دانشگاه سیستان و بلوچستان
تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی-گرایش ژئوشیمی

عنوان:

شیمی گازهای آتشفشانی و چشمه‌های آب‌گرم آتشفشان تفتان، جنوب‌شرق ایران: نگرشی زیست‌محیطی

استاد راهنما:

دکتر علی احمدی

اساتید مشاور:

دکتر علی اصغر مریدی فریمانی

دکتر محمد مهدی اژدری مقدم

تحقیق و نگارش:

زهرا مختاری

(این پایان نامه از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره‌مند شده است)

شهریور ماه ۱۳۸۸

بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان شیمی گازهای آتشفشانی و چشمه‌های آب‌گرم آتشفشان تفتان، جنوب شرق ایران: نگرشی زیست محیطی قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد زمین‌شناسی گرایش ژئوشیمی توسط دانشجو زهرا مختاری تحت راهنمایی استاد پایان نامه دکتر علی احمدی تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می باشد.

زهرا مختاری

این پایان نامه ۸ واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ ۱۳۸۸/۶/۳۱ توسط هیئت داوران بررسی و درجه عالی به آن تعلق گرفت.

	نام و نام خانوادگی	**امضاء**	**تاریخ**
استاد راهنما:	دکتر علی احمدی		
استاد مشاور:	دکتر علی اضغر مریدی فریمانی		
استاد مشاور:	دکتر محمد مهدی اژدری مقدم		
داور ۱:	دکتر حبیب ا... بیابانگرد		
داور ۲:	دکتر غلامحسین اکبری		
نماینده تحصیلات تکمیلی:	مهندس محمد مهران		

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب زهرا مختاری تأیید می کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: زهرا مختاری

امضاء

تقدیم به:

پدر مهربانم

استوارترین تکیه‌گاه زندگی‌ام، یگانه‌ای که اسطوره‌ی صبر و استقامت است و ترنم دست‌هایش همواره نوازشگر من بوده است

مادر عزیزم

به زیباترین سایه‌سار زندگی‌ام، به او که در وسعت وجودش خود را یافتم و امید و استواری من از هستی اوست

و

عزیزانم: جابر، زهره و حسین

سپاسگزاری

شکر و سپاس بی قیاس پروردگاری را که زمین گسترده با همه ی رازهای بیشمار نهفته در دل خاکش، ذره ای است در دریای آفرینش او. مهربان پروردگاری که تا او نخواهد، پرده ی گل نشکافد و باد گیسوی شمشاد نجنباند و بی حکم او دامن لاله پر از ژاله نگردد. لطفش را سپاس گذارم که بر این بنده ی بی مقدار، مهر بسیار ارزانی داشت، مدد نمود تا در ردای آسمانی دانش پژوهی رازی از بیشمار راز نهفته ی زمین مهربانش را جستجو کنم و گامی دیگر بر دارم در شناخت نیکوترش، که بی شک تحمل سختی‌های مسیر آموختن بی لطف او برایم امکان پذیر نبود. پس تو را شکر بسیار می‌نمایم به خاطر تمام مهربانیهایت و این کمینه ی ناچیز پیشکشی است به درگاه باشکوهت.

جا دارد که در این جا از گروه زمین شناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان و مدیریت محترم آن جناب آقای مهندس مهران جهت مساعدت و همکاری اشان در انجام این پروژه کمال تشکر و سپاسگزاری را داشته باشم. از استاد راهنمای عزیزم جناب آقای دکتر احمدی که در این مسیر همواره حضورشان تکیه گاهی بود بر کاستی‌هایم، و بی شک بدون حضور ایشان طی این مسیر و تحمل سختی هایش برایم مقدور نبود، بسیار سپاسگزارم. همچنین از زحمات اساتید مشاور بزرگوارم جناب آقای دکتر مریدی و آقای دکتر اژدری مقدم که در مراحل مختلف اجرای این پروژه با همکاری و ارائه راه‌حل‌های مناسب در به ثمر رسیدن این پایان‌نامه نقش ارزنده‌ای داشته‌اند، نهایت تشکر خود را ابراز می‌دارم.

از استاد بزگوارم جناب آقای دکتر بیابانگرد به خاطر در اختیار گذاشتن رساله‌ی دکتری و مقاله‌اشان در رابطه با آتشفشان تفتان و نیز قبول زحمت داوری این پروژه کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم. همچنین از جناب آقای دکتر اکبری که ایشان نیز زحمت داوری پایان‌نامه اینجانب را تقبل فرمودند، متشکرم.

و دوستان عزیزم خانم ها: زهرا فیروزکوهی، سارا موسوی، سمیه سراوانی، فریده نارویی، زهرا عسگرپور، مهروش نبیئی، مرضیه سهرابی زاده، آقای محمد آبرومند و گروه کوه نوردی دانشگاه علوم پزشکی زاهدان خصوصاً جناب آقای مهندس معین، آقای مهندس موسوی، آقای مهندس بامری و آقای معین افشار که مرا در عملیات صحرایی، نمونه‌برداری و ... یاری رساندند بسیار سپاسگزارم.

و در پایان از خواهر عزیزم زهره به خاطر تمام کمک‌ها، محبت‌ها و همراهی صمیمانه‌اش در طول انجام این پایان نامه تقدیر و تشکر فراوان دارم و امیدوارم که شاهد موفقیت روزافزون او در تمام مراحل زندگی باشم.

زهرا مختاری، شهریور ۱۳۸۸

چکیده:

آتشفشان تفتان در جنوب‌شرق ایران، با حجم قابل توجه از فعالیت‌های فومارولیک، فعال‌ترین مرکز آتشفشانی در ایران است. بخش اصلی فعالیت‌های فومارولیک در تفتان در ارتباط با آبهای جوی است. فعالیت‌های پست ولکانیک در آتشفشان تفتان به سه شکل فومرول، سولفاتار و چشمه‌ی آب گرم وجود دارد، و مقدار قابل توجهی

گوگرد بر جای گذاشته شده است. ترکیب شیمیایی آب در چشمه‌های تفتان، متأثر از گازهای فومارولیکی آن است. اثر متقابل بین آب و گاز باعث افزایش دما و pH اسیدی در آبها شده و به تبع آن زمینه برای انجام واکنشهای بین آب و سنگ مساعد گشته است. pH اسیدی در این آبها را می‌توان به فراوانی زیاد عناصر آتشفشانی مثل کلرید و گوگرد مرتبط دانست. مجموع این فرآیندها باعث افزایش غلظت عناصری نظیر S، Al، Fe، Ca، Na، K و Mg در این آبها شده است. گوگرد رایج‌ترین عنصر در گازهای فومارولیک است و غلظت آن در یک نمونه‌ی تجزیه شده برابر با ۸۶۰ میلی‌گرم بر لیتر است. چشمه‌های پیرامون آتشفشان نیز حاوی ۳۷۷۰ تا ۷/۰۵ میلی‌گرم بر لیتر گوگرد هستند. نمودار Eh-pH محاسبه شده برای عنصر گوگرد مشخص می‌کند که آنیون SO_4^{-2} فراوانترین گونه‌ی گوگرد در چشمه‌ها است. تغییر در ترکیب یونهای اصلی نظیر Ca، Na، K و Mg نسبت به SO_4^{-2} در ترکیب چشمه‌ها مشخص می‌کند که تمامی این چشمه‌ها منشأ ماگمایی داشته و اختلاف در غلظت آنها در نتیجه‌ی میزان‌های مختلف اختلاط با آبهای متئوریک است. غلظت عنصر ارسنیک در گازهای خروجی از آتشفشان و آبها بین ۱/۷۲ تا کمتر از ۰/۰۰۵ میلی‌گرم بر لیتر در تغییر است و با مقدار pH رابطه‌ی عکس دارد. مطالعه‌ی نمودار Eh-pH برای عنصر ارسنیک مشخص می-کند که As(III)، خطرناک-ترین گونه ی ارسنیک از لحاظ زیست محیطی، رایج‌ترین گونه در آبهای تفتان است. گستره‌ی غلظت برای کاتیونهای قلیایی نظیر Na، K، Ca، Mg و Al بین ۴ تا ۲۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر در تغییر است. غلظت سایر عناصر موجود در این آبها ناچیز است. با توجه به نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی و مقدار pH، چشمه‌های تفتان به سه گروه تقسیم می‌شوند. گروه اول آبهای با pH شدیداً اسیدی (۱/۶۸ – ۲/۶۳) و غلظت‌های بسیار بالا از عناصر محلول را شامل می‌شوند. گروه دوم pH نسبتاً اسیدی (۴/۳۱ – ۵/۳۰) و غلظت پایین‌تری از عناصر محلول را دارا هستند. و در نهایت گروه سوم pH در محدوده‌ی آبهای خنثی (۷/۴۴ – ۷/۴۱) بوده و نسبت به دو گروه قبلی میزان کمتری از عناصر محلول را دارا هستند. غلظت زیاد عناصر محلول در گروه اول در نتیجه‌ی وجود pH اسیدی و افزایش نرخ واکنشهای بین آب و سنگ است. کمپلکس‌های اصلی حمل کننده‌ی اکثر عناصر موجود در این آبها، کمپلکس‌های کلروری، سولفاته، بیکربنات و اکسی آنیونها هستند که اکثراً با تغییر در pH و افزایش آن از پایداری آنها کاسته می‌شود.

واژگان کلیدی: تفتان، گاز آتشفشانی، چشمه‌ی آبگرم، هیدرو-ژئوشیمی، ژئوشیمی زیست محیطی.

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

فصل اول: کلیات **۱**
۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲- خاستگاه و موقعیت جغرافیایی آتشفشان تفتان ۳
۱-۳- ضرورت انجام پژوهش ۴
۱-۴- اهداف پژوهش ۶
۱-۵- مروری بر مطالعات پیشین ۶
۱-۶- روش مطالعه ۸
۱-۶-۱- مطالعه‌ی مبانی نظری ۸
۱-۶-۲- مطالعه‌ی زمین شناسی منطقه ۸
۱-۶-۳- عملیات صحرایی و نمونه‌برداری ۸
۱-۶-۴- مطالعه‌ی مبانی تئوریک شیمیایی ۹
۱-۷- نمونه‌برداری و روش آماده کردن نمونه‌ها ۹
۱-۸- آنالیز نمونه‌ها ۱۰
فصل دوم: زمین‌شناسی عمومی منطقه **۱۱**
۲-۱- مقدمه ۱۲
۲-۲- ایالت زمین‌شناختی سیستان ۱۳
۲-۲-۱- چگونگی و زمان پیدایش حوضه‌ی فلیش ۱۵
۲-۲-۲- تاریخ چینه‌ای ایالت زمین‌شناختی سیستان ۱۷
۲-۲-۲-۱- رسوبات فلیشی ۱۷
۲-۲-۲-۲- فعالیت‌های ولکانیکی و واحدهای زمین‌شناختی حاصل از آن ۱۸
۲-۲-۲-۲-۱ واحدهای افیولیتی ۱۸
۲-۳- پهنه‌ی مکران ۱۹
۲-۳-۱- زمین‌ساخت مکران ۲۱
۲-۳-۱-۱- گسل‌های مکران ۲۲
۲-۴- ویژگی های ژئومورفولوژیکی منطقه‌ی مورد مطالعه ۲۳
۲-۴-۱- ژئومورفولوژی تفتان ۲۴
۲-۵- آب و هوا و اقلیم منطقه ۲۵
فصل سوم: زمین‌شناسی و پترولوژی تفتان **۲۷**
۳-۱- مقدمه ۲۸
۳-۲- فعالیت‌های آتشفشانی کواترنری در ایران ۲۸
۳-۳- آتشفشان تفتان ۳۰
۳-۳-۱- زمین‌شناسی آتشفشان تفتان ۳۱
۳-۳-۲- پیشینه‌ی فورانی آتشفشان تفتان ۳۵
۳-۳-۲-۱- دوره‌های فورانی و مراکز آتشفشانی ۳۵

۳-۴- چینه‌شناسی آتشفشان تفتان ۳۸
۳-۵- پتروگرافی آتشفشان تفتان ۳۸
۳-۵-۱- مقدمه ۳۸
۳-۵-۲- آندزیت (کوارتز آندزیت) ۳۹
۳-۵-۳- داسیت ۴۳
۳-۵-۴- ایگنمبریت ۴۴
۳-۶- بازالت تخت رستم ۴۷
فصل چهارم: ماگماتیسم کالکوآلکالن و فعالیت‌های فومارولیکی مرتبط با آن در تفتان ۴۹
۴-۱- ولکانیسم جهانی ۵۰
۴-۲- آتشفشانهای آندزیتی ۵۲
۴-۳- منشاء ماگماهای آندزیتی ۵۴
۴-۳-۱- تفریق بلورین ۵۴
۴-۳-۲- هضم و جذب مواد خارجی در ماگما و آلوده شدن آن ۵۵
۴-۴- تحول اتاق ماگمایی تفتان ۵۶
۴-۵- گونه‌های شیمیایی انتشار یافته بوسیله‌ی آتشفشانها ۶۲
۴-۵-۱- مقدمه ۶۲
۴-۵-۲- انواع گازهای آتشفشانی ۶۲
۴-۵-۲-۱- آب ۶۵
۴-۵-۲-۲- دی اکسیدکربن ۶۷
۴-۵-۲-۳- دی اکسیدگوگرد و سولفید هیدروژن ۶۸
۴-۵-۲-۴- هالوژنها ۷۲
۴-۶- فعالیت‌های پست ولکانیک در آتشفشان تفتان ۷۴
۴-۶-۱- فومرولها و سولفاتارها ۷۵
۴-۶-۲- چشمه‌های آب‌گرم ۷۶
۴-۷- ترکیب شیمیایی گازهای منتشر شده از آتشفشان تفتان ۷۶
فصل پنجم: بررسی ترکیب شیمیایی چشمه‌های معدنی و آبگرم در آتشفشان تفتان ۸۱
۵-۱- مقدمه ۸۲
۵-۲- چشمه‌های معدنی و آب‌گرم در مناطق آتشفشانی ۸۳
۵-۳- مواد و روشها ۸۴
۵-۴- شیمی آب ۸۶
۵-۵- مدل ارائه شده برای تشکیل چشمه‌های آب‌گرم و معدنی در تفتان ۹۲
۵-۵-۱- طبقه‌بندی چشمه‌ها ۹۴
۵-۵-۲- تالاب سردریا ۹۷
۵-۵-۳- مقدار Na-K-Mg-Ca ۹۸
۵-۵-۴- عناصر پایستار ۱۰۰
۵-۵-۴-۱- تغییرات عناصر پایستار نسبت به سولفات ۱۰۰
۵-۶- عوامل مؤثر بر ترکیب شیمیایی آب در چشمه‌های خروجی از تفتان ۱۰۱

۵-۷- نحوه‌ی انتقال عناصر در چرخه‌های ژئوشیمیایی ۱۰۲
۵-۸- عناصر موجود در آبهای تفتان ۱۰۲
۵-۸-۱- عناصر اصلی ۱۰۳
۵-۸-۱-۱- گوگرد ۱۰۳
۵-۸-۱-۱-۱- گوگرد در چرخه‌های ژئوشیمیایی ۱۰۳
۵-۸-۱-۲-سیلیسیم ۱۰۶
۵-۸-۱-۲-۱- سیلیسیم در چرخه‌های ژئوشیمیایی ۱۰۶
۵-۸-۱-۳-آلومینیم ۱۰۶
۵-۸-۱-۳-۱- آلومینیم در چرخه‌های ژئوشیمیایی ۱۰۶
۵-۸-۱-۴-آهن ۱۰۷
۵-۸-۱-۴-۱- آهن در چرخه‌های ژئوشیمیایی ۱۰۷
۵-۸-۱-۵-کاتیونهای قلیایی ۱۰۸
۵-۸-۲- عناصر کم‌مقدار ۱۰۹
۵-۸-۲-۱-ارسنیک ۱۰۹
۵-۸-۲-۱-۱- شیمی ارسنیک ۱۰۹
۵-۸-۲-۱-۲- ارسنیک در چرخه‌های ژئوشیمیایی ۱۱۰
۵-۸-۲-۲-سایر عناصر موجود در آبهای تفتان ۱۱۳
فصل ششم: نتیجه گیری ۱۲۲
منابع ۱۲۶

فهرست جدول ها

عنوان جدول **صفحه**

جدول ۴-۱. ترکیب مشخص شده‌ی گازهای ماگمایی خارج شده از دهانه آتشفشانها ۶۳

جدول ۴-۲. غلظت تقریبی آب در ماگماهای طبیعی ۶۶

جدول ۴-۳. ترکیب شیمیایی گازهای خارج شده از آتشفشان تفتان ۷۹

جدول ۵-۱. مشخصات عمومی چشمه‌ها در تفتان ۸۷

جدول ۵-۲. نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی چشمه‌های معدنی و آب‌گرم تفتان ۸۹

جدول ۵-۳. مقادیر محاسبه شده برای آنیونهای محلول در آب چشمه‌های معدنی و آب‌گرم جانپناه ۹۱

جدول ۵-۴. ثابت‌های تفکیک اسید کربنیک ۹۶

جدول ۵-۵. ثابت‌های تفکیک اسیدی برای گونه‌های مختلف اسید های گوگردی ۱۰۴

جدول ۵-۶. مهمترین کمپلکس‌های حمل کننده‌ی عناصر جزئی در محیط ۱۲۱

فهرست شکل ها

عنوان شکل **صفحه**

شکل ۱-۱. نمایی از آتشفشان تفتان ۴

شکل ۱-۲. رسوب گوگرد در اطراف یکی از چشمه‌های خروجی (SP_4) از آتشفشان تفتان ۵

شکل۲-۱. موقعیت ایالت ساختاری سیستان در کمربند آلپ – هیمالیا ۱۴

شکل ۲-۲. تکامل ساختاری زون زمین درز سیستان ۱۶

شکل ۲-۳. زون زمین درز سیستان و جایگاه دو مجموعه‌ی افیولیتی و مجموعه‌ی رسوبی سفیدآبه ۱۹

شکل ۲-۴. واحدهای زمین‌شناسی مکران ۲۱

شکل ۲-۵. نقشه‌ی گسلهای مکران ۲۲

شکل ۲-۶. کمان‌های ماگمایی حاصل از فرورانش مکران ۲۳

شکل ۲-۷. نمایی از آتشفشان تفتان و نیمرخ برجستگی آن نسبت به زمینهای مجاور ۲۵

شکل ۳-۱. آتشفشانهای کواترنر و روندهای ساختاری اصلی در ایران ۲۹

شکل ۳-۲. موقعیت آتشفشان تفتان ۳۰

شکل۳-۳. نقشه‌ی ارتفاعات و مسیر صعود به قله‌ی تفتان ۳۱

شکل ۳-۴. تصویری از دهانه‌ی اصلی آتشفشان تفتان و منافذ فعال کوچکتر در اطراف آن ۳۲

شکل ۳-۵. مراکز آتشفشانی در منطقه ی تفتان ۳۵

شکل۳-۶. رسوب گوگرد از چشمه‌های در حال جریان در منطقه ۳۷

شکل۳-۷. ستونهای آندزیتی بیرون زده از واحد داسیت جمچین ۳۹

شکل۳-۸. مقطع میکروسکوپی از آندزیت در نور xpl، بزرگنمایی 4x ۴۰

شکل ۳-۹. مجاورت میکرودیوریت و آندزیت در نور ppl، بزرگنمایی 4x ۴۱

شکل ۳-۱۰. تعادل کانی های اورتوپیروکسن و کلینوپیروکسن در آندزیت، نور xpl، بزرگنمایی 4x ۴۲

شکل ۳-۱۱. درشت‌بلورهای آمفیبول و بیوتیت در آندزیت، نور ppl، بزرگنمایی 4x ۴۲

شکل ۳-۱۲. کانی بیوتیت با حاشیه‌های انحلالی در آندزیت، نور xpl، بزرگنمایی 10x ۴۳

شکل ۳-۱۳. مقطع میکروسکوپی از داسیت، نور ppl، بزرگنمایی 10x ۴۴
شکل۳-۱۴. مقطع میکروسکوپی از آمفیبولهای اپاسیتی شده، نور ppl و xpl، بزرگنمایی 10x ۴۵
شکل ۳-۱۵. اورتوپیروکسن با حاشیه‌ی آمفیبولی در بازالت، نور xpl، بزرگنمایی 10x ۴۷
شکل ۴-۱. آتشفشانهای فعال در سراسر جهان بین سالهای ۱۹۸۵ – ۱۹۷۵ ۵۱
شکل ۴-۲. ساختار زونینگ در درشت‌بلورهای پلاژیوکلاز ۵۷
شکل ۴-۳. سنگهای آلتره شده تحت تأثیر سیالات غنی از گوگرد ۵۸
شکل ۴-۴ تبلور گوگرد در نتیجه‌ی فعالیت‌های فومارولیک در اطراف دهانه و برخی از چشمه‌ها ۵۹
شکل ۴-۵. نمایی از ایگنمبریت‌های تفتان و برش آتشفشانی همراه با آنها ۵۹
شکل ۴-۶. سوزن آتشفشانی شکل گرفته در دره‌ی جمچین ۶۰
شکل ۴-۷. افزایش مواد فرار (بویژه H_2O) نسبت به SiO_2 در سیالات درگیر کانیها ۶۴
شکل ۴-۸. تصویر ماهواره‌ای از آتشفشان تفتان ۶۹
شکل ۴-۹. فوران آتشفشانها و چرخه‌ی گوگرد خارج شده از آنها در طبیعت ۷۲
شکل ۴-۱۰. فعالیت‌های فومارولیک در تفتان ۷۵
شکل ۴-۱۱. نمونه‌برداری از گازهای خروجی از آتشفشان تفتان ۷۷
شکل ۵-۱. فوران آتشفشانها و خطرات ناشی از آن ۸۲
شکل ۵-۲. موقعیت نقاط نمونه‌برداری شده از گازهای خروجی و چشمه‌های تفتان ۸۵
شکل ۵-۳. مدل فرضی ارائه شده برای تشکیل چشمه‌های آب‌گرم و معدنی در تفتان ۹۳
شکل ۵-۴. رسوب گوگرد در اطراف چشمه‌ی SP_2 از آتشفشان تفتان ۹۶
شکل ۵-۵. اکتیویته‌ی گونه‌های مختلف در یک سیستم کربناته به عنوان تابعی از pH ۹۶
شکل ۵-۶. نمایی از تالاب سردریا در حوالی روستای تمندان ۹۷
شکل ۵-۷. نمودار R_k در مقابل R_{Mg} برای چشمه‌های تفتان با استفاده از دیاگرام Ca-Mg-K- Na ۹۹
شکل ۵-۸. نمودار تغییرات عناصر پایستار در مقابل غلظت نسبی یون سولفات در چشمه‌های تفتان ۱۰۱
شکل ۵-۹. نمودار Eh-pH گونه‌های گوگرد برای نمونه‌های آب برداشت شده از تفتان ۱۰۵
شکل ۵-۱۰. تغییرات غلظت گوگرد نسبت به ارتفاع در چشمه‌های تفتان ۱۰۵
شکل ۵-۱۱. تغییرات غلظت عنصر آلومینیم در آبهای تفتان نسبت به pH محیط ۱۰۷

شکل ۵-۱۲. تغییرات غلظت عنصر آهن در آبهای تفتان نسبت به pH محیط ۱۰۸
شکل ۵-۱۳. نمودار Eh-pH گونه‌های ارسنیک برای نمونه‌های آب برداشت شده از تفتان ۱۱۲
شکل ۵-۱۴. تغییرات غلظت عنصر ارسنیک نسبت به سولفات در چشمه‌های تفتان ۱۱۳

فهرست علائم

علامت	نشانه
pH	اسید سرشتی
Eh	پتانسیل اکسیداسیون و احیاء
TT	توف تمندان
GD	داسیت جمچین
TI	ایگنمبریت تفتان
TA	آندزیت تمندان
TSA	آندزیت سه مرحله‌ای

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

آتشفشانها مناطق نسبتاً مرتفعی هستند که فعالیت‌های آنها اثرات مستقیم بر جوامع بشری می‌گذارد. مطالعه‌ی این پدیده‌های طبیعی از چند دیدگاه می‌تواند حائز اهمیت باشد. فوران آتشفشانها و اثرات حاصل از آنها برای بشر دارای فواید و مضرات بسیاری است، که این خود اهمیت مطالعه‌ی این منابع ارزشمند را برای ما روشن می‌سازد. صرفنظر از فعالیت‌های ماگمایی، خروج ابرهای سوزان و سمی، ذوب برفها و یخها، و جاری‌شدن جریانهای گلی که همواره در مناطق فعال آتشفشانی در سراسر دنیا تهدیدی برای زندگی بشر به حساب می-آیند، مطالعه‌ی این مناطق از نظر تأثیر بر آب و هوا و محیط زیست، تشکیل منابع مهم معدنی و تشکیل چشمه‌های معدنی و آب گرم نیز بسیار حائز اهمیت است.

آتشفشانها با ایجاد یک آب و هوای خاص در اطراف خود (microclimate) و پدیدآوردن قلل مرتفع برف گیر باعث افزایش نزولات جوی و در نهایت تشکیل یک منبع آب برای زمینهای اطراف خود می‌گردند. زمین-های کشاورزی حاصلخیزی که در این مناطق وجود دارد، محصول خاکهای بسیار مناسب آتشفشانی‌اند. خاکهای حاصل از خاکسترهای آتشفشانی و توفها حاوی مواد معدنی چون پتاسیم، کلسیم، و سدیم هستند علاوه بر این از توانایی بالایی برای نگهداری آب برخوردارند. در نتیجه این امر، منجر به رونق کشاورزی و تمرکز جمعیت‌های انسانی در این مناطق می‌شود. از این رو آتشفشانها در تشکیل و تکوین جمعیت‌های انسانی و پدید آوردن پیوندهای جغرافیایی، روستایی و شهری بسیار مؤثرند. در حال حاضر، جمعیت‌های بزرگ انسانی در اطراف یا نزدیکی آتشفشانها واقع شده‌اند. این واقعیت بویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان بیشتر به چشم می‌خورد. در کشور ما بهترین مثال در این مورد، تمرکز جمعیت‌های شهری و روستایی در اطراف یا در نزدیکی آتشفشانهای سهند، سبلان و تفتان است.

در دوره‌ی کواترنر، آتشفشانهای متعددی در ایران وجود داشته‌اند که امروزه قلل آنها ارتفاعات مهمی را تشکیل می‌دهند. آتشفشانهای ایران اکثراً در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارند. از جمله آتشفشانهای مربوط به مناطق نیمه‌خشک می‌توان به سهند و سبلان در شمال‌غرب، و از آتشفشانهای مناطق خشک به تفتان و بزمان در جنوب‌شرق کشور اشاره کرد. کوههای آتشفشانی اکثراً برف‌گیر بوده و حتی گاهاً در برخی از

موارد نظیر سهند و سبلان دارای یخچالهای طبیعی نیز می‌باشند. در حال حاضر تنها آتشفشانهای فعال یا نیمه فعال در ایران، آتشفشانهای تفتان و دماوند هستند که فعالیت ولکانیکی در این دو، محدود به خروج گازها و بخارات آتشفشانی است.

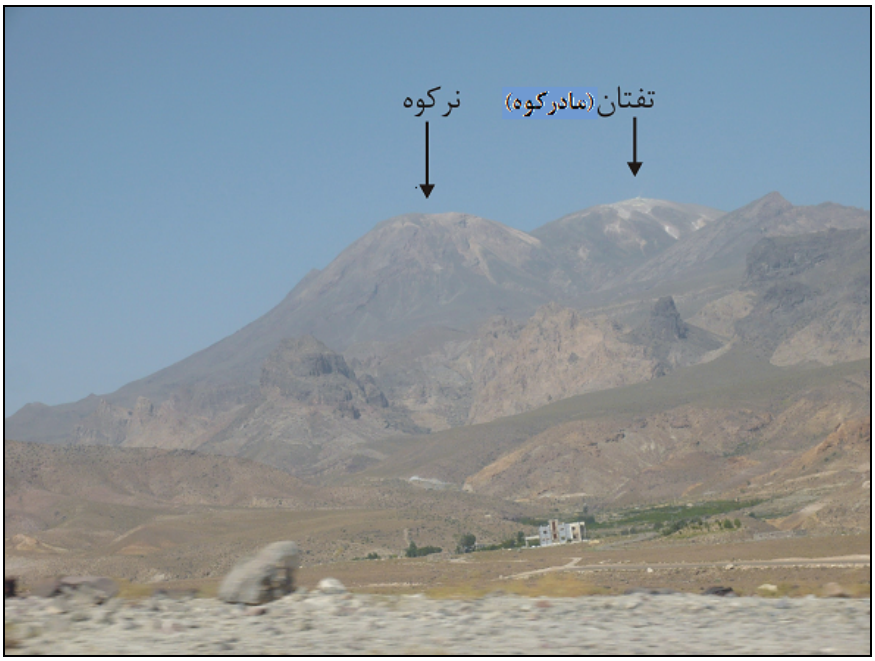
تفتان آتشفشانی مرکب لایه‌ای (استراتوولکانو) بوده که از میوسن پسین شروع به فعالیت نموده [۸۷] و هم اکنون در مرحله‌ی فعالیت‌های پست ولکانیک است. در نتیجه‌ی این فعالیت‌های فومارولیک مقادیر زیادی از مواد فرار و گازهای ماگمایی مانند H_2O، CO_2، SO_2 و H_2S در مدت زمانی کوتاه به سطح زمین آورده می‌شود و در نتیجه محیط زیست به سرعت تغییر می‌کند. این مواد که از اعماق زمین منشاء گرفته‌اند، با افزوده شدن به محیط‌های اتمسفر و نیز محیط‌های آبی – خاکی زمینه‌های پیدایش خطرات زیست محیطی بالقوه را فراهم می‌آورند، زیرا در کوتاه مدت بر روی اتمسفر و در دراز مدت بر روی منابع آب و خاک که دو رکن اساسی رشد جمعیت‌های انسانی هستند، تأثیر می‌گذارند.

۱-۲- خاستگاه و موقعیت جغرافیایی آتشفشان تفتان

فعالیت‌های گسترده ولکانیکی از ترکیه تا بلوچستان پاکستان از کرتاسه تا کواترنری ادامه داشته است [۸۶] آتشفشانهای جوان سنوزوئیک پسین چون آرارات در ترکیه، سهند، سبلان، بزمان، و تفتان در ایران و کوه سلطان در پاکستان در کمربند تتیس قرار می‌گیرند. این کمربند محل برخورد دو ابر قاره‌ی اورازیا و گندوانا است که در ایران به زونهای تکتونیکی متعددی تقسیم شده است. کوههای آتشفشانی تفتان و بزمان در ایران و کوه سلطان در پاکستان خود یک کمان ولکانیکی مستقلی را تحت عنوان کمان ولکانیکی بلوچستان می‌سازند [۸۵]. این آتشفشان‌ها را محصول فرورانش پوسته‌ی اقیانوسی عمان به زیر بلوک‌های لوت و هلمند از محل زون مکران ایران و پاکستان می‌دانند [۲۲]. آتشفشان تفتان در درون سنگهای آذرین و رسوبی متعلق به کرتاسه و ائوسن زون شرق ایران فوران کرده، و یکی از آتشفشان های جوان ایران و متعلق به سنوزوئیک پسین است.

کوه آتشفشانی تفتان در ۵۰ کیلومتری شمال‌شرق شهر خاش و در حدود ۱۰۰ کیلومتری جنوب - جنوب-شرق شهر زاهدان و جنوب‌شرق ایران واقع شده است. ارتفاع این آتشفشان نسبت به سطح تراز آب دریا ۴۰۵۰ متر و نسبت به زمین‌های اطراف حدود ۲۰۰۰ متر است. آتشفشان تفتان دارای قله‌های متعددی است. این آتشفشان دارای دو قله‌ی اصلی است، یکی در شمال‌غرب که مرتفع‌تر است و نرکوه نام دارد، و دیگری در

جنوب‌شرق قرار دارد که ارتفاع کمتری داشته، مادرکوه یا تفتان نامیده می‌شود. شکل ۱-۱ نمایی از آتشفشان تفتان و موقعیت این دو قله را نشان می‌دهد. همانطور که در این شکل مشخص است، این دو کوه به وسیله‌ی یک بخش زین‌مانند باریک به هم متصل شده‌اند. قله‌ی جنوب‌شرقی تا اندازه‌ای شکل مخروطی خود را حفظ کرده و به وسیله‌ی جریان‌های ضخیم و جوانتر گدازه پوشیده شده است [(۸۷، ۹۲)].



شکل ۱-۱. نمایی از آتشفشان تفتان (دید به سمت شمال)

۱-۳- ضرورت انجام پژوهش

آتشفشانها و فعالیت‌های مربوطه آنها تأثیرات جهانی (global) قابل توجهی بر محیط زیست دارند (قربانی، ۱۳۸۲)، اما تأثیرات محلی آنها چشم گیرتر است. آتشفشان تفتان یکی از مراکز فعال آتشفشانی در ایران است و اکنون مرحله‌ی فعالیت‌های پست‌ولکانیک را می‌گذارند. از دهانه‌ی این آتشفشان بخارات و گازهای آتشفشانی خارج می‌شوند. تفتان به دلیل ارتفاع نسبتاً زیادی که نسبت به دشت‌های اطراف دارد، و نیز خروج گازها و بخارات آتشفشانی از دهانه‌ی خود، یک عامل مهم در تعیین شرایط آب و هوایی منطقه‌ی خود محسوب می‌شود. میکروکلیمایی که در نتیجه‌ی این آتشفشان و فعالیت آن در منطقه ایجاد شده است، باعث شده تا حجم نزولات جوی در اطراف آن به طور محسوسی نسبت به نقاط دورتر بیشتر باشد. ایجاد منابع آبی متعدد (جریان رودخانه های فصلی و بعضاً دائمی در منطقه، چشمه ها و چاهها) و به همراه آن وجود خاک‌های حاصلخیز