ژئواکولوژی آتشفشان بیدخوان، جنوب شرق بردسیر کرمان

سارا شیخ فخرالدینی[1]
احمد عباس نژاد[2]
سمیه ذهاب ناظوری[3]

تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۸/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۱/۱۱/۲۱

****

چکیده

آتشفشان خاموش بیدخوان یک استراتوولکان است که در فاصله ٤٠ کیلومتری جنوبشرق بردسیر کرمان، در محدوده‌ای به طول جغرافیایی ′۲۵ و°۵۶ تا′۳۰ و°۵۶ و عرض جغرافیایی ۳۵ و°۲۹ تا′٤٠ و°۲۹ ، با وسعت حدود ٤٠٠ کیلومترمربع واقع شده است. هدف از این مطالعه، ارزیابی ژئواکولوژیکی این آتشفشان می‌باشد. بدین منظور ضمن معرفی علم ژئواکولوژی، ابتدا زمین‌شناسی و توپوگرافی این آتشفشان توضیح داده شده، سپس تأثیر این آتشفشان بر آب و هوا، آبشناسی و پوشش گیاهی منطقه تعیین شده است. در نهایت تأثیر آن بر زندگی انسان توجیه شده است. براساس این مطالعه، در اثر وجود این آتشفشان (به عنوان یک عارضه) میزان ریزش‌های جوّی سالانه حدود ۱۳ میلیون مترمکعب افزایش و درجه حرارت متوسط سالانه حدود ٤ درجه سانتیگراد کاهش یافته است. به تبع آن اقلیم منطقه تغییر کرده بطوریکه ضریب خشکی دومارتون از ۱۵ به ۲۸ رسیده است. به تبعیت از تغییر آب و هوای منطقه که از نوع افزایش بارش و کاهش تبخیر بوده است، شرایط برای شکل‌گیری یک دره پرآب و رودخانه نیمه‌دائمی زهکش‌کننده کالدرای این آتشفشان فراهم شده است. همچنین پوشش گیاهی محدوده مرتفع تشکیل دهنده آتشفشان انبوه‌تر شده است. این شرایط موجب استقرار چندین روستا در دره فوق شده که به علت فقدان سطوح هموار برای زراعت و وجود آب و هوای سرد تقریباً تنها کاشت درختان گردو را امکان‌پذیر ساخته و در کنار آن مراتع مناسب جهت چرای احشام در سطح مخروط آتشفشان را به وجود آورده است. لذا وجود این آتشفشان به عنوان یک عارضه بر امکان استقرار انسان، محل‌های قابل استقرار و سبک زندگی انسان تأثیر گذاشته است.

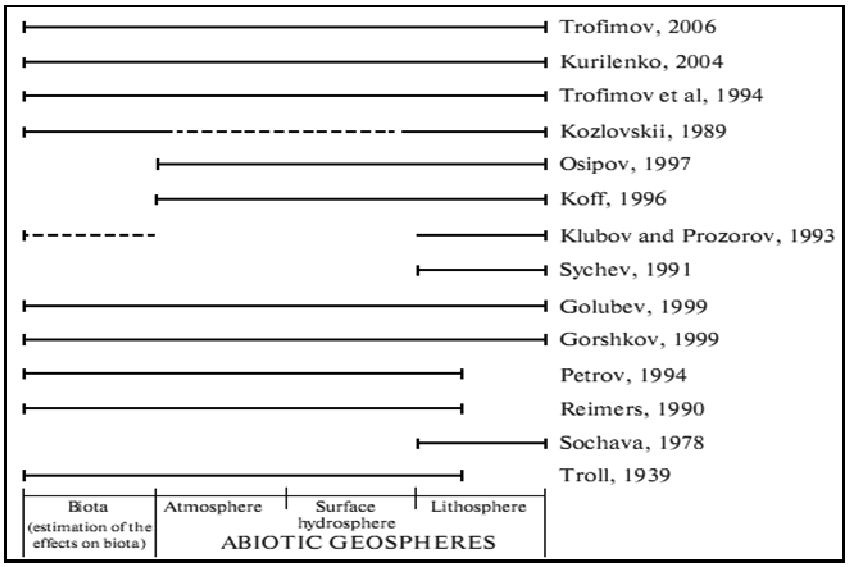
واژه‌های کلیدی: ژئواکولوژی، آتشفشان بیدخوان، منطقه بردسیر، آتشفشان‌شناسی زیست محیطی

****

[1] – دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
[2] – دانشیار بخش زمین شناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان
[3] – دانشجوی دکترای جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران

۱- مقدمه

واژه‌ی ژئواکولوژی (geoecology) به جای واژه‌ی اکولوژی چشم انداز، نخستین بار توسط یک جغرافی‌دان آلمانی به نام ترول (Troll) در سال ۱۹۳۹ معرفی گردید. سپس این واژه به عنوان یک واژه اختصاصی در علم جغرافیا مطرح شد. بعد از ترول، جغرافی‌دانان، زمین‌شناسان، بیولوژیست‌ها و محققان سایر رشته‌ها معانی متفاوتی از ژئواکولوژی ارائه دادند (نگاره ۱) (Trofimov, 2009).

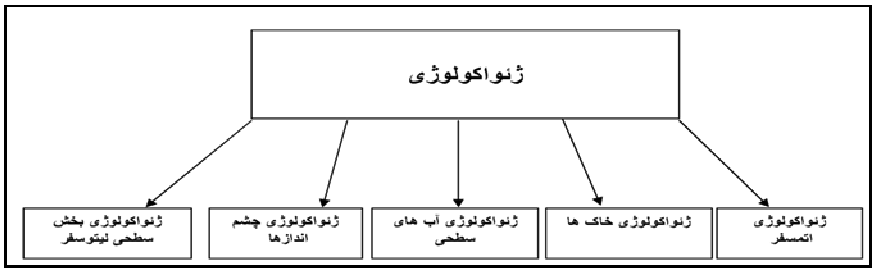


نگاره (۱): فعالیت دانشمندان مختلف در بخش‌های تشکیل دهنده ژئواکولوژی (Trofimov, 2009)

این واژه با نگرش‌های مختلفی از جمله نگرش جغرافیایی، ژئوبیوسفری، ژئوسفری، بیولوژیکی و زمین‌شناسی تعریف شده است. در نگرش ژئوبیوسفری، کزلووسکی (Kozlovskii, 1998)، ژئواکولوژی را به عنوان یک شاخه علمی جدید، حدواسط زمین‌شناسی و اکولوژی می‌داند که ارتباط منظم میان موجودات زنده (از جمله انسان)، ساختارهای تکنوژنیک و محیط زمین‌شناسی را مورد مطالعه قرار می‌دهد. در این نگرش، موضوع مورد مطالعه ژئواکولوژی، سیستم ژئواکولوژیکی می‌باشد که نه تنها اجزای غیر زنده‌ی زمین بلکه موجودات زنده‌ی درون اکوسیستم‌های با سطوح سازماندهی مختلف را مطالعه می‌کند.

در نگرش ژئوسفری، اسیپف (Osipov, 1993,1997) آن را در پیچیده‌ترین حالت در نظر گرفته است. او ژئواکولوژی را به عنوان یک شاخه‌ی علمی متشکل از چند رشته معرفی کرد که مطالعه‌ی اجزای بی‌جان محیط ژئوسفری زمین که به عنوان جزئی از محیط و اساس کانیایی بیوسفر است را دربرمی‌گیرد. در این نگرش، اهداف مطالعه، همه‌ی محیط‌های ژئوسفری زمین بخصوص بخش بالایی لیتوسفر می‌باشد (Osipov, 1997). مطابق نگاره (۲)، اسیپف، ژئواکولوژی را به ژئواکولوژی اتمسفر، خاک، آب سطحی، چشم انداز و لیتوسفر تقسیم کرده است.

در نگرش بیولوژیکی، بیولوژیست‌ها به جنبه اکولوژیکی این علم توجه بیشتری دارند. ریمرز (Reimers,1990) و سوکولوف (Sokolov, 1995)، ژئواکولوژی را بخشی از اکولوژی می‌دانند که با اکوسیستم‌های پیچیده سروکار دارد. به عقیده سوکولوف، ژئواکولوژی به صورت ذهنی در علم زمین‌شناسی معرفی شده است و مفهوم بنیادی متفاوتی دارد.



نگاره (۲) : ساختار ژئواکولوژی (Osipov, 1997)

در نگرش زمین‌شناسی، دانشمندان متعددی از جمله سوچاوا (Sochava)، سیچو (Sychev)، بیتز و جکسون (Bates & Jackson)، کاف (Koff)، کلاباف (Klubov) و تروفیمو(Trofimov) اظهار نظر کرده‌اند.

سوچاوا (Sochava, 1978)، نخستین زمین‌شناسی است که ژئواکولوژی را به عنوان یک علم زمین‌شناسی جدید معرفی نمود. به عقیده او ژئواکولوژی علمی است که به مطالعه وضعیت محیط زمین‌شناسی و همه‌ی اجزا و فرایندهای رخ‌دهنده در آن می‌پردازد. این فرایندها تشدید کننده‌ی اثرات مثبت و منفی بر وضعیت سایر ژئوسفرهای زمین می‌باشند.

جدیدترین تعاریف ژئواکولوژی توسط تروفیموف و همکاران در سال های ۱۹۹٤ و ۲۰۰۵ ارائه شده است. او در سال ۱۹۹٤، ژئواکولوژی را به عنوان یک شاخه‌ی علمی متشکل از چند رشته که با ترکیب، ساختار و الگوهایی از نقش و تحول اکوسیستم‌های پیچیده طبیعی و تغییر یافته توسط انسان سروکار دارد، معرفی نمود. تروفیموف (۲۰۰۵)، نقش‌های اکولوژیکی اجزای غیرزنده زمین، اجزای تشکیل دهنده‌شان و تغییرات فضایی و زمانی تحت تأثیر نیروهای طبیعی و انسانزاد با تأکید بر ارتباط با حیات و فعالیت‌های موجودات از جمله انسان را موضوع علم ژئواکولوژی در نظر گرفت. بنابراین بنظر می‌رسد که تروفیموف، به نقش انسان در میان سایر موجودات اهمیت بیشتری می‌دهد و در بیان دیدگاه‌های او از واژه‌ی اختصاصی اکوژئولوژی به جای ژئواکولوژی استفاده می‌گردد (Trofimov, 2009). از دیدگاه تروفیموف، اکوژئولوژی، بخش سطحی لیتوسفر به عنوان یکی از اجزاء غیرزنده اکوسیستم در نظر گرفته می‌شود. لذا در آن تأثیر متقابل مکانی و زمانی محیط غیر جاندار زمین‌شناختی و محیط جاندار مورد مطالعه قرار می‌گیرد (Trofimov, 2010) که در آن لیتوسفر دارای بیوتا (از جمله انسان و محیط اجتماعی) به عنوان یک سیستم چند مؤلفه‌ای شامل سنگ‌ها، آب زیرزمینی، نفت و گاز، میدان‌های ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی و فرایندهای درون آن است که بر وجود و تکامل بیوتا (از جمله جامعه انسانی) تأثیر می‌گذارد (Trofimov, 2010). ترکیب این فاکتورها سیمای اکولوژیکی- زمین‌شناختی هر منطقه یا محل طبیعی یا تغییر یافته به

لحاظ تکنیکی را تشکیل می‌دهد و شرایط اکولوژیکی – زمین‌شناختی آن را مشخص می‌سازد. به عبارت دیگر آن‌ها اجزا تشکیل دهنده خواص متفاوت اکولوژیکی و تابع لیتوسفر هستند.

در واقع می‌توان از اصول اکوژئولوژی برای توجیه شرایط و ویژگی‌های اکوسیستم‌های مختلف (جنگلی، رودخانه‌ای، باتلاقی و...) و نیز اکوسیستم های گیاهی، جانوری و انسانی استفاده نمود. در بسیاری از نقاط کشورمان علت وجودی و مشخصات اکوسیستم‌های گیاهی (نوع پوشش گیاهی، تراکم و میزان گسترش آن) بطور مستقیم و غیر مستقیم متأثر از شرایط زمین‌شناسی است. به عنوان مثال، واحدهای توپوگرافی مهم (کوه، دشت و دامنه) که تفاوت پوشش گیاهی دارند، در اثر شرایط زمین‌شناسی به وجود آمده‌اند. در عین حال، نقاط مختلف یک واحد توپوگرافی (مثل دشت) از نظر نوع مواد (مثلاً قلوه سنگ، شن، ماسه، رس، نمک و غیره) تفاوت دارند که یک تغییر زمین‌شناختی است و به تبع آن تفاوت در پوشش گیاهی طبیعی دیده می‌شود. بعضی از عوارض مثل دره‌ها، تلماسه‌های بادی، چاله‌های تکتونیکی، مخروط‌های آتشفشانی و مخروط افکنه‌ها به دلیل برخورداری از شرایط سنگ شناسی یا آبشناسی متفاوت دارای پوشش گیاهی طبیعی متفاوتی نیز می‌باشند.

به تبع تغییرات پوشش گیاهی و آبشناسی که می‌توانند به شدت متأثر از شرایط زمین‌شناسی باشند، تغییرات در فون جانوری این محیط‌ها هم دیده می‌شوند. اینکه در یک محل جانوران چه باشند (آهو، روباه، پلنگ و...)، در نهایت به نحوی به طور مستقیم یا غیر مستقیم به زمین‌شناسی آن محل نیز ارتباط می‌یابد. محل‌های زیست بعضی از موجودات به شدت تابع شرایط زمین‌شناسی است. بطور مثال، غار یک محیط زیست به شدت زمین‌شناختی است که جانوران خاصی در آن فعالیت می‌کنند وعقاب‌ها نیز برای لانه سازی نیاز به صخره‌های پرشیب و مرتفع دارند که در اثر شرایط زمین‌شناسی ایجاد می‌شوند.

جالب اینکه زمین‌شناسی تأثیر شدیدی بر اکوسیستم انسانی نیز دارد. جایگیری شهرها و روستاها اصولاً متأثر از زمین‌شناسی این محیط‌ها است. وجود منابع آب، توپوگرافی مناسب، وجود مصالح ساختمانی و غیره از مواردی هستند که شدیداً به وسیله عامل زمین‌شناسی کنترل می‌شوند. خلاصه کلام اینکه محیط زمین‌شناسی بطور مستقیم و غیرمستقیم بر حیات گیاهی و جانوری و انسان تأثیر می‌گذارد. مشخصات اکوسیستم‌های طبیعی و انسانی به شدت تابع شرایط زمین‌شناسی آن‌ها می‌باشند. اکوسیستم‌های گیاهی تا حد قابل ملاحظه‌ای توسط زمین‌شناسی کنترل می‌شوند. به تبع آن اکوسیستم‌های جانوری و انسانی نیز کمابیش متأثر می‌شوند. محیط زمین‌شناسی از طریق فرایندهای زمین شناسی، نوع خاک، سنگ و رسوب، شیب زمین، توپوگرافی و ارتفاع، موقعیت، کمیت و کیفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی بر اکوسیستم‌ها تأثیر گذاشته و نوع و مشخصات آن‌ها را کنترل می‌کند. بنابراین در بسیاری از اکوسیستم‌ها، انواع پوشش گیاهی، گسترش و محدوده فعالیت جانوران و همچنین موقعیت مناطق مسکونی متأثر از شرایط زمین‌شناسی است. لذا با توجه به اصول این علم می‌توان موارد فوق را مطالعه و توجیه نمود.

کالدرای بیدخوان یک استراتوولکان است (درویش زاده، ۱۳۸۳) که در جنوبشرق ایران (با فاصله ۱۱۵ کیلومتری از شهرستان کرمان) و در ٤٠ کیلومتری جنوب شهرستان بردسیر در محدوده‌ای به طول جغرافیایی ´۲۵ و°٥٦ تا ´۳۰ و°٥٦ و عرض جغرافیایی ۳۵ و°۲۹ تا ´٤٠ و°۲۹ واقع شده است. این آتشفشان در بخش جنوبشرقی کمربند

آتشفشانی ایران مرکزی قرار دارد (Shahabpour, 2007). براساس تقسیم بندی دیمیتریجویچ (۱۹۷۳)، بیدخوان در کمربند دهج – ساردوئیه ازتقسیمات زمین‌شناسی کرمان واقع شده است (نگاره ۳). این آتشفشان محدوده‌ای به وسعت تقریبی ٤۰۰ کیلومترمربع را اشغال کرده است و ارتفاع بلندترین قله آن از سطح دریاهای آزاد حدود ۳۸۰۰ متر می باشد. آب و هوای منطقه در تابستان معتدل و در زمستان سرد است. در این منطقه روستاهای متعددی نظیر خواجه سهیل، ده بالا، باب کهن، باب زیتون و عرش‌آباد وجود دارد که همگی در دره اصلی زهکش‌کننده کالدرای آتشفشان واقع شده‌اند. لازم به ذکر است که کیانی در سال ۱۳۷۸، به بررسی پترولوژی و ژئوشیمی و خلیلی در سال ۱۳۹۰، به بررسی آتشفشان شناسی، ژئوشیمی و پتروژنز این آتشفشان پرداخته‌اند.

۲- مواد و روش‌ها

آتشفشان بیدخوان یک استراتوولکان خاموش است که آخرین بار ۱۰ میلیون سال قبل فوران داشته است. اگرچه این آتشفشان غیرفعال است ولی از طریق ایجاد ناهمواری و داشتن سنگ‌های خاص بر توپوگرافی منطقه تأثیر گذاشته که به تبع آن موجب تغییر در درجه حرارت و بارندگی و بنابراین موجب تغییر آب و هوای منطقه شده است. آتشفشان بیدخوان با تغییر اقلیم موجب تغییر در شرایط آبشناسی، پوشش گیاهی و جانوری منطقه گردیده است. بدیهی است که در نهایت این آتشفشان با ایجاد توپوگرافی، آب و هوا، شرایط آبشناسی و پوشش گیاهی خاص بر زندگی انسان تأثیر گذاشته است. بدین‌ترتیب که حوضه آبگیر زهکش‌کننده کالدرای آن یک دره با رودخانه فصلی و سرسبز را به وجود آورده که محل اصلی اسکان انسان به صورت چندین روستا در این منطقه است. کمبود سطح هموار در این دره، کاشت تقریباً انحصاری درختان گردو را موجب شده است. ولی پوشش گیاهی مناسب ناشی از ریزش بیشتر باران در سطح این مخروط آتشفشانی مرتفع، باعث شده که دامداری مهمترین فعالیت اقتصادی اهالی محسوب شود.

در این مطالعه، از طریق مطالعه شرایط آب و هوایی منطقه در حالتی که اگر آتشفشان وجود نمی‌داشت با وضعیت فعلی که آتشفشان وجود دارد، تأثیر آب و هوایی و آبشناختی این آتشفشان مورد بررسی قرار می‌گیرد و در نهایت تأثیر آن بر شرایط آبشناسی، پوشش گیاهی و زندگی انسان ارزیابی می‌شود.

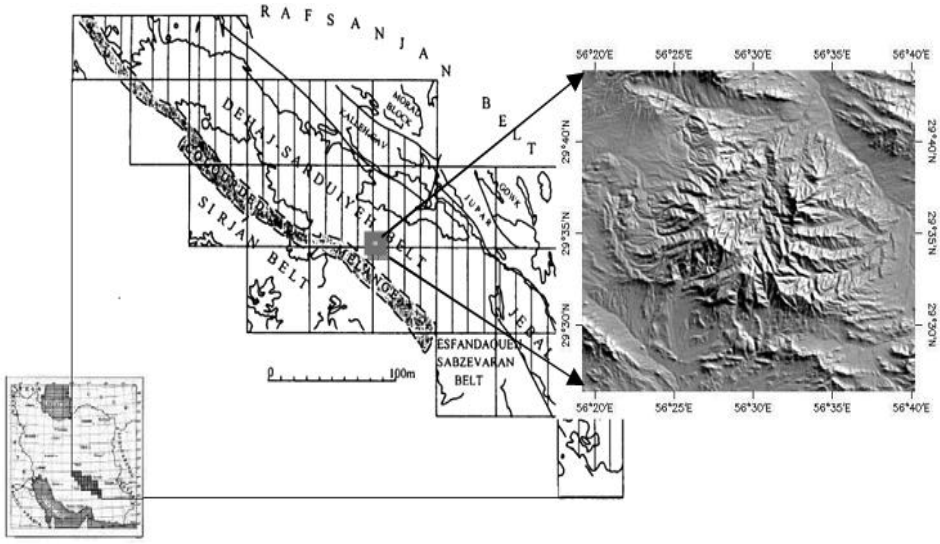
۳- بحث و بررسی

۳-۱- زمین شناسی و توپوگرافی

اولین محصول فورانی در آتشفشان بیدخوان را آذرآواری‌های خیزابی تشکیل می‌دهند که با یک دگرشیبی زاویه‌ای بر روی سنگ‌های ائوسن واقع شده‌اند. با توجه به مشخصات آذرآواری‌های خیزابی و بر طبق داده‌های سن سنجی مطلق انجام گرفته بر روی سنگ‌های بیدخوان، به نظر می‌رسد که به ترتیب فوران از نوع فراتوپلنین بوده و قبل از اشکوب سراوالین یا قبل از ۱۲/۸۷±۳/۱۲ میلیون سال پیش صورت گرفته است (خلیلی و همکاران، ۲۰۰۸).

پس از طی مدت زمانی از خاموشی آتشفشان، ماگما اندکی تغییر یافته و به سمت حدواسط پیش می‌رود و فعالیت آتشفشان به صورت یکسری انفجارات پیاپی پلینین (Plinian) ادامه می‌یابد. در بین بعضی از فوران‌های آذرآواری‌های جریانی، گدازه‌ها نیز به سطح زمین می‌رسند و به صورت بین لایه‌ای با مواد آذرآواری قرار می‌گیرند. در پایان و پس از اینکه فوران آذرآواری تمام شد، آخرین گدازه به آرامی از دهانه‌ی آتشفشان بیرون ریخته و بر روی آذرآواری‌های قبلی قرار گرفته است. بنابراین ساختمان این آتشفشان از تناوب گدازه‌های آندزیتی- داسیتی و ریولیتی و انواع نهشته‌های آذرآواری و اپی کلاستیک تشکیل شده است که حاصل چندین دوره فعالیت فورانی می‌باشند (خلیلی مبرهن، ۱۳۹۰). ترکیب کانی‌شناسی آندزیت‌ها شامل پلاژیوکلازها، انواع پیروکسن‌ها، آمفیبول (هورنبلند)، میکا (بیوتیت) و آلکالی فلدسپار (سانیدین) می‌باشد در حالی که در داسیت‌ها انواع پلاژیوکلازها همراه با آمفیبول (هورنبلند)، میکا (بیوتیت)، آلکالی فلدسپار (سانیدین) و کوارتز دیده می‌شود (خلیلی مبرهن، ۱۳۹۰).

بعد از فرونشینی کالدرا به دلیل خالی بودن مخزن ماگمایی، دگرسانی رخساره‌ی مرکزی و توده‌ی ساب‌ولکانیک و دیگر سنگ‌های موجود در کالدرا صورت گرفته است و موجب تمرکز سولفیدهای سرب، روی، نقره و طلا در بخش مرکزی شده است. طبق داده‌های سن سنجی، تزریق دایک‌ها و پلاگ باید به ترتیب ۱۰/۱۷±۰/۶۹ و ۹/۴۹±۲/۸۸ میلیون سال پیش رخ داده باشد که از این زمان به بعد دیگر آتشفشان فعالیتی نداشته و تمامی این اتفاقات نشان می‌دهد که بیدخوان مراحل تکاملی و بلوغ یک آتشفشان مرکب را پشت سر گذاشته است و تاکنون تحت تاثیر فرسایش آبی (خلیلی مبرهن، ۱۳۹۰) و همچنین یخچالی و پیرایخچالی (Periglacial) در قسمت‌های مرتفع قرار گرفته است. این فرایند فرسایشی در بخش مرکزی آتشفشان که در محدوده‌ی کالدرای بیدخوان قرار گرفته است و قطری حدود ٦ کیلومتر دارد، توپوگرافی تپه‌ماهوری را به وجود آورده است. در اطراف بخش مرکزی نیز نقاط بسیار مرتفعی وجود دارد که پرشیب می‌باشند و به جز بخش شمالی، دور تا دور رخساره مرکزی را احاطه کرده‌اند. تاثیر عوامل فرسایشی بر روی این رخساره بستگی به میزان موادآذرآواری و گدازه دارد. در بخش‌هایی که ضخامت گدازه زیاد می‌باشد، فرسایش کمتر اثر کرده است و دیواره‌ها عمودی‌تر می‌باشند؛ در حالی که در بخش‌هایی با مواد آذرآواری بالاتر، رودخانه لایه‌های سست آذرآواری را با خود حمل کرده و همین امر موجب ریزش لایه‌های گدازه محکم رویین شده و برجستگی‌های کم شیب را به وجود می‌آورد. این رخساره در بخش شمالی کالدرا ارتفاع زیادی ندارد. زیرا علاوه بر ریزش کالدرا، فرسایش و حمل ونقل نقش بسزایی در کاهش ارتفاع داشته است. در حال حاضر فرسایش داخل کالدرا از نوع عقب‌نشینی دیواره می‌باشد که موجب عریض‌تر و وسیع‌تر شدن کراتر می‌شود.



نگاره (۳) :موقعیت زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

۳-۲- تأثیر بر آب و هوا

جهت بررسی تأثیر مخروط آتشفشان بر روی میزان بارندگی و تغییرات دما، منطقه با فرض نبود آتشفشان بازسازی گردید. بدین منظور در ابتدا نقشه DEM10 متر منطقه تهیه گردید. سپس خطوط کانتوری توپوگرافی آتشفشان از این نقشه استخراج شد (نگاره ٤).

در مرحله‌ی بعد، محدوده دقیق آتشفشان با توجه به نقشه توپوگرافی و تهیه نقشه شیب و سه بعدی منطقه تعیین گردید. این محدوده از DEM منطقه حذف شد تا با توجه به ارتفاع نقاط پای مخروط آتشفشان، فضای حذف شده‌ی مخروط در محیط GIS به روش درون‌یابی بازسازی گردد و بدین ترتیب وضعیت منطقه در صورت نبود آتشفشان بدست آمد. از نقشه بدست آمده خطوط کانتوری توپوگرافی استخراج گردید (نگاره ۵). سپس براساس فرمول زیر (رابطه۱) که جعفری (۱۳۷٤) براساس اعداد و ارقام میزان بارندگی و ارتفاع ایستگاه‌های موجود در منطقه بردسیر بدست آورده است، مقدار بارندگی در ارتفاعات مختلف بدست آمد و نقشه هم باران در صورت وجود و عدم وجود آتشفشان تهیه گردیدند (نگاره‌های ٦ و۷):

رابطه(۱) $$P = ۰/۱۲۸٤٤H - ۱۲۷/٤۱$$

که در این رابطه P بارندگی (میلیمتر) و H ارتفاع (متر) می‌باشند. براساس نقشه هم باران آتشفشان، میزان بارندگی از کمتر از حدود ۱۸۰ میلیمتر در مناطق پست تا بیش از ۳۵۰ میلیمتر در سال در ارتفاعات تغییر می‌کند. در حالیکه در صورت فقدان آتشفشان، تغییرات میزان بارندگی از کمتر از حدود ۱۸۰ میلیمتر در مناطق پست تا بیش از ۲۷۰ میلیمتر در سال در ارتفاعات می‌بود.

در نهایت با محاسبه مساحت میان خطوط هم باران و در نظرگرفتن مقدار متوسط بارندگی میان دو خط هم باران، حجم بارندگی در هر محدوده محاسبه شد و از جمع این مقادیر حجم کل بارندگی در هر دو حالت بدست

آمد که نتایج نشان داد که حجم کل بارندگی در وضعیت کنونی ۱٤۷۰۰۰۰۰۰ متر مکعب بارندگی در سال می‌باشد در حالی که در وضعیت عدم وجود آتشفشان ۱۳۳۰٦۹۸۰٤ متر مکعب بارندگی در سال می‌بود و تفاضل این دو مقدار نشان می دهد که حدود ۱۳۰۰۰۰۰۰ متر مکعب به بارندگی منطقه افزوده شده است.

معادله گرادیان حرارتی (رابطه ۲) منطقه نیز توسط جعفری در سال ۱۳۷٤ برای حوضه بردسیر به صورت زیر بدست آمده است:

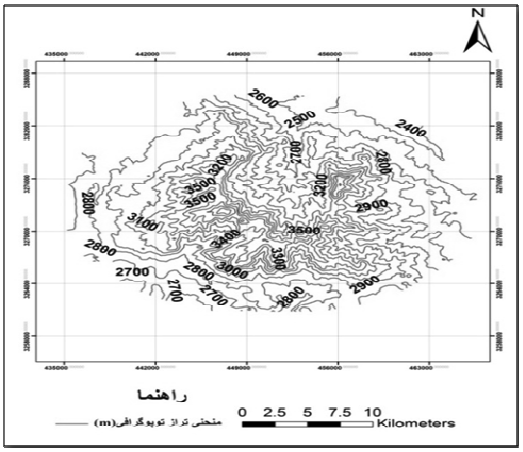
رابطه(۲) $T = ۲۸/۲۲۹۳ - ۰/۰۰٦۷H$

در این رابطه، T درجه حرارت (سانتیگراد) و H ارتفاع (متر) می‌باشند. طبق این معادله به ازاء هر۱۰۰متر افزایش ارتفاع، دمای محیط به میزان ۰/٦۷°C کاهش می‌یابد. براساس این فرمول، میزان دما در ارتفاعات مختلف بدست آمد و سپس نقشه هم دما در صورت وجود و نبود آتشفشان تهیه گردید (نگاره‌های ۸ و۹). براساس نقشه هم دما نیز درجه حرارت گودترین و مرتفع‌ترین نقاط در محدوده آتشفشان به ترتیب ۱۲ و ٤ درجه سانتیگراد است و این در حالی است که در صورت نبود آتشفشان، درجه حرارت گودترین و مرتفع‌ترین نقاط به ترتیب ۱۲ و ۸ درجه سانتیگراد می بود. وجود آتشفشان موجب کاهش ٤ درجه سانتیگرادی درجه حرارت در منطقه بیدخوان شده است. این کاهش درجه حرارت به بهبود آب و هوای منطقه کمک فراوانی کرده است.

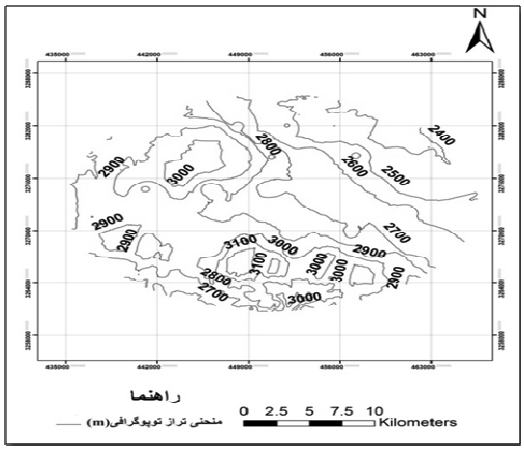
به منظور طبقه‌بندی اقلیمی از روش دومارتن استفاده گردید که در این روش براساس رابطه ۳، از دو پارامتر درجه حرارت و مقدار رطوبت برای طبقه‌بندی استفاده می‌گردد.

رابطه(۳) $$I = \frac{P}{T+10}$$

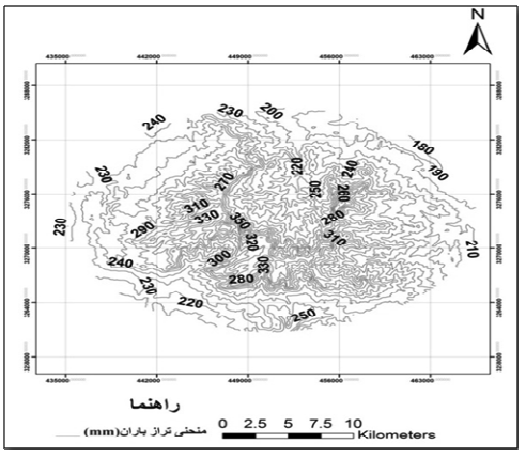
در این رابطه I ضریب خشکی، T متوسط درجه حرارت سالانه (°C) و P متوسط بارندگی سالانه (mm) است که بر این اساس نقشه اقلیم در صورت وجود و نبود آتشفشان بیدخوان بدست آمد که ضریب دومارتون (مهدوی، ۱۳۸۸) در مرتفع ترین و پست‌ترین بخش آتشفشان ۲۸ و ۸/۲ می‌باشند که به ترتیب نشان دهنده اقلیم نیمه‌مرطوب و نیمه‌خشک هستند (نگاره ۱۰). درصورت فقدان آتشفشان در مرتفع‌ترین بخش از سطح این محدوده، ضریب دومارتون ۱۵ بدست می‌آید که نشان‌دهنده اقلیمی نیمه‌خشک است (نگاره ۱۱). بنابراین وجود این آتشفشان اقلیم منطقه را از خشک تا نیمه خشک به خشک تا نیمه‌مرطوب (به تبعیت از تغییر توپوگرافی) تبدیل کرده است و به بهبود اقلیم منطقه کمک فراوانی کرده است.



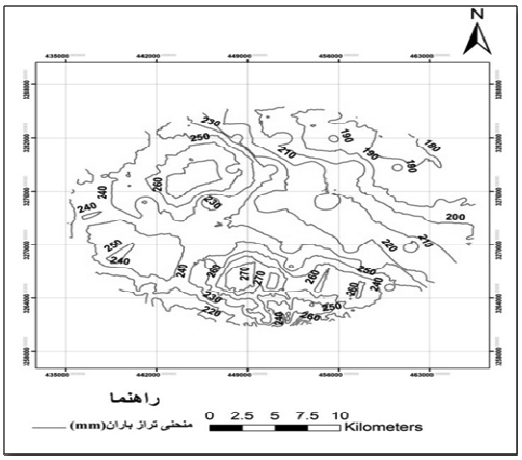
نگاره(٤) : نقشه‌ی توپوگرافی بیدخوان



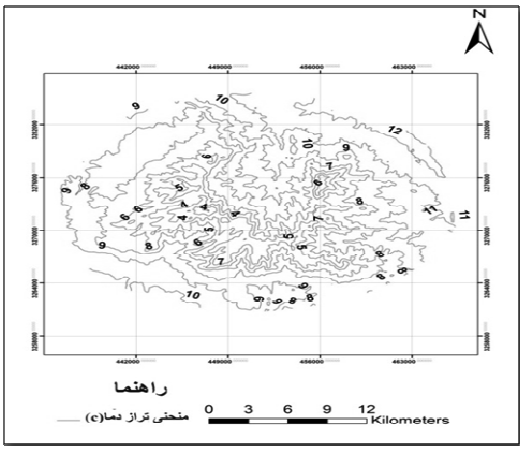
نگاره (۵): نقشه توپوگرافی با تصور عدم جود آتشفشان



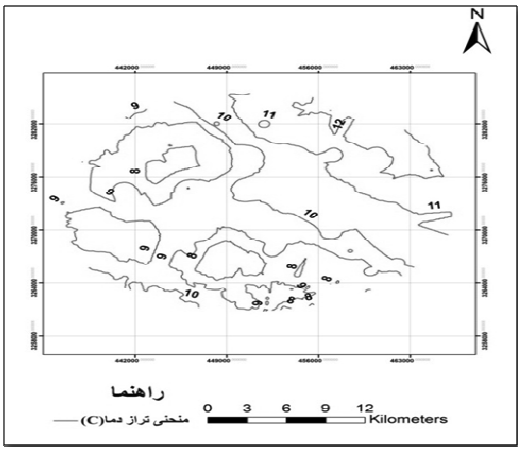
نگاره(٦): نقشه ی هم باران بیدخوان



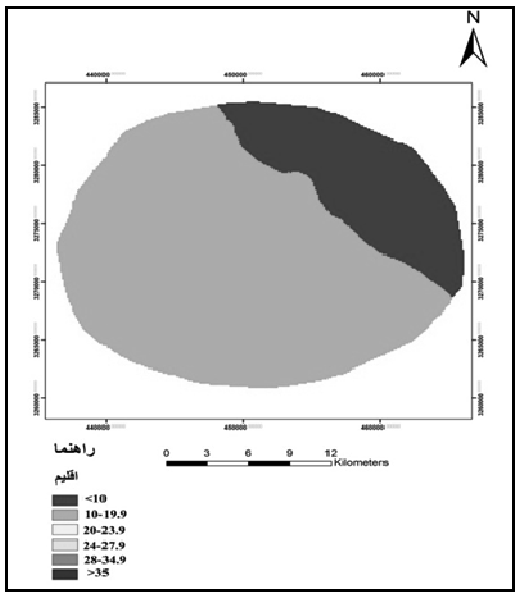
نگاره(۷): نقشه هم باران با تصورعدم وجود آتشفشان



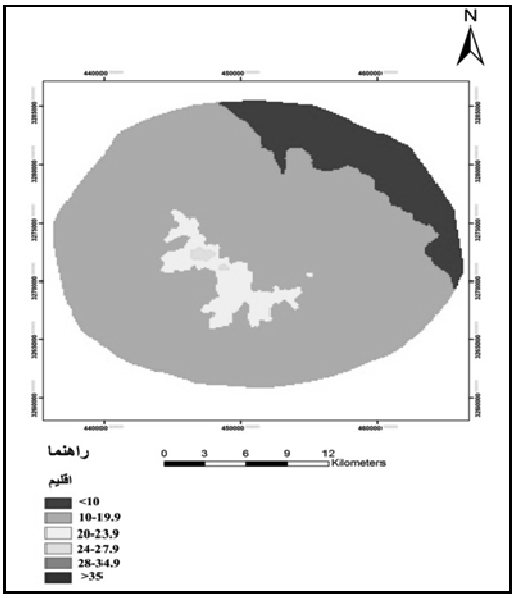
نگاره(۸): نقشه‌ی هم دما بیدخوان



نگاره(۹): نقشه هم دما با تصور عدم وجود آتشفشان



آتشفشان بیدخوان



نگاره(۱۰): نقشه اقلیم منطقه در صورت فقدان آتشفشان

نگاره(۱۱): نقشه اقلیم

۳-۳- تأثیر بر شرایط آبشناسی

وضعیت هیدرولوژیکی منطقه متأثر از وضعیت ساختاری و توپوگرافی آتشفشان و نحوه‌ی رخداد و محل قرارگیری سنگ‌ها است. همانگونه که بیان شد، بالاترین سکانس فورانی کالدرا را غالباً گدازه‌های ضخیم آندزیتی تشکیل می‌دهند. آب حاصل از ذوب برف و بارش باران بر روی گدازه‌ها جریان می‌یابد. در مناطقی که گدازه‌های آندزیتی دارای درز و شکاف می‌باشند، آب به درون سنگ‌ها نفوذ می‌کند و در صورت فقدان درز و شکاف، آب بر سطح آن‌ها جریان می‌یابد.

با رسیدن به لایه‌ای از مواد آذرآواری مقادیر و یا تمامی آب، به دلیل درشت بودن قطعات نهشته‌ها و در نتیجه بالا بودن میزان نفوذپذیری به داخل زمین نفوذ می‌کند و در صورت نفوذ کامل آب به زمین، جریان آب رودخانه متوقف می‌شود. آب نفوذ کرده به زمین با کاهش ضخامت مواد آذرآواری و یا برخورد به یک سد طبیعی یعنی گدازه‌های فاقد درز و شکاف دوباره به صورت چشمه در سطح ظاهر می‌شود و جریان آب رودخانه را تشکیل می‌دهد. این فرایند به فراوانی در منطقه قابل مشاهده است. با توجه به شیب سطح زمین و تناوبی از گدازه‌ها و مواد آذرآواری، عمق نفوذ آب کم می‌باشد.

۳-٤- تأثیر بر پوشش گیاهی

منطقه مورد مطالعه با داشتن شرایط آب و هوایی خاص سیمای یک بوته زار متراکم را داراست. گیاهان غالب منطقه را Ferula ovina، Ferulago angulata، Artemisia aucheri، Astragalus rhodosemius و Astragalus siliquosus تشکیل می‌دهند. این گیاهان در دامنه‌های شمالی و جنوبی، از شیب کم تا شیبی حدود ۷۰

درجه دیده می‌شوند و در بخش‌های غیر صخره‌ای پراکنش وسیعی دارند و به منطقه یک ریخت رویشی تقریباً ثابت داده‌اند.

براساس مشاهدات صحرایی، گیاهان کالدرای بیدخوان برمبنای محل قرارگیری‌شان در محیط‌های صخره‌ای، ارتفاعات، سطوح واریزه‌ای پایدار و ناپایدار و در اطراف محیط‌های آبی تقسیم‌بندی گردیدند که به شرح زیر است:

گیاهان صخره‌زی منطقه شامل Corydalis rupestris، Ephedra mayor، Lactuca hezaranensis، Parietaria judaica می‌باشند.

در بخش‌های واریزه‌ای Acantholimon cupreo-olivascens، Amygdalus elaeagnifolia، Nepeta Verbascum songaricum؛ در واریزه‌های پایدار، Astragalus dschuparensis، Astragalus reuterianus ، Astragalus rhodosemius، Cirsium spectabile، Colutea persica، Daphne، Geranium stepporum، Ixiolirion tataricum، Myosotis sp. ، Nonnea sp. ، Rubia albicaulis، Silene stapfii و در واریزه‌های ناپایدار گیاهان Cicer spiroceras، Ferulago angulata دیده شد.

عامل ارتفاع نیز در پراکنش گونه‌های گیاهی تأثیرگذار بود. به گونه‌ای که در واریزه‌های پایدار بخش‌های مرتفع گونه‌های Allium lalezaricum، Artemisia persica، Lonicera numulariifolia، Tulipa biflor، در واریزه‌های ناپایدار گونه‌های Oryzopsis barbellata، Onobrychis cornuta و در واریزه‌های پایدار و ناپایدار گونه‌های Allium cathodicarpum، Artemisia aucheri ، Ziziphora clinopodioides وجود دارند.

از عوامل مؤثر دیگر در پراکنش گونه‌های گیاهی، وجود آب‌های سطحی و زیرزمینی کم‌عمق در منطقه است. به گونه‌ای که برخی گیاهان تنها در کنار برکه‌ها و رودخانه می‌رویند و وابستگی خاصی به محیط زمین‌شناسی ندارند که شامل گونه‌های Alopecurus apiatus، Barbarea plantaginea، Bryonia aspera، Carex sp.، Malva sp. ، Mentha longifolia، Rumex sp.، Taraxacum sp. ، Solenanthus circinathus، Tripleurospermum disciforme ، Urtica urens می‌شوند. در حالی که برخی دیگر علاوه بر حفظ صفت آب دوست، در محیط‌های زمین‌شناسی پراکنده شده‌اند.

از اینرو در محیط‌های آب دوست واریزه‌ای گونه Berberis integerrima، در محیط‌های آب دوست واریزه‌ای ناپایدار گونه Rosa beggeriana، در محیط‌های آب دوست واریزه‌ای پایدار گونه .Rumex sp و در محیط‌های آب دوست بخش‌های مرتفع واریزه‌ای ناپایدار گونه Ranunculus eriorrhyzus تسلط دارند.

۳-۵- تأثیر بر زندگی انسان

۳-۵-۱- تأثیر بر محل قرارگیری منازل مسکونی

براساس مشخصات ذکر شده در مورد هر روستا، می توان اظهار نظر کرد که توپوگرافی حاصل از فوران این آتشفشان محل زندگی انسان‌ها را در این محدوده به آن‌ها تحمیل کرده است.

با توجه به توپوگرافی تپه ماهوری بخش مرکزی کالدرا، روستاهای این محدوده در دره‌های میان تپه‌ها و تا حد امکان به دور از دیواره های بلند حاصل از تناوب گدازه و مواد آذرآواری که امکان ریزش و لغزش سنگ‌ها به دلیل نامقاوم بودن لایه های آذرآواری وجود دارد، واقع شده‌اند (جدول ۱ و نگاره‌های ۱۲،۱۳،۱٤).

همانگونه که بیان شد، وجود آبراهه‌ها در این دره‌ها به تشکیل این روستاها کمک فراوانی کرده است. در میان روستاهای این محدوده تنها باب زیتون و عرش آباد بر روی تپه واقع شده اند که این موضوع به دلیل وسیع تر بودن زمین برای احداث منازل مسکونی می‌باشد و از آب رودخانه پایین دست نیز برای کشاورزی استفاده می‌کنند. در نهایت می‌توان عنوان کرد که ارتفاعات این آتشفشان موجب شده است که انسان‌ها در مناطق هموارتر و دره‌ای که محل عبور آبراهه‌ها می باشند سکنی گزینند.

جدول(۱): مشخصات آبادی های موجود در کالدرای بیدخوان

نام آبادی	مختصات جغرافیایی			موقعیت طبیعی
	طول	عرض	ارتفاع	
خواجه سهیل	٥٦° ٣١´	٢٩° ٣٧´	٢٧٠٠	دره ای
ده بالا	٥٦° ٣١´	٢٩° ٣٧´	٢٧٢٠	دره ای
باب کهن	٥٦° ٣٧´	٢٩° ٣٧´	٢٦٦٠	دره ای
باب زیتون و عرش آباد	٥٦° ٣١´	٢٩° ٣٨´	٢٦٢٠	تپه ای
سغرک	٥٦° ٣٢´	٢٩° ٤١´	٢٤٤٠	دره ای
دهنو	٥٦° ٣٢´	٢٩° ٤١´	٢٤١٠	دره ای
دیشکان	٥٦° ٣٠´	٢٩° ٤١´	٢٤٩٥	دره ای

از لحاظ تراکم جمعیت می توان اظهار نظر کرد که ناهمواری‌ها تأثیری منفی بر میزان جمعیت نگذاشته اند بلکه وجود آبراهه‌ها، باران فراوان و آب و هوای سرد و مرطوب تأثیری مهمتر از ناهمواری‌ها داشته‌اند و موجب گردیده اند که تراکم جمعیتی این محدوده نسبتاً قابل توجه باشد. بعلاوه مقادیر بالای بارندگی نیز نه تنها آبادی‌های منطقه بلکه شهرستان‌های بردسیر و رفسنجان را هم تحت تأثیر قرار داده است (از طریق تأمین بخشی از آب مورد نیاز آنها). این میزان بارندگی، از طریق رودخانه‌های بیدخوان و لاله زار، نهایتاً به رودخانه‌ی آبخشاء می‌ریزد. این رودخانه به عنوان ورودی آب سطحی به دشت بردسیر و تغذیه کننده این دشت است و همچنین سیلاب‌های این رودخانه به دشت رفسنجان می‌ریزد و در نتیجه تأثیر بسزایی در آب زیرزمینی دو دشت بردسیر و رفسنجان دارد. بنابراین ناهمواری‌ها بیشتر موقعیت سکونتگاه‌ها را تحت تأثیر قرار داده‌اند.

نگاره (۱۲): موقعیت دره‌ای روستاها در رخساره مرکزی آتشفشان

نگاره (۱۳): تصویر ماهواره‌ای روستای بیدخوان

نگاره(۱٤) : موقعیت آبادی‌ها در DEM سه بعدی منطقه

۳-۵-۲- تأثیر بر نحوه معیشت

به علت کوهستانی بودن این منطقه و تند بودن شیب‌ها، همچنین تا حدی به علت ناکافی بودن میزان بارندگی، خاک‌های منطقه به خوبی تکامل نیافته‌اند. بافت خاک‌ها دانه درشت است و مواد مادری آن‌ها سنگ‌های آتشفشانی می‌باشند.

مقدار زیادی قطعات سنگ و کانی‌های سیلیکاته اولیه هنوز در خاک‌های منطقه دیده می‌شوند که به معنی ناکافی بودن هوازدگی شیمیایی در فرآیند تشکیل خاک است.

فقدان رطوبت کافی، کوتاه بودن زمان تشکیل و شدید بودن فرسایش از عوامل مهم آن محسوب می‌شوند. از اینرو، پروفیل خاک اغلب به صورت AC یا A)C) می‌باشد و تنها در بخش هایی از سطوح هموار رخساره مرکزی که بخش ناچیزی از وسعت منطقه را تشکیل می‌دهند نشانه‌های تشکیل افق B به چشم می‌خورد (پروفیل A(B)C). مقدار مواد آلی خاک هم در مجموع کم بوده و معمولاً به ۲ درصد نمی‌رسد.

بر مبنای رده‌بندی قدیمی خاک‌ها، بخش‌های مرتفع و صخره‌های منطقه به طور عمده از لیتوسول آتشفشانی تشکیل شده‌اند. حواشی بستر رودخانه بیدخوان و شاخه‌های آن که از آبرفت تشکیل شده‌اند، رگوسول محسوب می‌شوند.

در دامنه‌های کم شیب خاک‌های کالوویال متشکل از رسوبات دامنه‌ای نیز کمابیش به چشم می‌خورند. در عین حال سطوح هموار که بخش‌های کوچکی از منطقه را تشکیل می‌دهند خاک‌های با مشخصات قابل تطبیق با سیروزم می باشند. بر مبنای رده‌بندی جدید خاک‌ها، این منطقه به طور عمده صخره‌ای و فاقد خاک است. ولی در دامنه‌ها و در سطوح هموار آن خاک‌های تری‌ارتنت، تری فلوونت و هاپلوکلسید تشکیل شده‌اند که مورد آخر معادل خاک سیروزم در دسته‌بندی قدیمی می‌باشد.

بنابراین عدم تکامل پروفیل خاک در این کالدرا و وجود پوشش نسبتاً مناسب در این محدوده موجب شده است که مردم منطقه دامپروری را به عنوان شغل اصلی خود انتخاب نمایند. بر طبق مشاهدات، مهم‌ترین استفاده از زمین در این منطقه به صورت مرتع است.

به نظر می‌رسد حدود ۸۵ درصد از مساحت حوضه آبگیر رودخانه بیدخوان به شکل مرتع و برای چرای احشام و حدود ۱۰ درصد از سطوح برای کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرند. در حدود ۵ درصد از منطقه به استفاده‌های دیگر مانند جاده‌ها و خانه‌های روستائی اختصاص دارد. نهایتاً وجود این آتشفشان و ساختار و شدت فرایندهای رخ دهنده در آن، تأثیر بسزایی در انتخاب شغل مردم منطقه داشته است و بنحوی شغل دامپروری را به آن‌ها تحمیل کرده است.

٤- نتیجه گیری

اگرچه آتشفشان استراتوولکان بیدخوان حدود ۱۰ میلیون سال قبل از فعالیت باز ایستاد و معمولاً تأثیر آتشفشان‌ها تنها در مرحله فعال بودن بر زندگی انسان مورد مطالعه و تأکید قرار می‌گیرد ولی این مطالعه نشان داد که بیدخوان با ایجاد یک ناهمواری برجسته و مورفولوژی خاص (حوضه کالدرائی که توسط یک دره زهکش می‌شود) شرایط آب و هوایی، آبشناختی و پوشش گیاهی متفاوتی نسبت به اطراف به وجود آورده و از این طریق بر محل استقرار سکونتگاه‌های انسانی (صرفاً در دره سبز زهکش‌کننده کالدرا) و نیز نحوه معیشت انسان (کاشت درختان گردو و دامداری) تأثیر گذاشته است.

بدین‌ترتیب ژئواکولوژی این آتشفشان از طریق تأثیر بر محیط زمین‌شناسی- جغرافیایی آن بر زندگی انسان در منطقه تأثیر گذاشته است.

منابع و مآخذ

۱- جعفری، م.، ۱۳۷٤، هیدرولوژی رودخانه آب بخشاء، معاونت امور مطالعات منابع آب استان کرمان، ١٦٧ ص.

۲- خلیلی مبرهن، ش.، ۱۳۹۰، آتشفشان شناسی،ژئوشیمی و پتروژنز آتشفشان بیدخوان واقع در جنوب بردسیر- استان کرمان، رساله ی دکترا، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده علوم، ٢٦٥ صفحه.

۳- درویش زاده، ع.، ۱۳۸۳، *آتشفشان ها و رخساره های آتشفشانی*، *انتشارات دانشگاه تهران*، ۵۸۷ صفحه.

٤- کیانی، ر.، ۱۳۷۸، بررسی پترولوژی و ژئوشیمیایی آتشفشان بیدخوان (بردسیر کرمان)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده علوم، ۱۷۰ ص.

۵- مهدوی، م.، ۱۳۸۸، هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، جلد اول.

6- Dimitrijevic, M.D. (1973). *Geology of Kerman region: geological .survey of Iran*, Rep.No yu/52,334p.

7- Khalili, Sh., Viccaro, M., Cristofolini, R., Ahmadipour, H., (2008), Differentiation of high-K calcalkaline magmas at Mount Bidkhan volcano (Central Iranian Volcanic Belt), *Geochemica and cosmochemica Acta. Special supplement*, A467

8- Kozlovskii, E.A., (1989). Geoecology- A New Scientific School, in Geological Investigation in the USSR, *Moscow: Nauka*, pp. 9-18.

9- Shahabpour, J. (2007). Island arc affinity of the central Iranian Volcanic Bell: *journal of Asian eart h sciences*, No. 30, pp. 625-665.

10- Osipov, V.I., (1997). Geoecology: Concepts, Tasks, and Priorities*, Geoekologiya*, No. 1, pp. 3-11.

11- Osipov, V.I., (1993). Geoecology - An Interdisciplinary Science of Ecological Problems in Geosp heres*, Geoekologiya*, No. 1, pp. 4-18.

12- Reimers, N.F., (1999). Natrue Use: Reference Dictionary, *Moscow: Mysl*.

13- Sochava, V.B., (1978). Introduction to the Doctrine of Geosystems, *Novosibirsk: Nauka*.

14- Sokolov, B.S., (1995). Will Golden Age of Geology Return?, *Vestn. Ross. Akad. Nauk*., Vol. 65, No. 9, pp. 778-781.
15- Trofimov, V.T. (2009). Paradoxes of Modern Geoecology, *Moscow University Geology Bulletin*., Vol. 64, No. 4, pp. 203-213.
16- Trofimov, V.T. (2010). Ecologic-Geological Conditions and Factors of Their Formation, *Moscow University Geology Bulletin*., Vol. 65, No. 1, pp. 54-57.