

معرفی و بررسی سایت گل‌فشانی نژاد افضلی، گل‌فشان‌های گتان شهرستان جاسک و اهمیت زمین‌گردشگری آنها

کرامت نژاد افضلی^{۱*}، راضیه لک^۲، محمدرضا ثرونی^۳ و فاطمه بیاتانی^۴

^۱سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، مدیریت زمین‌شناسی دریایی، تهران، ایران

^۲پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور تهران، ایران

^۳دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین، گروه جغرافیا، تهران، ایران

^۴دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۷/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۳۰

چکیده

گل‌فشان یک پدیده طبیعی و دیدنی است که معمولاً به صورت یک سیمای گنبدی شکل و در بعضی مواقع به صورت حوضچه‌ای یافت می‌شوند. این گل‌فشان‌ها مخلوطی از آب، گل و گاز هستند و کاربردهای زیادی از جمله جاذبه گردشگری، گل‌درمانی، تأمین عناصر کمیاب بدن و استفاده در کوزه‌گری دارند. این شکل‌ها در بیشتر نقاط دنیا به‌ویژه در کمربند آلپ و هیمالیا قابل مشاهده است و در ایران، بیشتر در جلگه‌های ساحلی دریای خزر و دریای عمان دیده می‌شوند. در استان هرمزگان قبلاً فقط یک یا دو گل‌فشان بین جاسک و میناب شناسایی شده بود. این پدیده‌های زیبا و منحصر به فرد، نیازمند توجه بیشتر در صنعت گردشگری هستند باید آن‌را مهم‌ترین پدیده زمین‌گردشگری سواحل شمالی دریای عمان معرفی کرد. در این پژوهش، پس از گردآوری اطلاعات و داده‌های دفتری شامل نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، داده‌های ماهواره‌ای IRS و عکس‌های هوایی، بررسی‌های دورسنجی انجام شد و سپس با مطالعات صحرایی و کنترل زمینی، شناسایی گل‌فشان‌ها کامل شد. در عملیات صحرایی از هر گل‌فشان یک نمونه رسوب برداشت و تجربه عناصر اصلی، فرعی و جزئی توسط دستگاه ICP-OES بر روی آن انجام شد. نزدیک به ۳۰ گل‌فشان بزرگ و کوچک فعال در خاور تنگه هرمز در محدوده کوه گوک و ۶ گل‌فشان در محدوده روستاهای گتان و توجک شناسایی و بررسی شد، که پیش از این معرفی نشده بودند. بزرگ‌ترین گل‌فشان (آرانا)، دارای مخروطی با ارتفاع ۷۳ متر از سطح زمین‌های اطراف در محدوده روستاهای گتان و کوچک‌ترین آن دارای مخروطی با ارتفاع کمتر از یک متر در محدوده گوک است. همچنین مطالعات ژئوشیمی یا تعیین مقدار عناصر موجود در رسوبات برای کلیه گل‌فشان‌ها انجام شد. از آنجا که وجود این پدیده ژئومورفولوژیکی در هر منطقه نشانه فعالیت زمین‌ساخت آن منطقه است، بنابراین احتمال رخداد زمین‌لرزه خفیف و گسل خوردگی وجود دارد که این امر باید در احداث ساختمان‌ها و سازه‌های ثابت، مانند پل‌ها لحاظ شود. همچنین گل‌های خارج شده از آنها می‌تواند تا حدی مشخص‌کننده وضعیت درونی زمین باشد. گل‌فشان‌ها به‌عنوان شاخص میدان‌های گازی و نفتی شناخته شده‌اند و از آنها برای پیش‌بینی وجود میدان‌های نفتی و گازی در اعماق زمین استفاده می‌شود.

کلید واژه‌ها: سایت گل‌فشانی نژاد افضلی، گردشگری، گتان، جاسک، ایران

*نویسنده مسئول: کرامت نژاد افضلی

E-mail: K_afzali2007@yahoo.com

۱- مقدمه

۱-۱. زمین‌گردشگری: زمین‌گردشگری (Geotourism) یکی از شاخه‌های گردشگری وابسته به طبیعت (Nature based tourism) است که به معرفی پدیده‌های زمین‌شناختی به گردشگران با حفظ هویت مکانی آنها می‌پردازد. زمین‌گردشگری از علوم مختلف زمین‌شناسی کمک می‌گیرد و علاقه‌مندان به طبیعت و پدیده‌های زمین‌شناسی را برای بازدید از جاذبه‌های زیبای زمین دعوت می‌کند. به تعریفی دیگر، زمین‌گردشگری یعنی گردشگری که هویت جغرافیایی مکان را حفظ می‌کند، یا آن را بهتر می‌کند و این نه تنها محیط زیست را شامل می‌شود، بلکه میراث فرهنگ و زیباشناسی مکان و از همه مهم‌تر رفاه بیشتر اهالی محلی را در برمی‌گیرد (امری کاظمی، ۱۳۸۱). بنابراین، زمین‌گردشگری به معنای گردشگری جغرافیایی است که به طور ضمنی بر ویژگی‌های زمین‌شناسی و ژئومورفولوژیکی، به‌عنوان بستر کلیه فعالیت‌های انسانی و ویژگی‌های جغرافیایی تأکید دارد (ثرونی، ۱۳۸۵).

۱-۲. اهمیت زمین‌گردشگری: اگرچه علوم زمین از مدت‌ها پیش مورد توجه دانشمندان بوده است، اما آنچه که این علم را زنده نگه داشته، بازدیدهای صحرایی و کنجکاوی در چگونگی وقایع و پی بردن به سیر حوادث است. جیمز هاتن در نیمه سده هجدهم از همین بازدیدها، پایه زمین‌شناسی امروزی را بنیان نهاد. میراث زمین‌شناختی با تکیه بر ارزش‌های ذاتی، شکل‌های زمین‌شناختی و ژئومورفولوژی پایه‌گذاری شده است. این ارزش‌های ذاتی، ممکن است شامل ارزش‌های علمی،

زیبایی‌شناختی، تفریحی و فرهنگی باشد. بنابراین شناسایی میراث زمین‌شناسی یک کشور یا یک منطقه از جمله مهم‌ترین اقدامات برای ثبت تاریخ زمین‌شناسی هر کشور است که در صنعت زمین‌گردشگری مورد توجه آموزشی و حفاظتی قرار می‌گیرند. علم کاربردی زمین‌گردشگری از جمله علوم جدیدی است که در سال‌های اخیر پیشرفت نموده است. این علم شامل هرگونه فعالیت گردشگری است که در یک محیط زمین‌شناختی یا معدنی رخ می‌دهد، نقش صنعت گردشگری و تلفیق آن با علوم زمین، در ارتقای اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی، و ترویج صلح، و شناسایی و حفظ دارایی‌های طبیعی - فرهنگی و مکان‌یابی آن بر کسی پوشیده نیست. گردشگری از عوامل اصلی توسعه پایدار در سطوح اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و زیست‌محیطی است. زمین‌گردشگری زیر مجموعه گردشگری پایدار بوده و هدف آن حفظ منابع گردشگری در مقاصد است. یعنی هدایت گردشگران به گونه‌ای که محل مورد بازدید، برای نسل‌های آینده نیز، همان‌گونه باقی بماند و قابل استفاده باشد (امری کاظمی، ۱۳۸۱). با وجود پیشرفت‌های گسترده در علم زمین‌گردشگری در جهان، هنوز سؤالات بسیاری در باره تلفیق گردشگری با علوم زمین در میان صنعت گردشگری بدون پاسخ مانده است که انتظار می‌رود با گسترش صحیح فعالیت گشت‌پردازها و حمایت مدیران دولتی در آینده، جایگاه زمین‌گردشگری به‌طور علمی مشخص شود.

برداشت شده با GPS روی مدل پیاده و نقشه پراکندگی گل‌فشان‌ها تهیه شد. سپس با مطالعات صحرایی و کنترل زمینی به مدت ۲۰ روز، شناسایی گل‌فشان‌ها کامل شد. در عملیات صحرایی از هر گل‌فشان یک نمونه رسوب، برداشت و تجزیه عناصر اصلی بر روی آن انجام شد. سنجش میزان عناصر توسط دستگاه ICP-OES صورت پذیرفت و سپس داده‌ها پردازش تحلیل شدند.

۳- زمین‌شناسی و زمین‌ساخت منطقه

مکران شامل کوه‌های خاوری - باختری است که از سواحل دریای عمان تا فروافتادگی جازموریان ادامه دارد. از ۱۶۰ هزار کیلومتر مربع گستره مکران، حدود ۷۰ هزار کیلومتر مربع آن در ایران و بقیه در پاکستان است (آقا نباتی، ۱۳۸۳). ناحیه مورد مطالعه (جاسک)، نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ به اسامی جاسک و گتان را در بر می‌گیرد. بخش‌های شمالی این محدوده به دلیل نداشتن شرایط زیستی مناسب، تقریباً خالی از سکنه است، اما در نواحی جنوبی و باختری تجمعات انسانی بیشتری وجود دارد. زون ساختاری مکران که در جنوبی‌ترین بخش خاوری ایران جای گرفته است، دارای روند کلی تقریباً خاوری- باختری بوده و از شمال به فرورفتگی زمین‌ساختی جازموریان و از جنوب به دریای عمان محدود می‌شود. این محدوده از سوی خاور با حفظ همه ویژگی‌های خویش از مرز ایران گذشته و در خاک پاکستان تداوم می‌یابد. اما در سوی باختر به وسیله سامانه گسل زندان (میناب) در کنار زون ساختاری زاگرس قرار گرفته است. منطقه مکران بر اساس برونزد سنگ‌های سازنده و شدت دگرشکلی به دو بخش مکران بیرونی (ساحلی) و درونی قابل تقسیم است (صمدیان، ۱۳۷۶). در بخش مکران ساحلی شدت چین‌خوردگی و گسلش، نسبت به مکران درونی کمتر است. با توجه به این که ناحیه مورد مطالعه در ناحیه مکران ساحلی واقع شده، بنابراین، از همه ویژگی‌های ساختاری - رسوبی مکران بیرونی پیروی می‌کند. ناحیه مذکور عمدتاً از نهشته‌های تخریبی تشکیل شده و تنوع واحدهای سنگی موجود در آن، اندک و محدود به ماسه‌سنگ، مارن، شیل و کنگلومرا است، اما تغییرات رخساره‌ای، چه در جهت افقی و چه در جهت قائم، نسبتاً شدید است. ناحیه مورد مطالعه در بخش باختری زون ساختاری مکران بیرونی واقع شده است. ورقه جاسک و گتان را از نگاه ساختاری می‌توان به دو بخش خاوری و باختری تقسیم کرد. این دو بخش به وسیله گسل ناپیوسته‌ای که ادامه جنوبی سامانه گسل زندان است از هم جدا می‌شود. در بخش خاوری، دگرشکلی از دیدگاه شدت تقریباً ملایم بوده و روندهای ساختاری آن خاوری - باختری است (Vita-fenzi, 1979). پهنه زیادی از بخش خاوری، از یک چین بزرگ به نام ناودیس بارشگان تشکیل شده است. در بخش باختری چین‌خوردگی‌ها و گسلش به نسبت شدید است، با این وجود، به هم‌ریختگی مهمی در توالی چینه‌نگاری این بخش به وجود نیامده است. روندهای ساختاری به‌ویژه چین‌خوردگی، در این بخش، شمال‌باختر - جنوب‌خاوری است. گذر روندهای ساختاری این دو بخش به یکدیگر، کم و بیش تدریجی است. مهم‌ترین گسل‌های منطقه مورد مطالعه گسل گاوبندی، نگر بلوچی و سرانی هستند. از نگاه زمین‌ساختی، تاکنون مکران را به سه روش تقسیم‌بندی کرده‌اند. نخستین و ساده‌ترین تقسیم‌بندی، تقسیم‌بندی (Arshadi et al. 1983) است که بر آن اساس مکران شامل دو بخش شمالی (مکران داخلی) و جنوبی (مکران بیرونی) است. بر اساس نظریه Farhoudi & Karig (1977)، پهنه مکران به دو واحد زمین‌ساختی تقسیم شده است. یکی بخش پایین افتاده جازموریان که نوعی حوضه پیش‌کمان در حال فرونشینی (Subsiding Fore Arc Basin) است و دیگری، بخش بالاآمده جنوبی که از کوه‌های بشاگرد تا ژرفای اقیانوس عمان ادامه دارد و خود از دو بخش حوضه شیب (Slope Basin) و پرشدگی ژرفنا (Trench Fill) تشکیل شده است. به عقیده (McCall 1985)، پهنه مکران شامل ۴ ایالت زمین‌ساختی جداگانه است.

گل‌فشان‌ها یکی از پدیده‌های زمین‌گردشگری به‌شمار می‌آیند که به دلیل تعداد زیاد و منحصر به فرد بودن آنها در سواحل خاوری تنگه هرمز، از دیدگاه زمین‌گردشگری باید معرفی شوند.

۱-۳. پدیده گل‌فشان: گل‌فشان‌ها، یکی از عجیب‌ترین و جذاب‌ترین پدیده‌های مرفولوژیک هستند که در ایران بیشتر در جلگه‌های ساحلی دریای عمان و دریای خزر دیده می‌شوند و هر بیننده‌ای را به خود جذب می‌کنند. گل‌فشان، رسوب‌فشان یا نفت و گازفشان، از پدیده‌های جالب طبیعی است که گسترش آن در نوار آلپ- هیمالیا، اقیانوس آرام و آسیای مرکزی در کشورهای پاکستان، آذربایجان، ترکمنستان، گرجستان، ایران، ایتالیا، رومانی، ژاپن، مکزیک و ونزوئلا است که نمونه‌های فعال آن در آذربایجان دیده می‌شود (Feizullayev & Guliyev, 2001). بیش از نیمی از حدود ۸۰۰ گل‌فشان دنیا در پیرامون دریای خزر و دریای عمان قرار دارد در جنوب خاور ایران ۳۰ گل‌فشان وجود دارد که ۱۵ مورد آنها بین بندر جاسک و میناب (نژادافضلی و لک، ۱۳۸۹)، ۹ مورد بین چابهار و بندر جاسک و ۶ مورد دیگر هم بین چابهار و مرز ایران و پاکستان به ویژه شمال خلیج گواتر واقع شده‌اند (نگارش، ۱۳۷۶).

۱-۴. زمین‌گردشگری گل‌فشان‌ها: گل‌فشان‌ها با دارا بودن پدیده‌های کم نظیر و متنوع، دارای پتانسیل بالایی از نظر جذب گردشگر با اهداف متفاوت گردشگری هستند. گل‌فشان‌ها با مناظر زیبا و بدیع خود، می‌توانند دیدنی‌های متنوع و تماشایی را برای گردشگران به نمایش بگذارند (نگارش، ۱۳۷۶). تاکنون در برخی از کشورها فعالیت‌های بسیاری بر روی آنها انجام شده و درآمد ارزی قابل توجهی را هم به خود اختصاص داده‌اند، اما در کشور ما تاکنون فعالیت و سرمایه‌گذاری مؤثری در این زمینه انجام نشده است. اهمیت برخی از این گل‌فشان‌ها به قدری زیاد است که مطالعه آنها مثل گل‌فشان‌های بخش مرکزی دریای سیاه، به عنوان بخشی از برنامه مطالعاتی سازمان یونسکو قرار گرفته است. در این برنامه از سال ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۶ تعداد ۹ گل‌فشان زیردریایی و هفت گل‌فشان مدفون‌شده در زیر رسوبات کشف شد. بازدید از این پدیده‌های گل‌فشانی شگفت‌انگیز هر بیننده‌ای را در نگاه اول متحیر می‌کند. خروج گل، آب و گازهای هیدروکربنی و حتی شعله‌ور شدن آنها، داشتن حوضچه‌های آب و گل، با خواص گل درمانی و شکل‌های عجیب و غریب گل‌فشان‌ها، می‌تواند برای گردشگران جالب، زیبا و حتی شگفت‌انگیز باشد، چرا که بوم‌گردشگری (اکوتوریسم)، زمین‌گردشگری، دیدن مناظر زیبای طبیعی و زمین‌شناسی بخشی از برنامه سفر بیشتر گردشگران دنیا را به خود اختصاص می‌دهد. بنابراین گل‌فشان‌ها ارزش گردشگری بسیار خوبی دارند و در صورت ایجاد زمینه‌های رفاهی و امکانات اقامتی و تبلیغات به موقع و صحیح، می‌توانند در جذب گردشگر مؤثر باشند. گل‌فشان‌های حوزه دریای خزر که حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد از گل‌فشان‌های دنیا را در بر می‌گیرند و همچنین گل‌فشان‌های شمال دریای عمان اهمیت زیادی در جذب گردشگر و کسب درآمد ارزی دارند و ضروری است گام‌های مؤثرتری در این راستا برداشته شود. با وجود ویژگی‌های منحصر به فرد و بکری که این پدیده خدادادی در شکوفایی اقتصاد منطقه دارد، بهره‌برداری لازم و بهینه از آن نشده است. مسئولان بایستی با اتخاذ تدابیر و ایجاد تسهیلات لازم در این زمینه به گونه‌ای شایسته این پدیده‌های جذاب را به عنوان جاذبه‌های بکر گردشگری منطقه به هم‌وطنان و جهانیان معرفی کنند.

۲- روش مطالعه

در این پژوهش پس از گردآوری اطلاعات و داده‌ها شامل نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، داده‌های ماهواره‌ای IRS و عکس‌های هوایی ۱:۴۰۰۰۰، بررسی‌های دورسنجی انجام شد. با استفاده از منحنی میزان ۱:۲۵۰۰۰ مدل رقومی منطقه (DEM) ساخته شد و سپس مختصات گل‌فشان‌های

۶-۱. سایت گل فشانی نژادافصلی: این گل فشان‌ها در فاصله ۵۵ کیلومتری باختر جاسک، ۹۵ کیلومتری خاور میناب و با فاصله حدود ۲۰ کیلومتری از خط ساحلی واقع شده‌اند. تعداد این گل فشان‌ها زیاد بوده و به صورت طولی بر روی خط گسل واقع شده‌اند (شکل ۲). سازند تشکیل دهنده این منطقه شامل ماسه سنگ آهکی با میان‌لایه‌های مارنی است. ستبرای آن در حدود ۱۰۰۰ متر و سن فسیل‌های موجود در این واحد سنگی به میوسن پسین نسبت داده می‌شود (نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ گتان). در این منطقه گل فشان‌های فراوانی از نظر اندازه و شکل وجود دارد. این گل فشان‌ها از نوع مخروطی و سرد بوده و در نوع خود بی‌نظیر هستند و برای اولین بار شناسایی می‌شوند. برخلاف دیگر گل فشان‌های استان که تک مخروطی یا بدون مخروط هستند، بیشتر چندمخروطی بوده و یک یا چند مخروط گلی با ارتفاع چندین متر از سطح زمین دارند (شکل ۳). از نظر شکل و مورفولوژی نمی‌توان شکل و مورفولوژی یکسانی را برای همه گل فشان‌ها در نظر گرفت و هر کدام مورفولوژی خاص خود را دارند. همچنین اختلاف در فرسایش روانه‌های گلی و نیز اندازه ستبرای آنها این امر را ممکن ساخته که گل فشان‌ها به مرور زمان زمین‌چهرها (لند فرم‌ها) و مورفولوژی دیدنی و جدیدی را برای خود به وجود آورند. گل فشان‌های موجود در منطقه از نظر ارتفاعی، وضعیت متنوعی دارند ارتفاع کوچک‌ترین گل فشان منطقه در حدود ۵۰ سانتی‌متر (شکل ۴) و بزرگ‌ترین گل فشان دارای ارتفاعی حدود ۳۵ متر دارد (شکل ۵). با توجه به این که روانه‌های گلی این گل فشان‌ها تا مسافتی در اطراف پخش و گسترده شده، بنا بر این مساحت تقریبی آن بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ متر مربع محاسبه شده است (شکل ۶). این مجموعه گل فشانی در حال حاضر دارای حدود ۲۵ دهانه فعال و نیمه فعال و ۵ دهانه غیر فعال است. مورفولوژی موجود بر روی دامنه‌های مختلف نشان می‌دهد که دهانه‌های این گل فشان‌ها در ادوار گذشته بیشتر بوده که در اثر فرسایش و غیره از بین رفته‌اند. قطر دهانه گل فشان‌ها از حدود ۵ سانتی‌متر تا ۶۰ سانتی‌متر متفاوت است (شکل‌های ۷ و ۸) (نژادافصلی و لک، ۱۳۸۹).

۶-۲. گل فشان‌های منطقه گتان

این گل فشان‌ها در ۸۰ کیلومتری شهرستان جاسک و در نزدیکی روستاهای گتان و توجک واقع شده‌اند. فاصله این گل فشان‌ها تا دریا حدود ۵۰۰ متر و تا جاده آسفالتی ۱۵ کیلومتر است. منطقه مورد مطالعه از نظر ویژگی‌های زمین‌شناسی، زمین‌ساختی و چینه‌شناسی تقریباً مشابه سایر مناطق جلگه ساحلی دریای عمان و سواحل مکران است و تفاوت‌های محلی و مکانی در آنها خیلی نمایان و چشمگیر نیست. در این منطقه معمولاً گل با ستبرای زیاد و رنگ تقریباً خاکستری در زیر قرار گرفته و سطح بالایی آنها توسط لایه تیره‌ای با ستبرای ۲ تا ۱۰ متر پوشیده شده است و تقریباً هیچ گونه لایه‌بندی در سنگ‌های رسی و مارنی که در زیر قرار گرفته‌اند، مشاهده نمی‌شود، به طور کلی بیشتر رسوبات این منطقه متعلق به سنوزویک است و نیروهای زمین‌ساختی اثرات زیادی روی آنها بر جای گذاشته‌اند (آقاناتی، ۱۳۸۳). در این منطقه ۶ گل فشان شناسایی شد که یکی از آنها به نام گل فشان آریانا از زیباترین و مرتفع‌ترین گل فشان‌های شناخته‌شده در جلگه ساحلی کشور است که تا پیش از این گل فشان ناپک به‌عنوان مرتفع‌ترین شناخته شده است (شکل‌های ۹ و ۱۰). این گل فشان به دلیل واقع بودن در میان بدلندهای مارنی منطقه و وجود دامنه‌ها و دره‌های بسیار سخت‌گذر دسترسی به آن بسیار دشوار است و همچنین به دلیل واقع شدن در محیطی غیر قابل باور، تاکنون کسی آن‌را گزارش نکرده است (شکل ۱۱). ارتفاع گل فشان از سطح زمین ۷۳ متر و قطر دهانه آن ۳۸ متر بوده و در حال حاضر در حال فعالیت است و روانه‌های آن از طریق دره‌های کور به خارج راه می‌یابند (شکل‌های ۱۱ و ۱۲). دومین گل فشان منطقه به نام گتان از نظر ارتفاع و حجم در فاصله یک کیلومتری و باختر گل فشان فوق قرار دارد. این گل فشان از نوع گنبدی - سپری با ارتفاع حدود ۴۰ متر است و در قله آن دهانه‌ای با قطر ۳۵ متر وجود دارد. نحوه فعالیت و شیوه جوشش و خروج گل به‌صورت جوشش گل است که با صدای

گودال خشکی‌زایی جازموریان، با رسوب‌های کواترنری پوشیده شده است. برداشت‌های ژئوفیزیک هوایی، گویای آن است که پی‌سنگ این فروافتادگی جوان‌تر از نوع پوسته‌های افیولیتی است. کافت فرعی یا منطقه گسترش کافتی (Rift Like Spreading Zone)، این بخش در اواخر ژوراسیک یا اوایل کرتاسه شکل گرفته و تا اوایل ائوسن حوضه کافتی باریکی را تشکیل می‌داده است. در این بخش مجموعه‌ای از سنگ‌های افیولیتی به همراه رسوب‌های پلاژیک کرتاسه بالا و فلیش‌های آهکی پالئوسن، به صورت مخلوط بروزند دارند. منطقه کربناتی پیش‌کمانی (Carbonate Fore Arc)، این بخش باریکه‌ای از پوسته قاره‌ای با سنگ‌هایی از نوع سکوی قاره‌ای است که گاه آن را بخش جدا شده بلوک لوت و گاه ادامه زون سندج - سیرجان می‌دانند.

۴- ژئومورفولوژی منطقه

از دیدگاه ژئومورفولوژی، منطقه مورد مطالعه به دو بخش قابل تفکیک است، یکی بخش مرتفع که بخش اعظم ناحیه مورد مطالعه را در بر می‌گیرد و در شمال واقع است و دیگری پهنه‌های ساحلی کم ارتفاع و پست که از جنوب و باختر ناحیه مرتفع تا سواحل دریای عمان و تنگه هرمز امتداد دارد. مهم‌ترین عامل کنترل‌کننده ژئومورفولوژی منطقه عبارتند از جنس واحد‌های سنگی، ویژگی ساختاری، شکل‌های دگرشکل یافته و عملکرد پدیده فرسایش به دلیل سستی بیشتر واحدهای سنگی و نیز ترکیب سنگ‌شناختی آنها، فرسایش بخش‌های زیادی از ناحیه را به صورت زمین‌های پست و فرسوده در آورده است. عملکرد فرسایش در بخش‌های جنوبی که بیشتر مارنی است بسیار شدیدتر از بخش‌های شمالی است، به گونه‌ای که در بخش شمالی، گاهی ارتفاعات بلند مشاهده می‌شود، زیرا در این بخش واحدهای مقاوم‌تری مانند ماسه سنگ و کنگلومرا رخنمون دارند. در سنگ‌های نسبتاً مقاوم، دره‌ها دارای دیواره‌های تند و ژرفای زیادی هستند، در حالی که در بخش‌های سست و زود فرسا مانند واحدهای مارنی، دره‌ها بیشتر دارای دیواره‌های کم‌شیب و بستری وسیع‌تر و ژرفای اندک هستند. در بخش خاوری منطقه وجود لایه‌های ماسه سنگی و کنگلومرای در میان بخش‌های مارنی شکل‌های ژئومورفولوژیکی دودکش جن را به فراوانی ایجاد کرده است. گل فشان‌های این منطقه هم در نوار ساحلی پست و هم در بخش مرتفع پراکنده‌اند (نژادافصلی و لک، ۱۳۸۹).

۵- موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در ساحل خاوری تنگه هرمز در استان هرمزگان و در محدوده جغرافیایی $25^{\circ} 14' 14''$ تا $25^{\circ} 38' 00''$ طول خاوری و $26^{\circ} 00'$ عرض شمالی، در بخش ساحلی منطقه مکران واقع است. این ناحیه در جنوب، به دریای عمان و در باختر به تنگه هرمز محدود می‌شود. بخش‌های شمالی این محدوده به دلیل نداشتن شرایط زیستی مناسب، تقریباً خالی از سکنه هستند، اما در نواحی جنوبی و باختری تجمعات انسانی بیشتری وجود دارد.

۶- گل فشان‌های خاور تنگه هرمز

در مورد گل فشان‌های ایران همیشه نگاه‌ها به شمال کشور یا استان سیستان و بلوچستان، به ویژه کنارک بود و کمتر کسی فکر می‌کرد که استان هرمزگان دارای بیشترین تعداد گل فشان در کشور باشد. در استان هرمزگان پیش از این فقط یک یا دو گل فشان بین جاسک و میناب در محدوده روستاهای گتان و توجک شناسایی شده بود. اما در مطالعات و بررسی‌های یاد شده، نزدیک به ۳۰ گل فشان بزرگ و کوچک در منطقه گوک، به نام سایت گل فشانی نژاد افصلی و ۶ گل فشان دیگر در منطقه گتان و توجک به قرار زیر شناسایی و مطالعه شد، که گامی بزرگ در این زمینه به‌شمار می‌آید.

در هر مرحله از این جابه‌جایی، باریکه‌ای از منشور رسوبی، طی پدیده رورانده‌گی، بر روی صفحه قاره‌ای در شمال اضافه می‌شود. بر اساس ساختارهای سطحی، میزان کوتاه‌شدگی در مکران ۲۵ تا ۳۰ درصد برآورد شده است (Critelli et al., 1990). تشکیل این گل‌فشان‌ها نتیجه بالا آمدن مواد گلی و آبکی در طول گسل‌ها و همچنین درز و شکاف‌های موجود در پوسته به سطح زمین است (شکل ۱۳). نحوه عملکرد بدین صورت است که فرورانش پوسته اقیانوسی دریای عمان به زیر پوسته قاره‌ای مکران سبب می‌شود لایه‌های رسی و مازنی، از گاز و آب پر شده و با فشار زیاد ناشی از فرورانش، این تنش در لایه‌های بالایی ایجاد کماتش کند و اگر فشار خیلی زیاد باشد، آنها را بریده و به سطح زمین می‌رسند و ایجاد مخروط گل‌فشان می‌کنند (مطیعی، ۱۳۷۴). سازوکار فوق کاملاً در خصوص تشکیل گل‌فشان‌های سواحل مکران صدق می‌کند.

۹- اهمیت گل‌درمانی گل‌فشان‌ها

گل‌درمانی (mud therapy)، یکی از شیوه‌های مرسوم در دنیاست. خواص درمانی گل‌فشان‌ها ثابت شده و برخی از افراد محلی معتقدند که این گل‌ها در درمان بیماری‌های گوارشی نیز مؤثرند، که البته این امر هنوز ثابت نشده است. مردمی که در سواحل دریای آزوف زندگی می‌کنند، اعتقاد دارند که این گل‌ها خاصیت درمانی دارند و برای درمان و گرفتگی‌های موضعی و عضلانی بسیار سودمندند و مورد استفاده گردشگران و علاقمندان قرار می‌گیرند. امروزه در دنیا از گل آماده‌ای که از گل‌فشان‌ها بیرون می‌آید و حاوی مواد نفتی و گوگرد است، برای استحمام، شستشو و کمپرس گرم استفاده قرار می‌شود (Guliyev and Feizullayev, 2001)، زیرا این گل‌ها دارای ترکیبات آلی و غیر آلی هستند. برخی از گل‌فشان‌ها گلی نسبتاً زردرنگ، بدون بو و شور مزه دارند، که ترکیبات گل خیلی شبیه به هم نیست و از گل‌فشان‌ها دیگر فرق می‌کند. بنابراین هر کدام خواص درمانی خاص خود را دارند. مطالعات تجربی بر روی حیوانات مختلف نشان داده است که هیچ‌گونه ماده سمی در ترکیب گل‌ها وجود ندارد و به‌طور کلی این گل‌ها برای درمان بیماری‌هایی مانند دردهای مفاصل و ستون فقرات، سفتی مفاصل، بیماری‌های عصبی، مراحل اولیه تنگی عروق و انقباضات عضلانی و بیماری‌های زنانگی بسیار سودمند هستند (Feizullayev and Guliyev, 2001). استان هرمزگان پتانسیل‌های خوبی در زمینه گردشگری سلامت دارد که چشمه‌های گل‌فشان از جمله این جاذبه‌هاست. از این چشمه‌ها در سراسر دنیا برای گل‌درمانی استفاده می‌شود. در نمونه‌هایی مشابه در دیگر کشورها عملیات خاصی بر روی این گل‌ها انجام می‌شود تا قابل استفاده بر روی پوست باشد، اما ترکیب گل‌های ایران به گونه‌ای است که نیاز به هیچ تغییری ندارد.

۱۰- نتیجه‌گیری

امروزه نباید به گل‌فشان تنها به عنوان یک پدیده طبیعی صرف، نگاه کرد زیرا جنبه‌های مختلف کاربردی آن مانند داشتن منابع عظیم نفت و گاز، انرژی گرمایی، جذب گردشگر، صنعت کوزه‌سازی، سفال و سرامیک، خاصیت درمانی و غیره آن را به عنوان یک منبع اقتصادی درآمدزا مطرح کرده است. بنابراین، شایسته است که با انجام تبلیغات صحیح و کارآمد مردم را با این پدیده طبیعی زیبا و در عین حال درآمدزا آشنا کرد. تحقق این امر بدون عزم و اراده ملی ممکن نیست و توجه خاصی را همراه با اقدامات عملی طلب می‌کند. در استان هرمزگان پیش از این فقط یک گل‌فشان در محدوده بین جاسک و میناب در محدوده بین روستای گنجان و توجک شناسایی شده بود. اما در مطالعات و بررسی‌های یاد شده نزدیک به ۳۰ گل‌فشان بزرگ و کوچک مورد شناسایی قرار گرفت، در کشور ما به جاذبه زمین‌گردشگری

ویژه‌ای همراه است و این جوشش گل، در فاصله زمانی هر ۴ دقیقه یک‌بار رخ می‌دهد و گل و آب آن بر روی دامنه گل‌فشان سرازیر می‌شود. سومین گل‌فشان در سمت باختری گل‌فشان گنبدی - سپری فوق و با فعالیت دائمی قرار دارد. این گل‌فشان از سطح زمین حدود ۲ متر ارتفاع دارد. فعالیت آن به صورت جوشش مکرر آب و گل بسیار رقیق است و از ضلع جنوبی آن به سمت بیرون جاری می‌شود. چهارمین گل‌فشان به صورت حوضچه‌ای مملو از آب و گل بوده و دارای قطری در حدود ۱۰ متر بوده و ارتفاع آن ۶ متر از سطح دریاست. دو گل‌فشان دیگر در میان بدلدن‌های منطقه واقع شده که دسترسی به آنها دشوار بوده، اما روانه‌های آنها از طریق دره‌های کور به بیرون از بدبوم‌ها هدایت می‌شوند.

۷- ویژگی‌های رسوبی گل‌فشان‌ها

بررسی رسوبات خارج شده از گل‌فشان‌ها نشان می‌دهد که ذرات تشکیل‌دهنده گل‌فشان‌ها در ابعاد رس و سیلت هستند. بررسی‌های ژئوشیمی عناصر موجود در رسوبات گل‌فشان (جداول ۱ و ۳) حاکی از آن است که در میان کاتیون‌های اصلی کلسیم، با میانگین ۶/۵ درصد، سدیم ۹۸/۲ درصد، منیزیم ۲/۲ درصد و پتاسیم ۱/۸ درصد به ترتیب بیشترین مقدار را در رسوبات شامل می‌شوند. غلظت میانگین آلومینیم ۷/۴ درصد و آهن ۴/۴ درصد است. فراوانی این دو عنصر به دلیل غنی‌بودن رسوبات گل‌فشان از رس‌هاست. همچنین به دلیل آلودگی نفتی در ترکیب رسوبات گل‌فشان‌ها، مقادیر نیکل با میانگین ۹۰/۷ ppm، وانادیم ۹۹ ppm و تیتانیم ۳۴۱۹ ppm مقادیر بالاتر از مقدار زمینه است. گوگرد به دلیل خارج‌شدن گازهای سولفیدی از ژرفای زمین و ته‌نشست آن در داخل رسوبات مقادیر بالایی با میانگین ۲۳۰۰ ppm را دارد. نتایج تجزیه آب گل‌فشان‌ها نشان از آن دارد که مقدار سدیم بالاترین کاتیون موجود در شورابه است، که علت آن منشأ دریایی آب‌های موجود در گل‌فشان‌هاست (جداول ۲ و ۴). همچنین مقدار بالای تیتانیم در رسوبات گلی، گل‌فشان‌ها قابل توجه است و می‌تواند توجه اقتصادی داشته باشد. بنابراین باید در خصوص اقتصادی بودن آن مطالعات بیشتری انجام شود. همچنین بررسی‌های انجام‌شده توسط نگارش در سال ۲۰۰۸ در گل‌فشان‌های استان سیستان و بلوچستان، حاکی از آن است که تعداد حباب‌های خارج شده از گل‌فشان‌ها میان ۸ تا ۶ حباب در ثانیه و pH آنها میان ۷ تا ۹/۵ است، یعنی شرایط شورابه خنثی تا قلیایی است.

۸- سازوکار شکل‌گیری گل‌فشان در سواحل مکران

(Milkov et al., 2003) شکل‌گیری گل‌فشان‌ها را متأثر از عوامل زمین‌شناسی، زمین‌ساختی، ژئوشیمی و آب‌شناختی دانسته و معتقد است این عوامل به یکدیگر وابسته هستند و به همراه هم در شکل‌گیری گل‌فشان نقش دارند. اما اصولاً گل‌فشان‌ها در یکی از دو حالت زیر تشکیل می‌شوند. دلایل دیگر نقش محلی داشته و تحت‌تأثیر این عوامل هستند (Goubkin and Fedorov, 1938; Yakubov et al., 1971; Higgins and Saunders, 1973; Hedberg, 1980; Barber et al., 1986; Rakhmanov, 1987).

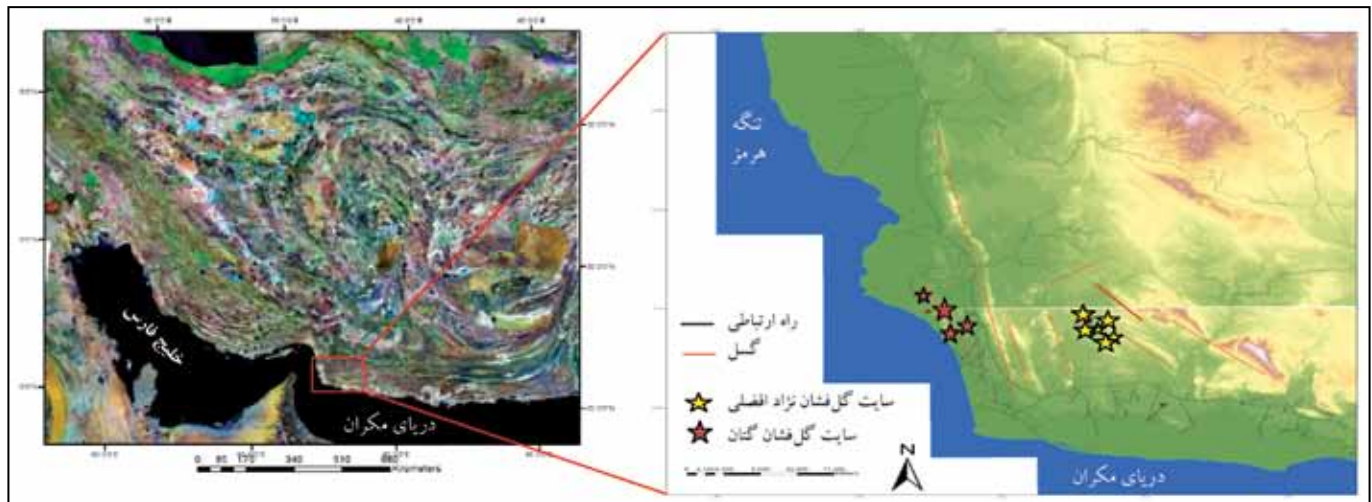
۱- مناطقی با همگرایی صفحات و حرکات حاشیه‌ای آنها

۲- مناطقی با واگرایی صفحات زمین‌ساختی و آهنگ رسوب‌گذاری بالا در بخش‌های ژرف در مورد گل‌فشان‌های سواحل مکران سازوکار اول حاکم است.

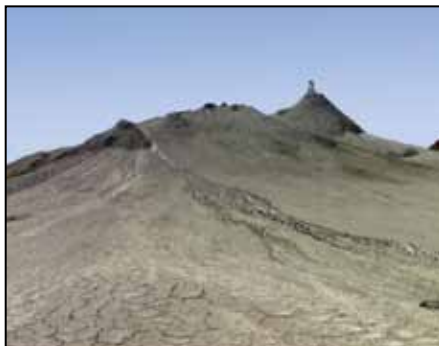
پوسته اقیانوسی دریای عمان از دوران کرتاسه در حال فرونشینی به زیر خشکی اوراسیا است و میزان این فرونشینی امروزه به حدود ۴۰۰ کیلومتر رسیده است. ستبرای پوشش رسوبی نزدیک محل فرونشینی صفحات از ۶ کیلومتر فراتر می‌رود، زاویه فرونشینی حدود ۲ درجه و میزان فرونشینی صفحه اقیانوسی حدود ۴ سانتی‌متر در سال است (Tapponnier et al., 1982). با پیشرفت فرورانش، از زمان پالئوسن، حوضه اقیانوسی به سمت جنوب و به صورت مرحله‌ای جابه‌جا شده است (Kidd & MacCall, 1985).

ایجاد راه‌های دسترسی و امکانات بهداشتی و رفاهی ایجاد کرد و با برگزاری تورهای مختلف، شناساندن گل‌فشان‌های کمیاب این منطقه فراهم شد و با جذب سرمایه‌گذار داخلی و خارجی و ارائه تسهیلات مناسب و تعامل و همکاری با نهادهای اجرایی باعث ایجاد درآمد و اشتغال‌زایی در این مناطق محروم شد.

گل‌فشان‌ها توجه زیادی نشده است، فعالیت و سرمایه‌گذاری مؤثری نیز در این زمینه انجام نشده است، بازدید از این پدیده‌های شگفت‌انگیز هر بیننده‌ای را در نگاه اول متحیر می‌کند. استفاده کاربردی از منابع گل‌فشان به عنوان سرمایه ملی به نفع ملت و کشور است. برای شناساندن هرچه بهتر این پدیده زیبا به مردم کشورمان و جذب دوستداران طبیعت و گردشگران به این منطقه، باید راهکارهای مناسبی برای



شکل ۱ - محدوده منطقه مطالعاتی، سایت گل‌فشانی نژاد افضلی، گل‌فشان‌های گتکان و گل‌فشان‌های منطقه (نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ جاسک، سازمان زمین‌شناسی کشور)



شکل ۳- به هم پیوستگی طولی مخروط‌های گل‌فشانی



شکل ۲- گسترش طولی گل‌فشان‌ها بر روی خط گسل



شکل ۵- مرتفع‌ترین مخروط گل‌فشانی منطقه



شکل ۴- ارتفاع کوچک‌ترین مخروط گل‌فشانی منطقه



شکل ۷- بزرگ‌ترین دهانه حوضچه‌ای فعال گل‌فشان‌های منطقه



شکل ۶- جاری شدن زبانه‌های گلی بر سطح گل‌فشان



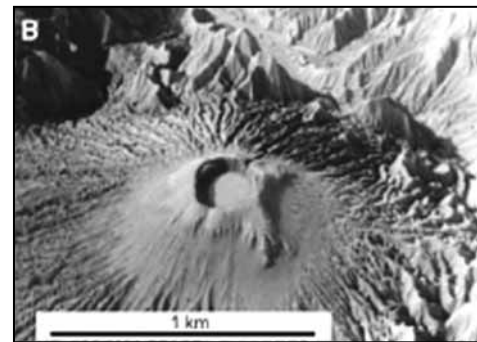
شکل ۹- مخروط گل‌فشان آریانا، زیباترین و مرتفع‌ترین گل‌فشان



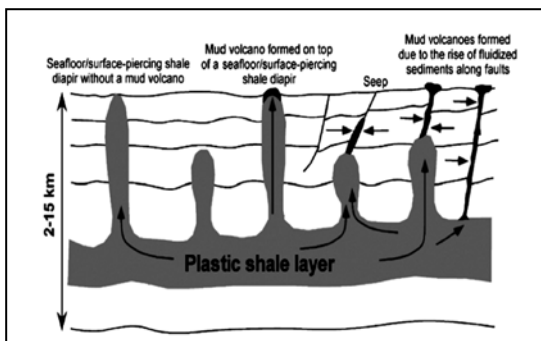
شکل ۸- کوچک‌ترین دهانه مخروط گل‌فشانی منطقه



شکل ۱۱- خارج شدن روانه‌های گلی از طریق دره‌های کور



شکل ۱۰- گسترش سپری روانه‌های مخروط گل‌فشان آریانا،



شکل ۱۳ - سازوکار تشکیل گل‌فشان‌ها در سواحل مکران (Milkov, 2002)



شکل ۱۲- قطر دهانه مخروط گل‌فشان آریانا

جدول ۱- میانگین عناصر تشکیل دهنده رسوب سایت گل فشانی نژاد افصلی. (نژاد افصلی و لک، ۱۳۸۹)

sample no.	Ag (ppm)	As (ppm)	Co (ppm)	Dy (ppm)	Er (ppm)	Eu (ppm)	Ga (ppm)	Gd (ppm)	Mo (ppm)	Nd (ppm)
AMC(1)	< 0.1	4.54	14.24	3.41	1.86	0.96	13.37	4.32	0.43	21.10
AMC(2)	< 0.1	4.82	11.54	3.62	1.70	0.89	9.38	3.45	0.54	17.16
AMC(3)	< 0.1	4.79	12.02	3.46	1.67	0.86	9.92	3.27	0.33	18.73

جدول ۲- میانگین عناصر تشکیل دهنده شورابه مربوط به سایت گل فشانی نژاد افصلی. (نژاد افصلی و لک، ۱۳۸۹)

Solution Label	K (ppm)	Ca(ppm)	Na (ppm)	Mg (ppm)	Al (ppm)	Fe (ppm)	Pb (ppb)	As (ppb)	Co(ppb)
AMC(1)	19.4	13.0	> 2000	9.71	< 1.0	< 1.0	< 20.0	< 50.0	< 20.0
AMC(2)	19.8	8.83	> 2000	13.9	< 1.0	< 1.0	< 20.0	< 50.0	< 20.0
AMC(3)	23.4	9.05	> 2000	8.50	< 1.0	< 1.0	< 20.0	< 50.0	< 20.0

جدول ۳- میانگین عناصر تشکیل دهنده رسوب گل فشانی های گتان. (نژاد افصلی و لک، ۱۳۸۹)

sample no.	Ag (ppm)	As (ppm)	Co (ppm)	Dy (ppm)	Er (ppm)	Eu (ppm)	Ga (ppm)	Gd (ppm)	Mo (ppm)	Nd (ppm)
gtan(1)	< 0.1	4.65	13.58	2.55	1.64	0.85	12.29	3.90	0.50	19.54
gtan(2)	< 0.1	4.81	12.68	2.59	1.54	0.82	11.82	3.76	0.67	18.76
gtan(D)	< 0.1	4.16	12.69	2.46	1.47	0.79	11.62	3.69	0.67	18.08
Ggtan(k)	< 0.1	6.14	12.13	2.72	1.54	0.83	11.30	3.90	0.83	19.29

جدول ۴- میانگین عناصر تشکیل دهنده شورابه، مربوط به گل فشانی های گتان (نژاد افصلی و لک، ۱۳۸۹)

Solution Label	K (ppm)	Ca(ppm)	Na (ppm)	Mg (ppm)	Al (ppm)	Fe (ppm)	Pb (ppb)	As (ppb)	Co(ppb)
G gtan b	53.5	6.26	> 2000	15.6	< 1.0	< 1.0	57.0	< 50.0	< 20.0
G gtan k	25.7	3.28	> 2000	4.18	< 1.0	< 1.0	37.4	< 50.0	< 20.0

کتابنگاری

- آقانیاتی، ع.، ۱۳۸۳- زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، چاپ اول، صفحه ۵۸۶
- امری کاظمی، ع.، ۱۳۸۱- آغازی بر ژئوتوریسم ایران، مجموعه مقالات بیست و یکمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- صمدیان، م.، ۱۳۷۶- بررسی‌های نئوتکتونیک در گستره‌های ساختاری مکران و زاگرس بیرونی، سازمان زمین‌شناسی کشور.
- ثروتی، م.، ۱۳۸۵- ژئوتوریسم و فرصت‌های برنامه‌ریزی آن در استان همدان، مجله فضای جغرافیایی، شماره ۱۶، زمستان ۱۳۸۵
- میرطالبیان، م.، ۱۳۸۰- تأثیر عوامل جغرافیایی منطقه ای در جذب توریست، رساله دکترا دانشگاه آزاد اسلامی.
- نژادافضلی، ک.، لک، ر.، ۱۳۸۹- گزارش بررسی گل‌فشان‌های سواحل شمالی دریای عمان، سازمان زمین‌شناسی کشور، مدیریت زمین‌شناسی دریایی (زیر چاپ).
- نگارش، ح.، ۱۳۷۶- طرح تحقیقاتی مطالعه گل‌فشان‌های استان سیستان و بلوچستان، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- مطیعی، همایون.، ۱۳۷۴- زمین‌شناسی ایران، زمین‌شناسی نفت زاگرس، سازمان زمین‌شناسی کشور

References

- Arshadi, S., 1983- Tectonic implication of the geochemical data from the makranigneous, Island Arc. 676- 689.
- Guliyev, I., Feizullayev, A., 2001- "All About Mud Volcanoes", Geology Institute of Azerbaijan National Academy of Sciences.
- Barber, A. J., Tjokrosapoetro, S., Charlton T. R., 1986- Mud volcanoes, shale diapirs, wrench fault and melanges in accretionary complexes, eastern Indonesia, Bull. Am. Assoc. Pet.Geol. 70, 1729-1741.
- Critelli, S., Derosa, R. & Platt, JP., 1990- Sandstone deterial modes in the markan accretionary wedege, south west Pakistan, sedimentary Geology, 241-260.
- Farhoudi, G., Karig, D. E., 1977- Makran of Iran and Pakistan as an active arc system. Geology 5, 664-668.
- Goubkin, I. M., Fedorov S. F., 1938- Mud volcanoes of the Soviet Union and their Connection with the genesis of petroleum fields in Crimean-Caucasus geologic province. USSR Academy of Science, Moscow (in Russian).
- Hedberg, H. D., 1980- Methane generation and petroleum migration. In: Roberts III, W.H., Cordell, R.J. (eds.), Problems of petroleum migration, AAPG Studies in Geology 10, 179- 206.
- Higgins, G. E., Saunders J. B., 1973- Mud volcanoes - their nature and origin: contribution to the geology and paleobiology of the Carribbean and adjacent areas, Verh. Naturforsch.Geschel. Basel, 84, 101-152
- Kidd, R. G. W. & McCall, G. J. H., 1985- Plate tectonics and the evolution of Makran. In McCall, G. J. H. (ed) East Iran Project, Area No. I. Geological Survey of Iran, Report, 1, 564- 618.
- McCall, G. J. H. (ed), 1985- East Iran Project, Area No. I. Geological Survey of Iran, Report, 1, 564- 618.
- Milkov, A. V., 2002- Worldwide distribution of submarine mud volcanoes and associated gas hydrates, Mar. Geol. 167, 29-42
- Milkov, A. V., Sassen, R., Apanasovich, T.V., Dadashev F.G., 2003- Global gas flux from mud volcanoes: a significant source of fossil methane in the atmosphere and the ocean, Geoph. Res. Lett., 30 (2), 1037, doi: 10.1029/2002GL016358.
- Rakhmanov, R. R., 1987- Mud volcanoes and their importance in forecasting of subsurface petroleum potential. Nedra , Moscow (in Russian).
- Taponnier, P., Mattauer, M., Proust, F. and Cassaigneau, Ch., 1982- Mesozoic Ophiolites, Sutures, and large scale Tectonic Movements of Afghanistan, Earth and Planetary Science Letters, 52, 355-371.
- Vitafenzi , 1979- Contribution to be Quaternary Geology of Southern of Iran. Geological Survey of Iran, Report, 27:30-38
- Yakubov, A. A., Alizade, A. A., Zeinalov, M. M., 1971- Mud volcanoes of Azerbaijan SSR. Atlas. Elm, Baku (in Russian).