

استخراج اتوماسیون سیرکهای یخچالی براساس ویژگیهای ژئومورفومتریک (نمونه موردی: منطقه زرد کوه)

علی احمدآبادی^۱، واردوهی سرکیسیان^۲

۱- استادیار دانشگاه خوارزمی

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه خوارزمی

چکیده :

سیرک های یخچالی بعنوان یکی از اشکال فرسایشی یخچالها و شاخصی مناسب برای شناسایی شرایط محیطی کوتاهتر محسوب می شوند. با توجه به اهمیت لندفرم سیرک یخچالی، شناسایی و تهیه نقشه پراکندگی سیرکها و ویژگیهای شکلی آنها از نیازهای علوم محیطی بخصوص ژئومورفولوژی است. در این پژوهش به منظور شناسایی ویژگیهای کمی شکل سیرکها در منطقه زردکوه بختیاری از شاخص های ژئومورفومتریک شامل مشتقات درجه دوم انحنای پلان، پروفیل، کلی و شاخص شیب بعنوان مشتق درجه اول استفاده شده است. برای این منظور مدل رقومی ارتفاع با دقت ۱۰ متر از نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری تهیه و برای تحلیل های ژئومورفومتریک استفاده گردید. نتایج تحقیق نشان می دهد مشتقات درجه دوم کارایی بیشتری در شناسایی ویژگیهای شکلی سیرکهای یخچالی دارد. شاخص انحنای پلان بخوبی توانسته پرتگاه اطراف سیرک را نشان دهد و انحنای پروفیل مسیر عبور بهمن های دیواره سیرک را بارز نموده است. به نظر می رسد شاخص های مشتق دوم شامل خانواده انحناء قابلیت های زیادی در استخراج و بارزسازی اشکال طبیعی بر روی داده های رقومی ارتفاعی دارد.

واژه های کلیدی : ژئومورفومتري، سیرک یخچالی، انحناء، زردکوه



۱- مقدمه

لندفرم‌ها بیانگر فرآیندهای تأثیرگذار بر عوارض سطح زمین در گذشته و حال هستند و اطلاعات مهمی در مورد ویژگی‌ها و پتانسیل‌های زمین فراهم می‌کنند (ایتزلمولر و سولیک، ۲۰۰۰). محققان برحسب تخصص خود و هدفی که از طبقه‌بندی عوارض سطح زمین داشته‌اند، تعاریف متفاوتی از لندفرم ارائه کرده‌اند. برای نمونه، یک جغرافیدان طبیعی به نام ویدوو (۱۹۸۴) در تعریف لندفرم‌ها به خصوصیات ظاهری و ریخت‌شناسی سطح زمین تمرکز کرده، اما هامر (۱۹۹۷) که یک خاک‌شناس است در تعریف لندفرم، علاوه بر شکل ظاهری، به ارتباط آن با سایر لندفرم‌ها و خصوصیات زمین‌شناسی و ویژگی‌های خاک نیز توجه داشته‌است، یا پیکه (۲۰۰۹) لندفرم را بخشی از سطح زمین توصیف می‌کند که با ویژگی‌های توپوگرافیکی خاص از لندفرم‌های دیگر جدا شده و مورفومتری همگنی دارد (حسین بهرامی و همکاران، ۱۳۹۲).

در تمامی تعاریف ژئومورفولوژی بر مطالعه و شناسایی لندفرم‌ها تأکید شده است (چورلی، ۱۹۳۹). تولید نقشه از لندفرم‌ها، از وظایف مهم ژئومورفولوژی است و می‌تواند نتایج مفیدی را فراهم می‌سازد، از جمله: (۱) اطلاعاتی در زمینه منشأ پیدایش چشم‌انداز؛ (۲) ابزاری برای تفسیر فرآیندهایی که دیده نمی‌شوند؛ (۳) بستری برای مشاهده الگوی توزیع فرایندهای عملکردی و ارتباط بین آنها؛ (۴) بهبود بخشیدن نمایش ویژگی‌های سطحی زمین و در نظر داشتن ملاحظات ژئومورفولوژیکی در مدیریت سرزمین (کوک و همکاران، ۱۹۹۰). از طرف دیگر لندفرم‌ها دسته کم دو ویژگی اساسی را در خود دارند: اول اینکه نتیجه فرایندهای ژئومورفولوژیک و زمین‌شناختی گذشته‌اند؛ و دوم مرز‌هایی مشخص هستند برای تعیین قلمرو حاکمیت فرایندهایی ژئومورفولوژیک کنونی (دن و همکاران، ۲۰۰۱). از آنجایی که هر واحد ژئومورفولوژی در یک منطقه مطالعاتی، محدوده‌ای نسبتاً همگن با بسیاری خصوصیات فیزیومتریکی یکسان است، بنابراین برنامه‌ریزی‌ها و اقدامات توسعه‌ای یکسانی را ایجاب می‌کند. به همین دلیل شناسایی و طبقه‌بندی لندفرم‌ها اهمیت و کاربرد فراوانی در مطالعات حوزه علوم منابع طبیعی دارد (حسین بهرامی و همکاران، ۱۳۹۲).

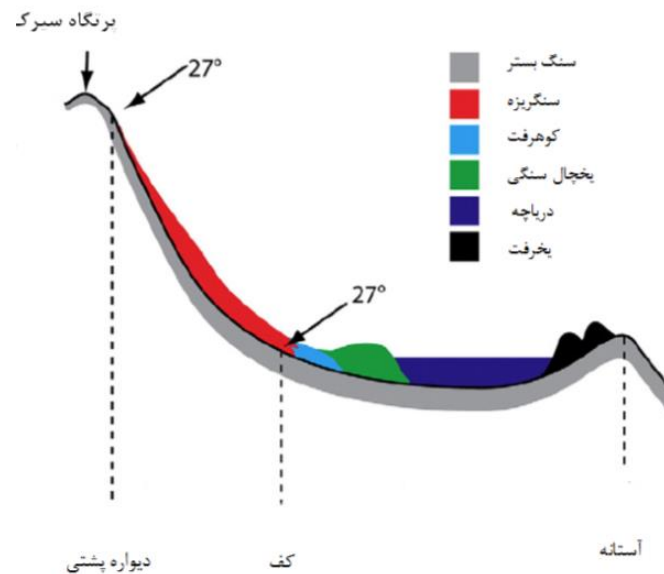
در ژئومورفولوژی کمی و عددی ویژگی‌های فضایی و آماری و همچنین ارتباطات ویژگی‌های نقطه‌ای مطالعه می‌شود (ایوانس، ۱۹۷۲). طبقه‌بندی خودکار واحد‌های ژئومورفولوژیکی و لندفرم‌ها عمدتاً بر پارامترهای مورفولوژیکی متکی است (گایلس و فرنکلین، ۱۹۹۸؛ بییو و استپینسکی، ۲۰۰۶؛ میلیارسیس، ۲۰۰۱). همچنین اصل اساسی که ژئومورفومتری بر آن تأکید دارد، وجود ارتباط بین شکل ناهمواری و پارامترهای عددی مربوط به آن برای توصیف و تشریح فرایندهایی است که در تشکیل و تحول لندفرم‌ها نقش دارند (شایان و همکاران، ۱۳۹۱).

در اوایل دهه ۱۹۶۰ روش‌های کمی وارد مطالعات لندفرم‌ها شدند (کسماس و همکاران، ۲۰۰۹). پیشرفت روش‌های طبقه‌بندی خودکار لندفرم‌ها در دو مرحله مهم انجام گرفته است؛ مرحله اول پیشرفت همزمان با پیدایش رایانه‌ها بوده و مرحله دوم پس از ابداع سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (گرکد، ۲۰۱۰) انجام گرفته است. بنا به گفته گرکد (۲۰۱۰)، دیکائو، براب و مارک در سال ۱۹۹۱ اولین طبقه‌بندی خودکار لندفرم‌ها را انجام دادند. سپس این نوع طبقه‌بندی با کارهای افرادی چون بوروغ، کاتر و مک میلان (۲۰۰۰)، شینا (۲۰۰۸)، کیت جونزو مک ناب (۲۰۰۴) ادامه یافت. (حسین بهرامی و همکاران، ۱۳۹۲).

مدل‌های رقومی ارتفاعی بعنوان داده اصلی در مطالعات ژئومورفومتری مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطالعات زیادی در زمینه‌های مورفولوژی آتش‌فشان (رایت و همکاران، ۲۰۰۶)، آنالیز اشکال ماسه‌بادی (بلومبرگ، ۲۰۰۶)، مدل‌های هیدرولیکی (لودیک و شنایدر، ۲۰۰۶)، تحلیل‌های مورفوتکتونیک (گروهمن و همکاران، ۲۰۰۷)، استخراج شبکه زهکشی (احمدآبادی و همکاران، ۲۰۰۹) انجام پذیرفته است. سیرکهای یخچالی از لندفرم‌های غالب یخچال‌های کوهستانی و دره‌ای است. طبق تعریف ایوانز و کاکس (ص ۱۵۱، ۱۹۷۴) سیرک یک چاله‌ی بازی است که به سمت پایین دست توسط تاج‌های پر شیب دیواره‌ی پرتگاه بصورت کمان‌وار احاطه شده و کفی با شیب ملایم دارد. این

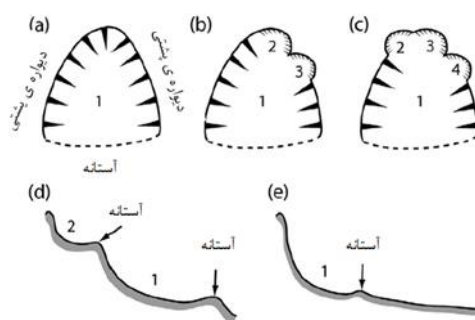


چاله ها زمانی یخچالی محسوب می شوند که کف آن تحت تاثیر فرسایش یخچالی قرار گرفته در حالیکه دیواره ی آن بصورت پر شیب گسترش پیدا کرده است. همچنین از نظر ایوانز و کاکس (۱۹۷۴) حداقل بخشی از کف سیرک، شیبی کمتر از ۲۰ درجه و دیواره ی آن شیبی تند تر از زاویه ی اصلی تالوس دارد (به عنوان مثال ۳۱-۳۶ درجه). شکل ۱ مورفولوژی سیرک را بصورت شماتیک نشان می دهد.



شکل ۱- مقطع شماتیک از یک سیرک یخچالی که در آن جدا سازی کننده (حد بالایی)، پرتگاه (دیواره ی پر شیب) ($>27^\circ$)، کف کم عمق سیرک ($<27^\circ$) و آستانه ی سیرک نمایش داده شده است.

توجه شود که همه ی ویژگی های ژئومورفولوژیکی نشان داده شده در تصویر ممکن است بر روی هر سیرک وجود نداشته باشد همچنین از نظر شکلی ۵ گونه سیرک شناسایی شده است که شامل سیرک های ساده، مرکب، پیچیده، طبقه ای و سیرک های زبانه ای می باشد (شکل ۲)



شکل ۲- تصویر شماتیک از انواع مختلف سیرک ها: (a) دید از بالای یک سیرک ساده (۱)، که با فرم مستقل خود قابل شناسایی است. (b) دید از بالای یک سیرک مرکب که قسمت بالایی حوضه بزرگتر سیرک (۱)، دو سیرک کوچک ساده (۲ و ۳) با اندازه های تقریباً برابر شامل شده است. (c) دید از بالای یک سیرک پیچیده را نشان می دهد که در قسمت بالایی حوضه سیرک بزرگتر (۱)، بیش از دو سیرک فرعی (۲ و ۳ و ۴) قرار دارد. (d) برش مقطعی سیرک پله ای که در آن یک سیرک (۲) بر روی سیرک دیگر (۱) واقع شده است. (e) دید مقطعی از زبانه سیرک (۱) که در آن سیرک، حد بالایی زبانه یخچالی را نشان می دهد.



با توجه به اهمیت شناسایی موقعیت سیرکهای یخچالی در مطالعات یخچالها، هدف این تحقیق ارائه روش کمی بر مبنای پارامترهای ژئومورفومتریک به منظور شناسایی کمی لندفرمهای سیرکی در منطقه زردکوه بختیاری است.

۲- منطقه مورد بررسی

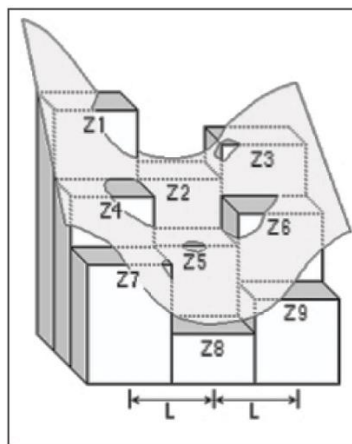
ارتفاعات زردکوه در جنوب غربی ایران و از انتهایی ترین قسمت غربی استان چهارمحال و بختیاری تا شرق و شمال شرق خوزستان امتداد یافته است. قله آن به ترتیب از جنوب شرقی به شمال غربی عبارتند از کوه میلی ۴۰۰۰ متر، قله درویش کزلی ۴۰۱۰ متر، قله چری ۴۱۰۰ متر، خرسان ۴۰۵۰ متر، کلونچین ۴۲۲۱ متر، شاه شهیدان ۴۱۸۰ متر، سردان ۴۰۰۰ متر، قله لاسوزو ۳۹۸۸ متر، قله آب سفید ۴۰۵۰ متر و قله هفت تنان ۴۱۸۰ متر می باشند (یمانی، ۱۳۸۶).

با آغاز فاز کوهزایی پلیوسن پیشین، بخش های مهمی از ایران مرکزی دچار بالا آمدگی می شود که از فرسایش آن رسوبات کنگلومرای زردکوه (کوه های بختیاری) که از قسمت های مهم میانی زاگرس به شمار می رود، پدیدار و ریخت شناسی کنونی کشور ما ترسیم شد. قسمت اصلی این رشته کوه را سازند بختیاری تشکیل داده است. کوهزایی میوسن پلیوسن موجب چین خوردگی و خروج ناحیه زاگرس از آب شد. فرسایش این ارتفاعات و انباشت آنها در دامنه ها و مناطق پست، موجب تشکیل رسوبات کنگلومرای شد که در نواحی فارس، لایه نازکی از آهک کنگلومرای به طور درگرتیب سازند آغاچاری را می پوشاند که معرف سازند بختیاری در این منطقه، بخصوص در حوالی منطقه زردکوه سازندهای آهکی از نوع آهک آسماری است (وزیری، ۱۳۷۹).

۳- داده ها و روش

انحنا در مدل رقومی ارتفاع رستری، پیکسل به پیکسل محاسبه می شود و برای هر سلول یک معادله پلی نامیال درجه چهار به کار می رود (رابطه ۱) و در یک پنجره با ابعاد 3×3 محاسبه می شود (شکل ۴). با توجه به اینکه محاسبه ی انحنا در پنجره متحرک و با استفاده از هشت همسایه یک سلول انجام می گیرد، امکان تشخیص سلول ها و سطح تحدب و مقعر وجود داد.

$$Z = Ax^2y^2 + Bx^2y + Cxy^2 + Dx^2 + Ey^2 + Fxy + Hy + I \quad \text{رابطه ۱}$$



شکل ۴: نمایش شماتیک پارامترهای مورد استفاده در محاسبه انحنا



با توجه به اینکه سطوح پیوسته را با مدل داده رستری می توان نمایش داد لذا امکان مشتق گیری ریاضی در هر مکان وجود دارد. در عمل، به دلیل اینکه سطوح پیوسته مثلاً" با مدل رقومی ارتفاع بصورت گسسته با سلول ها نمایش داده می شوند، مشتق گیری به مفهوم واقعی ریاضی امکان پذیر نیست؛ ولی با محاسبه اختلاف بین ارزش های سلول های مجاور با برازش چند جمله ای با سلول های واقع در یک پنجره می توان آنها را برآورد کرد(علی محمدی، ۲۰۰۸).

در این تحقیق جهت استخراج شاخص های ژئومورفومتریک منطقه مورد مطالعه از مدل رقومی ارتفاع منطقه با قدرت تفکیک ۱۰ متر استفاده گردیده و شاخص های چون شیب، انحنای عرضی (پلان)، انحنای طولی (پروفیل) و حداکثر انحنای جهت شناسایی سیرک های منطقه محاسبه گردید.

جدول ۱. روابط محاسبه پارامترهای مورفومتریک

پارامتر مورفومتریک	رابطه
شیب	$\arctan(\sqrt{d^2 + e^2})$
انحنای عرضی	$n * g * (a * d^2 + b * e^2 + c * d * e) / (d^2 + e^2) * (1 + (d^2 + e^2)^{1.5})$
انحنای طولی	$n * g * (a * d^2 + b * e^2 + c * d * e) / (d^2 + e^2) * (1 + (d^2 + e^2)^{1.5})$
انحنای کلی	$n * g * (-a - b + \sqrt{(a - b)^2 + c^2})$

در روابط ارائه شده در جدول ۱:

g: قدرت تفکیک مدل رقومی ارتفاع

n: ابعاد پنجره متحرک

a-f: ضرایب درجه دو است

۴- نتایج

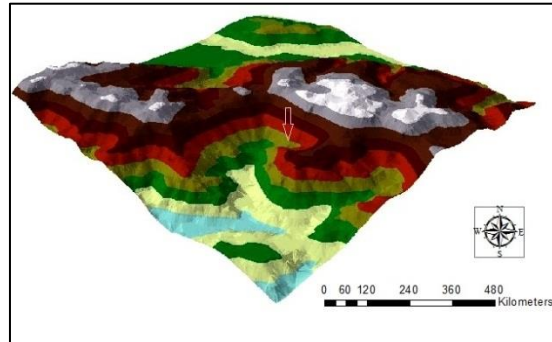
با استفاده از مدل رقومی ارتفاع، شاخص های ژئومورفومتریک برای یک لندفرم سیرک در منطقه زردکوه بختیاری استخراج گردید. شاخص های ژئومورفومتریک در حالت کلی سیرک و همچنین دو بخش مشخص آن شامل دیواره و کف سیرک بدست آمده است. نتایج پژوهش در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان می دهد شاخص انحنای پلان بخوبی توانسته بخش پرتگاه سیرک را مشخص نماید به نظر می رسد با استفاده از واگرایی ارتفاعی که در این بخش رخ می دهد شناخت آن میسر شده است و از طرف دیگر شاخص پروفیل مسیره های بهمین در دیواره پرتگاهی سیرک را توانسته بارز نماید. قابل ذکر است که در این بخش همگرایی ارتفاعی رخ می دهد.

جدول ۲) مقادیر کمی شاخص های مورفومتریک لندفرمها در منطقه مطالعاتی

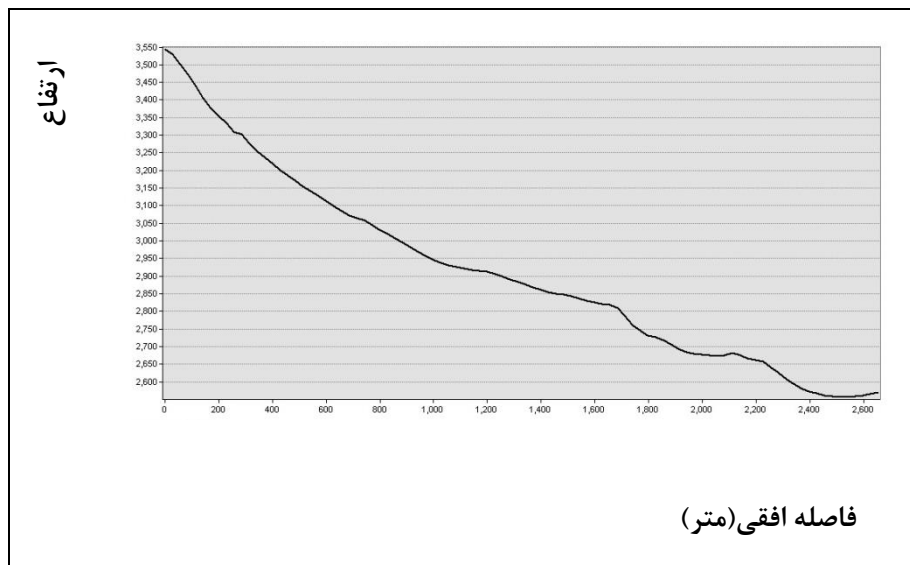
پارامتر لندفرم	شیب حداقل	شیب حداکثر	شیب میانگین	حداقل انحنای پلان	حداکثر انحنای پلان	میانگین انحنای پلان	حداقل انحنای پروفیل	حداکثر انحنای پروفیل	میانگین انحنای پروفیل	حداقل انحنای کلی	حداکثر انحنای کلی	میانگین انحنای کلی
سیرک	۵.۰۸	۱۴۴.۸۷	۵۷.۵۵	-۳.۶۳	۳.۱۴	-۰.۰۱	-۳.۲۲	۴.۹۷	۰.۰۱	-۷.۲۹	۶.۳۲	-۰.۰۲
دیواره سیرک	۷.۳۹	۱۴۴.۸۷	۶۴.۳۴	-۳.۶۳	۳.۱۴	-۰.۰۲	-۳.۲۲	۴.۹۷	-۰.۰۲	-۷.۲۹	۶.۳۲	۰.۰۰۱
کف سیرک	۱۹.۳۵	۱۱۸.۳۰	۶۴.۷۲	-۲.۶۸	۲.۱۹	۰.۰۰۹	-۲.۴۱	۱.۵۰	-۰.۰۷	-۳.۵۲	۴.۱۳	۰.۰۸



مورفولوژی سیرک مورد مطالعه در مدل شبکه بندی نامنظم مثلثی ارائه شده است (شکل ۵). همچنین به منظور شناسایی تغییرات ارتفاعی در سیرک مطالعاتی، پروفیل ارتفاعی در مسیر پرتگاه تا خروجی سیرک استخراج گردید که در شکل ۶ ارائه شده است که به نظر می رسد در رسته سیرکهای کلاسیک قابل دسته بندی باشد.



شکل ۵: مورفولوژی سیرک مطالعاتی



شکل ۶: نیمرخ سیرک مورد مطالعه

۵- نتیجه گیری

به منظور ارزیابی کمی-شکلی لندفرمهای سیرکی موجود در منطقه زردکوه بختیاری پس از استخراج شاخصهای ژئومورفومتریک مقادیر میانگین، حداکثر و حداقل برای هر یک از سیرک ها بدست آمد که به نظر می رسد می تواند شاخص مناسبی برای شناسایی کمی لندفرمها باشد. نتایج ارزیابی کمی نشان می دهد شاخصهای کمی ژئومورفومتریک که بیانگر شکل سطح زمین هستند امکان شناسایی اشکال سطحی زمین را بصورت کمی امکان پذیر می نمایند و رویکرد اتوماسیون را در شناسایی و طبقه بندی لندفرمها میسر می کند.

مراجع

[1] کلینسلی دانیل، ۱۳۸۱. کویرهای ایران و خصوصیات ژئومورفولوژیکی پالتوکلیماتولوژی آن، انتشارات سازمان جغرافیایی وزارت دفاع پشتیبانی نیروهای مسلح.



- [2] بهرامی حسین ، احمد نوحه گر و وفا محمودی، ۱۳۹۲. طبقه بندی خودکار لندفرم های حوضه آبخیز با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی :حوضه آبخیز بروجن در استان چهارمحال و بختیاری)، پژوهش های ژئومورفولوژی کمی، سال دوم، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۲، صص ۱۷-۳۰.
- [3] یمانی مجتبی، ۱۳۸۶، ژئومورفولوژی یخچال های زردکوه (بررسی اشکال ژئومورفولوژیک و حدود گسترش آنها)، پژوهش های جغرافیایی - شماره ۵۹ ، بهار ۱۳۸۶، صص 125 - 139.
- [4] وزیری، ف.، (1379)، هیدرولوژی کاربردی در ایران، کتاب دوم (شناخت آب های سطحی در ایران) شناسایی مقدماتی یخچال های طبیعی.
- [5] Ahmadabadi, A. Fathnia, A. Vaghefi, M. Salimi, S. (2009); assignment threshold of basin river Extraction using Digital Elevation Model. Forth conference of Soil and Water management. Bahonar University.
- [6] Alimohammadi, Abbas. (2008); Fundamentals of Informations Systems and Sciences. SAMT.
- [7] Benn, D.I., Evans, D.J.A., 2010. Glaciers and Glaciation. Hodder Education, London.
- [8] Blumberg, D.G. (2006). Analysis of large aeolian (wind-blown) bedforms using the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) digital elevation data. Remote Sensing of Environment, 100, 179- 189.
- [9] Bue, B. D., and Stepinski, T. F., 2006, Automated classification of landforms on Mars. Computers & Geosciences, 32(5), 604-614.
- [10] Chorley, R.J., Dunn, A.J., Beckinsale, R.P., 1964. The History of the Study of Landforms, v.1. Methuen, London. 678 pp.
- [11] Cooke, R.U., Doornkamp, J.C., 1990. Geomorphology in Environmental Management. Clarendon Press, Oxford, 410 pp.
- [12] Dehn, M., Gärtner, H., Dikau, R., 2001. Principles of semantic modeling of landform structures. Computers & Geosciences 27, 1005-1010.
- [13] Delmas, M., Gunnell, Y., Calvet, M., 2015. A critical appraisal of allometric growth among alpine cirques based on multivariate statistics and spatial analysis. Geomorphology 228, 637-652.
- [14] Etzelmüller, B., Sulebak, J.S., 2000, Developments in the Use of Digital Elevation Models in Periglacial Geomorphology and Glaciology, Physische Geographie, Vol. 41, PP. 35-58.
- [15] Evans, I.S. (1972). General geomorphology, derivatives of altitude and descriptive statistics. In R.J.Chorley (Ed.), Spatial Analysis in Geomorphology (pp. 17-90). London: Methuen & Co. Ltd.
- [16] Evans, I.S., 1974. The Geomorphometry and Asymmetry of Glaciated Mountains (With Special Reference to the Bridge River District, British Columbia). Unpublished Ph.D. Dissertation, University of Cambridge
- [17] Evans, I.S., 1999. Was the cirque glaciation of Wales time-transgressive, or not? Ann. Glaciol. 28, 33-39.
- [18] Gercked, D., 2010, Object-based Classification of Landforms Based on Contexttheir Local Geometry and Geomorphometric, Thesis (Ph.D.), Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- [19] Giles, P. T, and Franklin, S. E., 1998. An automated approach to the classification of the slope units using digital data, Geomorphology, 21 (3-4), 251-264.
- [20] Gordon, J.E., 1977. Morphometry of cirques in the Kintail-Affric-Cannich area of northwest Scotland. Geogr. Ann. Ser. A Phys. Geogr. 59, 177-194.



- [21] Grohmann, C.H., Riccomini, C., & Alves, F.M. (2007). SRTM-based morphotectonic analysis of the Pocos de Caldas Alkaline Massif, southeastern Brazil. *Computers & Geosciences*, 33, 10-19.
- [22] 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.
- [23] Hudson W. D., 1987, Evaluation of several classification schemes for mapping forest cover types in Michigan, international journal of remote sensing, Vol. 8, No. 12, pp. 1785-1796.
- [24] Kosmas Pavlopoulos • Niki Evelpidou • Andreas Vassilopoulos; Mapping Geomorphological Environments; Springer; 2009
- [25] Ludwig, R., & Schneider, P. (2006). Validation of digital elevation models from SRTM X-SAR for Applications in hydrologic modeling. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 60, 339-358.
- [26] Mîndrescu, M., Evans, I.S., 2014. Cirque form and development in Romania: allometry and the buzzsaw hypothesis. *Geomorphology* 208, 117–136.
- [27] Paul, F., Kääb, A., & Haeberli, W. (2007). Recent glacier changes in the Alps observed by satellite Consequences for future monitoring strategies. *Global and Planetary Change*, 56, 111–122.
- [28] Wright, R., Garbeil, H., Baloga, S.M., & Mouginiis-Mark, P. (2006). An assessment of shuttle radar topography mission digital elevation data for studies of volcano morphology. *Remote Sensing of Environment*, 105, 41-53.



Glacial Cirques Automated derivation based on geomorphometry features

Ali Ahmadabadi¹, Varduhi Sargsyan²

1- Assisstant professor in Department of Geomorphology, College of Geography, University of Kharazmi

2- Ms.c student of geomorphology in Department of Geomorphology, College of Geography, University of Kharazmi

Abstract:

Cirques as one of the glacial erosional forms are suitable indicators to recognize the environmental conditions of the Quaternary period. Therefore, considering the importance of glacial cirque landforms, Identifying and mapping the distribution of the cirque with their shape features meets the need of environmental science especially geomorphology. In this paper, In order to identify the quantitative features of cirques in Zardkuh region, the second derivatives including second-degree curvature of the plan, profile and general curvature along with slope as a primarily derivative were used from geomorphometry indices. To this end, 10 meter accuracy digital elevation model was prepared from 1: 25,000 topographic map which was used in Geomorphometric analysis. The result shows that secondary derivatives had higher performance in identifying the feature shapes of glacial cirques. Likewise, the plan curvature Index could truly present the headwall around the cirque as well as profile curvature clearly showed the avalanche path. In conclusion, Seems the second derivative indicators, including curvature's family have high capability to extract and detect different natural shapes from digital elevation data.

Key words: Geomorphometry, Glacial cirque, curvature, Zard-kuh.