

تاریخ دریافت : ۸۴/۹/۵

تاریخ پذیرش نهایی: ۸۵/۷/۲۹

تحلیل مکانی رابطه گسل ها و زمین لرزه ها با ناپایداری دامنه ای (مطالعه موردی: دامنه های شمالی حوضه مرک)

محمد احمدی*

دکتر محمد حسین رضایی مقدم**

دکتر مقصود خیام***

دکتر شهرام روستایی****

شوریه‌گاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

چکیده

در این مقاله فعالیت احتمالی گسل های اطراف کوه لعل آباد و نقش آنها در کنترل زمین لغزش های اخیر و گذشته ارزیابی شده است. از داده های نقشه های زمین شناسی منطقه، داده های شبکه لرزه نگاری کرمانشاه و روش شواهد وزنی استفاده شده است. از یک تحلیل آماری برای ارزیابی روابط مکانی بین گسل ها و زمین لرزه ها و ناپایداری ها در منطقه مرک کرمانشاه بهره گرفته شده است. منطقه مورد تحقیق در غرب کشور ایران و جنوب شهر کرمانشاه واقع شده است. مکانی که اخیراً تعدادی زمین لغزش در آن

* دانش آموخته دکترای جغرافیای طبیعی ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز.

** دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز.

*** استاد بازنشسته گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز.

**** دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز.

مشاهده شده است. روش شواهد وزنی برای ارزیابی قرابت بین حوادث زمین لرزه‌ای و تعداد گسل‌ها به کار گرفته شد. داده‌های یک سری حوادث لرزه‌ای در یک دوره پنج ساله (۲۰۰۵-۲۰۰۰) مورد تحلیل قرار گرفتند. قرابت‌های مکانی شدیدی بین برخی از گسل‌ها و نقاط لرزه‌ای و ناپایداری‌های کنونی مشاهده گردید. تراکم و پراکنش نقاط لرزه‌ای با گروه گسل‌های واقع در شمال روستای لعل آباد از نظر آماری از اهمیت زیادی برخوردارند. نتایج نشان می‌دهد که گسل‌های کوه لعل آباد با جهت غربی - شرقی روابط مکانی قوی با نقاط زمین لرزه‌ای و زمین لغزشی سال‌های اخیر دارد. اگر روابط مکانی مثبت به عنوان شاخصی برای زمین لغزش‌ها، زمین لرزه‌ها و گسل‌های موجود در نقشه‌های زمین‌شناسی در نظر گرفته شوند، نتایج به دست آمده فعالیت بعضی از گسل‌ها را بیشتر از سایر گسل‌ها در ایجاد لرزه‌ها و زمین لغزش‌ها نشان می‌دهد. وقوع زمین لغزش اسفند ماه ۱۳۸۳ با زمین لرزه بیست و سوم اسفند ماه ۱۳۸۳ و نیز بارندگی‌های شدید روزهای قبل از آن همراهی نموده است. بر این اساس گسل‌های واقع در جنوب غربی منطقه لغزشی کنونی که در گروه صفر تا نصد متری قرار می‌گیرند، فعالیت بیشتری داشته‌اند.

واژگان کلیدی

شواهد وزنی، زمین لغزش، زمین لرزه، گسل، کرمانشاه، مرک.

مقدمه

ارتباط لغزش‌ها با فعالیت گسل‌ها به عنوان یک عامل مهم در تحلیل ناپایداری‌های دامنه‌ای همراه با سایر عوامل از جمله بارندگی‌ها مورد توجه محققان زیادی بوده است. احتمال فعالیت گسل‌ها در ناهمواری‌های اطراف منطقه مرک قابل بررسی است. در بررسی عوامل مؤثر در ناپایداری دامنه‌ای به روش شواهد وزنی همراهی مکانی زمین لغزش‌ها با فاصله از گسل‌ها تأثیر مثبت داشته است. در این مقاله از روش شواهد وزنی و استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی^۱ برای تحلیل آماری احتمال تأثیر حرکات گسل‌ها در ناپایداری‌های بهره گرفته شده است. باید دانست که مطالعات زیادی با کمک سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی برای تحلیل ناپایداری و زمین لغزش در پهنه جهان و ایران صورت گرفته است. به عنوان مثال رضایی مقدم و همکاران (۱۳۸۶)، قهرودی (۱۳۸۴)، Burton و همکاران (۱۹۹۸)، Turrini (۱۹۹۸)، Lee و Min (۲۰۰۰)، Thiery (۲۰۰۴)، Raghava (۲۰۰۴)، Pike و همکاران (۲۰۰۳)، Lan و همکاران (۲۰۰۴)، روش‌های آماری و احتمالاتی را برای تحلیل و تهیه نقشه خطر زمین لغزش به کار برده‌اند. در این تحقیق توان زمین لغزش با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی بر پایه مدل شواهد وزنی ارزیابی شده است (Santacana, ۲۰۰۳). ضمناً مدل شواهد وزنی پیش‌تر در رشته‌های علمی دیگر به کار رفته است. به نقل از Carter^۱ برای مثال Lasted (۱۹۶۸) و Spinal (۱۹۸۳) در زمینه پزشکی برای تشخیص طبی از نظر کمی با ترکیب علائم بالینی به منظور پیش‌بینی و تشخیص بیماری از این مدل استفاده نموده‌اند. در زمین‌شناسی با کمک GIS با هدف ترکیب شواهد به شکل نقشه به کار گرفته شد، و از آن در زمینه‌ی شناسایی گستره‌های معدنی به شکل موفقیت‌آمیزی استفاده نمودند (McCamman, ۱۹۸۹). مدل بی‌سین به شکل لگاریتم خطی به عنوان وزن‌های نشانگر شناخته شده و در جاهایی که داده‌های کافی برای تخمین اهمیت نسبی از طریق ابزار آماری موجود است، به کار می‌رود. Bonham-Carter (۱۹۸۸) از آن برای تهیه نقشه‌های شناسایی توان معدنی استفاده نموده است. Goodacre et al (۱۹۹۳) برای تحلیل کمی کانون‌های سطحی زلزله به کمک شبکه آبراه‌ای و بهره‌گیری از این رویکرد در غرب کبک (کانادا) انجام

داده‌اند. از این مدل در زمینه معدن کاری نیز استفاده شده است Carter، ۱۹۹۴ و Harris (۲۰۰۰). Lee (۲۰۰۴)، به علاوه از این مدل برای تشخیص توان قابلیت زمین لغزش به کمک فن آوری سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده می‌شود. منطقه مورد مطالعه به علت مجاورت با مناطق ساختمانی زاگرس، اهمیت ویژه‌ای دارد. مجاورت با منطقه گسلی لعل آباد و وجود پهنه زمین لغزشی قدیمی توجه به این منطقه را مضاعف نموده است. مطالعات اخیر نیز فعالیت مجدد این پهنه لغزشی را تأیید نموده است. هدف این مقاله نخست ارزیابی روابط مکانی گسل‌ها و حوادث لرزه‌ای در ارتباط با زمین لغزش‌ها می‌باشد. وجود روابط آماری مثبت بین گسل‌ها و زمین‌لرزه‌ها به فعالیت گسل‌ها اشاره دارد. به علاوه ارزیابی روابط مکانی بین گروه‌هایی از گسل‌ها و داده‌های ثبت شده زمین لرزه‌ای شناسایی گسل‌های فعال و مؤثر در زمین لغزش‌های اخیر را نشان می‌دهد. هدف دوم از انجام این کار این است که آیا روش شواهد وزنی برای ارزیابی روابط مکانی بین ساختارهای زمین‌شناسی و زمین لرزه‌ها و زمین لغزش‌ها بویژه در نواحی‌ای که دارای داده‌های مشاهده‌ای لرزه ایست قابل کاربرد است یا نه؟

معرفی منطقه مورد مطالعه

دره مرک در جنوب شهر کرمانشاه واقع شده است. شیب و جهت عمومی آن به سمت شمال غربی است. به نظر می‌رسد که جهت عمومی دره به سمت یک فروافتادگی ساختمانی باشد و یا در محل فرود محوری یک تاقدیس، رودخانه مرک آن را قطع کرده باشد. راه دسترسی به این منطقه از طریق راه کرمانشاه به اسلام آباد و همچنین از مسیر کرمانشاه به سرونو فراهم است. این منطقه در حدود ۱۴۸۹ کیلومتر مربع مساحت دارد. با آگاهی از اینکه زاگرس به واحدهای مورفوتکتونیک با درجات متفاوتی از چین خوردگی، رورانندی، فرسایش و رسوب‌گذاری تقسیم می‌شود، منطقه مورد مطالعه بین زاگرس چین خورده و رورانده واقع شده است. ساختار لیتولوژی عمده دامنه‌های رو به شمال حوضه مرک یعنی کوه نثار، سی ولکس و لعل آباد از سیلتستون، گِل‌سنگ، ماسه سنگ، گنگلومرا و مارن می‌باشد. بیش از ۴۰۰۰۰ هکتار از مساحت حوضه از واحدهای مذکور تشکیل شده است. یعنی بیش از ۹۵ درصد دامنه‌های رو به شمال کوه‌های قلعه قازی، لعل آباد، سی

ولکس، کله مل و کوه نثار از این نوع رسوبات تشکیل شده‌اند. لازم به ذکر است بخش قابل توجهی از سطح مورد اشاره توسط پوشش جنگلی خاص مناطق زاگرس پوشیده شده است. وجود پهنه‌های لغزشی قدیمی و فعالیت مجدد اینها در دامنه‌های مورد اشاره در کنار توسعه خندق‌ها از جمله مهم‌ترین ناپایداری‌ها می‌باشند. (موقعیت منطقه در شکل شماره ۱) نشان داده شده است). متوسط دمای سالانه آن ۱۲٫۵ درجه سانتی‌گراد و میزان متوسط بارش سالیانه حدود ۵۵۰ میلی متر برآورد شده است.

زمین شناسی و ساختار های زمین ساختی

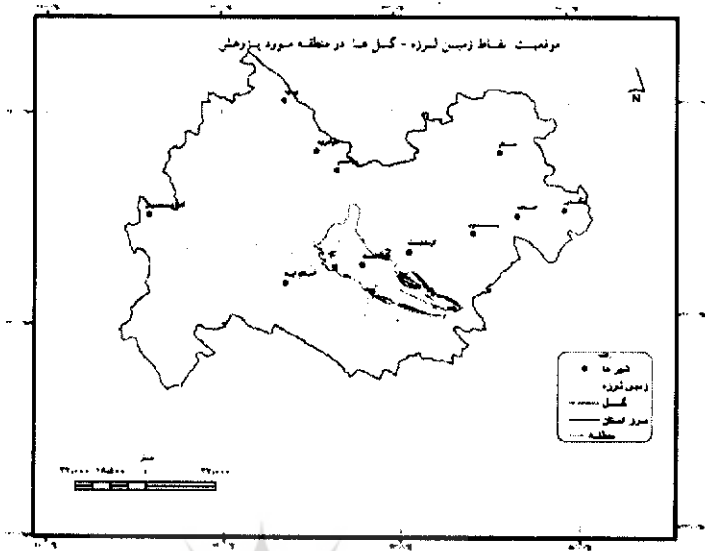
دره طولی مرک عارضه توپوگرافی مهمی در زاگرس چین‌خورده و رورانده محسوب می‌شود. این دره در امتداد گسل‌های مهم که دو زون شناخته شده چین‌خورده و رورانده را از هم تفکیک می‌نماید، قرار گرفته است. این گسل‌ها شکل عوارض را کنترل می‌کنند. لیتولوژی‌های متفاوتی در دامنه‌های شمالی و جنوبی دره در مجاورت هم (با تفاوت سنی) مشاهده می‌شوند. عملکرد گسل‌های مختلف سبب چنین وضعیتی شده است. دره مرک در درجه نخست تحت تأثیر گسل‌های متعدد دچار شکستگی فراوانی شده است. برای توجیه شکل فعلی ناهمواری باید از دیدگاه ساختمانی و چینه شناسی مسأله بررسی شود.

در واحد زمین شناسی زاگرس چین‌خورده - رانده شده، چین‌های متعددی با روند شمال غربی - جنوب شرقی تشکیل شده‌اند. این چین‌ها در اثر خمش - لغزش به وجود آمده‌اند. در کوه سفید، تاقدیسی از سازندهای کرتاسه پسین وجود دارد. هسته این تاقدیس از سازند سروک تشکیل شده است. یال جنوبی این چین در اثر چندین راندگی بریده و رانده شده است. در غرب کوه سفید، دو تاقدیس در بخش‌های شمالی و جنوبی و یک ناودیس فشرده در بخش میانی وجود دارد. تاقدیس شمالی، یک چین باز و ملایم است. یال جنوبی تاقدیس دوم برگشته و توسط چندین راندگی بریده شده است. در جنوب شرقی نیز یک ناودیس فشرده با یال شمالی برگشته تشکیل شده است. این ناودیس در ادامه به سمت جنوب به یک تاقدیس با یال جنوبی برگشته و متمایل به سمت شمال غربی

تبدیل می‌شود. این ساختمان نیز توسط راندگی‌های متعدد بریده و رانده شده است و سرانجام در جنوبی‌ترین قسمت خود، توسط یک راندگی بر روی سازند امیران کشیده شده است. سازند امیران در این محل ناودیس واضحی را با وسعت کوچک نشان می‌دهد که تحت تأثیر راندگی، یاد شده، یال شمالی آن قائم تا کمی برگشته است. کوه نثار در جنوب منطقه که از سازندهای سنوزوئیک تشکیل شده است. یک ناودیس بزرگ را نشان می‌دهد. که هسته آن از سازندهای گروه فارس است.

وضعیت گسل‌های مهم

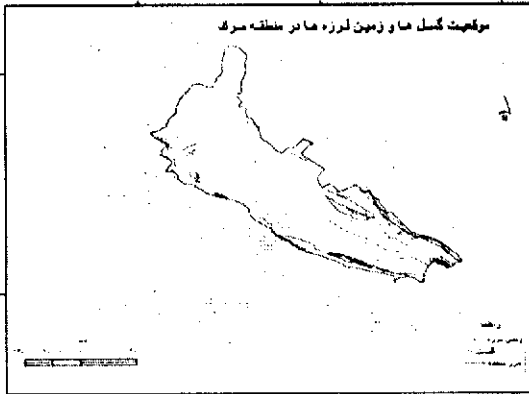
گسل‌ها در منطقه مورد پژوهش دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشند که شامل گسل‌های معکوس و تعدادی گسل عادی می‌باشند. در تفسیر پرتگاه‌ها و دیواره‌های عمودی در دامنه‌های شمالی و جنوبی منطقه می‌توان به عملکرد گسل‌ها در ایجاد آنها اشاره نمود. جهت غالب گسل‌ها موازی با محور اصلی ناهمواری‌های منطقه است. این گسل‌ها سبب ایجاد یک سری عوارض ساختمانی در منطقه شده‌اند. بسیاری از گسل‌ها از طریق این عوارض ساختمانی شناسایی شده‌اند. مهم‌ترین گسل‌های منطقه عبارتند از: دودانگه، قلعه قازی، کوه نثار، کوه باریکه، لعل آباد، مرک، پوق تاق، ريقال، سید شکر، سراب و سردر.



شکل شماره ۱- در این شکل پراکنش گسل‌ها و محل زمین لرزه‌ها در منطقه مورد تحقیق و همین‌طور در استان کرمانشاه مشاهده می‌شود. تراکم نقاط زمین لرزه‌ها در جنوب منطقه قابل ملاحظه است.

مواد و روش‌ها

در اولین گام، گسل‌های موجود در نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه رقومی شدند. توزیع نقشه گسل‌ها بر اساس شکل ظاهری آنها و اختلاف توپوگرافی ایجاد شده معلوم شده است. مدل توزیع فاصله از گسل‌ها نیز با کمک تحلیل گره‌های مکانی آرک ویو^۱ داده‌های زمین‌لرزه‌ای منطقه از شبکه لرزه‌نگاری کرمانشاه تهیه گردید. در تحلیل داده‌ها، نرم افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش شواهد وزنی نیز به کار گرفته شدند. در گام بعدی با استفاده از روش شواهد وزنی روابط مکانی بین موقعیت زمین لرزه‌ها و فاصله از گسل‌ها تحلیل گردید. سپس طبقه‌بندی مجدد روی نقشه‌ها اعمال گردید.



شکل شماره ۲، موقعیت گسل ها و نقاط زمین لرزه ای . و نیز تراکم زیاد این نقاط در اطراف دامنه های شمالی حوضه مرک

مدل شواهد (نشانگر) وزنی روشی است که داده‌های مکانی را از منابع متنوع ترکیب می‌نماید و مدل‌های پیش‌بینی کننده را برای توصیف و تحلیل تعامل‌ها در اختیار برنامه‌ریزان قرار می‌دهد (Bonham-Carter, 1994). مدل شواهد وزنی در ابتدا برای داده‌های غیرمکانی طراحی شده بود. سپس برای شناسایی پتانسیل معدنی سازگاری یافت. این مدل بر پایه قاعده احتمالاتی بی‌سین^۱ با فرض استقلال مشروط استوار است (Freund, 1991). نتیجه نهایی مدل نقشه موضعی است که وزن‌های متغیرهای پیش‌بینی کننده شواهد را با هم ترکیب می‌نماید (Phi و همکاران ۲۰۰۴) نقشه‌های نشانگر ممکن است دسته‌بندی رتبه‌ای و یا فاصله‌ای داشته باشد. در این روش ناپایداری‌ها به صورت نقاط دارای ناپایداری معرفی می‌شوند (Bardinoni, ۲۰۰۲). وزن مثبت مربوط به یک شاهد (برای مثال عامل لیتولوژی)، به این معنی است که اگر نقاط اتفاق افتاده در یک انگور بیشتر از آنچه که مورد انتظار است، باشد ناشی از شانس نبوده و برعکس اگر تعداد نقاط موجود در یک الگو بیشتر از آنچه که انتظار می‌رود، باشند به ترتیب وزن مثبت و منفی خواهد بود. برای مثال در حالت $W+$ ، مقدار به دست آمده اگر دارای وزن منفی باشد، یعنی تعداد نقاط موجود در داخل یک الگوی خاص، بیشتر از آنچه که مورد انتظار

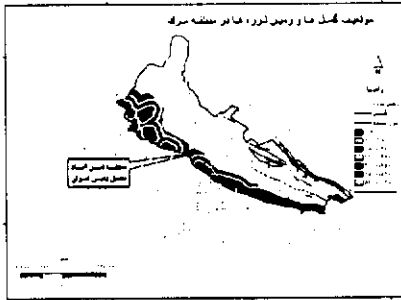
بوده اتفاق افتاده‌اند و برعکس. وزن صفر نشان می‌دهد که نقاط معرفی شده هیچ ارتباط مکانی با الگوی بررسی شده ندارند. نوسان مقادیر وزنی برای یک الگوی خاص کنتراست^۱ نامیده می‌شود. کنتراست یا تباین کمیته مهم برای تعیین عوامل یا فاکتورهای تأثیرگذار است (Wange, 2004). در تحقیق کنونی پس از اینکه مشخص شد که فاصله از گسل‌ها بویژه آن دسته از گسل‌هایی که در فاصله کمتر از نه صد متر روابط مکانی قوی با وقوع زمین لغزش دارند، از داده‌های زمین لرزه‌ای برای ارزیابی فعالیت گسل‌ها استفاده گردید (Daneshfar, 2003).

جدول شماره ۱: تغییر وزن کلاس‌های عامل فاصله از گسل در کلاس ردیف ۱ وزن شامد به حداکثر رسیده است.

گروه‌های عامله از گسل - متر	مساحت (کیلومتر مربع) گروه عامله از گسل	تعداد نقاط زمین لرزه	وزن مثبت W ₊	تفراف میان وزنی مثبت 5-W ₊	وزن منفی W ₋	تفراف میان وزنی مثبت 5-W ₋	تایب‌اوزن مثبت، وزن منفی C	انحراف میان کنتراست 5- C	C/C ₅ -C ₅ نسبت کنتراست به انحراف میان
1-900	177/177	81	0.824	0.1112	0.7251	0.2715	0.3175	0.2066	711.67
900-1800	903.12	15	0.879	0.1282	0.7251	0.2715	0.3175	0.2066	271.67
1800-2700	71.77	7	0.876	0.1282	0.7251	0.2715	0.3175	0.2066	271.67
2700-3600	21.11	6	0.751	0.2482	0.7251	0.2715	0.3175	0.2066	271.67
3600-4500	23.71	2	0.812	0.1872	0.7251	0.2715	0.3175	0.2066	271.67
4500-5400	13.71	1	0.872	0.1272	0.7251	0.2715	0.3175	0.2066	271.67

گروه فاصله از گسل: در اطراف گسل‌ها بافری ایجاد شده است. برای ایجاد این بافرها به توزیع نقاط لغزشی در اطراف گسل‌ها توجه شده است. وزن مثبت: نقاط اتفاق افتاده در یک الگو بیشتر از آنچه که مورد انتظار است، باشد ناشی از شانس نبوده و برعکس.. اگر تعداد نقاط موجود در یک الگو بیشتر از آنچه که

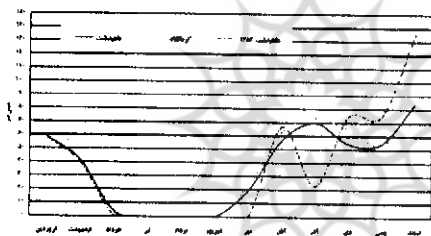
انتظار می‌رود، باشند. C: اختلاف وزن مثبت و منفی. انحراف معیار به میزان انحراف مقادیر وزن مثبت و منفی نقاط زمین لغزشی در گروه‌ها اشاره دارد.



شکل شماره ۳، فاصله به متر در اطراف گسل‌ها در دامنه‌های شمالی حوضه مرک، به موقعیت روستای لعل آباد در شکل توجه شود. فعالیت مجدد زمین لغزش‌ها در نزدیکی لعل آباد پس از بارندگی و لرزه‌های بیست و سوم اسفند هشتاد و سه صورت گرفته است.

عوامل استفاده شده در این مقاله به دو دسته تقسیم می‌شوند: دسته نخست عوامل جمع‌آوری شده و دسته دوم عوامل محاسبه شده می‌باشند. داده‌های نقاط زمین لغزشی و زمین لرزه‌ای و همین‌طور گسل در زمره دسته نخست قرار می‌گیرند. گسل‌ها از نقشه‌های زمین‌شناسی استخراج شده، و پس از رقومی کردن و ایجاد بانک اطلاعاتی^۱ در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، مقدمات محاسبه پارامترهای دسته دوم فراهم شد. با استفاده از تحلیل‌گر مکانی و تکنیک شواهد وزنی فاصله و توزیع مکانی زمین لغزش‌ها، در اطراف گسل‌ها تعیین گردید. به عبارت دیگر در اطراف گسل‌ها هاله‌ای نواری شکلی تعریف شده که در درون این هاله به عنوان مثال در گروه فاصله‌ای صفر تا نه صد متری تعداد بیشتری زمین لغزش واقع شده است. از طرف دیگر ما در منطقه با فعالیت‌های لرزه‌ای روبرو هستیم. لذا لایه نقاط لرزه‌ای منطقه و اطراف آن، فراهم شد، و در پاراگراف‌های بعدی در مورد این داده‌ها و نتایج به دست آمده بحث خواهد شد.

همان‌طور که در اشکال ۲ و ۳ مشاهده می‌شود، نقاط زمین لرزه‌ای در اطراف بعضی از گسل‌ها تراکم زیادی دارند. بویژه در نزدیکی روستای لعل آباد پراکنش زمین لرزه‌ها قابل توجه است. داده‌های لرزه‌ای شامل یک سری حوادث لرزه‌ای تاریخی در یک دوره پنج ساله استفاده شده است. درجه شدت زمین لرزه‌ها در اطراف گسل لعل آباد در طول زمان، تا وقوع فعالیت مجدد زمین لغزش‌های لعل آباد (عکس شماره ۱) افزایش یافته است. بر اساس مشاهدات محلی و مصاحبه با اهالی لعل آباد تاریخ وقوع زمین لغزش‌ها به احتمال زیاد بیست و سوم اسفند ماه ۱۳۸۳ بوده است. لازم به ذکر است که وقوع بارش قابل توجه در ماه اسفند و قبل از آن، سبب افزایش رطوبت در سازندهای سطحی شده است. شکل ۴، تغییرات میانگین بارندگی ماهانه را در یک دوره پانزده ساله نشان می‌دهد، البته ضمن آن بارندگی ماهانه سال ۱۳۸۰ به منظور مقایسه نیز جداگانه در شکل فوق ارائه گردیده است.



شکل شماره ۴، بارش ماهانه دو ایستگاه ماهیدشت، کرمانشاه و بارش ماهانه ماهیدشت در سال ۱۳۸۳ را نشان می‌دهد. میزان بارش ماهانه منتهی به زمان وقوع زمین لغزش‌ها در لعل آباد بیش از مقدار میانگین در همان ایستگاه‌هاست.

روابط مکانی بین وقوع لغزش‌ها و فاصله از گسل‌ها بر اساس مقدار تباین مقادیر وزن مثبت و منفی کلاس فاصله از گسل تعیین شده است، در فاصله کمتر از ۹۰۰ متر تا گسل‌ها، توزیع زمین لغزش‌ها دارای وزن مثبت و حداکثر تباین^۱ بوده است (جدول شماره ۱). در سیستم اطلاعات جغرافیایی، مناطق بافری^۲ برای گسل‌های منطقه ایجاد شده است، این مناطق در فاصله مشخص از گسل‌ها به شکل نوارهای متعدد مشاهده می‌شوند. این مناطق ابزار مناسبی برای تحلیل همجواری‌ها و یک معیار مهم در شناسایی

1. Contrast

2. Buffer

روابط مکانی بین لرزه‌ها و گسل‌ها می‌باشند (Feick et al, ۲۰۰۴ و Felicisimón, ۲۰۰۲). جدول شماره ۱ و شکل شماره ۳، شش منطقه بافری را نشان می‌دهند. همان طور که مشاهده می‌شود، در فاصله کمتر از ۲۰۰۰ متر نزدیک به ۵۰ درصد زمین لرزه‌ها توزیع شده‌اند، در این بافر حداکثر تباین بین وزن‌های مثبت و منفی نیز مشاهده شده است. به عبارت بهتر تراکم نقاط زمین لرزه‌ای در داخل این بافر نشان دهنده فعال بودن گسل‌های شناخته شده فعلی است، از طرف دیگر نیز تراکم زیاد زمین لرزه‌ها در دامنه‌های شمالی حوضه، که منطبق بر پهنه لغزشی قدیمی است نشان می‌دهد همبستگی مکانی بین این دو وجود داشته باشد (Maria, ۲۰۰۴).

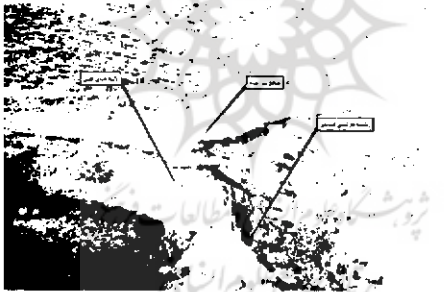
بحث و نتیجه گیری

روش شواهد وزنی برای ارزیابی روابط مکانی احتمالی بین زمین لرزه‌ها، زمین لرزه‌ها و گسل‌ها در منطقه مرک که یک منطقه فعال تکتونیکی به شمار می‌رود، به کار گرفته شد. عامل اصلی در این تباین وزن‌های مثبت و منفی عوامل توسط روش شواهد وزنی ایجاد شده است، که به عنوان یک متغیر آماری احتمالاتی استفاده شده است. از طریق آن عوامل وابسته نظیر زمین لرزه‌ها و زمین لرزه‌ها را در یک سری داده‌ها که وابستگی مکانی با گسل‌ها دارند شناسایی نموده است.

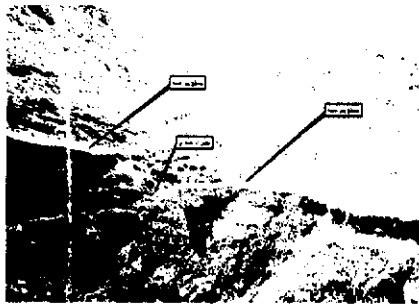
محاسبات شواهد وزنی به این نکته اشاره دارد که زمین لرزه‌های منطقه در ارتباط با فاصله از گسل‌ها در فاصله کمتر از ۹۰۰ متر توزیع شده‌اند، یعنی رابطه مکانی با گسل دارند. شدیدترین رابطه مکانی با گسل‌ها در کلاس نخست مشاهده شده است. از طرف دیگر تراکم نقاط لرزه‌ای در سطح منطقه نشان از فعالیت گسل‌های واقع در دامنه‌های شمالی حوضه داشته است. حضور سازندهای سطحی مناسب برای جذب رطوبت و همچنین پهنه لغزشی قدیمی شرایط را برای فعالیت مجدد زمین لرزه فراموش کرده است. ارزیابی اخیر و با توجه به زمین لرزه‌های قدیمی غیر فعال در دامنه‌های ذکر شده، نشان داده که حضور عوامل تحریک‌کننده نظیر زمین لرزه‌ها و بویژه بارندگی می‌تواند به وقوع زمین لرزه‌های مجدد منجر شود. به عنوان مثال زمین لرزه‌های بیست و سوم اسفند ۱۳۸۳، همبستگی بین زمین لرزه با بزرگی $2/9$ در مقیاس ریشتر در تاریخ یاد شده و

بارندگی قابل توجه پیش از این واقعه را نشان می‌دهد. زمین لغزش‌هایی که در بالادست روستای لعل آباد اتفاق افتاده‌اند، بیشتر از نوع انتقالی می‌باشند. فعالیت مجدد لغزشی در این قسمت نه تنها منبع آب این روستا را تهدید می‌کند، بلکه توان تهدید خود روستا را نیز می‌تواند داشته باشد.

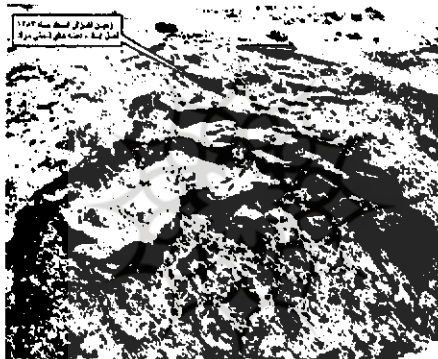
به نظر می‌رسد تحول دامنه‌های شمالی حوضه مرک با توجه به نوع لیتولوژی که بیشتر از نوع فلیش (ترکیبی از رس، سیلت، گِل‌سنگ و کنگلومرا) است یا حضور قابل توجه عوامل تحریک کننده در گذشته شدیدتر از شرایط فعلی بوده است. پهنه لغزشی قدیمی و نهشته‌های فراوان (از نوع رس، سیلت، گِل‌سنگ و قلوه سنگ) در لوگ‌های زمین‌شناسی حفر شده در دشت ماهیدشت شاهدهی بر فعالیت گسترده لغزش در دوره هولوسن بوده است. نهشته‌های افقی در داخل پهنه لغزشی قدیمی و حفر مجدد این نهشته‌ها و ناپایدار شدن دامنه‌های مشرف به آنها نمونه‌ای از فعالیت زمین لغزشی در گذشته و زمان فعلی است (شکل شماره ۵ و ۶).



شکل ۵. لایه‌های افقی موجود در پایین دست یکی از زمین لغزش‌های قدیمی، این لایه‌ها در اثر تجمع آب در پشت زبانه لغزشی به وجود آمده است. نهشته‌ها توسط جریان آب حفر شده‌اند.



شکل ۶، سطوح پر شده در اثر وقوع لغزش زمین لغزش در سال‌های خیلی دور و حفر مجدد سطوح انباشتی توسط جریان آب در بالادست روستای لعل آباد واقع در دامنه‌های شمالی حوضه مرک



شکل شماره ۷، لغزش انباشتی در منطقه لعل آباد پس از بارندگی زیاد و زمین لرزه بیست و سوم اسفند ماه

۱۳۸۳

پرتال جامع علوم انسانی

منابع

- ۱- رضایی مقدم، محمد حسین؛ اسماعیلی، رضا؛ حسین زاده، محمد مهدی (۱۳۸۶)،
پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در حوضه آبریز لاریج رود، نشریه دانشکده علوم انسانی و
اجتماعی، دانشگاه تبریز.
- ۲- شریعت جعفری، محسن. زمین لغزش (۱۳۷۵)، اصول و مبانی پایدار سازی
شیب‌های طبیعی، سازه.
- ۳- کریم اف، بونهام کارتر، (۱۳۷۹)، مدل سازی با کمک GIS برای دانش پژوهان
علوم زمین، سازمان زمین شناسی، ۱۳۷۹.
- ۴- قهرودی تالی، منیژه، (۱۳۸۴)، سیستم اطلاعات جغرافیایی در محیط سه بعدی،
جهاد دانشگاهی واحد تربیت معلم.
- 5- Brardinoni F., O. Slaymaker. (2002), Landslide Inventory in a Rugged Forested Watershed: Comparison between Air-photo and Field Survey Data, **Geomorphology** 54: 179-196.
- 6- Bonham-Carter, G. F. (1994), **Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS**, Pergamon, Oxford, 398 p.
- 7- Burton, A., and Bathrst, J. C. (1998), Physically Based Modelling of Shallow Landslide Sediment Yield at a Catchment Scale, **Environmental Geology** 35: 89-99.
- 8- Daneshfar, B., Benn, K (2003), Spatial Relationships between Natural Seismicity and Faults, Southeastern Ontario and North-Central NewYork State, **Tectonophysics** 353: 1-44.
- 9- Felicisimon, A., M., E. Frances, J.M. Fernandez, A. Gozalez (2004), Modeling the Potential Distribution of Forest with a GIS, **Photogrametric Engineering and Remote Sensing** 68, 5: 455-461.
- 10- Feick, R.d.,G. Brant Hall (2004), A Method for Examining the Spatial Dimension of Multi-Criteria Weight Sensitivity, **Geographical Information Science**, 18 (8): 815-840.

- 11- Freund J. E., Gary A. S. (1991), **Statistics**, Prentice Hall International, INC.
- 12- Goodacre, A.K., et al. (1993), Statistical Analysis of the Spatial Association of Seismicity with Drainage and Magnetic Anomalies in Western Quebec, **Tectonophysics** 217: 285–305.
- 13- Harris J.R., Wilkinson L., Grunsky E. C. (2000), Effective Use and Interpretation of Lithochemical Data in Regional Exploration Programs, **Ore Geol. Rev.** 16: 107– 143.
- 14- Lan, H. X., C. H. Zhau, L. J. Wang, (2004), Landslide Hazard Spatial Analysis and Prediction Using GIS in the Xiaojiang Watershed, Yunnan, China, **Engineering Geology** 76: 109-128.
- 15- Lee, S., Choi, J. (2004), Landslide Susceptibility Mapping Using GIS and Weight of Evidence Model, **Geographical Information Science** 18 (8): 789-814.
- 16- Lee, S., and Min, K. (2001), Statistical Analysis of Landslide Susceptibility at Yongin, Korea, **Environmental Geology** 40: 1095–1113.
- 17- Maria, C. (2005), GIS and Remote Sensing as Tools for the Simulation Use Change, **International Journal of Remote Sensing** 26 (4): 759-774.
- 18- McCamman, R.B. (1992), One Level Prediction – A Numerical Method for Estimating Undiscovered Metal Endowment, **Nonrenewable Resource** 1 (12): 139- 147.
- 19- Phi, N., Q., Bui, Hoong (2004), Landslide Hazard Mapping Using Bayesian Approach in GIS Case Study in Yangsan Area, Korea, **International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences**.
- 20- Pike, R. J., Russell W. Graymer (2003), Terrapub, Tokyo. A Simple GIS Model for Mapping Landslide Susceptibility, Concepts and Modeling in Geomorphology, **International Perspectives** 185-197.
- 21- Raghavan, V., S., Masumoto (2004), Landslide Hazard Zoning Using the Grass GIS: A Case Study in the Ojiya District, Japan, **International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences** .

- 22- Santacana, N. (2003), A GIS-Based Multivariate Statistical Analysis for Shallow Landslide Susceptibility Mapping in Lapola Delillet Area, **Natural Hazards** 30: 281.
- 23- Thiery, Y., Sterla Chini, S. (2004), Strategy to Reduce Subjectivity in Landslide Susceptibility Zoning by GIS in Complex Mountains Environments, **7th AGILE Conference on Geographic Information Science**, Greece.
- 24- Wange, H. Guorary, C. (2004), Data Integration Using Weight of Evidence Model: Applications in Mapping Mineral Resource Potentials, **Symposium on Geospatial Theory**.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی