تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۱۳

بررسی لندفرم‌های یخچال‌های کواترنری توده الوند همدان با تأکید بر قسمت‌های مختلف سیرک

غلام حسن جعفری *
استادیار ژئومورفولوژی دانشگاه زنجان، ایران

چکیده

غالب لندفرم‌های مناطق مرتفع ایران، شباهت زیادی به سیرک یخچالی دارد، هر چند ارتفاع برف مرز دائمی کنونی این نواحی، بالاتر از مرتفع‌ترین قله‌های کوهستانی موجود است. در تمام بررسی‌های یخچالی کواترنری، توجه ویژه‌ای به تعیین ارتفاع برف مرز دائمی، بر اساس شناسایی ارتفاع مطلق کف سیرک‌ها شده‌است. در توده کوهستانی الوند، مسلط به شهر همدان با ارتفاع بیش از ۳۵۰۰ متر و عرض جغرافیایی ۳۴/۵ درجه شمالی، اشکال سیرکی زیادی دارد، که حاکی از فعالیت فرایند یخچالی کواترنری می‌باشد. ارتفاع برف مرز دائمی این توده کوهستانی، با دو روش رایت و شیب- جهت برآورد شده‌است. بررسی‌های متعدد میدانی دال بر این است که تجمع برف در نزدیکی دیواره سیرک از شرایط مطلوب‌تری برخوردار است. بر این اساس در این مقاله، توجه ویژه‌ای به شکل سیرک‌های یخچالی، با توجه به نحوه توزیع خطوط منحنی میزان، از قله به طرف کوهپایه، شده تا بتوان ارتفاع محل تغییر دیواره به کف سیرک را مشخص و با برآورد ارتفاعی که بیش از ۶۰ درصد از ارتفاعات متعلق به سیرک‌ها بالاتر از آن، قرار دارد، ارتفاع برف مرز دائمی را برآورد نمود. ارتفاع چنین تغییری در دامنه‌های دامنه‌های نسار با دامنه‌های نگار یکسان نبوده و در نتیجه ارتفاع برف مرز دائمی دامنه‌ها متفاوت می‌گردد. این ارتفاع به روش شیب- جهت با توجه به سه فاکتور عرض جغرافیایی، مقدار شیب و جهت شیب ناهمواری نیز برآورد شده که مطالب فوق را تأیید می‌کند.

کلمات کلیدی: دما فرایند، فرم، کواترنری، همدان، سیرک.

مقدمه

اگرچه دوره کواترنری در بین دوره‌های زمین‌شناسی از نظر زمانی، دوره بسیار کوتاهی است، ولی نزد ژئومورفولوژیست‌ها که اشکال سطحی زمین را در ارتباط با فرایندهای مختلف درونی و بیرونی بررسی می‌کند، اهمیت زیادی دارد. در این دوره زمانی، اقلیم سیاره زمین چندین مرتبه دست‌خوش تغییراتی شده‌است. چنین تغییراتی منجر به ایجاد اشکالی در سطح زمین شده که با فرایندهای کنونی، انطباق زیادی ندارند و شرایط اقلیم کنونی نیز به گونه‌ای نبوده که بتواند؛ آثار همه آن‌ها را از بین ببرد. روی این اصل می‌توان فرم‌های کنونی نواحی مرتفع کوهستانی را به فرایندهای یخچالی(گذشته) و بین یخچالی(کنونی) نسبت داد.

نویسنده مسئول: غلام حسن جعفری، استادیار ژئومورفولوژی دانشگاه زنجان، ایران، jafarihas@yahoo.com

شواهد یخچالی از مهمترین آثاری هستند که تحولات اقلیمی گذشته و تغییرات آینده را می‌توان براساس آن‌ها پیش‌بینی کرد (آبراموسکی و همکاران[1]، ۲۰۰۶، ۱۰۸۰. سولومینا و همکاران[2]، ۲۰۰۴،۲۰۷) با این حال باید توجه کرد، نباید انتظار داشت که در یک منطقه همه آثار و اشکال یخچالی وجود داشته باشند، بلکه با توجه به ماهیت یخچال‌های مناطق و ویژگی‌های فیزیوگرافیک متفاوت نواحی، طیف متنوعی از آثار و شواهد یخچالی را می‌توان ردیابی کرد، که بدیهی است، با نواحی دیگر متفاوت خواهند بود (استروان و همکاران[3]، ۲۰۱۳، ۵۱۱). شروع دوره کواترنری به اتفاق همه زمین شناسان و ژئومورفولوژیست‌ها و دیگر متخصصین علوم زمین، همراه با تغییرات اقلیمی و به عبارتی بهتر گسترش یخچال‌ها در عرض‌های بالای جغرافیایی و نواحی مرتفع زمین بوده است. در اروپای شمالی چهار دوره یخچالی و بین یخچالی تشخیص داده شده‌است(قنبرزاده و همکار، ۱۳۸۶: ۶۶). وضع موجود لندفرم‌های سیرک مانند ارتفاعات توده کوهستانی الوند همدان به همراه توزیع فراوان سنگ‌های سرگردان در دو دامنه کوهستانی الوند همدان حاکی از آن است که در این توده کوهستانی در طی دوره‌های سرد کواترنری فرایندی به غیر از فرایند مجاور یخچالی و آبی کنونی تسلط داشته است. فرایندی که توانسته این مواریث را به ارمغان گذارد. غالب لندفرم‌های موجود در منطقه همانند مناطق کوهستانی و مرتفع ایران، شباهت زیادی به سیرک یخچالی دارند، هر چند امروزه امکان شکل‌گیری یخچال در چنین مناطقی وجود ندارد و ارتفاع برف مرز دائمی در بسیاری از نواحی، بالاتر از مرتفع‌ترین قله‌های کوهستانی موجود در آن مناطق است، ولی بررسی اشکال حاکی از پیدایش آن‌ها بر اثر فرایند یخچالی می‌باشد.

پیشینه تحقیق

در اروپای قرن هیجدهم وجود سنگ‌های سرگردان[4] فراوان که در پهنه وسیعی از سرزمین‌های اروپای شمالی، انگلیس و سوئیس و مناطق مجاور آن دیده می‌شد ذهن محققین علوم زمین را به خود مشغول می‌داشت و از همین رو تئوری یخچالی[5] موضوع بحث انگیز، اما امیدوار کننده‌ای در توجیه انباشت این سنگ‌های غریبه در شمال اروپا به شمار می‌آمد (یمانی و همکاران، ۱۳۹۰: ۳۸). با پایان قرن نوزدهم تئوری جدیدی که به تئوری جابه جای یخ[6] شهرت داشت قوت گرفت. این تئوری بیشتر مربوط به تغییرات اقلیمی بود و اگر چه از تاریخ دقیق و شخصی که برای اولین بار آن را مطرح نمود اطلاعی در دست نیست ولی به درستی و وضوح می‌توان گفت که چنین تفکری یک واقعیت پذیرفته شده ناگهانی نبود و طرح و پذیرفته شدن آن مراحل خاصی را پشت سر گذارد و با گذشت زمان و مشاهدات متعدد رفته رفته چنین بینشی تبلور و شکل گرفته‌است. اگر گفته شود قوی‌ترین انگیزه در مورد پیدایش چنین بینشی در سوئیس وجود داشته‌است یعنی جایی که یخچال‌ها در همه جا مشاهده می‌شوند جای تعجب نخواهد داشت. در سال ۱۸۲۱ ونتز[7] که یک مهندس سوئیسی بود مقاله‌ای را برای انجمن اجتماعی هلوتیک[8] ارسال داشت. وی در این مقاله این موضوع که یخچال‌های سوئیس به مراتب وسیع‌تر از امروز بوده‌اند را طرح کرده بود(نقل از المدرسی و رامشت، ۱۳۸۶: ۴). آثار مرفولوژیکی یخبندان‌های کواترنری در ایران حداقل از اواخر قرن ۱۹ شناخته شده بود(رامشت، ۱۳۸۱: ۱۴). اکثر مطالعات توسط محققین خارجی انجام شده است (یمانی و همکاران، ۱۳۸۶: ۲۱۰) گاه عقاید آن‌ها را به عنوان ارتفاع برف مرز دائمی در آن ناحیه تلقی می‌کنند. اولین گروه محققین یخچال شناسی ایران، ارتفاعی را پیش نهاد داده‌اند که گویا با اولین نشانه‌ها و آثار فرایندهای یخچالی قابل مشاهده و ماکرو انطباق بیشتری داشته‌است تا ارتفاع برف مرز دائمی. شاید هم آن‌ها می‌خواسته‌اند بیان کنند که آثار فرایند یخچالی مثل سیرک را در این ارتفاع مشاهده کرده‌اند. برای مثال ژاک دومرگان در سال ۱۸۹۰ در توصیف از وضع طبیعی

[1] Abramowski et al
[2] Solomina et al
[3] Stroeven et al
[4] Erratic Rocks
[5] Glacial Theory
[6] Ice Transport
[7] j.Venetz
[8] Helvetic society

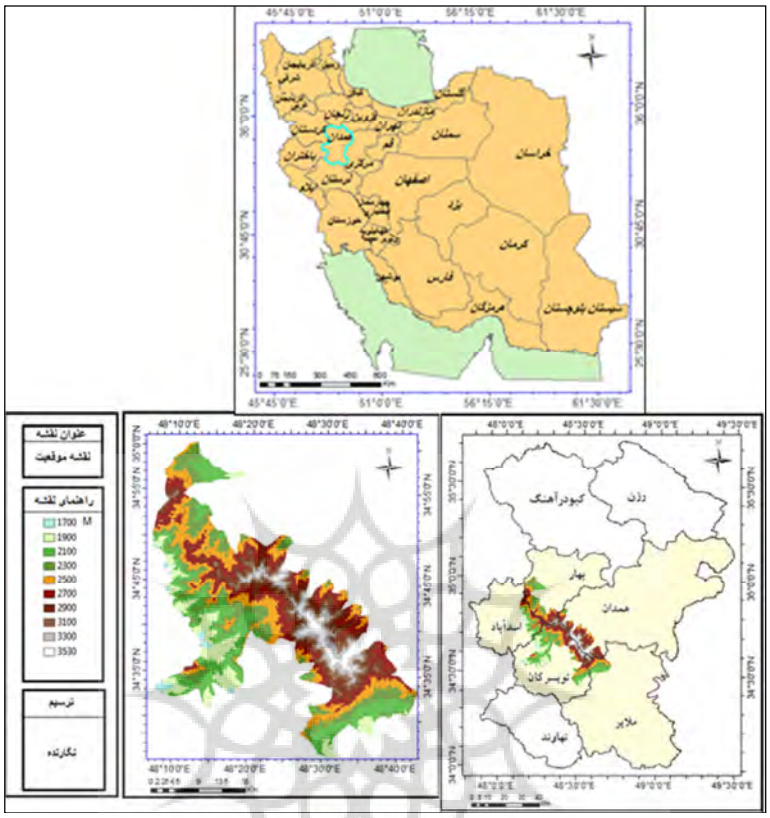
لرستان از سیرک یخچالی قدیمی اشتران کوه در ارتفاع ۳۸۰۰ متر و سیرک دیگر در قلیان کوه در ارتفاع ۲۴۴۰ متر نام برده است، همچنین در جنوب غرب ازنا، رایت سیرک یخچالی جبهه شمالی را در ۳۰۰۰ متر مشاهده کرده‌است. دزیو در سال ۱۹۳۳ در منطقه زردکوه ضمن خبر دادن از وجود چندین یخچال کوچک فعلی به آثار یخبندان‌های گسترده قدیمی اشاره کرده است (جداری‌عیوضی، ۱۳۷۴، ۷۴). کریستف پروی (۱۹۸۰) حد پائین‌تر زبانه یخچالی را در زردکوه در حداکثر گسترش خودشان در ارتفاع ۳۲۰۰ متری از سطح دریا برآورد کرده است. مطالعات هاگه درن و همکاران در شیرکوه یزد حاکی از وجود توپوگرافی یخچالی قدیمی در این کوه (۴۲۰۰ متر ارتفاع) می‌باشد(نقل از میراحمدی و همکاران، ۱۳۹۰: ۶۵). نگارش (۱۳۷۷) حد برف‌های دائمی کواترنری در شمال ایران را با توجه به ارقام متفاوتی که ارائه شده در حدود ۳۶۰۰ متر می‌داند (نگارش و خسروی، ۱۳۷۷: ۱۴۷). در دامنه شمال شرقی زردکوه دو سیرک یخچالی در ارتفاع بیش از ۳۰۰۰ متر و شیب تقریباً ۳۰ درجه مشاهده می‌شود. به نظر می‌رسد پایین‌ترین ارتفاع شناخته شده برای سیرک‌های بخچالی حدود ۱۶۰۰ تا ۱۷۰۰ متری سطح دریا باشد(زمردیان، ۱۳۸۸: ۴۱). با توجه به این دیدگاه برف مرزهای مطرح شده برای البرز ۳۴۰۰ متر (بوبک) و ۳۶۰۰ متر(درش) و در ایرن مرکزی ۳۲۰۰ متر (کهل) ۳۵۰۰ متر(هاگه درن) ۳۷۰۰ متر (درش) ۳۸۰۰ متر (گرونر) و ۴۰۰۰ متر(شوایزر) ارائه داده‌اند (محمودی، ۱۳۶۷: ۱۲).

گروه دوم کسانی بوده‌اند که به دره‌ها، یخ رفت‌ها یا مورن‌های یخچالی در مقیاس‌های متفاوت توجه کرده‌اند. در جنوب غرب ازنا در اشتران کوه، رایت یخرفت‌های یخچالی جبهه شمالی را در دره‌های کوچک تا ارتفاع ۲۶۰۰ متر مشاهده کرده است (رامشت و شوشتری، ۱۳۸۳: ۱۲۲). در کوه‌های تالش، یخرفت‌های که در شرق و غرب قله باغرور وجود داشته، زمین‌های زیادی را پوشانده و در دره کرگانرود تا ارتفاع ۱۲۰۰ پایین آمده است (طاحونی، ۱۳۸۳: ۳۲). در شمال غرب ایران در دامنه‌های خارجی کوه‌های مرزی تعداد زیادی یخچال‌های قدیمی وجود داشته که آثار آن‌ها توسط محققین زیادی مطالعه و حتی نام‌گذاری شده‌اند. در اطراف آربابا در منطقه بانه یخچال بروژکن، یخچال رشید چال و یخچال چناره، در مریوان یخچال‌های بیکوس، آبخورده و کوپر حدود ۱۵ الی ۲۱ کیلومتری جنوب شرق شهر مرزی خانه از یخچال‌های معروف این بخش می‌باشد (اصغری مقدم، ۱۳۸۳: ۱۲۵). طالبی (۱۳۸۳) و رامشت (۱۳۸۱) در ارتفاعات اطراف زفره اصفهان، کاظمی (۱۳۸۴) و رامشت و کاظمی (۱۳۸۶)، در نواحی کوهستانی اقلید فارس، پوردهقان (۱۳۸۵) و شاهزیدی (۱۳۸۵)، در ارتفاعات ایران مرکزی در اطراف کرمان،المدرسی و رامشت (۱۳۸۶) و نوجوان و همکاران (۱۳۸۸)، در ارتفاعات شیرکوه یزد، یمانی (۱۳۸۶)، در زردکوه بختیاری، یمانی و همکاران (۱۳۸۶)، در دامنه‌های کرکس، یمانی و زمانی(۱۳۸۶)، در دره شهرستانک، معیری و همکاران (۱۳۸۸)، در حوضه صفاشهر استان فارس، اسفندیاری درآبادی (۱۳۸۸)، در سبلان، زمانی (۱۳۸۸) و یمانی و همکاران (۱۳۹۰)، در جاجرود و کرج، قهرودی (۱۳۹۰)، در دره رود هراز در دامنه شمالی کوه خشچال واقع در البرز غربی، میر احمدی و همکاران (۱۳۹۰)، در دشت آسپاس اقلید، رامشت و همکاران (۱۳۹۰)، در دره تیگران ماهان و رامشت و همکاران (۱۳۹۲)، در شیرکوه یزد به بررسی میدانی آثار لندفرم‌های یخچال‌های کواترنری پرداخته‌اند. در اکثر موارد فوق که به تعیین ارتفاع برف مرز دائمی پرداخته شده برآورد ارتفاع مطلق کف سیرک‌ها اهمیت خاصی داشته‌است. در این بررسی ضمن توجه ویژه به چگونگی تعیین ارتفاع کف سیرک‌های الوند همدان، به نحوه توزیع خطوط هم ارتفاع در دیواره و کف سیرک‌های این منطقه توجه شده و تفاوت سیرک‌ها در دامنه‌های شمال شرقی و جنوب غربی منطقه مورد بررسی قرار گرفته‌است.

موقعیت منطقه مورد بررسی

استان همدان با وسعت ۱۹۴۹۳ کیلومتر مربع، بین مدارهای(۳۳ درجه و ۵۹ دقیقه) تا(۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه) عرض شمالی از خط استوا و(۴۷ درجه و ۳۴ دقیقه) تا(۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه) طول شرقی از نصف النهار گرینویج قرار گرفته‌است. قله الوند

در ۳۴/۶۶ درجه شمالی و ۴۸/۴۸ طول شرقی با ارتفاع ۳۵۷۴ متر از سطح دریا، بلندترین قله استان همدان است که خط الرأس آن حد طبیعی بین تویسرکان و همدان است. منطقه مورد مطالعه که کوه الوند را در بر می‌گیرد، از ۳۴/۵ تا ۳۴/۸۵ درجه عرض شمالی و ۴۸ تا ۴۸/۶ طول شرقی گسترش یافته است (شکل ۱).



شکل (۱): موقعیت منطقه مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

نقشه‌های توپوگرفی ۱:۵۰۰۰۰، نقشه‌های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه، تصاویر ماهواره‌ای لندست سنجنده +ETM با قدرت تفکیک ۳۰ متر، آمار و اطلاعات اقلیم شناسی مستخرج از سایت اداره هواشناسی استان همدان به همراه منابع کتابخانه‌ای و مشاهدات میدانی مواد این تحقیق را تشکیل می‌دهند. روش کار بر این اساس بوده که ابتدا از نقشه‌های ۱/۵۰۰۰۰ و تصاویر SRTM منطقه در نرم‌افزارهای Arc GIS 10.1 و Global Mapper 13 لایه‌های مورد نیاز مثل مدل رقومی ارتفاع[1]، شیب و خطوط منحنی میزان تهیه گردید و براساس آن تحلیل‌های مورد نیاز در مراحل بعدی انجام شد. سپس با استفاده از شکل منحنی میزان و وضعیت آن‌ها ابتدا به بررسی اشکالی که مؤید فرایند یخچالی هستند مبادرت ورزیده و سعی شد که این گونه شناسایی از بلندترین قله هر قسمت شروع شود و بعد از آن ارتفاع اولین خطوط منحنی میزانی که شکل سیرک به خود گرفته، برآورد گردد و اختلاف آن نسبت به ارتفاع قله محاسبه گردد. برای بررسی بهتر ارتفاع برف مرز دائمی از روش رایت و روش جهت-شیب برآورد شده‌است. بر اساس روش رایت در اولین گام با استفاده از نقشه توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ منطقه مورد مطالعه به بررسی شاخص‌های مورفیک و فرم شناسی در این نقشه‌ها مبادرت شد. نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ به وضوح شرایط توپوگرافی، عوارض و ناهمواری‌ها را به صورت خطوطی به

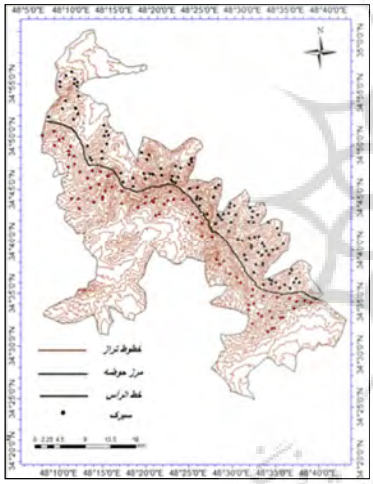
[1] - DEM

نام منحنی میزان نشان می‌دهد. خطوط منحنی میزان علاوه بر نمایش ارتفاع نقاط مختلف از سطح آب‌های آزاد، دارای قابلیت ارائه شاخص‌های مرفیک‌اند. یعنی با توجه به سه اصل نقطه، خط و سطح می‌توان به اثبات فرم و فرایند مبادرت کرد (رامشت، ۱۳۸۴: ۳۴). این مسئله از روی اشکال مختلفی که خطوط با توجه به جنس و فرایند در یک منطقه از خود نشان می‌دهند مشخص می‌گردد. برای این کار ابتدا پس از مشخص کردن تعداد سیرک‌های یخچالی در نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰، با مشخص کردن ارتفاعی که بیش از ۶۰٪ از آن‌ها بالاتر از آن واقع شده‌اند، ارتفاع برف مرز دائمی مشخص می‌گردد. این خط بیان‌کننده ارتفاع همدمای صفر درجه گذشته نیز است که بوسیله آن می‌توان دمای شرایط یخچالی را باز سازی کرد.

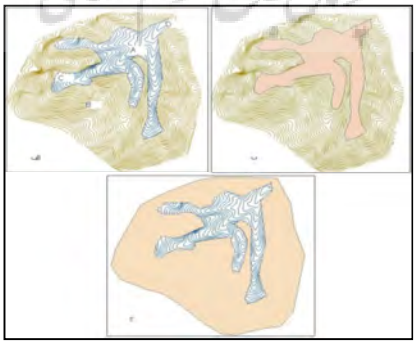
روش شیب- جهت با توجه به سه فاکتور عرض جغرافیایی، مقدار شیب و جهت شیب دامنه، می‌توان ارتفاع برف مرز دائمی را مشخص کرد. از عامل طول جغرافیایی، برای مشخص کردن ایستگاه مبدأ محاسبه دما در ارتفاعات مختلف ایران زمین به طور غیر مستقیم استفاده می‌شود. کاربرد این روش با استفاده از روابطی که برای عرض های مختلف جغرافیایی ارائه شده، امکان پذیر است(معیری و همکاران، ۲۰۱۱: ۲).

در این تحقیق علاوه بر مطالعات میدانی، با استفاده از انعکاس لندفرم‌های سیرکی در نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ منطقه، موقعیت سیرک‌های یخچالی کواترنری مشخص گردید (شکل۲). سپس در سیرک های واقع در ارتفاع ۲۷۰۰ متری با استفاده از تراکم خطوط منحنی میزان و وضعیت شبکه آبراهه‌ها دیواره سیرک از کف سیرک مجزا شد و ارتفاع کف سیرک برآورد گردید. برای این منظور ارتفاع کف سیرک جایی در نظر گرفته شد، که علاوه بر فاصله کمتر خطوط منحنی میزان نسبت به بالا دست خود، دو یا سه آبراهه، حالت همگرایی نقطه‌ای پیدا کرده باشند.

از نقطه کف سیرک تا جایی که فاصله خطوط منحنی میزان به طرف بالا دست، تغییر تراکم داده‌اند برای مشخص کردن انتهای سیرک استفاده شده‌است. دیواره سیرک از انتهای کف سیرک تا جایی که شبکه آبراهه‌ها ادامه دارند، در نظر گرفته شد (شکل ۳).



شکل (۳): پراکندگی سیرک‌های منطقه



شکل (۳): الف- توپوگرافی قسمت‌های مختلف سیرک A کف و B دیواره سیرک C تغییر خطوط تراز از دیواره به کف سیرک D محل خروج سیرک به پایین دست
ب- توپوگرافی دیواره که از کف سیرک ج-توپوگرافی کف که ازدیواره سیرک تفکیک شده

سپس با توجه به شکل خطوط منحنی میزان، ابتدای سیرک‌های یخچالی در ارتفاعات مشخص گردید. محور چین خوردگی الوند به گونه‌ای است که سطوح دامنه‌ای با شیب‌های مختلف گسترش داشته و امکان بررسی تأثیر گذاری جهت شیب بر ارتفاع برف مرز را فراهم می‌سازد. محور توپوگرافی توده الوند همدان در قسمت شمالی با طول بیش از ۱۰ کیلومتر غربی– شرقی است. بعد از آن محور توپوگرافی تغییر جهت داده و در طول بیش از ۲۷ کیلومتر، شمال غربی– جنوب شرقی و شکل‌گیری یخچال را در دامنه‌های مختلف این توده کوهستانی فراهم نموده‌است. وجود قله‌های بیش از ۳۵۰۰ متر در این گروه از دامنه‌ها گسترش یخچال‌های کواترنری را فراهم می‌ساخته است. علت انتخاب ارتفاع ۲۷۰۰ متری در این مقاله، به دلیل قریب الوقوع بودن تسلط فرایند یخچالی کواترنری، از این ارتفاع به بالاتر بوده‌است.

بحث و بررسی

براساس روش تحقیق نتایج نشان داد که در دامنه‌های جنوبی چهار سیرک اصلی تشکیل شده‌است که یکی از آن‌ها کاملا به سمت جنوب حرکت کرده و دو تا به سمت جنوب غرب و دیگری به سمت غرب منحرف شده‌است. از جهاتی برای سیرک‌ها استفاده شده که در آن جهت شکل گیری سیرک یخچالی شروع شده‌است(جدول ۱). براساس جدول (۱) بیشترین سیرک‌ها به سمت شمال، شمال غرب و شمال شرق متمایل هستند(در هر جهت ۴ سیرک) و بعد از آن سه سیرک در هر یک از جهات جنوب و غرب است. به سمت شمال – شمال شرق سه سیرک وجود دارد و ۵ سیرک به طرف شمال شرق که اگر جهات شمال، شمال شرق و شمال غرب را در هم ادغام گردد و یکی در نظر گرفته شوند(جهت نسار) نتیجه می‌شود که جهت‌های شمالی با ۱۳سیرک بیشترین تراکم سیرکی را به خود اختصاص داده است، در صورتی که برای همین وضعیت در جهت جنوب فقط ۵ نشانه سیرکی مشخص شده‌است.

جدول (۱): تعداد و ارتفاع دیواره سیرک در جهات مختلف

جهت	N	NNE	NE	E
ارتفاع‌دیواره‌سیرک(متر)	۲۵۰۰	۲۷۸۰	۲۸۵۰	۳۱۷۰
تعداد سیرک	۴	۱	۴	۲
جهت	SW	W	WSW	NW
ارتفاع‌دیواره‌سیرک(متر)	۲۸۴۰	۲۹۲۰	۳۰۴۰	۲۶۳۰
تعداد سیرک	۲	۳	۱	۴

هر چند بر اساس همین ملاک نیز بیشتر سیرک‌ها در جهاتی واقع شده‌اند که به عنوان جهات نسار شناخته می‌شوند ولی معیار تعداد سیرک در جهات مختلف به تنهایی نمی‌تواند ملاک خوبی برای بررسی تأثیر جهت در شکل‌گیری سیرک‌های یخچالی باشد. برای ارزیابی بهتر این موضوع به ابعاد دره خروجی سیرک‌ها در ارتفاع ۲۷۰۰ متر پرداخته شده‌است. اساس کار در این مرحله جدا کردن سطوحی از خط منحنی میزان با ارتفاع ۲۷۰۰ متری است که شکل و فرمی را بخود گرفته که بیان کننده تسلط فرایند یخچالی و انحنا در خطوط منحنی میزان به شکل سیرک است (جدول ۲).

جدول (۲): وسعت و طول دهانه سیرک‌ها در تراز ۲۷۰۰ متر

جهت	N	NW	NE	NNE	W
وسعت KM^2	۹/۰۵	۷/۰۹	۷/۱۱	۱۴/۵۹	۸/۵۹
طول دهانه M	۷۷۲۰	۴۷۶۹	۴۵۶۸	۸۲۶۳	۷۵۸۸
جهت	SE	SSE	WSW	SW	S
وسعت KM^2	۰/۹۳	۲/۸۶	۲/۱۲	۸/۲۹	۶/۰۲
طول دهانه M	۱۲۵۲	۲۷۰۶	۱۸۸۲	۷۰۹۴	۷۰۶۹

همان طوری که از جدول(۲) بر می‌آید وسعت سیرک‌ها در جهت شمال شرق در منطقه غالب بوده و در جهت غرب و جنوب غرب به حداقل وسعت خود رسیده‌است(۲/۸۶ کیلومتر مربع). هرچند از نظر کلی امتداد غالب کوه الوند همدان از روند چین خوردگی‌های زاگرس تبعیت می‌کند ولی در منطقه مورد مطالعه ۱۰/۲۱ کیلومتر از محور چین خوردگی روند غربی- شرقی دارند و مسلماً سیرک‌ها جهت شمالی یا جنوبی می‌گیرند و ۲۷/۱۱ کیلومتر از آن‌ها از روند کلی زاگرس یعنی شمال غرب جنوب شرق دارند که سیرک‌ها جهتی شمال شرقی یا جنوب غربی پیدا خواهند کرد. بر این اساس جهت دهی سیرک‌ها به شکل جدول(۳) خواهد بود.

جدول (۳): وسعت و طول دهانه سیرک‌ها در تراز ۲۷۰۰ متر با توجه به امتداد ناهمواری

جهت	N	S	NE	SW
وسعت KM^2	۱۶/۱۴	۵/۹۸	۳۱/۲۲	۱۳/۳
طول دهانه M	۱۲۴۹۰	۷۰۶۹	۲۰۴۱۹	۱۱۶۸۲

جدول (۳) نشان می‌دهد که وسعت سیرک‌ها در جهت شمال نزدیک به سه برابر سیرک‌های به سمت جنوب است و در جهت شمال شرقی نسبت به جنوب غربی بیشتر از ۲/۳ برابر می‌باشد که تأثیر گذاری جهت جغرافیایی قرارگیری سیرک را بر شکل‌گیری یخچال‌های کواترنری بیان می‌کند. نکته دیگری که در این مقاله به آن توجه شده، عرض معبر سیرک منطبق با منحنی میزان ۲۷۰۰ متری است. بررسی این موضوع در جهت‌های مختلف سیرکی بیان کننده این موضوع بود که معمولاً عرض معبر در جهت نسرم کمتر از جهات برآفتاب بود. به عبارتی سیرک‌های مناطق شمالی به شکل دایره نزدیک‌تر و در جهات جنوبی به شکل مستطیل نزدیک ترند. با این وجود عرض معابر یخی در دامنه نسار ۱/۷ برابر عرض معابر در دامنه‌های برآفتاب بوده‌است. همانطوری که بیان شد طول محور غربی شرقی ناهمواری‌های منطقه ۱۰/۲۱ کیلومتر و طول محور شمال غرب جنوب شرقی ۲۷/۱۱ کیلومتر است. وسعت کل سیرک‌هایی که در امتداد شرقی و غربی چین خوردگی تشکیل شده‌اند ۲۲/۱۲ کیلومتر یا ۳۲٪ از کل وسعت سیرک‌ها (۶۸/۶۴ کیلومتر مربع) و بقیه در دامنه‌هایی که در امتداد شمال غرب جنوب شرق قرار دارند(۴۶/۵۲ کیلومتر مربع معادل ۶۸٪). البته این تفاوت در پراکندگی بیشتر ناشی از اختلاف در امتداد ناهمواری‌های مورد بررسی است. چرا که اگر در امتدادهای مختلف، امتدادی یکسان(مثلاً ۱۰/۲۱ کیلومتر، به اندازه امتداد شرق به غرب ناهمواری مورد بررسی) اتخاذ گردد مشخص می‌گردد که وسعت سیرک‌ها در امتداد غربی- شرقی ناهمواری‌ها که نسارترین و نگارترین دامنه‌ها را شکل می‌دهند، بیشتر از امتداد شمال غرب به جنوب شرق است، که به ظاهر در این بررسی وسعت بیشتری برای آن‌ها برآورد شده‌است (وسعت سیرک‌ها در امتداد شمال غرب- جنوب شرق در طولی معادل امتداد غربی- شرقی ناهمواری‌ها در ارتفاع ۲۷۰۰ متری، معادل ۱۷/۵ کیلومتر مربع است یعنی نزدیک به ۰/۸ وسعت سیرک‌ها در امتداد غربی- شرقی). ارتفاعی که خطوط منحنی میزان از حالت تقریباً صاف و مستقیم خارج شده و به سمت پایین دست حالت U شکل به خود می‌گیرند، به طور متوسط در منطقه مورد مطالعه، ۳۲۳۰ متر است که شروع دیواره سیرک در نظر گرفته شده‌است. به این معنا که از این ارتفاع تغییری در شکل خطوط منحنی میزان بوجود می‌آید که حکایت از تأثیرگذاری فرایند یخچالی به صورت سیرک دارد. خطوط تراز در این وضعیت بسیار متراکمند که نشان‌دهنده شیب زیاد جداره‌های سیرک می‌باشد (جدول۴). ملاک شناسایی کف سیرک با توجه به نقشه‌های توپوگرافی منطقه و یافته‌های رامشت(۱۳۸۴) به تغییر تراکم خطوط منحنی میزان از زیاد به نسبتاً کم از قله به سمت کوهپایه قرار گرفت. ارتفاع متوسط شروع این وضعیت ۲۸۵۴ برآورد گردیده است، این ارتفاع از اولین منحنی میزانی که تغییر شیب شروع شده، محاسبه گردید؛ به همین خاطر بیشتر از ارتفاع برف مرز دائمی برآورد شد (جدول۵).

جدول (۴): ارتفاع دیواره و توزیع تعداد سیرک

ارتفاع دیواره سیرک(متر)	۲۵۶۰	۲۷۸۰	۲۹۰۰	۳۲۲۰	۳۳۰۰	۳۵۴۰
تعداد سیرک	۱	۱	۵	۷	۱	۹

جدول (۵): ارتفاع انتهای کف سیرک و تعداد آن‌ها

ارتفاع کف سیرک(متر)	۲۴۰۰	۲۴۶۰	۲۵۶۰	۲۶۶۰	۲۷۸۰
تعدادسیرک	۳	۱	۳	۲	۱
ارتفاع کف سیرک(متر)	۲۸۰۰	۲۹۲۰	۳۰۴۰	۳۲۰۰	۳۲۸۰
تعدادسیرک	۴	۱	۲	۱	۶

با استفاده از روش رایت به ارتفاع برف مرز دائمی کواترنری پرداخته شد نتایج نشان داد که بررسی سیرک‌های یخچالی منعکس شده در نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰، مؤید این نکته است که ارتفاع برف مرز دائمی در این قسمت از ایران در دوره کواترنری در ارتفاع ۲۷۵۰ متری واقع شده‌است. به این معنی که در سردترین دوره حاکم بر منطقه از این ارتفاع به بالا برف به صورت دائمی در تمام طول سال وجود داشته‌است و متوسط دما بر روی این خط (ارتفاع) معادل صفر درجه سانتی گراد بوده‌است.

با استفاده از روش شیب- جهت و در نظر گرفتن ارتفاع ۱۷۴۹ متری، عرض جغرافیایی ۳۴/۸ درجه شمالی و طول ۴۸/۵۲ درجه غربی ایستگاه همدان و ویژگی‌های جدول(۶) هم دمای صفر درجه برآورد گردید. با توجه به افت محیطی دمای ۴/۸ درجه سانتی‌گراد به ازای هر هزارمتر(مسعودیان، ۱۳۸۲؛ ۹۲) ارقام بدست آمده از روابط(۱، ۲، ۳ و ۴) بر ۴/۸ تقسیم و ارتفاع ایستگاه مبنا به آن‌ها اضافه گردید. به این ترتیب ارتفاع دمای صفر کنونی درجه برآورد شد. با کسر ۸/۸ از دماهای بدست آمده از روابط مذکور و انجام عملیات فوق ارتفاع برف مرز دائمی کواترنری برآورد گردید (معیری و همکاران، ۲۰۱۱: ۲).

جدول (۶): پارامترهای موردنیازدربرآوردارتفاع برف مرز با روش شیب-جهت

پارامتر / جهت		N	NE	S	SW
شیب‌متوسط٪		۱۵	۱۹	۲۰	۲۲
دمای‌متوسط درجه‌سانتیگراد		۷/۶۴	۸/۷۵	۱۳/۵۶	۱۳/۲۵
ارتفاع برف مرز(متر)	کواترنری	۳۴۳۴	۳۵۷۲	۴۵۷۴	۴۵۰۹
	کنونی	۱۶۰۱	۱۷۳۹	۲۷۴۱	۲۶۷۶

رابطه(۱) جنوب

T= 11/56+0/1S R=-0/96 T= 11/56+0/1*20=13/56

رابطه (۲) شمال

T=11/24-0/21S R=1 T=11/24-0/21*15=7/64

رابطه (۳) جنوب غربی

T=11/27+0/09S R=-0/99 T=11/27+0/09*22=13/25

رابطه (۴) شمال شرقی

T=10/84-0/11S R=1 T=10/84-0/11*19=8/75

در روابط فوق T دما بر حسب درجه سانتی گراد، R مقدار همبستگی و S مقدار شیب بر حسب درصد است. که به طور متوسط ارتفاع برف مرز کنونی ۴۰۱۵ متر و در کواترنری ۲۱۸۹ متر برآورد گردید.

نتیجه گیری

شکل منحنی میزان در نقشه‌های توپوگرافی بیانگر بسیاری از فرایندهایی است که در تحلیل‌های ژئومورفولوژیکی کاربرد بسیار زیادی دارد. تغییر تراکم منحنی میزان‌ها در یک واحد ژئومورفولوژیکی، می‌تواند بیانگر تغییر در جنس و یا تغییر در فرایند باشد. سیرک‌های یخچالی از شناخته شده‌ترین واحدهای ژئومورفولوژیکی هستند که تغییر تراکم منحنی میزان در آن‌ها بیانگر تمرکز بیشتر فرایند یخچالی و شکل‌گیری سیرک یخچالی است، به همین دلیل در این بررسی برای مشخص کردن ارتفاع کف سیرک به وضعیت خطوط منحنی میزان توجه ویژه‌ای گردید. استفاده از روش‌های مختلف برای ارزیابی ارتفاع برف مرز دائمی الوند همدان، مؤید این نکته است که تسلط فرایند یخچالی کواترنری در ارتفاعات این منطقه امر قطعی بوده‌است.

در این تحقیق با استفاده از شکل خطوط منحنی میزان، موقعیت سیرک‌های یخچالی، مشخص گردید. سپس با استفاده از وضعیت تراکم خطوط و وضعیت شبکه آب‌ها در نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ منطقه؛ دیواره سیرک، کف سیرک و ارتفاع کف سیرک آن برآورد گردید. محور توپوگرافی توده کوهستانی الوند به گونه‌ای است که امکان بررسی تأثیرگذاری جهت شیب دامنه‌ها را بر ارتفاع برف مرز دائمی فراهم می‌سازد. در شمال منطقه مورد مطالعه محور چین خوردگی در ارتفاعات بیش از ۲۷۰۰ متر، غربی– شرقی است که این خود باعث شکل گیری یخچال‌ها در دامنه‌ها به سمت شمال و یا جنوب گردیده است. بعد از آن محور چین‌خوردگی به شمال غربی– جنوب شرقی تغییر جهت داده و شکل گیری یخچال را در دامنه‌های شمال شرقی و جنوب غربی فراهم ساخته‌است. با یکسان در نظر گرفتن جهات شمال، شمال شرق و شمال غرب به عنوان جهت نسار چنین بر می‌آید که؛ این جهت‌ها با ۱۳ سیرک بیشترین تعداد سیرک را به خود اختصاص داده‌است، در صورتی که برای همین وضعیت در جهت جنوب فقط ۵ نشانه سیرکی (حدود یک سوم جهت نسار) شناسایی شده است. بیشترین وسعت سیرک‌ها متعلق به جهت شمال شرق منطقه است و حداقل آن در جهت غرب و جنوب غرب دامنه‌ها است. هر چند از نظر کلی امتداد غالب کوه الوند همدان از روند چین خوردگی‌های زاگرس تبعیت می‌کند ولی در منطقه مورد مطالعه ۱۰/۲۱ کیلومتر از محور چین خوردگی روند غربی- شرقی دارند و مسلماً سیرک‌ها جهت شمالی یا جنوبی می‌گیرند و ۲۷/۱۱ کیلومتر از آن‌ها از روند کلی زاگرس یعنی شمال غرب جنوب شرق دارند که سیرک‌ها جهتی شمال شرقی یا جنوب غربی پیدا خواهند کرد. وسعت سیرک‌ها در جهت شمال نزدیک به سه برابر سیرک‌های به سمت جنوب است و در جهت شمال شرقی نسبت به جنوب غربی بیشتر از ۲/۳ برابر می‌باشد که تأثیر گذاری جهت جغرافیایی قرارگیری سیرک را بر شکل‌گیری یخچال‌های کواترنری بیان می‌کند. نکته دیگری که در این مقاله به آن توجه شده، عرض معبر سیرک منطبق با منحنی میزان ۲۷۰۰ متری است. بررسی این موضوع در جهت‌های مختلف سیرکی بیان کننده این موضوع بود که معمولاً عرض معبر در جهت نسرم کمتر از جهات برآفتاب بود. به عبارتی سیرک‌های مناطق شمالی به شکل دایره نزدیک‌تر و در جهات جنوبی به شکل مستطیل نزدیک‌ترند. با این وجود عرض معابر یخی در دامنه نسار ۱/۷ برابر عرض معابر در دامنه‌های برآفتاب بوده‌است. اگر در امتدادهای مختلف، امتدادی یکسان(مثلاً ۱۰/۲۱ کیلومتر، به اندازه امتداد شرق به غرب ناهمواری مورد بررسی) اتخاذ گردد، مشخص می‌شود که؛ وسعت سیرک‌ها در امتداد غربی- شرقی ناهمواری‌ها که نسارترین و نگارترین دامنه‌ها را شکل می‌دهند، بیشتر از امتداد شمال غرب به جنوب شرق است (وسعت سیرک‌ها در امتداد شمال غرب- جنوب شرق در طولی معادل امتداد غربی- شرقی ناهمواری‌ها در ارتفاع ۲۷۰۰ متری، معادل ۱۷/۵ کیلومتر مربع است یعنی نزدیک به ۰/۸ وسعت سیرک‌ها در امتداد غربی- شرقی). ارتفاعی که خطوط منحنی میزان از حالت تقریباً صاف و مستقیم خارج شده و به سمت پایین دست حالت U شکل به خود می‌گیرند، به طور

متوسط در منطقه مورد مطالعه، ۳۲۳۰ متر است که شروع دیواره سیرک در نظر گرفته شده است. خطوط تراز در این وضعیت بسیار متراکم هستند که نشان‌دهنده شیب زیاد جداره‌های سیرک می‌باشد. ملاک شناسایی کف سیرک در این تحقیق به تغییر تراکم خطوط منحنی میزان از زیاد به نسبتاً کم، از قله به سمت کوهپایه قرار گرفت. ارتفاع متوسط شروع این وضعیت ۲۸۵۴ برآورد گردید. نتایج برآورد ارتفاع برف مرز دائمی به روش رایت، نشان داد که این ارتفاع در این قسمت از ایران در دوره کواترنری در ارتفاع ۲۷۵۰ متری واقع بوده‌است. با استفاده از روش شیب – جهت ارتفاع برف مرز دائمی در دامنه‌های جنوبی ۲۸۵۲، شمالی ۱۶۸۵، جنوب غرب ۲۷۶۰ و شمال شرقی ۱۸۲۳ متر برآورد گردید. ارتفاع متوسط برف مرز کنونی ۴۰۱۵ متر و در کواترنری ۲۱۸۹ متر برآورد گردید، در صورتی که از اعداد برآورد شده‌از روابط ارائه شده بر می‌آید که ارتفاع برف مرز محاسبه شده از روش دوم نیز در بعضی جهات بیش از ۲۶۰۰ متر بدست آمده که تفاوت چندانی با روش رایت ندارد. دو روش استفاده شده این مقاله، اختلاف ارتفاع ۵۶۰ متری را در برف مرز کواترنری، در جهات مختلف، تأیید می‌کند. با توجه به بررسی‌های میدانی و شکل منحنی‌های میزان در نقشه‌های توپوگرافی و مطالعات محققین قبلی ارتفاع برف مرز بدست آمده از روش دوم(۲۱۸۹ متر) به واقعیت نزدیکتر است. در مجموع تسلط فرایند یخچالی کواترنری باعث ایجاد اشکالی شده (مثل سیرک‌ها و دره‌های یخچالی) که این اشکال (بخصوص دره‌های یخچالی ناشی از گسترش زبانه‌های یخی) با توجه به شیب ملایمی و تسلط حجم قابل توجه‌ای از ناهمواری‌های بالادست با شیب تندتری که دارند، به کانون‌های تجمع آب و خاک تبدیل گشته‌اند. آگاهی از چنین موضوعاتی می‌تواند برنامه‌ریزان محیطی را در پیشبرد اهداف خود(از جمله آمایش سرزمین، مکان‌گزینی شهرهای جدید، بهره‌برداری از پتانسیل‌های محیطی به خصوص آب و خاک و...) بسیار یاری نماید.

منابع

۱. اسفندیاری درآباد، فریبا،(۱۳۸۸) شواهد ژئومورفولوژیکی تغییرات آب و هوایی پلیوستسن فوقانی در دامنه شرقی سبلان، فصل نامه جغرافیای طبیعی، سال اول، شماره ۳، صص: ۸۳-۹۷.

۲. اصغری مقدم، محمد رضا(۱۳۸۳) مبانی ژئومورفولوژی ساختمانی اقلیمی، نشر سرا.

۳. پروی، کریستف، ترجمه ثروتی، محمدرضا، یخبندان کواترنری در قسمت‌های داخلی کوهستان زردکوه در رشته کوه زاگرس،مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۲۶، سال ۲۳، شهریور ۱۳۶۹، صص۷۷-۳۵.

۴. پوردهقان، داوود،(۱۳۸۵)، ردیابی آثار ژئومورفیک تحولات اقلیمی کواترنر در دهبکری بم، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد.

۵. جداری عیوضی، جمشید،(۱۳۷۴)، ژئومورفولوژی ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ دوم.

۶. جعفری، غلام حسن،(۱۳۸۸)، تأثیر جهت ناهمواری‌ها در ارتفاع خط تعادل آب و یخ کواترنری ایران، رساله دکتری دانشگاه اصفهان.

۷. رامشت، محمد حسین و شوشتری، نسرین،(۱۳۸۳)، آثار یخساری و یخچالی در سلفچگان قم، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۳، صص ۱۳۲-۱۱۹.

۸. رامشت، محمد حسین و کاظمی، محمد مهدی، آثار یخچالی در حوضه اقلید فارس، رشد آموزش جغرافیا، شماره ۷۹، ۱۳۸۶، صص ۱۱-۳.

۹. رامشت، محمد حسین،(۱۳۸۱)، آثار یخچالی در زفره اصفهان، طرح پژوهشی شماره ۸۰۰۳۰۵ مصوب ۱۳۸۱/۳/۲۷ شورای پژوهشی دانشگاه اصفهان.

۱۰. رامشت، محمدحسین(۱۳۸۴)، نمادها و مجازها در ژئومورفولوژی، انتشارات سمت، چاپ، ص ۱۹۰.

۱۱. رامشت، محمد حسین، لاجوردی، محمود، لشکری، حسن و محمودی محمد آبادی، طیبه،(۱۳۹۰)، ردیابی آثار یخچال‌های طبیعی،(مطالعه موردی: یخچال طبیعی حوضه تیگرانی ماهان)، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۲، شماره پیاپی ۴۲، شماره ۲، تابستان، ۷۸-۵۹.

۱۲. رامشت، محمد حسین، ولی، عباسعلی، پورخسروانی، محسن و دهقانپور، محسن،(۱۳۹۱)، بررسی عملکرد فرایندهای یخچالی با استفاده از تحلیل آماری قطر سنگ‌های سرگردان(مطالعه موردی: روستای اسلامیه یا فراشاه شهرستان تفت)، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، شماره ۳، زمستان، ۱۳-۲۲.

۱۳. روشنی، نسرین، ولندان زوج، محمد جواد، رضایی، یوسف، مباشری، محمد رضا،(۱۳۸۷)، برف سنجی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و GIS،(مطالعه موردی منطقه یخچالی علم چال) کنفرانس ژئوماتیک، صص۱-۹.

۱۴. زمانی، حمزه،(۱۳۸۸)، شواهد و قرائن یخچال‌های کواترنری در البرز مرکزی، تز رساله دکتری دانشگاه تهران.

۱۵. سرور، جلال الدین، فرید مجتهدی، نیما،(۱۳۹۰)، شواهد یخچالی پلئیستوسن در دامنه‌های شمالی کوه خشچال(البرز غربی)، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، سال هشتم شماره ۳۱، پاییز، صص:۵۱-۶۷.

۱۶. شاه‌زیدی، سمیه‌السادات،نقش ایزوستازی حرارتی و برودتی در شکل‌گیری مخروطه افکنه رودخانه درختنگان، ۱۳۸۵.

۱۷. طاحونی، پوران،(۱۳۸۳)، پژوهش‌های جغرافیایی، شواهد ژئومورفیک فرسایش یخچالی پلییستوسن در ارتفاعات طالش، شماره ۴۷، صص ۵۵-۳۱، بهار.

۱۸. طالبی، حمید رضا،(۱۳۸۱)، بررسی آثار یخچالی در زفره اصفهان، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی نجف آباد، دانشکده تحصیلات تکمیلی.

۱۹. قنبرزاده، ابوالفضل و بهنیافر، هادی،(۱۳۸۶)، مبانی تغییرات محیطی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد.

۲۰. قهرودی تالی، منیژه،(۱۳۹۰)، مقایسه قلمرو برف‌های دائمی در عصر یخچالی و بین یخچالی مطالعه موردی: حوضه رود هراز جغرافیا و توسعه زمستان، ۹(پیاپی ۲۵)،صص:۹۷-۱۱۰.

۲۱. کاظمی، محمد مهدی،(۱۳۸۴) بررسی ژئومورفولوژیکی آثار یخچالی اقلید فارس، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد، گروه جغرافیا.

۲۲. محمودی فرج ا..،(۱۳۶۷)، تحول ناهمواری‌های ایران در کوارترنر، مجله پژوهشهای جغرافیائی دانشگاه تهران، شماره ۲۳ ص ۵-۴۳.

۲۳. المدرسی، سیدعلی، رامشت، محمد حسین،(۱۳۸۶)، آثار یخساری و یخچالی شیرکوه یزد در منطقه سخوید، مجله فضای جغرافیایی، سال هفتم، شماره ۱۹، صص ۲۹-۱.

۲۴. مسعودیان، سید ابوالفضل،(۱۳۸۲)، تحلیل ساختار دمای ماهانه ایران، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان، علوم انسانی، جلد ۱۵، شماره۱و۲، صص ۹۶-۸۷.

۲۵. معیری مسعود، رامشت محمد حسین، تقوایی مسعود، تقی زاده، محمد مهدی،(۱۳۸۸)، مواریث یخچالی در حوضه صفاشهر- استان فارس مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان علوم انسانی، جلد ۱، شماره۳۲، سال ۴، صص ۱۳۰-۱۰۹

۲۶. میر احمدی، ابوالقاسم، مقصودی، اکبر و احمدی، طیبه، (۱۳۹۰)، بررسی آثار یخچالی کواترنری و تأثیر آن بر عدم شکل گیری مدنیت و سکونتگاه دائم شهری در دشت آسپاس، مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای- سال سوم، شماره ۱۰، پاییز، صص ۸۰-۶۱.

۲۷. نگارش، حسین و خسروی، محمود،(۱۳۷۷)، کلیات ژئومورفولوژی ایران،انتشارات دانشگاه سیستان و بلوچستان.

۲۸. نوجوان، محمدرضا، میرحسینی، ابوالقاسم، رامشت، محمد حسین، (۱۳۸۸)، ژئوتوپ‌های یزد و جاذبه‌های آن جغرافیا و توسعه، شماره۱۳، بهار، صفحات ۶۰-۴۷.

۲۹. یمانی، مجتبی، جداری عیوضی، جمشید و گواربی، ابوالقاسم، (۱۳۸۶)، شواهد ژئومورفولوژیکی مرزهای یخچال در دامنه‌های کرکس، فصلنامه مدرس علوم انسانی برنامه ریزی و آمایش فضا، فروردین، سال یازدهم، شماره ۷۰، صص ۲۲۸-۲۰۷.

۳۰. یمانی، مجتبی، زمانی، حمزه،(۱۳۸۶)، بازیابی حدود مرز برف دره شهرستانک در آخرین دوره یخچالی، جغرافیا(نشریه علمی- پژوهشی انجمن جغرافیایی ایران) دوره جدید، سال پنجم، شماره ۱۲ و ۱۳ تابستان و بهار، صص:۹۹-۱۱۷.

۳۱. یمانی، مجتبی، ژئومورفولوژی یخچال‌های زردکوه(۱۳۸۶)، بررسی اشکال ژئومورفولوژیک حدود گسترش آن‌ها، پژوهش‌های جغرافیای،شماره ۵۹، بهار، ۱۳۹-۱۲۵.

۳۲. یمانی، مجتبی، شمسی پور،علی اکبر و جعفری، مریم،(۱۳۹۰)، بازسازی برف مرزهای پلیوستوسن در حوضه‌ی جاجرود، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره۷۶ ، تابستان، صص ۵۰-۳۵.