تأثیر مورفولوژی دامنه‌ها در تحول سیرک‌های یخچالی اشترانکوه

ابراهیم مقیمی[1*]، علی‌محمد یاراحمدی[2]، محمدرضا ثروتی[3]، پرویز کردوانی[4]

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؛ ازجملهٔ این شکل‌ها سیرک‌ها هستند. شکل‌گیری سیرک‌ها در دامنه‌های اشترانکوه و تفاوت درجهٔ 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، GIS و Google Earth پردازش شد و داده‌های لازم به‌دست آمد. روش تحقیق در این مقاله، هم‌بستگی است و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS از طریق رابطهٔ هم‌بستگی و رگرسیون صورت گرفت. نتایج پژوهش نشان می‌دهد در دامنهٔ جنوبی (۱۸ سیرک) بیشترین هم‌بستگی با تحول سیرک‌ها مربوط به متغیرهای جهت است (آزیموت یال غربی سیرک‌ها ۰/۷۱-، آزیموت تالوگ ۰/۶۳-، ارتفاع قلهٔ اصلی ۰/۶۳+). درحالی که در دامنهٔ شمالی (۲۴ سیرک) اغلب متغیرهای ارتفاع مؤثرند (ارتفاع میانگین محور غربی ۰/۷۴+، ارتفاع میانگین محور شرقی ۰/۶۵+، ارتفاع قلهٔ اصلی ۰/۶۴+). تحلیل رگرسیون نیز گویای این است که عامل تحول سیرک‌ها در دامنهٔ شمالی اشترانکوه، ارتفاع متوسط یال غربی و در دامنهٔ جنوبی آزیموت یال غربی است. این روابط به‌دلیل تأثیر مورفولوژی دامنه‌هاست.

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

* نویسندهٔ مسئول مقاله: E-mail: emoghimi@ut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

شناخت شکل‌های ناشی از اثر اقلیم و هر فعالیتی که شکل زمین را تغییر دهد و موجب جابه‌جایی مواد و تغییر کمّی 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). بنابراین، مطالعهٔ شکل‌های عصرهای یخبندان اطلاعات ارزشمندی از شرایط پالئوکلیما[1] فراهم می‌آورد (Loso, 1998: 1). محمودی (۱۳٦۷: ۱۲) شواهد ژئومورفولوژی یخچالی را یکی از مشخص‌ترین میراث تحولات اقلیمی دورهٔ کواترنر در ایران می‌داند.

یخچال‌ها با روش‌های مختلفی بررسی می‌شوند؛ مانند استفاده از داده‌های ماهوارهٔ لندست در تهیهٔ نقشهٔ یخچال‌های هیمالیا (Kulkarni, 1994: 322) و ترسیم عوارض یخچالی و ارائهٔ نقشهٔ یخچال‌های منطقهٔ «گانگاتری[2]» هندوستان با استفاده از داده‌های ماهوارهٔ لندست و ترکیب باندهای ٤، ٥ و ٧ TM (Philip & Ravindran, 1998: 29). ناپرالسکی[3] (2007: 1) نیز از طریق تصاویر ماهواره‌ای و GIS به بررسی لندفرم‌ها و روند پیشروی و عقب‌نشینی یخچال‌ها پرداخته است. بنتلی[4] (2007: 644) در بررسی ژئومورفولوژی یخچال‌های جنوب جورجیا ضمن تأکید بر اهمیت ترتیب زمانی رخدادها در تفسیر ژئومورفولوژی یخچالی، اظهار می‌دارد که به‌دلیل تغییرات تدریجی آب و هوا امکان گسترش یخچال‌ها محدود و مرزهای یخچالی جابه‌جا شده‌اند.

اولین اظهارنظر دربارهٔ آثار مورفولوژی یخبندان‌های کواترنر ایران را ژاک دومرگان[5] (۱۸۹۰) بیان کرد. او از سیرک‌های قدیمی اشترانکوه (در ارتفاع ۳۸۰۰ متری) خبر می‌دهد. مطالعهٔ جدی دربارهٔ آثار اقلیم کواترنر در ایران در سال ۱۹۳۳م با پژوهش‌های هانس

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

www.SID.ir

بوبک[1] در ارتفاعات کردستان شروع شد (رامشت، ۱۳۸۳: ۱۲). بعضی از مطالعات جدید دربارهٔ یخچال‌های ایران به این شرح است:

طاهونی (۱۳۸۳: ۳۱) به‌کمک عکس‌های هوایی و نقشه‌ها به بررسی شواهد یخچالی پلیستوسن در تالش پرداخته و ارتفاع «برف‌مرز» را در ۲۳٦۰ متری تعیین کرده است. نعمت‌الهی و رامشت (۱۳۸٤: 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 (۱۳۸٦: ۱) در بررسی ژئومورفولوژی یخچالی زردکوه، با تعیین حدود و ارتفاع تشکیل سیرک‌ها (۳٤۰۰ متر) از وجود ۱۵ سیرک و زبانهٔ یخچالی در مجاور قله‌ها خبر می‌دهد. رجبی و همکاران (۱۳۸۷: ۱۰۵) در مطالعهٔ دره‌های یخچالی سهند به این نتیجه رسیده‌اند که شکل اولیهٔ دره‌ها بر اثر سیستم‌های فرسایشی غیریخچالی دچار تغییراتی مورفولوژیکی شده‌اند. یمانی و همکاران (۱۳۸٦: ۲۰۷) در مطالعهٔ یخچال کرکس، با مبنا قرار دادن دمای صفر برای مراکز سیرک‌ها به بازسازی شرایط دمایی دورهٔ یخچالی وورم پرداخته‌اند. رامشت (۱۳۸۷: ۱۲۹) در بررسی آثار یخچالی منطقهٔ بم، با ارزیابی تغییرات اقلیمی و شناسایی آثار سیرکی و درّه‌ها، بم را یکی از برف‌خانه‌های بزرگ ایران در کواترنر می‌داند. منصوریان (۱۳۸۷: ۷٤) 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 حدّ بالا و پایین کاسهٔ یخ‌گیر و...) پرداخته است. یمانی (۱۳۸۸: ۳۱) در مطالعهٔ حرکت یخچال‌های علم‌کوه، ضمن اندازه‌گیری زبانه‌های یخچالی، میزان جابه‌جایی زبانهٔ علم‌چال را سالیانه ۲۳۰ متر برآورد کرده است. زمانی (۱۳۸۸: ۳) در مطالعهٔ حوضه‌های جاجرود و کرج در دامنهٔ جنوبی و نور و هراز در دامنهٔ شمالی البرز، حد یخبندان کنونی را برای دامنهٔ شمالی و جنوبی ۵٦۰۵ و ٤۹۳۸ متر و حد یخچالی و مجاور یخچالی را براساس مدل پلتیر در دامنهٔ جنوبی به‌ترتیب ٤۳۹۰ و ۳٦۱۱ متر برآورد کرده است.

1. Bobek

www.SID.ir

سرور (۱۳۸۹: ٦۹) شواهد یخچالی البرز غربی و فرایندهای فرسایشی آن را مطالعه کرده و وجود سیرک، یخرُفت و... در ارتفاعات ۲۵۰۰-٤۱۷٦ متر را دلیل اقلیم سرد گذشته دانسته است. موسوی (1013 :2008) یخچال‌های ایران را ازنظر ساختار زمین‌شناسی به دو دستهٔ گرانیتی و کارستیک تقسیم کرده و اشترانکوه و زردکوه را جزء کارستی‌ها دانسته است. رایت[1] (۱۹٦۳) از سیرک‌های یخچالی در ارتفاع ۳۰۰۰ متری دامنهٔ شمالی اشترانکوه و آثار یخ‌رفتی در ۲٦۰۰ متری گزارش داده است (رامشت، ۱۳۸۳: ۱۲). احمدی (۱۳۸۵: ۳۲٤ و ۳۳٦) سیرک‌ها را از شکل‌های مهم فرسایش یخچالی دانسته و به تعیین وسعت و ترسیم سیرک‌ها در دامنهٔ شمالی اشترانکوه پرداخته است.

از بین عوارض یخچالی، «سیرک‌ها» به‌دلیل قابلیت تبدیل به داده‌های کمّی اهمیت فراوانی دارند. اصطلاح سیرک یخچالی اولین‌بار به‌وسیلهٔ چَرپنتیر[2] (۱۸۲۳) و فعالیت سیرک‌ها در توسعهٔ مورفولوژی به‌وسیلهٔ لِویز[3] (۱۹۳۸) کشف شد (Graf, 1976: 76). چورولی شکل سیرک‌ها را انعکاسی از عوامل توپوگرافی، زمین‌شناسی، نوع و مدت اثر یخچال‌ها می‌داند و اظهار می‌کند: هر اندازه شرایط برای یخچالی شدن مناسب‌تر باشد، جهت‌گیری سیرک و دامنهٔ آن وسیع‌تر می‌شود (Chorley, 1984: 159). سیرک‌های بزرگ‌تر معرّف دورهٔ 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 به‌شمار می‌رود (Graf, 1976: 88). بنابراین، در این پژوهش سیرک‌های یخچالی در اشترانکوه به‌عنوان متغیر اصلی پژوهش انتخاب شدند.

جانک[4] (2007: 153) با بررسی رابطهٔ زبانه‌های یخچالی با متغیرهای ناحیه‌ای در کلرادو نتیجه می‌گیرد بیشترین هم‌بستگی (۰/۰۷۸) بین پهنای زبانهٔ یخچالی با عرض حوزهٔ یخچال بوده و شتاب حداکثری زبانهٔ یخچالی بالاترین هم‌بستگی را (۰/۷٦) با میانگین سالیانهٔ دما دارد.

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

Archive of SID

www.SID.ir

یمانی و همکاران (۱۳۹۰) در مقالهٔ «تعیین حدود مناطق مورفودینامیکی و مورفوکلیماتیکی کواترنر در حوضهٔ جاجرود» با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، بازدیدهای میدانی، نقشه‌ها و داده‌های اقلیمی حدّ پایین قلمرو یخچالی در حوضهٔ جاجرود را تعیین کرده‌اند و این مرز را در حال حاضر در ارتفاع ۵۲۲۰ متری برآورد می‌کنند. همچنین، آن‌ها به‌وسیلهٔ روابط آماری به بررسی معنادار بودن رابطهٔ شکل‌گیری و گسترش سیرک‌های یخچالی با جهت جغرافیایی و جهت ناهمواری‌ها پرداخته و بر نقش این متغیرها، ماندگاری 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 اشترانکوه از طریق تحلیل هم‌بستگی و روابط آماری بررسی شود.

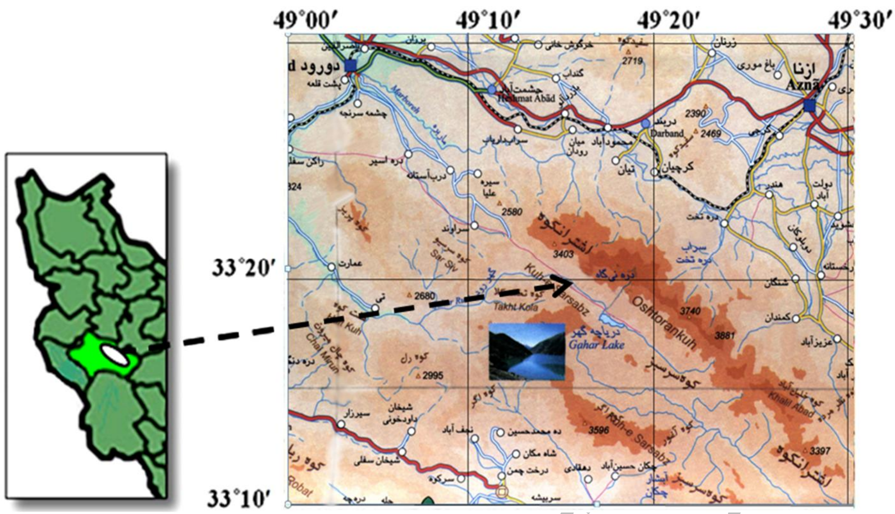
۲- معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه با وسعتی حدود ۳۷۷ کیلومتر مربع در شمال‌شرق استان لرستان قرار دارد. طول کوهستان حدود ٤٠ کیلومتر است و عرضی کمتر از ۱۰ کیلومتر دارد (شکل ۱). حداکثر ارتفاع در آن ٤٠٨١ متر (قلّهٔ سن‌بوران) و جهت آن به پیروی از امتداد عمومی زاگرس، شمال‌غربی- جنوب‌شرقی است. اشترانکوه در سال ۱۳٤۸ «منطقهٔ حفاظت‌شده» اعلام شد (بیات، ۱۳٦۷: ۷).

اشترانکوه با استناد به روش آمبرژه، دارای اقلیم سرد کوهستانی است. حداکثر 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 ۷۲/۳ درصد آن در پاییز و زمستان جامد است. آب بارش و ذوب یخچال‌ها در دامنهٔ جنوبی توسط درّه و رود گهر و در دامنهٔ شمالی توسط رود ماربره زه‌کشی می‌شود. شکل شبکه، درختی است و دو شریان اصلی با جهت شمال‌غربی به درّهٔ سزار (دز) می‌ریزند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه

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

در دامنهٔ جنوبی با تناوبی مشخص بعد از آهک کرتاسه، به‌طرف درهٔ گهر به‌ترتیب آهک شیلی کرتاسه، آهک دولومیتی ژوراسیک، آهک و مارن تریاس، آهک و دولومیت پرمین، ماسه سنگ اردوسین و آهک و شیل کامبرین وجود دارد. در دامنهٔ شمالی نیز بعد از آهک شیلی کرتاسه به‌ترتیب ماسه‌سنگ 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- به‌صورت پراکنده در دره‌ها و مراکز سیرک‌ها وجود دارند.

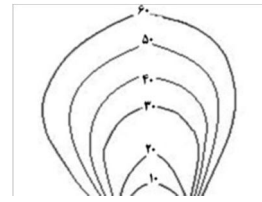
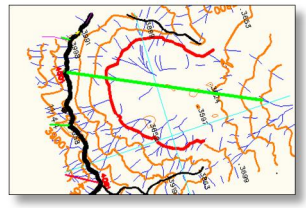
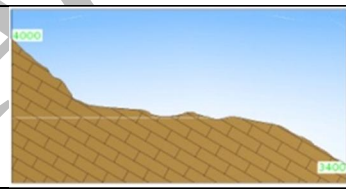
۳- مواد و روش‌ها

هدف این پژوهش تعیین رابطهٔ بین مراحل توسعه و تحول سیرک‌های یخچالی در اشترانکوه 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

Archive of SID
www.SID.ir

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

نمرهٔ نیم‌رخ و نمای سیرک‌ها، به‌عنوان متغیر اصلی، از طریق نقشهٔ توپوگرافی (مجموع نمرهٔ نما و نیم‌رخ) به این شکل به‌دست آمد: مقطع طولی (برش تهیه‌شده در محیط AUTOCAD) به‌عنوان نیم‌رخ و مقطع عرضی (منحنی میزان احاطه‌کنندهٔ تمام محوطهٔ سیرک) به‌عنوان نما انتخاب و به‌صورت Shape File در محیط ArkGIS ترسیم شدند. براساس میانگین فواصل بین هریک از این منحنی‌ها با نزدیک‌ترین مقطع Shape Fileهای شش‌گانهٔ مدل پیشنهادی تحول سیرک‌ها (Gordon, 1977: 192)، دو نمره بین ۱۰ تا ۶۰ برای نما و نیم‌رخ هر سیرک مشخص شد و نمرهٔ هر سیرک از مجموع دو نمرهٔ نما و نیم‌رخ از حداکثر ۱۲۰ نمره تعیین شد (شکل ۲). نمره‌ها و نتایج در معادلات شیب خط مماس نیز مورد دقت و بازنگری قرار گرفت.

	الگوی رتبه‌بندی سیرک‌ها با اندکی تغییر (چورولی، ۱۳۷۹؛ Gordon, 1977)	نما و نیم‌رخ یکی از سیرک‌ها (چال کبود)		نمره
الف		نمای سیرک در نقشهٔ توپوگرافی		۵۰
ب		نیم‌رخ سیرک		۵۵
		نمرهٔ مجموع		۱۰۵

شکل ۲ نمونهٔ ارزش‌گذاری و تعیین نمره برای سیرک‌ها

www.SID.ir

سایر متغیرهای مرتبط با سیرک‌ها شامل نمرهٔ نیم‌رخ و نمای سیرک‌ها، داده‌های ارتفاع (پنج مورد)، آزیموت (چهار مورد)، مساحت و شکل به‌تفکیک دو دامنه و براساس ترتیب از شمارهٔ ۱ الی ۱۸ در دامنهٔ جنوبی و ۱ تا ٢٤ در دامنهٔ 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 N39)، تصاویر نرم‌افزار Google Earth، نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی رقومی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰، نقشهٔ 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 شیب خط مماس)، تهیهٔ نیم‌رخ توپوگرافی و نمای سیرک‌ها براساس نقشه‌های توپوگرافی رقومی و پردازش نهایی در محیط‌های نرم‌افزاری ARK GIS، AUTOCAD و GOOGLE EARTH به‌دست آمد. پردازش نهایی و تحلیل داده‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS از طریق توصیف آماری، تحلیل هم‌بستگی (بین نمرهٔ توسعهٔ سیرک‌ها با متغیرهای ارتفاع، آزیموت و...) و تحلیل رگرسیون صورت گرفت.

۴- بحث

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

در این تحقیق متغیرهای ارتفاع شامل ارتفاع بلندترین قلهٔ 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

Archive of SID

www.SID.ir

گراویلیوس سیرک (رابطهٔ بین شکل سیرک در مقایسه با دایرهٔ معادل آن) به‌عنوان متغیرهای تکمیلی مؤثر استفاده شد. متغیرها به‌ترتیبِ بالاترین درجهٔ تکامل سیرک‌ها در جدول شمارهٔ یک و سه آمده است.

۴-۱- دامنهٔ جنوبی

جدول ۱ مشخصات سیرک‌های دامنهٔ جنوبی اشترانکوه

ردیف	مشخصه سیرک / نام سیرک	نمره نما و نمودار (بر اساس شکل ۲)	آزیموت محور فوقانی	آزیموت تالوگ سیرک	آزیموت محور غربی سیرک	آزیموت محور شرقی سیرک	ارتفاع قله‌ی اصلی (متر)	ارتفاع محور فوقانی (متر)	ارتفاع مرکز سیرک (متر)	ارتفاع محور غربی (متر)	ارتفاع محور شرقی (متر)	مساحت سیرک (km2)	ضریب گراویلیوس
۱	قیف	۹۹	۱-۳	۱۷۱	۱۶۸	۲۱۱	٤-٥١	۳۹۱۱	۳۲٤٥	۲٥٦-	۲٦٤-	۱,۲٤	۱,۱
۲	قیف ۲	۹۲	۲-۳	۱۷۲	۱٦۸	۲۲٥	٤-٥١	۲۸-۹	۳۳۸٥	۲٥٦-	۲٥٦-	-,٥٤	۱,۱٤
۳	تمدار نقو	۸-	۲-۸	۱۸۱	۲۲٥	۲۵۹	۳۷٥۱	۳۷۱۷	۲۹۷-	۳۲۷٥	۳۳۱٦	۱,۹۸	۱,۱۲
۴	هفت چشمه پیارو	۷۹	۲-٦	۲۱۹	۱٤۸	۲۵۹	۳۸۷۲	۳٦۳۲	۲۹۳-	۳۳۹۳	۳۲٤۷	۲,۲۸	۱,۱٦
۵	درّه تابله	۷۷	۲۲۲	۲۲۲	۲۳۸	۲۲۲	۳٦۲۸	۳٥٥۲	۲۸۷٤	۳۳-٤	۳۲۱٤	٤,۳٤	۱,۱۳
۶	درّه طیاره	۷۷	۲-۲	۱۷۳	۹٥,٦	۲-٦	۳۷٦۷	۳٦۷۹	۲۹۱٦	۳۲٦٤	۳۳٥-	۲,٦۲	۱,۱۲
۷	درّه چارمیر	۷۲	۲۲۱	۲۲۱	۱٥٤	۲۲۹	۳٥۹۷	۳۲۳۱	۲۸٦۸	۳-۹۹	۳-۳٥	۱,٥٦	۱,۲۱
۸	درّه برد	٦۷	۱۷٦	۱۷٦	۱۹۷	۲۱۱	٤-۱۷	۳۹۲٦	۳۳۱٦	۳٦٥۹	۳٥٦٤	۲,-۹	۱,۱٥
۹	ملکی مُرده	٦٤	۱٤٥	۲۲٤	۲-٦	۲۲۲	۳۸۱۸	۳۷۱-	۲۸٥-	۳۳-۹	۳۱۹۹	۱,۲٥	۱,۲۱
۱۰	تمدارتقو۲	٦۳	۲٤۹	۱٤۱	۲۲٦	۲۲۸	۳٦٤-	۳٦٤۸	۳۲۷٤	۳۳۷۸	۳۳۷-	-,۷۲	۱,۳۳
۱۱	پشت پیاره	٦۲	۲۲٤	۱۱۷	۲۲۸	۲-٦	۳۷۸٥	۳۷-۸	۲۹۷۱	۳۳۷-	۳٤٤۳	۱,۳٦	۱,۲۷
۱۲	درّه شولی لا	۵۹	۲۱۱	۲۱۱	۲۱٥	۲۱۲	٤-۸۱	٤-۳٦	۲٥٦۷	۳۲٤۹	۳۲٥۹	٤,۱٦	۱,۲۱
۱۳	درّه سیل۲	٥٥	۱۳۲	۲۳٤	۲-٥	۲٦۲	۳۷٤۳	۳٦۳۸	۲٦۲٦	۳۱٦۳	۳۲--	۱,۹۸	۱,۱۷
۱۴	پن بُرده ۲	٤۹	۱۲۸	۲٤۳	۲۲۹	۲۵۹	۳۷۱۸	۳٦۲۳	۲٦٦۳	۳۱۷۷	۳۱٥۹	۳,٥۳	۱,۱٦
۱۵	درّه سیل۱	٤۸	۸۹,۳	۲-۳	۱۹۱	۲۱۱	۳٥۷-	۳٦۲٥	۲٦٥٤	۳۱۲۸	۳۲۱۳	۱,-۲	۱,۱۱
۱۶	کول شاکول	٤۷	۲۷۳	۱٦۸	۲۲۹	۲٥۳	۳٤۷-	۳۳۷۳	۲٦٥۷	۳-۳٥	۲۹٥۸	۲,۱۸	۱,۲۲
۱۷	پن بُرده ۱	۲٥	۱۲٤	۲۱۸	۲۱٦	۲۳-	۳۷۲۳	۳٦۸-	۳۳٤-	۳٤۹٥	۳٤٤۸	-,۳٦	۱,۱
۱۸	پن بُرده ۳	۲٥	۲-۹	۳۱٤	۲٦۳	۲۸٦	۳۲۱٥	۳۱٦۷	۳۱۲-	۳-٥۸	۳-۳٤	-,٦۳	۱,۱۳
	میانگین داده	۶۳.۳	۱۲۸.۹	۲۲۲.۹۴	۲۱۰	۲۲۸.۸	۳۷۵۰	۳۶۴۲	۲۹۵۶	۳۳۰۴	۳۲۸۹	۱.۸۷	۱.۱۷
	انحراف معیار	۲۰.۰۲	۲۹.۷	۳۵.۱۴	۴۴.۱	۳۶	۳۲۱.۳	۴۳۳	۲۷۰	۱۸۱	۱۹۱	۲.۲۸	۶.۳

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

www.SID.ir

در جدول شمارهٔ دو، میانگین نمرهٔ درجهٔ تحول سیرک‌های دامنهٔ جنوبی ٦٣ با انحراف معیار ٢٠ است که در مقایسه با حداکثر درنظر گرفته‌شده برای یک سیرک بالغ (١٢٠)، حدّی متوسط است.

براساس اطلاعات جدول شمارهٔ دو مهم‌ترین روابط هم‌بستگی بین متغیرها به این شرح است:

هم‌بستگی نمرهٔ نیم‌رخ و نمای سیرک و آزیموت محور غربی ٠/٧١- معناداری ٩٩ درصد؛
هم‌بستگی نمرهٔ نیم‌رخ و نمای سیرک و آزیموت تالوگ ٠/٦٣- معناداری ٩٩ درصد؛
هم‌بستگی نمرهٔ نیم‌رخ و نمای سیرک و ارتفاع قلهٔ اصلی ٠/٦٣+ معناداری ٩٩ درصد؛
هم‌بستگی نیم‌رخ و نمای سیرک و آزیموت محور شرقی ٠/٥٦- معناداری ٩٥ درصد؛
هم‌بستگی نمرهٔ نیم‌رخ و نمای سیرک و آزیموت محور فوقانی ٠/٥٠- معناداری ٩٩ درصد؛
هم‌بستگی نیم‌رخ و نمای سیرک و ارتفاع میانگین محور شرقی ٠/٤٨ معناداری ٩٥ درصد؛
هم‌بستگی نمرهٔ نیم‌رخ و نمای سیرک و ارتفاع میانگین محور غربی ٠/٤٧ معناداری ٩٥ درصد؛
هم‌بستگی نمرهٔ نیم‌رخ و نمای سیرک و ارتفاع میانگین محور فوقانی ٠/٤٥ معناداری ٩٥ درصد.

۴-۱-۱- سایر هم‌بستگی‌ها

هم‌بستگی «آزیموت محور فوقانی» با «تالوگ سیرک، آزیموت محور غربی و شرقی سیرک‌ها» به میزان‌های ٨٦+ و ٧٨+ و ٨٢+ در سطح خطای ٠/٠١، ناشی از افزایش آزیموت محور فوقانی و متمایل شدن محور کوهستان به‌طرف جنوب است؛ بنابراین با افزایش آزیموت محور کوهستان، آزیموت تالوگ و محور یال‌های شرقی و غربی سیرک‌ها نیز افزایش یافته است.

در اشترانکوه 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 ٢- ٤ جدول ٢) و با متغیرهای ارتفاع، رابطهٔ معکوس (ستون‌های ٥- ٩ جدول ٣).

Archive of SID

www.SID.ir

هم‌بستگی ارتفاع مرکز سیرک با یال‌های غربی و شرقی به میزان ۰/۷۷ و ۰/۷۲ نشان‌دهندهٔ رابطهٔ معنادار و تبعیت نسبتاً بالای این متغیرها در سطح معناداری ۹۹ درصد است.

هم‌بستگی مستقیم بین متغیرهای ارتفاعی به‌ویژه هم‌بستگی (۹۲/.) بین ارتفاع قلهٔ اصلی، محور فوقانی و محورهای غربی و شرقی مسئله‌ای طبیعی و گویای دقت اندازه‌گیری‌هاست.

با توجه به هم‌بستگی معکوس به میزان ۰/۵٦- در سطح معناداری ۹۵ درصد بین «ارتفاع مرکز سیرک و مساحت سیرک» نتیجه می‌گیریم که در دامنهٔ جنوبی اشترانکوه با افزایش ارتفاع مراکز سیرک‌ها از وسعت آن‌ها کاسته شده است. این مسئله درمورد سیرک‌های کوچکی مثل قیف‌های ۱ و ۲ با ارتفاع بلندتر، بارز است.

جدول ۲ هم‌بستگی متغیرها در سیرک‌های جنوبی اشترانکوه

متغیرها	۱ آزمون محور فوقانی	۲ آزمون تالوگ	۳ آزمون‌محور غربی	۴ آزمون‌محور شرقی	۵ ارتفاع قلهٔ اصلی	۶ ارتفاع محور فوقانی	۷ ارتفاع مرکز سیرک	۸ ارتفاع محور غربی	۹ ارتفاع محور شرقی	۱۰ مساحت سیرک	۱۱ کرلوبوس
نمره‌ی نیم‌رخ و نمای	/۵۰	/۶۳	/۷۱	۰/۵۶	/۶۳	۰/۴۴	۰/۲۴	/۴۶	/۴۸	۰/۲۰	-۰/۰۶
سطح خطا	/۰۳۶	/۰۰۵	/۰۰۱	/۰۱۵	/۰۰۵	۰/۰۶۴	۰/۳۴	۰/۵۲	/۰۴	۰/۴۴	۰/۸۳
آزیموت‌محور فوقانی	۱	۰/۸۶	۰/۷۸	۰/۸۲	-/۶۹	-/۷۱	-/۰۹	-/۴۸	-/۶۷	-/۱۵	۰/۲۶
سطح خطا	۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	/۰۰۲	/۰۰۱	۰/۷۲	/۰۴۴	/۰۰۲	/۵۶	۰/۳۱
آزیموت تالوگ		۱	۰/۸۵	۰/۷۳	-/۸۰	-/۷۴	-/۲۶	-/۶۴	-/۷۳	-/۱۴	۰/۳۲
سطح خطا		۰	۰/۰۰	/۰۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۳۰	/۰۰۴	/۰۰۱	۰/۵۸	۰/۲۰
آزیموت محور غربی			۱	۰/۶۶	-/۷۲	-/۵۹	-/۲۷	-/۵۴	-/۶۳	۰/۰۸	۰/۴۴
سطح خطا			۰	/۰۰۳	/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۲۷	۰/۰۲	/۰۰۵	۰/۷۶	۰/۰۶
آزیموت محورشرقی				۱	-/۶۵	-/۶۲	-/۳۶	-/۶۰	-/۷۱	۰/۰۳	۰/۰۵
سطح خطا				۰	/۰۰۴	/۰۰۶	/۱۴	/۰۰۸	/۰۰۱	۰/۹۱	۰/۸۳
ارتفاع قله‌ی اصلی					۱	۰/۹۲	۰/۲۵	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۱۸	-۰/۰۶
سطح خطا					۰	۰/۰۰	۰/۳۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۴۸	۰/۸
ارتفاع محور فوقانی						۱	۰/۲۲	۰/۷۲	۰/۷۷	۰/۲۱	-۰/۰۵
سطح خطا						۰	۰/۳۸	/۰۰۱	۰/۰۰	۰/۴۰	۰/۸۴
ارتفاع مرکز سیرک							۱	۰/۷۷	۰/۷۲	-/۵۶	-۰/۲۰
سطح خطا							۰	۰/۰۰	/۰۰۱	/۰۱۵	۰/۴۲
ارتفاع محور غربی								۱	۰/۹۲	-/۲۱	-۰/۱۳
سطح خطا								۰	۰/۰۰	۰/۴۱	۰/۶۰
ارتفاع محورشرقی									۱	-/۲۳	-۰/۱۸
سطح خطا									۰	۰/۳۷	۰/۴۷
مساحت سیرک										۱	-۰/۰۸

www.SID.ir

نتایج هم‌بستگی نشان می‌دهد در شرایط یخچالی دامنهٔ جنوبی اشترانکوه و تحول سیرک‌ها، نقش برتر با جهت ناهمواری و آزیموت بوده؛ به‌طوری که بالاترین هم‌بستگی به‌دست‌آمده ابتدا با آزیموت محور غربی سیرک‌ها و سپس با آزیموت تالوگ است.

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

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

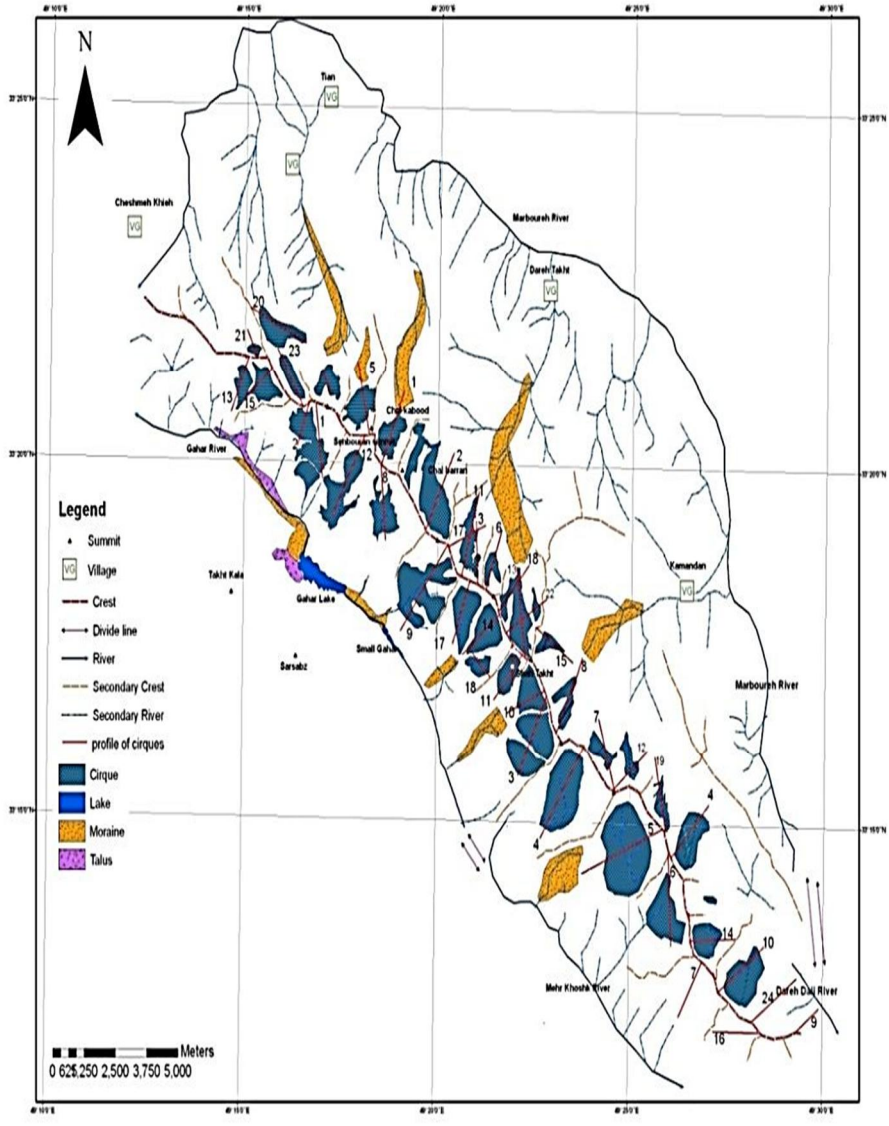
هم‌بستگی نمرهٔ تحول سیرک‌ها با متغیرهای ارتفاع- به‌جز ارتفاع قلهٔ اصلی- درحد متوسط و ضعیف است. هم‌بستگی با قلهٔ اصلی نیز از یک‌سو مربوط به نقش ارتفاع در کاهش دما و تغذیهٔ سیرک در ایجاد سایه و از سوی دیگر جلوگیری از تابش صبحگاهی است.

۴-۱-۲- تحلیل رگرسیون

با توجه به وجود چندین متغیر مستقل در تعیین قوی‌ترین متغیرهای پیش‌بینی‌کننده، از روش «رگرسیون چندگانهٔ گام‌به‌گام» استفاده شد. براساس این تحلیل آشکار شد تحلیل رگرسیون تنها تا یک گام پیش رفته و از بین متغیرهای دامنهٔ جنوبی، متغیر «آزیموت یال غربی سیرک» با میزان هم‌بستگی ۰/۷۱۲، ضریب تعیین تعدیل‌شدهٔ ۰/٤۷ و خطای ۰/۰۱ در سطح اطمینان ۹۹ درصد تعیین‌کنندهٔ متغیر وابستهٔ مورد نظر است. میزان F نیز با سطح خطای یک‌صدم معنادار شده که حاکی از معنادار بودن رگرسیون است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳ نقشهٔ ژئومورفولوژی منطقهٔ اشترانکوه، موقعیت سیرک‌ها و برش‌ها و رسوب‌های یخچالی

www.SID.ir

۴-۲- دامنهٔ شمالی

جدول ۳ مشخصات سیرک‌های دامنهٔ شمالی اشترانکوه

ردیف	مشخصات سیرک / نام سیرک	نمره دشت و نمره‌ی‌ار اساس دشت‌ها	آزیموت محور فوقانی	آزیموت تالوگ سیرک	آزیموت محور غربی سیرک	آزیموت محور شرقی سیرک	ارتفاع قله‌ی اصلی(متر)	ارتفاع محور فوقانی(متر)	ارتفاع سر کر سیرک(متر)	ارتفاع محور غربی به (متر)	ارتفاع محور شرقی به (متر)	مساحت سیرک km^2	ضریب گراویلیوس
۱	چال کبود	۱۰۵	۱۰۵.۸	۱۵.۰	۱۸	۸.۳	۴۰۸۱	۴۰۳۰	۳۶۴۰	۳۸۲۶	۳۸۴۱	۱.۷۴	۱.۲۲
۲	چال برّان	۱۰۳	۱۰۵.۱	۲۰.۷	۵.۵	۲۲	۴۰۸۱	۳۹۲۷	۳۵۸۸	۳۷۰۴	۳۷۸۰	۲.۱۶	۱.۱۴
۳	فیالسون شرقی	۸۸	۸۳.۸	۱۷۸	۴.۷	۱۲	۳۷۶۲	۳۵۸۹	۳۳۸۰	۳۵۰۰	۳۵۱۲	۰.۸۷	۱.۲۰
۴	کوله جنون E	۷۸	۱۱۴.۶	۱۱.۱	۴.۹	۱۷۴	۳۸۱۸	۳۷۶۸	۳۳۲۵	۳۵۵۹	۳۵۲۲	۰.۳	۱.۴۲
۵	چال میشان	۷۵	۱۰۸.۴	۱۷۳	۱۷۶	۷.۷	۴۰۵۱	۳۹۰۸	۳۳۰۵	۳۶۷۶	۳۵۷۹	۲.۰۸	۱.۱۴
۶	شاتخت	۷۲	۱۲۳.۱	۲۰.۹	۲۳	۲۰	۳۷۵۱	۳۶۶۷	۳۰۵۰	۳۳۶۲	۳۳۷۵	۳.۲۷	۱.۲۰
۷	پیاره شرقی	۶۳	۸۵.۸	۱۶۱	۳	۱۶۹	۳۸۰۷	۳۶۱۱	۳۰۷۰	۳۴۱۴	۳۳۶۹	۰.۸۸	۱.۱۴
۸	پیاره مرکز	۶۰	۱۲۱.۵	۳۴.۷	۷۷	۵.۰	۳۷۲۸	۳۵۷۶	۲۸۰۹	۳۲۴۳	۳۳۶۴	۴.۳۸	۱.۲۲
۹	دره تخت هیبد	۶۰	۱۲۹.۷	۵۳.۴	۱۰۶	۸	۳۷۴۴	۳۵۸۳	۳۳۸۰	۳۵۵۰	۳۳۹۰	۰.۸۹	۱.۱۹
۱۰	شاتخت انتهایی	۶۰	۱۳۶.۷	۵۴.۰	۹۰	۴۷	۳۵۲۱	۳۴۴۴	۲۹۶۴	۳۲۰۱	۳۱۹۵	۲.۰۱	۱.۱۹
۱۱	فیالسون غرب	۵۹	۱۳۰.۲	۱۱.۵	۴۶	۴.۷	۳۷۵۴	۳۷۳۳	۳۳۵۶	۳۵۵۳	۳۵۰۰	۰.۸۹	۱.۲۲
۱۲	ازنادر غرب	۵۸	۱۲۵.۲	۶۱.۳	۴۵	۱۷۴	۳۸۰۷	۳۵۹۷	۲۸۳۹	۳۴۰۴	۳۲۸۱	۳.۹	۱.۲۱
۱۳	گراز راه (۲)	۵۶	۱۱۹.۱	۱۷۵	۳۳	۱۷۱	۳۸۷۲	۳۶۵۵	۳۳۸۰	۳۳۷۵	۳۴۸۶	۱.۱۷	۱.۱۹
۱۴	چال قبله	۵۵	۱۷۱.۱	۸۹.۷	۱۰۶	۹۰	۳۴۷۰	۳۴۵۱	۲۹۸۲	۳۲۱۱	۳۱۵۱	۰.۹۷	۱.۱۰
۱۵	پیاره غرب	۵۲	۱۲۴.۰	۱۱۳	۱۱۹	۸۸	۳۸۷۲	۳۷۳۸	۳۰۵۲	۳۳۴۹	۳۴۸۶	۱.۵۷	۱.۱۴
۱۶	کوله جنون	۵۲	۱۳۲.۰	۴۰.۰	۴۴	۴.۹	۳۸۱۸	۳۷۳۹	۳۳۷۱	۳۵۳۴	۳۵۵۹	۰.۸۲	۱.۲۸
۱۷	سراب میرزایی	۵۱	۱۴۰	۷۳.۵	۱۰۵	۷۱	۳۸۹۰	۳۸۵۳	۳۴۶۳	۳۲۵۲	۳۴۰۴	۱.۴۰	۱.۲۸
۱۸	چال همایون	۴۹	۹۸.۸	۳۳.۵	۲۶	۱۷۴	۳۷۵۱	۳۶۴۹	۳۱۶۴	۳۴۲۶	۳۴۱۶	۱.۳۶	۱.۱۳
۱۹	ازنادر شرق	۴۷	۱۳۲.۹	۱۷۰	۱۷۴	۱۷۰	۳۷۶۰	۳۶۱۴	۳۱۴۳	۳۳۸۱	۳۴۷۵	۰.۷۹	۱.۲۲
۲۰	خرس در	۴۲	۱۱۴.۲	۱۰۴	۱۴۷	۱۰۱	۳۸۵۸	۳۷۴۳	۳۱۵۵	۳۳۰۶	۳۵۷۲	۴.۳۶	۱.۳۰
۲۱	کول مسگران	۴۰	۹۶.۲	۱۴۴	۱۴۲	۱۴۲	۳۴۹۵	۳۵۶۱	۳۲۰۲	۳۲۶۰	۳۳۸۰	۱.۱۴	۱.۲۱
۲۲	گراز راه (۱)	۳۷	۱۵۴.۲	۴۸.۶	۸۴	۳۳	۳۷۳۲	۳۷۲۳	۳۱۸۵	۳۴۶۶	۳۴۲۵	۰.۷۷	۱.۱۹
۲۳	چشمه شیر	۳۵	۹۸.۲	۱۴۰	۱۵۴	۱۶۲	۳۷۰۴	۳۵۷۱	۳۱۲۵	۳۳۰۰	۳۳۸۰	۱.۲۲	۱.۲۵
۲۴	دره دایی	۲۷	۱۴۳.۰	۵۵.۳	۴۸	۵۳	۳۳۸۹	۳۳۰۱	۲۹۲۰	۳۱۴۵	۳۰۹۴	۱.۷۱	۱.۱۸
	میانگین داده	۵۹.۵	۱۲۰.۶	۸۲.۵	۷۴.۲	۷۹.۸	۳۷۷۲	۳۶۶۸	۳۱۹۸	۳۴۱۶	۳۴۳۹	۱.۶۹۴	۱.۲۱
	انحراف معیار	۲۰	۲۱	۵۹	۵۷	۶۹	۱۷۶	۱۶۳	۲۱۹	۱۷۲	۱۷۰	۲.۰۸۷	۶.۶۶

براساس اطلاعات جدول شمارهٔ چهار، مهم‌ترین روابط هم‌بستگی بین متغیرها بـه ایـن شـرح است:

هم‌بستگی نیم‌رخ و نمای سیرک و ارتفاع میانگین محور غربی ۰/۷٤ با سطح معناداری ۹۵ درصد؛

هم‌بستگی نمرهٔ سیرک‌ها و ارتفاع میانگین محور شرقی ۰/٦۵ با سطح معناداری ۹۹ درصد؛

www.SID.ir

هم‌بستگی نمرهٔ سیرک‌ها و ارتفاع قلهٔ اصلی به میزان ۰/٦٤ با سطح معناداری ۹۹ درصد؛
هم‌بستگی نمرهٔ نیم‌رخ و نمای سیرک و ارتفاع میانگین محور فوقانی ۰/٦۰ با معناداری ۹۹ درصد؛
هم‌بستگی نمرهٔ نیم‌رخ و نمای سیرک و ارتفاع مرکز سیرک ۰/٥٦ بـا سـطح معنـاداری ۹۹ درصد؛
هم‌بستگی نمرهٔ نیم‌رخ و نمای سیرک و آزیموت محور غربی ۰/۵۱- با سطح معناداری ۹۹ درصد؛
هم‌بستگی نمرهٔ نیم‌رخ و نمای سیرک و آزیموت محور فوقانی۰/۳۷- با سطح معناداری ۹۰ درصد.

جدول ۴ هم‌بستگی متغیرها در سیرک‌های شمالی اشترانکوه

متغیر	۱ آزیموت‌محور فوقانی	۲ آزیموت تالوگ	۳ آزیموت محور غربی	۴ آزیموت محور شرقی	۵ ارتفاع قله‌ی اصلی	۶ ارتفاع محور فوقانی	۷ ارتفاع مرکز سیرک	۸ ارتفاع محور غربی	۹ ارتفاع محور شرقی	۱۰ مساحت سیرک	۱۱ ضریب‌گراویوس
نمرهٔ نیمرخ و نمای سیرک	-/۳۷	-/۲۱	-/۵۱	-/۳۶	۰/۶۴	۰/۶۰	۰/۵۶	۰/۷۴	۰/۶۵	۰/۰۴	-/۰۲
سطح خطا	۰/۰۷	۰/۳۲	۰/۰۱۲	۰/۰۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰	۰/۰۰۱	۰/۸۶	۰/۹۲
آزیموت محور فوقانی	۱	-/۳۳	۰/۲۳	-/۲۲	-/۳۸	-/۲۶	-/۲۷	-/۳۵	-/۴۶	-/۰۳	-/۰۵
سطح خطا	۰	۰/۱۱	۰/۲۷	۰/۳۱	۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۸۸	۰/۸۰
آزیموت تالوگ		۱	۰/۴۴	۰/۳۸	-/۰۲	-/۱۷	-/۱۰	-/۲۰	-/۰۷	-/۱۹	-/۲۳
سطح خطا		۰	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۹۳	۰/۴۱	۰/۶۵	۰/۳۴	۰/۷۴	۰/۳۸	۰/۲۷
آزیموت محور غربی			۱	۰/۰۸	-/۱۵	-/۱۰	-/۲۰	-/۳۲	-/۱۶	۰/۰۸	۰/۰۳
سطح خطا			۰	۰/۷۰	۰/۴۷	۰/۶۵	۰/۳۵	۰/۱۲	۰/۴۵	۰/۷۰	۰/۸۸
آزیموت محور شرقی				۱	-/۱۵	-/۲۴	-/۳۰	-/۳۲	-/۲۳	-/۱۴	۰/۱۴
سطح خطا				۰	۰/۴۸	۰/۲۶	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۲۸	۰/۵۰	۰/۵۲
ارتفاع قله‌ی اصلی					۱	۰/۹۲	۰/۶۲	۰/۷۷	۰/۸۷	۰/۱۳	۰/۱۲
سطح خطا					۰	۰/۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۵۴	۰/۵۶
ارتفاع محور فوقانی سیرک						۱	۰/۷۴	۰/۷۷	۰/۳۹	۰/۰۲	۰/۲۲
سطح خطا						۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۹۲	۰/۳۰
ارتفاع مرکز سیرک							۱	۰/۷۵	۰/۷۹	۰/۴۳	۰/۲۲
سطح خطا							۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۴	۰/۳۰
ارتفاع محور غربی								۱	۰/۸۳	-/۲۰	۰/۰۶
سطح خطا								۰	۰/۰۰	۰/۳۴	۰/۷۸
ارتفاع محور شرقی									۱	-/۰۳	۰/۲۲
سطح خطا									۰	۰/۸۸	۰/۲۹
مساحت سیرک										۱	۰/۰۰

www.SID.ir

۴-۲-۱- سایر هم‌بستگی‌ها

هم‌بستگی معکوس آزیموت محور فوقانی با ارتفاع قلهٔ اصلی (۰/۳۸-)، ارتفاع متوسط یال غربی و شرقی دو طرف سیرک (۰/۳۵- و ۰/٤٦-) مربوط به شرایط عمومی اشترانکوه است که به‌طرف جنوب‌شرق کوهستان آزیموت افزایش پیدا می‌کند و ارتفاع متوسط آن کاهش می‌یابد (جدول ٤).

هم‌بستگی مستقیم متغیرهای مختلف ارتفاعی به میزان‌های ۰/۹۲، ۰/٦۲، ۰/۷۷، ۰/۸۷، ۰/۷٤، ۰/۷۷، ۰/۸۹، ۰/۷۵، ۰/۷۹ و ۰/۸۳ در سطح معناداری ۹۹ درصد در ردیف‌های ۵- ۸ بیانگر تطابق و پیروی به‌نسبت بالای این متغیرها از همدیگر است.

هم‌بستگی معکوس بین «ارتفاع مرکز سیرک» و «مساحت سیرک» به میزان ۰/٤۳- بیانگر این است که با کاهش ارتفاع مرکز سیرک‌ها (به‌سمت جنوب‌شرقی)، بر مساحت آن‌ها افزوده می‌شود.

۴-۲-۲- تحلیل رگرسیون

در دامنهٔ شمالی نیز برای تعیین قوی‌ترین متغیرهای پیش‌بینی‌کننده از روش «رگرسیون چندگانهٔ گام‌به‌گام» استفاده شد. براساس این تحلیل، معادلهٔ تحلیل رگرسیون تنها یک گام پیش رفته است و از بین متغیرهای دامنهٔ شمالی فقط «ارتفاع متوسط یال غربی سیرک‌ها» با میزان هم‌بستگی ۰/۷٤۳، ضریب تعیین تعدیل‌شدهٔ ۰/۵۳ و خطای ۰/۰۱ در سطح اطمینان ۹۹ درصد تعیین‌کنندهٔ متغیر وابسته یعنی نمرهٔ نیم‌رخ و نمای سیرک است. میزان F نیز با سطح خطای یک‌صدم و سطح ۹۹ درصد معنادار شده که حاکی از معناداری رگرسیون است.

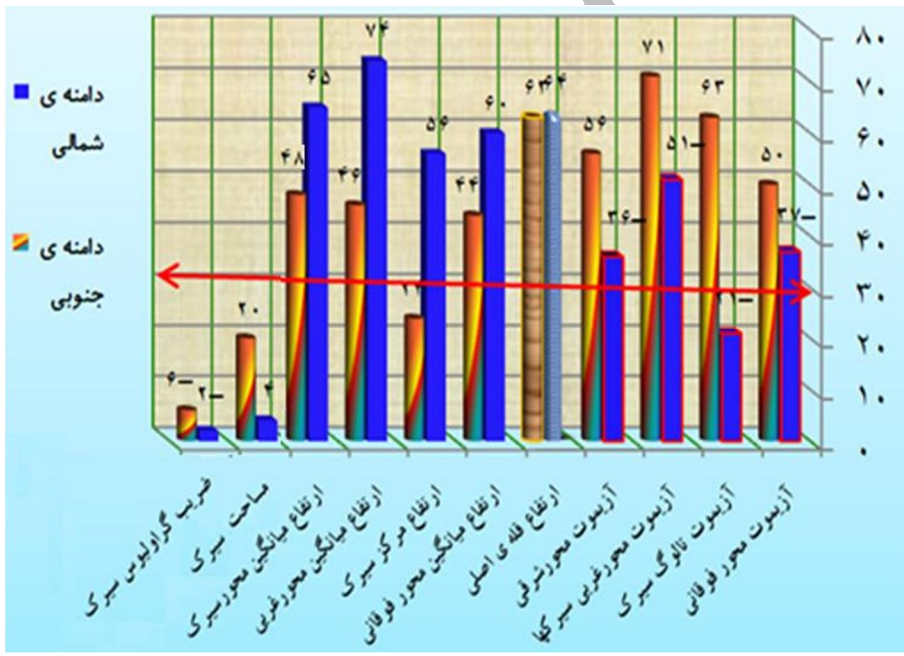
۵- نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد در تحول سیرک‌ها (از مرحلهٔ ۱۰ به ٦۰) یعنی عمیق‌تر شدن کف سیرک به‌سمت ارتفاع پایین‌تر (نیم‌رخ) و مدوّر شدن محیط سیرک (نما) در دامنهٔ 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

Archive of SID

www.SID.ir

یال غربی سیرک‌هاست. این هم‌بستگی بالا به‌دلیل نقش یال‌های غربی در جلوگیری از تابش‌های بعدازظهر است. با توجه به شرایط ارتفاعی کوهستان، عرض جغرافیایی، ارتفاع خورشید و آنالمای تابش، اوج گرمای روزانه در ساعت‌های بعدازظهر است؛ بنابراین ارتفاع یال غربی و شرقی، ارتفاع قلهٔ اصلی و محور فوقانی و ارتفاع مرکز سیرک‌ها در تحول سیرک‌ها نقش بارزی دارند. بعد از تأثیر متغیرهای ارتفاع، آزیموت محور غربی با هم‌بستگی ۰/۵۱ نیز از عوامل دامنه‌ایِ مؤثر به‌شمار می‌آید. همچنین، روابط هم‌بستگی و شکل شمارهٔ سه نشان می‌دهند ارتفاع قلهٔ اصلی به‌عنوان یک عامل مورفولوژیکی در هر دو دامنه بر تحول سیرک‌ها (با هم‌بستگی ۰/٦٤ و ۰/٦٣) تأثیر نسبتاً برابری داشته است.



شکل ۴ مقایسهٔ میزان هم‌بستگی متغیرهای پژوهشی اشترانکوه در دامنه‌های شمالی و جنوبی

www.SID.ir

روابط متغیرها در دامنهٔ 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 درهٔ یخچالی علاوه‌بر محور فوقانی از دو طرف نیز توسط دو یال محدود می‌شود و در اشترانکوه با توجه به جهت کوهستان، این یال‌ها دارای جهت شمالی و جنوبی و یا برعکس جنوبی- شمالی هستند و نسبت به چاله‌های سیرک غربی یا شرقی. بررسی‌ها نشان می‌دهد یال‌های غربی عاملی مشترک در تحول سیرک‌ها در دو دامنهٔ کوهستان است که در دامنهٔ جنوبی آزیموت آن و در دامنهٔ شمالی ارتفاع آن تأثیرگذارتر بوده است. به این ترتیب، در شکل‌گیری و تحول سیرک‌های یخچالی اشترانکوه، 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 اشترانکوه در شکل‌گیری شرایط یخچالی است.

۶- قدردانی

این مقاله برگرفته از رسالهٔ دکتری مورد حمایت دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات و همچنین طرح پژوهش گرنت شمارهٔ ٤١٠٧٠٢٢/٠١/٠٤ معاونت پژوهشی دانشگاه تهران است که بدین وسیله از ایشان قدردانی و تشکر می‌کنیم.

۷- منابع

- احمدی، حسن و سادات فیض‌نیا، *سازندهای دورهٔ کواترنر، مبانی نظری و کاربردی آن در منابع طبیعی*، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۵.
- بیات، حمیدرضا و هنریک مجنونیان، *منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ اُشترانکوه*، سازمان حفاظت محیط زیست، دفتر آموزش زیست‌محیطی، ۱۳٦۷.
- چورولی، ریچارد جی، استانلی ای شوم و دیوید ای سودن، *ژئومورفولوژی*، ج٤، ترجمهٔ احمد معتمد، تهران: سمت، ۱۳۷۹.

Archive of SID
www.SID.ir

- رامشت، محمدحسین، «آثار یخچال‌های دوران چهارم در حومهٔ اصفهان»، *رشد آموزش جغرافیا*، ش٦٧، صص ۱۰-۲۱، ۱۳۸۳.
- رامشت، محمدحسین و داودپور دهقان، «یخ در آتش؛ آثار یخچالی در منطقهٔ بم»، *تحقیقات جغرافیایی*، ش۸۹، صص۱۲۹-۱٤٤، ۱۳۸۷.
- رضایی، یوسف، محمدجواد ولدان زوج و فریبرز وزیری، «بررسی یخچال علم‌چال با تصاویر ماهواره‌ای»، *علوم زمین*، سازمان زمین‌شناسی، ش۷۰، صص۲-۱۳، ۱۳۸۷.
- رجبی، معصومه و مریم بیاتی خطیبی، «بررسی لندفرم دره‌های یخچالی، مطالعهٔ موردی درّه‌های یخچالی کوهستان سهند»، *پژوهش‌های جغرافیایی*، ش٦٤، صص۱۰۵-۱۲۱، ۱۳۸۷.
- زمانی، حمزه، *شواهد و حدود گسترش یخچال‌های کواترنری در البرز مرکزی*، رسالهٔ دکتری، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران، ۱۳۸۸.
- سرور جلیل‌الدین و نیما فرید مجتهدی، «شواهد ریخت‌شناسی یخچالی کواترنری در البرز غربی»، *جغرافیا و توسعه*، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ش۱۸، صص٦۹-۹۲، ۱۳۸۹.
- طاهونی، پوران، «بررسی شواهد ژئومورفولوژیک فرسایش یخچالی پلیستوسن در ارتفاعات تالش»، *پژوهش‌های جغرافیایی*، ش٤۷، صص۳۱-۵۵، ۱۳۸۳.
- محمودی، فرج‌الله، «تحول ناهمواری‌های ایران در کواترنر»، *پژوهش‌های جغرافیایی*، س۲۰، ش۲۳، ص۷-٤۷، ۱۳٦۷.
- 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*، ش٦۹، صص۷٤-۸۵، ۱۳۸۷.
- نعمت‌الهی، فاطمه و محمدحسین رامشت، «آثار یخساری در ایران»، *مدرس علوم انسانی*، ش٤، صص۱-۱۹، ۱۳۸٤.

Archive of SID
www.SID.ir

- یمانی، مجتبی، علی‌اکبر شمسی‌پور، مریم جعفری اقدم و سجاد باقری سیدشکری، «تعیین حدود مناطق مورفودینامیکی و مورفوکلیماتیکی کواترنر در حوضهٔ جاجرود»، *مدرس علوم انسانی*، د۱۵، ش۳، صص۸۳-۱۱۰، ۱۳۹۰.
- یمانی، مجتبی، «ژئومورفولوژی یخچال‌های زردکوه ...»، *پژوهش‌های جغرافیایی*، ش۵۹، صص۱۲۵-۱۳۹، ۱۳۸٦.
- _____ «اندازه‌گیری حرکت سالیانهٔ یخچال‌های علم‌کوه»، *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، ش٦۷، صص۳۱-۵۲، ۱۳۸۸.
- یمانی، مجتبی، جمشید جداری عیوضی و ابوالقاسم گورابی، «شواهد ژئومورفولوژیکی مرزهای یخچالی در کرکس»، *مدرس علوم انسانی*، ش۱۱، صص۲۰۷-۲۲۸، ۱۳۸٦.
- Abramowskia, U. A. et al., "Pleistocene Glaciations of Central Asia: Results from 10Be 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.

Archive of SID
www.SID.ir

- 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 Revievs*, *No. 85*, Pp. 1-22, 2007.
- Philip, G. & K. V. Ravindran, "Glacial Mappingusing 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.

Archive of SID

www.SID.ir