تحلیلی بر محدودیت‌های پهنه‌بندی مناطق حساس به حرکات توده‌ای

مطالعه‌ی موردی:غرب وجنوب غرب شهرستان اورمیه

دکتر ایرج جباری[1]

استادیار جغرافیا دانشگاه رازی کرمانشاه

چکیده

همگام با توسعه‌ی سریع سخت‌افزار و نرم‌افزارهای رایانه‌ای در دهه‌ی نود، استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای پهنه‌بندی زمین‌لغزه‌ها در ایران شتاب بیشتری گرفته است. ولی استفاده از این ابزار بدون توجه به بعضی ملاحظات مربوط به داده‌های پایه نتایج دقیقی ارایه نمی‌دهد.

منطقه‌ی غرب و جنوب غرب اورمیه به‌عنوان نمونه‌ای از مناطق‌آسیب‌پذیر در برابر واژگونی‌ها و لغزش‌های چرخشی جهت مطالعه در نظر گرفته شد.نخست به نظر می‌رسید که داده‌های پایه‌ی مناسبی داشته باشد، لیکن کمبود داده‌ها به‌سرعت محسوس گردید و با توجه به امکانات موجود هفت ویژگی زمین؛ شامل، شیب، هیدروگرافی، پوشش گیاهی، خاک، سنگ‌شناسی، کاربری اراضی و نفوذپذیری زمین برای یک تجزیه و تحلیل کارتوگرافیک که به وسیله‌ی GIS انجام شد، استخراج گردید. ولی، نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که این داده‌ها اساساً دارای ضعف مقیاس هستند و یا از درجه‌ی اعتبار کمی برخوردارند. در نتیجه، بسنده کردن به همین داده‌ها، تنها به تهیه‌ی نقشه‌های خطر خیلی کلی منجر می‌شود.

تحت این شرایط، هر چند که نقشه‌های خطر یا حساسیت به وقوع لغزش‌ها، در بعضی طرح‌های عمرانی و آبخیزداری کاربرد خواهند داشت، ولی برای این‌که آنها بتوانند از درجه‌ی دقت و کارایی بالایی برخوردار شوند، بررسی مفصل و دقیق مهم‌ترین عامل یا عوامل مؤثر بر وقوع زمین‌لغزه‌ها مفید خواهد بود و در این صورت کاربرد این نقشه‌ها نیز طیف وسیع‌تری را پوشش خواهد داد.

کلیدواژه‌ها: پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزه‌ها، اورمیه، سیستم اطلاعات جغرافیایی، حرکات توده‌ای.

مقدمه

بطور کلی در سه دهه‌ی اخیر برای تعیین احتمال وقوع ناپایداری دامنه‌ها روش‌های مختلفی در پیش گرفته شده است . هانسن[2] *(۱۹۸۴: ۶۰۲-۵۲۳)* این روش‌ها را در سه گروه طبقه‌بندی می‌کند:

1- Ir_Jabbari@Yahoo.com

1- Hansen

Archive of SID

www.SID.ir

الف- تحقیقات ژئوتکنیک که مواد سطحی و زیرسطحی هریک از دامنه‌ها تجزیه و تحلیل می‌شود.

ب- ترسیم مستقیم نقشه که با تجزیه و تحلیل عوارض و تشخیص زمین‌لغزه‌های موجود انجام می‌گیرد؛ بااین فرض که با تعیین مناطق ناپایدار گذشته می‌توان بر موقعیت‌های مشابه وقوع حادثه احتمالی آینده دست یافت. رسم نقشه‌های پراکنش زمین‌لغزه‌ها در ردیف این روش‌های پیش‌بینی قرار می‌گیرد.

ج- ترسیم غیرمستقیم نقشه که به جمع‌آوری داده‌ها بر اساس علل و مکانیسم‌های زمین‌لغزه تأکید می‌کند و با به‌کارگیری عوامل محرک زمین‌لغزه‌ای مشخص، به ارزیابی ناپایداری دامنه‌ها می‌پردازد. در این شیوه‌ی تحقیق، طیف وسیعی از تجزیه و تحلیل‌ها شامل: انطباق ساده نقشه‌ها بر روی همدیگر (روش ترسیمی)[1] تا تجزیه و تحلیل روابط تجربی بین زمین‌لغزه‌ها و عوامل علّی و همچنین تجزیه و تحلیل‌های آماری چندمتغیره قرار می‌گیرد. این شیوه از دهه‌ی هفتاد میلادی آغاز شده و به‌تدریج گرایش‌های پژوهشی زیادی را به خود جلب کرده است.

در پژوهش‌های اولیه *(رادبراچ و ونتورث[2]، ۱۹۷۱؛ براب[3]، ۱۹۷۴؛ کارارا و دیگران، ۱۹۷۸، ۱۹۷۷؛ کارارا[4]، ۱۹۸۴؛ هانسن، ۱۹۸۴؛ وارنز[5]، ۱۹۸۴)*، به دلیل داده‌های پایه‌ی کم، اجباراً تعداد عوامل کمّی برای پهنه‌بندی مدّ نظر قرار می‌گرفت.

بعضی مواقع، مانند نقشه‌ی شیب ایالت سان ماتئو *(براب و دیگران، ۱۹۷۲)*، این داده‌ها نیز از درجه‌ی اعتبار پایینی برخوردار بودند و تجزیه و تحلیل این داده‌ها نیز اغلب به صورت ترسیمی انجام می‌شد. رشد امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری و معرفی آن به وسیله‌ی اینستن[6] *(۱۹۸۸: ۱۰۹۰-۱۰۷۵)* و سیدل[7] و همکارانش *(۱۹۸۹ : ۱۱-۱)* برای این شیوه‌ی پژوهش، با توسعه‌ی داده‌های پایه در کشورهای رشد یافته همگام بود و در نتیجه تعداد لایه‌های انتخابی زیادی با روش‌های آماری تجزیه و تحلیل گردید. پژوهش‌هایی که برای مناطقی مانند حوضه سنت آرکانجلو *(جلالی،۱۹۹۳)*، نواحی شهری اوتاکشیاند هیمالیا در هند *(چوبی،۱۹۹۱: ۹۱۸-۹۱۱)*، منطقه‌ی متروپلیتن کینگ ستون جامائیکا *(طرح مشترک دبیرخانه عمومی ایالات آمریکا و گروه جغرافیا و زمین شناسی دانشگاه وست ایندیای نیجریه ،۱۹۹۹)*[8]، استان

1- Graphical method
2 - Radbruch and Wentworth
3 - Brabb
4- Carrara
5 -Varnes
6 - Einsteni
7 - Siddle
8 - Organization of American States General Secretariat Unit for Sustainable Development and -USAID-OAS-Caribbean Disaster Mitigation Project Unit for Disaster Studies Environment, Department of Geography and geology, The University of the West India, Mona, Kingston, Jamaica

Archive of SID

www.SID.ir

اردبیل *(هاشمی طباطبایی،۱۳۷۸: ۲۵-۲۱)*، استان مازندران *(حائری و سمیعی،۱۳۷۶: ۱۵-۲)*، منطقه‌ی رودبار *(فاطمی عقدا و همکارانش، ۱۳۸۴: ۶۵-۴۳)*، حوضه‌ی گرمی اردبیل *(اسماعیلی و احمدی،۲۰۰۳)*، حوضه‌ی پشت تنگ در استان کرمانشاه (جباری و میرنظری، زیرچاپ)، شمال سمنان *(شریفی و دریابای، ۱۳۸۴: ۸۹-۷۸)* و شمال شرقی استان فارس (تنگستانی،۲۰۰۳) انجام شده است، نمونه‌هایی از این پژوهش‌ها هستند. پلوکین و جون[1] (۲۰۰۰) برای پهنه بندی منطقه تاکونا[2] در نزدیک شهر کوچابوما[3] دربولیوی ۴۴ عامل توپوگرافیک و ژئواکولوژیک را که قبلاً توسط یک تیم متشکل از متخصصان رشته‌های مختلف تهیه شده بود، استفاده کردند.

آنها با استفاده از تجزیه تحلیل‌های آماری، ۳۹ عامل را در پژوهش خود به کار گرفتند و آنها را با مدل دیگری که عوامل آن را از تصاویر ماهواره‌ای اسپات، تی ام (لندست) و رادار سَت به دست آورده بودند، مقایسه نمودند. این پژوهش‌ها نشان می‌دهد که پژوهشگران بتدریج از داده‌های پایه‌ی بیشتری برای پهنه‌بندی بهره جسته‌اند و این، دست کم سه نتیجه را برای آن‌ها به همراه داشته است:

۱- عواملی که توزیع زمین‌لغزه‌های یک ناحیه را توجیه می‌کند انتخاب می‌شوند و عواملی که بنا به دلایلی که، یا به نقش ناچیز آن در وقوع زمین‌لغزه‌ها یا به دلیل ضعف و دقت پایین داده‌ها مربوط می‌شوند، کنار گذاشته می‌شوند.

۲- زمینه‌ای را برای انجام تجزیه و تحلیل‌های پیشرفته‌ی آماری فراهم می‌کنند.

۳-دقت نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمین لغزه حتی اگر به روش کامپیوتری تهیه نشوند *(آنبالاگان[4]، ۱۹۹۲)* به میزان قابل ملاحظه‌ای بالا می‌رود.

ازاین رو، شکی نیست که کیفیت داده‌های پایه نقش اساسی را در نتایج به دست آمده ایفا می‌کند. با وجود این، بعضی از این خطاها ناشناخته هستند و یا این‌که محقق به دلیل کمبود داده‌های پایه آگاهانه آن را در تجزیه و تحلیل‌هایش وارد می‌کند؛ به این نیت که دخالت داده‌های ناقص بهتر از نبود آن است! ولی باید شیوه‌ای را در پیش گرفت که علاوه بر غنا بخشیدن بر این داده‌ها، همان نتیجه‌ی مطلوب برای پیش‌بینی را نیز به دنبال داشته باشد.

این شیوه به وسیله‌ی پایک و همکارانش *(۲۰۰۱)* تنها به اتکاء نقشه لیتولوژی، شیب و فهرست و موقعیت زمین‌لغزه‌ها برای منطقه‌ی ۸۲۲ کیلومترمربعی اکلند کالیفرنیا تهیه شد. از این رو، در این پژوهش نیز سعی می‌شود، منطقه‌ای با تعداد و انواع گوناگون حرکات توده‌یی انتخاب شود و ضمن پهنه‌بندی خطر هر یک از این ناپایداری‌ها، نتایج حاصل از پهنه‌بندی، نه

1- Péloquin and Gwyn
2 - Taquiña
3 - Cochabamba
4- Anbalagan

Archive of SID

www.SID.ir

از نظر روش تجزیه و تحلیل، بلکه از دید داده‌های وارد شده و تأثیر آن بر روی نتایج به دست آمده بررسی گردد.

ویژگی‌های طبیعی منطقه‌ی مورد مطالعه

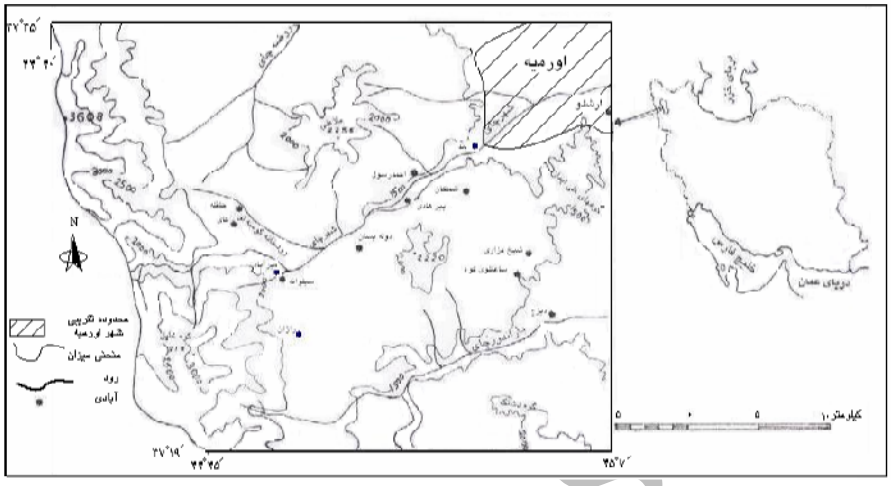
غرب و جنوب غرب اورمیه که در بین نواحی کوهستانی غرب دریاچه‌ی اورمیه، از نظر فراوانی و همچنین نوع حرکات دامنه‌ای از گوناگونی بیشتری برخوردار است *(جباری، ۱۳۸۳: ۳)* و علاوه بر آن، طرح‌های عمرانی بیشتری نیز در آن در حال انجام می‌باشد، برای این بررسی انتخاب شده است.

بخش زیادی از منطقه‌ی مورد بررسی در حوضه‌ی شهرچای قرار می‌گیرد. این رود از کوه‌های سرحدی ایران وترکیه سرچشمه می‌گیرد و پس از عبور از کوهستانی مرتفع وارد یک دشت میان‌کوهی باریکی می‌گردد و سپس دوباره در کوهستان دیگری که به موازات کوهستان قبلی کشیده شده است دره‌ی دیگری را ایجاد می‌نماید. رود شهرچای تقریباً در آبادی بند از کوهستان خارج می‌گردد و پس از عبور از جلگه‌ی اورمیه به دریاچه اورمیه می‌ریزد. حوضه‌ی این رود از شمال به نازلوچای و روضه‌چای و از جنوب به حوضه‌ی باراندوزچای محدود می‌گردد. بخش‌های کوچکی از حوضه‌ی روضه‌چای و حوضه‌ی باراندوزچای نیز به دلیل دارابودن ناپایداری‌های دامنه‌ای در محدوده‌ی مورد مطالعه قرار می‌گیرند. این منطقه با مساحتی درحدود ۹۱۷ کیلومتر مربع، دامنه‌های کوهستان شرقی و دامنه‌های شرقی کوهستان مرتفع غربی را تحت پوشش قرار می‌دهد (شکل ۱).

دامنه‌های کوهستان مرتفع غربی که توسط یک گسل سراسری با امتداد شمالی - جنوبی ارتفاع گرفته‌اند عمدتاً حاوی تشکیلات دگرگونی مانند اسلیت و فیلیت متعلق به دوره‌ی پرکامبرین و دولومیت و سنگ‌آهک، ماسه‌سنگ و کوارتزیت متعلق به پرمین هستند، درحالی که کوهستان شرقی اغلب تشکیلات الیگومیوسن متشکل ازماسه سنگ، کنگلومرا، کمی مارن و شیل و سنگ آهک را در برمی‌گیرد. علاوه بر این، اغلب نواحی در پای دامنه‌های مشرف به دره‌های کوهستان شرقی پوشیده از مواد رسی است؛درحالی که پای دامنه‌ها در داخل دره‌های کوهستان غربی اغلب از واریزه‌ها پوشیده می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱: موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه

آب و هوای این منطقه از شرق به غرب به دلیل وجود دو ناهمواری که با امتداد شمال غرب – جنوب شرق کشیده شده‌اند، مرطوبتر و خنکتر می‌گردد. مقایسه‌ی داده‌های هواشناسی دو ایستگاه اورمیه و میرآباد (شکل ۱) نشان می‌دهد که میانگین بارش سالانه در این فاصله بین ۳۵۰ تا ۶۲۰ میلی‌متر و میانگین درجه‌ی حرارت سالانه از ۱۲/۵ تا ۹ درجه‌ی سانتیگراد نوسان می‌یابد. این تغییرات به سمت غرب که منطقه کوهستانی‌تر می‌شود باید شدیدتر گردد.

عوامل مورد توجه برای پهنه‌بندی ناپایداری‌ها در منطقه‌ی مورد بررسی

شریعت جعفری *(۱۳۷۵: ۱۶۰)* با فهرست کردن ۳۳ عامل مؤثر در پهنه‌بندی زمین‌لغزه‌ها از ۱۴ پژوهشگر نام می‌برد که هریک از آنها بر حسب داده‌های در دسترس از ۳ تا ۱۱ عامل را مورد توجه قرار داده‌اند. هر چند که در انتخاب تعدادی از عوامل مورد نیاز برای این پژوهش نیز کمبود داده‌ها دخیل بود، ولی در مواردی تجربیات حاصل از بررسی‌های صحرایی و تحلیل تطبیقی آن‌ها با وضع موجود مبنای انتخاب قرار گرفته است. از این رو، تعدادی از ۳۳ عامل یاد شده، مانند فراوانی زمین‌لرزه‌ها و فاصله از گسل فعال، طول گسلش، شدت زمین‌لرزه به دلیل عدم تطابق زمانی و مکانی با وقوع حرکات توده‌ای، نقش مؤثری نشان نمی‌دهند. همچنین تعداد دیگری از آن عوامل؛ مانند، طول شیب و جهت شیب، زمانی اهمیت پیدا می‌کنند که از این منطق آماری که فراوانی آنها دربخش‌های خاصی متمرکز شده باشد، تبعیت کنند؛ درحالی که بررسی‌های صحرایی نشان داد که توزیع آنها طبق قاعده خاصی از جهت و طول شیب صورت نگرفته است (جدول ۱). بالاخره دراغلب موارد، عواملی مانند ضخامت لایه‌ی

Archive of SID

www.SID.ir

هوازده، آب زیرزمینی، عامل ژئوتکنیکی، عامل رس، راه‌های خاکی و شوسه و مجاری مصنوعی غیرقابل دسترس می‌نمایند. هر چند که بررسی‌های صحرایی نقش بعضی از آنها را غیر قابل انکار نشان می‌دهد (مانند زمین‌لغزه‌ی احمدرسول در۶/۵ کیلومتری جنوب غرب اورمیه که دلیل اصلی وقوع آن، وجود راه در پای آن و مجرای آب در رأس آن بوده است)، ترسیم نقشه‌ی مربوط به هریک ازعوامل یادشده به سادگی امکان‌پذیر نیست و حتی در بعضی مواقع با امکانات و بودجه‌ی موجود غیرممکن به نظرمی‌رسد.

بنابراین، تعدادی از عواملی که در بالا گفته شد مؤثر نیستند و عواملی دیگر اغلب خارج از امکانات موجود هستند؛ از این‌رو، شناسایی علل و مکانیسم‌های مؤثر بر وقوع زمین‌لغزه‌های منطقه و ترسیم نقشه‌ی مناطق هم ارز با محل وقوع آن زمین‌لغزه‌ها تقریباً مانند روش دیگراف و رومسبورگ[1] *(۱۹۸۰: ۴۱۵-۴۰۱)*، به نظر می‌رسد روش مناسبی برای پیش بینی حرکات توده‌ای زمین باشد. بر این اساس در این پژوهش در ابتدا سعی شده است انواع ناپایداری‌های دامنه‌ای در روی زمین‌شناسایی شود و سپس بر اساس همین مشاهدات میدانی، و با استفاده از روش‌های طبقه‌بندی وارنز *(۱۹۵۸)*، برانسدن[2] *(۱۹۸۵: ۲۸-۱۹)* و هاچینسن[3] *(۱۹۸۸: ۱۶-۱)* نقشه‌ی توزیع انواع حرکات توده‌ای ترسیم گردد (شکل ۲) و سپس عوامل مهم تأثیرگذار در آن حرکات شناخته شود. توزیع هر یک از این عوامل می‌تواند به صورت نقشه‌یی ارایه شود تا به عنوان لایه‌ای برای تجزیه و تحلیل‌های کارتوگرافیک استفاده گردند.

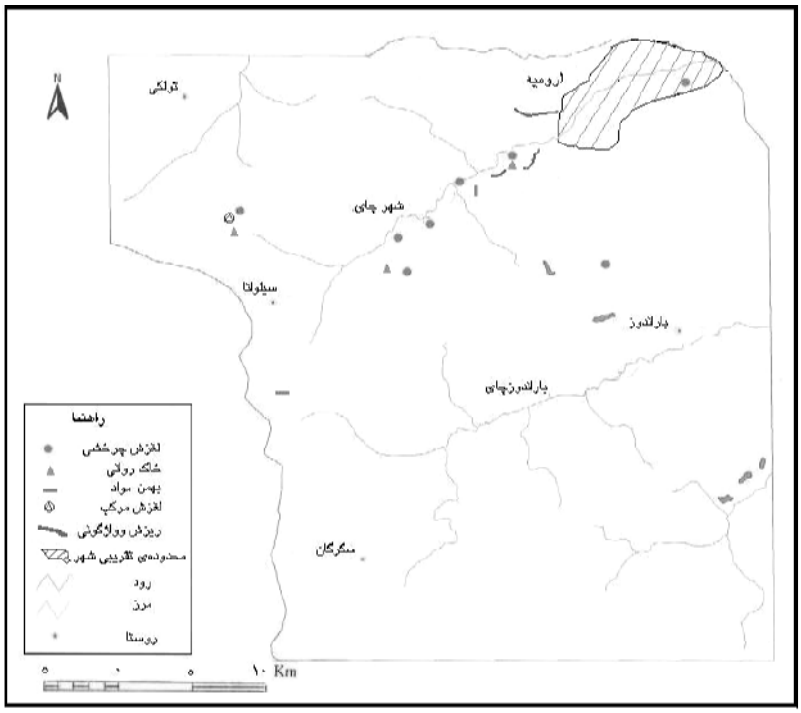
نتایج حاصل از بررسی‌های میدانی برای ارزیابی علل وقوع حرکات یاد شده در جدول ۱ گزارش شده است. این عوامل را می‌توان در هفت گروه به صورت زیر طبقه‌بندی کرد:

سنگ‌شناسی، پوشش گیاهی، هیدروگرافی، خاک، نفوذپذیری، کاربری اراضی و درجه‌ی شیب ترسیم توزیع هر یک از این ویژگی‌ها در منطقه، مرحله‌ی بعدی اندازه‌گیری‌ها را تشکیل می‌داد.

1 - DeGraff and Romesburg
2 - Brundsen
3 - Hutchinson

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۲: نقشه پراکندگی انواع حرکات توده‌ای درغرب و جنوب غرب اورمیه

شیوه‌ی تهیه‌ی نقشه‌های عوامل تأثیرگذار در ناپایداری‌های دامنه‌ای

برای تهیه‌ی نقشه‌های مربوط به عوامل مؤثر، نقشه‌های توپوگرافی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی ارتش به عنوان نقشه‌های پایه برگزیده شدند و تهیه‌ی سایر نقشه‌ها نیز در همان مقیاس صورت گرفت و در مواردی که این امر غیرممکن بود، نقشه‌های مقیاس کوچکتر موجود به مقیاسی بزرگتر تبدیل گشتند. این تبدیل مقیاس توسط نرم‌افزار الویس[1] صورت گرفت. شایان ذکر است که از این نرم‌افزار برای تهیه‌ی بعضی از نقشه‌ها و تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز استفاده شد.

از مجموع نقشه‌ها، نقشه‌ی شیب و هیدروگرافی قبل از سایر نقشه‌ها ترسیم شدند. ترسیم نقشه‌ی شیب به وسیله‌ی نرم‌افزار الویس صورت گرفت و نقشه‌ی هیدروگرافی نیز از نقشه‌ی توپوگرافی رقومی گردید. نقشه‌ی سنگ‌شناسی اجباراً از نقشه‌های زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ استخراج شد و سپس تا حد نقشه‌های پایه، بزرگ گردید.

1 - Illwis

Archive

www.SID.ir

جدول ۱ : مشخصات انواع حرکات توده‌ای غرب و جنوب غرب اورمیه

نوع حرکت	نام حرکت	محل وقوع			مواد	ابعاد	عامل یاعوامل محرک رویداد
		حوضه رود	موقعیت ریاضی	موقعیت نسبی			
ریزش ها و واژگونی ها	واژگونی دامنه‌های غربی کوه گرد ه سر	شهرچای	N ´۳۱ ،۳۷ ° E ´۱ ،۴۵ °-´۵۹ ،۴۴ °	شمال آبادی بند	ماسه سنگ وکنگلومرا	به صورت نواری به ارتفاع ۲۰-۵ متربخش وسیعی ازدامنه را اشغال می‌کند.	تقریباًشش لایه کنگلومرا و ماسه-سنگی نظم عمومی شیبها رابه هم زده است که از میان آنها برونزدگی دو لایه مشخص می-باشد. این دو لایه در سراسر دامنه به طول چندین کیلومتر گسترش یافته است .
	واژگونی و ریزش دامنه‌های سیرداغی	شهرچای	N ´۹ ،۳۷ °-´۲۷ ،۳۷ ° E ´۱ ،۴۵ °-´۵۹ ،۴۴ °	جنوب آبادی بند، غرب آبادی سیر و شمال آبادی شملکان و دره واقع در شمال آبادی کلیسا کند ی	ماسه سنگ وکنگلومرا		
بهمن مواد	بهمن موادپیرهادی	شهرچای		نزدیک آبادی پیرهادی	رگولیت وخاک	درامتداد دو مجرای (تقریباً ۳۰۰ مترطول) بافاصله تقریباًیک کیلومتری	دامنه دارای پوشش گیاهی کمی است. بارش های شدید محرک اصلی
لغزش چرخشی	لغزش چرخشی بند	شهرچای	N ´۳۰ ،۳۷ ° E ´۵۹ ،۴۴ °	غرب بند (دامنه های غربی وشرقی)	رس مخلوط با تخته سنگهای بزرگ	چندین زمین لغزه ی پی درپی درطرفین دره ودریهنه وسیعی از دامنه اتفاق افتاده است.	وجود یک راه‌خاکی ویک مجرای آب‌در قسمت‌فوقانی و وجود آبراهه در بخش تحتانی محل یکی ازلغزش‌ها،ولی اغلب آنها در نتیجه بارش‌های شدید تحریک می‌شوند.
	لغزش چرخشی احمدرسول	شهرچای	N ´۲۷ ،۳۷ ° E ´۵۸ ،۴۴ °	آبادی احمدرسول (دامنه‌های رو به شمال)	موادرسی باقطعاتی ازتخته سنگ	۴۵ × ۵۵متر	وجود یک مجرای آب دربخش تاج لغزش وتقاطع‌بخش پنجه لخزش با مسیرجاده
	لغزش چرخشی دوله پسان	شهرچای	N ´۲۸ ،۳۷ ° E ´۵۶ ،۴۴ °	آبادی دوله پسان (دامنه‌های رو به غرب)	موادبه ابعاد مختلف	۴۸×۴۲ متر	عبوریک راه خاکی ازمحل وقوع لغزش
	لغزش چرخشی ارشلو	شهرچای	N ´۳۲ ،۳۷ ° E ´۶ ،۴۵ °	دامنه های شمالی کوه علی ایمان (دامنه‌های روبه شرق)	مارن		پرشیب کردن دامنه ازطریق تسطیح زمین برای ساختمان‌سازی
	لغزش چرخشی شیخ مزاری	باراندوز چای	N ´۲۶ ،۳۷ ° E ´۱ ،۴۵ °	آبادی شیخ مزاری (دامنه‌های رو به جنوب غرب)	موادلومی رسی و سیلتی	۱۱۰ × ۹۴ متر	زمین مسطح در بخش فوقانی زمین لغزه که به تجمع آب منجرمی‌گردد و آبرهه‌ای دربخش پنجه‌ی لغزش
خاک روانی	دوله پسان	شهرچای	N ´۲۷ ،۳۷ ° E ´۵۷ ،۴۴ °	دامنه‌های غربی کوه منده دول (دامنه‌های روبه شرق)	رس	۱۷/۵ × ۵۴ متر	نشت آب ازلوله آبیاری
	کای	شهرچای	N ´۲۷ ،۳۷ ° E ´۴۹ ،۴۴ °	دامنه‌های جنوبی دره کای در جنوب حلفله (روبه شمال)	رس	تقریباً	شخم زمین
زمین لغزه مرکب	حلفله	شهرچای	N ´۲۸ ،۳۷ ° E ´۴۹ ،۴۴ °	۵۰۰ متری جنوب حلفله(دامنه‌های روبه غرب)	رسی لومی شنی	۶۰ ×۸۰۰ متر	نوع خاک و بارش‌های شدید

Archive of SID

www.SID.ir

در زمین‌لغزه‌های سطحی یکی از عوامل مهم کنترل‌کننده‌ی تعادل آب خاک، نفوذ است *(هانبرگ و اندارگک[1]: ۱۹۹۴، ۱۶-۱)*. نفوذ، آب داخل خاک را تأمین می‌کند وآب با کاهش چسبندگی بین ذرات، مقاومت رسوب را کاهش می‌دهد *(کچ[2]، ۱۹۹۵)*. وان آش و سکمانتالیا[3] *(۱۹۹۳: ۸۶-۸۱)* مشخص کردند که گسیختگی هنگامی رخ می‌دهد که در یک عمق بحرانی که چسبندگی مواد خاک و زاویه شیب آن را تعیین می‌کند، محتوای رطوبتی خاک به حد اشباع نزدیک شود. از این رو، از آن‌جا که نفوذپذیری عامل مناسبی برای توجیه پراکندگی زمین‌لغزه‌های سطحی به نظر می‌رسد، در این پژوهش به عنوان عاملی جدید برای پهنه‌بندی وقوع لغزش‌های سطحی منظور شده است.

برای تعیین میزان نفوذپذیری در خاک‌های مختلف لازم بود نمونه‌گیری زیادی انجام گیرد و این درحالی بود که هر اندازه‌گیری که به شیوه‌ی استوانه‌ای مضاعف انجام می‌گرفت حداقل به یک ساعت زمان نیاز داشت. این محدودیت زمانی و نیز محدودیت‌های عدیده به نمونه‌گیری بیش از ۲۰ نمونه اجازه نداد و در نتیجه در تهیه‌ی نقشه‌ی یاد شده اجباراً به همان تعداد نمونه بسنده شد. با این وجود سعی گردید که همان تعداد اندازه‌گیری، دست کم با توزیع متناسب با مناطق تحت پوشش گیاهی و خاک و شیب یکسان صورت گیرد.

نقشه‌ی ارزیابی منابع و قابلیت اراضی حوضه‌ی شهرچای کمک بزرگی بود تا درصد تراکم پوشش گیاهی برای حداقل بخشی از منطقه به دست آید، ولی خارج از حیطه‌ی فوق الذکر تقریباً ۱۰۰ نمونه تصادفی انتخاب گردید و درصد تراکم پوشش گیاهی به وسیله‌ی کوادرات اندازه گیری شد.

با تهیه‌ی مجموعه نقشه‌های فوق‌الذکر این امکان به وجود آمد تا آنها به صورت کارتوگرافیک تجزیه و تحلیل گردند؛ به عبارت دیگر، عوامل زمین ریخت‌شناسی مختلف مؤثر در ناپایداری دامنه‌ها (نتایج آن در جدول ۲ آورده شده است) با به کار بردن قوانین و تجربیات کارشناسی به جهت دستیابی به یک نقشه‌ی خطر با هم ادغام شدند و پهنه‌بندی حرکات توده‌ای منطقه‌ی غرب و جنوب غرب اورمیه را امکان‌پذیر ساختند. در این روش تجزیه و تحلیل، هر یک از نقشه‌ها به عنوان لایه‌ای از اطلاعات GIS محسوب می‌شود که به هر یک از آنها امتیازی برابر داده می‌شود. همپوشانی دو به دوی لایه‌ها و تعریف شرایط وقوع هر حرکت دامنه‌ای این امکان را به وجود می‌آورد که در سایر نقاط منطقه، شرایط مشابه با آن حرکت یا مستعد به وقوع آن نوع زمین‌لغزه آشکار شود. این روش ترکیب که به مدل منطقی بولین[4] معروف است، بویژه برای مواقعی که نتیجه‌گیری سریع مورد نیاز باشد و یا مرزهای نواحی

1 - Haneberg and Onder Gocke
2 - Coch
3 - Sukmantalya and Van Asch
4- Booleen logic model

Archive of SID

www.SID.ir

دقیق نباشد، مفید است. از آن‌جا که هدف اصلی این پژوهش بحث بر روی بازتاب کمبود و ضعف داده‌ها بر روی نتایج به‌دست آمده است، از این مدل جهت تحصیل سریع نتایج استفاده گردید تا آنها بر سایر روش‌های تجزیه و تحلیل تعمیم داده شود.

جدول ۲: شرایط وقوع انواع ناپایداری‌های دامنه یی به تفکیک نوع عوامل مؤثر بر آن
(شیب برحسب درجه،نفوذپذیری به سانتیمتردرساعت وپوشش گیاهی به درصد بیان شده است)

نوع ناپایداری عوامل مؤثر	ریزش وواژگونی	بهمن مواد	لغزش چرخشی	خاک روانی	زمین لغزه مرکب
شیب	۸۰-۹۰	۲۵-۵۰	۲۰-۴۰	۲۰-۳۰	۵-۲۰
سنگ‌شناسی	ماسه‌سنگ	ماسه‌سنگ-آهک-اسلیت	ماسه‌سنگ- مارن و رس	رس	رس
خاک	- بدون خاک تا خاک‌های کم‌عمق	- خاک‌های خیلی کم‌عمق تا کم‌عمق	- خاک‌های کم‌عمق تا عمیق با بافت متوسط تا سنگین	- خاک‌های کم-عمق تا نیمه‌عمیق با بافت متوسط تا سنگین	-خاک‌های نیمه‌عمیق با بافت سنگین
نفوذپذیری	-	کمتر از ۱۰	۹-۲۱	۵-۷	۱۵-۱۷
تاج پوشش گیاهی	کمتر از ۳۰	۳۰-۵۰	۳۵-۴۸	۲۵-۳۵	بیش از ۵۰
کاربری اراضی	بایر- سطوح پرتگاهی غیر قابل‌استفاده	مرتع	مرتع و کشت دیم - در اغلب موارد پرشیب کردن دامنه در نتیجه تأسیس ساختمان یا جاده	مرتع - در بعضی موارد ایجادراه و مجرا در بالادست لغزش	مرتع-سطوح مسطحی بر روی دامنه که به توقف برف و نفوذ آب ذوبی اجازه می‌دهد
هیدروگرافی	دامنه‌هایی که در محل تقعر مآ آندرها قرار دارند	به موازات شبکه آبراهه های فرعی و عمود به آبراهه اصلی	مجرای طبیعی درپای دامنه یا مجاری مصنوعی در بخش فوقانی یا پایین دست‌لغزش	وجود مجرایی درپای دامنه عامل محرک در رویداد لغزش بوده است.	وجود مجرایی درپای دامنه عامل محرک در رویداد لغزش بوده است.

نتایج حاصل از پهنه‌بندی

نقشه‌های حساسیت منطقه‌ی مورد مطالعه در برابر حرکات توده‌ای در واقع نقشه‌هایی هستند که در آن، نواحی دارای شرایط وقوع حرکات دامنه‌ای (جدول ۲) نشان داده شده است. ویژگی‌های هر یک از این پارامترها به صورت نقشه‌ای ارایه شده است (پیوست‌های الف- ح)

Archive of SID

www.SID.ir

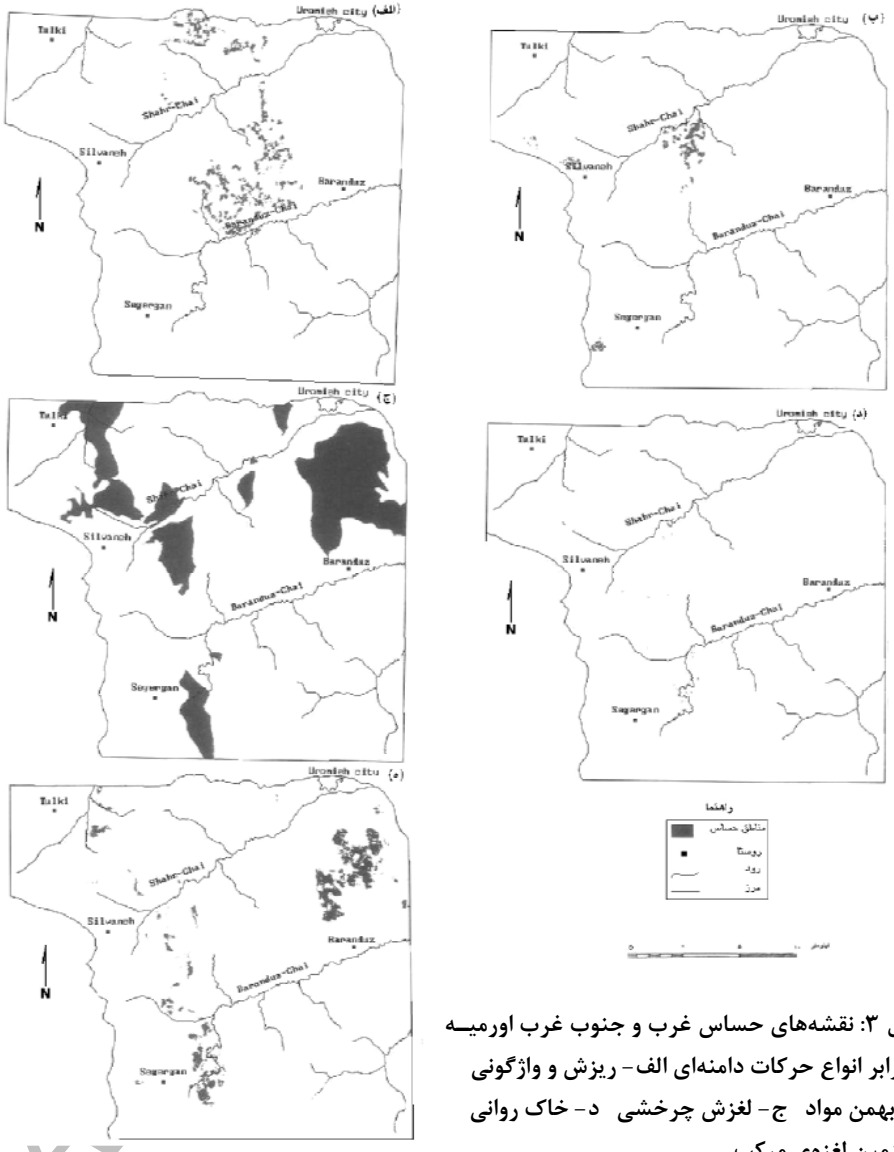
که همپوشانی آنها و جستجو در نواحی حایز شرایط برای هر یک از پنج نوع ناپایداری موجود در منطقه‌ی مورد مطالعه، نقشه‌های حساسیت یاد شده را ارایه داده است (شکل ۳).

نتایج این پژوهش حاصل تطبیق ساده‌ی هفت نقشه عامل وقوع زمین‌لغزه‌هاست و درحقیقت یک تجزیه و تحلیل کیفی برای دستیابی سریع به نتایج، صورت گرفته است. هر چند که این پژوهش به دلیل اهداف مطالعه، بمانند بیشتر پژوهش‌های قبلی به ارزش‌گذاری مناطق تحت لغزش احتمالی نمی‌پردازد و به همه‌ی این مناطق درجه‌ی یکسانی از احتمال وقوع منظور می‌کند، ولی نسبت به تحقیقات پژوهشگرانی مانند رادبراچ و ونتورث *(۱۹۷۱)* و براب و دیگران *(۱۹۷۲)* به تعداد عوامل بیشتری توجه می‌کند. از سوی دیگر در این پژوهش برخلاف تحقیقات جلالی *(۱۹۹۳)*، چوبی[1] *(۱۹۹۱)*، آنبالاگان *(۱۹۹۲: ۲۷۷-۲۶۹)*، طرح مشترک دبیرخانه عمومی ایالات آمریکا وگروه جغرافیا و زمین‌شناسی دانشگاه وست ایندیای نیجریه *(۱۹۹۹)* و حائری و سمیعی *(۱۳۷۶: ۱۵-۲)* که به تحقیق در مورد نوع خاصی از زمین‌لغزه‌ها پرداخته‌اند و یا این‌که انواع ناپایداری‌های دامنه‌ای را در یک گروه تحت عنوان زمین‌لغزه‌ها مطالعه نموده‌اند، مطالعه‌ی حرکات توده‌ای را به انواع ناپایداری‌های سطحی و کم‌عمق معطوف می‌کند.

1-Chouby

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳: نقشه‌های حساس غرب و جنوب غرب اورمیه در برابر انواع حرکات دامنه‌ای الف- ریزش و واژگونی ب- بهمن مواد ج- لغزش چرخشی د- خاک روانی ه- زمین لغزه‌ی مرکب

مقایسه‌ی این نقشه‌ها با همدیگر نشان می‌دهد که معمولاً هر یک از این حرکات در محدوده‌های مشخصی فعال هستند و حدود زمین‌لغزش‌های چرخشی و لغزش‌های مرکب، شباهت زیادی با یکدیگر دارند. اگر قبول کنیم که نوع مواد یکی از عوامل مهم درتعیین نوع حرکات توده‌ای هستند *(بریگز و اسمیتسن،۱۹۹۲)*، تفاوت نوع خاک و ضخامت آن نه تنها

www.SID.ir

توجیه مناسبی برای حدود متفاوت این دو نوع لغزش خواهد بود، بلکه اشتراک محل وقوع دو نوع لغزش مانند لغزش مرکب و لغزش چرخشی را نیز تا حدود زیادی توجیه خواهد نمود.

مقایسه‌ی پهنه‌های نشان داده شده در این نقشه‌ها با آنچه که در طبیعت وجود دارد یا بعد از پایان این تحقیق در منطقه روی داده است، نیز نشان می‌دهد که نواحی تحت ریزش در این نقشه‌ها زیادتر نشان داده شده است (شکل۳ ،الف) و بعضی از زمین‌لغزه‌های چرخشی در خارج از پهنه‌ی حساسی که در نقشه‌ی پهنه‌بندی نشان داده شده است، رخ داده‌اند. این خطاها بنا به علل مختلف رخ می‌دهند.

علل ایجاد خطاها در نقشه‌های پهنه‌بندی

دلیل عدم تطابق نواحی تحت ریزش و واژگونی نشان داده شده بر روی نقشه‌ها با شواهد موجود در روی زمین به این واقعیت مربوط می‌شود که نواحی‌ای در روی زمین وجود دارد که فعالیت‌های انسانی به تشدید فرسایش رگولیت‌ها و مواد سطحی منجر می‌شود و توده‌های سنگی که از میان مارن‌ها سر بیرون می‌آورند، احتمال حساسیتشان به ناپایداری به مرور زمان در حال افزایش می‌باشد؛ درحالی‌که این واقعیت بر روی نقشه‌های پایه منظور نشده است. علاوه بر این، عدم تطابق یادشده، به یک عامل غیرقابل اجتناب؛ یعنی، خطای اندازه‌گیری نقشه‌های پایه و مقیاس پایین این نقشه‌ها (نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰) مربوط می‌شود که به این نوع خطا به عنوان یک مشکل عمومی در بعضی نوشته‌ها *(کوک و دورکمپ،۱۳۷۷: ۵۸ و ۲۲۹)* تأکید شده است. تحت این شرایط، مشکل یاد شده برای هر کار پژوهشی که به پهنه‌بندی ریزش‌ها و واژگونی‌ها می‌پردازد حتی اگر از روش‌ها و تجزیه و تحلیل‌های قوی بهره ببرد، کماکان پا بر جا خواهد بود.

مقایسه‌ی نقشه‌های حساسیت منطقه به وقوع زمین لغزه‌ها، که تهیه‌ی آنها به سال ۱۳۷۶ مربوط می‌شود، با زمین‌لغزه‌هایی که بعد از این تاریخ به وقوع پیوسته‌اند، نیز نقاط قوت و ضعف این نقشه را آشکارمی‌کند. از تاریخ یاد شده دو لغزش چرخشی واضح در روستای پیرهادی وکلیساکندی (هردو در حوضه‌ی شهر چای قرار دارند) به وقوع پیوسته است. این زمین‌لغزه‌ها از مواد رسی تشکیل می‌شوند و هر دوی آنها در نتیجه‌ی فعالیت‌های انسان (راه‌سازی و کشاورزی) ایجاد شده‌اند؛ اولی در محدوده‌ی پیش‌بینی شده و دومی در محدوده‌ی غیر پیش‌بینی شده قرار می‌گیرند. علت اصلی این عدم تطابق علاوه بر ضعف مقیاس نقشه‌های توپوگرافی که در شیب و سایر پارامترهای توپوگرافیک منعکس می‌شود، به ضعف سایر داده‌های پایه‌ی غیرتوپوگرافیک نیز برمی‌گردد. این ضعف‌ها در دقت سایر نقشه‌های عامل نیز تأثیر می‌گذارد و برآمد آنها در نقشه‌های پهنه‌بندی منعکس می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

عامل شیب با آن ناپایداری‌های دامنه‌ای همبستگی بیشتری پیدا می‌کند که مانند بهمن مواد به صورت خطی رخ داده باشد، یا مانند ریزش‌ها در محدوده‌ی وسیعی روی بدهند؛ در غیر این صورت به دلیل این که شیب دامنه تحت لغزش اندازه‌گیری شده بر روی زمین با همان شیب اندازه‌گیری شده بر روی نقشه‌ی توپوگرافی همخوانی ندارد، همبستگی شیب با لغزش خیلی قوی نخواهد بود. اندازه‌گیری‌های شیب زمین‌لغزش‌های چرخشی بر روی زمین مقادیر ۲۲ تا ۲۸ درجه را ارایه می‌دهد در حالی‌که بر روی نقشه‌ی توپوگرافی حدود این لغزش‌ها چندان دقیق نیست و شیب عمومی دامنه نیز بیشتر از ۳۰ درجه را نشان می‌دهد؛ از این رو، در بحث پهنه‌بندی بناچار باید دامنه‌ی نوسان شیب را بیشتر در نظر گرفت تا با نقشه‌ی توپوگرافی که نقشه‌ی مبنا محسوب می‌شود، همخوانی پیدا کند.

بزرگترین ابعاد زمین‌لغزه‌یی که می‌توان در منطقه سراغ داشت در حدود یک هکتار می‌باشد که نشان دادن این وسعت از منطقه تنها در یک نقشه ۱۰۰۰۰ :۱ مقدور است و در نقشه‌های توپوگرافی به مقیاس ۵۰۰۰۰ :۱ فقط موقعیت آن را می‌توان تعیین کرد. البته، در میان حرکات توده‌ای حرکاتی مانند ریزش‌ها و واژگونی‌ها وسعت زیادی را می‌پوشانند ولی در این جا نیز محدودیت، به ضخامت لایه‌ی تحت ریزش یا واژگونی مربوط می‌شود.

در منطقه‌ی مورد مطالعه ضخامت لایه‌ی یاد شده به یک طبقه‌ی ماسه‌سنگی یا کنگلومرایی حداکثر ۲۰ متری مربوط می‌شود که این ضخامت از سنگ به دلیل وجود شیب لایه‌های زمین‌شناسی و قطع منحنی‌های میزان، در نقشه‌های توپوگرافی مشخص نمی‌شود و در بعضی نقاط حداکثر شیبی که می‌توان برای آن اندازه‌گیری نمود، حدود ۵۰ درجه خواهد بود؛ درحالی‌که، این نواحی در طبیعت حالت پرتگاهی دارند. از این رو، تعیین حدود دقیق نواحی تحت ریزش و واژگونی بر اساس ویژگی شیب با مشکلاتی توأم خواهد بود و در نقشه‌ی حساسیتی که بر مبنای نقشه ۵۰۰۰۰ :۱ تهیه می‌شود، جدا کردن نواحی دارای شیب ۹۰ درجه و یا نزدیک به آن مقدور نخواهد بود این مشکل علاوه بر شیب در سایر ویژگی‌های تعریف شده برای وقوع زمین‌لغزه‌ها نیز رخ می‌دهد.

در نقشه‌های زمین‌شناسی که به عنوان پایه‌ی نقشه‌های سنگ‌شناسی استفاده می‌شوند نه تنها نوع نهشته‌های سطحی دقیقاً مشخص نیست، بلکه، بویژه در نقشه های زمین‌شناسی مقیاس کوچک محدوده‌ی رسوبات کواترنری نیز خیلی کلی است. این ضعف را حتی نقشه‌ی خاک نیز نمی‌تواند جبران کند؛ چون اولاً منطقه‌بندی اولیه بر اساس واحدهای زمین ریخت‌شناسی (به عنوان مثال؛ کوهستان یا مخروط‌افکنه) که آن نیز مرز دقیقی ندارد صورت گرفته است و ثانیاً عامل مقیاس در این‌جا نیز دخالت می‌کند و پدیده‌های محلی را در بر نمی‌گیرد؛ به عنوان مثال، در نقشه خاک در محل ریزش و واژگونی اصلاً ناحیه‌ی بدون خاک وجود ندارد و محل وقوع بهمن مواد نیز که باید دارای خاک‌های کم عمق تا خیلی کم‌عمق باشد؛ با مناطق مستعد

Archive of SID

www.SID.ir

زمین‌لغزه چرخشی که بر روی خاک‌های کم‌عمق تا عمیق رخ می‌دهد و حتی با محدوده ریزش و واژگونی‌ها که در منطقه‌ی بدون خاک رخ می‌دهد؛ با یک نوع خاک نشان داده شده است (شکل ۲ و پیوست ج).

این ناهمخوانی مشخصات محلی زمین که در وقوع زمین‌لغزه‌ها مؤثر هستند؛ با مشخصات همان نقطه بر روی نقشه‌ها، ضعف‌هایی هستند که در نقشه‌های دیگر؛ یعنی در نقشه پوشش گیاهی، نفوذپذیری و کاربری اراضی که کلی‌تر از نقشه‌های قبل هستند و حتی بعضی از آنها که با نمونه‌گیری به‌دست آمده‌اند و احتمالاً دارای دقت کمتری باشند؛بیشتر نمود پیدا می‌کند.

بنابراین، جمع‌آوری داده‌های مربوط به آن دسته از حرکات دامنه‌ای که ماهیت آنها به گونه‌ای است که در محدوده‌ی کم‌وسعتی رخ می‌دهند با مشکلاتی جدی که به عامل مقیاس نقشه‌های پایه برمی‌گردد، همراه است. این مشکلات با حجم کمتر حتی در حرکاتی که ابعاد وسیعی دارند نیز رخ می‌دهد. این محدودیت‌ها در نتایج پهنه‌بندی حاصل از این تحقیق مشابه با هر کار تحقیقی دیگر منعکس می‌گردد.

پیشنهادهایی برای اصلاح خطاها

در این پژوهش مانند اغلب تحقیقات ازجمله پژوهش مجریان طرح زمین‌لغزه‌های منطقه‌ی شهری کینگ ستون جامائیکا *(۱۹۹۹)* کمبود مجموعه داده‌های متغیر و عدم همبستگی بین متغیرهای داده و مکانیسم‌های فیزیکی مسؤول وقوع زمین‌لغزه‌ها که عمدتاً به ضعف مقیاس برمی‌گردد، از محدودیت‌های اساسی بوده است.

واقعیت این است که در کشور ما، برای پهنه‌بندی زمین‌لغزه‌ها پیشرفت‌های فنی مطلوبی صورت می‌گیرد؛ به‌عنوان مثال تنگستانی *(۲۰۰۳)* منطق گامای فازی را برای پهنه‌بندی به کار می‌گیرند، جباری و میرنظری (زیرچاپ) برای انتخاب عوامل معنی‌دار در پهنه‌بندی زمین لغزه‌ها روش آنالیز کای دو را معرفی می‌نمایند و پژوهشگران دیگر به دنبال روش‌های مناسب برای پهنه‌بندی دقیق هستند *(شریفی و دریابای، ۱۳۸۴: ۸۹-۷۸؛ حائری و سمیعی، ۱۳۷۶: ۱۵-۲؛ هاشمی طباطبایی، ۱۳۷۸: ۲۵-۲۱؛ جلالی،۱۳۸۰: ۲۲۳-۲۱۱)*. با این وجود، کمبود داده‌ها، بویژه در رابطه با اطلاعات ژئواکولوژیک، محققین را همواره در تنگنا قرار داده است و اغلب آنها را وادار کرده است یا مانند محققین دهه‌ی هفتاد عوامل قابل دسترس کمّی را برای مناطق تحت مطالعه خود در پیش گیرند *(شریفی و دریابای، ۱۳۸۴: ۸۹-۷۸ و جلالی: ۱۳۸۰، ۲۲۳-۲۱۱)*، یا بررسی‌های خود را به منطقه‌ی وسیعی معطوف کنند که در آن از نقشه‌های پایه در مقیاس ۲۵۰۰۰۰: ۱ استفاده کنند *(حائری و سمیعی، ۱۳۷۶: ۱۵-۲)* و یا این‌که بیشتر توجه خود را به عوامل توپوگرافیک و زمین‌شناسی که نقشه‌های آنها قبلاً وجود دارد، متمرکز کنند

Archive of SID

www.SID.ir

(تنگستانی،۲۰۰۳، جباری و میرنظری،زیرچاپ، اسماعیلی و احمدی، ۲۰۰۳). این محدودیت‌ها بویژه زمانی که زمین‌لغزه‌های مورد مطالعه سطحی باشند بـه دلیـل قـدرت تفکیـک پـایین آنهـا در نقشه‌های پایه، دو چندان می‌شود.

نقشه‌های پایه بزرگ مقیاس در بعضی کشورها از قبل تهیـه شـده‌انـد و یـا ماننـد تحقیـق *(پلوکین و جون ،۲۰۰۰)* برای اهداف پهنه‌بندی توسط تیمی متشکل از کارشناسان و متخصصان مختلف آماده می‌شود. ولی در کشور ما یکی از اصلی‌ترین نقشه‌هـا کـه بـه صـورت رسـمی در کشور منتشر می‌گردد، نقشه‌ی زمین‌شناسی است که آن نیز در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ تهیه شده است (تنها برای نواحی محدودی از ایران نقشه‌ی به مقیاس۱:۱۰۰۰۰۰ نیز موجـود اسـت). در حالی که عوامل خیلی با ارزش‌تر برای وقوع زمین‌لغزه‌ها؛ بویژه زمین‌لغزه‌هـای سـطحی کـه در این تحقیق نیز از آن‌ها یاد شد انواع مواد سطحی، شبکه راه‌ها و مجاری آب می‌باشد که بیـشتر آنها در نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی فعلی وجود ندارند و تهیه‌ی هر یک از آنها مـستلزم انجام پروژه خاصی است. از این رو، به نظر می‌رسد که سه راه‌حل در پیش رو باشد: راه‌حل اول این است که روشی مانند این تحقیق در پیش گرفته شود؛ ولـی از همـان امکانـات موجـود در کشور (مانند تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی) عوامل بیشتری استخراج گردد؛ در صـورت نیاز به اندازه‌گیری‌های میدانی (مانند اندازه‌گیری نفوذپذیری و غیره)، از امکانات بیشتری برای دقیق‌تر شدن آنها استفاده شود؛ خطاها حتی‌المقدور کاهش یابد و روش‌هـای تجزیـه و تحلیـل قوی‌ای به کار برده شود. در این صورت، هرچندکه ممکن است داده‌های بیشتری به دست آیـد و در بعضی موارد دقت بالاتر حاصل شود، ولی مشکل مقیاس همچنان باقی خواهد بود و نتایج به دست آمده تنها برای اهداف کلی‌تر کاربرد خواهند داشت؛ مگر این‌که مانند تحقیق فـاطمی عقدا و همکارانش (۱۳۸۴) و جلالی (۱۹۹۳) بررسی حرکات توده‌ای عمیـق و بـزرگ بخـشی از اهداف تحقیق باشد؛ تازه، در همین نوع تحقیقات نیز سعی مـی‌کننـد مقیـاس نقـشه را بـزرگ انتخاب کنند *(جلالی، ۱۳۷۳: ۱۱۵؛ جلالی، ۱۹۹۳)*.

راه‌حل دوم این است که با استفاده از ابزاری مانند تصاویر ماهواره‌ای و راداری عوامـل مـؤثر در ناپایداری‌ها استخراج شود و به صورت نقشه ترسیم گردد. در این صورت نحـوه‌ی دسترسـی به این اطلاعات، به‌ویژه تصاویر با قدرت تفکیک بالا، ابزار و نرم‌افزارهای مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل آنها و همچنین مهارت‌های فنی از ملاحظات اساسی به شمار خواهد رفت.

بالاخره راه‌حل سوم این است که با این رویکرد به تحقیق درباره‌ی پهنه‌بندی پرداخته شود که فعلاً برروی یک یا دو عامل مهم مؤثر در وقوع حرکات توده‌ای پژوهش‌های تفصیلی صـورت گیرد تا ضمن کسب اهداف مورد نظر، داده‌های پایه برای پژوهش‌های دیگر نیز فراهم گردد.

در اغلب شیوه‌های پهنه‌بندی زمین‌لغـزش‌هـا کـه توسـط شـریعت جعفـری *(۱۳۷۵: ۱۶۰)* فهرست شده است، لیتولوژی به همراه عامل شیب مدّ نظر قرار گرفته است.

Archive of SID

www.SID.ir

احمدی و طالبی *(۱۳۸۰: ۳۲۹-۳۲۳)* نیز به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها اهمیت ویژه‌ای قایل شده‌اند و خطیبی *(۱۳۸۳: ۱۱۵)* اصلاً ویژگی‌های ژئوتکنیکی و ریخت‌شناسی نهشته‌های سطحی را در دامنه‌های شمالی قوشه داغ دلیل وقوع لغزش‌های سطحی می‌داند. این شواهد، بیانگر اهمیت عوامل شیب و نهشته‌های سطحی در وقوع لغزش‌ها است.

مطالعات میدانی در این پژوهش نیز نشان می‌دهد که لغزش‌های سطحی منطقه مورد مطالعه (لغزش‌های چرخشی، خاک روانی و لغزش‌های مرکب) بر روی نهشته‌های سطحی رخ داده‌اند و واژگونی‌ها و ریزش‌ها نیز مختص سنگ‌های خاصی است (جدول ۱)؛ به عبارت دیگر، تا زمانی که ویژگی‌های سنگ‌شناسی ویژه‌ای روی زمین وجود نداشته باشد حرکات توده‌ای چشمگیری اتفاق نمی‌افتد. ازآن جا که بعضی از محققان مانند جلالی *(۱۳۸۰: ۲۲۰)* ضعف اغلب روش‌های پهنه‌بندی را عدم توجه به نوع زمین‌لغزه‌ها می‌دانند و بنا به نقش کلیدی دو عامل لیتولوژی و شیب در وقوع حرکات دامنه‌ای سطحی، می‌توان پراکندگی مواد مستعد به انواع لغزش‌ها را همانند طرح پایک و دیگران *(۲۰۰۱)* در یک ناحیه بدقت تعیین کرد و با توجه به نقشه‌ی شیب برآورد نسبتاً دقیق و اقتصادی‌تری از نواحی آسیب‌پذیر به دست آورد؛ به عبارتی دیگر، می‌توان، مواد سطحی را به طورتفصیلی مطالعه نمود و با طبقه‌بندی آن از نظر حساسیت به لغزش و انطباق آن با نقشه‌ی شیب مقیاس بزرگ، پهنه‌بندی با دقت بالا به دست آورد و یا با توجه به همان مواد، نقشه‌ی زمین ریخت‌شناختی تهیه کرد. در این حالت، علاوه بر این‌که به اهداف پهنه‌بندی دست یافته‌ایم، این امکان نیز به وجود آمده است که در آینده، با داشتن نقشه‌های مقیاس بزرگ از سایر عوامل آغازگر لغزش‌ها (مقیاس ۱۰۰۰۰ ابعاد زمین‌لغزه را بهتر نشان می‌دهد) از آنها (نقشه‌های مفصل لیتولوژی و مواد سطحی) به عنوان اطلاعات پایه برای تهیه‌ی نقشه‌های حساسیت خیلی دقیق‌تر و مفصل‌تر استفاده کنیم. از آن گذشته نقشه‌ی مواد سطحی به عنوان نقشه‌ی پایه‌ای قرار خواهد گرفت که می‌تواند برای سایر تحقیقات غیر از زمین‌لغزه‌ها نیز به کار گرفته شود.

نتیجه‌گیری

منطقه‌ی غرب و جنوب غرب اورمیه که برای تحقیق انتخاب شده بود، مساحت متوسطی داشت و حرکات‌توده‌ای متعددی -که نوع و ابعاد آن را بیشتر از همه، ویژگی‌های سنگ‌شناسی و نهشته‌های سطحی تعیین می‌کردند- در آن رخ می‌داد. تلاش‌ها برای بالا بردن دقت هر یک از عوامل انتخابی برای پهنه‌بندی موفقیت‌آمیز نبوده است. این موضوع باعث می‌شود نتایج پهنه‌بندی تنها کاربرد کلی داشته باشد. روشن است که هر اندازه مساحت منطقه‌ی مورد تحقیق کوچک گرفته شود به دلیل این که هدف پژوهش تا سطح کاربرد در پروژه های عمرانی محلی ارتقاء می‌یابد، دقت عوامل و در نتیجه نقشه‌های پهنه‌بندی، حساسیت بیشتری

Archive of SID

www.SID.ir

به خود می‌گیرد. از این رو، بدیهی است که قبل از اقدام برای پهنه‌بندی، ارزیابی اعتبار داده‌ها ضروری است. در صورتی‌که، بنابه دلایلی از جمله کمبود امکانات و بودجه، داده‌های دقیق قابل دسترس نباشند و داده‌های موجود از درجه‌ی اعتبار کمی برخوردار باشند؛ مناسب‌ترین گزینه این است که نقشه‌هایی ترسیم شوند که درآن مواد سطحی زمین همراه با منشأ و بافت آن‌ها نشان داده شوند (در صورت امکان با افزودن ویژگی‌های ژئوتکنیکی این مواد، کارایی نقشه‌های تولید شده نیز افزایش خواهد یافت). در این صورت این امکان به دست می‌آید تا نه تنها شدت تأثیرپذیری آنها از نظر ناپایداری در برابر عوامل متعدد طبقه‌بندی گردد؛ بلکه با ترکیب آنها با عوامل مهم دیگر(مانند شیب)، علی‌رغم تعداد عوامل کم، ولی به‌دلیل دقیق‌تر بودن آنها، نقشه‌ی آسیب‌پذیری مطمئن‌تری فراهم شود. علاوه بر این به‌اغلب پرسش‌هایی که اهداف و حتی کاربرد نقشه‌های پهنه‌بندی زمین‌لغزه‌ها را در پرده‌ی ابهام قرار داده است *(جونز[1]،۱۹۹۲: ۱۴۱-۱۱۷)* پاسخ داده خواهد شد.

سپاسگزاری

بخش زیادی از نتایج این پژوهش حاصل پشتیبانی مالی و خدماتی مرکز تحقیقات منابع طبیعی و اموردام استان آذربایجان غربی است که شایسته‌ی سپاسگزاری ویژه‌ای است. در جمع‌آوری داده‌ها و تهیه نقشه‌ها، آقایان احمد نجفی کارشناس جغرافیا، منصور مهدی‌زاده مهندس آبیاری، فرهاد روشن ضمیر مهندس خاکشناسی و احمد احمدی کارشناس مرتع و آبخیزداری و در تجزیه و تحلیل نقشه‌ها و تهیه‌ی نقشه‌های حساسیت دکتر رضا سکوتی متخصص آبخیزداری با این تحقیق همکاری ویژه‌ای داشته‌اند که جا دارد از همکاری آنان سپاسگزاری و تشکر گردد. همچنین آقای نادر جلالی عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی که از ابتدای پژوهش مشوق و راهنمای مفیدی برای این تحقیق بودند تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع و مآخذ

۱- احمدی، حسن و علی طالبی اسفندرانی (۱۳۸۰): *«بررسی عوامل مؤثر در ایجاد حرکات توده‌ای (لغزشی). مطالعه موردی: منطقه اردل استان چهارمحال و بختیاری». مجله منابع طبیعی ایران.* ۵۴. ۴. ۳۲۹-۳۲۳.

۲- جباری، ایرج (۱۳۸۳): *«عوامل ناپایداری دامنه‌ها در مناطق کوهستانی غرب دریاچه‌ی ارومیه» پژوهش‌های جغرافیایی.* ۵۰. ۱۷-۱.

۳- جباری، ایرج و جواد میرنظری. *«پهنه‌بندی خطر زمین لغزش درحوضه آبریز پشت تنگ شهرستان سرپل ذهاب (استان کرمانشاه)». زیرچاپ. پژوهش های جغرافیایی.*

Archive of SID

www.SID.ir

۴- خطیبی، مریم (۱۳۸۳): «*بررسی نقش ویژگی های سازندهای سطحی در وقوع لغزش؛ مطالعه موردی: دامنه‌های شمالی قوشه داغ (بین اهر و مشکین شهر)*». *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*. ۷۲. ۱۱۷- ۱۰۵.

۵- جلالی، نادر (۱۳۷۳) : «*کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در پهنه‌بندی زمین‌لغزه‌ها*». مجموعه مقالات سمینار ملی فرسایش و رسوب». *۱۱۸-۱۰۵*.

۶- جلالی، نادر (۱۳۸۰) : «*ارزیابی روش‌های متداول پهنه‌بندی خطر زمین لغزش درحوزه‌ی آبخیز طالقان*». *مجموعه مقالات دومین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، دانشگاه تربیت مدرس*.

۷- حائری، سیدمحسن (۱۳۷۶): «*روش جدید پهنه‌بندی مناطق شیب‌دار در برابر خطر لغزش‌زمین با تکیه بر بررسی‌های پهنه‌بندی استان مازندران*». *نشریه علوم زمین*. سال ششم. شماره۲۴-۲۳.

۸- شریعت جعفری، محسن (۱۳۷۵) : «*زمین لغزش (مبانی واصول پایداری شیب‌های طبیعی)*». انتشارات سازه.

۹- شریفی، رحمان و سیدجمال دریاباری (۱۳۸۴): «*روش نیلسن و بهینه‌سازی آن در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش*». *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*. ۷۶. ۸۹-۷۸.

۱۰-فاطمی‌عقدا، سیدمحمود، جعفر غیومیان، محمد تشنه‌لب و عقیل اشقلی فراهانی (۱۳۸۴) : «*بررسی خطر زمین‌لغزش با استفاده از منطق فازی (مطالعه موردی: منطقه رودبار)*». مجله علوم دانشگاه تهران. ۳۱. ۱.

۱۱-کوک، آر. یو. و دورکمپ جی. سی. (۱۳۷۷): « *ژئومورفولوژی و مدیریت محیط*». ترجمه‌ی شاپور گودرزی‌نژاد. جلد اول. انتشارات سمت.

۱۲-هاشمی طباطبایی، سعید (۱۳۷۸) : «*پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در استان اردبیل،تازه های ساختمان ومسکن*». شماره ۱۳.

13- Anbalagan, R (1992) Landslide hazard evaluation and zonation mapping in mountaineous terrain. *Enginering Geology*. 32.

14- Brabb, E. E., E. H. Pampeyan and M. A. Bonilla (1972) Landslide susceptibility in San Matteo County,California .*US Geological Survey Miscellaneous field studies Map MF360*.

15- Brabb, E.E (1984) Innovative approaches to landslide hazard and risk mapping. proceedings of the 4th International Symposium on landslides,Toronto,vol 1.

16- Briggs D. and P. Smihson (1992) Fundamental of Physical Geography,Roulege.

17- Brundsen D (1985) Landslide types, Mechanisms, Recognition, Identification. In: C. S. Morgan (editor), *Landslides in the South Wales coalifield*, Proc.Symposium, 1-3 April, 1985, The poly. Of Wales.

18- Carrara, A (1984) Landslide hazard mapping:aims and methods. In: J.-C.Flageollet (ed)- ,*Mouvements des Terrains*,Serie Documents du BRGM,no 83.

19- Carrara,A.,E.Pugliese-Carratelli and L.Merenda (1977) Computer-based data bank and statistical analyses of slope instability phenomena.*Zeitschrift für Geomorphologie*,vol 21.

20- Carrara, A., E. Catalone, M.Sorrisso Valvo, C. Realli and I.Ossi (1978) Digital terrian analysis for land evaluation.*Geological Applicata e Idrogeologia*,vol 9.

Archive of SID

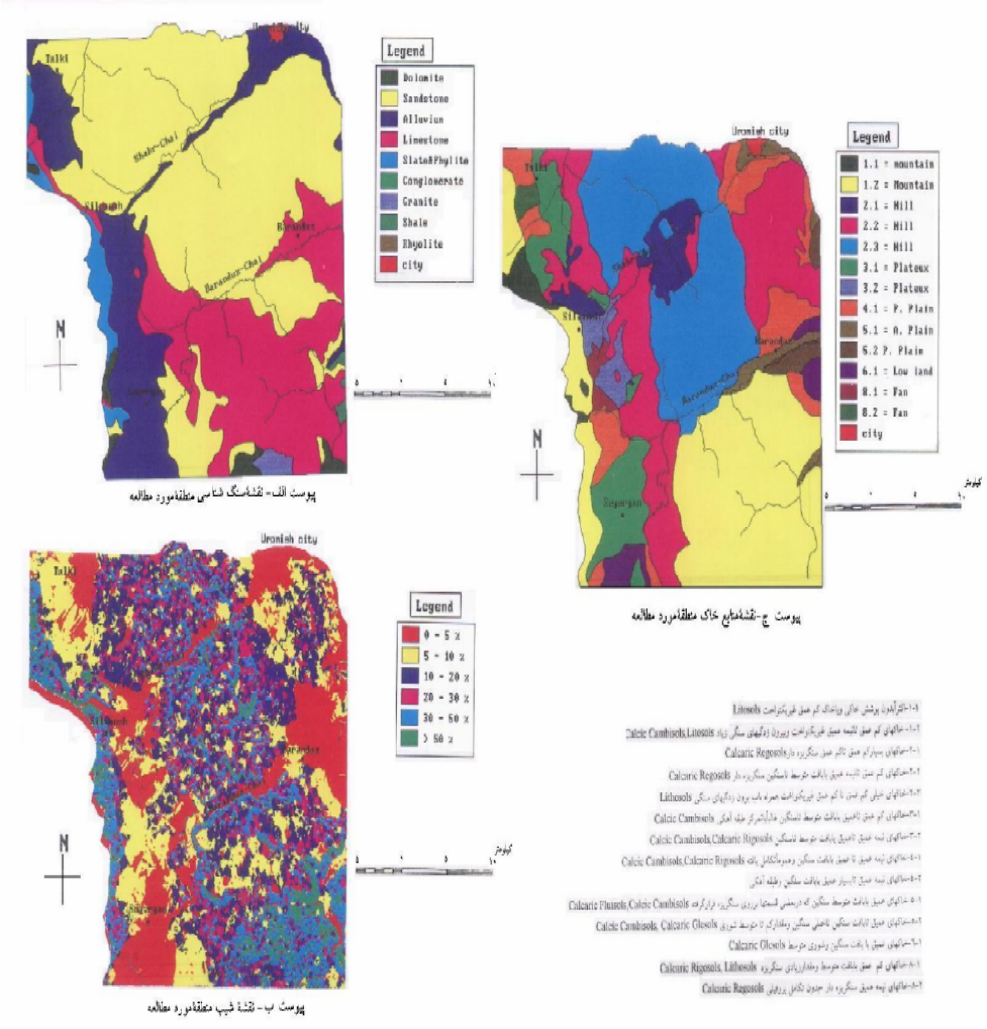
www.SID.ir

21- Chouby, V. D., S. Chaudhari, P.K.Litoria (1991) Landslide hazard zonation ,in "Uttarkshi and Tehri districts, U. P. Himalaya, India" .In: David H.Bell, (1992), *Landslides*, Balkema, Rotterdam.
22- Coch, Nicholas K (1995) *Geohazards Natural and Human*,Prenice Hall.
23- DeGraff, J. V. & Rosemberg, H. C(1980)Regional landslide- susceptibility assessment for wildland management- a matrix approach. In: Coates, D.R. & Vitek, J. D. (eds.), *Thresholds in Geomorphology*, Binghamton Symposium in Geomorphology, Allen and UnwinLondon.
24- Einstein, H. H (1988) Landslide risk assesment procedure.In: C.Bonnard (ed), *Proceeding of the 5th International Symposium on Landslides*,Lausanne,vol2.
25- Esmali, H. Ahmadi (2003) *Using GIS & RS in Mass Movements Hazard Zonation –A Case Study in Germichay Watershed, Ardebil, Iran*, Map India Conference 2003
26- Organization of American States General Secretariat Unit for Sustainable Development and- USAID-OAS Caribbean Disaster Mitigation Project Unit for Disaster Studies Environment,Department of Geography and Geology, The University of the West India ,Mona,Kingston, Jamaica (1999) Landslide susceptibility maps for Kingston metropolitan arera,Jamaica with notes on their use,UDS Publication No.5.
27- Haneberg, W. C., Onder Gocke, A (1994) Rapid water level fluctuations in a thin colluvium landslide west of Cincinnati, Ohio, *US Geol. Bull.,* 2059 C, 1-16.
28- Hansen A. (1984) Landslide hazard analysis. In: D. Brunsden and D. B. prior (eds*). slope instability* , john wieley &sons.
29- Hutchinson I. N (1988) Morphological and geotechnical parameters of landslhdes in relation to-geology and Hydrology.General Rep.In:C.Bonnard(Ed.)*,pro.5th. Int. Symp. on Landslides*. Balkema,Rotterdom.
30- Jalali N (1993) *Msc Thesis in Applied Geomorphology and Enginering Geological Survey- Application of GIS in Slope Instability Hazard Zonation.*
31- Jones D.K.C (1992) Landslide hazard assessment in the context of development.In: C. J. H. McCall,D.J.C.Laming and S.C.Scott(eds). *Geo hazards(Natural and man-made),* Chapman and Hall.
32- Pick R. J., R. W. Graymer, S. Roberts, N. B. Kalman and S. Sobieszczyk (2001) Map and map database of susceptibility to slope failure by sliding and earthflow in the Oakland area, ciforia, Pamphlet Accompany Miscellaneous.
33- Péloquin S. and Gwyn O. H. J (2000) Using remote sensing, GIS and artificial intelligence to evaluate landslide susceptibility levels: Application in the Bolivian Andes, 4th International Conference on Integrating GIS and Environmental Modeling (GIS/EM4): Problems, Prospects and Research Needs. Banff, Alberta, Canada, September 2 - 8, 2000.
34- Radbruch,D.R.,C.M.Wentworth (1971) *Estimated Relative Abundance of Landslides in the San Francisco Bay Region,California*.US Department of the Interior,Geological Survey.
35- Siddle, H. j., H. M. Tunner and S. P. Beltley (1989) Computer aided landslip potential mapping and its application to land use planning and development control.*International conferfnce on computers in urban planning and urban management*, Hong Kong, Proceedings.
36- Tangestani Majid H (2003) Landslide susceptibility mapping using the fuzzy gamma operation in a GIS, Kakan catchment area, Iran.
37- Van Asch. Th.W.J.,Sukmantalya.J.N (1993) The modelling of soil slip erosion in the upper Komering area,South Sumatra Province,Indonesia,*Geogr. Fis. Din. Quat*.,16,81-86.
38- Varnes, D. J (1975) Slope movements in the western United States. In: *Mass Wasting (Geo Abstracs: -Norwich*).
39- Varnes D. J (1984) *Lanslide Hazard Zonation*, UNESCO, Paris.

Archive of SID

www.SID.ir

ضمائم

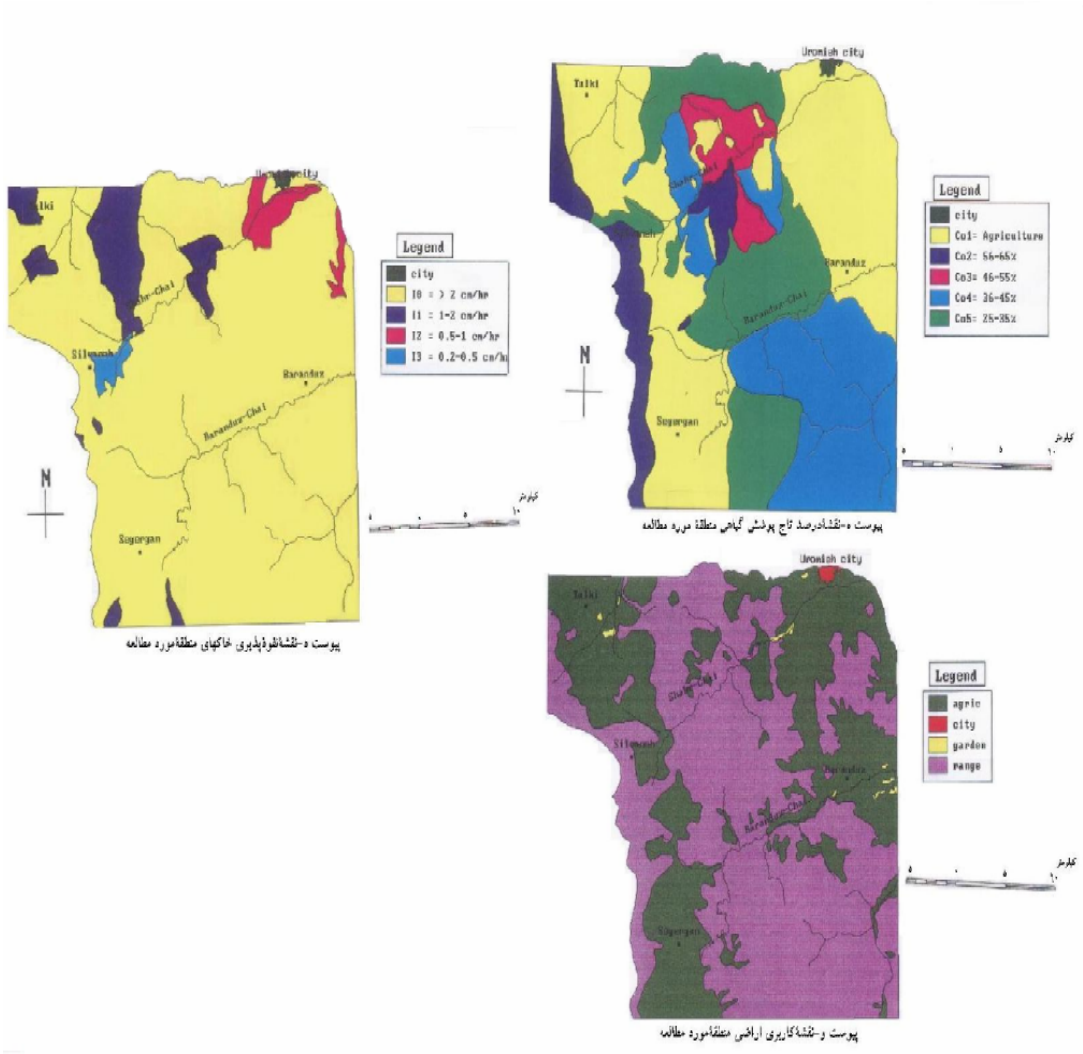


پیوست الف- نقشه سنگ شناسی منطقه مورد مطالعه

پیوست ج- نقشه تیپ خاک منطقه مورد مطالعه

پیوست ب- نقشه شیب منطقه مورد مطالعه

www.SID.ir



پیوست ۵-نقشه‌ی خاکهای منطقه‌ی مورد مطالعه

پیوست ۴-نقشه‌ی درصد تاج پوشش گیاهی منطقه‌ی مورد مطالعه

پیوست ۶-نقشه‌ی کاربری اراضی منطقه‌ی مورد مطالعه

www.SID.ir