تعیین حساسیت بالقوه سطوح شیب‌دار در حوضه‌های کوهستانی، نسبت به وقوع زمین لغزشها، با استفاده از روش تعیین عامل ویژه مطالعه موردی: حوضه قرنقوچای واقع در دامنه شرقی کوهستان سهند (آذربایجان شرقی)

مریم بیاتی خطیبی*

استادیار گروه پژوهشی جغرافیا، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

دریافت:۸۵/۲/۶ پذیرش:۸۶/۲/۸

چکیده

وقوع لغزش در سطوح شیب‌دار حوضه‌های کوهستانی، نتیجه عملکرد فرایندهای مختلف و تأثیر چندین عامل ویژه است. نوع واحدهای سنگی، شیب، نوع کاربری، میزان بارندگی، حضور گسلها، عبور جاده‌ها از کمرکش کوهستانها و جریان آبها در دره‌ها، از جمله عواملی هستند که در وقوع لغزشها در نواحی کوهستانی، نقش تعیین‌کننده دارند، اما در یک محدوده خاص، عامل ویژه‌ای نقش برجسته‌تری در وقوع لغزشها ایفا می‌کند که در اقدامات پیشگیرانه، تعیین چنین عامل ویژه از اهمیت خاصی برخوردار است. در حوضه قرنقوچای که از نظر نوع واحدهای سنگی، ویژگی ژئومورفولوژیکی و زمین‌شناسی و همچنین نحوه ارتباط انسان با محیط، تنوع خاصی وجود دارد، به لحاظ این تنوع، علل وقوع لغزشها نیز در قسمتهای مختلف حوضه، متفاوت و متنوع است. در این مقاله، با استناد به پراکندگی لغزشها بر روی ۹ لایه مختلف از نقشه‌های عامل، فراوانی وقوع لغزشها محاسبه و با استفاده از روش تعیین عامل ویژه، از بین عوامل مختلف، عامل اصلی تحریک‌کننده شیبها نسبت به وقوع زمین لغزشها، تعیین شده و در نهایت با بهره‌گیری از نرم‌افزارArc/View ، محدوده حوضه

* نویسنده مسوؤل مقاله: E-mail:m_bayati@tabrizu.ac.ir

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

قرنقوچای از نظر حساسیت به وقوع لغزش، پهنه‌بندی شده است. این محاسبات و نقشه نهایی تهیه شده نشان می‌دهد که محدوده خاکسترهای آتشفشانی و مارنها که لغزشهای بزرگ قدیمی نیز در گذشته بر روی آنها اتفاق افتاده، مساعدترین بستر را برای وقوع لغزشها فراهم می‌سازند. در بخشهای دیگر حوضه، کشت آبی که با آشفتگی شدید دامنه‌ها نیز همراه شده، به عمده‌ترین عامل تحریک‌کننده دامنه‌ها نسبت به وقوع لغزشها تبدیل گردیده است.

کلید واژه‌ها: عامل ویژه، پهنه‌بندی خطر زمین لغزش، حوضه قرنقوچای، حوضه‌های کوهستانی، GIS

۱- مقدمه

به لحاظ تشدید در فعالیتهای انسانی در سطوح شیب‌دار نواحی کوهستانی، بروز تغییرات اقلیمی و به دنبال آن، تغییر در ویژگیهای هیدرولوژیکی و بیولوژیکی، در چنین محدوده‌هایی، حرکات توده‌ای با ابعاد و انواع متنوع رخ می‌دهند. پیامدهای منفی ناشی از افزایش در فراوانی و بزرگی حرکات توده‌ای، به‌ویژه لغزشها، در کوتاه‌مدت و درازمدت در زندگی انسانهای ساکن در این محدوده‌ها به نحوی نمود یافته و در آینده نیز سایر ابعاد آن به صورت تشدید شده، ظاهر خواهد شد[۱، ص۳٦۰؛ ۲، ص ۵؛ ۳، ص۲؛٤، ص۳٤۹؛ ۵، ص۳٤۷؛ ٦، ص۳۵٤]. در حوضه‌های زهکشی نواحی کوهستانی، وقوع چنین رخدادهایی علاوه بر وارد کردن خسارات جانی و مالی، موجب افزایش بار رسوبی رودخانه‌ها می‌گردد. گاه این خسارات غیرمستقیم، در درازمدت از خسارات مستقیم ناشی از وقوع لغزشها، در حوضه‌هایی که سدهایی نیز بر روی رودخانه‌ها بسته شده، پرهزینه‌تر است[۷، ص۳؛ ۸، ص ۵۹]. گذشته از موارد فوق، در حوضه‌های کوهستانی، به‌ویژه کوهستانهای نیمه‌خشک که سطوح دامنه‌ها به لحاظ وجود پوشش گیاهی تنک، به طور کامل محافظت نمی‌شوند، ضخامت خاکها در شیبهای مشرف بر دره‌ها، بسیار کم است. وقوع لغزش در روی این شیبها می‌تواند خاکهای تنها محدوده‌های قابل کشت در نواحی را در اختیار آبهای جاری قرار دهد.

به لحاظ ابعاد بزرگ خسارات ناشی از وقوع لغزشها در محدوده زیست انسانها (به طور مستقیم و یا غیرمستقیم)، محققین از ابعاد مختلف و با هدف ویژه، این پدیده‌ها را

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

بررسی کرده‌اند[۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲]. بررسیهای اولیه در مورد چنین پدیده‌هایی، ابتدا به طور مجرد و در قالب توجه ویژه به سازوکار وقوع یک و یا حداکثر چند لغزش و با تأکید بر نقش یک عامل ویژه و مشخص صورت می‌گرفت، اما پیشرفت در تکنیکهای بررسی و همچنین نیاز به برنامه‌ریزی‌های ناحیه‌ای هماهنگ با ویژگیهای محیطی و با کمترین ریسک، تحقیقات در زمینه وقوع مخاطرات طبیعی، به‌ویژه وقوع لغزشها را ابعاد جدیدی بخشید و محققین توانستند با تکیه به امکانات سیستم اطلاعات جغرافیایی، مناطق وسیعی را از نظر حساسیت به وقوع حرکات توده‌ای، به‌ویژه به وقوع لغزش، پهنه‌بندی کنند. پهنه‌بندی خطر زمین لغزش که با استناد به تحلیلهای کمی و با مدنظر قرار دادن نقش عوامل مختلف در ناپایدار کردن شیبها صورت می‌گیرد، از نظر مدیریت محیطی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. امروزه استفاده از اطلاعات حاصل از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا و امکان رقومی کردن اطلاعات – که می‌توان از تصاویر و نقشه‌ها به دست آورد– و همچنین تلفیق آنها با دیگر اطلاعات زمینی و با تکیه بر قدرت تکنیکهای جدید، یعنی سیستمهای اطلاعات جغرافیایی– که تجزیه و تحلیل تعداد زیادی از عوامل در رابطه با خروجیها را امکان‌پذیر می‌سازد– پهنه‌بندی محدوده‌های بزرگ از نظر وقوع حرکات توده‌ای میسر گردیده است. با تکیه به این توانمندی تکنیکهای جدید، محققین زیادی از ابعاد مختلف، حرکات توده‌ای را مطالعه و محدوده‌ها را از نظر استعداد مناطق به وقوع چنین پدیده‌هایی، پهنه‌بندی (۱۳، ۱٤، ۱۵، ۱٦، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰) و با استفاده از داده‌های مختلف و با اعمال روشهای پیشرفته آماری، نتایج حاصل از تجزیه و تحلیلها را به صورت کمی ارائه می‌کنند و به این ترتیب، مقایسه نواحی سهلتر شده است (۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲٤).

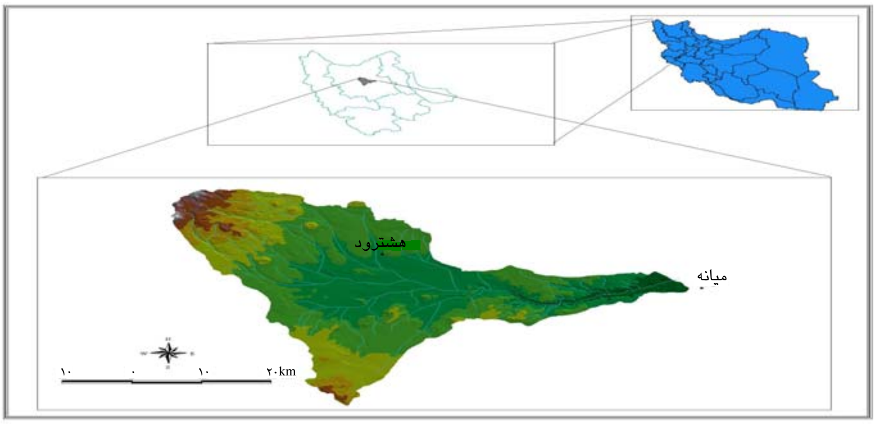
کشور ایران، به عنوان یکی از ۱۰ کشور در معرض تهدید مخاطرات طبیعی، تقریباً همه ساله شاهد وقوع انواع مخاطرات ناشی از وقوع لغزشها است [۲۵، صص۹۱–۹۲؛ ۲٦، ص۵۲]. در میان مناطق مختلف ایران، منطقه شمال غرب ایران، به‌ویژه آذربایجان شرقی، به لحاظ کوهستانی بودن منطقه، حاکمیت شرایط اقلیمی خشن و بسترهای متشکل از مواد مستعد به وقوع لغزش، از جمله بسترهای متشکل از مواد آذر آواری و آبرفتهای قدیمی، از مناطق مستعد کشور به وقوع لغزش محسوب می‌شود[۲۷، ص ۲۲]. توده کوهستانی سهند، به عنوان یک محدوده نیمه‌خشک کشور و همچنین به عنوان محل استقرار مساکن روستایی و تأسیسات انسانی، از محدوده‌های مهم منابع تأمین‌کننده عمده آب شهرهای بزرگ منطقه است. در میان کلیه حوضه‌های زهکشی توده کوهستانی

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

سهند، شیبهای حوضه قرنقوچای، به عنوان بزرگترین حوضه توده سهند به لحاظ ویژگیهای خاص طبیعی، بیشترین استعداد را به وقوع لغزش دارا است. به همین دلیل و همچنین به لحاظ استقرار تأسیسات انسانی بر روی دامنه‌ها سعی شده تأثیر عوامل مختلف بر روی وقوع لغزشها بررسی و عوامل ویژه تعیین‌کننده حساسیت محدوده‌ها خاص، تعیین و منطقه از نظر حساسیت به وقوع لغزش پهنه‌بندی شود.

۲- موقعیت جغرافیایی و ویژگیهای توپوگرافی، سنگ‌شناسی واقلیمی حوضه قرنقوچای

حوضه زهکشی قرنقوچای، با مساحت ۳۵۷۰ کیلومتر مربع، یکی از زیرحوضه‌های هیدرولوژیک حوضه رودخانه قزل اوزن است (مربوط به حوضه آبگیر دریای خزر) که با جریان عمومی شرقی – غربی و با مختصات جغرافیایی ´ ۲۷ / ° ٤٦ تا ´٤۲/ ° ٤۷ طول شرقی و ´٥۸ / °۳٦ تا ´ ٤٤ / ° ۳۷ عرض شمالی در شمال غرب کشور و در دامنه‌های شرقی سهند واقع شده است (شکل ۱). ارتفاعات منفرد متعددی در داخل حوضه وجود دارد، اما بلندترین ارتفاع حوضه در منتهی‌الیه مرز شمال غربی آن، بر روی قله بزداغ، به ارتفاع ۳٦۰٥ متر و پست‌ترین ارتفاع، در نقطه خروجی حوضه، به ارتفاع ۱۰٤۳ متر قرار گرفته است. حداقل شیب خالص حوضه ۰/۲ و حداکثر آن ٥/۳٦ درصد است.



شکل ۱ موقعیت جغرافیایی حوضه قرنقوچای

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

با توجه به اینکه حوضه مذکور، فعالیت زمین‌ساختی متعددی را پشت سر گذارده، انعکاس این فعالیتها و رخداده‌ها، به صورت سیستمهای مختلف گسلش، درز و شکاف و همچنین وقفه‌های مهم چینه‌شناسی همراه با نبودهای چینه‌ای در زمان رسوب‌گذاری و فرسایش بعد از آن مشخص است. از نظر نوع و سن رسوبات واحدهای سنگی و جریان عمومی عناصر ساختاری منطقه، در این حوضه، تنوع خاصی به چشم می‌خورد. سطوح چینه‌ای پراکنده در این حوضه، انواع رخساره‌های سنگی و رسوبی پره کامبرین، پالئوزوئیک تا کواترنر را شامل می‌شود. این تنوع در ویژگیهای سطحی و همچنین در نوع حرکات توده‌ای نیز نمود یافته است. واحدهای آندزیتی، جوانترین سنگهای آتشفشانی حوضه محسوب می‌شود که سنی معادل پلیستوسن دارند. سنگهای این واحد بیشتر از جنس آندزیت، بازالت و برشهای ولکانیکی است. سنگهای مذکور، بیشتر در بالا دست حوضه برونزد کرده‌اند. داسیت و آندزیتهای دوران چهارم، مرتفعترین بخشهای این حوضه را تشکیل داده‌اند، اما محدوده گسترش آنها در مقایسه با گدازه‌های میوسن، بسیار محدودتر است. این گدازه‌ها، همراه با سنگهای پیروکلاستیک، بخش اعظم قسمتهای بالادست حوضه را تشکیل داده‌اند. در این قسمت، اغلب دامنه‌ها از نظر وقوع لغزشها از ثبات نسبی برخوردار هستند.

خاکسترهای آتشفشانی، از جمله گسترده‌ترین واحدهای سطحی هستند که در بخش بالادست گسترده شده‌اند. سایش این واحدها در دره‌ها و سرازیری و ورود آنها به داخل دره‌ها و به آبهای جاری به افزایش بار رسوبی رودخانه‌ها منجر شده و در بخشهایی، به صورت توده‌ای به داخل دره‌ها فرو ریخته‌اند. مارنها که عمدتاً در بخشهای میانی حوضه و به صورت محدود در دیگر بخشهای حوضه گسترده شده‌اند، در وقوع لغزشهای سطحی و لغزشهای چرخشی، نقش عمده‌ای ایفا کرده‌اند. کنگلومرا، مارن و سنگهای سیلتی مربوط به میوسن، واقع در بخشهای میانی حوضه، به لحاظ اینکه فرسایش‌پذیر هستند، دره‌های پهن و دشتهای سیلابی گسترده‌ای را تشکیل و در روی شیبهای متشکل از این سازندها نیز لغزشها و گاه ریزشهای سنگی رخ داده‌اند.

طبق آمار و اطلاعات هواشناسی منطقه شمال غرب کشور، ۸۵/۷ درصد بارندگیهای منطقه طی ماههای آبان تا اواخر اردیبهشت به وقوع می‌پیوندد و تقریباً تمام داده‌های ثبت شده در اکثر ایستگاههای واقع در حوضه، بیشترین بارندگی را در ماههای فروردین و اردیبهشت نشان

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

می‌دهند. رژیم بارندگی حوضه نیز از نوع بارندگی مدیترانه‌ای است. به طور متوسط، ۳/٤ درصد بارندگیها در فصل تابستان اتفاق می‌افتد. متوسط بارندگی کل حوضه ٤۰۳/۷ میلی‌متر برآورد شده است. از این میزان، به طور متوسط ۳۳۲/٦ میلی‌متر تبخیر می‌شود. به عبارتی، حجم آب خروجی از حوضه، ۲۵۰/٤ میلیون متر مکعب است. دوره‌های مرطوب، از اوایل مهرماه شروع و تا اواخر اردیبهشت ماه ادامه می‌یابد. بقیه ماههای سال از ماههای خشک محسوب می‌شوند. شیبهای منطقه نیز در ماههای مرطوب سال، در ناپایدارترین شرایط قرار دارند. میزان بارندگی سالانه و حجم بارش حوضه به ترتیب ٤۰۳/۷ میلی‌متر و۱٤٥۰/۲ میلیون مترمکعب برآورد گردیده که ٦۰ درصد این میزان، در ٦ ماه اول سال آبی می‌بارد.

۳- مواد و روشها

وقوع لغزش در سطوح شیب‌دار حوضه‌های کوهستانی، نتیجه عملکرد فرایندهای مختلف و تأثیر چندین عامل ویژه و همچنین حاصل تأثیر متقابل تمام عوامل بر یکدیگر است [۲۸، ص۳]. جنس بستر وقوع لغزش، شیب، کاربری اراضی، میزان بارندگی و نوع و زمان بارش، گسلها، خطوط ارتباطی و زهکشی و... از جمله عواملی هستند که بر وقوع این پدیده‌ها تأثیر می‌گذارند و باید در بررسی آنها کلیه عوامل مدنظر قرار گیرند (جدول ۱). در بین کلیه عوامل تأثیرگذار، یک عامل ویژه هست که بیشترین تأثیر را برروی وقوع لغزش، بخصوص در یک محدوده مشخص می‌گذارد (به عنوان مثال، در روی نقشه لیتولوژی - به عنوان نقشه عامل - ممکن است مارنها، به عنوان عامل ویژه، تأثیر بیشتری بر روی وقوع لغزشها داشته باشند)، اما باید در نظر گرفت که اکثر عوامل تأثیرگذار، علی‌رغم مقدار تأثیر ویژه، کیفی هستند و با معیارهای کمی قابل سنجش نیستند. بنابراین باید در ابتدا تبدیل به مقادیر کمی گردند. به عبارت دیگر، بدون کمی‌سازی، تعیین عامل ویژه در بین عوامل مختلف، بسیار دشوار و حتی در مواردی، غیرممکن است. کمی‌سازی، با روشهای مختلف صورت می‌گیرد. یکی از روشهای تعیین عامل ویژه، استفاده از روشی به همین نام است. در این روش، علاوه بر اینکه تأثیر یک عامل در میان عاملهای دیگر در نقشه عامل مشخص می‌شود، تأثیر آن در کل محدوده نیز مورد سنجش واقع می‌شود [۲۹، ص ۹]. در این تحقیق، با استفاده از رابطه ۱

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

تأثیر بالقوه هر یک از عوامل در وقوع لغزشهای منطقه تعیین شده و نتایج محاسبات در جدول۱ درج گردیده است.

رابطه ۱)

$$Ii = \frac{\log Si / Ni}{Di}$$

Ii = تأثیر بالقوه عامل ویژه،

Si=تعداد واحدهای دربرگیرنده عامل ویژه که لغزش در آنها رخ داده است،

Ni=تعداد کل واحدهای در برگیرنده عامل ویژه،

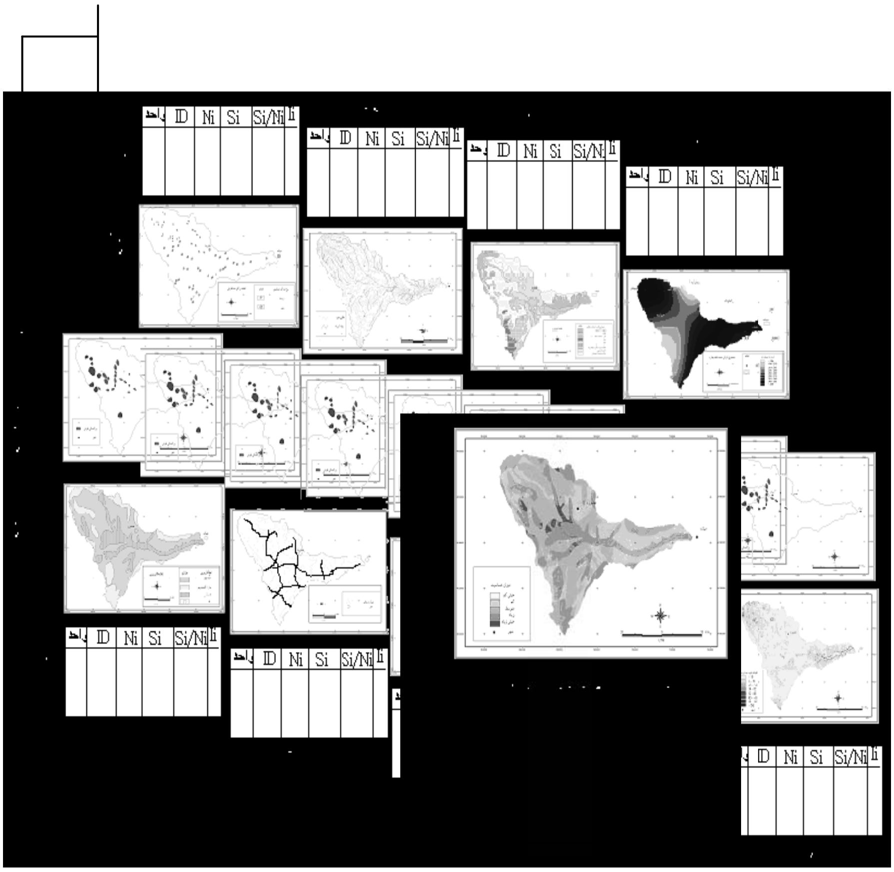
Di= نسبت محدوده وقوع لغزش، به کل محدوده مورد مطالعه.

قبل از تعیین نقش عامل ویژه در وقوع لغزش ویژه باید بعضی از نقشه‌های مورد نیاز تهیه و سپس با استفاده از نتایج حاصل از به کارگیری رابطه ۱، عمل پهنه‌بندی حساسیت منطقه نسبت به وقوع لغزش صورت گیرد. به منظور پهنه‌بندی مناطق مستعد به وقوع لغزش، ۹ عامل به عنوان عوامل مؤثر در وقوع پدیدهای یادشده مدنظر قرار گرفته‌اند و پراکندگی این ۹ عامل، ابتدا به صورت نقشه مجزا تهیه و سپس رقومی شده‌اند. برخی از نقشه‌های مورد نیاز، به طور مستقیم از روی نقشه‌های اصلی، یعنی از روی نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی، با عنوان نقشه‌های شبکه زهکشی و شبکه ارتباطی (جاده‌ها) و پراکندگی گسلهای منطقه تهیه شده است و بعضی از نقشه‌ها نیز مانند نقشه شیب، نقشه بارندگی، کاربری، واحدهای سنگ‌شناسی و نقشه ژئومورفولوژی، از تلفیق اطلاعات حاصل از پیمایشهای میدانی، عکسهای هوایی و ماهواره‌ای، تهیه و سپس رقومی شده‌اند (شکل۲).

برای تهیه نقشه شیب، از قابلیتهای سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شده است. ابتدا خطوط ارتفاعی ۱۰۰ متری به نرم افزار Arc/view منتقل و سپس رقومی شده‌اند و به این ترتیب، نقشه شیب تهیه شده است. برای تهیه نقشه‌های بارندگی، از مدل رقومی ارتفاع و رابطه خطی بین بارندگی و ارتفاع که برای حوضه به دست آمده استفاده شده و نقاط ارتفاعی در سطح حوضه انتخاب و مقادیر محاسبه شده به این نقاط منتقل و بر حسب ارقام واقعی موجود حاصل از سنجش در ایستگاههای باران‌سنجی و ارقام محاسبه شده، نقشه‌های بارندگی (سالانه وماهانه) ترسیم شده است. نقشه کاربری

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

اراضی منطقه، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست TM ۲۰۰۲ و اطلاعات حاصل از بازدیدهای میدانی، تهیه و سپس رقومی شده است. برای تهیه نقشه پراکندگی لغزشها، از نقشه‌های زمین‌شناسی، عکسهای هوایی و اطلاعات حاصل از پیمایشهای میدانی استفاده شده و سپس نقشه‌های تهیه شده، رقومی شده‌اند. بعد از رقومی کردن تمام نقشه‌های مورد نیاز و تهیه پایگاه اطلاعاتی، عامل مورد نظر در رابطه با پراکندگی لغزشها، به صورت دومتغیره (Bivariated) و با استفاده از رابطه ۱ مورد تجزیه و تحلیل واقع شده‌اند.



شکل۲ مراحل تهیه نقشه پهنه‌بندی حساسیت حوضه قرنقو نسبت به وقوع لغزش

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

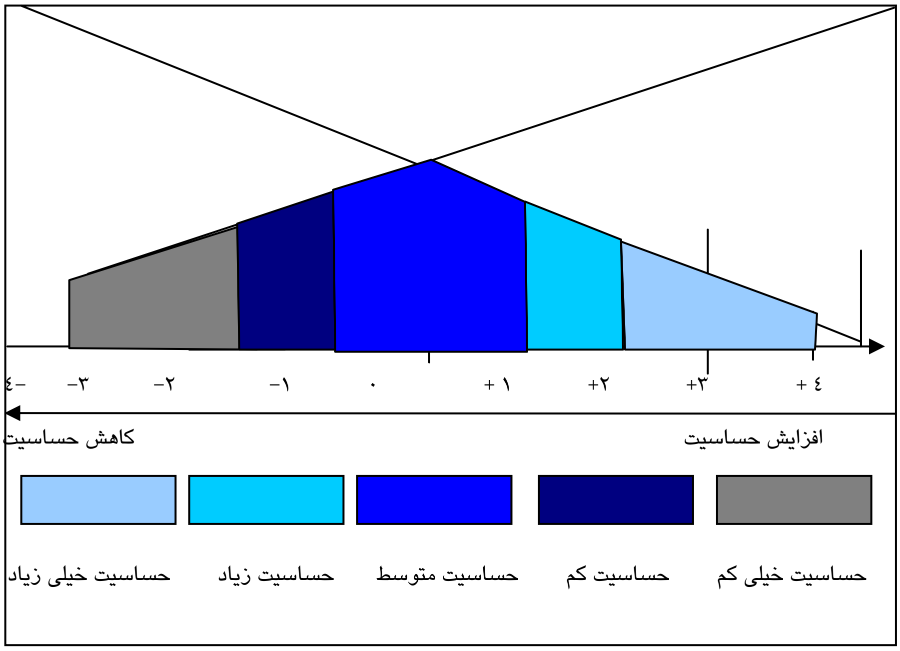
محدوده خطر وقوع حرکات توده‌ای در کنار اشکال خطی، مانند خطوط شبکه ارتباطی و زهکشی، گسلها و همچنین مراکز مسکونی، بر اساس بافرهای۵۰، ۱۰۰ و۱۵۰ متری تعیین و براساس پراکندگی لغزشها در این محدوده‌ها، عامل ویژه تعیین شده است و در نهایت با عنایت به مقادیر عامل ویژه بر روی هر نقشه عامل، و وزن به دست آمده، نقشه‌های پهنه‌بندی، میزان حساسیت براساس وزن به دست آمده تهیه شده و بر اساس مقادیر وزن، میزان حساسیت (شکل۳) طبقه‌بندی شده است و حساسیت بخشهای مختلف منطقه به وقوع لغزشها، در طی ۵ طبقه حساسیت به دست آمده و در نهایت نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش ترسیم شده است. در واقع، نقشه پهنه‌بندی نهایی ازجمع جبری وزنهای به دست آمده (رابطه ۲) و از رابطه هر عامل ویژه با پراکندگی لغزشها حاصل شده است.

$$Ii=(+Ii_G)+(-Ii_L)+(-Ii_R)+\ldots\ldots$$ رابطه ۲)

جدول۱ تکمیل جدول مربوط به تعیین عامل ویژه با استفاده از پراکندگی لغزشها بر روی نقشه عامل ژئومورفولوژی

عامل ژئوموفولوژی					
واحد	ID	Ni	Si	Si/Ni	Ii
برونزدهای سنگی	۱	۲۱۲٦۸۱	٦٤۹	۰/۰۲۲۰۱۸	-۰/۰۵٤۵۷
دشت	۲	۱٤۸۵٤	۰	۰	۰
دشتهای میانکوهی	۳	۳۱۵۱٤۰	۲۵۸۲۷	۰/۰۲۱٤۹۸	-۰/۰٦٦۹۷
لغزشهای قدیمی	٤	۸۰۹۸	۷٦٤٦	۰/۱۰٤۳٤٦	۰/٦۲۰۷۱
تپه‌های ماسه‌ای	۵	٦٤٦۵۳	۰	۰/۰۰۱۲٦۸۳	۰/۰۵۰۸۰۱
تپه‌های منظم پوشیده از مواد تخریبی	٦	۵۳٤٤۲۷۳	۱۲۹۹۲	۰/۰۰۲٦۱۵۱۳	۰/۱۰٤۷٤۷
تراسهای آبرفتی	۷	۳۵۸۳۲	٤۰۰۹	۰/۰۳۵٦۱۰٦	۰/۱۵٤۱۰۸۳
دامنه‌های نامنظم پوشیده از مواد تخریبی	۸	۱۰٦۷۳٦	۰	۰/۰۰۸۷۵۰۵٦	-۰/٤۵۵۳۱

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]



شکل۳ تعیین طبقه حساسیت براساس ارقام وزن

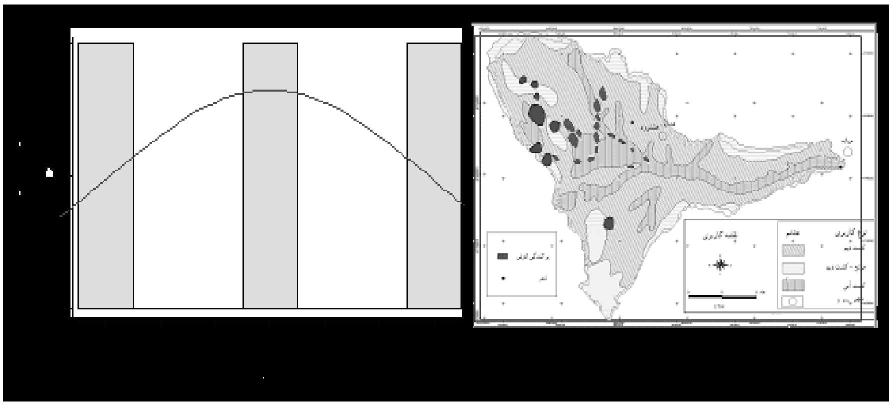
۴ – بحث

در حوضه‌های کوهستانی، عوامل مختلفی در ارتباط با یکدیگر و در رابطه با ویژگیهای محلی، شیبها را به ناپایداری سوق می‌دهند. به همین دلیل در پهنه‌بندی مناطق حساس به وقوع حرکات توده‌ای، نسبت تأثیر عوامل در ناپایداری دامنه‌ها در رابطه با یکدیگر تعیین می‌شود. هر چند که در یک محدوده خاص، عوامل مختلفی در نسبتهای مختلف، دامنه‌ها را به بی‌ثباتی سوق می‌دهند، اما در محدوده مکانی و در هر مقطع زمانی، عامل ویژه‌ای وجود دارد که در مقایسه با عوامل دیگر، سهم و نقش بیشتری در وقوع حرکات توده‌ای، بخصوص در وقوع لغزشها ایفا می‌کند. در اقدامات پیشگیرانه در نقاط حساس حوضه‌ها، به‌ویژه در محدوده‌هایی که سازه‌های انسانی مانند جاده‌ها و سدها احداث شده‌اند و یا در مناطق شیب‌دار که سکونتگاهها مستقر گردیده‌اند، شناسایی عامل ویژه، به منظور کم کردن تأثیر آن در بی‌ثباتی دامنه‌ها و با هدف پیش‌بینی رفتارهای مشابه در شرایط یکسان در محدوده‌های حساس، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

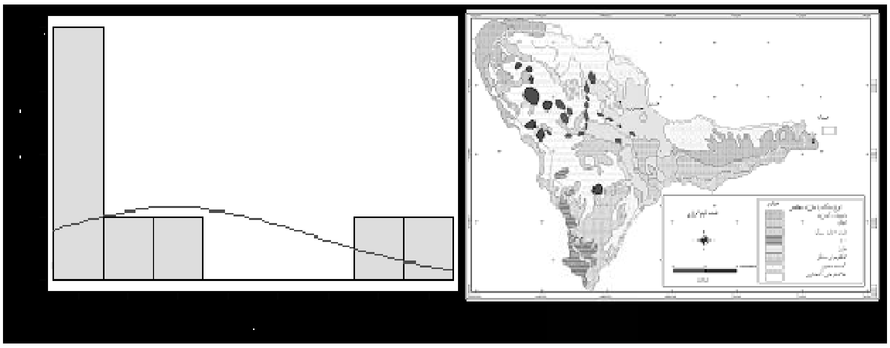
این اهمیت در این مقاله سعی شده در حوضه قرنقوچای، عوامل ویژه‌ای که موجب وقوع لغزش می‌شوند، تعیین گردند. در حوضه قرنقوچای، به عنوان یکی از حوضه‌های پرآب و سرسبز سهند که روستاهای زیادی در سطح آن پراکنده شده و سد مهمی نیز در قسمت میانی آن احداث شده، شناسایی این عوامل و پهنه‌بندی محدوده‌های مختلف حوضه از نظر حساسیت به وقوع لغزش و با استناد به میزان تأثیرعوامل ویژه، بیش از هرحوضه سهند، از دیدگاه کاربردی، از اهمیت برخوردار است.

با توجه به نتایج حاصل از بازدیدهای میدانی از بخشهای مختلف حوضه قرنقوچای می‌توان گفت که در محدوده سازه‌های انسانی، ثبات دامنه‌های مشرف به دره‌ها شدیداً به هم خورده است. در سالهای اخیر کاربریهای تشدید شده و همچنین کاربریهای نامتناسب با ویژگیهای مکانی حوضه قرنقو، موجب شده که دامنه‌ها به‌شدت آشفته شوند. در حوضه مذکور، علاوه بر بهره‌برداری از سطوح شیبها برای استقرار سکونتگاهها و همچنین عبور جاده‌های روستایی، سطح حوضه تحت سه نوع کاربری عمده، یعنی کشت آبی، مرتع و کشت دیم است. در دامنه‌هایی که تحت هر سه نوع کاربری‌اند، انواع فرسایش، از قبیل فرسایش خندقی و... مشاهده می‌شود، اما با استناد به مشاهدات در کل حوضه، لغزشها بیشتر بر روی دامنه‌هایی رخ داده‌اند که بیشتر به زیر کشت آبی رفته‌اند (شکل ٤). معمولاً ساکنین محلی با انحرافاتی که به طورمصنوعی به آبهای جاری، برای آبیاری زمینهای کشت شده می‌دهند، زمینهایی با مواد مستعد به لغزش را بیشتر در معرض خطر وقوع این پدیده‌ها قرار می‌دهند.



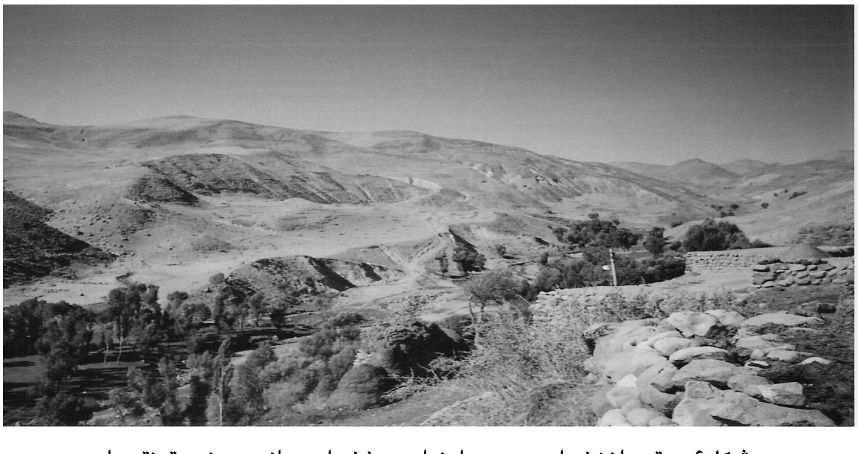
شکل ۴ فراوانی وقوع لغزشها برروی نقشه عامل کاربری در حوضه قرنقوچای

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]



شکل۵ فراوانی وقوع لغزشها برروی نقشه عامل لیتولوژی درحوضه قرنقوچای

در بخشهایی از حوضه، به‌ویژه در قسمتهای میانی آن، به لحاظ نوع سازندهای سطحی، حساسیت بالقوه‌ای برای وقوع لغزشها وجود دارد. لذا منطقی به نظر می‌رسد که از بعد حساسیت سازندهای سطحی مستقر در سطوح شیبها، نسبت به وقوع لغزشها توجه شود. بررسیهای زمینی و همچنین نقشه لیتولوژی و پراکندگی لغزشها بر روی انواع واحدهای سنگی در حوضه، حاکی از این است که خاکسترهای آتشفشانی و مارنها، در گستره حوضه، مساعدترین بستر را برای وقوع لغزشها فراهم ساخته‌اند. به همین دلیل، بیشترین پراکندگی این پدیده‌ها نیز در روی آنها مشاهده می‌شود (شکل۵ و ٦).



شکل۶ وقوع لغزشها بر روی مارنها در بخشهای میانی حوضه قرنقوچای

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

بررسی میزان شیب و میزان رطوبت، جهت اشباع مواد دامنه‌ای، که عامل مهم در بی‌ثباتی دامنه‌ها است، در شناسایی مناطق بالقوه مستعد به وقوع لغزشها ازاهمیت اولیه برخوردار است. با عنایت به این اهمیت، سعی شده پراکندگی لغزشها در روی شیبها و همچنین با انطباق با نقشه پراکندگی لغزشها و نقشه توزیع مقدار بارش، نقش بارش و رطوبت در وقوع لغزشها بررسی گردد. این بررسیها نشان می‌دهد که در شیبهای بین ۱٦-۸ درجه و در محدوده‌های بارشی ۲۲٦-۲۵۳ میلی‌متر، بیشترین پراکندگی لغزشها دیده می‌شود (شکل ۷ و ۸).

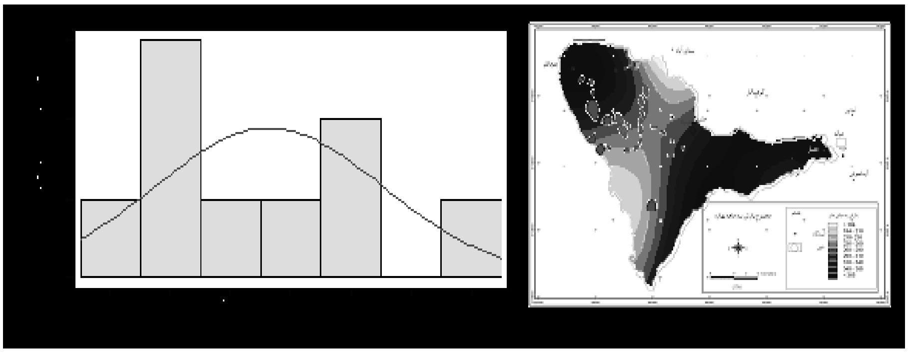
وقوع لغزش در کنار سکونتگاههای انسانی از خطرناکترین حالات وقوع حرکات توده‌ای در رابطه با انسان است. در حوضه‌ای مانند قرنقوچای که نزدیک به ۹۹ درصد روستاها در شیبهای تند مستقر شده‌اند، بررسی محدوده وقوع لغزشها در نزدیکی سکونتگاهها می‌تواند اهمیت کاربردی از بعد انسانی داشته باشد. با این توجیه، پراکندگی لغزشها با عنایت به نقشه پراکندگی روستاها مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این بررسیها نشان می‌دهد که برخلاف انتظار با فاصله‌گیری از محدوده روستاها، به احتمال وقوع لغزشها افزوده می‌شود. دلیل این امر نیز بسیار ساده است. اغلب روستاها در حوضه قرنقو، به مانند سایر حوضه‌های سهند، در روی دامنه‌های سنگی مستقر شده‌اند و دامنه‌های مقابل، عمدتاً حاصلخیز (و مستعد به وقوع لغزش)، به کشت اختصاص یافته‌اند. بنابراین، طبیعی به نظر می‌رسد که با نزدیکی به محدوده روستاها از تعداد وقوع لغزشها کاسته شود (شکل۹).

معمولاً محدوده گسلها از نظر وقوع لغزشها و کلاً از نظر وقوع حرکات توده‌ای، از محدوده‌های بالقوه پرخطر محسوب می‌شوند. در حوضه قرنقوچای، به عنوان حوضه‌ای که از دیرباز از نظر تکتونیک، بسیار فعال بوده و ناودیس و طاقدیسهای عمده در قسمتهای میانی حوضه شکل گرفته‌اند، گسلهای عمده‌ای وجود دارد. حضور این گسلها و فعال بودن منطقه از نظر تکتونیک، بررسی میزان پراکندگی لغزشها در محدوده آنها را ـ به عنوان عامل تحریک‌کننده ـ ضروری ساخته است. با عنایت به این ضرورت، فراوانی وقوع لغزشها در نزدیکی گسلها، محاسبه شده است. نتایج این محاسبات نشان می‌دهد که نقش گسلها در وقوع لغزشها و در توزیع مکانی آنها در

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

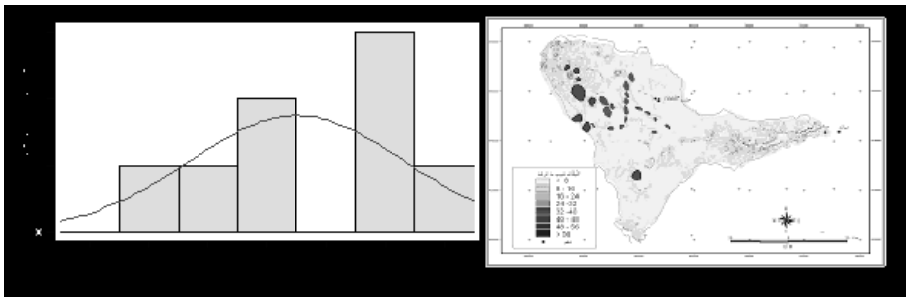
محدوده مورد بررسی، تا حدی پیچیده است. در محدوده مورد مطالعه، در فاصله ۱۰۰ متری، بر تعداد وقوع لغزشها افزوده می‌شود، یعنی در فواصل نزدیک به گسلها نمی‌توان لغزشهای متعددی را مشاهده کرد. یکی از دلایل این امر این است که چون در این روش، معیارسنجش کل محدوده حوضه است و تعداد گسلها در مقایسه با مساحت کل حوضه، کم است، چنین نتیجه‌ای حاصل شده است (شکل ۱۰).

بر روی نقشه عامل ژئومورفولوژی در محدوده لغزشهای قدیمی، لغزشهای متعددی به وقوع پیوسته‌اند. این محدوده که در شمال شرق حوضه قرار گرفته‌اند (شکل ۱۱) بستر مناسبی را برای وقوع لغزشهای جدید فراهم ساخته‌اند. در این محدوده‌ها که عمدتاً از خاکسترهای آتشفشانی تشکیل شده‌اند، به هنگام جذب رطوبت ناشی از بارندگی و ذوب برف ارتفاعات، لغزشهای نسبتاً بزرگی رخ می‌دهد (شکل۱۲). خطوط ارتباطی وخطوط زهکشی با استناد به نسبت یکسان فراوانی وقوع لغزشها در نزدیک و دور از خطوط زهکشی و ارتباطی می‌توان گفت که خطوط یاد شده در کل منطقه، نقش ناچیزی در وقوع لغزشهای منطقه ایفا می‌کنند (شکل ۱۳و ۱٤).

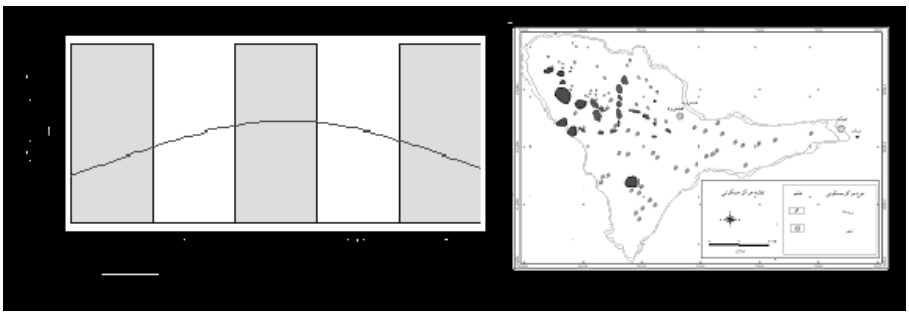


شکل۷ فراوانی وقوع لغزشها برروی نقشه عامل بارش ماهانه در حوضه قرنقوچای

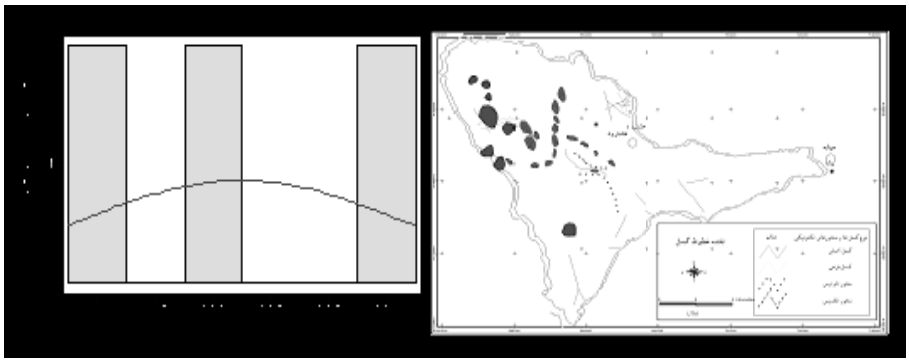
[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]



شکل۸ فراوانی وقوع لغزشها بر روی نقشه عامل شیب در حوضه قرنقوچای

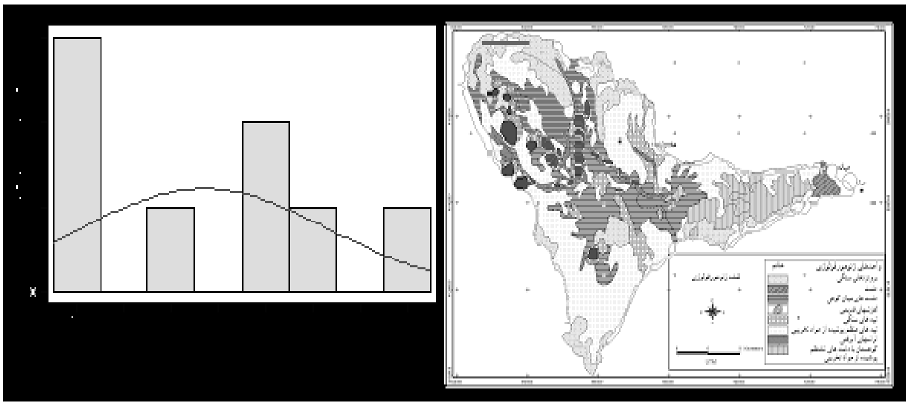


شکل۹ فراوانی وقوع لغزشها بر روی نقشه عامل روستاها در حوضه قرنقوچای

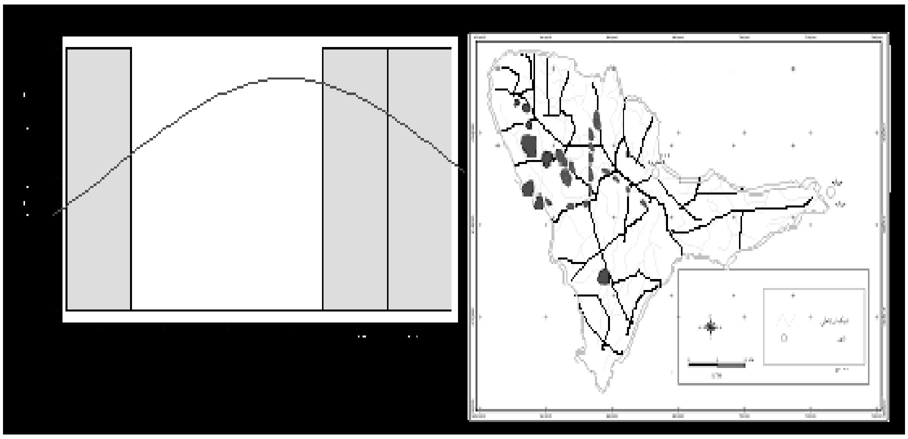


شکل۱۰ فراوانی وقوع لغزشها بر روی نقشه عامل گسل در حوضه قرنقوچای

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

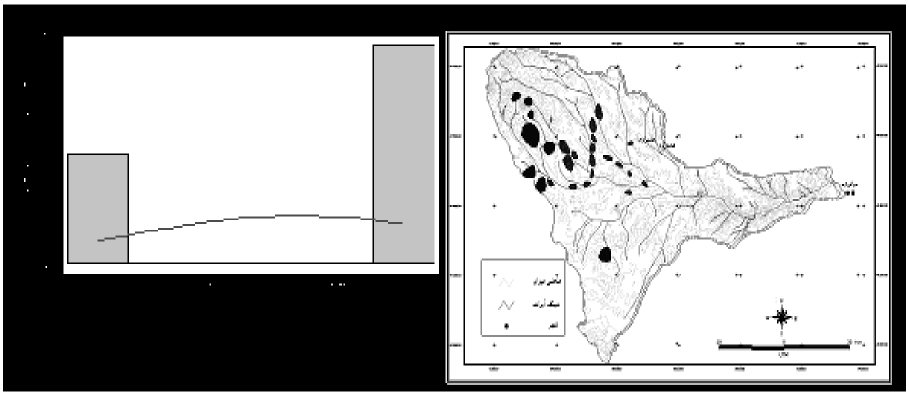


شکل۱۱ فراوانی وقوع لغزشها بر روی نقشه عامل ژئومورفولوژی در حوضه قرنقوچای



شکل۱۲ فراوانی وقوع لغزشها بر روی نقشه عامل خطوط ارتباطی در حوضه قرنقوچای

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]



شکل۱۳ فراوانی وقوع لغزشها بر روی نقشه عامل خطوط زهکشی در حوضه قرنقوچای

شکل۱۴ وقوع لغزشهای قدیمی در بخشهای شمال غربی حوضه قرنقوچای

۵- تعیین عوامل ویژه در وقوع لغزشهای منطقه

هر نقشه عامل، از واحدها و یا عوامل مختلفی تشکیل شده است که هر یک از آنها تأثیر کاملاً متفاوتی بر روی وقوع لغزشها در یک محدوده خاص اعمال می‌کنند. در مدیریت شیبها، شناخت این عامل و یا واحد ویژه، از اهمیت خاصی برخوردار است. به لحاظ این اهمیت،

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

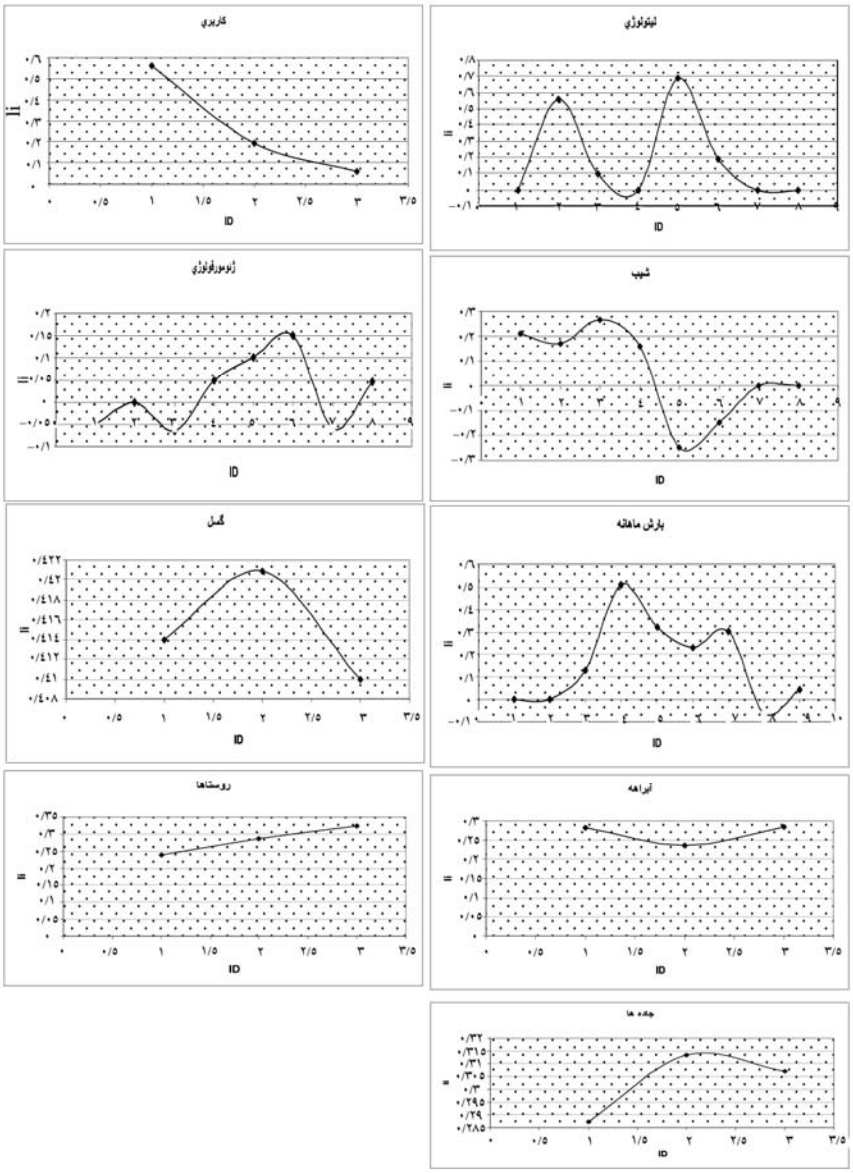
سعی شده در این مطالعه، در روی نقشه‌های عامل، این عامل و یا واحد، با روشی که در بخش مواد و روشها ارائه شد، تعیین گردد. نتایج این بررسیها نشان می‌دهد که:

در محدوده مورد مطالعه، از نظر لیتولوژی، خاکسترهای آتشفشانی، و از نظر کاربری، کشت آبی، و از نظر واحدهای ژئومورفولوژی، محدوده لغزشهای قدیمی، بستر مناسبی را برای وقوع لغزشها فراهم می‌سازند. دامنه‌هایی با شیب ١٦-٨ درجه، بارشهای ماهانه ٢٢٦-٢٥٢ میلی‌متر، گسلها، روستاها، جاده‌ها و آبراهه‌ها، در محدوده ٥٠ متری، از عوامل و تحریک‌کنندگان اصلی وقوع پدیده‌های یاد شده محسوب می‌شوند (جدول٢، شکل ١٥ و١٦ و ١٧). حال اگر بر حسب این عوامل، محدوده منطقه از نظر حساسیت به وقوع لغزش پهنه‌بندی شود، نقشه حاصل خواهد شد.

بررسی محل وقوع لغزشها، به‌ویژه لغزشهای قدیمی، حاکی از وقوع حوادث ناگهانی و تحولات زمین‌شناسی به وقوع لغزشهای قدیمی در امتداد گسل ایجاد شده در محل روستای مجیدآباد واقع در شمال غرب حوضه قرنقو اشاره کرد. توسعه این اشکال لغزشی و همچنین اشکال لغزشی پراکنده در بخشهای مختلف، به‌ویژه در اطراف گسلها، ثابت‌کننده نقش حضور گسلها در وقوع لغزش و همچنین حرکات تکتونیکی در حوضه است. به همین دلیل و همچنین به علت پراکندگی بعضی از لغزشها در محدوده کشیدگی گسلها، این محدوده‌ها به عنوان محدوده‌هایی با خطر متوسط و در مواردی با خطر زیاد قرار گرفته‌اند (بخشهای میانی حوضه در روی نقشه پهنه‌بندی خطر وقوع زمین لغزش).

با عنایت به مشاهدات میدانی و با توجه به نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش(شکل١٧)، اغلب لغزشها در کناره دره‌های متشکل از خاکسترهای آتشفشانی که بر سطوح آنها خاکهای نسبتاً عمیق نیز تشکیل یافته‌اند، رخ داده‌اند. در چنین محدوده‌هایی به طور مکرر، لغزشهای چرخشی بزرگ رخ داده، گاه بر روی لغزشهای قدیمی، لغزشهای جدید و نسبتاً جدیدی نیز به وقوع پیوسته است(شکل١٧). محدوده‌های مذکور در نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش(واقع در قسمتهای میانی حوضه)، در محدوده‌هایی با حساسیت بالا قرار گرفته‌اند(جدول ٣ و شکل١٧).

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

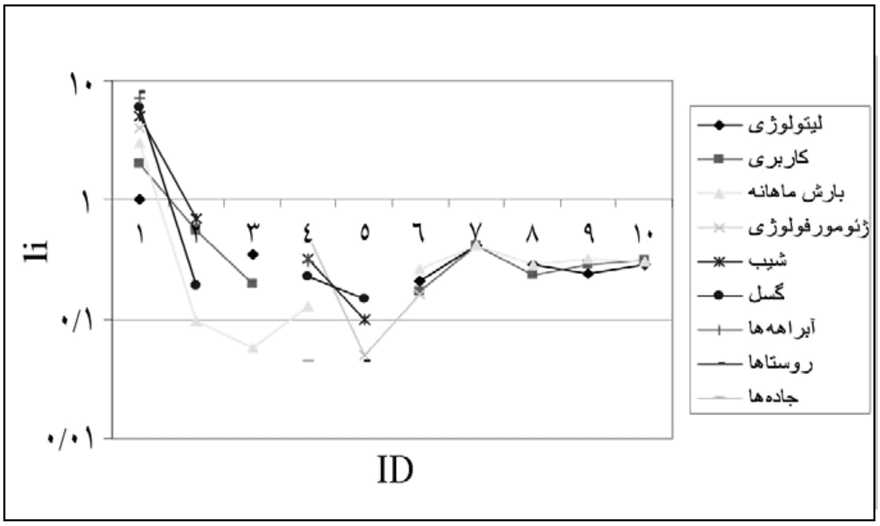


شکل ۱۵ نقش عوامل مختلف در وقوع لغزشهای منطقه و مقایسه آنها در بین واحدهای یکسان و سایر واحدها

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

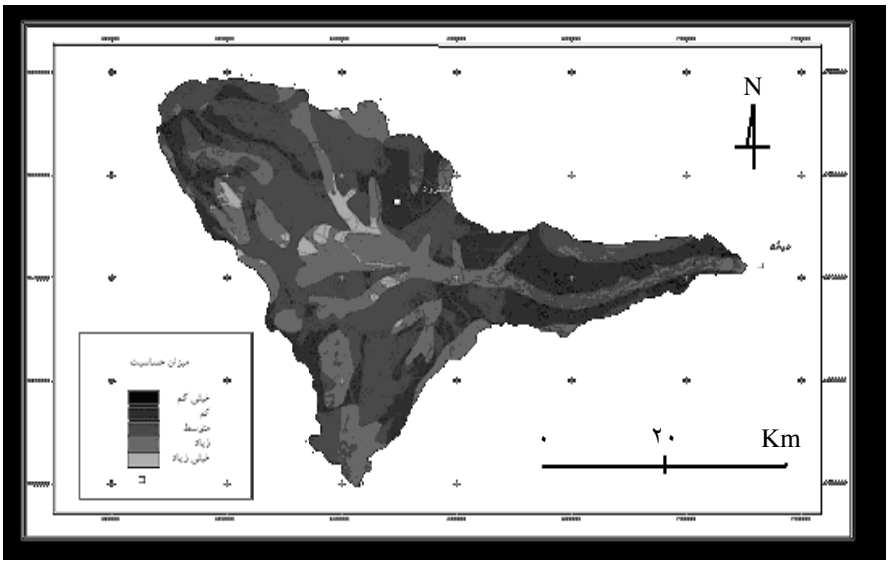
جدول ۲ عوامل مورد استفاده در پهنه‌بندی حساسیت منطقه نسبت به وقوع لغزش و آماره‌های عوامل دخیل در وقوع پدیده‌های یادشده در حوضه قرنقوچای

عامل	واحد	تعداد	دامنه	حداقل	حداکثر	انحراف استاندارد	واریانس	چولگی	کشیدگی	تراکم
لیتولوژی	خاکسترهای آتشفشانی	۸	۰/۰۹	۰	۰/۰۹	۳	۹/۱	۱/۷	۳/۳	۰/۰۹
کاربری	کشت آبی	۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۵	۱/۲۵	۱/۵	-۰/۳	۰	۰/۱۳
شیب	۸-۱٦	۸	۰/۰٤	۰	۰/۰٤	۱/٦۹	۲/۸	۰/۰۰۱	-۲/۱	۰/۰٤
بارش	۲۲٦-۲۵۳	۹	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۸	۲/٤	۵/۸	۰/٤۲	-۰/۱۵	۱/۷
ژئومورفولوژی	لغزشهای قدیمی	۸	۰/۹	۰	۰/۹	۰/۲۹	۸/٦	۲/۷	۷/۵	۲/٤٤
گسل	بافر۵۰متری	۳	۰	۰/۰٦	۰/۰٦	۰	۰	۰	۰	۱/۱٤
آبراهه‌ها	"	۳	۰	۰/۰٤	۰/۰٤	۰	۰	۰	۰	۰/۵
روستا	"	۳	۰/۹	۰/۰٤	۰/۹	۰/۵	۰/۲٦	۱/۷	۰	۰/۰۵
جاده	"	۳	۰/۰۱	۰/۰٤	۰/۵	۳/۳	۳/۳	-۱/۷	۰	۰/۸



شکل۱۶ مقایسه تأثیر عوامل ویژه با یکدیگر در وقوع لغزشهای منطقه

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]



شکل۱۷ نقشه پهنه‌بندی میزان حساسیت بخشهای مختلف حوضه قرنقوچای، نسبت به وقوع لغزشها

جدول ۳ طبقات حساسیت در مقابل وقوع لغزش و درصد مساحت طبقات در حوضه قرنقوچای

ردیف	Ii	طبقه حساسیت	درصد مساحت
۱	< -۲	خیلی کم	۱۵/۲
۲	۲- بین۱-	کم	۳٤/٤
۳	۱+ بین۱-	متوسط	٤۰/٦
٤	۲+ بین۱+	زیاد	۷/۵
۵	> + ۲	خیلی زیاد	۲/۳

در سطوح توفها و در بخشهایی از حوضه که توسط دره‌های نسبتاً عمیق بریده شده، لغزشهایی با انواع مختلف و با ابعاد متنوع رخ داده‌اند، اما در سطوح خاکهایی که با ضخامت کم در سطوح بالایی این توفها تشکیل شده‌اند، لغزشهای رخ داده عمدتاً از نوع لغزشهای سطحی هستند که گستره زیادی از حوضه را به خود اختصاص داده‌اند. در حوضه قرنقوچای، لغزشهای بزرگی نیز بر روی مارنهایی که بر روی کنگلومراها قرار گرفته‌اند، رخ داده‌اند. استعداد مارنها (با حضور آب) به جابه‌جایی، در صورت اشباع با آب (در اثر ذوب برف و یا بارشهای بهاری) و

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

همچنین در مواردی، در اثر برش پای دامنه توسط رودخانه، باعث شده است که لغزشهای چرخشی بزرگی در روی مارنها رخ دهد. در نقشه پهنه‌بندی، محدوده‌های واقع در گستره این سازندها، در محدوده‌های با خطر بالا قرار گرفته‌اند. محدوده‌های مذکور در نقشه پهنه‌بندی، در شمال غرب حوضه واقع شده‌اند. وقوع این لغزشها در افزایش بار رسوبی رودخانه‌ها، نقش مهمی ایفا می‌کنند. بخش اعظم رسوبات حاصل از وقوع چنین لغزشهایی، به صورت پشته‌های رسوبی در پایین‌دست دشتهای سیلابی انباشته می‌شوند و به تدریج با انحراف مسیر رودخانه‌ها به طرف یکی از دیواره‌ها، زمینه را برای وقوع لغزشهای بعدی، مساعد می‌سازند. با این یادآوری که در قسمت میانی حوضه و در محل پیوست رودخانه‌های فرعی عمده به رودخانه اصلی قرنقو، سد سهند احداث شده، خطر وقوع لغزش در روی مارنهای مذکور، از نظر رسوب مواد حاصل از وقوع آنها در پشت سد و به تبع آن، کاهش عمر مفید آن نیز باید جدی گرفته شود.

وقوع لغزشها در روی مورنهایی که از قسمت بالادست حوضه، توسط رودخانه‌ها شسته شده و در بخشهای میانی حوضه و در نزدیکی سد سهند نهشته شده‌اند، به‌وفور ملاحظه می‌شود. مواد سطحی دامنه‌های متشکل از این سازندها، با برش از پاشنه توسط رودخانه و یا ایجاد ترانشه برای احداث جاده، به پایین و به سطح دشتهای سیلابی لغزیده‌اند. مواد لغزشی حاصل از وقوع این نوع از لغزشها، دانه درشت بوده و به هنگام فراوانی رطوبت در پایین و در سطح دامنه‌ها، حرکت از نوع لغزش و در صورت خشک بودن دامنه‌ها، حرکت از نوع ریزشی بوده است. بر پایه اندازه‌گیریهای انجام شده، مجموعه پهنه‌های لغزشی در حوضه، به بیش از ۸۲ کیلومتر مربع می‌رسد که معادل ۲/۳ درصد از کل مساحت حوضه را شامل می‌شود. اگر محدوده‌های حساس به لغزش نیز به آن اضافه شود، این میزان به ۱۰درصد از کل مساحت حوضه می‌رسد. در محدوده‌های حساس به وقوع لغزش، لغزشهای قدیمی نیز مشهود هستند که بعضاً در حال حاضر نیز فعالند و یا در سطح آنها لغزشهای جدید هم اتفاق می‌افتد.

۶- نتیجه‌گیری

به طور کلی می‌توان گفت مناطقی که به عنوان مناطق حساس به وقوع لغزش در حوضه قرنقو تعیین شده‌اند، غالباً از نظر زمین‌شناسی از سازندهای حساس به وقوع لغزش (عمدتاً مارنها، خاکسترهای آتشفشانی و سایر رخساره‌های رسوبی) تشکیل شده‌اند که غالباً بستر تشکیل آنها

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

دارای شیب تند است و در محدوده ارتفاعی بیش از ۲۰۰۰ متری واقع شده‌اند و میزان بارندگی آنها نیز بیش از ۳۰۰ میلی‌متر در سال و بیش از ۱۰۰ میلی‌متر در فصل بهار است. بخش اعظم نزولات در این محدوده‌ها، به صورت برف است که با توجه به دمای این مناطق، مدت زمان ماندگاری برف هم زیاد است. همین امر باعث اشباع سازندهای سطحی شده و در نهایت موجب وقوع لغزشهای کوچک و بزرگ در سطح آنها می‌شود. بر طبق بررسیهای میدانی صورت گرفته و مشاهده نقشه‌های زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که بیشترین پهنه‌های لغزشی در حوضه، صرفنظر از ژنز و منشأ ایجاد آنها، بر روی مارنها، خاکسترهای آتشفشانی و توفها رخ داده است. بر پایه اندازه‌گیریهای انجام گرفته، مجموع مساحت پهنه‌های لغزشی به بیش از ۸۲ کیلومتر مربع می‌رسد.

مناطق حساس به وقوع لغزش در محدوده‌های میانی حوضه و درست در بخشهای بالادست سد سهند قرار گرفته‌اند که موقعیت مناطق حساس به وقوع لغزشها، اهمیت توجه به این محدوده‌ها را از نظر مدیریت مناسب شیبها و توجه به نتایج حاصل از عدم دستکاریهای نامتناسب دامنه‌ها، بیش از پیش جلوه گر می‌سازد. وجود تأسیسات در این محدوده از حوضه، از جمله احداث سد، می‌تواند عواقب وقوع لغزش را از نظر افزایش میزان رسوب رودخانه و نهشته شدن آنها در پشت سد وخیمتر سازد. با عنایت به اینکه حوضه قرنقوچای، رسوب‌زاترین زیرحوضه قزل اوزن است، و اخیراً سدهای متعددی نیز در بخشهای مختلف آن احداث شده، مدیریت مناسب شیبها با توجه به عوامل اصلی ناپایداری دامنه‌ها (به عنوان عامل اصلی در ایجاد رسوب) از ضروریات است. این مدیریت باید با توجه به میزان حساسیت دامنه‌ها نسبت به وقوع انواع حرکات توده‌ای و با عنایت به میزان دخالت عوامل مؤثر در وقوع لغزشها صورت گیرد. در حوضه قرنقوچای با توجه به اینکه اغلب دیواره دره‌های منتهی به رودخانه اصلی بی‌ثبات هستند و مواد ناشی از وقوع لغزش مستقیماً به آبهای جاری وارد می‌گردند و اغلب محدوده‌های با حساسیت به وقوع لغزش در نزدیکی تأسیسات انسانی و مهمتر از همه، در بالادست سد سهند قرار گرفته‌اند، بی‌ثباتی دامنه‌ها به اساسی‌ترین معضل حوضه تبدیل شده است. اگر میزان رسوبات وارد به رودخانه‌ها، ناشی از دستکاری دامنه‌ها به منظور احداث سد نیز به مواد ناشی از وقوع لغزشها به علل دیگر اضافه شود، وضع به مراتب از نظر میزان مواد انباشته شده در پشت سد وخیم‌تر خواهد شد.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

روستاهای زیادی در حوضه قرنقوچای گسترده شده‌اند که با توجه به محدوده گسترش روستاها و ویژگیهای بسترهایی که در روی آنها مستقر شده‌اند، می‌توان این روستاها را از نظر وقوع لغزشها، روستاهای در معرض خطر و یا فاقد خطر، قرار داد. با عنایت به نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش و پراکندگی روستاها در سطح حوضه، می‌توان گفت که بیش از ۷ روستا در محدوده با خطر خیلی بالا نسبت به وقوع لغزشها قرار گرفته‌اند (مانند روستاهای عزیز کندی، ینگجه، قلعه، قزلجه، قزلو، بیگ کندی). مساحت این محدوده طبق محاسبات،۱۲۳ کیلومتر مربع است که اغلب در بخشهای میانی حوضه و در حوالی سد سهند گسترده شده‌اند. بیش از ۱۲ روستا، از روستاهای حوضه قرنقو، در محدوده با حساسیت بالا نسبت به وقوع لغزشها قرارگرفته‌اند (مانند روستاهای عبدالرحمان، بلقان و...). مساحت این محدوده نیز،۱۳۹۰ کیلومتر مربع است که اغلب در بخشهای شمال شرقی گسترده شده‌اند. روستاهای واقع در قسمتهای جنوبی حوضه، در محدوده با حساسیت متوسط، نسبت به وقوع لغزش قرار گرفته‌اند. مساحت این محدوده که ۲۱۲ کیلومتر را شامل می‌شود، ۱۰ روستا را در بر می‌گیرد. روستاهای واقع در قسمتهای شرق و غرب حوضه، در محدوده‌هایی با حساسیت کمتر قرار گرفته‌اند و ۱۹ کیلومترمربع از مساحت حوضه را شامل می‌شوند. طبق این محاسبات می‌توان نتیجه‌گیری کرد که بیشتر مساحت تحت کشت و یا در جوار سکونتگاهها و سایر سازه دست ساز انسان در حوضه مورد مطالعه، در محدوده‌ای با حساسیت بالا و خیلی بالا قرار گرفته است و با عنایت به واقع شدن روستاهای زیاد در این محدوده‌ها و یا محدوده‌هایی که در بخشهای مذکور تحت کشت قرار گرفته‌اند، این محدوده‌ها به مدیریت متناسب به ویژگیهای طبیعی محدوده‌ها نیاز اساسی دارند و باید خطر وقوع لغزشها، چه از نظر خسارات مستقیم وارد و چه از نظر خسارات غیرمستقیم و همچنین از نظر مقادیر رسوبات ورودی به آبهای جاری، جدی گرفته شوند.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

۷- منابع

[1] Cubito, A., V. Ferrara and G, Pappalardo."Landslide hazard in the Nebrodi Mountain (Northeastern Sicily) ".Geomorphology. 2005, 66: 359-372.

[2] Glade, T., A, Malcom and M, J. Crozier," Landslide hazard and risk". J. W. 2004.

[3] Guzzetti, F., P, Reichenbach, M, Cardinali. , M, Galli and F, Ardizzone," Probabilistic landslide hazard assessment at the basin scale".Geomorphology.In press. 2005.

[4] Iwahashi, J., S, Watanabe and T, Furuya," Mean slope-angle frequency distribution and size frequendy distribution of landslide masses in Higashikubiki area, Japan".Geomorphology. 2003, 50: 349-364.

[5] *Moreiras, S, M*" Landslide susceptibility zonation in the Rio Mendoza valley, Argentina".Geomorphology, 2005, 66: 345-357.

[6] Rouai, M and E. B, Jaaidi,"Scaling properties of landslides in the Rif Mountains of Morocco". Engineering geology, 2003, 68: 353-359.

[7] Chanson, Huber, .The 1786 earthquake –triggered landslide dam and subsequent dam –break flood on the Dadu River, southwestern China.Geomorphology. 2005, in press.

[8] Korup, O," Landslide-induced river channel avulsions in mountain catchments of southwest New Zealand". Geomorphology, 2004, 63: 57-80.

[9] Derbyshire, F and X,meng," The Landslides hazard in North China. Geomorphology. John wiley and Sons, 1995, :89-104.

[10] *Dikau, R., A, Garallin* and *S, Jager*,") Databases and GIS for Landslide research in Europe. Geomorphology, Elserier, 1996, 15: 227 – 239.

[11] *Montovani, F., R, Soeters* and *Van westen,"*Remote Sensing techingues for Landslide Studies and hazard zonation in Europe", Geomorphology. Elsevier. 1996, 15: 213-225.

[12] *Panizza, M., M, Pasuto* and *L. Silvano ,"*Temporal Occurrence and activity of landslides in the area of Cortina." Geomorphology. Flserier. 1996, 311-326.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

[13] Bishop, M. P., Shroder and J, Colby, " Remote Sensing and GIS technology for Studing lithosophenic processes in a mountain environment". Geo Carto international. 1998, 1:1-46.

[14] Clerici, A, ") A grass GIS based shell script for landslide susceptibility zonation by the conditional analysis method.Proceedings of the open source GIS-grass users conference", Trento, Italy, 2002, Sep 11-13.

[15] Gao, J,"Identification of topographic settings conductive to landsliding from DEM in Nelson county Virgina, U.S.A".Earth surface processes and landforms, 1993, 18: 579-591.

[16] Kelarestaghi, A ," Landslide hazard zonation in Shrin Rood drainage basin with using geographic information system,Sari,Iran.Map Asia" 2003 conference. 2003.

[17] Lee, S., J.H, Ryu. , J.S, W and H, J, Park,"Determination and application of the weights for landslide susceptibility mapping using an artificial neural network". Engineering Geology. 2004, 71: 289-302.

[18] Navarro, M. M., E. E, Wohl and S. D, Oaks,"Geological hazards, vulnerability and risk assessment using GIS model for Glenwood springs, Colorado".Geomorphology. 1994, 10: 331-354.

[19] Navarro, M. M and E. E, Wohl, "Geological hazard and risk evaluation using GIS: methodology and model applied to Medellin", Colombia.Bulletin of the association of engineering geologists. 1994, 4: 459-481.

[20] Lin, M. L and C, C. Tung,"A GIS based potential analysis of the landslides induced by the Chi-Chi earthquake". Engineering Geology. 2003, 71: 63-77.

[21] Dikau and S, Jager ,"Landslides hazard modelling in New Mexico and Germany", Geomorphology. John wiley and Sons, 1995,51-66.

[22] Dymond, J, R., A, Ausseil. , J, D.Shepherd and L, Buettner, "Validation of a region wide model of landslide susceptibility in the Manawatu –Wanganui region of New Zealand ".Geomorphology, 2005. In press.

[23] Ermini, L., F, Catani and N, Casagli," Artificial Neural Networks applied to landslide susceptibility assessment", Geomorphology. 2005. in press.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]

[24] Komac, M," A landslide susceptibility model using the Analytical Hierarchy process method and multivariate statistics in perialpine Slovenia", Geomorphology. 2005, in press.

[۲۵] آدابی م.ح.، حرمی س.ر؛ نقش لیتولوژی در رانش زمین در شمال شرق خراسان. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی؛ سال سیزدهم، شماره ۵۱، ۱۰۱-۹۰، ۱۳۷۷.

[۲٦] فیض نیا، س.، احمدی ح. ؛پهنه‌بندی خطر زمین لغزش حوضه آبخیز شلمانرود در استان گیلان؛ مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۳، ۱۳۸۰.

[۲۷] آل کثیر، ع.ا؛ پژوهشهای ژئومورفولوژی و هیدرومورفولوژی دامنه شرقی سهند (حوضه آبریزقرنقو چای ـ آذربایجان شرقی)؛ پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز، ۱۳۷٤.

[28] Jager, C. De and M, De, Dapper. Geomorphological hazard mapping in the Wadi Mujib Canyon Bsed on Russian stereoscopeic TK-350 satelite images. Geomorpholohical hazard.htm. 2005, 1-11.

[29] Hakan, T. C., Nefeslioglu, C, Gokceglu and H, Sonmez. Susceptibility assessment of shallow earthflows triggered by heavy rainfall at three catchments by logistic regression analyses. Geomorphology. 2005, 8-22.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-10-12]