نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۱۸، شماره ۵۰، زمستان ۱۳۹۳، صفحات ۱۵۲-۱۳۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۸/۲۹ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۱/۰۶/۲۱

پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه گویجه‌بل اهر با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

سیداسدالله حجازی[۱]

چکیده

هدف از پژوهش حاضر ارزیابی حساسیت اراضی حوضه گویجه‌بل در وقوع زمین‌لغزش با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) می‌باشد. مهم‌ترین دلیل انتخاب این حوضه برای پژوهش، مشاهده زمین‌لغزش‌های موجود در منطقه توسط پژوهشگر و نگرش حفاظت زیست محیطی نگارندگان است. این حوضه یکی از زیرحوضه‌های اهرچای به وسعت ۷۴۰۶ هکتار با موقعیت جغرافیایی ً۲۱/۲۶، َ۴۷، ْ۴۶ تا ً۵۳/۶۴، َ۵۶، ْ۴۶ طول شرقی و ً۴۲/۱۳، َ۲۱، ْ۳۸ تا ً۳۹/۰۴، َ۲۷، ْ۳۸ عرض شمالی می‌باشد. معیارهایی که جهت تحلیل حساسیت زمین‌لغزش‌ها در حوضه مورد بررسی انتخاب گردید شامل ۹ پارامتر (شیب، جهت، ارتفاع، سنگ‌شناسی، گسل، شبکه ارتباطی، کاربری اراضی، بارش و آبراهه‌های اصلی) است که از نقشه‌های پایه و مطالعات میدانی و تصویر ماهواره‌ای اسپات استخراج و با استفاده از تکنیک‌های مکانی تحت GIS در ۵ طبقه نسبت به تأثیر هر واحد در وقوع زمین‌لغزش ارزش‌گذاری اولیه شد. سپس با استفاده از برنامه الحاقی ماریونی (اکستنشن AHP) مقایسه دوبه‌دو بر روی لایه‌ها انجام و نقشه نهایی حساسیت اراضی در وقوع لغزش استخراج گردید. نتایج حاصل از تحلیل حساسیت زمین‌لغزش‌ها در حوضه گویجه‌بل نشان داد که تأثیرگذارترین عامل در وقوع زمین‌لغزش با توجه به بیش‌ترین وزن معیار سنگ‌شناسی با وزنی برابر با ۰/۳۱۱۳ و معیار ارتفاع با حداقل وزن (۰/۰۱۷۸) با تأثیر کمترین مقدار در وقوع زمین‌لغزش در حوضه گویجه‌بل هستند. هم‌چنین تحلیل خطر زمـین‌لغزش در حوضه مورد مطالعه نـشان می‌دهد که اراضی در معرض خطر با استطاعت لغزش بسیار بالا بالغ بر ۱۲۲۲ هکتار مساحت می‌باشد که این میزان در حدود ۱۶/۵ درصد از کل منطقه را شامل می‌شود.

واژگان کلیدی: گویجه‌بل اهر، زمین لغزش، تحلیل سلسله‌مراتبی، GIS.

۱ـ استادیار گروه ژئومورفولوژی دانشگاه تبریز. Email:s.hejazi@tabrizu.ac.ir

مقدمه

لغزش جزو آن دسته از پدیده‌های ژئومورفولوژی است که اکثراً به عنوان یکی از بزرگ‌ترین عوامل مزاحم برنامه‌های عمرانی در کلیه زمینه‌ها به‌شمار می‌آید (رجایی، ۱۳۸۷) و بنابه تعریف حرکت توده‌ای از سنگ، واریزه‌ها یا خاک به طرف پایین شیب در نتیجه کشش جاذبه است (Cruden and Varnes, 1996). این پدیده ژئومورفولوژیکی تحت تأثیر باران شدید، فعالیت آتشفشانی و زلزله می‌باشد و عوامل ذکر شده به‌عنوان اهرم تشدیدکننده برای لغزش عمل می‌نمایند (Dai et al, 2002, Blochl Braun, 2005). از این گذشته فعالیت بشر از زمان ارتباط با طبیعت هم‌چون قطع درختان و چرای بیش از حد، از طریق ایجاد عدم تعادل میان رطوبت خاک و تبخیر و تعرق از سطح گیاهان موجبات ناپایداری دامنه‌ها را فراهم ساخته و نسبت به مناطق بکر چندین بار افزایش داده است (Swanson & Dyrness, 1975; Lyons & Beschta, 1983; Jakob, 2000; Guthrie 2002; Dhakal & Sidle, 2003) به این صورت که کاهش میان بارش با از بین بردن پوشش گیاهی و ارتباط مستقیم آن بر رطوبت خاک (Simon & Collison, 2002)، و در نهایت اضمحلال فلور با ریشه‌های آن افزایش احتمال بروز زمین‌لغزش‌ها را فراهم می‌سازد (Watson et al, 1999; Roering et al, 2003). در مجموع مداخله بشر در تپه‌های با شیب تند برای ایجاد جاده، توسعه شهری، جنگل‌زدایی و تغییرات سریع در کاربری اراضی نقشی اساسی در ایجاد ناپایداری‌ها داشته و از عوامل محرکه آن‌ها هستند (Guzzett et al, 2005).

با توجه به اهمیت زمین‌لغزش‌ها از دیدگاه اجتماعی، اقتصادی و محیطی (خسارات)، سامانه‌هایی جهت هشدار زمین‌لغزش‌ها سازماندهی شده، ولی با این وجود فعالیت زمین‌لغزش‌ها در سرتاسر جهان در حال افزایش بوده و هست (Dai et al, 2002) که از بی‌توجهی برنامه‌ریزان و کم لطفی اهالی بومی به مواهب الهی نشأت می‌گیرد. از میان تمام سامانه‌های که در پیش‌بینی و پهنه‌بندی اراضی در استطاعت ناپایداری‌های دامنه‌ای طراحی شده است، سیستم اطلاعات جغرافیایی همراه با نرم‌افزارهای جانبی هم‌چون AHP، Spatial Analyses، 3D Analyses و دیگر نرم افزارهای مرتبط با آن می‌باشد. سیستم

اطلاعات جغرافیایی (GIS) یک بانک اطلاعاتی نوین است که وجه تمایز آن با یک بانک اطلاعاتی معمولی، فراگیر بودن و هوشمندی نسبی آن است. فراگیر است از آن‌رو که اطلاعات گرافیکی (مکانی) و اطلاعات غیرگرافیکی (توصیفی- مقداری) مربوط به زمینه‌های گوناگون یکجا در آن جمع شده و هوشمند است از آن جهت که قادر به به انتخاب، تلفیق و تحلیل داده‌ها است (عظیمی حسینی و همکاران، ۱۳۸۹). لذا در پژوهش حاضر به لحاظ وجود تهدید ناپایدرای‌های دامنه‌ای در حوضه گویجه‌بل اهر (مشاهده شده توسط پژوهشگر، هم در مناطق عمرانی هم‌چنین اراضی که تحت چرای شدید دام‌ها قرار گرفته است)، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و AHP اقدام به شناسایی پارامترهای تأثیرگذار در لغزش منطقه نموده و استطاعت لغزش در اراضی حوضه را مورد بررسی و تحلیل قرار داده است.

پیشینه تحقیق

پایین آمدن توده‌ای از مواد سست و منفصل در روی دامنه‌ها، که در آن مقداری آب نیز موجود است، لغزش زمین یا جابه‌جایی توده‌ای مواد نامیده می‌شود (رجائی، ۱۳۸۷: ۲۴۴). این نوع از فرسایش را می‌توان بر روی ماسه سنگی آهکی، مارن، سنگ‌های آهک ماسه‌ای، کنگلومرا، رسوبات میوسن و رسوبات کرتاسه بالایی در شیب‌های شمالی دید (ضیائی، ۱۳۸۹: ۱۹۰). با توجه به اینکه برخی از مناطق، به‌طور دائم، با اینگونه پدیده‌ها آشنا هستند و موجبات خسارات اجتماعی و محیطی را فراهم ساخته و می‌سازند مطالعات گسترده‌ای در راستای تحلیل و پهنه‌بندی مناطق مستعد به زمین‌لغزش انجام شده است لذا در ارتباط با پیشینه تحقیق به برخی از پژوهش‌های داخلی انجام یافته تحت عنوان پهنه‌بندی خطر زمین لغزش یا سایر عناوینی که بدون توجه به‌عنوان تحقیق، موضوع زمین لغزش را مورد بررسی قرار داده‌اند ذیلاً اشاره می‌شود.

حسن احمدی و همکاران (۱۳۸۲) عمل پهنه‌بندی خطر حرکت‌های توده‌ای را برای حوضه آبخیزگرم چای و با در نظر گرفتن هفت عامل، به ترتیب اولویت شامل سنگ‌شناسی،

شیب، کاربری اراضی، عناصر خطی، بارش، جهت دامنه و ارتفاع و با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) پهنه بندی کرده است.

جوکار سرهنگی و همکاران (۱۳۸۶) با استفاده از پارامترهای تحقیق شامل سنگ‌شناسی، گسل، ارتفاع، شیب، جهت دامنه، بارش، آبراهه، خاک، پوشش گیاهی، راه ارتباطی و آبادی‌های حوضه به پهنه‌بندی خطر زمین لغزش پرداخته و نقشه پهنه‌بندی خطر لغزش‌ها در چهار پهنه با خطر بسیار زیاد، زیاد، متوسط و کم به دست آمده است.

محمدی و همکاران (۱۳۸۸) در مقاله‌ای تحت عنوان «ارزیابی کارایی مدل‌های عامل اطمینان، ارزش اطلاعاتی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی در پهنه‌بندی خطر زمین لغزش (بررسی موردی: بخشی از حوضه آبخیز هراز)» حوضه آبریز هراز را از نظر خطر زمین لغزش مورد بررسی قرار دادند. بررسی‌ها نشان داد که ویژگی‌های سنگ‌شناسی، فاصله از جاده، شیب، فاصله از آبراهه، کاربری اراضی و ارتفاع از عوامل اصلی کنترل‌کننده زمین لغزش در منطقه بوده و مدل عامل اطمینان را در تهیه نقشه خطر زمین لغزش در اولویت معرفی نمودند.

علی‌محمدی و همکاران (۱۳۸۸)، در مقاله‌ای تحت عنوان «ارزیابی کارایی مدل‌های پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبخیز سیدکلاته رامیان» از دو مدل تجربی شامل روش مورا و وارسون و روش حائری و سمیعی و مدل آماری شامل روش اثر نسبی برای پهنه‌بندی خطر زمین لغزش استفاده کردند. نتیجه بررسی‌ها، مدل حائری و سمیعی را در منطقه مورد مطالعه با کارایی بالا نشان داد.

عظیم‌پور و همکاران (۱۳۸۸)، در مقاله‌ای تحت عنوان «ارزیابی نتایج مدل AHP در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزه (مطالعه موردی حوضه آبریز اهر چای» عوامل موثر در زمین لغزش را مورد بررسی قرار دادند. نتایج به‌دست آمده از تحقیق نشان داد که عوامل زمین-شناسی بیش‌ترین وزن و عوامل انسانی کمترین وزن را در محدوده مورد مطالعه داشته‌اند.

اهداف

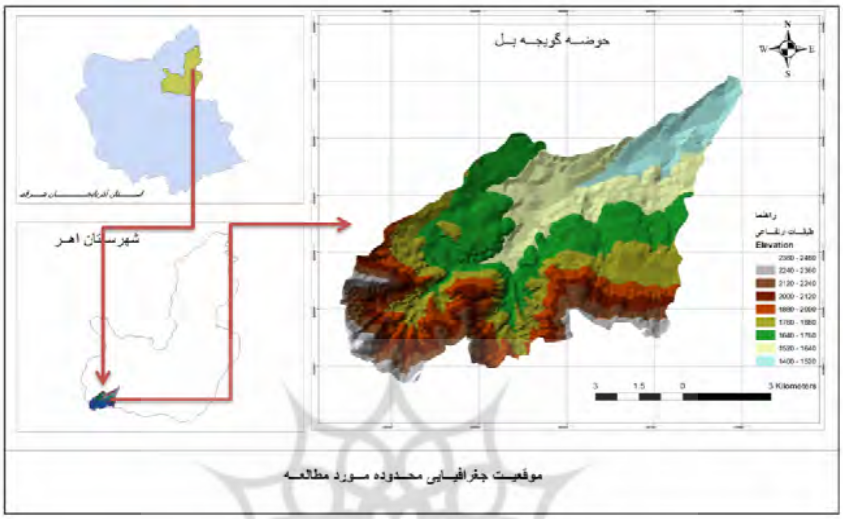
۱ـ تعیین مناطق مستعد لغزش.
۲ـ شناسایی مهم‌ترین عوامل در ایجاد لغزش در منطقه مورد مطالعه.

معرفی منطقه مورد مطالعه

حوضه گویجه بل در زون البرز غربی قرار گرفته است. روند ساختارهای منطقه شمال غربی–جنوب شرقی است. که در شکل‌گیری این ساختارها عواملی مانند برخورد صفحه ایران و توران، عملکرد گسلش های راندگی و سرانجام عملکرد گسل‌های امتداد لغز شمال غربی–جنوب شرقی نقش داشته اند. از نظر تقسیمات کشوری حوضه گویجه‌بل در استان آذربایجان‌شرقی، شهرستان اهرواقع شده است. راه اصلی دسترسی به این منطقه جاده اصلی تبریز– اهر می‌باشد که این جاده از جنوب حوضه در محدوده گردنه گویجه‌بل به صورت جنوبی–شمالی وارد آن شده و در راستای شمال شرق در محدوده خروجی حوضه از آن خارج می‌گردد.

از نظر موقعیت جغرافیایی این محدوده بین ″۲۱/۲۶، ′۴۷، °۴۶ تا ″۵۳/۶۴، ′۵۶، °۴۶ طول شرقی و ″۴۲/۱۳، ′۲۱، °۳۸ تا ″۳۹/۰۴، ′۲۷، °۳۸ عرض شمالی واقع شده است. وسعت حوضه گویجه‌بل ۷۴۰۶ هکتار است که حداکثر ارتفاع حوضه ۲۴۹۵ متر و حداقل ارتفاع ۱۳۷۳/۲ متر در خروجی حوضه می‌باشد (شکل شماره ۱).

مناطق مسکونی دامان‌آباد، گوره درق، زنجیربلاغ، یایجلو و گمش‌آباد در داخل حوضه قرار دارند. رودخانه گویجه‌بل در داخل حوضه جریان دارد و پس از خروج از حوضه به رودخانه اهر چای می‌ریزد.



شکل (۱) نقشه موقعیت جغرافیایی حوضه گویجه‌بل اهر

مواد و روش

در پژوهش حاضر برای تعیین محدوده حوضه گویجه‌بل و شناسایی ویژگی‌های طبیعی آن، از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، نقشه زمین شناسایی ۱:۱۰۰۰۰۰ ناحیه و اطلاعات اقلیمی ایستگاه‌های پیرامون حوضه استفاده به عمل آمد. هم‌چنین برای استخراج کاربری اراضی از تصویر ماهواره‌ای اسپات ۲۰۰۵، شبکه ارتباطی از نقشه جدید راه‌های استان آذربایجان شرقی استفاده شد. حوضه مورد بررسی از نقشه توپوگرافی و تحت ArcHydrology در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، بعد از ایجاد DEM از نقشه توپوگرافی رقومی شده در محیط AutoCad استخراج و سپس خروجی به‌صورت بردار گرفته شد. برای نقشه زمین‌شناسی نیز بعد از ژئورفرنس نمودن در محیط Arc map، محدوه رقومی و با استفاده از محدوده گرفته شده در مرحله قبل استخراج گردید و به این ترتیب نقشه شبکه ارتباطی، کاربری اراضی، گسل، بارش (با استفاده از گرادیان بارش از نقشه رقومی ارتفاعی استخراج گردید)، آبراهه‌ها، شیب، جهت و ارتفاع استخراج و ترسیم گردید. سپس در راستای پژوهش، نقشه‌های مستخرج، با توجه به وزنی که توسط پژوهشگر و با توجه به پیشینه تحقیق، به هر یک از

نقشه‌ها اختصاص داده شده است تبدیل به لایه‌های معیار برای پهنه‌بندی لغزش در حوضه گویجه‌بل اهر شد.

با این رویکرد و با توجه به هدف پژوهش حاضر، روش تحقیق شامل مراحل زیر می‌باشد:

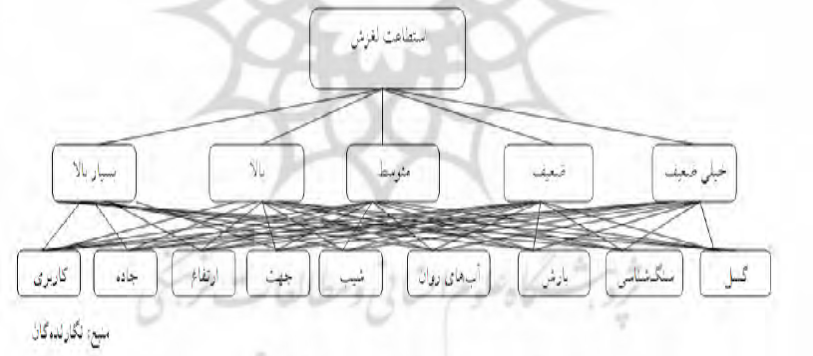
الف) انتخاب معیارهای موثر برای ارزیابی لغزش در حوضه گویجه‌بل اهر (شکل شماره ۲)؛

ب) استخراج نقشه‌های منطقه مورد مطالعه از نقشه‌های پایه در دسترس، تصویر ماهواره‌ای و مشاهدات میدانی؛

پ) ایجاد نقشه‌های معیار در محیط GIS با استفاده از تکنیک اطلاعات مکانی؛

ت) محاسبه ارزش هر یک از نقشه‌های معیار با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی؛

ث) تلفیق نقشه‌های ارزش‌گذاری شده در محیط GIS و اکستنشن AHP و استخراج نقشه نهایی؛



شکل (۲) نمودار سلسله‌مراتب ارزیابی استطاعت لغزش حوضه گویجه‌بل اهر

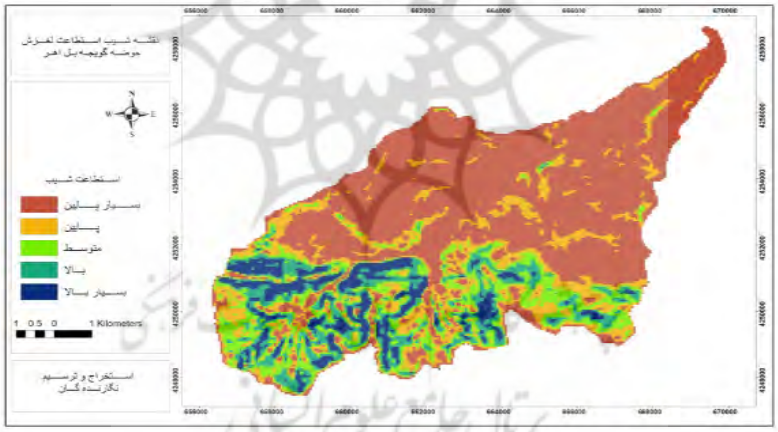
یافته‌ها و بحث

زمین‌لغزش به‌عنوان یکی از برجسته‌ترین فرآیندهای مورفودینامیکی است که مناطق شیب‌دار را تحت تأثیر قرار می‌دهد و ممکن است زمین‌های کشاورزی، تأسیسات شهری و صنعتی را تخریب نماید. تحلیل خطر و یا به‌عبارتی پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش‌ها برنامه‌ریزان را قادر

می‌سازد اماکن دور از خطر را در ایجاد تسهیلات و توسعه شهری مکان‌یابی نموده و آمایشی صحیح در راستای توسعه پایدار طرح‌ریزی کنند و در این راستا انتخاب معیارهای مناسب جهت تحلیل ناپایداری‌ها حائذ اهمیت بسیار است. لذا در پژوهش حاضر با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) معیارهای تأثیرگذار در زمین‌لغزش انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت که به‌صورت کامل شرح آن در زیر آمده است.

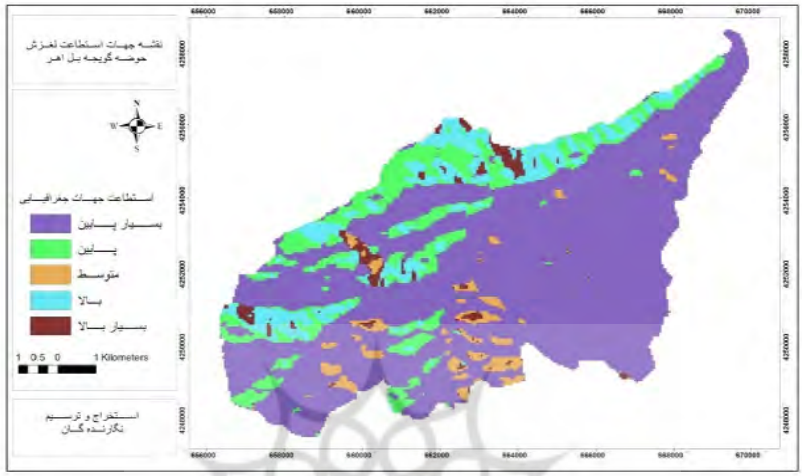
لایه‌های معیار

معیار شیب: شیب اراضی حوضه مورد بررسی از نقشه DEM منطقه تحت تکنیک‌های مکانی در محیط GIS استخراج و با توجه به میزان شیبی (شیب‌های تند امتیاز بالا و شیب‌های کمتر برعکس) که تأثیرگذار در لغزش می‌باشد مجدداً کلاسه‌بندی و در فرمت رستر در ۵ طبقه ذخیره گردید (شکل شماره ۳).



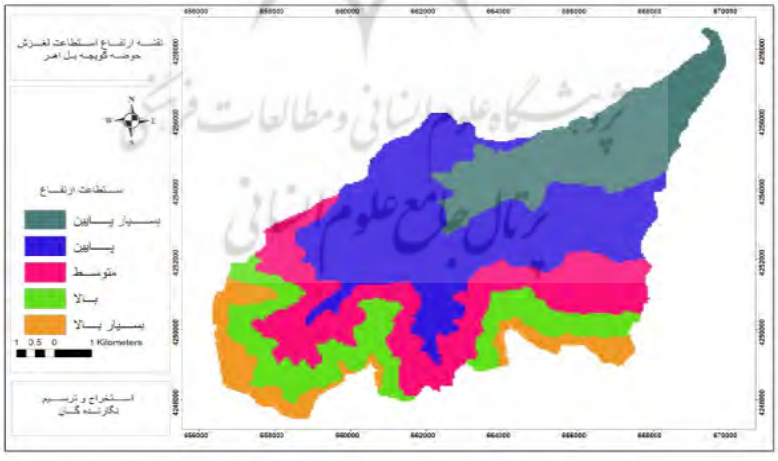
شکل (۳) نقشه کلاسه‌بندی شیب اراضی حوضه گویجه‌بل در استطاعت لغزش

معیار جهات جغرافیایی: جهات جغرافیایی برای حوضه گویجه‌بل اهر از نقشه DEM استخراج و مطابق با تأثیر آن بر لغزش در ۵ طبقه‌بندی و در فرمت رستر ذخیره گردید به‌طوری که ارزش‌گذاری برای جهات جغرافیایی از رابطه آفتاب‌گیری و رطوبت خاک تعیین گردید (شکل شماره ۴).



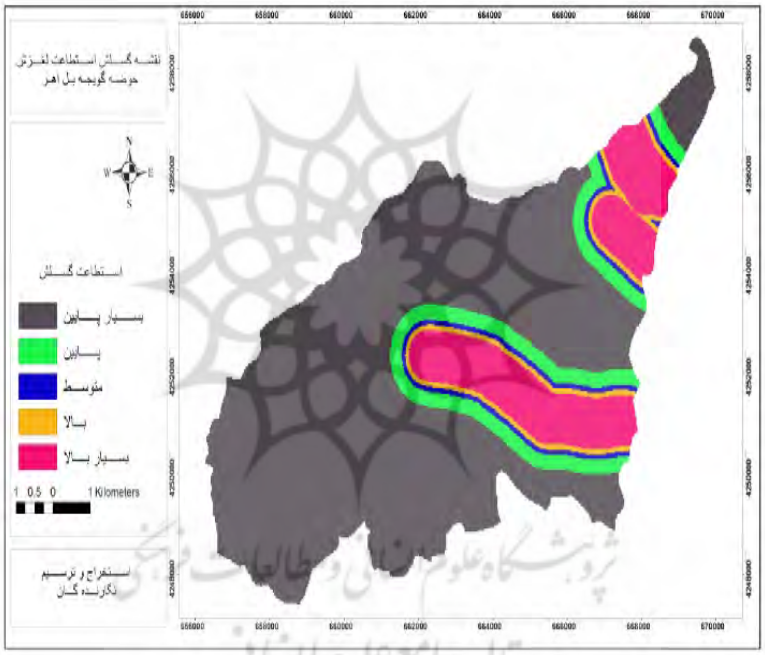
شکل (٤) نقشه جهات جغرافیایی حوضه گویجه‌بل اهر

معیار ارتفاع: نقشه ارتفاع اراضی حوضه از DEM منطقه استخراج و در ۵ طبقه با توجه تأثیر آن بر لغزش طبقه‌بندی گردید به‌طوری‌که بیش‌ترین امتیاز برای سطوح ارتفاعی بالاتر و کمترین امتیاز برای سطوح ارتفاعی پایین‌تر اختصاص داده شد (شکل شماره ۵).



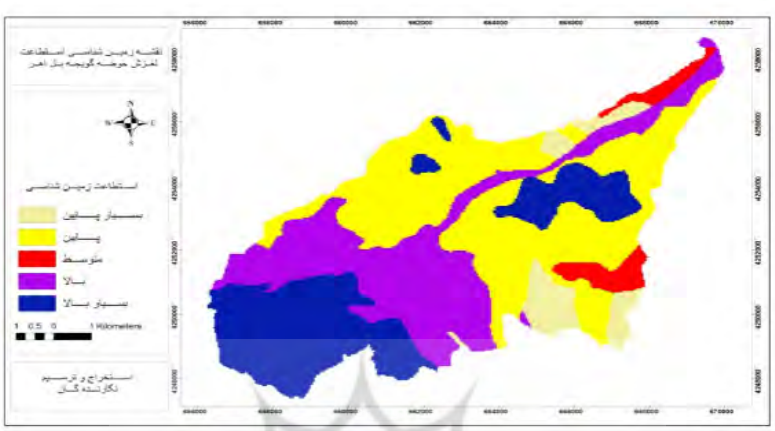
شکل (۵) نقشه سطوح ارتفاعی حوضه گویجه‌بل اهر

معیار گسل: گسل‌های موجود در حوضه گویجه‌بل اهر از نقشه زمین‌شناسی منطقه استخراج و در محیط GIS و با استفاده از تکنیک‌های مکانی مورد تحلیل قرار گرفته و بافر داده شد. سپس با توجه به تأثیر فاصله از گسل بر ناپایداری‌های دامنه‌ای ارزش‌گذاری و در ۵ طبقه کلاسه‌بندی شد. به‌طوری که برای نزدیک‌ترین فاصله حداکثر امتیاز و برای فواصل دورتر به ترتیب امتیاز کمتر داده شد (شکل شماره ۶).



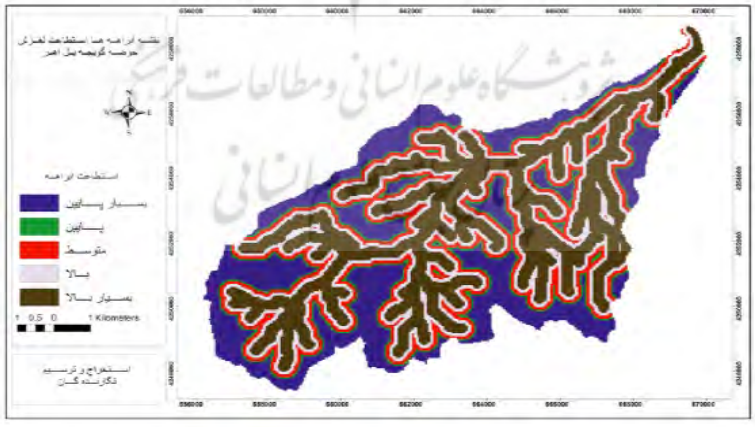
شکل (٦) نقشه فاصله از گسل حوضه گویجه‌بل اهر

معیار سنگ‌شناسی: واحدهای سنگی حوضه گویجه‌بل از نقشه زمین‌شناسی منطقه استخراج و با توجه به حساسیت هر یک از واحدهای زمین‌شناسی امتیازگذاری و در نهایت در ۵ طبقه و در فرمت رستر ذخیره گردید (شکل شماره ۷).



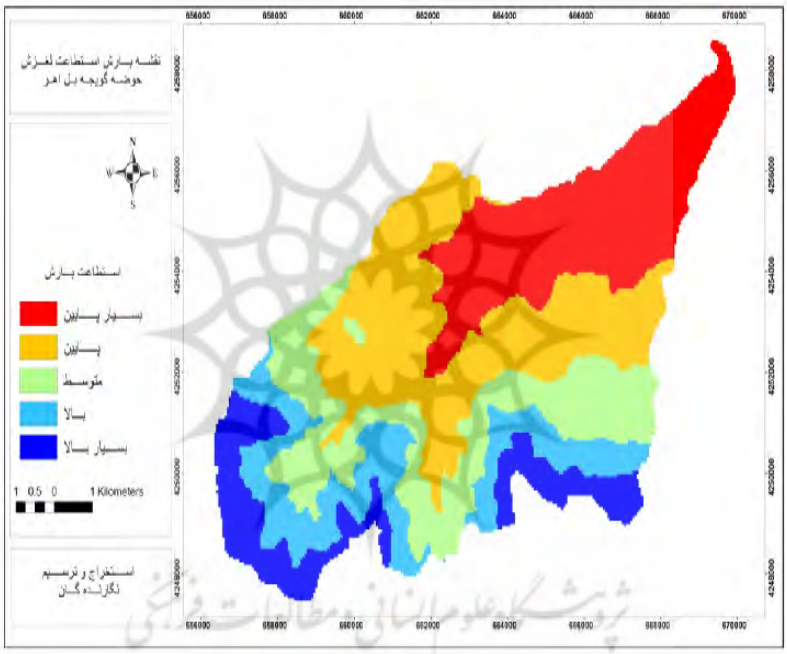
شکل (۷) نقشه حساسیت زمین‌شناسی در وقوع زمین‌لغزش گویجه‌بل اهر

معیار آبراهه‌های اصلی: آبراهه‌های اصلی از نقشه DEM منطقه در محیط GIS و تحت Arc Hydrology استخراج شد و با استفاده از تکنیک‌های مکانی بر روی آن حریم ایجاد گردید و با توجه فواصل از آبراهه‌ها (با توجه به طغیان‌ها و رگبارهای بهاری) در وقوع زمین-لغزش ارزش‌گذاری و در ۵ طبقه و در فرمت رستر کلاسه‌بندی گردید به‌طوری که بیش‌ترین امتیاز به فواصل نزدیک‌تر نسبت به فواصل دورتر اختصاص داده شد (شکل شماره ۸).



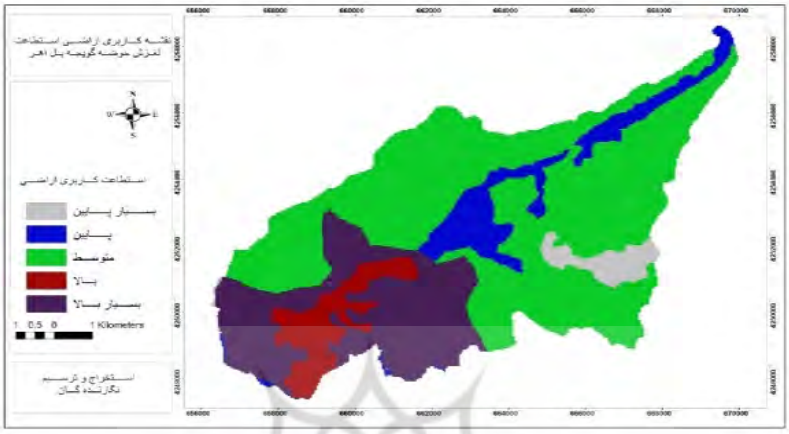
شکل (۸) نقشه فاصله از آبراهه‌های اصلی گویجه‌بل اهر

معیار بارش: نقشه بارش منطقه با توجه به داده‌های اقلیمی و گرادیان بارش در رابطه با ارتفاع منطقه در فرمت رستری با استفاده از تکنیک‌های مکانی استخراج و با توجه میزان بارش در ۵ طبقه کلاسه‌بندی شد. به‌طوری که بیش‌ترین امتیاز به اراضی با بارش بیش‌تر اختصاص داده شد (شکل شماره ۹).



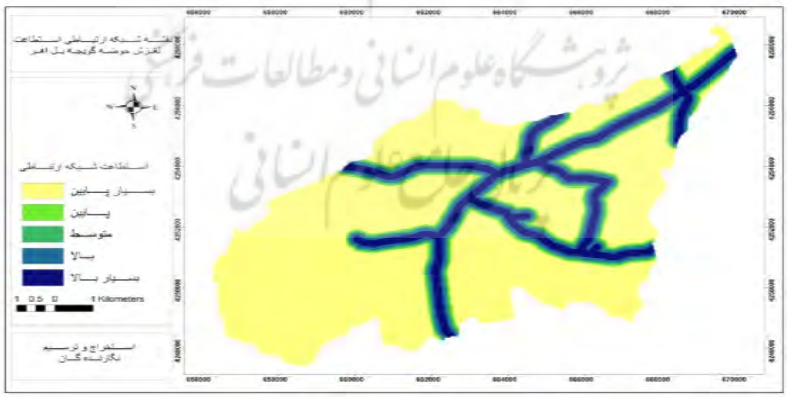
شکل (۹) نقشه طبقات بارش حوضه گویجه‌بل اهر

معیار کاربری اراضی: کاربری اراضی حوضه گویجه‌بل اهر از تصویر ماهواره‌ای اسپات ۲۰۰۵ استخراج و در فرمت بردار ذخیره گردید. سپس با توجه به کاربری تحت پوشش اراضی، با استفاده از تکنیک‌های مکانی و نسبت حساسیت هر نوع از کاربری در وقوع زمین‌لغزش امتیازدهی نموده و در فرمت رستر ذخیره گردید (شکل شماره ۱۰).



شکل (۱۰) نقشه حساسیت لغزش به واحدهای کاربری حوضه گویجه‌بل

معیار شبکه ارتباطی: شبکه ارتباطی حوضه گویجه‌بل اهر از نقشه راه‌های استان استخراج و در محیط GIS و با استفاده از تکنیک‌های مکانی با فواصلی حریم‌گذاری گردید و با توجه به ایجاد حساسیت شبکه‌های ارتباطی در وقوع لغزش (عمدتاً بر روی تپه‌ها)، نسبت به نزدیکی به جاده‌های ارتباطی ارزش‌گذاری و در ۵ طبقه کلاسه‌بندی شد، به‌طوری که بیش‌ترین امتیاز به نزدیک‌ترین اراضی داده شد (شکل شماره ۱۱).



شکل (۱۱) نقشه فاصله از شبکه ارتباطی حوضه گویجه‌بل

نتیجه‌گیری

حوضه گویجه‌بل یکی از زیر حوضه‌های اهرچای به وسعت ۷۴۰۶ هکتار با ارتفاع متوسط ۲۰۰۷ متر از سطح دریا برای ارزیابی حساسیت اراضی در وقع زمین‌لغزش، با استفاده از معیارهای شیب، جهت، ارتفاع، سنگ‌شناسی، گسل، شبکه ارتباطی، کاربری اراضی، بارش و آبراهه‌های اصلی انتخاب، و با به‌کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) مورد بررسی و تحلیل علمی قرار گرفت. عمده دلیل انتخاب این حوضه برای پژوهش، مشاهده زمین‌لغزش‌های موجود در منطقه توسط پژوهشگر و نگرش حفاظت زیست محیطی نگارندگان می‌باشد.

لایه‌های مورد بررسی از نقشه‌های پایه موجود در دسترس، مطالعات میدانی و تصویر ماهواره‌ای اسپات ۲۰۰۵ استخراج شد و در راستای تحقیق هر یک از لایه‌های مستخرج با استفاده از تکنیک‌های مکانی تحت GIS تحلیل و ارزش‌گذاری اولیه انجام، و در ۵ طبقه کلاسه‌بندی شد. سپس با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی تحت برنامه الحاقی ماریونی و در محیط GIS مقایسه دوبه‌دوی بر روی لایه‌ها انجام و وزن هر یک از معیارها استخراج (جدول شماره ۱) و از نقشه نهایی به احتساب وزن‌ها خروجی در فرمت رستر گرفته شد به طوری که در ۵ طبقه از بسیار پایین تا بسیار بالا از نظر حساسیت زمین‌لغزش طبقه‌بندی گردید (شکل شماره ۱۲). مساحت هر یک از طبقات برای نقشه نهایی پهنه‌بندی خطر در فرمت بردار با استفاده از زیر نرم‌افزار Xtools محاسبه و به‌صورت جدول ارائه گردید (جدول شماره ۲).

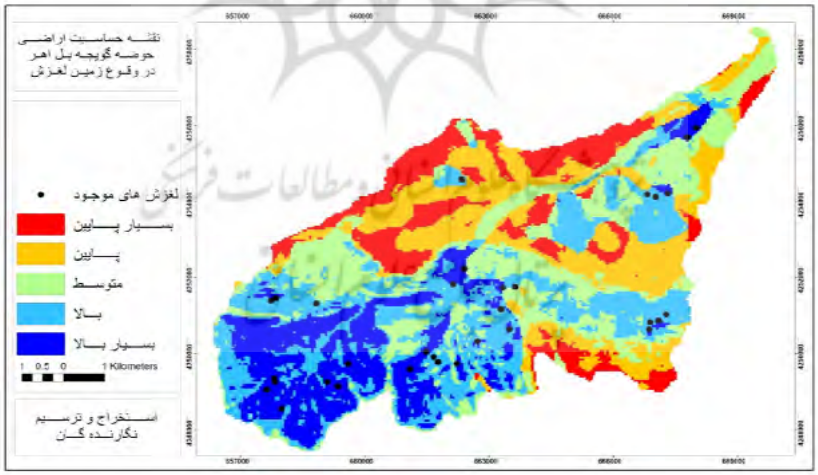
جدول شماره (۱) اطلاعات مربوط به وزن و ضریب سازگاری حاصل از تحلیل سلسله‌مراتبی حوضه گویجه‌بل

معیار	لیتولوژی	شیب	گسل	بارش	کاربری اراضی	آبراهه	جهات	جاده	ارتفاع
وزن	۰/۳۱۱۳	۰/۲۲۱۹	۰/۱۵۵	۰/۱۰۷	/۰۷۳۹	۰/۰۵۰۷	۰/۰۳۵	۰/۰۲۶۵	۰/۰۱۷۸
ضریب سازگاری									
۰									

جدول (۲) اطلاعات مربوط به حساسیت لغزش طبقات ۵ گانه

ردیف	استطاعت لغزش	مساحت به هکتار	مساحت به درصد
۱	بسیار پایین	۹۹۳	۱۳/۴
۲	پایین	۱۵۲۲	۲۰/۵۵
۳	متوسط	۱۷۴۱	۲۳/۵
۴	بالا	۱۹۲۸	۲۶/۰۳
۵	بسیار بالا	۱۲۲۲	۱۶/۵
۶	مجموع	۷۴۰۶	۱۰۰

نتایج حاصل از تحلیل حساسیت زمین‌لغزش‌ها در حوضه گویجه‌بل نشان داد که تأثیرگذارترین عامل در وقوع زمین‌لغزش با توجه به بیش‌ترین وزن معیار سنگ‌شناسی با وزنی برابر با ۰/۳۱۱۳ و معیار ارتفاع با حداقل وزن (۰/۰۱۷۸) با تأثیر کمترین مقدار در وقوع زمین‌لغزش در حوضه گویجه‌بل هستند. هم‌چنین تحلیل خطر زمین‌لغزش در حوضه مورد مطالعه نشان می‌دهد که اراضی در معرض خطر با استطاعت لغزش بسیار بالا بالغ بر ۱۲۲۲ هکتار مساحت می‌باشد که این میزان در حدود ۱۶/۵ درصد از کل منطقه را شامل می‌شود.



شکل (۱۲) نقشه حسایت اراضی حوضه گویجه‌بل اهر در وقوع زمین لغزش

منابع

ـ احمدی، حسن (۱۳۸۶)، «***ژئومورفولوژی کاربردی***» چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران.

ـ احمدی، حسن و همکاران (۱۳۸۲)، «پهنه‌بندی خطر حرکت‌های توده‌ای با استفاده از دو روش رگرسیون چندمتغیره (MR) و تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، (مطالعه موردی حوضه آبخیز گرمی چای)»، ***مجله منابع طبیعی ایران***، جلد ۵۶، شماره ۴.

ـ جوکار سرهنگی، عیسی و همکاران (۱۳۸۶)، «پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه صفارود با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی»، ***مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای***، شماره ۹.

ـ رجائی، عبدالحمید (۱۳۸۷)، «***کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و محیط***»، چاپ سوم، انتشارات قومس.

ـ شریعت جعفری، محسن (۱۳۷۵)، «***زمین‌لغزش***»، انتشارات سازه.

ـ ضیائی، حجت‌الله (۱۳۸۹)، «***اصول مهندسی آبخیزداری***»، چاپ سوم، انتشارات آستان قدس رضوی.

ـ عظیم‌پور، علیرضا و همکاران (۱۳۸۸)، «ارزیابی نتایج مدلAHP در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزه «مطالعه موردی حوضه آبریز اهرچای» ***مجله علمی پژوهشی فضای جغرافیایی***، سال نهم، شماره ۲۸.

ـ عظیمی حسینی، محمد و همکاران (۱۳۸۹)، «کا***ربرد GIS در مکان‌یابی***» چاپ اول، انتشارات مهرگان قلم.

ـ علیمحمدی، صفیه و همکاران (۱۳۸۸)، «ارزیابی کارایی مدل‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه آبخیز سیدکلاته رامیان» ***مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک***، جلد شانزدهم، شماره اول.

ـ قدسی‌پور، سیدحسن (۱۳۸۹)؛ «***فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)***»، چاپ هشتم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران).

ـ محمدی، مجید و همکاران (۱۳۸۸)، «ارزیابی مدل‌های عامل اطمینان، ارزش اطلاعاتی و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش (بررسی موردی: بخش از حوضه آبخیز هراز)، نشریه مرتع و آبخیزداری، ***مجله منابع طبیعی ایران***، دوره ۶۲، شماره ۴.

ـ محمودی، فرج‌الله (۱۳۸۷)، «***ژئومورفولوژی دینامیک***»،چاپ دوم، انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران.

- Blochl, A & B, Braun (2005), "Economic Assessment of Landslide Risks in the Swabian Alb, Germany Research Framework and First Results of Homeowners and Experts Surveys", ***Natural Hazards and Earth System Sciences***, Vol. 5, PP: 389-396.

- Brardinoni, F. et al (2002), "Complex Mass Wasting Response of Drainage Basins to Forest Management in Coastal British Colombia" ***Geomorphology***, Vol 49, PP: 109-124.

- Collison, A et al (2000), "Modelling the Impact of Predict Climate Change on Landslide Frequency and Magnitude in SE England", ***Engineering Geology***, Vol 55, PP: 205-218.

- Dai, F.C. et al (2002), "Landslide Risk Assessment and Management: an Overview", ***Engineering Geology***, Vol. 64, PP: 65-87.

- Dhakal, A.S. & R.C. Sidle (2003), "Long-term Modeling of Landslides for Different Forest Management Practices" ***Earth Surface Processes and Landforms***, Vol 28, PP: 853-868.

- Guthrie, R.H. (2002), "The Eeffects of Logging on Frequency and Distribution of Landslides in Three Watersheds on Vancouver Island, British Columbia" ***Geomorphology***, Vol 43, PP: 273-292.

- Jakob, M. (2000), "The Impact of Logging on Landslide Activity at Clayoquot Sound, Brritish Columbia" ***Catena***, Vol. 38, PP: 279-300.

- Lyons, J.K & R.L, Beschta (1983), "Land Use, Floods and Channel Changes: Upper Middle fork Willamette River, Oregon (1936-1980)", ***Water Resource Research***, Vol. 19 (2), PP: 463-471.

- Montgomery, D.R et al (2000), "Forest Clearing and Regional Landsliding" ***Geology***, Vol. 28, PP: 311-314.

- Roering, J.J et al (2003), "Shallow Land Sliding, Root Reinforcement, and the Spatial Distribution of Trees in the Oregon Coast Range", ***Canadian Geotech Journal***, Vol 40, PP: 237-253.

- Schmidt, M & T. Glade (2003), "Linking Global Circulation Model Outputs to Regional Geomorphic Models: A Case Study of Landslide Activity in New Zealand" ***Climate Research***, Vol 25, PP: 135-150.

- Simon, A & A.J.C. Collison (2002), "Quantifying the Mechanical and Hydrologic Effects of Riparian Vegetation on Streambank Stability", ***Earth Surface Processes and Landforms***, Vol 27 (5). PP: 527-546.

- Swanson, F.j & C.T. Dyrness (1975), "Impact of Clear-cutting and Road Construction on Soil Erosion by Landslides in the Western Cascade Range, Oregon" ***Geology***, Vol. 3 (7), PP: 393-396.

- Van Asch, T.W.J et al (1999), "A View on Some Hydrological Triggering Systems in Landslides", ***Geomorphology***, Vol. 30, PP: 25-32

- Van Beek, L.P.H & W.J. Vash (2004), "Regional Assessment of the Effects of Land Use Change on Landslide Hazard by Means of Physically Based Modeling", ***Natural Hazards***, Vol 31, PP: 289-304.

- Watson, A. et al (1999), "Root Strength, Growth, and Rates of Decay: Root Reinforcement Changes of Two Tree Species and Their Contribution to Slope Stability" ***Plant and Soil***, Vol 217, PP: 39-47.

پرتال جامع علوم انسانی