دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی

سال سیزدهم، شماره‌ی ۴۳
پاییز ۱۳۹۲، صفحات ۱۷-۱

منیژه قهرودی تالی[۱]
محمد رضا ثروتی[۲]
رسول حسنی قارنایی[۳]

تحلیل ناپایداری های حاصل از نهشته های یخچالی در حوضه رود زاب کوچک

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۱/۲۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۰۸/۱۵

چکیده

حوضه رودخانه زاب کوچک بویژه در ارتفاعات غربی و شمالی در دوره های یخبندان قلمرو فعالیت یخچالی بوده و آثار کاوشی این یخچال ها به صورت سیرک ها و دره های یخچالی برجای مانده است. اثر دیگر یخچال ها در این حوضه ته نشین شدن نهشته های یخچالی بر روی دامنه ها و بستر رودها می باشد که امروز سبب وقوع حرکات دامنه ای می شود. این پژوهش بر اساس نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، داده های راداری سنجنده Aster با پیکسل های ۳۰ متری، تصاویر LISS III و Pancromatic از ماهواره‌ی IRS هند، داده های اقلیمی سال های ۱۳۸۷ ـ ۱۳٦۵، محدوده نهشته های یخچالی تعیین گردید و سپس عوامل موثر در ناپایداری این نهشته های شناسایی شد. برای به دست آوردن شرایط ترکیب مناسب لایه ها در پهنه بندی ناپایداری ها از روش ترکیب وزنی استفاده شده است؛ زیرا در این روش امکان استفاده از متغیرهای ناهمسان، مقایسه آن ها و همچنین ارائه ضریب برای هرکدام از متغیرها وجود دارد. نتایج این تحقیق نشان داد که در حوضه زاب کوچک پتانسیل بالایی در ناپایداری دامنه ای وجود دارد.

۱- دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی E-mail: M-Ghahroudi@sbu.ac.ir
۲- دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی
۳- کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

قلمرو با ناپایداری زیاد و خیلی زیاد بر دامنه های سیرک های یخچالی و دره های منتهی به این سیرک ها قرار دارد. همچنین تراس‌های به وجود آمده در حواشی دره‌های رود بستر ناپایداری دارد. بویژه در تراس‌های برجای مانده در ارتفاع ۱۶۰۰ متری در روستای سیلوه و بالادست آن در نزدیکی روستای زیوکه و ماشکان که از نهشته های یخچالی می‌باشند، بیشتر مساحت ناپایدار منطقه را تشکیل داده است. مخروطه‌افکنه‌ها و تراس‌های رودخآن های این حوضه امروزه در معرض تغییرات شدید قرار گرفته است. ماهیت نهشته های یخچالی از یک طرف و تحریک‌پذیری آن ها از طریق فعالیت‌های اقتصادی انسان از طرف دیگر، شرایط مخاطره‌آمیزی را ایجاد نموده است، به طوری که زمین‌های کشاورزی که روی تراس‌ها به وجود آمده دچار رانش هستند. ریزش های متعدد در دره‌های حاشیه‌ی جاده اتفاق افتاده است که در هنگام بارندگی، جلوی آب و مواد همراه را تا اندازه‌ای سد می‌کند و طغیان ناگهانی آب ها می‌تواند جاده‌ی ارتباطی و پل‌های آن را تهدید کند. مراکز پرورش ماهی و سکونتگاه های روستایی ساخته شده در کنار رودخانه و روی نهشته های سست یخچالی در معرض خطر ناپایداری زمین قرار دارند.

کلید واژه ها: نهشته های یخچالی، ناپایداری دامنه‌ای، پیرانشهر، روش ترکیب وزنی.

مقدمه

در دوره های یخچالی کشورهای کوهستانی منطقه خاورمیانه از جمله ایران به دلیل بالاتربودن ارتفاع کوهستان ها از برف مرز و همچنین شرایط مناسب اقلیمی و توپوگرافی مانند درجه حرارت، جهت باد، میزان بارندگی و جهت دامنه ها دارای یخچال های متعدد بوده اند که حجم عظیمی از نهشته های یخچالی توسط زبانه های یخی به دامنه ها و کوهپایه ها حمل شده است (Kurter, 1986:1-33; Horvath, 1975). وجود اقلیمی خشک در دوره های بین یخچالی سبب شد که بخش اعظم این نهشته های در دامنه ها و کوهپایه ها باقی بماند و امروزه بستری ناپایدار را برای سکونتگاه ها و فعالیت های انسانی ایجاد نماید. این ناپایداری ها هنگامی که با بارندگی های شدید، یا تکان های زمین و پدیده های مشابه همراه شوند، مخاطره آمیز خواهند بود. برای مثال جریان های واریزه ای مخاطره آمیز در اثر بارندگی های شدید در نهشته های یخچالی منطقه آلپ، حجم زیادی از مواد سخت نشده را به حرکت در آورد (Chiarle, et. al. 2007: 123-136). پژوهش دیگری نشان داد که در مناطقی که در معرض خطر تکان های زمین می باشند، ناپایداری های ناشی از نهشته های یخچالی تشدید می شود (McCalpin and Hart, 2003:35-36). گودی، ۲۰۱۰، رابطه تغییرات اقلیمی و وقوع لنداسلایدها را بررسی نمود و بر نقش تغییرات اقلیمی در ناپایداری دامنه ای در مناطقی پوشیده از نهشته های یخچالی تأکید نمود.(Goudie, 2010: 245–256) مطالعات متعدد دیگر

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

خطر وقوع لند اسلاید ها را در نهشته های مورنی اواخر پلیوستسن مطرح کرده اند (McCalpin and Hart, 2003; Gutiérrez et al. 2008: 187-202). ضرورت مطالعه ناپایداری های حاصل از نهشته های یخچالی زمانی بیشتر آشکار می شود که یخچال ها به عنوان مکان های توریستی مورد توجه باشند از جمله تنها جاده ارتباطی به یخچال آتاباسکا[1] در آرژانتین که از یخرفت های کناری پوشانده شده است در معرض مخاطرات ناشی از ناپایداری دامنه ای می باشد(Hugenholtz, 2009: 97). پژوهش های متعدد دیگری نیز وجود دارد که بر ناپایداری نهشته های یخچالی تاکید کردند از جمله ناپایداری دامنه ای در ارتفاعات پایین در دره ریومندوزا در آرژانتین[2] (Moreiras, 2004: 345-357)، مطالعات جاسپ لیکن[3] در نهشته های یخچالی دره یوسمیت[4] کالیفرنیا در سال ۱۸۷۵ (LeConte, 1875)، مطالعات مجدد در مخاطرات ناشی از ناپایداری در نهشته های یخچالی دره فوق (Wieczorek, et. al, 2008:421-432). بررسی ناپایداری نهشته های یخچالی در دره رود سانتا[5] (e.g. Lomnitz C1971: 535-542, Plafker G et al. 1971: 543-578). مطالعات (Burger et.al,1999:93-132) می باشند.

از آنجا که بخش اعظم شهرها و روستاها و همچنین فعالیت های انسانی در ایران به مناطق کوهپایه ای و دامنه ای اختصاص دارد و آثار یخچال ها در ایران در مناطق شمالی و غربی و حتی در دامنه های کوهستان های بلند مرکزی ایران نیز وجود دارد، لذا ضرورت مطالعه ناپایداری های نهشته های یخچالی در کشور ما وجود دارد. دره‌های یخچالی کوهستان قندیل و نواحی مجاور آن که توسط یخچال ها ایجاد شده اند، شاهد انواع حرکت های توده ای بویژه ریزش[6]، لغزش های سنگی[7]، واریزه ها[8]، روانه های سنگریزه[9] و لغزش های چرخشی[10] می باشند. این دره ها که در دوره های یخبندان کانال های تخلیه یخ بوده اند، حجم عظیمی از نهشته های یخچالی را در دامنه های خود انباشته کرده است و شرایط را برای حرکت های دامنه ای فراهم ساخته اند. پیشینه مطالعات نشان می دهد که حرکات دامنه ای در دامنه های حوضه زاب کوچک از آنجا ناشی می شود که در دوره های یخچالی در این حوضه

1 -Athabasca
2 -the Rio Mendoza Valley, Argentina
3 -Joseph LeConte
4 -Yosemite
5 -the Santa River valley
6- Rock falls
7- rock slides
8- Debris slides
9- debris flows
10- slump

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

ارتفاع خط برف دائمی تا ۱۶۰۰ متری پایین آمده است[1] و حجم نهشته های تولید شده در اثر فرسایش یخچالی در دوره های بین یخچالی دامنه های این حوضه را پوشانده است، زیرا امکان به وجود آمدن رواناب های شدید که بتواند چنین حجمی از رسوب را حرکت بدهد، نبوده است و همچنین در شرایط حاضر قدرت هوازدگی در این منطقه به اندازه ای نیست که بتواند این مقدار نهشته های را ایجاد کند. نهشته های یخچالی به صورت تراس های آبرفتی در کنار بستر رودها، به شکل مخروط افکنه در دهانه خروجی رودهای فرعی و در دامنه های این حوضه دیده می شوند که امروزه بستر مناطق مسکونی، فعالیت‌های کشاورزی و عمرانی می باشند، از جمله محور ارتباطی پیرانشهر – سردشت، سکونتگاه های روستایی، زمین‌های کشاورزی و مزارع پرورش ماهی و... بر روی این نهشته های یخچالی ایجاد شده‌اند. دامنه‌های تند و نهشته های نفوذپذیر و منفصل یخچالی، زمینه‌ساز ناپایداری‌های دامنه‌های در این منطقه هستند. در این تحقیق توزیع فضایی عوامل تشدید کننده ناپایداری در نهشته های یخچالی حوضه زاب کوچک به منظور تعیین پتانسیل ناپایداری مورد بررسی قرار گرفته است.

ویژگی های جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

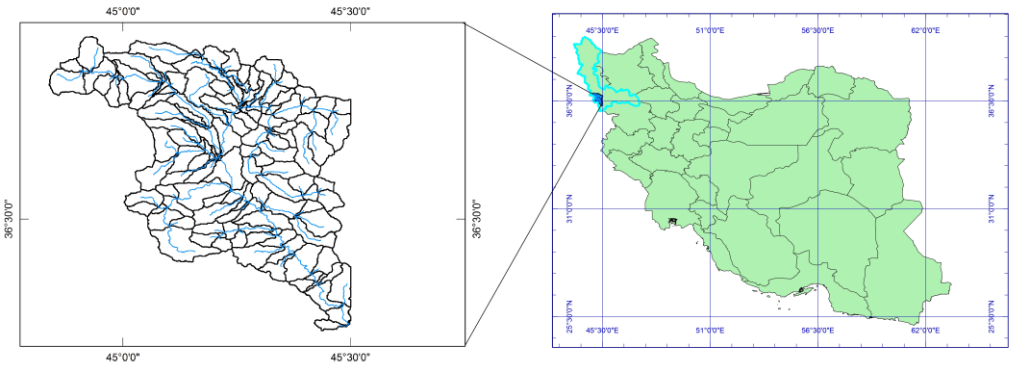
حوضه رودخانه‌ی زاب کوچک در شهرستان پیرانشهر در جنوب غربی استان آذربایجان غربی قرار دارد (شکل ۱). حوضه رودخانه‌ی زاب از دو مجموعه‌ی کوهستانی ارتفاعات سپی‌ریز[2]، کانی خودا[3] و ارتفاعات قندیل[4] تشکیل شده و دارای شواهد متعددی از یخچال ها می باشد (شکل ۲ الف، ب، ج و د). جهت کلی این ناهمواری‌ها شمال غربی – جنوب شرقی است و خط تقسیم آب آن ها مرز ایران و عراق را تشکیل می‌دهد. اولین مطالعات در یخچال های این منطقه توسط پدرامی در ۱۹۸۲ انجام شد که یخچال‌های دره‌ای در ۱۶ تا ۲۱ کیلومتری جنوب پیرانشهر در آبخورده، کَوپَر و بیکوس را شناسایی نمود و مرز ارتفاعی حدود ۱۸۰۰ تا ۱۸۵۰ متر را برای آن ها تعیین نمود و همچنین بر اساس نوشته های او یخچال کوچک بیکوس پایین‌تر از ۲۷۵۰ متری دره ای آبی دارد که مورن‌های وورم دیرین تا ارتفاع ۱۳۵۰ متری آن دیده می شود (Pedrami,1982) . نتایج مطالعات خضری و همکاران (۱۳۸۵) نشان داد که دامنه‌های غربی و شمالی این حوضه به علت جذب آب بیشتر و تبخیر کمتر، از دامنه‌های شرقی و جنوبی دارای پتانسیل ناپایداری بیشتری می باشند (خضری و همکاران، ۱۳۸۵: ۱۶۷ – ۱۴۳).

---

۱ – بنابر مطالعات رایت در دره‌های موازی با دره‌ی زاب کوچک در خاک عراق مانند بئرکیم و دره‌های شمالی کوهستان هلگورد، ارتفاع خط برف دائمی در این منطقه در حدود ۱۶۰۰ متر بوده است (Wright: 1962,131-168).

2- Spyrez
3- Kany Khoda
4- Qandil

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۱- موقعیت حوضه زاب کوچک



الف: سیرک فرعی حصار قندیل

ب: دره‌ی یخچالی شیخ آیش (Sheikh Aysh)



ج: مورن پیشانی یخچال قندیل

د: نهشته های یخچالی در حواشی پیرانشهر

شکل ۲- شواهد دوره یخچالی در حوضه زاب کوچک

زمین های این منطقه عمدتاً از آهک‌های دگرگون شده می‌باشد. تناوب آهک و شیل در بیشتر محدوده دیده می‌شود. البته در ارتفاعات شمال غربی توده‌های نفوذی (گرانیت و آمفیبولیت) وسعت قابل توجهی دارند. فشارهای وارده بر

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

منطقه باعث شکستگی‌های فراوان شده است. از جمله‌ی این گسل‌ها، گسل فعال پیرانشهر می‌باشد که به طول ۹۰ کیلومتر از پیرانشهر تا سردشت امتداد دارد. از نظر اقلیمی این منطقه، یکی از بیشینه‌های بارشی در غرب ایران می‌باشد. میزان بارش سالیانه ٦٧٨/٦ میلی متر و میانگین دما ۱۱/۹ درجه سلسیوس است. نوسان سالیانه دما در نواحی کوهستانی بسیار بالا است. حداکثر مطلق دما ۳۹/۲ درجه و حداقل مطلق دما ۲۸/٦ – درجه‌ی سلسیوس می‌باشد. رودخانه زاب کوچک، زهکش اصلی منطقه از ارتفاعات شمال غربی سرچشمه می‌گیرد و پس از دریافت شاخه‌های متعدد از جنوب‌غربی سردشت وارد کشور عراق می‌شود. دبی سالانه‌ی آن ۱/۷ میلیارد متر مکعب می‌باشد (خضری و همکاران، ۱۳۸۵: ١٦٧ – ١٤٣).

مواد و روش ها

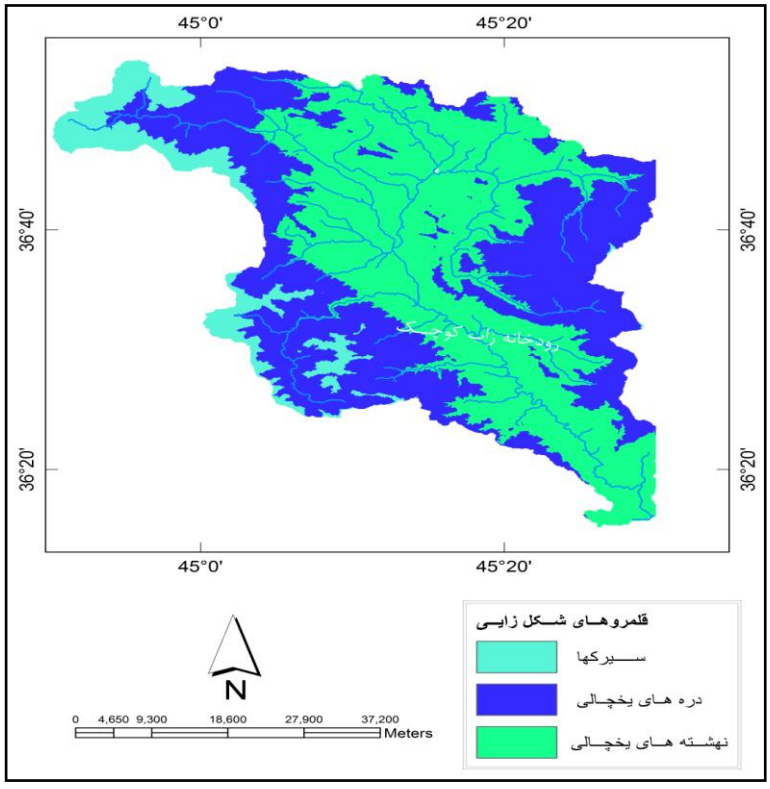
این پژوهش بر اساس نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، داده های راداری سنجنده Aster[1] با پیکسل های ۳۰ متری، تصاویر LISS III و Pancromatic از ماهواره‌ی IRS هند، داده های اقلیمی سالهای ۱۳۸۷ ـ ١٣٦٥ از ایستگاه سینوپتیک پیرانشهر و ٤ ایستگاه باران سنجی و مشاهدات میدانی طی مراحل زیر انجام شده است:

– محدوده نهشته های یخچالی بر اساس شواهد میدانی و داده های راداری سنجنده Aster تعیین گردید به این ترتیب که بر اساس مطالعات انجام شده، گرادیان دما در زاگرس ٦.٧ درجه سلسیوس در هر ۱۰۰۰ متر می باشد (Zaitchik, et al. 2007, 4133-41460) و بر اساس داده های اقلیمی میانگین دمای اگوست در ارتفاع ١٤٥٥ متری ١٦ درجه است بنابراین دما در ارتفاع حدود ٢٦٥٠ متری به صفر می رسد. همچنین بر اساس روش رایت (Wright,1962:131-168) و منحنی های میزان به دست آمده از داده های راداری سنجنده Aster، بیش از ٦٠ درصد سیرک ها بالاتر از ارتفاع ٢٦٥٠ متری می باشند. بنابراین بالاتر از این ارتفاع به عنوان قلمرو یخچال ها و ارتفاع پایین تر به عنوان قلمرو مجاور یخچالی در نظر گرفته شد. مشاهدات میدانی نشان داد که در این منطقه در ارتفاعات بالاتر از ۱۷۵۰ متر که عمدتاً دره های یخچالی قرار دارند، حجم یخرفت ها ناچیز است و فعالیت های انسانی کم است لذا ضرورت داشت که این محدوده از قلمرو نهشته های یخچالی تفکیک شود بنابراین از قلمرو ارتفاعی سیرک ها تا ارتفاع ۱۷۵۰ متری محدوده دره های یخچالی و از ارتفاع ۱۷۵۰ متر به پایین به عنوان قلمرو نهشته های یخچالی تعیین شد (شکل ۳).

1-The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) Global Digital Elevation Model (GDEM)

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

– چون بخشی از نهشته های یخچالی توسط پوشش گیاهی تثبت شده است لذا تراکم پوشش گیاهی به عنوان یک شاخص موثر در ناپایداری دامنه ای در نظر گرفته شد و برای تهیه آن، ابتدا شاخص NDVI از ترکیب تصاویر[1] LISS III و PAN از ماهواره‌ی IRS هند تهیه شد، سپس بر اساس مطالعات میدانی به نقشه تراکم پوشش گیاهی تبدیل گردید. مطالعات میدانی پراکندگی استپ‌های علفی، گون‌زارها، جوامع ارس و بلوط را به ویژه در دره های غربی نشان می دهد و همچنین گونه های دارمازو، پسته وحشی، زالزالک، بادام و ... در دره‌ی پردانان، آبخورده، بیکوس، دولنیه ومحور پیرانشهر به سردشت تا ارتفاع ۱۷۵۰ متری و حداکثر ۲۰۰۰ متر پراکنده است. بنابراین جوامع درختی به عنوان حداکثر تراکم پوشش گیاهی در نظر گرفته شد (شکل ٤). با توجه به کاهش پوشش گیاهی، شاخص NDVI به نقشه تراکم پوشش گیاهی تبدیل شد و بستر های سنگی برونزد در نقشه به عنوان یک طبقه مجزا استخراج گردید (شکل ۵).



شکل ۳- قلمروهای شکل زایی در حوضه زاب کوچک

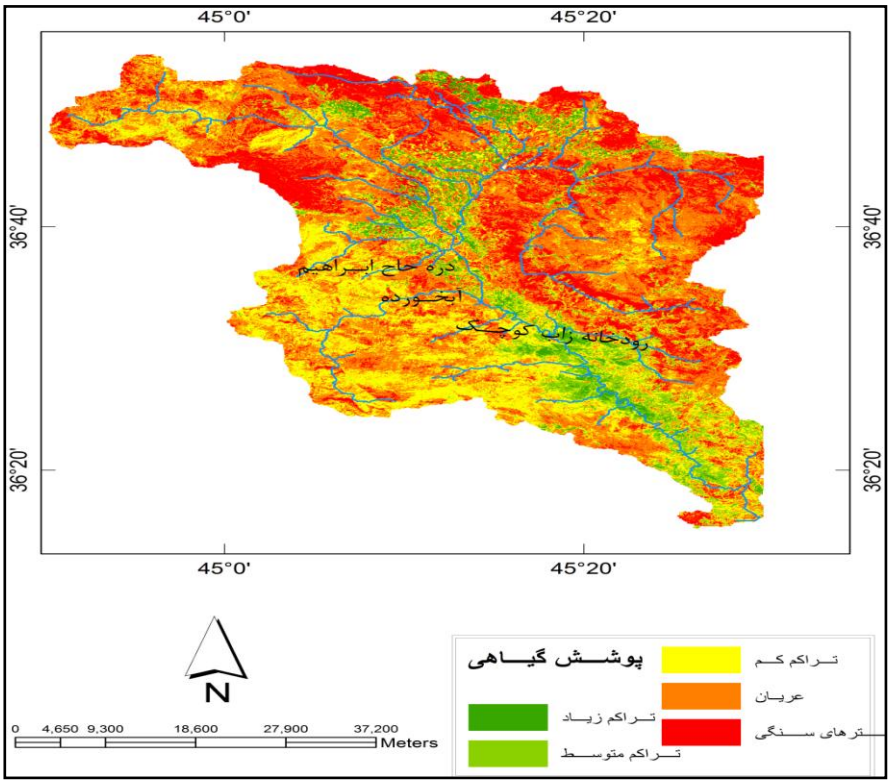
1- Merge Resolution

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- به دلیل اینکه نهشته های یخچالی در سطوح ارتفاعی بالاتر، ناپایداری بیشتری را نشان می دهد، لذا تغییرات ارتفاع نیزبه عنوان یک متغیر در ناپایداری منظور شد (شکل ٦) و همچنین به دلیل نقش شیب در ریزش های دامنه ای، از لایه شیب نیز استفاده گردید.

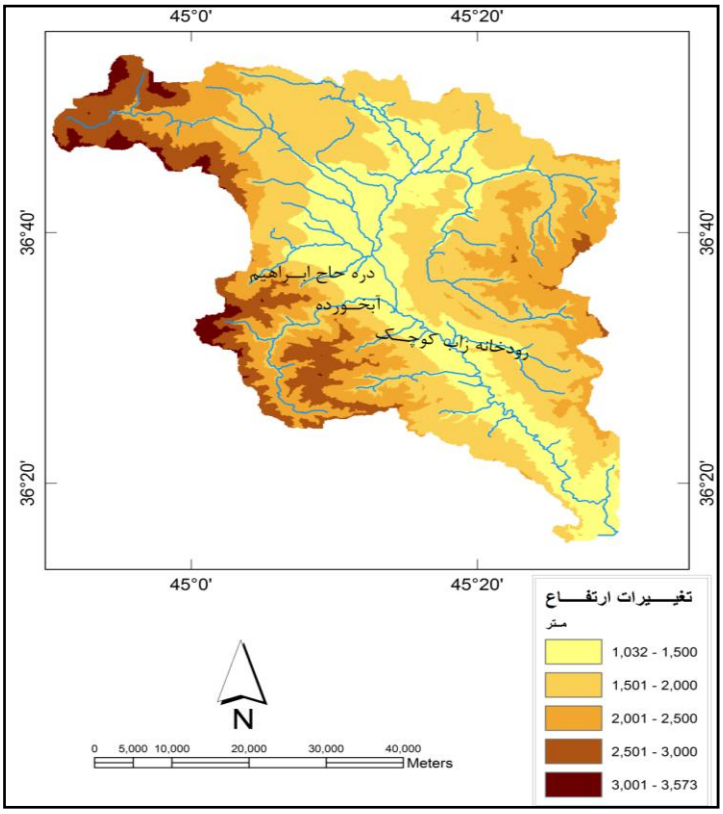


شکل ٤- عکس تراکم پوشش گیاهی در دره پردانان



شکل ٥- نقشه تراکم پوشش گیاهی

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



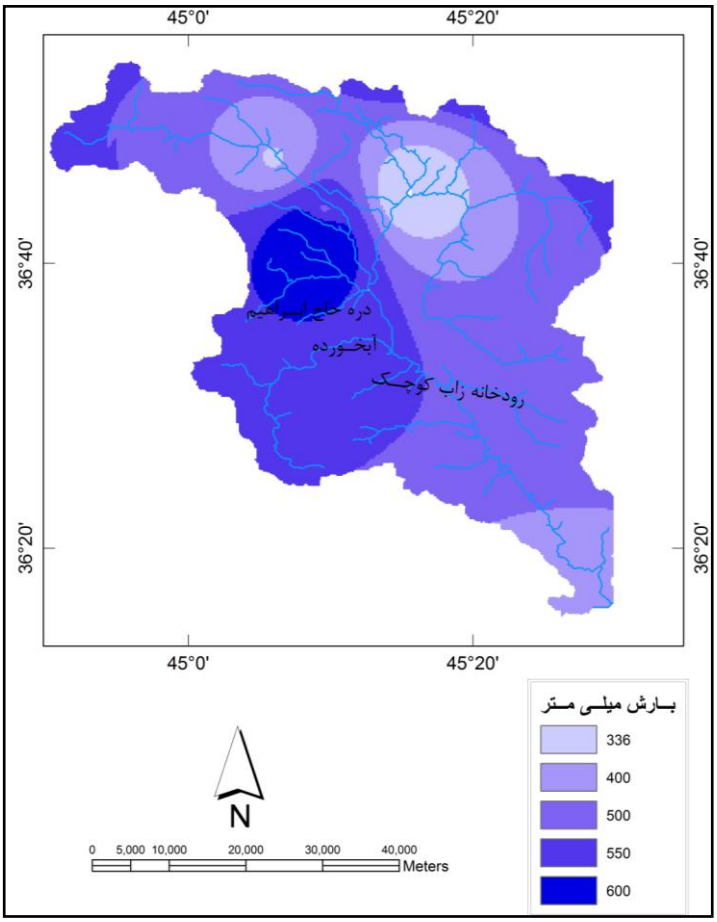
شکل ٦- تغییرات ارتفاع در حوضه زاب کوچک

٤- بر اساس آمار ایستگاه سینوپتیک پیرانشهر و ٤ ایستگاه باران سنجی در اطراف آن، میانگین بارش برای یک دوره ۲۳ ساله (۱۳۸۷ ـ ۱۳٦٥) محاسبه و بعد از انجام عمل درون یابی به روش IDW نقشه میانگین بارش به عنوان یک لایه در محاسبه ناپایداری در نظر گرفته شد(Ghahroudi, Alijani, 2009: 995-1003) (شکل ۷).

- شبکه دائمی این منطقه شامل رود زاب کوچک است که از ارتفاعات شرقی پیرانشهر یعنی لندی شیخان[1] و قلاتی شای[2] و ارتفاعات شمال غربی (کوه سپی‌ریز[3]) سرچشمه می گیرد. شاخه های فرعی این رود کانی خودا[4] و رود لیکبن نیز دائمی هستند. از طرفی دامنه رودها پوشیده از نهشته های یخچالی است که دارای میان لایه های آبرفتی نیز می باشند و بر اساس شیب و جهت دامنه، با ناپایداری هایی از نوع ریزش یا لغزش روبرو هستند. مشاهدات میدانی نشان داد که بیشتر ناپایداری ها در دامنه های نزدیکتر به شبکه های زهکشی اتفاق افتاده است. لذا از شبکه دائمی رودها و شبکه فصلی برای تعیین فاصله از بستر رودها استفاده شده است.

1 -Landi Shekhan
2 -Ghallaty Shay
3 -Spi Rez
4 -Kani Khoda

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۷- میانگین بارش سالیانه (سالهای ۱۳۸۷-۱۳٦٥)

- برای به دست آوردن شرایط ترکیب مناسب لایه ها در ارزیابی ناپایداری ها از روش ترکیب وزنی[1] با استفاده از ArcObjects در محیط ArcGIS استفاده شده است. مهم ترین مزیت های این روش یکی ترکیب متغیرهای ناهمسان است. به عبارت دیگر این روش هر نوع وزن دهی سطوح مختلف متغیرها را می پذیرد و نیازی به وزن دهی در بازه یکسان ندارد. دوم در این روش امکان مقایسه متغیرها و ارائه ضرایب برای هرکدام از عوامل وجود دارد. ضرایب متغیرها در این روش نقش عامل در مدل را بازی می کند به بیانی دیگر سهم هر متغیر با ضرایب تعیین نمی شود، بلکه ضرایب نسبتی از متغیر ها را در ترکیب بیان می دارد. معادله کلی روش ترکیب وزنی به صورت زیر است که در آن raster ها، متغیرهای مورد استفاده، influence ضرایب متغیرها، field وزن متغیرها، remap تابع اجرایی در اعمال وزن و ضریب و out_raster نتیجه محاسبات بر اساس جدول ۱ می باشند (Getis, and Aldstadt,2004: 90–104, Mitchell, 2005).

1- Weighted Sum Method

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

در این پژوهش با توجه به مشاهدات میدانی، وزن سطوح مختلف متغیرها و (معادله کلی روش ترکیب وزنی) ضرایب لایه ها تعیین شده است و نحوه دخالت متغیرها در ترکیب بر اساس نقش نسبی که در ناپایداری داشته اند، تعریف گردید.

جدول ۱- وزن و ضرایب متغیرها در روش ترکیب وزنی

متغیرها	ضرایب	تغییرات متغیرها				
قلمروهای شکل زایی	۱	محدوده‌ها		محدوده‌های یخچالی		محدوده‌نهشته های یخچالی
		۱		۷		۹
تراکم پوشش گیاهی	۰.۷۵	تراکم زیاد	تراکم متوسط	تراکم کم	بدون پوشش گیاهی	برونزد های سنگی
		۱	۳	۵	۷	۹
میزان ارتفاع (متر)	۰.۲۵	۱۵۸۱ – ۱۰۳۲	۱۹۰۰ – ۱۵۸۱	۲۲۷۵ – ۱۹۰۰	۲۶۹۰ – ۲۲۷۵	۳۵۸۹ - ۲۶۹۰
		۱	۳	۵	۷	۹
میزان شیب (درجه)	۰.۲۵	۳-۵۰	۵۱-۷۸	۷۹-۸۶	۸۷-۸۹	۹۰-۹۰
		۱	۳	۵	۷	۹
میانگین بارش سالیانه (میلی متر)	۰.۲۵	۴۰۲/۳ – ۳۳۶/۱	۴۴۴/۷ – ۴۰۲/۳	۴۷۳/۷ – ۴۴۴/۷	۵۰۹/۹ – ۴۷۳/۷	۶۰۰/۹ – ۵۰۹/۹
		۱	۳	۵	۷	۹
فاصله از بستر رودها	۰.۷۵	فاصله های نزدیک		فاصله های متوسط		فاصله های دور از بستر
		۹		۵		۱

چون قلمرو نهشته های یخچالی بیشترین ناپایداری های دامنه ای را نشان می دادند، لذا بیشترین وزن را به خود اختصاص دادند. دره های یخچالی نیز تواتر بالایی از ناپایداری های دامنه ای را دارا هستند، لذا قلمرو سیرک ها وزن کم گرفتند. چون ناپایداری دامنه ای تحت تاثیر کامل نهشته های یخچالی قرار دارد، لذا این متغیر با ضریب ۱ در تحلیل مورد استفاده قرار گرفت. مشاهدات میدانی نشان می دهد که رابطه تراکم پوشش گیاهی و فاصله از بستر رودها با پتانسیل ناپایداری معکوس است، لذا سطوح مختلف این دو متغیر با فاصله های یکسان بر اساس فراوانی هر طبقه، به طور نزولی وزن دهی شد و از طرفی چون این دو متغیر با قلمرو های شکل زایی نیز ارتباط معنی داری دارند، بنابراین با ضریب کمتر از متغیر اول یعنی ۰/۷۵ در تحلیل مورد استفاده قرار گرفتند. متغیرهای میزان ارتفاع،

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

میزان شیب و میانگین بارش سالیانه با وقوع ناپایداری دامنه ای رابطه مستقیم دارند و افزایش آن ها سبب افزایش پتانسیل ناپایداری دامنه ای می شود (البته به شرطی که شرایط سایر متغیرها مناسب باشد)، بنابراین به ترتیب صعودی وزن دهی شدند و از طرف دیگر چون ارتباط این متغیرها با پتانسیل ناپایداری دامنه ای به سایر متغیرها وابسته است، لذا ضریب ۰/۲۵ برای آن ها در نظر گرفته شد.

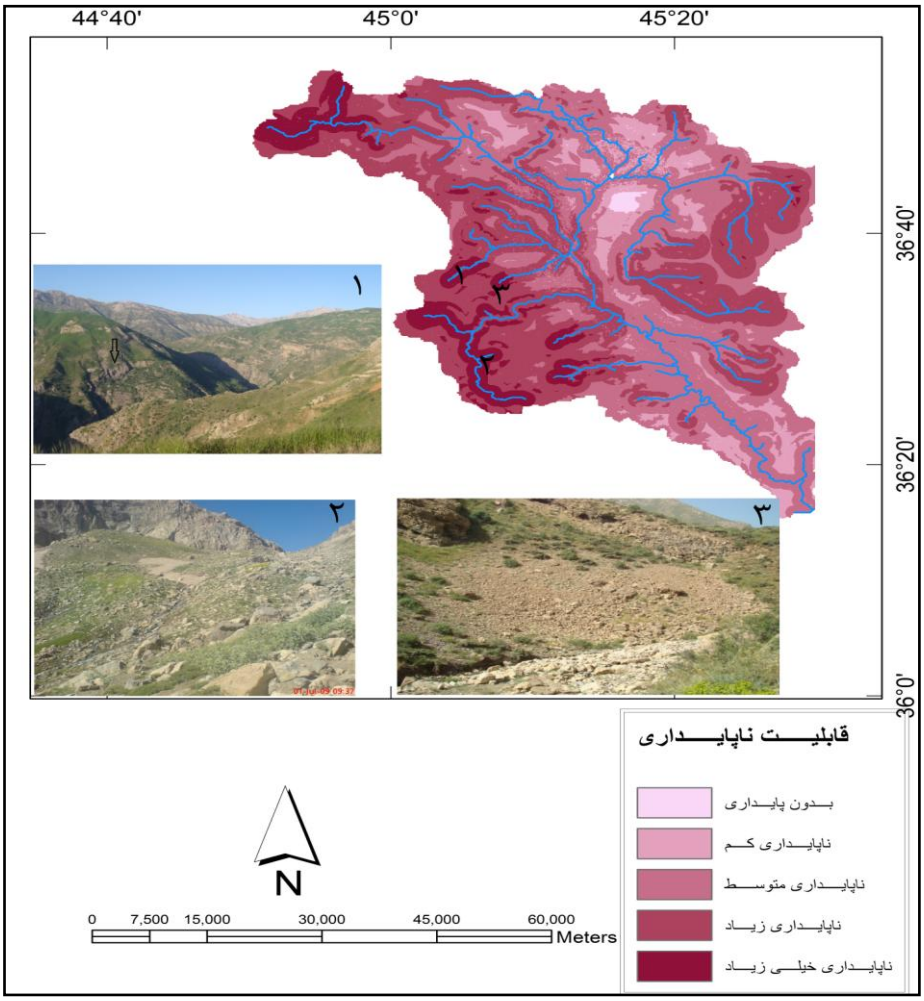
یافته‌های تحقیق

با توجه به نقشه پهنه‌بندی ناپایداری‌های دامنه‌ای (شکل ۸) و مشاهدات میدانی، حوضه زاب کوچک دارای پتانسیل ناپایداری دامنه ای می‌باشد. قلمرو با ناپایداری زیاد و خیلی زیاد بر دامنه های سیرکهای یخچالی و دره های منتهی به این سیرک ها قرار دارد که شواهد میدانی نیز نشان می دهد که دره‌های منتهی به رودخانه‌ی زاب به ویژه در قسمت شمالی آن (محدوده‌ی شهرستان پیرانشهر) آثار فرسایش یخچالی را در خود حفظ کرده‌اند. ارتفاعات غربی شهرستان پیرانشهر از سرچشمه‌های رود زاب کوچک در شمال غربی (ارتفاعات سپی‌ریز) تا جنوب غربی (ارتفاعات قندیل) تحت تأثیر یخچال‌های کوهستانی بوده‌اند. تراس‌های به وجود آمده در حواشی دره‌های رود بستر ناپایداری ها را نشان می دهد، بویژه در تراس‌های برجای مانده در ارتفاع ۱۶۰۰ متری نزدیک روستای سیلوه و بالادست آن و نزدیک روستاهای زیوکه و ماشکان که از نهشته های یخچالی می‌باشند، بیشتر مساحت ناپایدار منطقه را به خود اختصاص می دهند. نهشته های یخچالی در فاصله‌ی ۱۵ تا ۲۱ کیلومتری پیرانشهر که توسط پدرامی (۱۹۸۲) در دره‌ی رودخانه‌ی آبخورده، بیکوس و کوپر شناسایی شده بود نیز در این پژوهش جزو مناطق ناپایدار می باشد.

تراس‌های بالایی رودها که مربوط به دوره‌های قدیمی‌تر عصرهای یخچالی هستند اغلب سیمانی شده‌اند، اما تراس‌های میانی و پایین هنوز سست هستند. سستی و بافت ناهمگون نهشته های شرایط ناپایداری را برای آن ها مهیا کرده است. نفوذ آب های سطحی و آب های ناشی از ذوب برف فصل سرد و بارش‌های بهاری به کمک شیب تند دامنه‌ها، تغییر کاربری زمین و زیرشویی رودخانه‌ها مجموعه عواملی هستند که سبب وقوع ناپایداری در تراس های کنار رودها می‌شوند. نتایج این تحقیق نشان داد که دامنه‌های شمالی و شمال شرقی ناپایدار هستند زیرا این دامنه ها بیشتر در سایه قرار دارد و امکان تبخیر از خاک در آنجا کم است. مناطق با ناپایداری کم، با نواحی هموار و کم شیب و همچنین با نواحی که تراکم پوشش گیاهی به تثبیت دامنه‌ها کمک می‌کند، مطابقت دارد. عکس ۱ از شکل ۸ لغزش زمین در دره دولنیه را نشان می دهد که بر پهنه های ناپایداری خیلی زیاد قرار گرفته اند. همچنین عکس های ۲ و ۳ از همان شکل به ترتیب مربوط به تجمع نهشته های یخچالی در دره شرقی و ریزش سنگ در دره‌ی آبخورده می باشد که در قلمرو ناپایداری خیلی زیاد هستند.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

به منظور ارزیابی نتایج حاصله، جدول شماره ۲ از همپوشانی لایه ناپایداری دامنه ای و متغیرهای شیب، بارش، میانگین ارتفاع و تراکم پوشش گیاهی تهیه شده است. همچنان که این جدول نشان می دهد افزایش شیب و کاهش پوشش گیاهی ناپایداری را افزایش می دهد اما در تشدید ناپایداری، دارای آستانه شیب ٦٠ درجه و زمین های بدون پوشش گیاهی می باشند، در حالی که با افزایش میانگین بارش سالیانه و میانگین ارتفاع ناپایداری افزایش می یابد. در جدول هم پوشانی از لایه فاصله از بستر رودها استفاده نشده است، زیرا همانطور که شکل ۸ نشان می دهد قلمرو های با ناپایداری زیاد و خیلی زیاد در اطراف بستر رودها قرار گرفته است که مشاهدات میدانی نیز بیانگر آن است. لایه قلمروهای شکل زایی نیز به دلیل گستردگی و محاسبه آن بر اساس تابعی از ارتفاع، حذف شده است.



شکل ۸- قابلیت ناپایداری دامنه ای در حوضه زاب کوچک

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

بحث و نتیجه‌گیری

در حوضه‌ی رودخانه زاب کوچک بویژه در ارتفاعات غربی و شمالی آن، مواریثی از فعالیت یخچالی وجود دارند. تخلیه‌ی مواد تخریب شده به پایین دست سبب ایجاد دره‌های پرشیب در کوهستان و تراس‌های رودخانه‌ی در بیرون از کوهستان شده است. دامنه‌های پرشیب دره‌ها با توجه به وضعیت فعلی اقلیم، بویژه نوسان دما در اطراف صفر درجه به صورت یخبندان و ذوب سبب تشدید ناپایداری نهشته های یخچالی و افزایش حجم جریآن های واریزه و مخروط‌های واریزه‌ای در دامنه‌ها شده است.

جدول ۲- همپوشانی لایه ناپایداری دامنه ای و تعدادی از متغیرهای موثر

قابلیت ناپایداری	بازه شیب به درجه	بازه بارش به میلی متر	میانگین ارتفاع به متر	تراکم پوشش گیاهی
پایدار	۳-۵۰	۳۵۰-۴۰۰	۱۴۸۳	تراکم زیاد
ناپایداری کم	۲۵-۶۰	۳۵۰-۴۰۰	۱۵۶۶	تراکم متوسط تا زیاد
ناپایداری متوسط	۶۰-۷۰	۴۲۰-۵۰۰	۱۶۵۱	تراکم کم تا متوسط
ناپایداری زیاد	۶۰-۹۰	۵۰۰-۵۷۰	۲۰۵۴	زمین عریان و بستر های سنگی
ناپایداری خیلی زیاد	۷۰-۹۰	۵۵۰-۶۰۰	۲۴۲۱	زمین عریان و بستر های سنگی

در محدوده مورد مطالعه ناپایداری ها از تنوع زیادی برخوردار است (شکل ۹). روانه‌های گلی در نهشته های ریزدانه‌ی سطحی حتی در جاهایی که پوشش گیاهی خوبی دارند، رخ می‌دهند. لغزش های چرخشی و انتقالی در دیواره‌ی پرشیب تراس ها یا در محل وقوع زیرشویی رودخآن های به وقوع می پیوندد، زیرا عمل زیر شویی به جابه جایی مواد روی دامنه کمک می کند. به علت اختلاف لیتولوژی مواد تراس ها در برابر فرسایش موجب شکستگی لبه های جلو آمده مواد سیمانی شده و به دنبال آن پدیده ریزش سنگ صورت می گیرد. نمونه‌های زیادی از ریزش های بزرگ سنگ در مسیر جاده‌ی پیرانشهر- سردشت وجود دارد که از جهات مختف می‌تواند مخاطره‌آمیز باشد (Hugenholtz, 2009: 97). به طوری که تعدادی از ریزش های سنگی در دره‌های حاشیه‌ی جاده اتفاق افتاده است و در هنگام بارندگی، جلوی آب و مواد همراه را سد می‌کند و سبب طغیان ناگهانی آب ها و تهدید جاده‌ی ارتباطی و پل‌های آن می شود زیرا به استثنای پل رودخانه‌ی بادین‌آباد، دهانه بقیه پل ها کوچک هستند و گنجایش تخلیه آب حاصل از طغیآن های ناگهانی و شدید را ندارند. به دلیل آنکه مسیر جاده از روی نهشته های تراس‌های میانی عبور می کند، ریزش های سنگی مخاطرات متعددی را برای جاده ارتباطی ایجاد می کند.

فرسایش یخچالی در حوضه زاب کوچک شیب‌های تندی در دامنه ها ایجاد کرده است و از طرف دیگر مواد تخلیه شده از کوهستان تراس‌هایی را شکل داده است که به دلیل سست بودن استعداد بالایی برای ناپایداری دارند، بویژه

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

اگر با تکان های زمین نیز همراه شوند(McCalpin and Hart, 2003) . نقشه‌ی پوشش گیاهی منطقه نشان داد که بیش از ٦٠٪ مساحت این حوضه بدون پوشش گیاهی و یا دارای برونزد های سنگی است و جزو مناطق با قابلیت ناپایداری بالا می باشند. همچنین بیشتر پهنه های ناپایدار در دره‌های یخچالی کوهستان قندیل، مخروطه افکنه‌ها و تراس‌های یخچالی – رودخانه‌ی قرار دارند و این در حالی است که مخروطه‌افکنه‌ها و تراس‌های رودخآن های توسط فعالیت های انسانی دچار تغییرات شدید شده است. ماهیت نهشته های یخچالی از یک طرف و تحریک‌پذیری آن ها به وسیله فعالیت‌های اقتصادی انسان از طرف دیگر، شرایط مخاطره‌آمیزی را ایجاد نموده و سبب شده که زمین‌های کشاورزی روی تراس‌ها در معرض رانش و جاده‌های ارتباطی در معرض ریزش، فرسایش خندقی و تخریب ناشی از سیل قرار گیرند. مشاهدات میدانی تأکید نمود که مراکز پرورش ماهی و سکونتگاه های روستایی ساخته شده در کنار رودخانه و روی نهشته های سست یخچالی در معرض تهدید جدی قرار دارند که ضرورت مطالعات ژئومورفولوژیکی در این محیط را نشان می دهد.



شکل ۹- لغزش زمین غرب پیرانشهر

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

منابع

- خضری، س، روستایی، ش، رجایی، ع (۱۳۸۵)، «پهنه‌بندی و تحلیل سلولی ناپایداری دامنه‌ای در بخش مرکزی حوضه‌ی آبریز رودخانه رودخانه‌ی زاب کوچک»، ***نشریه‌ی دانشکده‌ی علوم انسانی و اجتماعی***، شماره۲۲، صص ۱۶۷ – ۱۴۳.

- رامشت، م ح (۱۳۸۲)، «نظریه کیاس در ژئومورفولوژی»، ***مجله جغرافیا و توسعه***، شماره ۱، صص ۳۶-۱۳.

- رایت، هـ (۱۹۸۶)، «***العصر الجلیدی البلاستوسینی فی کردستان***»، ترجمه: فؤاد حمه خورشید، بغداد، بدون ناشر.

- شهیدی، ع (۱۳۸۲) «نقشه‌ی زمین‌شناسی منطقه سردشت با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰»، تهران، سازمان زمین شناسی.

- Burger, K.c, Degenhardt, J.J, Giardino, J.R,(1999), "Engineering geomorphology of rock glaciers", ***Geomorphology***, 31: 93-132.

- Chiarle, M, Iannotti, S, Mortara, G, Deline, P, (2007), "Recent debris flow occurrences associated with glaciers in the Alps", ***Climate Change Impacts on Mountain Glaciers and Permafrost***, 56(1-2):123-136.

- Ghahroudi, T.M, Alijani, B, (2009), "Estimating Snow Budget of Karaj Dam Reservoir", ***American Journal of Applied Sciences***, 6 (5): 995-1003.

- Getis, A. Aldstadt. J. (2004), "Constructing the spatial weights matrix using a local statistic". ***Geographical Analysis***, 36(2): 90–104.

- Goudie, A.S, (2010), "Geomorphological hazards and global climate change", In: Alcántara- Ayala, I. Goudie, A.S. (Eds.), ***Geomorphological Hazards and Disaster Prevention***, Cambridge University Press, 245–256.

- Gutiérrez, F, et al. (2008), "Late Quaternary episodic displacement on Sackung scarp in the central Spanish Pyrenees", Secondary Paleoseismic Evidence, ***Geodinámica Acta*** 21 4:187-202.

- Horvath, E, (1975), "Glaciers of Turkey, Armenian S.S.R. and Iran, in Field", W.O, ed, Mountain glaciers of the Northern Hemisphere, pt. I I I Glaciers of Southern Asia: Hanover, N.H, U.S. Army Cold Regions Research and Engineering Laboratory, 343359.

- Hugenholtz, C, (2009), "Terrain instability and tourism at the Athabasca glacier". CANQUA–CGRG Biennial Meeting. Simon Fraser University, Burnaby Campus, Burnaby, British Columbia. 97.

- Kurter, A, (1986), "Glaciers of the Middle East and Africa, Glaciers of Turkey", U.S. Geological Survey Professional Paper 1386-G-1.

- LeConte, J. N, (1875), "***A Journal of Ramblings through the High Sierras of California, San Francisco***", Francis and Valentine.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- Lomnitz, C, (1971), "The Peru earthquake of May 31, 1970: Some preliminary seismological results", ***Bulletin of the Seismological Society of America***, 61:535-542.

- McCalpin, J.P, Hart, E.W, (2003), "Ridge-top spreading features and relationship to earthquakes, San Gabriel Mountain region", Southern California. Contributions 3 and 4. In: Hart, E.W. (Ed.), Ridge-Top Spreading in California, Contributions Toward Understanding a Significant Seismic Hazard. California Geological Survey, CD 2003- 05, disk 1 of 2.

- Mitchell, A, (2005), "***The ESRI Guide to GIS Analysis***", Volume 2. ESRI Press.

-Moreiras, S.M, (2004), "Landslide susceptibility zoning in the Rio Mendoza Valley, Argentina", ***Geomorphological Hazard and Human Impact in Mountain Environments***, 66(1-4): 345-357.

- Pedrami, M, (1982), "Pleistocene glaciations and paleoclimate in Iran", Geological Survey of Iran.

- Plafker, G, Ericksen, G.E, Concha, J.F, (1971), "Geological aspects of the May 31, 1970, Perú earthquake", ***Bulletin of the Seismological Society of America***, 61:543-578.

- Wieczorek, G. F, et al. (2008), "Investigation and hazard assessment of the 2003 and 2007 Staircase falls rock falls", Yosemite National Park, California, USA: ***Natural Hazards and Earth Systems Science***, V. 8, 421-432.

- Wright, H.E. Jr, (1962), "***Pleistocene glaciation in Kurdistan: Eiszeit-alter und Gegenwart***", 12:131-164.

- Zaitchik, B.F, Jason, P. E, Ronald, B.S, (2007), "Regional Impact of an Elevated Heat Source: The Zagros Plateau of Iran", ***Journal of Climate, American Meteorological Society***, 20: 4133-4146.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]