

# بررسی گل فشان پیرگل واقع در شرق آتشفشان بزمان و ویژگی‌های آن

دکتر حسین نگارش

استادیار جغرافیای طبیعی دانشگاه سیستان و بلوچستان

## چکیده

گل فشان پیرگل که یکی از پدیده‌های ناشناخته ژئومورفولوژی استان سیستان و بلوچستان و از جاذبه‌های طبیعی بسیار زیبای این استان محسوب می‌شود، در کوه‌های سیاه‌بندان در شرق بزمان و در جنوب غربی خاش واقع شده است. ارتفاع این گل فشان از سطح زمین ۱۲۷ متر و حداکثر ارتفاع آن از سطح دریا ۱۶۶۷ متر می‌باشد. این گل فشان در حال حاضر هفت دهانه‌ی فعال و ۳ یا ۴ مخروط غیرفعال دارد و بر روی یک تپه مارنی با وسعتی در حدود ۵۰ هکتار، واقع شده است. آب خروجی از این گل فشان کاملاً شور و گل آن تقریباً رقیق و رنگ آن خاکستری تیره است. مقدار گاز خروجی آن نسبتاً کم و از نوع گاز دی اکسید کربن ( $CO_2$ ) می‌باشد. این گل فشان تاکنون مورد مطالعه قرار نگرفته و حتی بر روی نقشه‌های زمین شناسی ایران هم نشان داده نشده است. بنابراین با توجه به فقر منابع کتابخانه‌ای، در این مقاله سعی بر این خواهد بود که از تجربه‌ی ۱۳ سال کار مستمر و میدانی نگارنده بر روی گل فشان‌های استان جهت جبران این نقیصه بهره گرفته شود.

کلیدواژه‌ها: گل فشان، پیرگل، مارن، خروج گل و گاز، حباب، دهانه‌ی فعال و غیرفعال.

## مقدمه

یکی از اهداف اصلی و مهم متخصصان علوم زمین، تفسیر شواهد و پدیده‌های سطحی زمین برای تشخیص حوادث و فرایندهای مهم درونی آن است، و از آن جا که گل فشان‌ها از اعماق زمین سرچشمه می‌گیرند، پیام‌آور خوبی از وضعیت درونی زمین هستند (نگارش، ۱۳۸۲: ۱)، از این رو مطالعه‌ی گل فشان‌ها می‌تواند محققان را از وضعیت اعماق زمین باخبر سازد.

اکثر گل‌فشان‌های ایران که تماماً از نوع گل‌فشان‌های سرد و تکتونیک هستند، در نوار ساحلی دریای عمان و یا در کناره‌ی ساحل شرقی دریای خزر قرار دارند، ولی گل‌فشان پیرگل در ایران یک استثناء است، زیرا که فاصله هوایی گل‌فشان حدود ۳۰۰ کیلومتر و فاصله‌ی زمینی آن تقریباً ۵۰۰ کیلومتر تا ساحل دریای عمان است و در مرکز استان سیستان و بلوچستان قرار دارد. بنابراین مطالعه‌ی این گل‌فشان استثنایی که از بسیاری جهات با سایر گل‌فشان‌های ایران متفاوت است، لازم و ضروری به نظر می‌رسد و به همین دلیل به عنوان یکی از اهداف اصلی نگارنده در تهیه‌ی این مقاله محسوب می‌گردد.

### مواد و روش‌ها

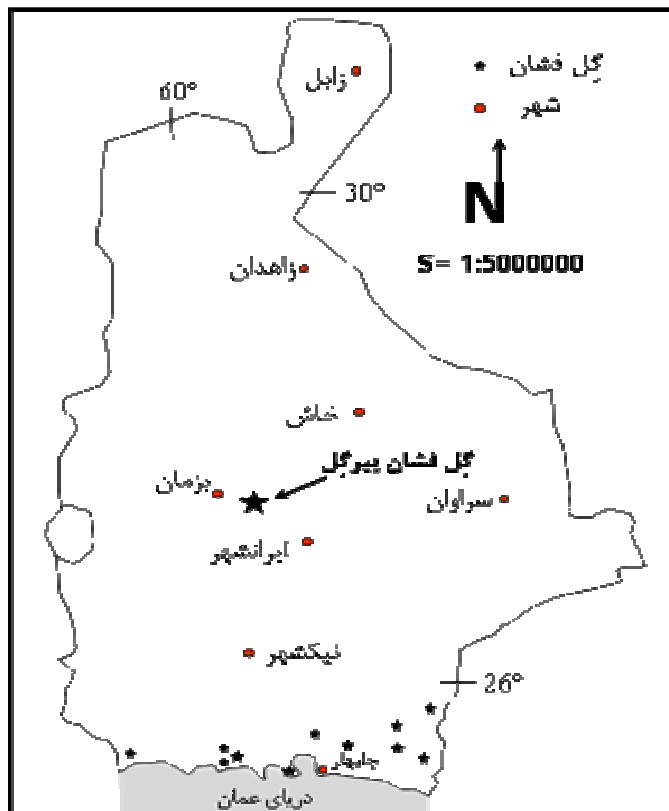
همان‌طور که اشاره شد، منابع کتابخانه‌ای در مورد گل‌فشان‌های ایران بسیار کم و اندک است و در مورد این گل‌فشان نیز وضعیت بدتر می‌باشد و هیچ‌گونه منبعی وجود ندارد. لذا جهت جبران این نقیصه، بیشتر از مطالعات آزمایشگاهی استفاده شد. از این‌رو با چندین بار رفتن به منطقه و انجام تحقیقات میدانی، ابتدا توسط دستگاه GPS موقعیت جغرافیایی آن تعیین و سپس مطالعات ژئومورفیک و مورفومتریک آن در منطقه صورت گرفت و بعد، نمونه‌برداری از گاز، آب و گل‌خروجی از گل‌فشان و انتقال به آزمایشگاه شیمی، آزمایشات لازم برای تعیین ترکیب معدنی نمونه‌های برداشت شده انجام شد. بنابراین روش تحقیق این مقاله ترکیبی از تحقیقات میدانی و آزمایشگاهی می‌باشد.

### موقعیت جغرافیایی گل‌فشان

گل‌فشان پیرگل در شرق آتشفشان بزمان و در جنوب‌غربی شهرستان خاش و در کوه‌های سیاه بندان واقع شده است. فاصله‌ی این گل‌فشان تا گوهرکوه ۷۸ کیلومتر، تا نوک‌آباد ۱۱۳ کیلومتر، تا اسکل‌آباد ۱۱۹ کیلومتر، تا زاهدان ۲۲۴ کیلومتر است. فاصله‌ی هوایی این گل‌فشان تا سواحل دریای عمان ۳۰۰ کیلومتر و فاصله‌ی زمینی آن تقریباً ۵۰۰ کیلومتر می‌باشد. عرض جغرافیایی آن  $27^{\circ} 59' 5''$  و طول جغرافیایی گل‌فشان  $60^{\circ} 29'$  برآورد و محاسبه گردیده است (نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ منطقه، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح).

راه این گل‌فشان تا آبادی گوهرکوه آسفالت است و پس از آن دسترسی به منطقه از طریق یک جاده مالرو امکان‌پذیر می‌باشد.

با توجه به این که سایر گل‌فشان‌های استان در جلگه‌ی ساحلی قرار دارند، این گل‌فشان به طور استثنایی در قسمت‌های مرکزی استان واقع شده و کیلومترها تا ساحل دریای عمان فاصله دارد.



شکل ۱: پراکندگی گل‌فشان‌ها در استان سیستان و بلوچستان و موقعیت گل‌فشان پیرگل در آن

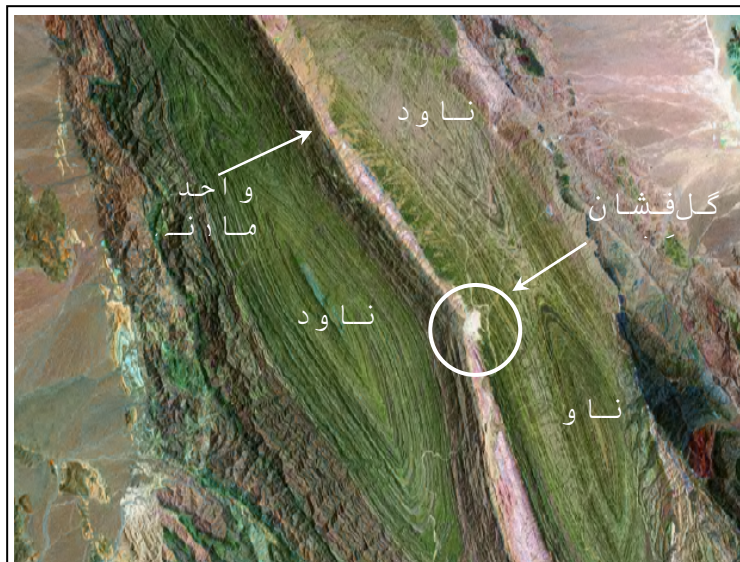
### وجه تسمیه پیرگل

در قسمت فوقانی این گل‌فشان آثار و شواهدی وجود دارد که بومیان محل آن را به یک فرد مقدس (ولی یا پیرمقدس) نسبت می‌دهند (نگارش، ۱۳۸۰: ۲۳۸)، به اعتقاد بومیان منطقه، به علت این که گل این گل‌فشان از بالا به پایین سرازیر می‌شود و قسمت بالا به پیر مقدس تعلق دارد، از این رو برای این گل و مکان تقدس خاصی قائل‌اند و آن را «پیرگل» یعنی مکانی که گل آن متعلق به پیر مقدس است، نام گذارده‌اند.

### زمین شناسی منطقه

گل فشان مذکور بر روی یک واحد مارنی که از دو طرف توسط دو ناودیس احاطه شده است و جهتی شمال غربی - جنوب شرقی دارد، واقع شده است. عرض واحد مارنی فوق الذکر که به صورت یک طاقدیس خودنمایی می کند، در حدود ۱ تا ۴ کیلومتر و طول آن چندین کیلومتر است.

توالی های سنگی اطراف گل فشان بیشتر از ماسه سنگ همراه با کمی کنگلومرا و سیلت استون می باشد (نقشه زمین شناسی کارواندر، برگه شماره ۸۱۴۵) و بعضاً آهک های خاکستری تیره کمی کریستالیزه با لایه بندی متوسط همچین شیل هم به تناوب در آنها مشاهده می شود (نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰۰ شرکت ملی ایران، برگ جنوب شرقی ایران).



شکل ۲: وضعیت قرار گیری گل فشان پیر گل بر روی واحد مارنی و ناودیس های اطراف آن بر اساس تصاویر ماهواره ای منطقه

در قسمت شرقی گل فشان، گسل کارواندر با روند شمال غربی - جنوب شرقی قرار دارد که نهشته های فلیش کاملاً چین خورده و تکتونیزه و حتی دگرگون شده همراه با افیولیت ملانژها را در قسمت شرق از نهشته های غرب آن که قبلاً به شرح آنها پرداخته شد، جدا می سازد.

### ژئومورفولوژی منطقه

همان‌طور که اشاره شد، گل‌فشان مذکور در منتهی‌الیه جنوب‌شرقی رشته‌کوه مرکزی و در محل تلاقی ارتفاعات مکران و کوه‌های شرق ایران قرار دارد و ژئومورفولوژی آن نسبتاً خشن و ناهموار ولی جالب و دیدنی است. به طوری که تناوب لایه‌های شیل و ماسه سنگ و فرسایش موجود در آنها چهره‌ای خاص به منطقه بخشیده است. عمود بودن لایه‌های ماسه سنگی که ارتفاع برخی از آنها به حدود ۳۰ تا ۴۰ متر نیز می‌رسد، در خور توجه است و راه‌های مالرو و خاکی بسیار ناهموار نیز از لابلای همین شیل‌های فرسایش یافته، عبور می‌کند و عمود بودن دیواره‌های بلند ماسه سنگی شکل و قیافه‌ی یک کوچه‌ی طبیعی<sup>۱</sup> به آن داده است، که حکایت از بالا بودن فشارهای تکتونیکی و چین‌خورده و تکتونیزه بودن منطقه‌ی مورد مطالعه دارد.

### نحوه‌ی تشکیل گل‌فشان

نحوه‌ی تشکیل گل‌فشان‌ها بیشتر به منشاء و نوع آنها بستگی دارد و گل‌فشان پیرگل نیز از این قاعده مستثنی نیست. اصولاً دو نوع گل‌فشان در دنیا وجود دارد. یکی گل‌فشان‌های سرد که منشاء تکتونیکی دارند و دیگری گل‌فشان‌های گرم که از عوارض بعدی آتشفشان‌ها محسوب می‌شوند (نگارش، ۱۳۸۰: ۲۲۱).

به‌طور کلی می‌توان گفت که نحوه‌ی تشکیل گل‌فشان بیشتر با نوع و منشاء فشاری که به آن وارد می‌شود تا گل از درون زمین خارج شود، مرتبط است (نگارش، ۱۳۸۲: ۶). عده‌ای همیشه به دنبال پیدا کردن این پاسخ بوده‌اند که چه عواملی باعث می‌شود که آب و گل از اعماق به سطح زمین فوران می‌کند. نظرات و عقاید گوناگونی تاکنون در این زمینه ارائه شده است به این شرح است:

۱- برخی از دانشمندان معتقدند که گاهی اوقات لایه‌های ضخیم رس به قدری سریع رسوب‌گذاری می‌شوند که آب موجود در آنها فرصت خروج پیدا نمی‌کند و به همین علت حالت سیال پیدا نموده و به واسطه‌ی داشتن آب فراوان، نیروهای تکتونیکی بعداً رس‌ها را تحت فشار قرار داده و آنها را به همراه گاز به سمت بالا می‌راند.

۲- عده‌ای دیگر از پژوهشگران معتقدند که فعالیت‌های زمین‌لرزه‌ای عامل اصلی خروج آب و گل است.

۳- تعدادی هم فشار مخازن نفت و گاز درون زمین را عامل اصلی فشار و بالا راندن آب و گل می‌دانند. در هر حال تمام محققان بر این اعتقادند که فشار عامل اصلی

تشکیل هر نوع گل‌فشانی اعم از گل‌فشان سرد یا گرم می‌باشد. بنابراین با توجه به این که دمای آب، گاز و گل این گل‌فشان همدمای با محیط است و گاز آن منشأ آذرین ندارد و بر اثر عمل سابداکشن و فشارهای تکتونیکی منطقه به‌وجود آمده است. نحوه‌ی تشکیل این گل‌فشان که از نوع سرد با منشأ تکتونیکی می‌باشد، بیشتر به نظریه‌ی اول برمی‌گردد و نظریات دیگر در مورد این گل‌فشان نمی‌تواند صادق باشد.

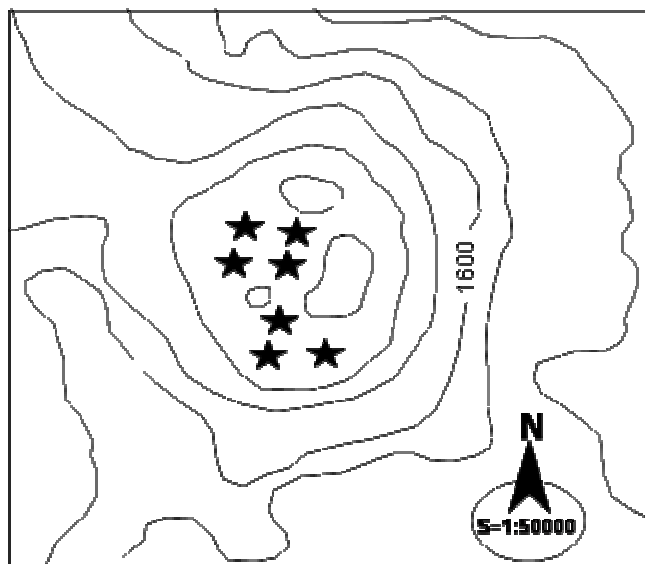
### شکل و مورفولوژی گل‌فشان

گل‌فشان مذکور بر روی یک تپه از جنس مارن که طول تقریبی آن ۱۰۰۰ متر و عرض آن حدود ۵۰۰ متر است، قرار دارد و مساحت تقریبی این تپه حدود ۵۰۰۰۰۰ مترمربع یا ۵۰ هکتار می‌باشد.



شکل ۳: منظره‌ی بخشی از تپه‌ی مارنی که دهانه‌های گل‌فشان بر روی آن قرار دارند و با فلش مشخص شده‌اند.

بر روی قسمت فوقانی این تپه مارنی که خود بخشی از یک نوار مارنی چندین کیلومتری است (مراجعه شود به شکل ۲)، تعدادی مخروط با دهانه‌های کوچک و بزرگ قرار دارد که هفت دهانه آن در آخرین بازدید میدانی (۸۲/۳/۱) فعال و نیمه‌فعال و ۳ تا ۴ دهانه دیگر غیرفعال و خاموش بودند.



شکل ۴: نقشه توپوگرافی اصلاح شده و موقعیت دهانه‌های هفتگانه گل‌فشان بر روی آن

به‌طور کلی مخروط‌های غیرفعال که در حال حاضر خاموش هستند و فعالیتی از خود نشان نمی‌دهند، بلندترین ارتفاع گل‌فشان را به خود اختصاص داده‌اند (۱۶۶۷ متر). وجود ریل‌های متعدد، گالی‌های وسیع و همچنین دره‌های کور عمیق از لحاظ ژئومورفولوژی جلوه‌ای خاص و دیدنی به این گل‌فشان بخشیده است. در قسمت شمالی گل‌فشان مذکور تخریب زیادی صورت گرفته که به احتمال زیاد به نظر می‌رسد یا به علت سوبسیدانس و فرونشینی زمین به خاطر فوران زیاد گل در گذشته باشد و یا تخریب شدن و فرو ریختن سقف دره‌های کور فراوان مسبب این عمل باشد.

#### تفاوت گل‌فشان پیرگل با سایر گل‌فشان‌های استان

- این گل‌فشان به رغم داشتن تشابهاتی با گل‌فشان‌های دیگر از چند جهت با سایر گل‌فشان‌های استان تفاوت دارد که ذیلاً به عمده‌ترین آنها اشاره می‌شود:
- ۱- این گل‌فشان از لحاظ ارتفاع از سطح زمین، مرتفع‌ترین گل‌فشان استان و ایران است.
  - ۲- این گل‌فشان برعکس سایر گل‌فشان‌های استان بر روی یک تپه‌ی مرتفع که خود از سطح زمین ۱۲۷ متر و از سطح دریا ۱۶۶۷ متر ارتفاع دارد، واقع شده است.

- ۳- با توجه به این که سایر گل‌فشان‌های استان در جلگه‌ی ساحلی قرار دارند، این گل‌فشان در قسمت‌های مرکزی استان واقع شده و تا ساحل دریای عمان حداقل ۳۰۰ کیلومتر فاصله‌ی هوایی و ۶۰۰ کیلومتر فاصله‌ی زمینی دارد.
- ۴- وسعت این گل‌فشان حدود ۵۰ هکتار است و وسیع‌ترین گل‌فشان استان و ایران محسوب می‌شود، در صورتی که وسعت بقیه‌ی گل‌فشان‌های استان به سختی به ۲ هکتار می‌رسد.
- ۵- گل این گل‌فشان شورتر از سایر گل‌فشان‌های استان است و میزان شوری آن بسیار بالا می‌باشد.
- ۶- گاز خروجی از این گل‌فشان، دی‌اکسیدکربن ( $CO_2$ ) است، در صورتی که در سایر گل‌فشان‌های استان، اگر گازی وجود داشته باشد، از نوع گاز متان است.
- ۷- گل‌فشان مذکور برخلاف سایر گل‌فشان‌های استان مثل ناپیگ، سیصاد، در ابول شرقی و غربی، مخروط واحدی ندارد و دارای چندین دهانه و مخروط می‌باشد.
- ۸- این گل‌فشان دارای تعدادی چشمه‌ی آب است، در صورتی که در هیچ‌کدام دیگر از گل‌فشان‌های استان مشاهده نمی‌شود.
- ۹- قراردادن این گل‌فشان سرد و تکتونیک در بین دو توده‌ی آذرین (تفتان در شمال شرقی و بزمان در جنوب‌غربی) تا حدی ابهام‌آمیز و اعجاب‌آور است، زیرا که انتظار میرفت این گل‌فشان از نوع گرم و آتشفشانی باشد.
- ۱۰- رنگ گل خروجی بقیه‌ی گل‌فشان‌های استان معمولاً خاکستری تیره یا روشن است، در صورتی که در بخشی از این گل‌فشان، گل خروجی تقریباً زرد یا کرم‌رنگ است (شبه به لیمونیت...).
- ۱۱- مناظر بدلدنی و همچنین تعداد ریل‌ها و گالی‌ها و دره‌های کور این گل‌فشان به مراتب بیشتر از سایر گل‌فشان‌های استان است.

### ارتفاع گل‌فشان

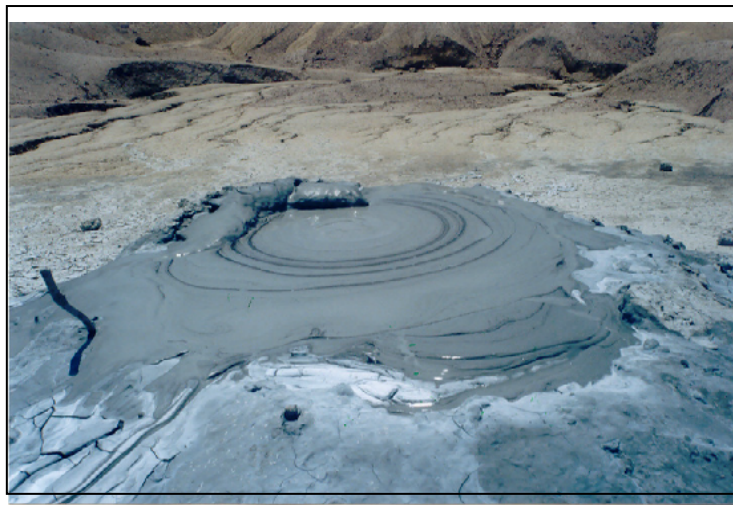
همان‌طور که اشاره گردید، یکی از تفاوت‌های اساسی این گل‌فشان با سایر گل‌فشان‌های استان، مرتفع بودن آن است. این گل‌فشان بر روی یک تپه قرار دارد که پایین‌ترین ارتفاع آن ۱۵۴۰ متر و حداکثر ارتفاع آن ۱۶۶۷ متر از سطح دریا (مراجعه شود به نقشه توپوگرافی اصلاح شده) می‌باشد. بنابراین ارتفاع این گل‌فشان از سطح زمین

۱۲۷ متر برآورد شده است و به همین لحاظ بلندترین گل‌فشان ایران و استان محسوب می‌شود.<sup>۱</sup>

نکته‌ی حائز اهمیت این است که گرچه ارتفاع تپه ۱۲۷ متر از سطح زمین است ولی ارتفاع ظاهری هیچکدام از مخروط‌های فعال و غیرفعال گل‌فشان از ۶ یا ۷ متر تجاوز نمی‌کند و اکثراً ۲ تا ۴ متر بلندی دارند و این در حالی است که گل‌فشانی در کشور پاکستان وجود دارد که ارتفاع آن از سطح زمین حدود ۵۰۰ متر گزارش شده است.

### نحوه‌ی فعالیت و شیوه‌ی خروج گل از گل‌فشان

چون این گل‌فشان گاز قابل توجهی ندارد، بنابراین خروج گل آن با حباب‌های بزرگ همراه نیست و اکثر حباب‌ها کوچک و ارتفاع و قطر آنها در حدود ۱۰ تا ۲۰ سانتیمتر است و بندرت به ۳۰ سانتیمتر می‌رسد، از این رو تشکیل حباب در این گل‌فشان با گل‌فشان ناپگ واقع در سواحل دریای عمان و غرب چابهار قابل مقایسه نیست.



شکل ۵: نحوه‌ی خروج گل از دهانه‌ی شماره‌ی ۶ واقع در شمال و شمال‌غربی گل‌فشان

۱- در هنگام آخرین بازدید میدانی از گل‌فشان مذکور در تاریخ ۸۲/۳/۱ به اتفاق آقای دکتر محمدنبی گرگیچ عضو هیأت علمی گروه زمین‌شناسی و آقای دکتر نوروزی فر عضو هیأت علمی گروه شیمی دانشگاه سیستان و بلوچستان، ارتفاعات ذکر شده نیز به‌وسیله GPS کنترل و صحت آنها مورد تأیید قرار گرفت.

فعالیت دهانه‌های مختلف این گل‌فشان در طول سال و حتی سال‌های مختلف متغیر است و بعضاً مشاهده می‌شود که دهانه‌ای فعال، خاموش و یا دهانه‌ی خاموشی مجدداً فعال شده است و همچنین میزان آب و گل خروجی و حتی وسعت پخش شدن گل‌ها در طول زمان تغییر می‌یابد. خروج گل از دهانه معمولاً به آرامی صورت می‌گیرد و خیلی شدید نیست.

جدول شماره (۱) مشخصات تشکیل و طول عمر حباب‌ها را در دهانه‌های هفتگانه گل‌فشان در تاریخ ۸۲/۳/۱ نشان می‌دهد.\*

جدول ۱: مشخصات تشکیل و طول عمر حباب‌ها در دهانه‌های هفتگانه گل‌فشان

شماره دهانه‌های گل‌فشان	مکان قرارگیری دهانه بر روی گل‌فشان	پریود خروج حباب به ثانیه	طول عمر خروج حباب به ثانیه**
دهانه‌ی اول	جنوب غربی گل‌فشان	۱۵	۵
دهانه‌ی دوم	جنوب غربی گل‌فشان	۱۵	۵
دهانه‌ی سوم	مرکز گل‌فشان	***	***
دهانه‌ی چهارم	شمال و شمال غربی گل‌فشان	***	***
دهانه‌ی پنجم	شمال و شمال غربی گل‌فشان	۶۰۰	۲۹/۵
دهانه‌ی ششم	شمال و شمال غربی گل‌فشان	۲۷۰	۲۰۱
دهانه‌ی هفتم	شمال و شمال غربی گل‌فشان	۸	۳/۵

بنابراین با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام شده، زمان تناوب فعالیت گل‌فشان و تشکیل حباب به‌طور متوسط از ۱۵ ثانیه تا ۶۰۰ ثانیه متغیر است و طول عمر حباب‌های متوالی و پشت سرهم بین ۳/۵ تا حداکثر ۲۰۱ ثانیه در نوسان می‌باشد.

\*- اندازه‌گیری توسط آقای مهندس ماشاء...حمانی کارشناس گروه شیمی و آقای دکتر میثم نوروزی فر عضو هیأت علمی گروه شیمی دانشگاه سیستان و بلوچستان انجام شده است.

\*\* - منظور این است که گاهی اوقات حباب‌ها به صورت ممتد و پشت سرهم خارج می‌شوند و هنوز حباب قبلی تمام نشده حباب بعدی شروع می‌شود، به طوری که هیچ فاصله‌ی زمانی بین حباب‌های تشکیل شده نمی‌توان قائل شد ولی در بعضی از مواقع و در برخی از دهانه‌ها حباب‌های تشکیل شده می‌ترکند و مجدداً حباب دیگری به‌وجود می‌آید و زمان ذکر شده مدت‌زمانی است که حباب‌ها بلا انقطاع و پشت سر هم و یکی پس از دیگری تشکیل می‌شوند (زمان ذکر شده میانگین سه مرحله اندازه‌گیری است).

\*\*\* - در تاریخ ۸۲/۳/۱ که اندازه‌گیری به وسیله‌ی کورنومتر انجام می‌شد، دهانه فاقد حباب بود.

### غلظت گل خروجی

یکی از ویژگی‌های مهم گل‌فشان‌ها این است که در طول زمان رفتارهای متفاوت و گوناگونی را از خود بروز می‌دهند و تشابهات گل‌فشان‌ها نسبت به یکدیگر به مراتب از تفاوت‌های آنها کمتر است و غلظت گل، یکی از این وجوه افتراق است. به‌طور کلی می‌توان گفت که غلظت گل این گل‌فشان خیلی بالا نیست و تقریباً رقیق و آبکی می‌باشد و در مقایسه با سایر گل‌فشان‌های استان از گل‌فشان‌های عین، کاشی، سند میرسوبان، بُربرک، ... غلیظ‌تر و از گل‌فشان ناپگ... رقیق‌تر به نظر می‌رسد (نگارش، ۱۳۷۶: ۳۷-۲۴).



شکل ۶: رقیق بودن گل خروجی از دهانه‌ی شماره ۷ واقع در شمال و شمال غربی گل‌فشان

### رنگ و مزه‌ی آب و گل خروجی

به‌طور کلی رنگ گل خروجی در اکثر گل‌فشان‌ها خاکستری و خاکستری تیره است و گل خروجی از گل‌فشان پیرگل نیز از این قاعده پیروی می‌کند، ولی در یک دهانه (دهانه‌ی شماره‌ی ۵ واقع در شمال و شمال غربی گل‌فشان) تقریباً استثناً وجود دارد و رنگ گل خروجی زرد یا کرم‌رنگ است. به نظر می‌رسد گل خروجی در حین بالا آمدن از اعماق زمین با توجه به توالی‌های سنگی منطقه، از واحدهای سنگی آغشته به اکسید آهن عبور می‌کند و تغییر رنگ موصوف را سبب می‌شود. از لحاظ مزه‌ی آب و گل خروجی بیش از حد شور است، به‌طوری‌که اگر فعالیت گل‌فشان کم شود و میزان تبخیر بالا باشد، در اطراف دهانه نمک ظاهر می‌شود و منظره شوره‌زار به خود می‌گیرد.



شکل ۷: کم شدن فعالیت گل فشان و تشکیل نمک در دهانه‌ی شماره‌ی ۲ واقع در جنوب غربی گل فشان

### دما و PH گل خروجی

گل خروجی از دهانه‌های هفتگانه گل فشان از لحاظ دما و PH وضعیت متفاوتی با هم دارند و جدول شماره‌ی (۲) آن را به خوبی نشان می‌دهد.

جدول ۲: وضعیت گل خروجی از دهانه‌های هفتگانه‌ی گل فشان از

#### لحاظ دما و PH

شماره دهانه‌های گل فشان	مکان قرارگیری دهانه بر روی گل فشان	دمای گل خروجی به سانتیگراد	PH گل خروجی
دهانه‌ی اول	جنوب غربی گل فشان	۲۵	۸/۵
دهانه‌ی دوم	جنوب غربی گل فشان	۲۴	۸
دهانه‌ی سوم	مرکز گل فشان	۲۸	۹
دهانه‌ی چهارم	شمال و شمال غربی گل فشان	**	**
دهانه‌ی پنجم	شمال و شمال غربی گل فشان	۲۴/۵	۸
دهانه‌ی ششم	شمال و شمال غربی گل فشان	۲۰/۵	۷
دهانه‌ی هفتم	شمال و شمال غربی گل فشان	۳۰	۹/۵

\*- دهانه در تاریخ ۸۲/۳/۱ موقتاً خاموش بود (فعال نبود) و هیچ‌گونه گلی از آن خارج نمی‌شد، بنابراین اندازه‌گیری PH و دمای آن مقدور نبود.

بنابراین، همان‌طور که جدول فوق نشان می‌دهد، دمای گل خروجی بین حداقل ۲۰/۵ تا حداکثر ۳۰ درجه سانتیگراد و PH آن از ۷ تا ۹/۵ در نوسان است، که این امر نشان‌دهنده خنثی تا قلیایی بودن گل خروجی است. در زمان اندازه‌گیری دمای گل، دمای محیط در ساعت تقریباً ۲ بعد از ظهر حدود ۳۷ تا ۳۹ درجه سانتیگراد بود، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که دمای گل خروجی سردتر از دمای محیط اطراف گل فشان است.

### ترکیب معدنی گاز خروجی

تاکنون تصور می‌شد که میزان خروج گاز این گل فشان اولاً زیاد است و ثانیاً گاز آن از نوع متان می‌باشد، ولی مطالعات میدانی و آزمایشگاهی نشان داد که نه تنها میزان خروج گاز این گل فشان زیاد نیست، بلکه بر عکس تصورات قبلی، گاز آن از نوع «دی اکسید کربن CO<sub>2</sub>» می‌باشد و آزمایشات میدانی در دهانه‌ی گل فشان نشان داد که به راحتی کبریت را خاموش می‌کند. مقادیر دی‌اکسید کربن جمع‌آوری شده از دهانه‌های فعال گل فشان بر حسب ppm در جدول شماره ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳: مقادیر دی اکسید کربن جمع‌آوری شده از دهانه‌های

فعال گل فشان پیرگل (نوروزی فر، ۱۳۸۲: ۴۱)

شماره‌ی دهانه‌های گل فشان	دهانه‌ی اول	دهانه‌ی دوم	دهانه‌ی پنجم	دهانه‌ی ششم	دهانه‌ی هفتم
مقدار دی اکسید کربن	۸۴	۴۶	۱۴۷	۹۵	۶۷

### غلظت عناصر موجود در آب گل فشان

همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، آب این گل فشان برخلاف سایر گل فشان‌های استان از شوری بسیار بالایی برخوردار است و تشکیل نمک فراوان در دهانه‌هایی که فعالیت کمتری دارند، دلیل این مدعا است.

جدول شماره‌ی (۴) غلظت عناصر موجود در ۳ نمونه از آب خروجی گل فشان را برحسب میلی‌گرم بر لیتر نشان می‌دهد. شایان ذکر است که نمونه‌ی آب شماره‌ی ۱ که رنگ گل خروجی آن کرم رنگ است در تاریخ ۸۲/۱/۸ از دهانه‌ی شماره‌ی ۵ و

۱- آزمایشات مربوط به آنالیز کمی یون‌های موجود در نمونه‌های آب و همچنین شناسایی ترکیبات موجود در نمونه‌های گل با استفاده از دستگاه XRD توسط آقای دکتر میثم نوروزی فر عضو هیأت علمی گروه شیمی دانشگاه سیستان و بلوچستان انجام شده است.

نمونه‌های آب شماره‌ی ۱ و ۲ که رنگ گل خروجی آنها خاکستری رنگ می‌باشد، در تاریخ ۸۲/۳/۱ از دهانه‌ی شماره‌ی ۷ واقع در شمال غربی گل‌فشان برداشته شده است.

جدول ۴: غلظت عناصر موجود در سه نمونه از آب خروجی گل‌فشان  
برحسب میلی‌گرم بر لیتر

نوع عناصر	نمونه آب شماره ۱ با گل کرم رنگ	نمونه آب شماره ۲ با گل خاکستری رنگ	نمونه آب شماره ۳ با گل خاکستری رنگ
سدیم Na	۱۵۲۰۰	۱۳۶۰۰	۱۳۴۷۰
پتاسیم K	۲۵۰	۲۱۰	۱۹۸
لیتیم Li	۲۲	۱۷	۱۸
منیزیم Mg	۱۶۴	۱۲۴	۱۳۷
کلسیم Ca	۱۴	۱۸	۱۹
سرب Pb	۱/۴	۰/۵۶	۰/۷۶
آهن Fe	۰/۴۲	۳/۱	۲/۷
مس Cu	—	—	—
منگنز Mn	—	—	—

بنابراین با توجه به جدول فوق، اولاً غلظت سدیم در هر سه نمونه فوق العاده بالا است که دلالت بر شوری زیاد دارد، ثانیاً غلظت عناصر سدیم، پتاسیم، لیتیم، منیزیم و سرب نمونه‌ی آب شماره‌ی ۱ با گل کرم‌رنگ بیشتر از نمونه‌های آب شماره‌ی ۲ و ۳ با گل خاکستری‌رنگ است ولی در عوض غلظت عناصر آهن در نمونه‌ی شماره‌ی ۲ و کلسیم در نمونه‌ی شماره‌ی ۳ بیشتر از نمونه‌ی شماره‌ی ۱ می‌باشد.

#### ترکیب معدنی گل خروجی

جهت تشخیص ترکیب معدنی گل خروجی از گل‌فشان، ابتدا نمونه‌ها از دهانه‌های مختلف انتخاب و با استفاده از دستگاه «XRD» ترکیب آنها به شرح جدول شماره (۵) مشخص گردید:

جدول ۵: ترکیب معدنی گل خروجی از گل فشان با استفاده از دستگاه «XRD»

شرح نمونه	ترکیبات تشخیص داده شده توسط دستگاه XRD در هر نمونه
نمونه‌ی گل شماره‌ی ۱ با رنگ کرم از دهانه‌ی شماره‌ی ۵	$K_2Ca(CO_3)_2$ , $CaO$ , $CaCO_3$ , $SiO_2$
نمونه‌ی گل شماره‌ی ۲ با رنگ خاکستری از دهانه‌ی شماره‌ی ۷	$SiO_2$ , $MgSiO_3$ , $KFeSi_3O_8$

بنابراین به غیر از  $SiO_2$  که در هر دو نمونه مشترک است، ترکیبات این دو نمونه علی‌رغم این که دهانه‌های آنها حدود ۷ متر از هم فاصله دارند، به کلی با هم متفاوت است. به نظر می‌رسد رنگ کرم نمونه‌ی شماره‌ی ۱ بیشتر به علت کلسیت، کلسیم و پتاسیم و همچنین رنگ خاکستری نمونه‌ی شماره‌ی ۲ احتمالاً بیشتر به خاطر آهن و منیزیم باشد.

### خاصیت گل درمانی گل فشان

اصولاً گل فشان‌ها کاربرد زیادی دارند که از آن جمله می‌توان به استفاده از گل آنها در سفال‌سازی، کوزه‌گری، بهره‌برداری از گاز، گردشگری، گل درمانی ... اشاره نمود. در صورت رقیق بودن گل خروجی از گل فشان، استفاده‌های درمانی زیادی از آن به عمل می‌آید. مردم بومی محل اعتقاد دارند که گل این گل فشان شفابخش می‌باشد (مراجعه شود به وجه تسمیه گل فشان). از این رو برخی از بومیان محل پس از فرورفتن به داخل گل‌های رقیق و یا مالیدن گل به بدن خود، در یک مکان مشخص که به پیر مقدس نسبت داده می‌شود به نماز و نیایش مشغول می‌شوند. بعضی از افراد مقداری گل از گل فشان برداشته و برای ادامه درمان با خود به منزل می‌برند. ناگفته نماند که گل درمانی از طریق گل فشان‌ها، تنها مختص استان سیستان و بلوچستان نیست، بلکه در برخی از کشورهای دیگر مثل کشور آذربایجان که حدود ۴۰٪ از گل فشان‌های دنیا را در خود جای داده است، رواج فراوانی دارد و حتی برای کشور مذکور درآمد ارزی نیز ایجاد نموده است (Dinets, 2000: 1).

ذکر این نکته ضروری است که گل درمانی خاص بیماری‌های پوستی نیست، بلکه برای درمان کمردرد، دردهای مفاصل، از طریق استحمام و شستشوی بدن، کمپرس گرم، ... نیز از آن استفاده می‌شود (Guliyev, 1998: 2).

### نتیجه گیری

گل فشان پیرگل تنها گل فشان استان سیستان و بلوچستان است که از آن گاز کربنیک خارج می شود و یکی از گل فشان های استثنایی و منحصر به فرد ایران محسوب می شود و از بسیاری جهات با سایر گل فشان های استان و کشور تفاوت اساسی دارد. از لحاظ نحوه پیدایش، این گل فشان از نوع سرد و تکتونیکی می باشد، زیرا که دمای آب، گاز و گل آن همدمای با محیط است و گاز آن منشأ آذرین ندارد و بر اثر عمل سابداکشن و فشارهای تکتونیکی منطقه به وجود آمده است. این گل فشان مرتفع ترین گل فشان ایران است و آب موجود در آن از شوری بالایی برخوردار است و مقادیر زیادی سدیم، پتاسیم و منیزیم و همچنین مقادیر کمی لیتیم، کلسیم، آهن و سرب در آن وجود دارد.

گاز خروجی از این گل فشان دی اکسید کربن بوده و فاقد ترکیبات آلی و گوگردی است و گل خروجی از آن نیز شورتر از گل خروجی از سایر گل فشان های استان می باشد و دارای دو ترکیب متفاوت بوده که در بیشتر دهانه ها که دارای گل خاکستری رنگ هستند، به صورت  $KFeSi_3O_8$  ,  $MgSiO_3$  ,  $SiO_2$  و در دهانه های ۱ و ۵ نیز با گل کرم رنگ به صورت  $SiO_2$  ,  $CaCO_3$  ,  $CaO$  ,  $K_2Ca(CO_3)_2$  می باشد. گرچه راه دسترسی به این گل فشان سخت و دشوار است، ولی جاذبه های طبیعی و گردشگری موجود در آن ایجاب می کند که مسؤولان استان به فکر سرمایه گذاری بیشتر جهت جذب گردشگر داخلی و خارجی و کسب درآمد ارزی و ریالی باشند.

بنابراین با توجه به توضیحات بالا، مطالعه کامل این گل فشان لازم و ضروری است. زیرا که شناخت رفتارهای متغیر گل فشان در طول سال و همچنین سال های مختلف جهت درک بهتر مکانیسم و ویژگی های آن، ضرورت مطالعه ای آن را دو چندان می نماید و امید است با توجه به تشکیل مرکز گل فشان شناسی در حوزه ی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان، همت و تلاش بیشتری در زمینه ی مطالعه ی گل فشان های استان و به ویژه گل فشان پیرگل به عمل آید.

### منابع و مأخذ

- ۱- نقشه‌ی توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح به شماره 1 8045 ، به نام غرب شه آرو.
  - ۲- نقشه‌ی توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ منطقه به شماره NG 41-1 ، به نام ایرانشهر.
  - ۳- نقشه‌ی زمین‌شناسی کارواندر به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ، برگ شماره 8145 .
  - ۴- نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰۰ شرکت ملی نفت ایران، برگ شماره ۶، جنوب شرقی ایران.
  - ۵- نگارش، حسین. (۱۳۷۶). «طرح تحقیقاتی مطالعه‌ی گل‌فشان‌های بلوچستان جنوبی». حوزه‌ی معاونت پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان.
  - ۶- نگارش، حسین. (۱۳۸۰). «گل‌فشان‌ها و گستره جغرافیایی آنها در ایران». مجله‌ی علوم انسانی دانشگاه سیستان و بلوچستان. شماره ۱۳.
  - ۷- نگارش، حسین. (۱۳۸۲). «دنیای شگفت انگیز گل‌فشان‌ها». مجله‌ی علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی. در نوبت چاپ.
  - ۸- نوروزی‌فر، میثم و همکاران. (۱۳۸۲). «طرح تحقیقاتی بین‌دانشگاهی آنالیز گاز مایع و گل خروجی از گل‌فشان پیرگل». دانشگاه سیستان و بلوچستان و دانشگاه بیرجند.
- 9- Dinets. Valadimir, 2000, Mud Volcanoes of Caspian Desert.  
10-Guliyev.I.S , A.A. , « All about Mud Volcanoes and Azerbaijan - Land of Volcanoes- The city of wind » Azerbaijan Academy of Sciences Geology Institute.

