

## تأثیر مورفولوژی دامنه‌ها در تحول سیرک‌های یخچالی اشترانکوه

ابراهیم مقیمی<sup>\*</sup>، علی محمد یاراحمدی<sup>۲</sup>، محمدرضا ثروتی<sup>۳</sup>،  
پرویز کردوانی<sup>۴</sup>

۱- استاد جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

۳- استاد جغرافیا، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۴- استاد جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

دریافت: ۹۰/۱۱/۱۰ پذیرش: ۹۱/۸/۱۶

### چکیده

وجود شکل‌های یخچالی در کوهستان‌ها گویای نقش فرایندهای یخچالی در تحول شکل‌های سطحی زمین است؛ از جمله این شکل‌ها سیرک‌ها هستند. شکل‌گیری سیرک‌ها در دامنه‌های اشترانکوه و تفاوت درجه تحول آن‌ها تحت تأثیر مورفولوژی دامنه‌ها، موضوع این تحقیق است. اطلاعات اولیه با استفاده از تصاویر + ETM، عکس‌های هوایی، نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی و بررسی میدانی فراهم شد. این اطلاعات در محیط نرم‌افزارهای Auto Cad و GIS و Google Earth پردازش شد و داده‌های لازم به دست آمد. روش تحقیق در این مقاله، همبستگی است و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS از طریق رابطه همبستگی و رگرسیون صورت گرفت. نتایج پژوهش نشان می‌دهد در دامنه جنوبی (۱۸ سیرک) بیشترین همبستگی با تحول سیرک‌ها مربوط به متغیرهای جهت است (آزمونt ۷۱/۰، آزمونt ۶۳/۰، ارتفاع قله اصلی ۶۳/۰+). در حالی که در دامنه شمالی (۲۴ سیرک) اغلب متغیرهای ارتفاع مؤثرند (ارتفاع میانگین محور غربی ۷۴/۰+، ارتفاع میانگین محور شرقی ۶۵/۰+، ارتفاع قله اصلی ۶۴/۰+). تحلیل رگرسیون نیز گویای این است که عامل تحول سیرک‌ها در دامنه شمالی اشترانکوه، ارتفاع متوسط یال غربی و در دامنه جنوبی آزمونt یال غربی است. این روابط به دلیل تأثیر مورفولوژی دامنه‌هاست.

واژه‌های کلیدی: اشترانکوه، ژئومورفولوژی، سیرک یخچالی، یخچال.



## ۱- مقدمه

شناخت شکل‌های ناشی از اثر اقلیم و هر فعالیتی که شکل زمین را تغییر دهد و موجب جابه‌جایی مواد و تغییر کمی و کیفی انرژی جنبشی آن‌ها شود، مورد توجه ژئومورفولوژیست‌ها است (مقیمی، ۱۳۸۷: ۱). شواهد یخچالی از مهم‌ترین آثاری هستند که تحولات اقلیمی گذشته و تغییرات آینده را می‌توان براساس آن‌ها پیش‌بینی کرد (Abramowski et al., 2006: 1080) (Loso, 1998: 1). بنابراین، مطالعه شکل‌های عصرهای یخنیان اطلاعات ارزشمندی از شرایط پالئوکلیما<sup>۱</sup> فراهم می‌آورد (Philip & Ravindran, 1998: 29) (TM ۷ و ۴). محمودی (۱۳۶۷: ۱۲) شواهد ژئومورفولوژی یخچالی را یکی از مشخص‌ترین میراث تحولات اقلیمی دوره کواترنر در ایران می‌داند.

یخچال‌ها با روش‌های مختلفی بررسی می‌شوند؛ مانند استفاده از داده‌های ماهواره‌لندست در تهیه نقشه یخچال‌های هیمالیا (Kulkarni, 1994: 322) و ترسیم عوارض یخچالی و ارائه نقشه یخچال‌های منطقه «گانگاتری» هندوستان با استفاده از داده‌های ماهواره‌لندست و ترکیب باندهای ۵ و ۴ (Philip & Ravindran, 1998: 29) (TM ۷ و ۴) (Napieralski, 2007: 1) نیز از طریق تصاویر ماهواره‌ای و GIS به بررسی لندفرم‌ها و روند پیشروی و عقب‌نشینی یخچال‌ها پرداخته است. بتلی<sup>۲</sup> (2007: 644) در بررسی ژئومورفولوژی یخچال‌های جنوب جورجیا ضمن تأکید بر اهمیت ترتیب زمانی رخدادها در تفسیر ژئومورفولوژی یخچالی، اظهار می‌دارد که به دلیل تغییرات تدریجی آب و هوا امکان گسترش یخچال‌ها محدود و مرزهای یخچالی جابه‌جا شده‌اند.

اولین اظهار نظر درباره آثار مورفولوژی یخنیان های کواترنر ایران را ژاک دومرگان<sup>۳</sup> (1890) بیان کرد. او از سیرک‌های قدیمی اشتراکنکوه (در ارتفاع ۳۸۰۰ متری) خبر می‌دهد. مطالعه جدی درباره آثار اقلیم کواترنر در ایران در سال ۱۹۳۳ م با پژوهش‌های هانس

---

1. paleoclimate  
2. Gangotri  
3. Napriealski  
4. Bentley  
5. Domorgan

بوبک<sup>۱</sup> در ارتفاعات کردستان شروع شد (رامشت، ۱۳۸۳: ۱۲). بعضی از مطالعات جدید درباره یخچال‌های ایران به این شرح است:

طاهونی (۱۳۸۳) به کمک عکس‌های هوایی و نقشه‌ها به بررسی شواهد یخچالی پلیستوسن در تالش پرداخته و ارتفاع «برف‌مرز» را در ۲۳۶۰ متری تعیین کرده است. نعمت‌الهی و رامشت (۱۳۸۴: ۱) با استفاده از روش رایت و تحلیل رقومی داده‌ها به بازسازی دمایی و ردیابی آثار یخساری در دشت نمدان فارس پرداخته و شواهد مورفیک و رسوبی آن را بررسی کرده‌اند. یمانی (۱۳۸۶: ۱) در بررسی ژئومورفولوژی یخچالی زردکوه، با تعیین حدود و ارتفاع تشکیل سیرک‌ها (۳۴۰۰ متر) از وجود ۱۵ سیرک و زبانه یخچالی در مجاور قله‌ها خبر می‌دهد. رجبی و همکاران (۱۳۸۷: ۱۰۵) در مطالعه دره‌های یخچالی سهند به این نتیجه رسیده‌اند که شکل اولیه دره‌ها بر اثر سیستم‌های فرسایشی غیریخچالی دچار تغییراتی مورفولوژیکی شده‌اند. یمانی و همکاران (۱۳۸۶: ۲۰۷) در مطالعه یخچال کرکس، با مبنای قرار دادن دمای صفر برای مراکز سیرک‌ها به بازسازی شرایط دمایی دوره یخچالی وورم پرداخته‌اند. رامشت (۱۳۸۷: ۱۲۹) در بررسی آثار یخچالی منطقه بم، با ارزیابی تغییرات اقلیمی و شناسایی آثار سیرکی و دره‌ها، بم را یکی از برف‌خانه‌های بزرگ ایران در کواترنر می‌داند. منصوریان (۱۳۸۷: ۷۴) با شناسایی شکل‌های ژئومورفولوژیکی مخروط دماوند، اقدام به ایجاد یک بانک اطلاعات ژئومورفیک از طریق تصاویر ماهواره‌ای و GIS کرده است. رضایی (۱۳۸۷: ۲) با بررسی یخچال علم‌چال به استخراج متغیرهای هندسی یخچالی (وضعیت توپوگرافی، کاسهٔ یخ‌گیر، ارتفاع حداً بالا و پایین کاسهٔ یخ‌گیر و...) پرداخته است. یمانی (۱۳۸۸: ۳۱) در مطالعه حرکت یخچال‌های علم‌کوه، ضمن اندازه‌گیری زبانه‌های یخچالی، میزان جابه‌جایی زبانهٔ علم‌چال را سالیانه ۲۳۰ متر برآورد کرده است. زمانی (۱۳۸۸: ۳) در مطالعه حوضه‌های جاجرود و کرج در دامنه جنوبی و نور و هراز در دامنه شمالی البرز، حد یخ‌بندان کنونی را برای دامنه شمالی و جنوبی ۵۶۰۵ و ۴۹۳۸ متر و حد یخچالی و مجاور یخچالی را براساس مدل پلتیر در دامنه جنوبی به ترتیب ۴۳۹۰ و ۳۶۱۱ متر برآورد کرده است.

1. Bobek



سرور (۱۳۸۹: ۶۹) شواهد یخچالی البرز غربی و فرایندهای فرسایشی آن را مطالعه کرده و وجود سیرک، یخچالی در ارتفاعات ۲۵۰۰-۱۷۶۰ متر را دلیل اقلیم سرد گذشته دانسته است. موسوی (۲۰۰۸: ۱۰۱۳) یخچال‌های ایران را از نظر ساختار زمین‌شناسی به دو دسته گرانیتی و کارستیک تقسیم کرده و اشترانکوه و زردکوه را جزء کارستی‌ها دانسته است. رایت<sup>۱</sup> (۱۹۶۳) از سیرک‌های یخچالی در ارتفاع ۳۰۰۰ متری دامنه شمالی اشترانکوه و آثار یخ‌رفتی در ۲۶۰۰ متری گزارش داده است (رامشت، ۱۳۸۳: ۱۲). احمدی (۱۳۸۵: ۳۲۴ و ۳۳۶) سیرک‌ها را از شکل‌های مهم فرسایش یخچالی دانسته و به تعیین وسعت و ترسیم سیرک‌ها در دامنه شمالی اشترانکوه پرداخته است.

از بین عوارض یخچالی، «سیرک‌ها» به دلیل قابلیت تبدیل به داده‌های کمی اهمیت فراوانی دارند. اصطلاح سیرک یخچالی اولین بار به وسیله چرپتیر<sup>۲</sup> (۱۸۲۳) و فعالیت سیرک‌ها در توسعه مورفولوژی به وسیله لویز<sup>۳</sup> (۱۹۳۸) کشف شد (Graf, 1976: 76). چورولی شکل سیرک‌ها را انعکاسی از عوامل توبوگرافی، زمین‌شناسی، نوع و مدت اثر یخچال‌ها می‌داند و اظهار می‌کند: هر اندازه شرایط برای یخچالی شدن مناسب‌تر باشد، جهت‌گیری سیرک و دامنه آن وسیع‌تر می‌شود (Chorley, 1984: 159). سیرک‌های بزرگ‌تر معرف دوره پیشرفته‌تری از تکامل یخچال هستند و با گذشت زمان عمیق‌تر و محدود‌تر می‌شوند (Gordon, 1977: 192). سیرک‌ها شکل‌های اصلی یخچالی است و شکل آن‌ها مهم‌ترین عامل در تعیین شرایط یخچالی به شمار می‌رود (Graf, 1976: 88). بنابراین، در این پژوهش سیرک‌های یخچالی در اشترانکوه به عنوان متغیر اصلی پژوهش انتخاب شدند.

جانک<sup>۴</sup> (2007: 153) با بررسی رابطه زبانه‌های یخچالی با متغیرهای ناحیه‌ای در کلرادو نتیجه می‌گیرد بیشترین هم‌بستگی (۰/۷۸) بین پهنه‌ای زبانه یخچالی با عرض حوزه یخچال بوده و شتاب حدکثری زبانه یخچالی بالاترین هم‌بستگی را (۰/۷۶) با میانگین سالیانه دما دارد.

1. Wright  
2. Charpentier  
3. Lewis  
4. Janke

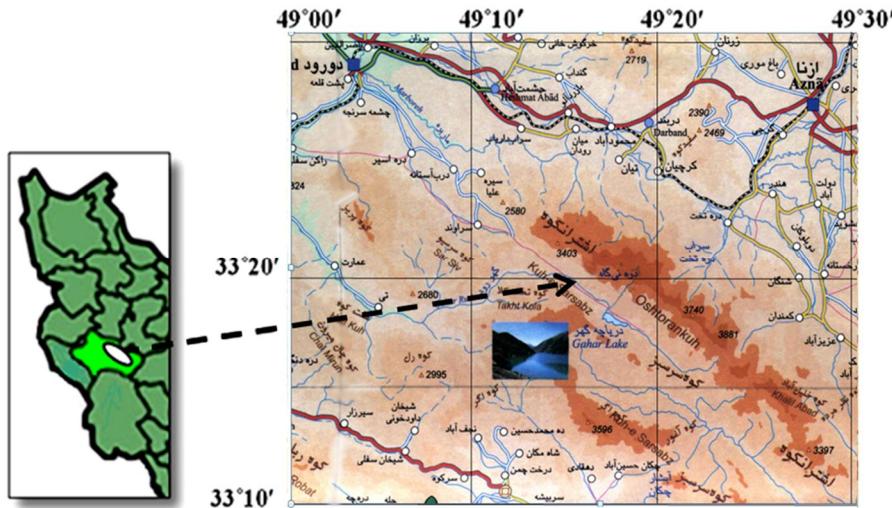
یمانی و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله «تعیین حدود مناطق مورفو دینامیکی و مورفو کلیماتیکی کواترنر در حوضه جاجرود» با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، بازدیدهای میدانی، نقشه‌ها و داده‌های اقلیمی حد پایین قلمرو یخچالی در حوضه جاجرود را تعیین کرده‌اند و این مرز را در حال حاضر در ارتفاع ۵۲۲۰ متری برآورد می‌کنند. همچنین، آن‌ها به وسیله روابط آماری به بررسی معنادار بودن رابطه شکل‌گیری و گسترش سیرک‌های یخچالی با جهت جغرافیایی و جهت ناهمواری‌ها پرداخته و بر نقش این متغیرها، مانندگاری یخ و برف و فراوانی سیرک‌ها تأکید کرده‌اند.

در تحقیق حاضر سعی شده است میزان ارتباط متغیرهای مرتبط با مورفولوژی دامنه‌ها با توسعه و تحول سیرک‌های یخچالی اشتراک‌کوه از طریق تحلیل همبستگی و روابط آماری بررسی شود.

## ۲- معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه با وسعتی حدود ۳۷۷ کیلومتر مربع در شمال شرق استان لرستان قرار دارد. طول کوهستان حدود ۴۰ کیلومتر است و عرضی کمتر از ۱۰ کیلومتر دارد (شکل ۱). حداقل ارتفاع در آن ۴۰۸۱ متر (قله سن‌بوران) و جهت آن به پیروی از امتداد عمومی زاگرس، شمال غربی- جنوب شرقی است. اشتراک‌کوه در سال ۱۳۴۸ «منطقه حفاظت شده» اعلام شد (بیات، ۱۳۶۷: ۷).

اشتراک‌کوه با استناد به روش آمبرژه، دارای اقلیم سرد کوهستانی است. حداقل مطلق دما در مرداد ماه ۳۷ و حداقل آن در بهمن ماه -۳۰ درجه است. میانگین بارش سالیانه بین ۷۰۰ تا ۸۵۰ میلی‌متر است که  $72/3$  درصد آن در پاییز و زمستان جامد است. آب بارش و ذوب یخچال‌ها در دامنه جنوبی توسط دره و رود گهر و در دامنه شمالی توسط رود ماربره زه‌کشی می‌شود. شکل شبکه، درختی است و دو شریان اصلی با جهت شمال غربی به دره سزار (دز) می‌ریزند.



شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

از نظر لیتلولوژی، سازنده‌های این کوهستان بیشتر کربناته و مهم‌ترین آن‌ها آهک و آهک شیلی سیاه (سازند ایلام و سروک) کرتاسه میانی است. بیشتر سیرک‌های یخچالی در هر دو دامنه در این لیتلولوژی شکل گرفته‌اند.

در دامنه جنوبی با تناوبی مشخص بعد از آهک کرتاسه، به طرف دره گهر به ترتیب آهک شیلی کرتاسه، آهک دولومیتی ژواراسیک، آهک و مارن تریاس، آهک و دولومیت پرمن، ماسه سنگ اردوسین و آهک و شیل کامبرین وجود دارد. در دامنه شمالی نیز بعد از آهک شیلی کرتاسه به ترتیب ماسه سنگ و آهک پالئوسن، شیل و مارن پالئوسن-میوسن، آهک (کرتاسه)، شیست، کوارتزیت و سنگ آهک تریاس وجود دارد. آبرفت‌های جوان کواترنر نیز-که حاصل فرایندهای فرسایشی شکل‌زا هستند- به صورت پراکنده در دره‌ها و مراکز سیرک‌ها وجود دارند.

### ۳- مواد و روش‌ها

هدف این پژوهش تعیین رابطه بین مراحل توسعه و تحول سیرک‌های یخچالی در اشتراک‌کوه با متغیرهای مورفولوژیکی دامنه‌هاست تا براساس آن مشخص شود کدام‌یک از متغیرهای مرتبط با دامنه‌ها نظیر ارتفاع، آزیموت، جهت، مساحت و شکل، در روند توسعه و تحول

نیمرخ و نمای سیرک‌ها هم‌بستگی یا نقش بیشتری داشته‌اند. منظور از تحول سیرک‌ها از نظر نیمرخ، عمیق‌تر شدن کف سیرک به‌سمت ارتفاع پایین‌تر، و از نظر نما نیز مدور شدن محیط سیرک مطابق الگوی‌های «الف» و «ب» در شکل شماره دو است.

نمره نیمرخ و نمای سیرک‌ها، به عنوان متغیر اصلی، از طریق نقشه توپوگرافی (مجموع نمره نما و نیمرخ) به این شکل به دست آمد: مقطع طولی (برش تهیه شده در محیط (AUTOCAD) به عنوان نیمرخ و مقطع عرضی (منحنی میزان احاطه کننده تمام محوطه سیرک) به عنوان نما انتخاب و به صورت Shape File در محیط ArkGIS ترسیم شدند. براساس میانگین فواصل بین هریک از این منحنی‌ها با نزدیک‌ترین مقطع Shape File‌های شش‌گانه مدل پیشنهادی تحول سیرک‌ها (Gordon, 1977: 192)، دو نمره بین ۱۰ تا ۶۰ برای نما و نیمرخ هر سیرک مشخص شد و نمره هر سیرک از مجموع دو نمره نما و نیمرخ از حداقل ۱۲۰ نمره تعیین شد (شکل ۲). نمره‌ها و نتایج در معادلات شبیه خط مماس نیز مورد دقت و بازنگری قرار گرفت.

نمره	نما و نیمرخ یکی از سیرک‌ها (جال کود)		الگوی رتبه‌بندی سیرک‌ها با اندکی تغییر (چورولی، ۱۳۷۹؛ Gordon, 1977)
۵	نمای سیرک در نقشه توپوگرافی		 الف
۵۰	نمای سیرک		 ب
۱۰۵	نمره مجموع		

شکل ۲ نمونه ارزش‌گذاری و تعیین نمره برای سیرک‌ها



سایر متغیرهای مرتبط با سیرک‌ها شامل نمرة نیم‌رخ و نمای سیرک‌ها، داده‌های ارتفاع (پنج مورد)، آزیموت (چهار مورد)، مساحت و شکل به تفکیک دو دامنه و براساس ترتیب از شماره ۱۸ در دامنه جنوبی و ۱ تا ۲۴ در دامنه شمالی رتبه‌بندی و مرتب شدند (جدول ۱ و ۳). ابزارهای پژوهشی شامل کارهای میدانی، تصاویر + ETM سنجنده لندست (در هفت باند مربوط به اکتبر ۲۰۰۸ در سیستم مختصات- WGS 84UTM زون ۳۹N)، تصاویر نرم‌افزار Google Earth، نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی رقومی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، نقشه ژئومورفولوژی و عکس‌های هوایی هستند.

داده‌های مورد نیاز از طریق پژوهش میدانی، اندازه‌گیری ابعاد هندسی دامنه‌ها و سیرک‌ها، عملیات آماری و ریاضی (مثل: میانگین، سطح زیرمنحنی و شب خط مماس)، تهیه نیم‌رخ توپوگرافی و نمای سیرک‌ها براساس نقشه‌های توپوگرافی رقومی و پردازش نهایی در محیط‌های نرم‌افزاری ARK GIS، GOOGLE EARTH و AUTOCAD پردازش نهایی و تحلیل داده‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS از طریق توصیف آماری، تحلیل همبستگی (بین نمرة توسعه سیرک‌ها با متغیرهای ارتفاع، آزیموت و...) و تحلیل رگرسیون صورت گرفت.

#### ۴- بحث

در اشتراک‌کوه شرایط لیتولوژی و اقلیمی در هریک از دامنه‌های کوهستان تقریباً یکسان است؛ بنابراین انتظار می‌رود شکل‌های مورفولوژی یکسانی به وجود آید. اگر شکل‌های موجود دارای تفاوت بارزی هستند، این مسئله گویای شرایط و متغیرهای ناشناخته‌ای است که به صورت محلی مداخله کرده و موجب تفاوت در شکل‌ها و درجه تحول آن‌ها شده و در مورد سیرک‌های یخچالی حائز اهمیت است.

در این تحقیق متغیرهای ارتفاع شامل ارتفاع بلندترین قله مُشرف به سیرک، ارتفاع میانگین قله‌های محور فوقانی، ارتفاع میانگین محور غربی، ارتفاع میانگین محور شرقی و ارتفاع مرکز سیرک هستند. متغیرهای جهت هم شامل آزیموت‌های «محور قله‌های فوقانی، تالوگ، محور یال غربی و محور یال شرقی» سیرک‌ها هستند. همچنین، از مساحت سیرک و ضریب

۱

گروهی ایلوس سیرک (رابطه بین شکل سیرک در مقایسه با دایره معادل آن) به عنوان متغیرهای تکمیلی مؤثر استفاده شد. متغیرها به ترتیب بالاترین درجه تکامل سیرک‌ها در جدول شماره نک و سه آمده است.

٤- دامنة جنوبية

#### جدول ۱ مشخصات سرکهای دامنه حنوبی، اشتراکاتی و انکوهو

نام میرک	مشخصه میرک	دوف	داده های مربوطه										
			تعداد	نحوه نمای و پیوچ	نحوه نمای شکلی	بررسی اسناد	نحوه نمای و پیوچ	نحوه نمای شکلی	بررسی اسناد	نحوه نمای و پیوچ	نحوه نمای شکلی	بررسی اسناد	
۱-۱	۱،۲۴	۳۶۴-	۲۰۷-	۲۲۴۵	۲۹۱۱	۴-۰۱	۲۱۱	۱۶۸	۱۷۱	۱-۰۲	۹۹	قیمت	
۱-۱۴	-۰۵	۲۰۷-	۲۰۷-	۲۲۸۵	۲۸-۹	۴-۰۱	۱۶۸	۱۷۲	۲-۰۳	۹۱,۵	۹۲	قیمت	
۱-۱۷	۱,۹۸	۲۲۱-	۲۲۷۵	۲۹۷-	۲۷۱۷	۲۷۰۱	۲۲۵	۱۸۱	۲-۰۸	۱۱-	۸-	تمدار تقویت	
۱-۱۶	۲,۲۸	۲۲۴۲	۲۲۹۲	۲۹۲-	۲۶۲۲	۲۸۷۷	۲۸۹	۲-۶	۲۱۹	۱۸۸	۷۶	هفت چشممه پیاره	
۱-۱۳	۴,۳۴	۲۲۱۴	۲۲-۴	۲۸۷۶	۲۰۰۲	۲۶۲۸	۲۲۲	۲۲۲	۲۲۸	۱۲۲	۷۷	درجه تایله	
۱-۱۲	۲,۷۷	۲۲۰-	۲۲۷۶	۲۹۱۶	۲۷۷۹	۲۷۷۹	۲-۶	۲-۲	۱۷۲	۹۰,۶	۷۷	درجه طبله	
۱-۱۱	۱,۰۷	۲-۰۵	۲-۹۹	۲۸۷۸	۲۲۲۱	۲۰۹۷	۲۲۹	۲۱۳	۲۲۱	۱۵۴	۷۷	درجه چارعیز	
۱-۱۰	۲-۹	۲۰۷۴	۲۲۰۹	۲۲۱۶	۲۹۲۶	۴-۱۷	۲۱۱	۱۹۷	۱۷۶	۱۲۱	۷۷	درجه برد	
۱-۱۱	۱,۲۵	۲۱۹۹	۲۲-۹	۲۸۰-	۲۷۱-	۲۸۱۸	۲۲۲	۲-۶	۲۲۴	۱۴۵	۶۴	علمکی گردد	
۱-۱۲	-۰,۷۷	۲۲۷-	۲۲۷۸	۲۱۶۴	۲۷۸۴	۲۷۶-	۲۲۸	۲۲۶	۲۴۹	۱۴۱	۶۲	تمدار تقویت	
۱-۱۷	۱,۷۲	۲۳۴۲	۲۲۷-	۲۹۷۱	۲۷-۸	۲۷۸۰	۲-۶	۲۲۸	۲۲۴	۱۱۷	۶۲	پیشست پیاره	
۱-۱۱	۴,۱۱	۲۲۰۹	۲۲۴۹	۲۶۷-	۲۶۷-	۴-۳۶	۴-۸۱	۲۱۲	۲۱۵	۲۱۱	۱۱-	۴۹	درجه شولی لا
۱-۱۷	۱,۹۸	۲۲--	۲۲۱۶	۲۲۲۶	۲۶۲۸	۲۷۶۲	۲۶۲	۲-۸	۲۲۴	۱۲۲	۵۵	درجه سیلیل	
۱-۱۶	۳,۰۳	۲۱۰۹	۲۱۷۷	۲۲۶۲	۲۶۲۲	۲۷۱۸	۲۰۹	۲۲۹	۲۴۳	۱۲۸	۴۹	بن برد	
۱-۱۱	-۰,۲	۲۲۱۲	۲۱۲۸	۲۷۰۴	۲۰۲۰	۲۰۷-	۲۱۱	۱۹۱	۲-۰۲	۸۹,۳	۴۸	درجه سیلیل	
۱-۱۲	۲,۱۸	۲۹۰۸	۲-۰۸	۲۶۸۷	۲۲۷۲	۲۴۷-	۲۰۳	۲۲۹	۲۷۷	۱۶۸	۴۷	کول شاکول	
۱-۱	-۰,۲۲	۲۳۸۴	۲۴۹۰	۲۲۴-	۲۶۸-	۲۷۲۲	۲۲-	۲۱۶	۲۱۸	۱۲۴	۴۵	بن برد	
۱-۱۳	-۰,۲۲	۲-۰۴	۲-۰۸	۲۱۲-	۲۱۶۷	۲۲۱۵	۲۸۶	۲۶۲	۲۱۴	۲-۰۹	۴۵	بن برد	
۱-۱۷	۱۸۷	۲۲۰۹	۲۲-۴	۲۰۸۲	۲۶۶۲	۲۷۸-	۲۲۸۸	۲1-	۲۲۲۹	۱۷۸,۹	۶۳۵	میگوین ماده	
۶,۲	۴,۷۸	۱۹۱	۱۸۱	۲۷-	۲۲۲	۲۲۱,۵	۲۰۶	۲۲۱,۱	۲۵,۰,۱۴	۲۲,۷	۲۰-۰۲	ادرافت میدار	

با استفاده از اطلاعات جدول شماره یک روابط همبستگی بین متغیرهای مستقل و متغیر اصلی، یعنی «میزان یا نمره تحول سیرکها» در دامنه جنوبی اشترانکوه محاسبه شد (ر.ک حمله ل ۲).



در جدول شماره دو، میانگین نمره درجه تحول سیرک‌های دامنه جنوبی ۶۳ با انحراف معیار ۲۰ است که در مقایسه با حداقل درنظر گرفته شده برای یک سیرک بالغ (۱۲۰)، حدی متوسط است.

براساس اطلاعات جدول شماره دو مهم‌ترین روابط همبستگی بین متغیرها به این

شرح است:

همبستگی نمره نیم‌رخ و نمای سیرک و آزیموت محور غربی -۰/۷۱ - معناداری ۹۴ درصد؛

همبستگی نمره نیم‌رخ و نمای سیرک و آزیموت تالوگ -۰/۶۳ - معناداری ۹۹ درصد؛

همبستگی نمره نیم‌رخ و نمای سیرک و ارتفاع قله اصلی +۰/۶۳ - معناداری ۹۹ درصد؛

همبستگی نیم‌رخ و نمای سیرک و آزیموت محور شرقی -۰/۵۶ - معناداری ۹۵ درصد؛

همبستگی نمره نیم‌رخ و نمای سیرک و آزیموت محور فوقاری -۰/۵۰ - معناداری ۹۹ درصد؛

همبستگی نیم‌رخ و نمای سیرک و ارتفاع میانگین محور شرقی +۰/۴۸ - معناداری ۹۵ درصد؛

همبستگی نمره نیم‌رخ و نمای سیرک و ارتفاع میانگین محور غربی +۰/۴۷ - معناداری ۹۵ درصد؛

همبستگی نمره نیم‌رخ و نمای سیرک و ارتفاع میانگین محور فوقاری ۰/۴۵ - معناداری ۹۵ درصد.

#### ۱-۱-۴- سایر همبستگی‌ها

همبستگی «آزیموت محور فوقاری» با «تالوگ سیرک، آزیموت محور غربی و شرقی سیرک‌ها» به میزان‌های +۸۶ و +۷۸ در سطح خطای ۰/۰۱، ناشی از افزایش آزیموت محور فوقاری و متمایل شدن محور کوهستان به طرف جنوب است؛ بنابراین با افزایش آزیموت محور کوهستان، آزیموت تالوگ و محور یال‌های شرقی و غربی سیرک‌ها نیز افزایش یافته است.

در اشتراک‌کوه از شمال‌غرب به جنوب‌شرق میانگین ارتفاع کاهش و آزیموت محور در مقایسه با شمال افزایش یافته است؛ بنابراین متغیرهای آزیموت با یکدیگر همبستگی مستقیم دارند (ستون‌های ۲ - ۴ جدول ۲) و با متغیرهای ارتفاع، رابطه معکوس (ستون‌های ۹ - ۵ جدول ۳).

همبستگی ارتفاع مرکز سیرک با یالهای غربی و شرقی به میزان ۰/۷۷ و ۰/۷۲ نشان دهنده رابطه معنادار و تبعیت نسبتاً بالای این متغیرها در سطح معناداری ۹۹ درصد است. همبستگی مستقیم بین متغیرهای ارتفاعی بهویژه همبستگی (۹۲٪) بین ارتفاع قله اصلی، محور فوقانی و محورهای غربی و شرقی مسئله‌ای طبیعی و گویای دقت اندازه‌گیری هاست. با توجه به همبستگی معکوس به میزان ۰/۵۶- در سطح معناداری ۹۵ درصد بین «ارتفاع مرکز سیرک و مساحت سیرک» نتیجه می‌گیریم که در دامنه جنوبی اشترانکوه با افزایش ارتفاع مراکز سیرک‌ها از وسعت آن‌ها کاسته شده است. این مسئله در مردم سیرک‌های کوچکی مثل قیف‌های ۱ و ۲ با ارتفاع بلندتر، بارز است.

جدول ۲ همبستگی متغیرها در سیرک‌های جنوبی اشترانکوه

۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	متغیرها		
گردابی	سلسله سیرک	ارتفاع محدود شرقی	ارتفاع محدود غربی	ارتفاع مرکز سیرک	ارتفاع محدود فوقانی	ارتفاع قله اصلی	آرتفاع محدود شرقی	آرتفاع محدود غربی	آرتفاع قله اصلی	آرتفاع محدود شرقی	آرتفاع محدود غربی	آرتفاع قله اصلی	آرتفاع محدود شرقی	آرتفاع محدود غربی	آرتفاع قله اصلی	آرتفاع محدود شرقی	آرتفاع محدود غربی	آرتفاع قله اصلی	آرتفاع محدود شرقی	آرتفاع محدود غربی	آرتفاع قله اصلی	آرتفاع محدود شرقی	آرتفاع محدود غربی	آرتفاع قله اصلی	
-۰/۰۶	-۰/۲۰	۱/۴۸	۱/۴۶	-۰/۲۴	-۰/۴۴	۱/۶۲	۰/۵۶	۱/۷۱	۱/۶۲	-۰/۵۰	۱/۵۰	-۰/۳۶	۰/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	
-۰/۸۳	-۰/۴۴	۱/۰۴	۱/۰۵۲	-۰/۲۴	-۰/۰۶۴	۱/۰۵	-۰/۰۵	۱/۰۱	۱/۰۰۵	-۰/۰۳۶	۱/۰۳۶	۰/۰۳۶	۰/۰۳۶	۰/۰۳۶	۰/۰۳۶	۰/۰۳۶	۰/۰۳۶	۰/۰۳۶	۰/۰۳۶	۰/۰۳۶	۰/۰۳۶	۰/۰۳۶	۰/۰۳۶	۰/۰۳۶	
-۰/۲۶	-۰/۱۵	-۰/۶۷	-۰/۴۸	-۰/۰۹	-۰/۷۱	-۰/۶۹	-۰/۸۲	-۰/۷۸	-۰/۸۶	-۰/۰۱	۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۱	
-۰/۲۳	-۰/۰۶	۱/۰۰۷	۱/۰۴	-۰/۷۲	-۰/۰۱	۱/۰۰۲	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	
-۰/۲۲	-۰/۱۴	-۰/۷۲	-۰/۶۴	-۰/۲۶	-۰/۷۴	-۰/۸۰	-۰/۷۲	-۰/۷۳	-۰/۷۳	-۰/۰۰	۱	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	
-۰/۲۰	-۰/۰۸	۱/۰۰۳	۱/۰۰۴	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰		
-۰/۰۴	-۰/۰۸	-۰/۶۳	-۰/۵۴	-۰/۲۷	-۰/۵۹	-۰/۷۲	-۰/۶۶	-۰/۶۶	-۰/۶۶	-۰/۰۰	۱	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	
-۰/۰۶	-۰/۷۶	۱/۰۰۵	-۰/۰۲	-۰/۲۷	-۰/۰۹	۱/۰۰۱	-۰/۰۰۳	-۰/۰۰۳	-۰/۰۰۳	-۰/۰۰۳	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	
-۰/۰۵	-۰/۰۷	-۰/۷۱	-۰/۶۰	-۰/۳۶	-۰/۶۲	-۰/۶۵	۱	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	
-۰/۰۳	-۰/۹۱	۱/۰۰۱	۱/۰۰۸	-۰/۱۴	-۰/۰۰۶	۱/۰۰۴	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	
-۰/۰۶	-۰/۱۸	-۰/۷۴	-۰/۷۴	-۰/۲۵	-۰/۹۲	۱	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	
-۰/۰۸	-۰/۴۸	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۳۱	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	
-۰/۰۵	-۰/۲۳	-۰/۷۷	-۰/۷۲	-۰/۰۰	-۰/۰۰	۱	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	
-۰/۰۴	-۰/۴۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	
-۰/۰۲	-۰/۵۶	-۰/۷۲	-۰/۷۷	-۰/۰۰	-۰/۰۰	۱	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰
-۰/۰۲	-۰/۰۵	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	
-۰/۰۳	-۰/۲۱	-۰/۹۲	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	
-۰/۰۰	-۰/۴۱	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	
-۰/۰۸	-۰/۲۲	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	
-۰/۰۷	-۰/۳۷	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	
-۰/۰۸	-۰/۰۸	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	-۰/۰۰	



نتایج همبستگی نشان می‌دهد در شرایط یخچالی دامنه جنوبی اشترانکوه و تحول سیرک‌ها، نقش برتر با جهت ناهمواری و آزیموت بوده؛ به طوری که بالاترین همبستگی به دست آمده ابتدا با آزیموت محور غربی سیرک‌ها و سپس با آزیموت تالوگ است.

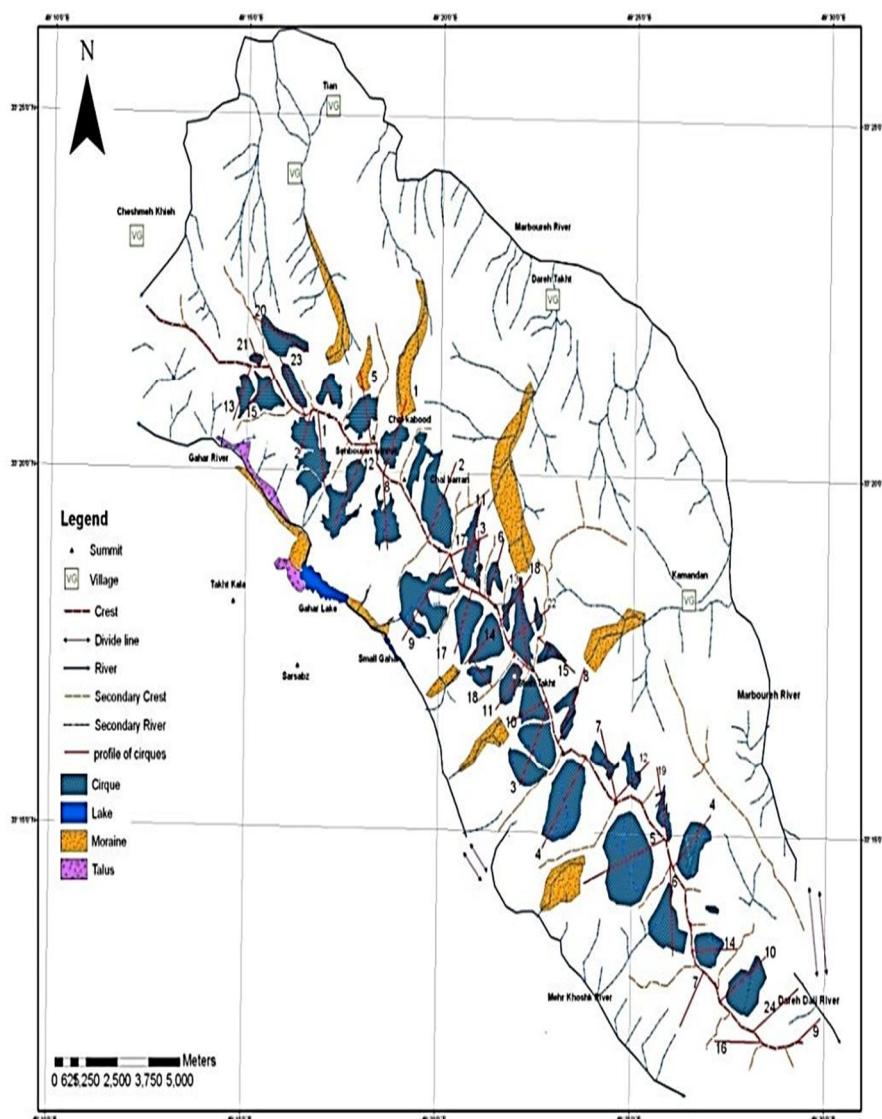
با توجه به اینکه در دامنه جنوبی اشترانکوه جهت عمومی دامنه و دره‌های یخچالی به طرف جنوب‌غربی است، همبستگی‌های معکوس نشان می‌دهد هرچه آزیموت یال غربی سیرک و «تالوگ دره» کمتر باشد، سیرک‌ها و یال‌های دو طرف به سمت جنوب متمايل شده و از تابش‌های بعدازظهر درaman مانده و باعث دوام یخ و برف و درنتیجه تحول و تکامل بیشتر آن‌ها شده است.

همبستگی معکوس درجه تحول سیرک با آزیموت محور فوکانی و یال شرقی نیز به همین دلیل است. در اشترانکوه معمولاً سیرک‌ها و دره‌های یخچالی عمود بر محور فوکانی شکل گرفته‌اند؛ از این‌رو هرچه محور کوهستان شرقی‌تر باشد، جهت دره‌ها و سیرک‌ها جنوبی‌تر و باعث درaman ماندن آن‌ها از تابش‌های صبح و بعدازظهر شده است.

همبستگی نمره تحول سیرک‌ها با متغیرهای ارتفاع - به جز ارتفاع قله اصلی - در حد متوسط و ضعیف است. همبستگی با قله اصلی نیز از یکسو مربوط به نقش ارتفاع در کاهش دما و تغذیه سیرک در ایجاد سایه و از سوی دیگر جلوگیری از تابش صبحگاهی است.

#### ۴-۱-۲- تحلیل رگرسیون

با توجه به وجود چندین متغیر مستقل در تعیین قوی‌ترین متغیرهای پیش‌بینی‌کننده، از روش «رگرسیون چندگانه گام‌به‌گام» استفاده شد. براساس این تحلیل آشکار شد تحلیل رگرسیون تنها تا یک گام پیش رفته و از بین متغیرهای دامنه جنوبی، متغیر «آزیموت یال غربی سیرک» با میزان همبستگی  $0.712$ ، ضریب تعیین تعدل شده  $0.47$  و خطای  $0.01$  در سطح اطمینان  $99$  درصد تعیین‌کننده متغیر وابسته مورد نظر است. میزان  $F$  نیز با سطح خطای یک‌صدم معنادار شده که حاکی از معنادار بودن رگرسیون است.



شکل ۳ نقشه ژئومورفولوژی منطقه اشتارانکوه، موقعیت سیرک‌ها و برش‌ها و رسوب‌های یخچالی

## ۲-۴- دامنه شمالی

جدول ۳ مشخصات سیرک‌های دامنه شمالی اشترانکوه

ردیف	نام سیرک	مساحت سیرکی km <sup>2</sup>	مساحت کوه‌پاره‌های شیوفی (متر)	ارتفاع مدور شیوفی (متر)	ارتفاع مدور غربی (متر)	ارتفاع مدور سیمه‌ک (متر)	ارتفاع مدور غوچانی (متر)	ارتفاع قلدری اصلی (متر)	ارتفاع مدور شرقی سیمه‌ک	ارتفاع مدور غربی سیمه‌ک	ارتفاع مدور غوچانی	ارتفاع تلوزیک سیمه‌ک	نحوه نصب خاک‌رسانی	مشخصات سیرک
۱	چال کبود	۱.۷۶	۳۸۴۱	۳۸۲۶	۳۶۴۰	۴۰۳۰	۴۰۸۱	۸۳	۱۸	۱۵۰	۱۰۵.۸	۱۰۵	چال بیکان	چال بیکان
۲	فیالسون شرقی	۲.۱۶	۳۷۸۰	۳۷۰۴	۳۵۸۸	۳۹۲۷	۴۰۸۱	۲۲	۵۵	۲۰۷	۱۰۵.۱	۱۰۳	E	کوله جنون
۳	پیاره مرکز	۰.۸۷	۳۲۱۲	۳۵۰۰	۳۳۸۰	۳۵۹	۳۷۶۲	۱۲	۴۷	۱۷۸	۸۳.۸	۸۸	چال میشان	چال میشان
۴	دره تخت هیبد	۰.۳	۳۵۲۲	۳۵۵۹	۳۳۲۵	۳۷۸	۳۸۱۸	۱۷۴	۴۹	۱۱۱	۱۱۴.۶	۷۸	شاتخت	شاتخت
۵	پیاره انتبهای	۲.۰۸	۳۵۷۹	۳۶۷۶	۳۳۰۵	۳۹۰۸	۴۰۵۱	۷.۷	۱۷۶	۱۷۳	۱۰۸.۴	۷۵	گراز راه (۲)	گراز راه (۲)
۶	چال قبله	۳.۲۷	۳۳۷۵	۳۳۶۲	۳۰۵۰	۳۶۸۷	۳۷۵۱	۲۰	۲۳	۲۰۹	۱۲۳.۱	۷۲	پیاره شرقی	پیاره شرقی
۷	پیاره مرکز	۰.۸۸	۳۳۶۹	۳۴۱۴	۳۰۷۰	۳۶۱۱	۳۸۰۷	۱۶۹	۳	۱۶۱	۸۵.۸	۶۳	ازنادر شرق	ازنادر شرق
۸	کوله جنون	۴.۳۸	۳۳۶۴	۳۲۴۳	۲۸۰۹	۳۵۷۶	۳۷۲۸	۵۰	۷۷	۳۶.۷	۱۲۱.۵	۶۰	چال بیکان	چال بیکان
۹	چال همانیون	۰.۸۹	۳۳۹۰	۳۵۵۰	۳۳۸۰	۳۵۸۳	۳۷۴۴	۸	۱۰۶	۵۳.۴	۱۲۹.۷	۶۰	گراز راه (۱)	گراز راه (۱)
۱۰	چال همانیون	۲.۱۹	۳۱۹۵	۳۲۰۱	۲۹۶۴	۳۴۴۴	۳۵۲۱	۴۷	۹۰	۵۴.۰	۱۳۶.۷	۵۶	انحراف معیار	انحراف معیار
۱۱	پیاره غرب	۰.۸۹	۳۵۰۰	۳۵۵۳	۳۳۵۶	۳۷۲۳	۳۷۵۴	۴۷	۴۶	۱۱۵	۱۳۰.۲	۵۹	انحراف معیار	انحراف معیار
۱۲	ازنادر غرب	۳.۹	۳۲۸۱	۳۴۰۴	۲۸۳۹	۳۵۹۷	۳۸۰۷	۱۷۴	۴۵	۶۱.۳	۱۲۵.۲	۵۸	شاتخت	شاتخت
۱۳	کوله جنون	۱.۱۷	۳۴۸۶	۳۳۷۵	۳۲۸۰	۳۶۵۵	۳۸۷۲	۱۷۱	۳۳	۱۷۵	۱۱۹.۱	۵۶	چال بیکان	چال بیکان
۱۴	پیاره غرب	۰.۹۷	۳۱۵۱	۳۲۱۱	۲۹۸۲	۳۴۵۱	۳۴۷۰	۹۰	۱۰۶	۸۹.۷	۱۱۱.۱	۵۵	شاتخت	شاتخت
۱۵	پیاره انتبهای	۱.۵۷	۳۴۸۶	۳۳۴۹	۳۰۵۲	۳۷۲۸	۳۸۷۲	۸۸	۱۱۹	۱۱۳	۱۲۴.۰	۵۲	چال بیکان	چال بیکان
۱۶	گراز راه (۱)	۰.۸۲	۳۵۵۹	۳۵۲۴	۳۲۷۱	۳۷۲۹	۳۸۱۸	۴۹	۴۴	۴۰.۰	۱۲۲.۰	۵۲	چال بیکان	چال بیکان
۱۷	سراب صیرازی	۱.۴۰	۳۴۰۴	۳۲۵۲	۲۶۶۳	۳۸۵۳	۳۸۹۰	۷۱	۱۰۵	۷۳.۵	۱۴۰	۵۱	چال بیکان	چال بیکان
۱۸	چال همانیون	۱.۳۶	۳۴۱۶	۳۴۲۶	۳۱۶۴	۳۶۴۹	۳۷۵۱	۱۷۴	۲۶	۳۳.۵	۹۸.۸	۴۹	چال همانیون	چال همانیون
۱۹	ازنادر شرق	۰.۷۹	۳۴۷۵	۳۳۸۱	۳۱۴۲	۳۶۱۴	۳۷۶۰	۱۷۰	۱۷۴	۱۷۰	۱۳۲.۹	۴۷	چال همانیون	چال همانیون
۲۰	خرس در	۴.۳۶	۳۵۷۲	۳۳۰۶	۳۱۵۵	۳۷۴۳	۳۸۵۸	۱۰۱	۱۴۷	۱۰۴	۱۱۴.۲	۴۲	چال همانیون	چال همانیون
۲۱	کول مسگون	۱.۱۶	۳۳۸۰	۳۲۶۰	۲۷۰۲	۳۵۶۱	۳۴۹۵	۱۴۲	۱۴۲	۱۴۴	۹۶.۲	۴۰	چال همانیون	چال همانیون
۲۲	گراز راه (۲)	۰.۷۷	۳۴۲۵	۳۴۶۶	۳۱۸۵	۳۷۲۲	۳۷۲۲	۳۳	۸۴	۴۸.۶	۱۵۴.۲	۳۷	چال همانیون	چال همانیون
۲۳	چشمبه شیبر	۱.۲۲	۳۳۸۰	۳۳۰۰	۳۱۲۵	۳۵۷۱	۳۷۰۴	۱۶۲	۱۵۴	۱۴۰	۹۸.۲	۳۵	چال همانیون	چال همانیون
۲۴	دره دایبی	۱.۷۱	۳۰۹۴	۳۱۴۵	۲۹۲۰	۳۳۰۱	۳۳۸۹	۵۳	۴۸	۵۵.۳	۱۴۰.۰	۲۷	گراز راه (۱)	گراز راه (۱)
۲۵	عیانگین داده	۱.۶۹۲	۳۴۴۹	۳۴۱۶	۲۹۲۰	۳۶۹۸	۳۷۷۲	۷۹.۸	۷۴.۲	۸۲.۵	۱۲۰.۶	۵۹.۵	انحراف معیار	انحراف معیار
۲۶	انحراف معیار	۰.۶۶	۳۰۸۷	۱۷۰	۱۷۲	۲۱۹	۱۶۳	۱۷۶	۵۷	۵۹	۲۱	۲۰	چال همانیون	چال همانیون

براساس اطلاعات جدول شماره چهار، مهم‌ترین روابط همبستگی بین متغیرها به این شرح

است:

هم‌بستگی نیم‌رخ و نمای سیرک و ارتفاع میانگین محور غربی ۰/۷۴ با سطح معناداری ۹۵ درصد؛

هم‌بستگی نمره سیرک‌ها و ارتفاع میانگین محور شرقی ۰/۶۵ با سطح معناداری ۹۹ درصد؛

هم بستگی نمره سیرک‌ها و ارتفاع قله اصلی به میزان ۰/۶۴ با سطح معناداری ۹۹ درصد؛

هم بستگی نمره نیم‌رخ و نمای سیرک و ارتفاع میانگین محور فوکانی ۰/۶۰ با معناداری ۹۹ درصد؛

هم بستگی نمره نیم‌رخ و نمای سیرک و ارتفاع مرکز سیرک ۰/۵۶ با سطح معناداری ۹۹ درصد؛

هم بستگی نمره نیم‌رخ و نمای سیرک و آزمودت محور غربی ۰/۵۱- با سطح معناداری ۹۹ درصد؛

هم بستگی نمره نیم‌رخ و نمای سیرک و آزمودت محور فوکانی ۰/۳۷- با سطح معناداری ۹۰ درصد.

**جدول ۴ همبستگی متغیرها در سیرک‌های شمالی اشتراک‌کوہ**

۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	متغیر
فرودگاه‌های ۳	مساحت سیرک	ارتفاع محور شرقی	ارتفاع محور غربی	ارتفاع سیرک	ارتفاع محور فوکانی	ارتفاع قله اصلی	آزمودت محور شرقی	آزمودت محور غربی	آزمودت تالوگ	آزمودت محور فوکانی	
-/۰۲	-/۰۴	-/۶۵	-/۷۴	-/۵۶	-/۶۰	-/۶۴	-/۳۶	-/۵۱	-/۲۱	-/۳۷	نمره نیم‌رخ و نمای سیرک
-/۹۲	-/۸۶	-/۰۰۱	-/۰۰	-/۰۰۴	-/۰۰۳	-/۰۰۱	-/۰۸	-/۰۱۲	-/۲۲	-/۰۷	سطح خطأ
-/۰۵	-/۱۰	-/۴۶	-/۳۵	-/۲۷	-/۲۶	-/۲۸	-/۲۲	-/۲۲	-/۲۳	۱	آزمودت محور فوکانی
-/۸۰	-/۸۸	-/۰۲	-/۰۹	-/۱۹	-/۲۱	-/۰۶	-/۲۱	-/۲۷	-/۱۱	۰	سطح خطأ
-/۱۷	-/۱۹	-/۰۷	-/۱۰	-/۱۰	-/۱۷	-/۰۲	-/۲۸	-/۴۴	۱	آزمودت تالوگ	
-/۲۷	-/۲۸	-/۷۴	-/۳۴	-/۶۵	-/۶۱	-/۶۳	-/۰۶	-/۰۳	۰	سطح خطأ	
-/۰۷	-/۰۸	-/۱۶	-/۲۲	-/۲۰	-/۱۰	-/۱۵	-/۰۸	۱		آزمودت محور غربی	
-/۸۸	-/۷۰	-/۴۵	-/۱۲	-/۳۵	-/۶۵	-/۴۷	-/۷۰	۰		سطح خطأ	
-/۱۴	-/۱۴	-/۲۲	-/۲۲	-/۲۰	-/۲۴	-/۱۵	۱			آزمودت محور شرقی	
-/۰۲	-/۰۵	-/۱۸	-/۱۱	-/۱۵	-/۱۶	-/۴۸	۰			سطح خطأ	
-/۱۲	-/۱۳	-/۸۷	-/۷۷	-/۶۲	-/۹۲	۱				ارتفاع قله اصلی	
-/۰۶	-/۰۴	-/۰۰	-/۰۰	-/۰۰۱	-/۰۰	۰				سطح خطأ	
-/۲۲	-/۰۲	-/۳۹	-/۷۷	-/۷۴	۱					ارتفاع محور فوکانی سیرک	
-/۳۰	-/۹۲	-/۰۰	-/۰۰	-/۰۰	-/۰۰	۰				سطح خطأ	
-/۲۲	-/۱۴۳	-/۷۹	-/۷۵	۱						ارتفاع مرکز سیرک	
-/۳۰	-/۰۴	-/۰۰	-/۰۰	-/۰۰	۰					سطح خطأ	
-/۰۶	-/۲۰	-/۸۳	۱							ارتفاع محور غربی	
-/۷۸	-/۲۴	-/۰۰	۰							سطح خطأ	
-/۲۲	-/۰۳	۱								ارتفاع محور شرقی	
-/۲۹	-/۸۸	۰								سطح خطأ	
-/۰۰	۱									مساحت سیرک	

#### ۴-۱-۲-۱- سایر همبستگی‌ها

همبستگی معکوس آزیموت محور فوچانی با ارتفاع قله اصلی ( $-0/38$ )، ارتفاع متوسط یال غربی و شرقی دو طرف سیرک ( $-0/46$  و  $-0/35$ ) مربوط به شرایط عمومی اشترانکوه است که به طرف جنوب‌شرق کوهستان آزیموت افزایش پیدا می‌کند و ارتفاع متوسط آن کاهش می‌یابد (جدول ۴).

همبستگی مستقیم متغیرهای مختلف ارتفاعی به میزان‌های  $0/92$ ،  $0/62$ ،  $0/87$ ،  $0/77$ ،  $0/74$ ،  $0/89$ ،  $0/79$ ،  $0/75$  و  $0/83$  در سطح معناداری ۹۹ درصد در ردیفهای ۵-۸ بیانگر تطابق و پیروی به نسبت بالای این متغیرها از همدیگر است.

همبستگی معکوس بین «ارتفاع مرکز سیرک» و «مساحت سیرک» به میزان  $0/43$ - بیانگر این است که با کاهش ارتفاع مرکز سیرک‌ها (به سمت جنوب‌شرقی)، بر مساحت آن‌ها افزوده می‌شود.

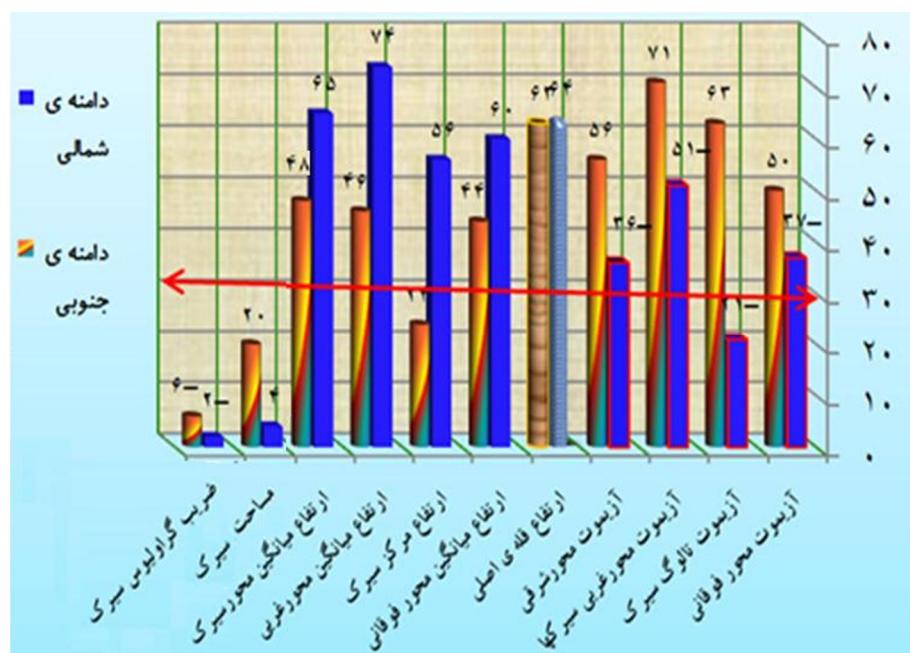
#### ۴-۲-۲- تحلیل رگرسیون

در دامنه شمالی نیز برای تعیین قوی‌ترین متغیرهای پیش‌بینی‌کننده از روش «رگرسیون چندگانه گام به گام» استفاده شد. براساس این تحلیل، معادله تحلیل رگرسیون تنها یک گام پیش‌رفته است و از بین متغیرهای دامنه شمالی فقط «ارتفاع متوسط یال غربی سیرک‌ها» با میزان همبستگی  $0/743$ ، ضریب تعیین تعدیل شده  $0/53$  و خطای  $0/01$  در سطح اطمینان ۹۹ درصد تعیین‌کننده متغیر وابسته یعنی نمره نیم‌رخ و نمای سیرک است. میزان F نیز با سطح خطای یک‌صدم و سطح ۹۹ درصد معنادار شده که حاکی از معناداری رگرسیون است.

### ۵- نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد در تحول سیرک‌ها (از مرحله ۱۰ به ۶۰) یعنی عمیق‌تر شدن کف سیرک به سمت ارتفاع پایین‌تر (نیم‌رخ) و مدور شدن محیط سیرک (نمای) در دامنه شمالی اشترانکوه، بیشترین نقش را ابتدا پنج متغیر ارتفاعی و سپس متغیرهای جهت یا آزیموت داشته‌اند. در این میان، بیشترین همبستگی مربوط به میانگین ارتفاعی

یال غربی سیرک هاست. این همبستگی بالا بدلیل نقش یال های غربی در جلوگیری از تابش های بعداز ظهر است. با توجه به شرایط ارتفاعی کوهستان، عرض جغرافیایی، ارتفاع خورشید و آنالمای تابش، اوج گرمای روزانه در ساعت های بعداز ظهر است؛ بنابراین ارتفاع یال غربی و شرقی، ارتفاع قله اصلی و محور فوقانی و ارتفاع مرکز سیرک ها در تحول سیرک ها نقش بارزی دارند. بعد از تأثیر متغیرهای ارتفاع، آزمودت محور غربی با همبستگی  $0.51$  نیز از عوامل دامنه ای مؤثر به شمار می آید. همچنین، روابط همبستگی و شکل شماره سه نشان می دهند ارتفاع قله اصلی به عنوان یک عامل مورفولوژیکی در هر دو دامنه بر تحول سیرک ها (با همبستگی  $0.64$  و  $0.63$ ) تأثیر نسبتاً برابری داشته است.



شکل ۴ مقایسه میزان همبستگی متغیرهای پژوهشی اشتراک‌کوه در دامنه‌های شمالی و جنوبی

روابط متغیرها در دامنه جنوبی نشان می‌دهد با توجه به شرایط آفتاب‌گیری و تابش در این دامنه، نقش مهم‌تر در تحول سیرک‌ها مربوط به متغیرهای آزیموت یا جهت است؛ چون هر سیرک یا دزهٔ یخچالی علاوه‌بر محور فوکانی از دو طرف نیز توسط دو یال محدود می‌شود و در اشتراک‌کوه با توجه به جهت کوهستان، این یال‌ها دارای جهت شمالی و جنوبی و یا بر عکس جنوبی-شمالی هستند و نسبت به چاله‌های سیرک غربی یا شرقی، بررسی‌ها نشان می‌دهد یال‌های غربی عاملی مشترک در تحول سیرک‌ها در دو دامنه کوهستان است که در دامنه جنوبی آزیموت آن و در دامنه شمالی ارتفاع آن تأثیرگذارتر بوده است. به این ترتیب، در شکل‌گیری و تحول سیرک‌های یخچالی اشتراک‌کوه، مورفولوژی دامنه‌ها به‌دلیل تأثیر بر میزان آفتاب‌گیری و تابش، مهم هستند؛ به همین دلیل تأثیر یال غربی سیرک‌ها مورد تأکید است. این مسئله گویای نقش مهم ساختار مورفولوژیکی اشتراک‌کوه در شکل‌گیری شرایط یخچالی است.

## ۶- قدردانی

این مقاله برگرفته از رساله دکتری مورد حمایت دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات و همچنین طرح پژوهش گرنت شماره ۴۱۰۷۰۲۲/۰۱/۰۴ معاونت پژوهشی دانشگاه تهران است که بدین وسیله از ایشان قدردانی و تشکر می‌کنیم.

## ۷- منابع

- احمدی، حسن و سادات فیض‌نیا، سازندگاهی دوره کوادرنر، مبانی نظری و کاربردی آن در منابع طبیعی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۵.
- بیات، حمیدرضا و هنریک مجنوینیان، منطقه حفاظت شده اشتراک‌کوه، سازمان حفاظت محیط زیست، دفتر آموزش زیست‌محیطی، ۱۳۶۷.
- چوروی، ریچارد جی، استانلی ای شوم و دیوید ای سودن، ژئومورفولوژی، ج ۴، ترجمه احمد معتمد، تهران: سمت، ۱۳۷۹.

- رامشت، محمدحسین، «آثار یخچال‌های دوران چهارم در حومه اصفهان»، رشد آموزش جغرافیا، ش ۶۷، صص ۱۰-۲۱، ۱۳۸۳.
- رامشت، محمدحسین و داوودپور دهقان، «ین در آتش؛ آثار یخچالی در منطقه بم»، تحقیقات جغرافیایی، ش ۸۹، صص ۱۲۹-۱۴۴، ۱۳۸۷.
- رضایی، یوسف، محمدجواد ولدان زوج و فریبرز وزیری، «بررسی یخچال علم چال با تصاویر ماهواره‌ای»، علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی، ش ۷۰، صص ۲-۱۳، ۱۳۸۷.
- رجبی، معصومه و مریم بیاتی خطیبی، «بررسی لندفرم دره‌های یخچالی، مطالعه موردی دره‌های یخچالی کوهستان سهند»، پژوهش‌های جغرافیایی، ش ۶۴، صص ۵۰-۱۲۱، ۱۳۸۷.
- زمانی، حمزه، شواهد و حدود گسترش یخچال‌های کواترنری در البرز مرکزی، رسالت دکتری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، ۱۳۸۸.
- سرور جلیل‌الدین و نیما فرید مجتهدی، «شواهد ریخت‌شناسی یخچالی کواترنری در البرز غربی»، جغرافیا و توسعه، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ش ۱۸، صص ۶۹-۹۲، ۱۳۸۹.
- طاهونی، پوران، «بررسی شواهد ژئومورفولوژیک فرسایش یخچالی پلیستوسن در ارتفاعات تالش»، پژوهش‌های جغرافیایی، ش ۴۷، صص ۳۱-۵۵، ۱۳۸۳.
- محمودی، فرج‌الله، «تحول ناهمواری‌های ایران در کواترنر»، پژوهش‌های جغرافیایی، س ۲۰، ش ۲۳، ص ۷-۴۷، ۱۳۶۷.
- مقیمی، ابراهیم، ژئومورفولوژی اقلیمی قلمرو سرد یخچالی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۷.
- منصوریان، علی، مژگان زارعی‌نژاد و ابراهیم مقیمی، «ایجاد بانک اطلاعات ژئومورفولوژیک دماوند تحت Web GIS»، علوم زمین، ش ۶۹، صص ۷۴-۸۵، ۱۳۸۷.
- نعمت‌الهی، فاطمه و محمدحسین رامشت، «آثار یخساری در ایران»، مدارس علوم انسانی، ش ۴، صص ۱۹-۱۹۸۴، ۱۳۸۴.



- یمانی، مجتبی، علی اکبر شمسی پور، مریم جعفری اقدم و سجاد باقری سیدشکری، «تعیین حدود مناطق مورفودینامیکی و مورفوکلیماتیکی کواترنر در حوضه جاجرود»، مدرس علوم انسانی، ۱۵د، ش. ۳، صص ۸۳-۱۱۰، ۱۳۹۰.
- یمانی، مجتبی، «ژئومورفولوژی یخچال‌های زردکوه ...»، پژوهش‌های جغرافیایی، ش. ۵۹، صص ۱۲۵-۱۳۹، ۱۳۸۶.
- «اندازه‌گیری حرکت سالیانه یخچال‌های علم کوه»، پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، ش. ۶۷، صص ۳۱-۵۲، ۱۳۸۸.
- یمانی، مجتبی، جمشید جباری عیوضی و ابوالقاسم گورابی، «شواهد ژئومورفولوژیکی مرزهای یخچالی در کرکس»، مدرس علوم انسانی، ش. ۱۱، صص ۲۰۷-۲۲۸، ۱۳۸۶.
- Abramowskia, U. A. et al., "Pleistocene Glaciations of Central Asia: Results from <sup>10</sup>Be Surface Exposure Ages of Erratic Boulders from the Pamir (Tajikistan), and the Alay (Kyrgyzstan)", *Quaternary Science Reviews*, No. 25, Pp. 1080-1096, 2006.
- Bentley, M. J. et al., "Glacial Geomorphology and Chronology of Deglaciation, South Georgia", *Quaternary Science*, No. 26, Pp. 644-677, 2007.
- Gordon, J. E., "Morphometry of Cirques in the Kintail- Affric- Cannich Area of Northwest Scotland", *Geografiska Annaler*, Vol. 59A, Pp. 94-177, 1977.
- Graf, W. L., "Cirques as Glacier Locations", *Arctic and Alpine Research*, Vol. 8, No. 1, Pp. 79-90, 1976.
- Janke, J. & R. Frauenfelder, "The Relation between Rock Glacier and Contributing Area Parameters in the front Range of Colorado", *Journal of Quaternary science*, DOL: 10.1002, Pp. 153-163, 2008.

- Kulkarni, A. V., "A Conceptual Model to Assess Effect of Climatic Variations on Distribution of Himalayan Glaciers", *Scientific Report (Unpublished)*-ISRO-IGBP SR 42-94, Pp. 321-326, 1994.
- Loso, M. G., H. K. Schwartz, S. F. Wright & P. R. Bierman, "Composition, Morphology, and Genesis of a Moraine-like Feature in the Miller Brook Valley", Vermont Northeastern, *Geology Sciences*, No. 20(1), Pp. 1-10, 1998.
- Moussavi, M. S., M. J. ValadanZoej, M. R. Sahebi & Y. Rezaei, "Change Detection of Mountain Glacier Surface...: A Case Study in Iran, Alamchal Glacier...", *Remote Sensing Sciences*. Vol. XXXVII. Part B7, Pp. 1013-1016, 2008.
- Napiealski, J., J. Harbor & Li. Yingkui, "Glacial Geomorphic and Geographic Information Systems", *Earth- Science Reviews*, No. 85, Pp. 1-22, 2007.
- Philip, G. & K. V. Ravindran, "Glacial Mapping using Landsat Thematic Mapper Data: A Case study in Parts of Gangotri Glacier, NW Himalaya", *Indian Remote Sensing*, No. 26(1, 2), Pp. 29-34, 1998.
- Wright, H. E, *Preliminary Polln Studies at Lake Zeribar, Zagros Mountains, Southwest Iran*. Science, 1963.