/۰۴۳	۰	۰
	۱,۲,۲	۱۵/۱۰۷	۰/۰۶۴۰	۰/۰۰۳
	۱,۲,۳	۰/۲۳۳	۰	۰
	۸,۱,۱	۴/۸۰۰	۰/۰۵۸	۰/۴۵۸
عامل انسانی	۰–۱۵۰۰	۴/۸۱۱	۰/۱۲۲۶	۰/۷۸۳
	۱۵۰۰–۳۰۰۰	۵/۴۶۶	۰	۰
	۳۰۰۰–۴۵۰۰	۶/۱۸۵	۰	۰
	۴۵۰۰–۶۰۰۰	۸/۷۰۷	۰	۰
	۶۰۰۰–۷۵۰۰	۴/۰۱۵	۰	۰
غلظت آهک خاک منطقه	۱۲–۱۵	۷/۰۶	۰	۰
	۱۵–۱۸	۱۲/۸۸	۰/۰۱۲۳	–۰/۶۴۳
	۱۸–۲۱	۸/۰۵	۰/۰۰۶۲	–۰/۷۳۶
	۲۱–۲۴	۱/۱۷	۰/۰۹۹۹	۱/۳۰
	۲۴–۲۷	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴۱	۲/۳۸
غلظت نمک (هدایت الکتریکی)	۲–۳	۰/۵۱۱۸	۰	۰
	۳–۴/۵	۱/۵۶۲	۰/۰۷۲۰	۱/۰۴
	۴/۵–۶	۸/۳۱۵	۰/۰۳۷۰	۰/۰۲۵
	۶–۷/۵	۱۵/۵۰۳	۰/۰۰۴۰	–۱/۲۱
	۵/۵–۹	۳/۲۹۲	۰/۰۰۹۴	–۰/۱۵۷
Ph خاک	۴–۴/۸	۱/۱۶۴	۰/۰۱۱۶	۰/۳۷۵
	۴/۸–۵/۶	۱۳/۲۴۴	۰/۱۲۲۶	۰/۳۴۳
	۵/۶–۶/۴	۹/۱۷۸	۰/۰۸۰۲	۰/۳۱۸
	۶/۴–۷/۲	۴/۲۸۱	۰	۰
	۷/۲–۸	۱/۳۱۸	۰	۰

مآخذ نگارنده

در نهایت با انجام مراحل زیر اقدام به تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش حوضه آبخیز خانیان تنکابن در محیط GIS شده است:

۱- قطع هر لایه اطلاعاتی با نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌ها و محاسبه ارزش اطلاعاتی هر طبقه جدول (۲)؛

۲- تهیه نقشه بر اساس مقادیر وزن ارزش اطلاعاتی برای کلیه متغیرهای تأثیرگذار؛

۳- جمع جبری نقشه‌های حاصله برای هر یک از عوامل مؤثر؛

۴- طبقه‌بندی نمودن نقشه به‌دست‌آمده به مناطق مختلف خطر بر اساس جدول (۳) و در نهایت تهیه نقشه پهنه‌بندی زمین‌لغزش در شکل ۴.

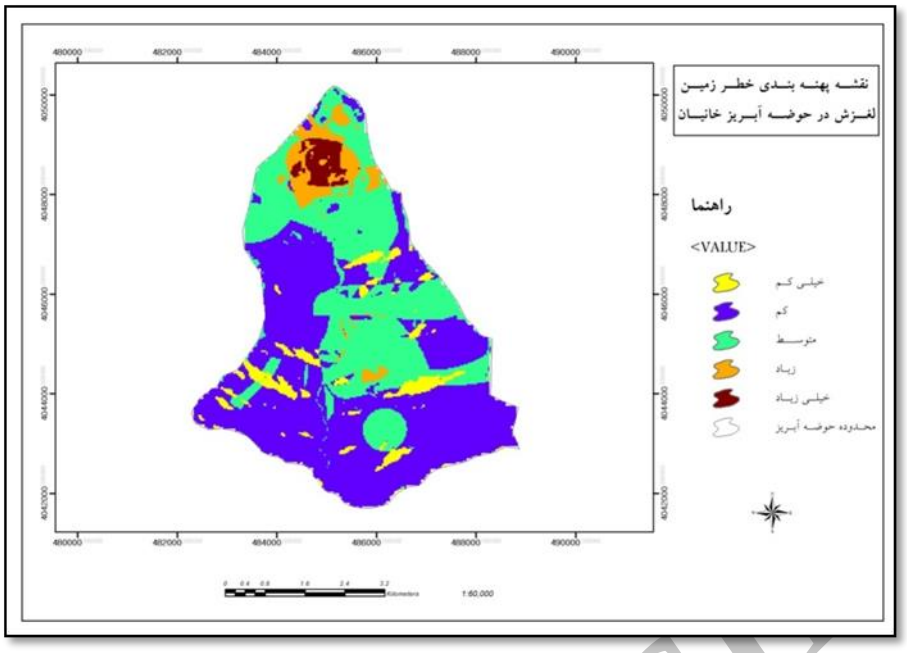
جدول ۳: پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در زیر حوضه خانیان با استفاده از روش ارزش اطلاعاتی

روش پهنه‌بندی	کلاس‌های خطر	مساحت (کیلومتر مربع)
ارزش اطلاعاتی (winf)	خیلی کم	۱/۴۵۹
	کم	۱۵/۰۴۰
	متوسط	۱۰/۱۳۱
	زیاد	۱/۵۱۱
	خیلی زیاد	۰/۶۶۱

مآخذ نگارنده

Archive of SID

www.SID.ir



مأخذ نگارنده

شکل ۴: پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه آبریز خانیان

نتیجه‌گیری

نتایج تحلیل خطر پهنه‌بندی لغزش با استفاده از روش ارزش اطلاعاتی مشخص نمود که حدود ۲,۲۹۵ درصد از سطح حوضه در محدوده خطر خیلی زیاد و ۵,۲۵ درصد از سطح حوضه خانیان در محدوده خطر زیاد قرار دارد. با توجه به نقشه‌های به‌دست‌آمده در محیط GIS همگی زمین‌لغزش‌های به وقوع پیوسته در حوضه در محدوده خطر خیلی زیاد و زیاد اتفاق افتاده است (شکل ۴).

در این مطالعه از GIS برای ورود و ذخیره اطلاعات، مدل‌سازی، تحلیل خطر زمین‌لغزش و گرفتن خروجی بهره گرفته‌شده است. با توجه به امکاناتی که این سامانه در اختیار کاربران مدیریت زمین قرار می‌دهد به علت افزایش دقت، سرعت و کارایی انجام محاسبات مختلف، تحلیل و نتیجه‌گیری بهتر قابلیت اعتماد را در نقشه‌های پهنه‌بندی خطر بالا برده و در نتیجه در فرایند تصمیم‌گیری نقش مهمی را ایفا می‌نماید همچنین با توجه به راست آزمایی انجام‌شده از نتایج این پژوهش در مطالعات میدانی با شواهد صحرایی، استفاده از این نرم‌افزار در پهنه‌بندی زمین‌لغزش در مناطق مشابه پیشنهاد می‌شود.

منابع

۱- حسین زاده. م.ح و همکاران، (۱۳۸۸): پهنه‌بندی ریسک وقوع حرکات توده‌ای با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک، محدوده مسیر سنندج دهگلان، فصل‌نامه زمین‌شناسی ایران سال سوم، شماره یازدهم

Archive of SID

www.SID.ir

۲- شادفر. ص و همکاران، (۱۳۸۶): پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه آبخیز جلیسان با استفاده از مدل LNRF، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۲.
۳- صالحی پور میلانی. ع، (۱۳۸۰): بررسی پارامترهای هیدرومرفیک مؤثر در حرکات دامنه‌ای حوضه آبخیز قورچای با استفاده از GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.
۴- عبادی نژاد. ع و همکاران، (۱۳۸۶): ارزیابی کارایی عملگرهای منطق فازی در تعیین توانمندی زمین‌لغزش، حوضه آبخیز شیرود، مجله علمی پژوهشی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران.
۵- فتاحی اردکانی. م.ع، (۱۳۷۹): بررسی و ارزیابی کارایی مدل‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش، حوضه آبخیز سد لتیان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مرکز آموزشی امام خمینی (ره).
۶- کرم. ع و همکار، (۱۳۸۴): مدل‌سازی کمی و پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در زاگرس چین‌خورده، حوضه آبخیز سرخون استان چهارمحال و بختیاری، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۱.
۷- کرمی. ف و همکاران، (۱۳۸۶): ارزیابی و پهنه‌بندی خطر حرکات توده‌ای مواد در حوضه آبریز اوجان چای، مجله جغرافیا و توسعه.
۸- مشاری و همکاران، (۱۳۸۷): پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش‌ها با روش آن بالاگان در محیط GIS در حوضه پهنه کلای ساری، دانشگاه مازندران، بابلسر، اولین کنفرانس بین‌المللی تغییرات محیطی منطقه خزری.
۹- متولی صدرالدین، حسین زاده محمدمهدی و اسماعیلی رضا، (۱۳۸۸): تعیین حساسیت وقوع زمین‌لغزش با استفاده از رگرسیون لجستیک در حوزه آبریز و از (استان مازندران)، فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، دوره دوم، شماره ۵.
۱۰- متولی صدرالدین، (۱۳۹۰): علل وقوع زمین‌لغزش در منطقه دو هزار تنکابن، فصل‌نامه اکوسیستم طبیعی، دوره اول، شماره ۴.
۱۱- متولی صدرالدین، حسین زاده محمدمهدی و اسماعیلی رضا، (۱۳۹۴): پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از اپراتور فازی گاما (مطالعه موردی: حوضه آبخیز طالقان)، پژوهش‌های فرسایش محیطی، دوره دوم، شماره ۸.
۱۲- متولی صدرالدین، (۱۳۹۱)؛ نقش خاک در وقوع حرکت‌های توده‌ای در محدودهٔ بین امامزاده قاسم تا میان کوه تنکابن، اکوسیستم طبیعی، دوره دوم، شماره ۳.

13- Sadroddin Motevalli, Hoseinzadeh M. M, Esmaili R, (2013): Formation Mechanism of Debris Flows in Rood Barak Sub-Basin, Mazandaran, Iran, Life Science Journal, Vol 1
14-Yin Kl, Yan T. Z. (1998): Statistical Prediction Model for Slope Instability of Metamorphosed Rocks, Proceeding of 5th International Symposium on Landslides, Lausanne, Switzerland.

Archive of SID

www.SID.ir