

مورفودینامیک توده آتشفشانی دماوند و مدیریت محیط با استفاده از GIS و RS

نوشته: ابراهیم مقیمی*، منصور بدری فر** و مؤگان زارعی نژاد**

*گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تهران، تهران، ایران
 **دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۰۹/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۱۲/۰۴

چکیده

ویژگی‌های مورفودینامیک مخروط آتشفشانی دماوند تحت تأثیر دو عامل مورفودینامیک درونی و بیرونی است. محور اصلی این تحقیق، بر مورفودینامیک بیرونی استوار است. به این ترتیب شکل‌های مورفودینامیک منطقه به دو گروه عمده تقسیم می‌شود: دسته‌ای که ناشی از فرایندهای اقلیمی است و دسته دیگر شکل‌هایی که بر اثر فرایندهای انسانی شکل گرفته است. در فرایندهای اقلیمی، فرسایش یخچالی، مجاور یخچالی و آبرفتی سبب تغییر مورفولوژی دامنه‌ها و پدید آمدن شکل‌های خاصی شده است. به دلیل شرایط خاص جغرافیایی مخروط آتشفشانی دماوند، اطلاعات چندانی در اختیار نبود، لذا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای SPOT، ASTER، ETM+ و نقشه‌های پایه و بررسی‌های میدانی، چندین لایه اطلاعاتی جدید از مخروط دماوند در محیط GIS تهیه شد.

کلید واژه‌ها: مخروط دماوند، مورفودینامیک، GIS، فرایندهای یخچالی، فرایندهای انسانی

۱- مقدمه

آتشفشان عظیم دماوند با ویژگی‌های منحصر به فرد خود، از دیرباز مورد توجه محققان ایرانی و خارجی با تخصص‌های گوناگون بوده است. محققان خارجی مانند: Ovcinnikow (1930), Christa (1940), Allenbach (1966), Shtocklin (1977), Davidson et. al (1994), Kostka (2002) و محققان داخلی همچون درویش زاده (۱۳۵۷)، امامی (۱۳۶۸)، Brousse & Moine Vaziri (1982)، ایران‌نژادی (۱۳۷۱)، باشکوه (۱۳۸۱) و مهدی‌زاده (۱۳۸۱) و..... آن را از جنبه‌های مختلف مورد بررسی قرار داده‌اند اما تاکنون مطالعه دقیق، منسجم و انحصاری روی مورفولوژی و مورفودینامیک توده آتشفشانی دماوند با نگرشی بر مدیریت محیط صورت نگرفته است. باتوجه به این مطالب، به منظور شناسایی عملکرد مورفودینامیکی توده آتشفشانی دماوند و مدیریت محیط آن در قالب یک فعالیت پژوهشی، دستیابی به چهار هدف عمده زیر در دستور کار قرار گرفت که نتایج آن در این مقاله تشریح می‌شود:

الف) گردآوری، تولید، ساماندهی و ذخیره‌سازی اطلاعات پایه و نیز فراهم‌آوری نقشه‌های مشتق شده

ب) شناسایی شکل‌ها و واحدهای مورفودینامیک که تحت عملکرد عناصر و فرایندهای اقلیمی و انسانی در مخروط دماوند شکل گرفته است.
 ج) بررسی عوامل مؤثر در تغییر مورفودینامیک منطقه
 د) ارائه الگویی از مدیریت محیطی به منظور کنترل، هدایت و نظارت بر تغییرات.
 در اختیار داشتن داده‌های مناسب و امکان تحلیل و پردازش از محیط، لازمه هر گونه فعالیت مدیریتی است (Bellinger et al., 2004).

۲- روش‌ها

با توجه به اهداف ذکر شده در این تحقیق، عملیات گردآوری، تولید، تکمیل و GIS-Ready کردن لایه‌های اطلاعات با بهره‌گیری از نقشه‌های توپوگرافی سازمان نقشه‌برداری کشور در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، تصاویر ماهواره‌ای SPOT، ASTER، ETM+ و بررسی‌های میدانی در محیط GIS انجام شد. برای تهیه لایه‌ها، از منابع اطلاعاتی و روش‌های زیر استفاده شد:

- نقشه‌های کاغذی موجود: رقوم‌سازی و GIS-Ready کردن نقشه توپوگرافی دامنه شمالی مخروط دماوند و همچنین رقوم‌سازی نقشه موقعیت یخچال‌های

سنگ‌های آتشفشانی کواترنری نشانگر آخرین فعالیت‌های ماگمایی ایران و شکل‌گیری آتشفشان‌های چینه‌ای عظیم مانند سبلان، دماوند، تفتان و بزمان حاصل آن است. برخی از این آتشفشان‌ها، از جمله بزمان و سبلان از زمان‌های پیش از کواترنری نیز فعال بوده‌اند. اما مخروط اصلی آنها در کواترنر، طی فازهای تناوبی گدازه‌ای و انفجاری و با انباشته شدن مواد خروجی بر روی هم شکل گرفته است. نوع و ترکیب شیمیایی سنگ‌های آتشفشانی کواترنری گواه آن است که منشأ بازالت‌ها از گوشته است که گاه در اثر پدیده تفریق بخشی و یا ذوب پوسته، سنگ‌های بازالتی، تراکی بازالتی، تراکی آندزیتی و تراکیتی را به وجود آورده‌اند (Aghanabati, 2004).

مهم‌ترین سیمای آتشفشانی و از ریخت‌های معروف زمین‌ساختی در البرز مرکزی، مخروط آتشفشانی دماوند است. این مخروط در البرز مرکزی و در ایران، بارزترین فعالیت آتشفشانی کواترنری را نمایان ساخته است. دهانه مرکزی این آتشفشان در " ۳۴' ۶" ۵۲ شرقی و " ۵' ۵۷' ۳۵ شمالی است. گسترش گدازه‌ها و مواد آذرآواری ناشی از فعالیت‌های انفجاری آن، حدود ۴۰۰ کیلومتر مربع وسعت دارد و محدوده‌ای به طول ۱۸' ۵۲ تا ۵۹' ۵۱ و عرض ۳۰' ۴' ۳۶ تا ۳۸' ۴۸' ۳۵ را شامل می‌شود.

مخروط دماوند روی یک پایه رسوبی ایجاد شده است. این پایه رسوبی از سنگ‌های پالئوزوییک و مزوزوییک (به طور عمده آهک ژوراسیک) تشکیل شده و حدود ۴۰۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. در نتیجه، گدازه‌ها و مواد دیگر آتشفشانی دماوند به‌طور دگرشیب روی پی رسوبی قرار گرفته و ارتفاع آن از سطح دریا ۵۶۷۰ متر و از زمین‌های اطراف ۱۶۰۰ تا ۲۰۰۰ متر بالاتر است (علایی طالقانی، ۱۳۸۲). البته در مطالعات میدانی در تاریخ ۱۳۸۶/۶/۱۶، ارتفاع مخروط و قلّه دماوند، به کمک GPS، ۵۶۱۹ متر اندازه‌گیری شد (شکل ۱).

مخروط دماوند یک آتشفشان مخلوط یا آتشفشان چینه‌ای است که از تناوب گدازه و مواد آذرآواری شامل پونس، توف و رسوبات لاهار تشکیل شده است. فراوان‌ترین گدازه دماوند، سنگی است که در گذشته تراکیت نامیده می‌شد (به علت بافت پورفیری، رنگ روشن با بلورهای پلاژیو کلاز، ساندین، بیوتیت، پیروکسن و آپاتیت) و پس از آن آندزیت و بازالت است. فوران اولیه از فوران‌های بعدی به مراتب بازی‌تر بوده و این امر تفریق ماگما را در کانون ماگما نشان می‌دهد (درویش زاده، ۱۳۶۵).

زیادی را پوشانده‌اند از آن خارج شده است. همچنین گدازه‌های سمت جنوب شرقی دماوند نیز مربوط به این دهانه است (شکل ۳).

(۲) دهانه شمال شرقی: این دهانه در ۴ کیلومتری شمال شرقی از دهانه اصلی واقع است که گدازه‌های مغرب حاجی دلا به صورت انفجارهای کوچک از این دهانه خارج شده است (شکل ۳).

(۳) دهانه جنوب شرقی: یکی دیگر از دهانه‌های اقماری مخروط در بالای یال جنوب شرقی مخروط و در ارتفاع ۵۲۰۰ متری است (شکل ۳).

(۴) دهانه جنوب غربی: در ۳/۵ کیلومتری جنوب غربی از قله در ارتفاع ۳۸۰۰ متری در یال وزان واقع شده، مواد مذابی که از این دهانه خارج شده به سمت جنوب غربی جاری شده و سبب منحرف شدن رودخانه دلیچای از مسیر اصلی خود شده است و همچنین به دلیل حجم بسیار زیاد مواد آذرآواری که از این محل خارج شده گنبد به نسبت بزرگی که باعث شکست شیب دامنه جنوب غربی شده، به وجود آمده است (شکل ۴).

(۵) دهانه جنوب غربی: با فاصله به نسبت کمی در جنوب دهانه D، در یال وزان دهانه دیگری وجود دارد که به ظاهر پس از مسدود شدن دهانه قبلی شکل گرفته و مخروطی از مواد ناپیوسته را به وجود آورده است (شکل ۴).

(۶) دهانه دودخانی: در ۵۰ متری جنوب شرقی، زیر قله واقع شده که گازهای گرم دارای سولفید هیدروژن متصاعد می‌شود و زردی قله به علت مواد گوگردی ناشی از گازهای مذکور است. بخارهای خارج شده به علت تقطیر بخار آب و غلظت زیاد تقریباً ابر مانند جلوه می‌کند که به تازگی این بخارها با شدت بیشتری خارج می‌شوند (شکل ۵).

۳-۲- نوع و زمان آخرین فوران

اساساً فعالیت آتشفشانی دماوند از دهانه مرکزی صورت گرفته و از نوع فوران‌های پایانه (Eruption Terminal) بوده و در آن فوران‌های جانبی (Eruption Adventive) اهمیت چندانی ندارد (Emami, 1989) ولی در تغییر مورفولوژیکی نامتقارن دماوند نقش مهمی دارند.

شکل نهشتی و اولیه دماوند در بخش‌های جنوبی، شرقی و غربی به خوبی حفظ شده و فرسایش هنوز نتوانسته است به شکل مخروطی آن صدمه‌ای بزند. با مقایسه شکل نهشتی و صدمه ندیده این مخروط آتشفشانی با سایر آتشفشان‌هایی که از نظر مورفولوژی نهشتی - فرسایشی به آن شباهت دارند و سن آنها آشکار است، می‌توان سن تقریبی دماوند را برآورد کرد. آتشفشان فوجی در زاین یکی از آتشفشان‌هایی است که از نظر مورفولوژی نهشتی - فرسایشی و ارتفاع نسبی (relief) با دماوند قابل مقایسه است. سن فعالیت‌های اولیه این آتشفشان از حدود ۳۵ هزار سال فراتر نمی‌رود و در ابتدای هولوسن یا کمی پیش از آن نیز فعالیت‌های به نسبت شدیدی در آن صورت گرفته است. از این مقایسه می‌توان نتیجه گرفت که سن دماوند نیز می‌تواند در حدود ۳۰ تا ۴۰ هزار سال باشد (Pedrami, 1981).

سن پادگانه‌های آبرفتی لار که با روش ایزوتوپی کربن ۱۴ اندازه‌گیری شده دست کم حدود ۳۸۵۰۰ سال را نشان می‌دهد چرا که این پادگانه‌های آبرفتی با گدازه‌های جنوبی دماوند که در تشکیل و پر شدن دریاچه لار مؤثر بوده به‌طور مستقیم در ارتباط است. بنابراین، به‌طور تقریبی گدازه‌ها و پادگانه‌های آبرفتی لار هم سن هستند و سن آنها می‌تواند مربوط به اوائل وورم (Wurm) باشد (Allenbach, 1966).

۳-۳- شکل‌ها و فرایندهای مورفودینامیک

شکل‌های مورفودینامیک منطقه به سه گروه عمده تقسیم می‌شود:

الف) دسته ناشی از فرایندهای اقلیمی

ب) دسته ناشی از فرایندهای درونی

طبیعی دماوند در محیط GIS.

• نقشه‌های رقومی موجود: یکپارچه‌سازی (Seamless) و GIS-Ready کردن نقشه‌های توپوگرافی رقومی موجود سازمان نقشه برداری کشور در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و تهیه نقشه‌های مشتق شده از آن.

• تصاویر ماهواره‌ای: پس از انجام تصحیحات هندسی، تصحیحات رادیومتری و متعامد سازی (Orthorectification)، این داده‌ها برای تولید لایه‌های اطلاعاتی جدید، اصلاح نقشه‌های موجود و به روز رسانی نقشه‌های قدیمی استفاده شد.

• عملیات میدانی: بازدید و کنترل زمینی، در دفعات مختلف، که جهت تولید لایه اطلاعاتی جدید و بهنگام رسانی داده‌های موجود انجام پذیرفت.

در این پژوهش از سه نوع داده ماهواره‌ای به شرح زیر بهره برده شده است:

• تصویر ماهواره‌ای سنجنده ETM⁺ از ۸ باند طیفی شامل ۷ باند رنگی با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر و یک باند پانکروماتیک با قدرت تفکیک مکانی ۱۵ متر؛ برای تهیه نقشه پوشش گیاهی و پهنه‌های یخچالی استفاده شد.

• تصویر ماهواره‌ای سنجنده ASTER از ۱۴ باند طیفی شامل ۳ باند VNIR با قدرت تفکیک مکانی ۱۵ متر، ۶ باند SWIR با قدرت تفکیک ۳۰ متر و ۵ باند TIR با قدرت تفکیک ۹۰ متر؛ برای مطالعات زمین‌شناسی منطقه بویژه آشکار سازی دگرسانی آتشفشانی و همچنین به‌عنوان نخستین کاربری تصاویر ASTER در بررسی و شناسایی اشکال ژئومورفولوژیکی مخروط آتشفشانی دماوند.

• تصویر ماهواره‌ای SPOT: دارای یک باند طیفی پانکروماتیک با قدرت تفکیک ۵ متر و چهار باند رنگی با قدرت تفکیک ۱۰ متری است. اطلاعات به دست آمده از ماهواره SPOT خلأ اطلاعاتی موجود را پر می‌کند. سیستم تصویری پهلو به پهلو (Side-to-Side) اسپات، تصاویر استریویی فراهم می‌کند که برای ایجاد مدل رقومی ارتفاعی زمین (DEM) سودمند است. در این پژوهش برای اولین بار در مطالعه یک آتشفشان در ایران از تصویر ماهواره‌ای SPOT، برای شناسایی و تفکیک دقیق شکل‌های مورفودینامیک و مدیریت محیطی بر آنها استفاده شده است.

در پی این تحقیق، چندین لایه اطلاعاتی از مخروط آتشفشانی دماوند شامل نقشه‌های پایه و نقشه‌های موضوعی جدید از جمله خطوط منحنی تراز، شبکه رودخانه دائمی و رودهای سیلابی و آبراهه‌های فصلی، نقاط ارتفاعی، شبکه جاده‌های اصلی و فرعی و مسیر کوه‌پیمایی، پناهگاه‌ها، مناطق شهری و روستایی، نقاط چشمه‌ای، مناطق معدنی، زمین‌شناسی، DEM، شیب، جهت شیب، هیپسومتری، حوضه و زیر حوضه‌های آبریز، نواحی لغزش یافته و پهنه‌های یخچالی تهیه شد. کلیه لایه‌های اطلاعاتی ساماندهی شده و به صورت GIS-Ready به همراه اطلاعات توصیفی و فراداده در یک پایگاه داده مکانی ذخیره‌سازی شدند. همچنین پیرو بررسی‌های میدانی، تفاوت در نوع سنگ‌ها و رسوبات در سطوح مختلف ارتفاعی مشاهده شد. بنابراین تعدادی نمونه با فواصل ارتفاعی ۱۰۰ متر از ارتفاع ۴۲۰۰ تا ۳۴۰۰ از رسوبات گرفته شد.

۳- بحث و تحلیل

با بررسی نقشه‌های توپوگرافی، مدل سه بعدی و نیز تصاویر ماهواره‌ای منطقه می‌توان مشاهده کرد که نیمه جنوب و جنوب غربی مخروط دماوند به دلیل وجود گدازه‌های جوان منظم‌تر از نیمه شمالی و شمال شرقی است. بر اساس نظر (Allenbach, 1966) و همچنین بررسی تصاویر ماهواره‌ای، چندین دهانه در ارتفاعات و در دامنه‌های مختلف این توده شناسایی شد که همین امر می‌تواند یکی از دلایل نامتقارن شدن مخروط باشد.

۳-۱- کالدرای مخروط دماوند

(۱) دهانه مرکزی: گدازه‌های جوان دامنه شمال غربی و غربی که مساحت به نسبت

ج) دسته تحت تأثیر فرایندهای انسانی

در این پژوهش، فرایندهای اقلیمی و انسانی مورد بررسی قرار گرفته است.

– فرایندها و شکل های اقلیمی

به طور کلی، فرایندهای اقلیمی منطقه را می توان از دو جنبه بررسی کرد: اول از جنبه نحوه شکل گیری، دوم از لحاظ چگونگی عملکرد فرسایش.

الف) نحوه شکل گیری

یخچال های مخروط آتشفشانی دماوند از نوع کوهستانی هستند که طی دوره اقلیمی مختلف، اشکال خاصی بر پیکر آن نقش بسته است. این اشکال به سه دسته تقسیم می شود:

۱- اشکال یخچالی

الف) دوره یخچالی؛ در این دوره، مرز و خط برف در ارتفاع ۳۰۰۰ متری از قله بوده است. اشکال خاصی چون دروملین های نابالغ که در حاشیه مخروط فرصت کامل شدن را نداشتند، دره های یخچالی U شکل، سطوح فرسایش یافته و سیرک ها در این دوره شکل گرفته اند. البته دره های یخچالی بزرگ ترین اشکال حاصل از فرسایش یخچالی در منطقه است. دره های یخچالی به طور عمده توسط نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ پوشش منطقه، تصاویر ماهواره ای Spot و Aster شناسایی و در مرحله بازدید میدانی، دره ها مورد بررسی قرار گرفت. این دره ها پس از اتمام فوران های متوالی آتشفشان که سبب تغییر مرفولوژی دامنه می شد، ابتدا به وسیله یخچال ها و سپس توسط جریان های آب حاصل از ذوب برف و یخ شکل گرفته است.

در خصوص زمان تشکیل اشکال یخچالی در مخروط دماوند، Pedrami (1981) بر این باور است در دره ها و شیارها و گودی های ایجاد شده در گدازه های دماوند، تنها یخرفت های فاز آخر یخچالی (۱۲ تا ۲۴ هزار سال پیش) مشاهده می شود و از رسوبات قدیمی تر یخچالی آخر (۳۵ تا ۷۰ هزار سال پیش) اثری دیده نمی شود. آثار فرسایشی و نهشته های حاشیه یخچالی (Subglacial) نیز وضع مشابهی دارند.

ب) دوره بین یخچالی؛ در این دوره مرز و خط برف در دامنه جنوبی در ارتفاع ۴۴۰۰ تا ۴۵۰۰ متر و در دامنه شمالی و شرقی ۳۵۰۰ متر با شیب بسیار تند ۲۶ تا ۴۰ درصد است. توده برفچال های به نسبت بزرگ و یخچال های کنونی به صورت شعاعی در اطراف قله وجود دارند و به طور عمده مربوط به دوره ورم هستند (Pedrami, 1981). Ferrigno (1991) اظهار می دارد که یخچال های به جا مانده ای که از حدود سال ۱۹۳۰ و پیش از آن در اطراف قله دیده می شوند، به احتمال باقیمانده یخچال های بزرگ تری باشند که در زمان پلیستوسن وجود داشته است.

در حال حاضر، یخچال های کوهستانی قابل ملاحظه و سیرک های یخچالی فعال دیده نمی شود. البته همانطور که بیان شد، در اطراف قله دماوند برفچال های به نسبت بزرگ و یخچال های کوچکی وجود دارد که پنج یخچال آن (در جهه شمالی و شمال شرقی) با شیب بسیار تند که از نوع یخچال های معلق، یخچال یخار (در جهه شرقی) و چندین یخچال و برفچال کوچک در دامنه جنوبی وجود دارد. مساحت یخچال ها و برفچال ها و نواحی یخچالی اطراف قله دماوند حدوداً ۲۰ کیلومتر مربع در محیط GIS محاسبه شده است. موقعیت یخچال های طبیعی مخروط آتشفشانی دماوند در شکل ۶ قابل مشاهده است. برای تهیه نقشه موقعیت یخچال ها و برفچال های منطقه از اسناد و مدارک موجود (Vaziri, 2003)، تصاویر ماهواره ای (سنجنده ETM⁺) و بازدید زمینی استفاده شد و لایه های اطلاعاتی نقشه مذکور در محیط GIS آماده شد (شکل ۷).

۲- اشکال مجاور یخچالی

الف) دوره یخچالی؛ در این دوره مرز منطقه مجاور یخچالی در ارتفاع ۲۰۰۰ متری

بوده است. البته آثار و شواهد فرسایش مجاور یخچالی تا پایین ترین قسمت دامنه نیز مشاهده می شود. شواهد ژئومرفولوژیکی ناشی از فرایندهای مورفودینامیک و تغییرات اقلیمی در مخروط آتشفشانی دماوند عبارتند از تپه های یخرفتی، دروملین ها، رسوبات یخچالی، آبشار یخی و سطوح فرسایش یافته.

ب) دوره بین یخچالی؛ در حال حاضر مرز منطقه مجاور یخچالی در ارتفاع ۳۰۰۰ متری می باشد.

۳- اشکال نیمه مرطوب سرد و معتدل

الف) دوره یخچالی؛ در این دوره مرز منطقه نیمه مرطوب سرد در ارتفاع ۱۵۰۰ متری بوده است.

ب) دوره بین یخچالی؛ در حال حاضر مرز منطقه نیمه مرطوب معتدل در ارتفاع ۱۱۰۰ متری است.

ب) چگونگی عملکرد فرسایش

فرایندهای فرسایش یخچالی از عوامل شکل زایی مهم در محیط های یخچالی هستند، چرا که این یخ ها حاوی ذرات ریز سنگ بوده و مسیر حرکت خود را تراشیده و صیقل می دهند. در حاشیه یخچال ها به علت نازک بودن یخ، امکان ذوب فصلی و یخبندان دوباره در بستر وجود دارد و بنابراین، برداشت به صورت جدا شدن و جابه جایی قطعات رخنمون سنگی، در طول شکاف ها و درزهای چینه بندی انجام می شود. خود یخچال نیز عامل تخلیه یخرفت های سطحی و کف است (Coque, 1995).

همانطور که پیش تر بیان شد، شواهد ژئومرفولوژیکی ناشی از فرایندهای مورفودینامیک و تغییرات اقلیمی در مخروط آتشفشانی دماوند عبارتند از دره های یخچالی، تپه های یخرفتی، دروملین ها، رسوبات یخچالی، آبشار یخی و سطوح فرسایش یافته.

Chorley et al. (1985) بر این باورند که، آثار ژئومرفولوژی یخچال ها، به توانایی آنها در کندن، حمل و رسوبگذاری مواد تخریبی بستگی دارد. بنابراین با استفاده از تصویر ماهواره ای Spot با دقت ۵ متر، چگونگی عملکرد مورفودینامیک یخچالی و مجاور یخچالی بررسی و اشکال رودخانه ای- یخچالی، ناشی از فعالیت یخچال ها و آب حاصل از ذوب یخ ایجاد شده اند، شناسایی شد.

قله دماوند دارای فرورفتگی بیضی شکلی است که دهانه آتشفشان (کراتر) در آن قرار گرفته است. قسمت جنوبی و غربی دهانه همواره پوشیده از یخ است. سطح توده یخ از یخ های کله قندی به ارتفاع ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر تشکیل شده است. حفره هایی در سطح یخی دهانه دیده می شود که می تواند به دلیل ذوب یخ های زیرین و نفوذ آب به درون مخروط باشد (شکل ۸).

نحوه پیدایش و تغییر شکل دره ها در هر دامنه در جهت های شمالی، جنوبی، شرقی و غربی کاملاً متفاوت است. بارزترین دلیل این تفاوت در چگونگی فوران آتشفشان طی زمان و دهانه های اقماری، عوامل زمین ساختی، زاویه تابش خورشید و فرسایش یخچالی- رودخانه ای است.

برخی محققان نظیر Davidson et al. (2004) بر این باورند که سنگ های تراکمی موجود در روی مخروط دماوند همگی از نوع آذر آواری بوده که از گدازه ها کم اهمیت تر هستند، بجز نهشته های ایگنمبریت در طول دره هراز، نهشته های آذر آواری اصولاً ریزشی هستند که بر روی سطوح کنونی دماوند یافت می شوند. این نهشته ها به درون دره ها و نقاط کم ارتفاع جاری شده و باعث ایجاد ساختارهای رسوبی آبرفتی همچون لایه بندی متقاطع و کانی شده اند.

اما پس از مطالعات میدانی متعدد، می توان ادعان کرد که آثار و شواهد فرسایش مجاور یخچالی با شکل هایی متفاوت حتی در ارتفاعات بسیار پایین مخروط دماوند نیز وجود دارد. بدون شک، فرایندهای فرسایشی ناشی از حرکت یخچال ها، ذوب

این فرونشستگی حاصل فرسایش است و برخی دیگر همچون (Allenbach 1966) معتقد به وجود یک کالدرای آتشفشانی فروریخته هستند اما از نظر ژئومورفولوژی و شرایط کنونی می‌توان نتیجه گرفت که فرایندهای چیره شکل‌زایی در دامنه شمالی، شامل ترکیبی از فرایندهای یخچالی، رودخانه‌ای و دامنه‌ای است. وجود اشکال یخچالی و مجاور یخچالی، زهکشی شدید توسط آب‌های حاصل از ذوب یخ‌ها و حمل رسوبات فرسایشی توسط رودخانه مشک‌انبار به رودخانه هراز و در نهایت جهت دامنه رو به شمال و شیب بسیار تند آن، همگی سبب تشکیل رسوباتی با سبزی بسیار زیاد از مواد آبرفتی شده است که رودخانه و آبراهه‌ها مسیر خود را بر سطح آن به شدت حفر و گود کرده‌اند.

از جمله اشکال یخچالی شاخص در مخروط دماوند می‌توان به آبشاری در ارتفاع ۵۱۰۰ متر در دامنه جنوبی به نام آبشار یخی اشاره کرد که این آبشار در سراسر سال یخ‌زده است. منبع تغذیه آبشار، گودال برفی دائمی است که در بالای آن قرار گرفته است (شکل ۱۲). آبشار یخی، از یخ یکپارچه به طول ۷ متر و به قطر ۳ متر تشکیل شده و هیچ‌گاه این یخ به آب روان تبدیل نمی‌شود و در واقع آبشار یخی، یک یخچال آویزان کوچک می‌باشد (Vaziri, 2003).

در مخروط دماوند، پهنه‌هایی از اشکال مجاور یخچالی بر اثر فشار ناشی از حرکت یخرفت‌هایی با اندازه‌های متفاوت، بدون ساختار مشخص و تقریباً بی‌شکل به وجود آورده است. تخته سنگ‌های بزرگ بر اثر فشار نیروی حرکت یخچال‌ها و یخ‌برف‌ها و همچنین بر اثر انجماد و متلاشی شدن، به قطعات کوچک تر خرد می‌شود و به رشته‌های پیچ‌وخم‌دار و تپه‌های متناسب در حاشیه خارجی یخ‌برف‌ها تبدیل می‌شوند. این تپه‌ها به خاکریزهایی با دامنه‌های پرشیب، در جهت حرکت عمومی یخ تبدیل شده‌اند که هنگام ذوب و عقب‌نشینی یخ‌ها نمایان شده‌اند. بیشتر این تپه‌ها، شبه دروملین‌های تکامل نیافته‌ای هستند که سطح آن را رسوبات ریزدانه پوشانده است. سطوح به‌نسبت برجسته‌ای در ارتفاع بین ۲۰۰۰ تا ۳۸۰۰ متری در میان دره‌ها دیده می‌شود به نظر می‌رسد این برجستگی‌ها بقایای دروملین‌های نابالغ دوره یخچالی است. تغییر اقلیم و پیرو آن، تغییر سامانه فرسایش باعث شکل‌نگرفتن کامل آنها شده است. در شکل ۱۳ یکی از فرم‌های ناحیه مجاور یخچالی در ضلع جنوب‌غربی در ارتفاع ۳۸۰۰ متری به صورت یک شبه دروملین مشاهده می‌شود که حرکت و ذوب یخ بر سطح آن کاملاً مشخص است.

به طور کلی، وسیع‌ترین آثار فرسایش مجاور یخچالی مخروط دماوند، یخرفت‌های مترکم درون دره‌ها و سطح دامنه‌ها است. این رسوبات بدون لایه‌بندی و با در بر داشتن قطعات بزرگ و کوچک سنگ، مورفولوژی خاصی ایجاد کرده‌اند. رسوبات پس از تغییر اقلیم و تغییر سامانه فرسایش از یخچالی به آبراهه‌ای کنار زده شد (Tahuni, 2003) و یا به صورت قشری از رسوبات با دانه‌بندی و جورشدگی بد و نامنظم بر سطح دامنه پراکنده شده‌اند. بر روی شیب دامنه تراکم رسوبات به صورت کنگره‌ای در سطح وسیعی در ارتفاع بین ۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ متری دیده می‌شود. ساز و کار اصلی در پدید آوردن این اشکال، جریان‌های پلاستیکی و یخ‌زدگی در قاعده یخ است (Chorley et al., 1985).

در خصوص بررسی فرایندهای مورفودینامیک توده آتشفشانی دماوند، فرایندهای یخچالی، مجاور یخچالی و رودخانه‌ای-بارانی نقش عمده‌ای دارند، اما نباید حرکات دامنه‌ای را در تغییرات مورفولوژی منطقه نادیده گرفت. لغزش یکی از چندین عوامل فرسایش در مخروط دماوند است. با توجه به ساختار ویژه مخروط آتشفشانی دماوند، مورفولوژی جریان‌گدازها تشابه بسیار زیادی با مورفولوژی لغزش دارد. لذا شناسایی مناطق لغزشی تنها از روی عکس‌های هوایی امکان‌پذیر نیست. بنابراین، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ASTER تلفیق شده (Data Fusion)

برفچال‌ها و جریان رودخانه و آبراهه‌ای پس از آخرین فعالیت‌های آتشفشانی، می‌تواند عمده‌ترین عوامل شکل‌گیری واحدهای ریختاری منطقه باشد و نمی‌توان این ساختارهای رسوبی را صرفاً نهشته‌های ریزشی به شمار آورد.

دره عمیق کافر دره در دامنه جنوبی، نمونه بارزی از یک دره یخچالی در ارتفاع بالاتر از ۴۴۰۰ متر و ادامه آن در منطقه مجاور یخچالی، دره یخرفتی - رودخانه‌ای است (شکل ۹). همواری بخش‌هایی از دیواره دره و وجود سنگ‌های تراکمی در بستر مسیر جریانی، گویای فرسایش توسط حجم گسترده‌ای از یخ و فرسایش آبراهه‌ای است. حفر بستر دره بویژه در حدود ارتفاع ۴۳۰۰ متری و ایجاد دیواره‌های پرشیب، حاکی از فرسایش شدید آبی پس از مرحله یخچالی است. به احتمال زیاد، تمرکز آب‌های حاصل از ذوب یخچال‌ها در کف دره نیز کمک به بریده شدن سنگ بستر در این بخش کرده است؛ به عبارت دیگر، این دره حاصل یک دره آبراهه‌ای-یخچالی است. سطوح به‌نسبت مسطحی مابین دره‌ها دیده می‌شود که حاصل فرسایش کف یخچال‌های قدیمی است (Hughes et al., 2007).

شکل ۱۰ محل مقاطع را در نقشه سمت چپ و نیمرخ‌های عرضی کافر دره از بالادست به پایین دست به ترتیب از حرف A تا D نشان می‌دهد. دره در بالادست در ارتفاع ۵۱۰۰ متر، درست در انتهای یخچال بالای دره، وسیع و هموار و دارای شیب به‌نسبت ملایم است و نیمرخ U شکل دارد (شکل‌های ۹ و A - ۱۰). به سمت پایین دست رودخانه، از پهنای دره کاسته شده و بر ژرفای آن افزوده می‌شود، و رودخانه شکل V به خود می‌گیرد (B - ۱۰) که نشان‌دهنده عمل انحصاری فرسایش آبراهه‌ای است (C, D - ۱۰). دره‌های V شکل در کف دره‌های U شکل گویای تغییر سیستم فرسایش است.

در جناح شرقی مخروط دماوند، دره عظیمی به نام دره تلو (گوش محلی) شکل گرفته که بزرگ‌ترین یخچال مخروط دماوند در بالای این دره قرار دارد. یخچال اصلی یخار دارای سه زبانه مجزا است که از ارتفاع ۳۵۰۰ متری آغاز و تا قله ادامه دارد. توپوگرافی خشن و شیب زیاد دیواره‌های دره، حاکی از عمل فرسایش رودخانه‌ای فعال و شدید رودخانه تلخ‌رود است. وجود سنگ‌های ریزشی و تراکم بسیار زیاد رسوبات تراکمی حاکی از عملکرد مورفودینامیک یخچالی و پیرو آن فرسایش رودخانه‌ای است. با بررسی تصویر ماهواره‌ای و DEM منطقه یک سیرک یخچالی در ضلع شمالی دره شناسایی شد که با رسم نیمرخ عرضی (در محیط GIS) از آن مکان در دره تلو، این سیرک در ارتفاع ۳۵۰۰ متری شناسایی شد. سیرک مشرف به دره، با جهت رو به جنوب به شدت فرسوده شده و در حال حاضر، جداره‌های پرشیب و انحنا یخچالی آن مشهود است. دیواره مقابل سیرک بخش باقیمانده از دره U شکل بوده که رودخانه کف دره را به طور عمیق حفر کرده و در حال حاضر دره به شکل V تبدیل شده است (شکل ۱۱). بخش عمده‌ای از یخرفت‌های تولید شده توسط یخچال یخار به وسیله آب‌های حاصل از ذوب برف به تلخ‌رود منتقل شده و از آنجا به رودخانه هراز ریخته شده است. با وجود این در ارتفاعات بالای دره و قسمت زیرین یخچال، انبوه عظیمی از رسوبات یخچالی وجود دارد.

همچنین یک فرورفتگی حاصل از فرسایش که در پهلوی شمالی کوه میان‌رود (جنوب لاسم) در ارتفاع تقریبی ۴۰۰۰ متری به چشم می‌خورد که از نظر مورفولوژی شبیه سیرک یخچالی است (Emami, 1989). فرسایش در دامنه شمالی کاملاً متفاوت از سایر دامنه‌ها است. به دلیل وجود پنج یخچال دائمی و چندین برفچال در حاشیه آنها از ارتفاعات ۴۰۰۰ متر به بالا، به وضوح اشکال فرسایش یخچالی قابل مشاهده است. بخش اعظم گستره وسیع و فراخ دامنه شمالی در میان ارتفاعات سردوییچ و سرداغ، تحت تأثیر فرسایش رودخانه‌ای و آبرفتی شدید است. در خصوص فرورفتگی بیضوی شکل به قطر ۱۱ کیلومتر با جهت شرقی-غربی در شمال توده دماوند، به باور برخی،

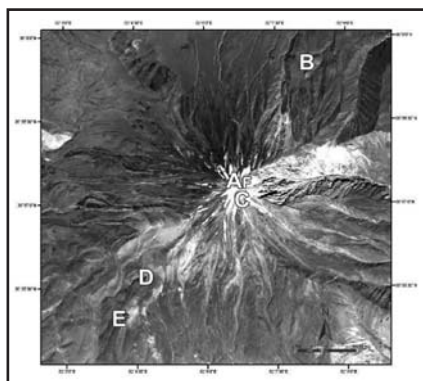
اطراف است که به یک درک واقعی برای برنامه ریزی آن محیط خواهیم رسید. با برنامه ریزی ژئومورفولوژیک در دوره‌های کوتاه مدت و بلند مدت، از وقوع حوادث ژئومورفولوژیکی ناشی از تغییرات طبیعی و مصنوعی پدیده‌ها، می‌توان جلوگیری کرد (Motamed & Moghimi, 1999).

سپاسگزاری

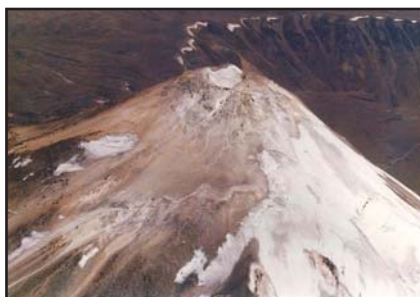
نویسندگان از مسئولان محترم دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات که امکان این تحقیق را فراهم کردند، از حمایت معاونت محترم دانشگاه تهران در خصوص گرنت ۰۳/۰۱/۴۱۰۷۰۲۲ و مسئولان محترم فصلنامه علوم زمین که امکان چاپ آن را فراهم آوردند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.



شکل ۱- اندازه‌گیری ارتفاع مخروط دماوند در قله با استفاده از GPS (عکس از زارعی‌نژاد، ۱۳۸۶/۷/۱۶)



شکل ۲- شناسایی موقعیت پنج دهانه روی تصویر ماهواره‌ای SPOT



شکل ۳- دهانه مرکزی (A) و دهانه جنوب شرقی (C)، دید به سمت شمال غربی (عکس از امامی ۱۳۶۸/۵/۶، پرواز با هلی کوپتر)

با SPOT با قدرت تفکیک ۵ متر و همچنین عملیات میدانی و بازدید زمینی، بیش از ۳۷ ناحیه لغزشی شناسایی شد. هدف از تهیه نواحی لغزشی، مدل‌سازی و تهیه نقشه پهنه‌های لغزشی برای مدیریت زیست محیطی منطقه است (شکل ۱۴).

فرایندها و فرم‌های ناشی از فعالیت انسانی

زندگی انسان و طبیعت در نواحی کوهستانی مرتفع به‌طور شگفت‌انگیزی بر یکدیگر تأثیر می‌گذارد (Kostka, 2002). مخروط آتشفشان دماوند دائم در حال تغییر و دگرگونی است این تغییرات یا به‌طور طبیعی بر اثر فرایندهای اقلیمی انجام می‌گیرد و یا اینکه به وسیله انسان حاصل می‌شود.

عوارض و اشکال ناشی از فرایندهای انسانی در منطقه شامل موارد زیر است:

- وجود بیش از ۲۵ روستا در دامنه‌های مختلف مخروط دماوند
- احداث ۵ پناهگاه و جانپناه در ارتفاعات بالای ۴۰۰۰ متر و بیش از ده پناهگاه و جانپناه پایین‌تر از ارتفاع ۳۰۰۰ متر (شکل ۱۵)
- ایجاد مسیرهای متعدد کوه‌پیمایی (شکل ۱۶)
- ساخت جاده‌های طولانی در دامنه‌های مختلف مخروط دماوند، برای بهره‌برداری از معادن منطقه
- استفاده از چشمه‌های آبگرم
- چرای بیش از حد دام در دامنه‌ها.

شمار زیادی کوهنورد داخلی و خارجی در کلیه فصول از مخروط دماوند بازدید می‌کنند که اغلب ضربات زیست محیطی جبران ناپذیری را به این محل وارد می‌سازند. آنان علاوه بر ایجاد مسیرهای متعدد کوه‌پیمایی و ساخت پناهگاه که سبب تغییر مورفولوژی کوه می‌شوند، همچنین باعث پخش زباله‌ها و فضولات انسانی، باقی‌مانده مواد غذایی، رها کردن ابزار و آلات مستهلک کوهنوردی و آلودگی محیط کوهستان شده‌اند.

بهره‌برداری از معادن پوک در اطراف مخروط دماوند به شدت سبب تغییر مورفولوژی منطقه شده زیرا نه تنها استخراج معادن، بلکه ایجاد راه‌های ماشین‌رو برای دسترسی به معادن نیز عامل پدید آمدن فرم‌های مورفودینامیک انسانی شده است.

۴- نتیجه‌گیری

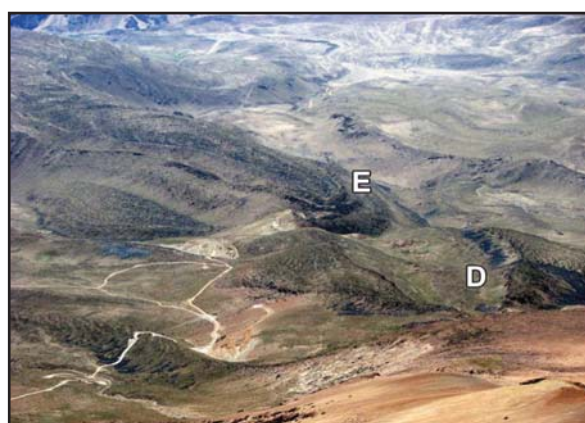
در این مقاله سعی شد شواهد ژئومورفولوژیکی ناشی از فرایندهای مورفودینامیک و تغییرات اقلیمی در مخروط آتشفشانی دماوند با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، عملیات میدانی و نقشه‌های توپوگرافی در محیط GIS شناسایی و مورد مطالعه قرار گیرد. با بررسی تصاویر ماهواره‌ای و نمونه‌برداری از رسوبات در سطوح مختلف ارتفاعی، مخروط دماوند به سه منطقه با عنوان منطقه یخچالی، مجاور یخچالی و منطقه معتدل در دوره اقلیم سرد و در عهد حاضر تقسیم می‌شود. به این ترتیب، حاصل عملکرد فرایندهای اقلیمی در منطقه سبب پدید آمدن دره‌های یخچالی، تپه‌های یخرفتی، شبه دروملین‌ها، رسوبات یخچالی، سطوح فرسایش یافته شده است.

به طور کلی، اشکال فرسایشی در منطقه تابع عوامل دما، شیب و جهت دامنه، جنس سنگ و ریز و درشتی قطعات سنگی و خاکدانه‌ها، و فعالیت‌های انسانی است. فرایندهای فرسایشی غالب که به دلیل عملکرد انسان در منطقه پدید آمده، شامل ساخت پناهگاه‌های متعدد و مسیرهای کوه‌پیمایی و استخراج معادن و غیره بوده که منطقه را تحت تأثیر قرار داده و با سرعت زیادی در راستای تخریب محیط ادامه دارد.

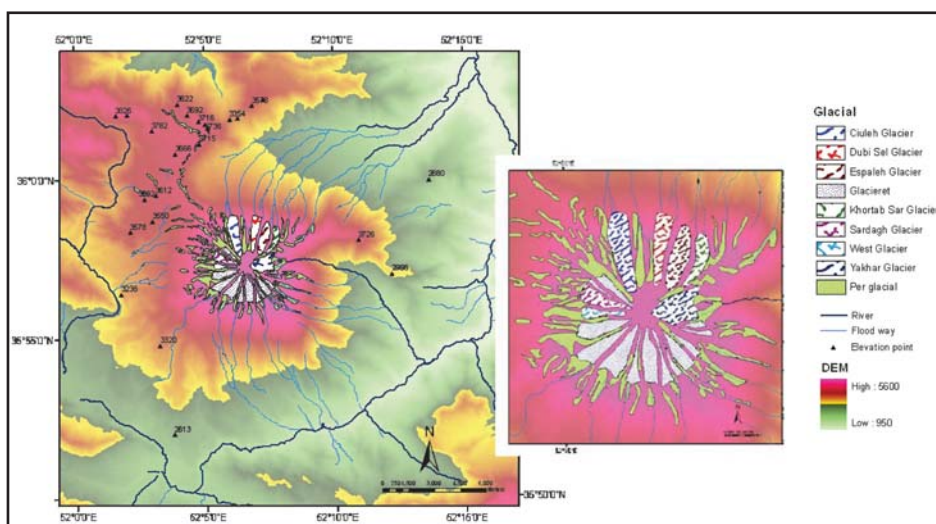
به منظور کنترل، هدایت و نظارت بر تغییرات مورفولوژیکی و زیست محیطی، انسان به‌عنوان عاملی مؤثر در ایجاد تغییرات نقش بسزایی دارد. تنها با شناخت محیط



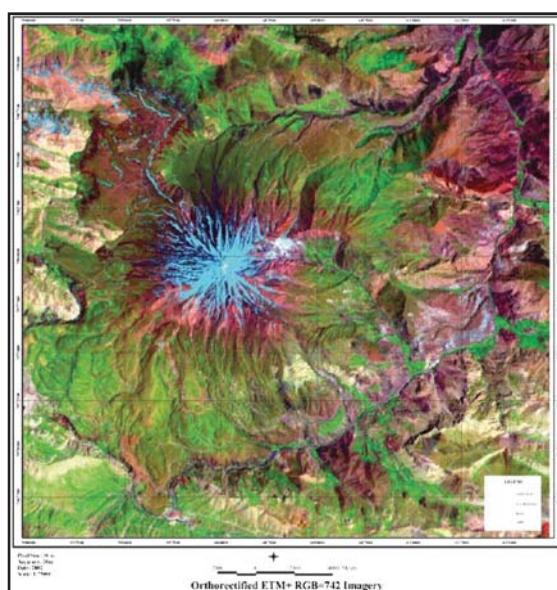
شکل ۵- افزایش فعالیت های دودخانی در دهانه مجاور قله، دید به سمت شرق (عکس از زارعی نژاد، شهریور ۱۳۸۶)



شکل ۴- دهانه های جنوب غربی (D,E)، دید به سمت جنوب (عکس از زارعی نژاد، شهریور ۱۳۸۶)



شکل ۶- نقشه موقعیت یخچال های طبیعی مخروط آتشفشانی دماوند



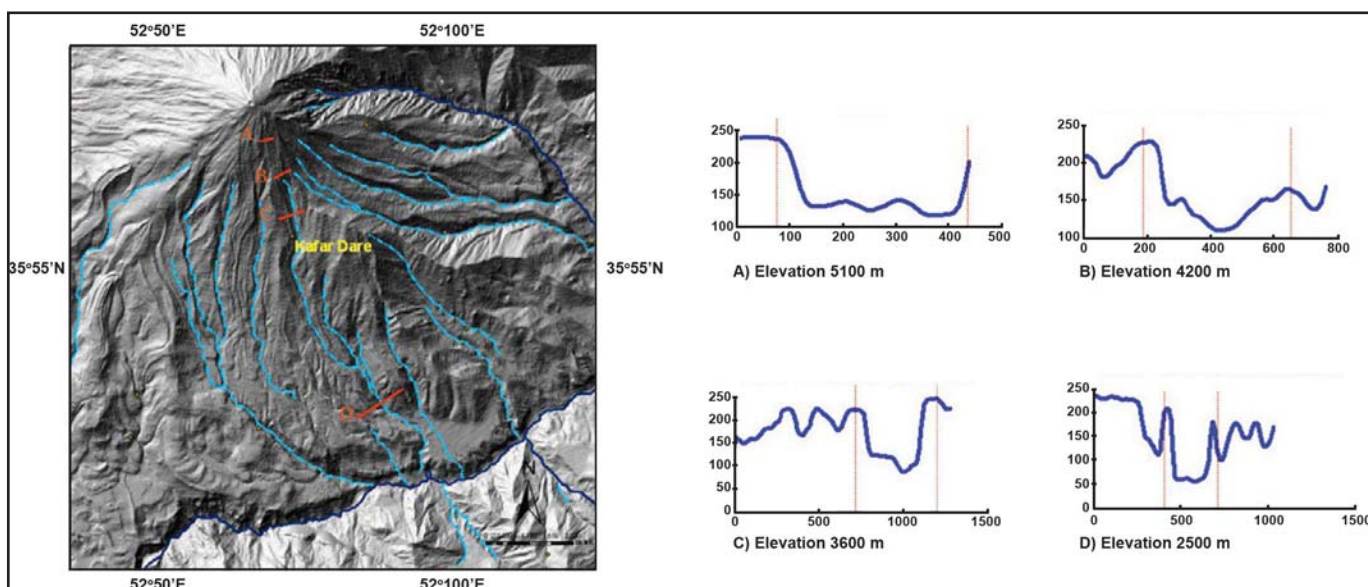
شکل ۷- نمایی از یخچال ها و برفچال های مخروط دماوند (تصویر ماهواره ای ETM+)



شکل ۹- فرسایش و ذوب یخ در کافر دره در ارتفاع ۵۱۰۰ متری
(عکس از زارعی نژاد، ۱۵ شهریور ۱۳۸۵)



شکل ۸- دهانه مرکزی مخروط آتشفشان دماوند
(عکس از زارعی نژاد، شهریور ۱۳۸۶)



شکل ۱۰- نیمرخ‌های عرضی از کافر دره



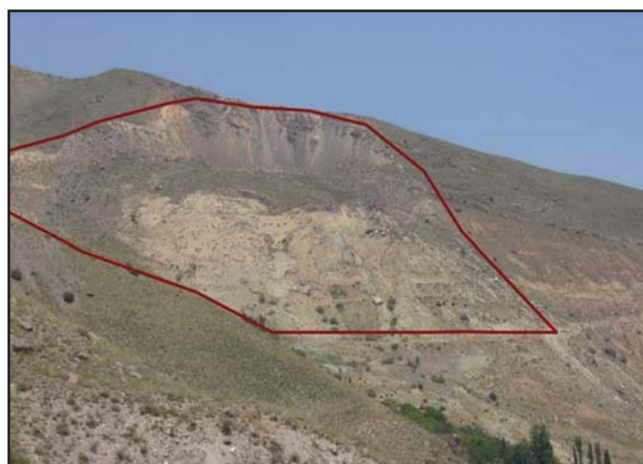
شکل ۱۱- سمت راست، نیمرخ عرضی از دره تلو در ارتفاع ۳۵۰۰ متری و سمت چپ، عکس از بخش بالایی یخچال یخار، دید به سمت غرب
(عکس از امامی ۱۳۶۸/۵/۶، پرواز با هلی کوپتر)



شکل ۱۳ - نمایی از یک شبه دورملین در ضلع جنوب غربی
(عکس از زارعی نژاد، مرداد ۱۳۸۵)



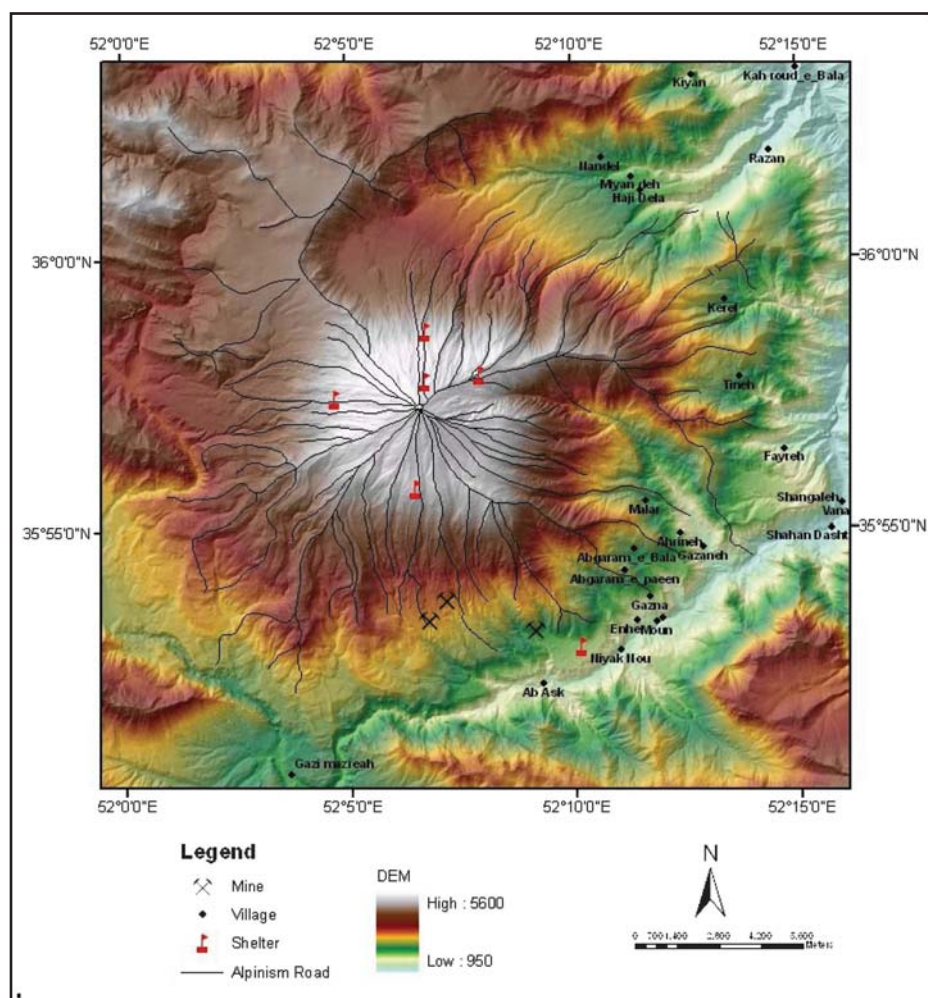
شکل ۱۲ - آبشار یخی در دامنه جنوبی
(عکس از زارعی نژاد، شهریور ۱۳۸۵)



شکل ۱۴ - محدوده لغزشی بین لاریجان و رینه، دید به سمت شمال
(زارعی نژاد، مرداد ۱۳۸۶)



شکل ۱۵- پناهگاه بارگاه سوم در ارتفاع ۴۲۰۰ متری در دامنه جنوبی
(زارعی نژاد، شهریور ۱۳۸۶)



شکل ۱۶- نقشه مسیرهای کوه‌پیمایی و موقعیت روستاها، پناهگاه‌ها و معادن

References

- Aghanabati, A., 2004- Geology of Iran, Geological Survey of Iran, p 457.
- Alaee Taleghani, M., 2001- Geomorphology of Iran, Ghoomes Publishing company Ltd, Tehran, Iran, p 118.
- Allenbach, P., 1966- Geologie und petrography des Damovand und seiner umgeurg(Zentral-Elburz), Iran, Geologisches Institut, ETH-Zurich, Mitteilng No. 63, Pages 72-78.
- Bashokuh, B., 2001- Hydrothermal alteration at east of Yakhat glacier and its role in evaluation of Damavand volcano, Msc. thesis, Geosciences faculty in Tehran University, p. 106
- Bellinger, G., Castro, D. and Mills, A., 2004- Data, Information, Knowledge, and Wisdom, Available <http://www.system-thinking.org/dikw/dikw.htm>
- Brousse, R., Lefevre, C., Maury, R. C., Moine Vaziri, H., Amine Sobhani, E., 1977- Le Damovand: Un Volcan shoshonitique de la plaque iranienne. C.R. Acad. Se. Paris, t. 285, p 131-134.
- Brousse, R., Moine Vaziri, H., 1982- L'association shoshonitique(du Damovand (Iran). Sonderdruck aus der Geologischen Rundschau, Band 71, p 687-699.
- Cartier, E., 1972- Geological map of the central Alborz: Sheet Damavand: Tehran, Iran, Geological Survey, scale 1:100,000, 1 sheet.
- Chorley, R. J., Schumm, S. A., Sugden, D. E., 1985- Geomorphology, Volume fourth, Translated by Motamed, A., Samt Publication, No.171, Pages 26-69.
- Christa, E., 1940- Ueber kristallisation in magmatischen Gesteinen persiens. Min. pet. Mitt. , p 51.
- Coque, R., 1995- GEOMORPHOLOGIE , Troisieme Edition, Tome II, Geomorphologie Climatique, Traduit par Mahmoudi, Tehran University Publication, No.2084, Pages 36-55.
- Coque, R. per, Mahmoudi, F., traduit par, 1996- GEOMORPHOLOGIE, Troisieme Edition, Tome I, Geomorphologie structurale et Dynamique externe, Traduit par Mahmoudi, Tehran University Publication, No.2084, Pages 85-93.
- Davidson, J., Hassanzadeh, J., Berzins, R., Stockli, D. F., Bashukoo, B., Turrin, B., Pandamouz, A., 2004- The geology of Damavand volcano, Alborz Mountains, northern Iran, Geological Society of America, GSA Bulletin, January/February 2004; v. 116; no. 1/2; p. 16-29.
- Darvishzadeh, E., 1978- Principles of Volcanology ,Tehran, Tehran University publishing house, P. 307.
- Emami, M. H., 1989- Damavand volcano and peruse possibility activity, Geological survey of Iran, p 57-80.
- Ferrigno, J. G., 1991- Glaciers of the Middle East and Africa—Glaciers of Iran, in Williams, R.S., and Ferrigno, J.G., eds., Glaciers of the Middle East and Africa: U.S. Geological Survey Professional Paper 1386-G, p. G31-G47.
- Hughes, P. D., Gibbard, P. L., Woodward, J. C., 2007- Geological controls on Pleistocene glaciation and cirque form in Greece, Journal of Geomorphology 88, pages 242– 253.
- Iran nejadi, M., 2001- Petrologic study in Damavand volcano, Msc. thesis, Geosciences faculty in Shahid Beheshti University, p. 10.
- Kostka, R., 2002- The world mountain Damavand: documentation and monitoring of human activities using remote sensing data, ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 57, pages 5–12.

- Motamed, A., Moghimi, E., 1999- Application of Geomorphology in Planning, Tehran, SAMT Publishing House, P. 32.
- Ovcinnikow, A., 1930- Outline of the geology of the Damavand region, Bull. Naturalists Moseou, sect.geol. 8/4.
- Pedrami, M., 1981- Pasadeniyan orogenesis and geology of the Iran during in 700 thousands past, Geological survey of Iran, p 127.
- Shtocklin, J., 1968- Structural history and tectonics of Iran, A review, Mmer. Assoc. Petrol. Geologists Bull. K. 52, No.7, p 1229- 1258.
- Tahuni, P., 2003- Geomorphologic evidences of Paleococen glacial erosion in Talesh mountains, Tehran university, Geographic researches, Journal No. 47, pages 31-55.
- Vaziri, F., 2003- Preliminary study of glaciers in Iran, K.N.T University of Technology & State Management and Planning Organization, pages 113-125.