

هیدروژئوشیمی و اثرات زیست محیطی چشمه‌های آبگرم گوگردی دالکی

زهرا بوسلیک^۱، نصراله کلانتری^۲، محمدرضا کشاورزی^۳، زینب احمدنژاد^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه آب شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز Zahra.boosalik@yahoo.com

۲- استاد گروه زمین شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز

۳- استادیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه آب شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۱/۳۱ تاریخ تصویب: ۱۳۹۰/۱۱/۲۵

چکیده

چشمه‌های گوگردی دالکی (اوبا، گرو و راهدار)، از جمله چشمه‌های گوگردی آبگرم واقع در استان بوشهر می‌باشند. استفاده از آب این چشمه‌های آبگرم و گوگردی به منظور کشاورزی و درمان برخی بیماری‌ها توسط اهالی منطقه سابقه طولانی دارد. منشأ این چشمه‌ها به احتمال زیاد اختلاط شورابه نفتی سنگ مخزن آسماری میدان نفتی دالکی با آب سولفاته سازند گچساران می‌باشد. این شورابه توسط سیستم گسله قطر- کازرون که به شدت منطقه را تحت تأثیر قرار داده است با آب چشمه‌ها مخلوط می‌شود. به منظور بررسی وضعیت هیدروشیمیایی این چشمه‌ها (تعیین تیپ آب و شناسایی عناصر عمده و برخی عناصر کمیاب) و نیز پتانسیل درمانی آن‌ها در سال ۱۳۸۹ نمونه‌برداری از آب چشمه‌ها انجام گردید. تیپ و رخساره شیمیایی چشمه‌های مورد مطالعه از نوع کلروره - سدیک می‌باشد. بر اساس بررسی‌های بالئولوژی انجام شده آب این چشمه می‌تواند در درمان بیماری‌های گوارشی پوستی و مو، راشیتیس، اعصاب و مؤثر باشد. این چشمه‌ها علی‌رغم وجود فوائد درمانی بسیار، به دلیل تخریب کیفیت منابع آبی پائین دست و آلودگی آن‌ها و نیز وجود گاز هیدروژن سولفور دارای اثرات زیست محیطی مخربی نیز می‌باشند.

واژگان کلیدی: آب معدنی، چشمه‌های گوگردی دالکی، بالئولوژی، خواص درمانی

مقدمه

و معدنی یکی از مهم‌ترین مباحث زمین‌شناسی پزشکی است. آب‌های معدنی از جمله نعمت‌های خدادادی است که دارای مقادیر قابل توجهی از عناصر کمیاب و عمده می‌باشند و به دلیل داشتن این عناصر از قدیم مورد استفاده پزشکی قرار می‌گرفته‌اند [۶]. چشمه آبگرم یا چشمه گرمابی مکانی است که به صورت مداوم آب گرم یا داغ از زمین خارج

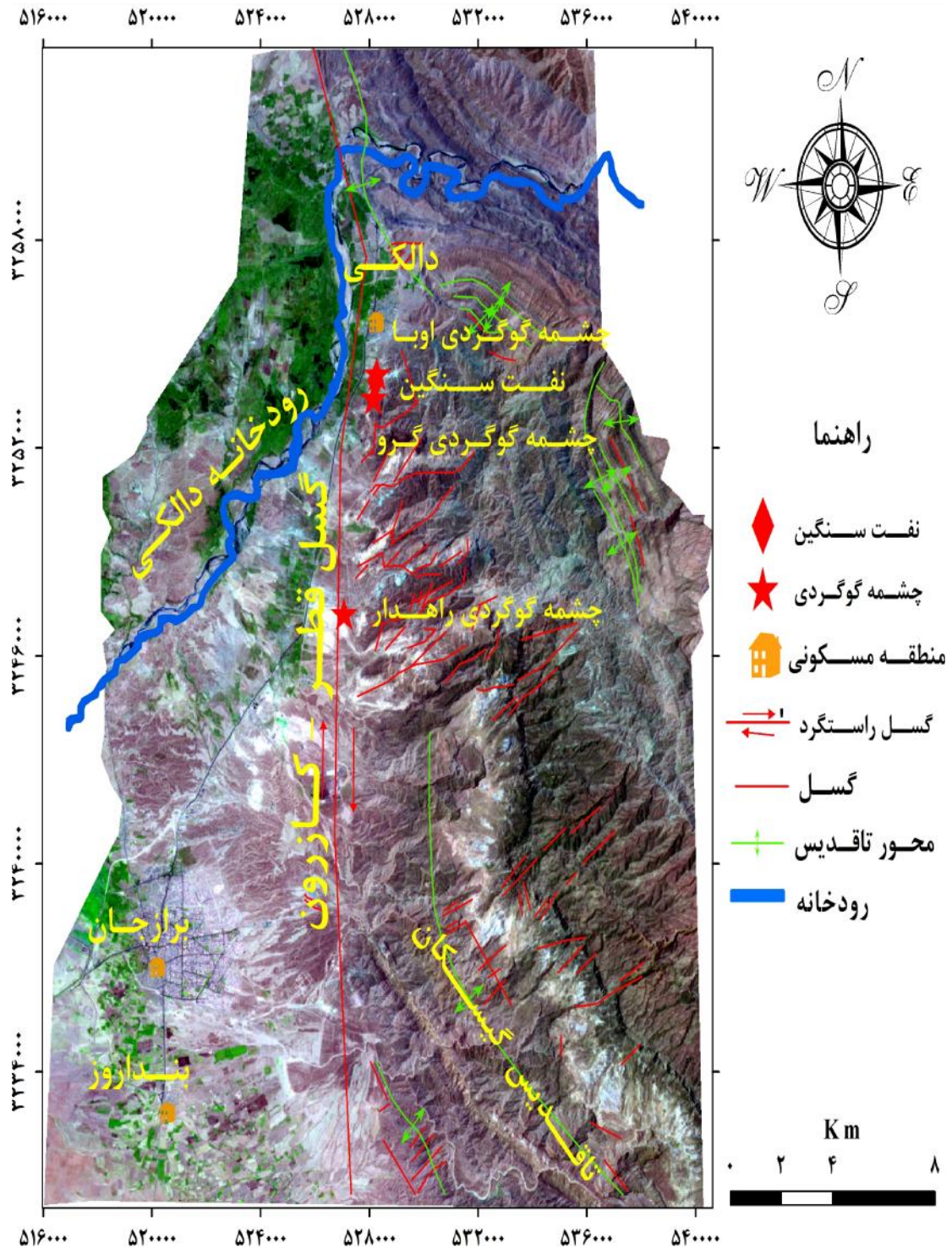
زمین‌شناسی پزشکی، مطالعه اثر زمین و عوارض آن بر روی سلامت انسان، حیوان و گیاه است. این علم دانشی میان رشته‌ای است که به تبعات دیگر شاخه‌های مختلف علوم چون بیولوژی، شیمی فیزیک ریاضیات، آمار، کشاورزی، آب و هواشناسی مینرالوژی، ایمونولوژی، اپیدمیولوژی، پاتولوژی و پزشکی جغرافیایی می‌پردازد. آب‌های گرم

چشمه‌های با پتانسیل درمانی بالا محسوب می‌شوند. با توجه به دمای آب چشمه‌های گوگردی مورد مطالعه (به طور متوسط ۳۴ درجه)، این چشمه‌ها در رده آب‌های معدنی گرم جای می‌گیرد [۳]. منشأ گرمای این چشمه‌ها ژئوترمال منطقه و عملکرد گسل قطر- کازرون در محل چشمه‌ها می‌باشد. با نظر به این که اهالی منطقه علی‌رغم فقدان تجهیزات پزشکی لازم در اطراف چشمه‌های مورد مطالعه از آب آن‌ها به منظور درمان بیماری‌های خود استفاده می‌کنند، بررسی کیفیت و پتانسیل درمانی این چشمه‌ها امری ضروری است. پژوهش حاضر در راستای معرفی و بررسی کیفیت شیمیایی چشمه‌های گوگردی دالکی، پتانسیل درمانی و اثرات زیست محیطی این چشمه‌ها انجام گرفته است.

موقعیت منطقه و چشمه‌های گوگردی مورد مطالعه

چشمه‌های گوگردی اویا، گرو و راهدار در جنوب شهر دالکی در بخش مرکزی شهرستان دشتستان استان بوشهر با طول جغرافیایی $51^{\circ} 14'$ ، $51^{\circ} 17'$ تا $51^{\circ} 18'$ شرقی و عرض جغرافیایی $29^{\circ} 17'$ ، $29^{\circ} 19'$ تا $29^{\circ} 27'$ شمالی در دامنه ارتفاعات تاقدیس گیسکان و در حاشیه سازند گچساران واقع شده‌اند. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی این چشمه‌ها را نشان می‌دهد.

می‌شود. چشمه‌های آب گرم همانند چشمه‌های طبیعی هستند که در تمام طول سال دمای آب آن‌ها حداقل حدود ۵ یا ۶ درجه از دمای محیط بیشتر است و در اکثر موارد بوی تند گوگرد و مزه ترش آب و یا گاهی کدورت آب از نشانه‌های چشمه‌های آب گرم است. عمده‌ترین یون‌ها در آب‌های گرم $Ca, Na, Mg, HCO_3, SO_4, Cl$ است. هر چند که عناصری مثل آرسنیک، گوگرد، ترکیبات ازت، سیلیس، بر، لیتیم، آهن و عناصر رادیواکتیو همچین گاز رادون که ناشی از اورانیوم است نیز در آن‌ها یافت می‌شود. آب گرم این چشمه‌ها علاوه بر خواص آب درمانی ناشی از انرژی حرارتی به علت داشتن مواد معدنی با غلظتی بیش از ۷۰۰ میلی‌گرم در لیتر شامل سولفات، کلسیم بی‌کربنات، منیزیم، سدیم و... در درمان بسیاری از بیماری‌های مفصلی - عضلانی، پوستی و غیره تأثیر شگرف و معجزه آسایی دارند [۳]. استفاده از آب برای معالجه‌های پزشکی احتمالاً تاریخی به قدمت تاریخ بشر دارد [9]. در دهه‌های اخیر در سراسر جهان بررسی‌های دوباره‌ای برای ارزیابی اثرات استفاده از آب‌های معدنی برای معالجه چندین بیماری انجام شده است [16]. درمان با آب‌های معدنی یک معالجه رایج برای بسیاری از بیماری‌های روماتیسمی است [10]. شستشو با آب‌های معدنی معمولاً با معالجه‌های دیگر همانند تمرین‌های فیزیکی، هیدروتراپی و گل درمانی همراه می‌باشد [14]. چشمه‌های دالکی از جمله چشمه‌های بارز آب گرم استان بوشهر می‌باشند که آب آن‌ها دارای ترکیبات گوگردی است و با ورود به رودخانه دالکی باعث تخریب کیفیت آب این رودخانه می‌شود. این چشمه‌ها با توجه به تیپ، درجه حرارت و غلظت عناصر عمده و کمیاب آن‌ها از جمله



شکل ۱- موقعیت چشمه های گوگردی مورد مطالعه بر روی تصویر ماهواره ای لندست

چشمه گوگردی اوبا

این چشمه در جنوب دالکی و ۱۸ کیلومتری شمال شرقی برازجان در جناح چپ رودخانه دالکی از سازند گچساران برونزد دارد. چشمه گوگردی گرو تقریباً در یک کیلومتری چشمه اوبا و چشمه گوگردی راهدار در شش کیلومتری پائین دست آن قرار دارد. با توجه به بازدیدهای صحرائی به احتمال زیاد مسیر اصلی جریان چشمه در سازندهای آسماری- جهرم و گچساران به صورت یک مجرای بزرگ گسله و انحلالی می باشد. به دلیل کانالی بودن چشمه اوبا حجم گاز هیدروژن سولفور خروچی زیاد می باشد در حالی که در چشمه های گرو و راهدار که در آبرفت و از نوع انتشاری می باشند، خروج گاز با تأخیر و به آهستگی صورت می گیرد. در نتیجه غلظت گاز خارج شده نسبت به چشمه کانالی اوبا کمتر می باشد. آبدهی متوسط چشمه اوبا ۹۰ لیتر در ثانیه است که برای یک چشمه آبدهی نسبتاً خوبی محسوب می شود.



شکل ۲- نمایی از رواناب چشمه گوگردی اوبا

چشمه گوگردی گرو

این چشمه به فاصله تقریباً یک کیلومتری چشمه اوبا و پنج کیلومتری چشمه راهدار در جنوب دالکی از آبرفت حاشیه سازند گچساران بیرون زدگی پیدا کرده است.



شکل ۳- نمایی از چشمه گوگردی گرو

چشمه گوگردی راهدار

چشمه گوگردی راهدار به فاصله تقریبی شش کیلومتر از چشمه اوبا و پنج کیلومتر از چشمه گرو در جنوب دالکی واقع شده است. این چشمه از نوع چشمه های انتشاری است و در آبرفت بیرون زدگی دارد.



شکل ۴- نمایی از رواناب چشمه گوگردی راهدار

منطقه و عملکرد نیروهای تکتونیکی در آن شرایط ظهور چشمه های آب گرم و گوگردی مورد مطالعه را فراهم نموده است. این چشمه ها عمدتاً در سازندهای گچی و یا سازندهای مجاور آن ها ظهور نموده اند و از نظر آبدهی با هم متفاوت هستند. مخزن تغذیه کننده چشمه های آب گرم این منطقه در عمق زیاد قرار دارد که توسط گسل ها و شکستگی های عمیق آب خود را به سطح زمین منتقل کرده و موجب ظهور چشمه ها شده اند.

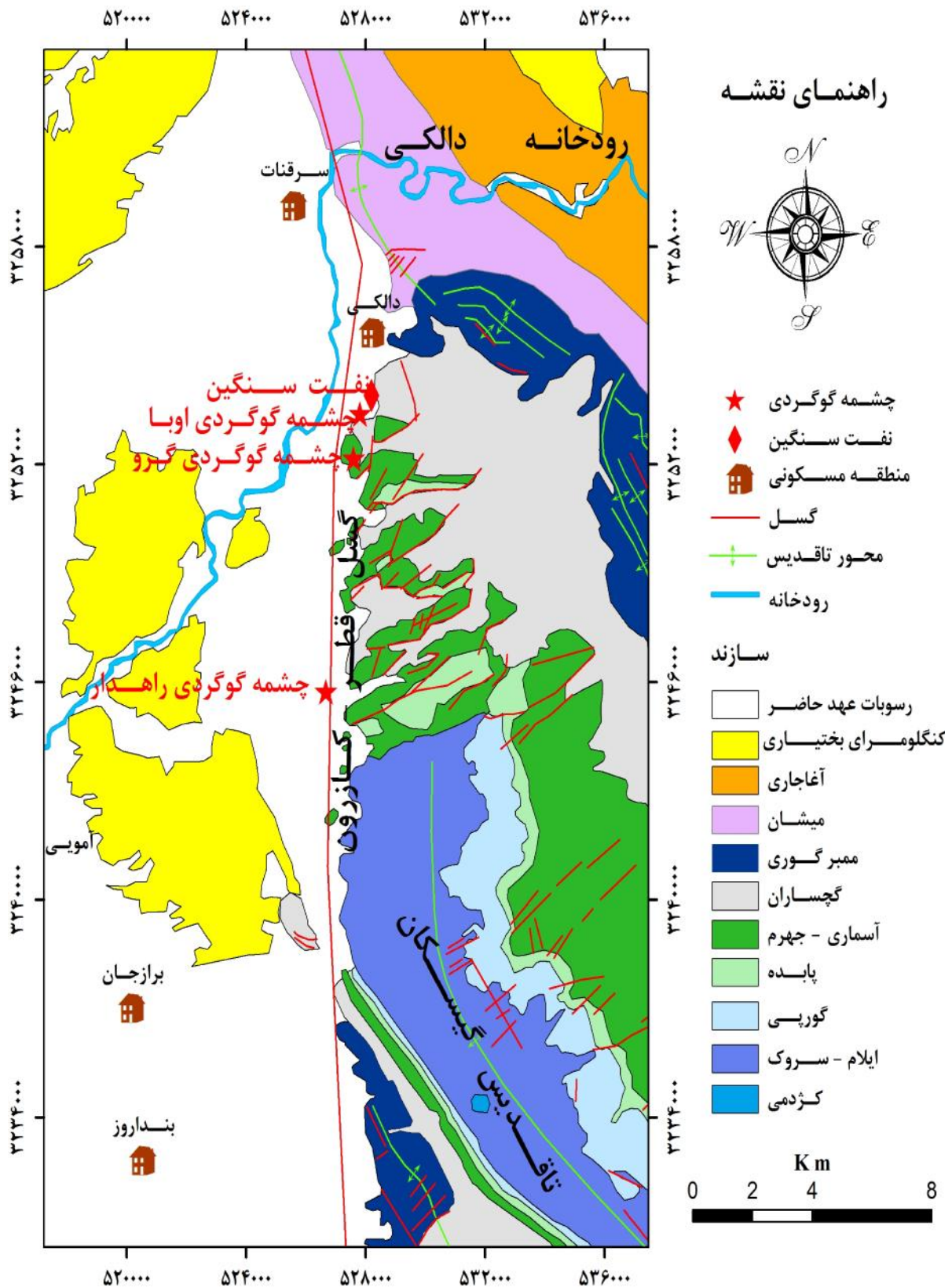
فیزیوگرافی و خصوصیات سنگ چینه ای

منطقه دالکی شامل دو بخش کوهستانی و دشت بوده که بخش کوهستانی عمدتاً در شرق منطقه واقع گردیده است. ارتفاعات محدود کننده منطقه در نواحی شمالی و جنوبی مشتمل بر تپه ماهورهای سازند بختیاری و در ناحیه شرقی شامل تاقدیس گیسکان با امتداد شمال غربی - جنوب شرقی با بیرون زدگی سری از کرتاسه زیرین تا پلیوسن می باشد. با توجه به نقشه های توپوگرافی، حداکثر ارتفاع این محدوده ۱۷۸۵ متر و ارتفاع متوسط دشت حدود ۱۰۰ متر از سطح دریا است. چینه شناسی منطقه مورد مطالعه شامل دو گروه بنگستان (گچساران، میشان و آجاجاری) و فارس (ایلام - سروک) به همراه تشکیلات پابده - گورپی و تشکیلات آسماری - جهرم کنگلومرای بختیاری و رسوبات عهد حاضر می باشد. در شکل ۵ نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.

همان طور که در تصاویر مشاهده می شود چشمه های گوگردی دالکی با وجود پتانسیل درمانی بالای خود فاقد هرگونه امکانات بهداشتی و رفاهی می باشد. این در حالی است که مردم محلی گاه به منظور درمان برخی از بیماری های خود از آب این چشمه ها استفاده می کنند و حتی گاهی به افراد غیر بومی نیز استفاده از این آب ها را توصیه می کنند و این کار می تواند عواقب خطرناکی را برای آن ها به ارمغان بیاورد. در عین حال این چشمه ها یکی از منابع ثروت ملی ایران و از جمله کانون های مهم جذب جهانگرد به شمار می رود و در صورت تأمین آسایش مسافران و استقرار تجهیزات لازم بهداشتی و جهانگردی این منطقه را می توان به یک شهر زیبای سیاحتی، تفریحی و درمانی تبدیل کرد.

تأثیر عوامل تکتونیکی بر ظهور چشمه ها

منطقه مورد مطالعه در کمربند چین خورده زاگرس و در مجاورت کوهپایه واقع شده است که از نظر زمین شناسی ساختمانی عمدتاً تابع فرآیندهای سیستم اصلی چین خورده زاگرس می باشد. تأثیر نیروهای تکتونیکی بر منطقه سبب به وجود آمدن تاقدیس ها خرد و شکسته شدن سازندهای سخت و ایجاد گسل های متعدد شده است. معروف ترین و مهم ترین گسل در این حوضه، گسل قطر - کازرون می باشد که گسلی پی سنگی و قدیمی است. گسل پی سنگی قطر - کازرون یک گسل امتداد لغز می باشد که کمربند زاگرس را در طول جغرافیایی $30^{\circ}51'$ بریده است. روند گسلی قطر - کازرون وضعیت تکتونیکی منطقه را تحت تأثیر قرار داده است [۵]. وجود سازندهای ایلام - سروک، پابده - گورپی آسماری و گچساران در



شکل ۵- نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه (با کمی تغییرات).

بحث

نمونه برداری

به منظور بررسی هیدروشیمیایی چشمه های گوگردی دالکی تعداد ۳ نمونه آب در سال آبی ۸۸-۸۹ نمونه برداری شد. نمونه برداری در ظروف پلاستیکی شستشو داده شده با آب مقطر انجام شد. به منظور اندازه گیری عناصر عمده و برخی عناصر سنگین شامل (Hg, Ni, Fe, Cd, Si, Pb, Cu, Zn, Se, As) و مقایسه با استانداردهای آب آشامیدنی و آبیاری نمونه ها در آزمایشگاه شیمی آب زاگرس آشناس فارس تجزیه گردید. نتایج این تجزیه در جدول های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی عناصر عمده نمونه ها (غلظت عناصر عمده بر حسب meq/l می باشد)

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی عناصر عمده نمونه ها (غلظت عناصر عمده بر حسب meq/l می باشد)

نمونه	pH	EC (µs/cm)	TDS (mg/l)	T(°C)	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NO ₃ ⁻ (mg/l)
Sp ₁	۷/۰۶	۱۲۳۰۰	۸۶۶۲	۳۵/۵	۶/۰	۱۲۳/۷۵	۲۰/۱۶	۴۰	۵	۸۳/۳۳	۴/۱۴	۲۱/۶۳
Sp ₂	۷/۶۸	۱۸۸۶۰	۱۳۹۳۷	۳۰/۱	۴/۶	۲۰۰/۷۵	۲۰/۲۰	۴۰	۲۵	۱۸۶/۶۲	۴/۳۰	۱۵/۳۷
Sp ₃	۶/۹۳	۱۶۴۰۰	۱۲۰۹۱	۳۴	۴/۸	۱۶۷/۵۰	۳۰/۰۰	۴۵	۲۱	۱۳۴/۵۴	۴/۲۵	-

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی عناصر کمیاب نمونه ها (غلظت ها بر حسب ppm می باشند)

نمونه	As	Se	Mn	Hg	Si	Ni	Pb	Fe	Cd	Co	Zn	Va	Cu
Sp ₁	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۹	۲/۸۷۲	۰/۰۰۳	۰/۲۰۱	۱/۶۴۷	۰/۰۰۱۱۲۶	۰/۰۱۶	۰/۳۷۹۰	۲/۹	۰/۲۵۱
Sp ₂	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰۲	۰/۰۱۰	۰/۰۰۰۹	۲/۵۳۳	۰/۰۰۳	۰/۱۲۱	۱/۳۰۱	۰/۰۰۱۲۲۲	۰/۰۰۱	۰/۰۴۸۶	۱/۹۲	۰/۱۲۳
Sp ₃	۰/۰۲۳	۰/۰۰۰۲	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰۹	۲/۳۱۱	۰/۰۰۲	۰/۳۳۶	۱/۰۰۰	۰/۰۰۲۶۳۳	۰/۰۰۴	۰/۰۲۴۲	۱/۰۹	۰/۱۳۰

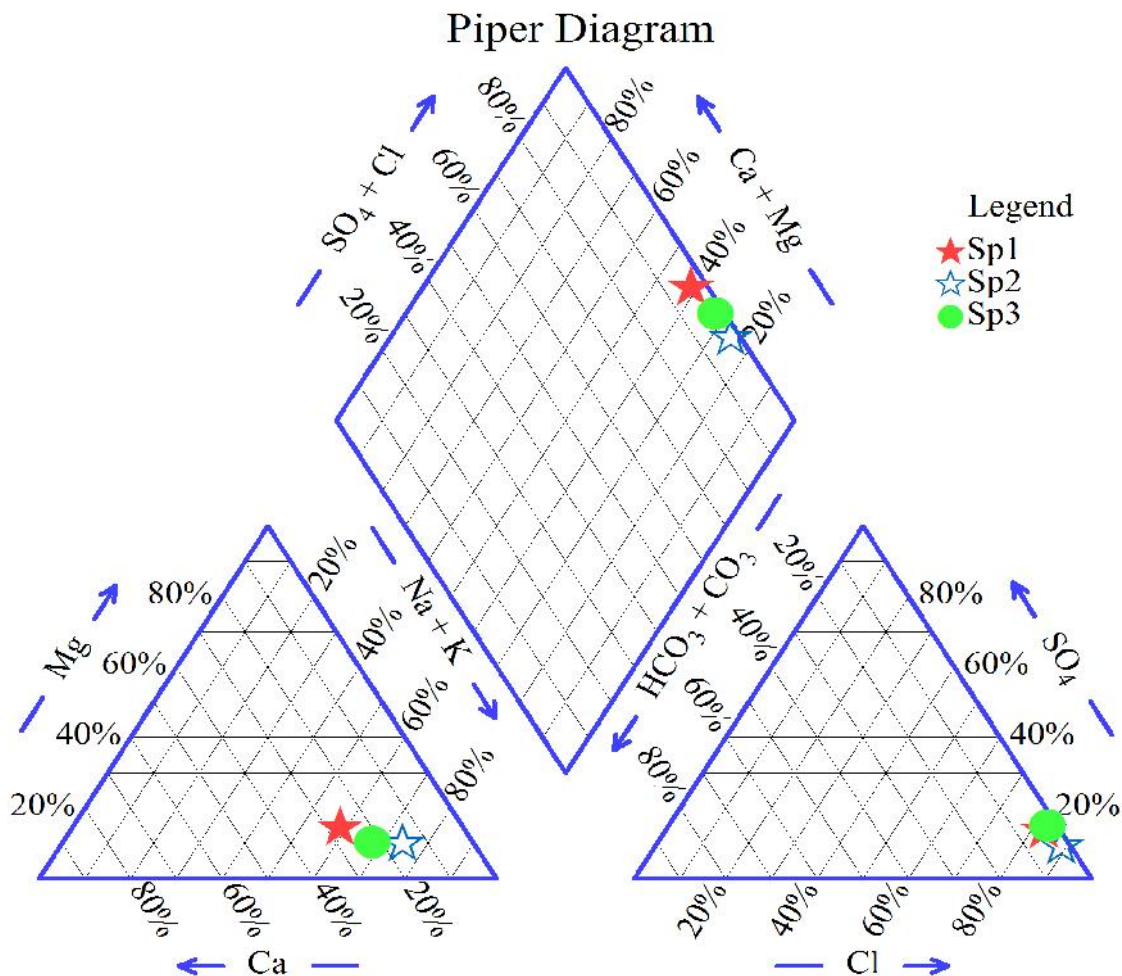
نمایش نموداری سنجش‌های شیمیایی

یکی از مهم‌ترین وظایف در تحقیقات آب زیرزمینی ارایه داده‌های شیمیایی به طریقی می‌باشد که بتوان آن‌ها را به طور بصری مورد بازسازی قرارداد [11]. ابتدا به منظور داشتن دید کلی از وضعیت هیدروشیمیایی آب چشمه‌های گوگردی دالکی از نمودار پایپر استفاده شد (شکل ۶).

نمودار پایپر

نمودار پایپر نمونه‌های آب مورد مطالعه نشان‌دهنده آن است که در چشمه‌های گوگردی آنیون کلر و کاتیون سدیم غالب می‌باشند. به عبارت دیگر تیپ آب

چشمه‌های مورد مطالعه کلرید سدیک می‌باشد (شکل ۶). به لحاظ هیدروژئوشیمیایی این رخساره در ارتباط با انحلال کانی تبخیری هالیت می‌باشد، البته در مورد چشمه‌های مورد مطالعه نفت و شورابه نفتی شیمی آب‌ها را تحت تأثیر قرار داده است؛ با این وجود در چشمه‌های مورد مطالعه انحلال هالیت نیز رخ می‌دهد که می‌توان آن را به انحلال هالیت موجود در سازند گچساران نسبت داد. همچنین با توجه به میزان بالای سولفات و موقعیت این چشمه‌ها نسبت به سازند گچساران انحلال ژپس و انیدریت نیز صورت می‌گیرد.



شکل ۶- نمودار پایپر نمونه‌های آب چشمه‌های گوگردی مورد مطالعه

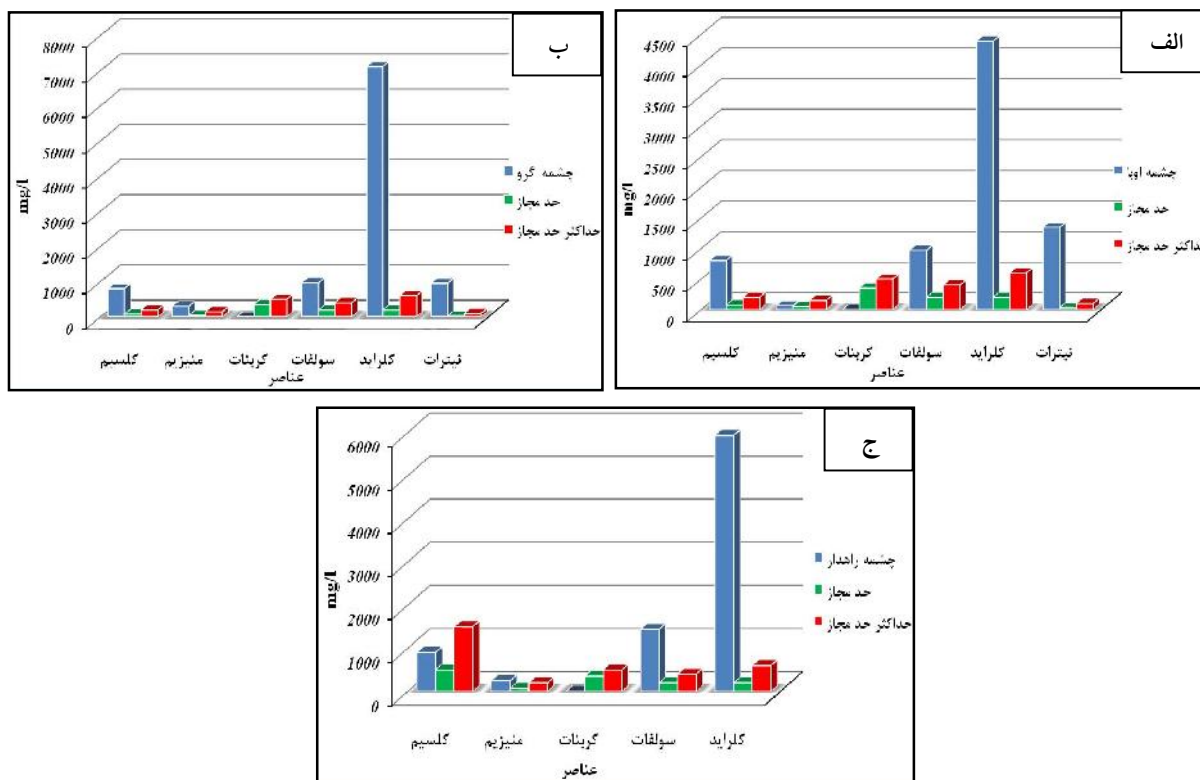
آب چشمه های گوگردی مورد مطالعه از نظر قابلیت شرب

جدول ۴ و شکل ۸) مشاهده می شود که تقریباً غلظت همه عناصر سنگین این چشمه ها به جز سرب و انادیوم (در هر سه چشمه) و آرسنیک (در چشمه راهدار)، در حد مجاز استاندارد می باشد. بنابراین در واقع غلظت عناصر عمده، کل جامدات یونی و غلظت تجمعی فلزات سنگین آن ها را غیر قابل شرب کرده است. با توجه به غلظت بالای عناصر موجود در آب این چشمه ها، استفاده از آن ها فقط به صورت شستشو و حمام مجاز می باشد.

مقایسه مقادیر غلظت عناصر عمده موجود در آب چشمه های مورد مطالعه با استانداردهای مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (۱۳۸۲) [۸] نشان داد غلظت این عناصر بیش از حداکثر غلظت مجاز قابل شرب می باشند. بنابراین این آب ها غیر قابل شرب محسوب شده و از نظر استفاده آشامیدنی غیر بهداشتی می باشند (جدول ۳ و شکل ۷). با مقایسه مقادیر عناصر سنگین موجود در چشمه های مورد مطالعه با حدود مجاز استاندارد آب آشامیدنی (اطلاعات

جدول ۳- حداکثر مجاز و مطلوب مواد شیمیایی معدنی غیر سمی موجود در آب آشامیدنی (مقادیر بر حسب میلی گرم بر لیتر می باشد)

ردیف	نوع ترکیب	علامت اختصاری	حداکثر مطلوب	حداکثر مجاز	چشمه اوبا	چشمه گرو	چشمه راهدار
۱	کل مواد جامد	TDS	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۸۶۶۲	۱۳۹۳۷	۱۲۰۹۱
۲	سختی کل	CaCO ₃	۲۰۰	۵۰۰	۲۲۵۰	۳۲۵۰	۳۳۰۰
۳	کلر	Cl	۲۵۰	۴۰۰	۴۳۸۷	۷۱۱۷	۵۹۳۸
۴	سولفات	SO ₄	۲۵۰	۴۰۰	۹۶۸/۳	۹۷۰/۲	۱۴۴۱
۵	نیترات	NO ₃	-	۵۰	۱۳۴۱	۹۵۳	-
۶	کلسیم	Ca	۳۰۰	-	۸۰۱/۶	۸۰۱/۶	۸۰۱/۶
۷	سدیم	Na	۲۰۰	۲۰۰	۱۹۱۶	۴۲۹۰	۳۰۹۳
۸	منیزیم	Mg	۳۰	-	۲۵۵/۲	۳۰۳/۸	۲۵۵/۲

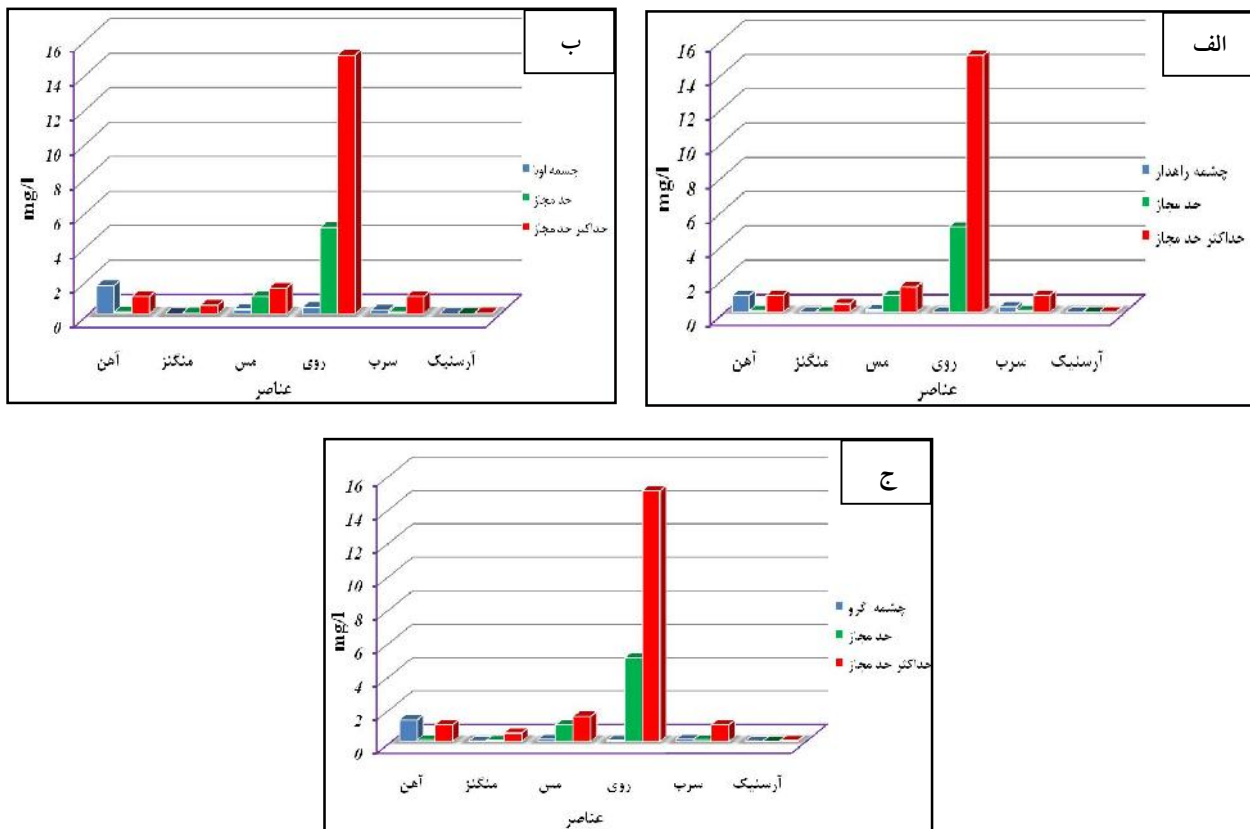


شکل ۷- مقایسه برخی عناصر عمده موجود در آب چشمه‌های گوگردی با حدود استاندارد آب آشامیدنی

الف) چشمه اویا، ب) چشمه گرو، ج) چشمه راهدار

جدول ۴- حداکثر مقادیر مجاز مواد شیمیایی معدنی (مقادیر بر حسب میلی‌گرم بر لیتر می باشد)

ردیف	نوع ترکیب	علامت اختصاری	حداکثر مجاز	چشمه اویا	چشمه گرو	چشمه راهدار
۱	آرسنیک	As	۰/۰۱	۰/۰۰۸۹۷۳	۰/۰۰۸۹۷۳	۰/۰۲۲۹۳
۲	سرب	Pb	۰/۰۱	۰/۲۰۰۴	۰/۱۲۰۶	۰/۳۳۵
۳	سلنیوم	Se	۰/۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲
۴	کادمیوم	Cd	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱۱۲۳	۰/۰۰۱۲۱۸	۰/۰۰۲۶۲۵
۵	جیوه	Hg	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۸۹۷	۰/۰۰۰۸۹۷	۰/۰۰۰۸۹۷
۶	نیکل	Ni	۰/۰۷	۰/۰۰۲۹۹۱	۰/۰۰۲۹۹۱	۰/۰۰۱۹۹۴
۷	وانادیوم	V	۰/۱	۲/۸۹۱	۱/۹۱۴	۱/۰۸۷
۸	آهن	Fe	-	۱/۶۴۲	۱/۲۹۷	۰/۹۹۷
۹	منگنز	Mn	۰/۴	۰/۰۰۳۹۸۸	۰/۰۰۹۹۷	۰/۰۱۲۹۶
۱۰	روی	Zn	-	۰/۳۷۷۹	۰/۰۴۸۴۶	۰/۰۲۴۱۳
۱۱	مس	Cu	۲	۰/۲۵۰۳	۰/۱۲۲۶	۰/۱۲۹۶



شکل ۸- مقایسه برخی عناصر سنگین موجود در آب چشمه‌های گوگردی با حدود استاندارد آب آشامیدنی (الف) چشمه اوبا، (ب) چشمه گرو، (ج) چشمه راهدار

گوگرد و اثرات پوستی چشمه‌های گوگردی

می‌باشند در واقع گوگرد را به یک عنصر حیاتی برای سلول‌های زنده تبدیل کرده‌اند. گوگرد برای ساختن کلاژن مورد نیاز است. کلاژن ماده‌ای است که پوست بدن را به حالت ارتجاعی نگه می‌دارد، ظاهر جوان به پوست می‌دهد و از ایجاد چروک جلوگیری می‌کند. در گذشته تصور می‌شد که بیشتر کانی‌ها از پوست که یک ارگان حفاظتی است جذب می‌شوند. اما امروزه این موضوع به طور کامل تأیید نمی‌شود [15]. در هر صورت آنچه مشخص می‌باشد این است که پوست واسطه‌ای برای ورود برخی از عناصر و نه همه آن‌ها به بدن می‌باشد. چشمه‌های گرمابی غنی از سولفور به خاطر اثرات پوستی ویژه خود جذاب می‌باشند.

گوگرد قسمتی از آمینواسیدهایی است که پروتئین‌های بدن را می‌سازند. این ماده در تمامی سلول‌های بدن وجود دارد (۲۵٪ وزن بدن را سولفور تشکیل می‌دهد). سولفور در کراتین که تقویت کننده مو پوست و ناخن می‌باشد متمرکز است. گوگرد به عنوان کانی زیبایی طبیعی شناخته شده است، زیرا در ساخت کلاژن (collagen) که قابلیت انعطاف و ظاهر جوان پوست را بر عهده دارد به کار می‌رود. ترکیبات دی سولفیدی ما بین پلی پپتیدها در ساختار پروتئینی بسیار مهم می‌باشند. نقش بیولوژیکی اسید آمینوهای Homocysteine, Cystein, Methionine و همچنین برخی از آنزیم‌ها که حاوی گوگرد

سلول‌های ایمنی مسئول دفاع بدن اثر گذاشته و در سیستم ایمنی بدن که وظایف آن به عهده گلبول‌های سفید است دخالت نموده و نهایتاً پس از استفاده‌های متعدد از آب گازدار به مدت سه هفته سیستم ایمنی نیز تغییراتی حاصل نموده و این خود باعث بهبودی بعضی از اشکال رماتیسمی می‌شود.

خواص درمانی چشمه‌های گوگردی دالکی

با توجه به نتایج تجزیه شیمیایی آب چشمه‌های گوگردی دالکی، این آب‌ها دارای غلظت قابل ملاحظه‌ای سدیم (غلظت بیش از ۱۹۰۰ میلی گرم بر لیتر) کلر (غلظت بیش از ۴۳۰۰ میلی گرم بر لیتر) سولفات (غلظت بیش از ۹۶۰ میلی گرم بر لیتر) نیز می‌باشند و می‌توانند علاوه بر خواص درمانی چشمه‌های گوگردی، اثرات درمانی چشمه‌های معدنی از نوع چشمه‌های معدنی کلرید سدیم، چشمه‌های معدنی سولفات، چشمه‌های معدنی کلر و چشمه‌های معدنی سیلیکاته را نیز نشان دهند. به علاوه وجود برخی عناصر کمیاب مثل آهن، مس، روی که از عناصر ضروری برای بدن می‌باشند نیز بر پتانسیل خواص و اهمیت درمانی بودن این چشمه‌ها می‌افزاید. علاوه بر غلظت عناصر عمده و کمیاب موجود در آب این چشمه‌ها باید به درجه حرارت نسبتاً بالای این چشمه‌ها که باعث اثرات تسکین‌دهندگی و آرامش بخشی می‌شود، اشاره نمود. لازم به یادآوری می‌باشد این آب‌ها جزو آب‌های شور (بیشتر از ۳۵ تا ۱۵۰ گرم بر لیتر املاح) هستند که منحصراً برای درمان به صورت حمام (Balneology) است. با توجه به مطالب ذکر شده خواص و اهمیت درمانی چشمه‌های

سولفوری که در پوست رخنه می‌کند اکسیده می‌شود و پاسخ‌های فیزیولوژیکی مختلفی در پوست ایجاد می‌کند، مانند گشودن رگ‌ها، اثر تحریک‌پذیری بر گیرنده‌های درد و جلوگیری از مقاوم شدن در برابر درد. سولفور همچنین با رادیکال‌های اکسیژن در لایه‌های عمیق‌تر اپیدرم واکنش می‌دهد و تولید دی سولفور هیدروژن می‌کند که ممکن است به پنتاتیونیک اسید تبدیل شود که می‌تواند است منبع آنتی‌باکتریال و ضد قارچ آب‌های سولفوری باشد [12]. به نظر می‌رسد جذب پوستی کانی‌ها توسط پوست محدود می‌باشد. بنابراین ممکن است اثرات درمانی درماتولوژیکی این نوع آب‌ها بر اساس واکنش آب کانیایی و ساختار سطحی پوست می‌باشد [15]. در منابع بین‌المللی کنگره‌های هیدرولوژی در اروپا بارها روی اثر گاز H_2S که از لحاظ علمی ثابت شده تأکید می‌شود. بنابراین اثر گاز H_2S در بدن ثابت شده و این گاز پس از حدود ۴۰ ثانیه، یعنی کمتر از یک دقیقه به مقدار زیاد در پوست بدن انسان جذب می‌شود و نفوذ می‌کند. به علت نفوذ گاز H_2S و متعاقب آن باز شدن مویرگ‌ها و عروق زیر پوست می‌باشد که در اصطلاح پزشکی آن را گشادگی رگ‌ها (Vasodilatation) می‌گویند. در اثر این عمل پر خونی زیاد در زیر پوست ایجاد شده و در اطراف مفاصل‌ها از جمله مفاصل‌های ستون فقرات زانو و شانه‌ها خون به شدت جریان پیدا نموده و به طور خلاصه اثر درمانی خود را به علت جریان شدید خون در این نواحی که قبلاً کم بوده ایجاد می‌نماید و نهایتاً در مفاصل‌ها ایجاد کم‌دردی و یا بی‌دردی می‌کند. این خلاصه‌ای از اثر اولیه گاز H_2S است که این گاز پس از نفوذ در پوست در

- این نوع آبها اگر به صورت خارجی (حمام کردن) مصرف شوند، در درمان بیماریهای رماتیسم لفاقیسم راشیتیسم، و تورم موضعی مؤثرند.

- از دیگر فواید این چشمهها استفادههای آرایشی نظیر شستشوی موهای مجعد جهت باز نمودن فر آنها می باشد.

- انواع بیماریهای پوست، مو و ناخن خصوصاً ضایعات پوستی خارش دار، عفونی، انواع مشکلات گوارشی خصوصاً سوزش، نفخ و ترش کردن معده و یبوست، انواع مشکلات مفاصل خصوصاً آرتروز مفاصل، انواع مشکلات روحی و روانی، همه و همه در دوره ای از درمان خود تشنه تجویز گوگرد هستند.

- از آب این چشمهها جهت درمان کچلی نیز استفاده می شود.

اثرات زیست محیطی و بهداشتی گاز هیدروژن سولفور در چشمه های گوگردی

آب یکی از موادی است که به فراوانی در طبیعت یافت می شود اما علی رغم این فراوانی، عوامل مختلف موجب محدود شدن آب مصرفی انسان می گردند. یکی از این عوامل، آلودگی منابع آب می باشد. آلودگی می تواند به کیفیت آبهای زیرزمینی آسیب برساند و سلامت عمومی را بر اثر مواد سمی یا گسترش بیماری، در مخاطره قرار دهد. به طور کلی می توان آلودگی را به دو گروه شامل آلودگی های زمین شناسی و آلودگی های غیر زمین شناسی تقسیم کرد. آلودگی های زمین شناسی از دامنه وسیعی برخوردار هستند و تبعات زیادی می توانند از خود بر جای گذارند. انواعی از آلودگی ها که به نحوی در ارتباط با

گوگردی دالکی را می توان به صورت زیر بیان نمود:

- حمام کردن در این چشمهها به تخفیف درد ناشی از ورم مفاصل کمک می کند.

- در درمان بعضی از اختلالات گوارشی مخصوصاً: برگشت اسید از معده، هضمی که با مصرف شیر بدتر می شود، اسهال مزمن و استفراغ صبحگاهی یبوست و مسمومیت مفید و مؤثر است.

- به طور عمده در درمان قرمزی و خارش در آگزما سوختگی و قرمزی ناحیه قنناق "دیپا راش" پوست خشک، بواسیر و بیماری های مشابه مفید می باشند.

- شنا کردن در این آبها باعث آرامش روانی افراد می شود.

- آب این چشمهها روی بیماریهای مجاری تنفسی، برونشیت های مزمن همراه یا بدون آسم سرفه های تشنجی، تشنج های عضلانی جوش های بدن و آماس و دردهای مفصلی اثر مفید و مؤثر دارد.

- مصرف خارجی این آبها محرک قوا و نیرو زا است و برای درمان برخی از بیماری های زنانه مورد استفاده قرار می گیرد.

- حمام کردن با این آب موجب گشادگی رگ های خونی می شود.

دمای بالای آب چشمه، به عنوان تسکین دهنده ضد تورم، ضد درد، تسهیل کننده عمل تنفس و اتساع عروق سطحی بدن مورد استفاده قرار می گیرد.

- از گل های حاوی گوگرد (سولفور) برای معالجه ناراحتی های پوستی استفاده می شود. گوگرد در این بیماری ها یک فاکتور درمانی مؤثر محسوب می شود [13].

غشای ریه عبور می‌کند و وارد جریان خون می‌شود و به علت اشکالات تنفسی در غلظت ۱۰۰۰ ppm سبب بیهوشی سریع می‌شود و در صورتی که خیلی سریع تنفس مصنوعی داده نشود احتمال مرگ شخص زیاد است.

حداکثر میزان مجاز سولفید هیدروژن

۱- اگر احتمال در معرض سولفید هیدروژن قرار گرفتن در طول روز ۸ ساعت است نباید غلظت گاز از ۱۰ ppm بیشتر باشد.

۲- اگر شخص به طور مداوم در معرض غلظتی بین ۷۰ تا ۱۵۰ ppm قرار بگیرد کم کم نشانه‌های خفیفی ظاهر می‌شوند.

۳- حداکثر غلظتی که در مدت ۱ ساعت می‌توان بدون عوارض جدی در معرض گاز قرار گرفت ۱۷۰ تا ۳۰۰ ppm است.

۴- اگر فرد بین ۳۰ دقیقه تا ۱ ساعت در معرض غلظتی معادل ۴۰۰ تا ۵۰۰ ppm از این گاز قرار بگیرد خطر او را تهدید می‌کند.

۵- اگر فرد فقط نیم ساعت در معرض غلظتی معادل ۶۰۰ ppm قرار بگیرد یعنی دارد با مرگ دست و پنجه نرم می‌کند.

۶- متأسفانه غلظت بالاتر یعنی مرگ آنی و فوری. با توجه به مطالب ذکر شده این چشمه‌ها علاوه بر خواص و اثرات درمانی، به دلیل وجود گاز هیدروژن سولفور و غلظت و تمرکز نسبتاً بالای این گاز در آب و هوای اطراف این چشمه‌ها، می‌توانند خطرناک نیز باشند. بر اساس مطالعات انجام یافته [۴ و ۱] غلظت میانگین گاز هیدروژن سولفور در آب چشمه‌های مورد مطالعه تقریباً ۲۸۸ ppm می‌باشد و در دامنه

مسائل زمین‌شناسی می‌باشد آلودگی‌های ناشی از آب‌های معدنی است. آلودگی طبیعی آب‌های معدنی معمولاً ناشی از جنس زمین و وجود رگه‌های معدنی و فلزات سنگین در آن است. آب‌های طبیعت در حین حرکت و یا در هنگام خروج از زمین مقداری عناصر خارجی را به حالت محلول و معلق به همراه خود می‌آورند. این عناصر می‌توانند از نظر مصرف مناسب و یا نامناسب و حتی خطرناک باشند، لذا بررسی عناصر موجود در این گونه آب‌ها قبل از مصرف آن‌ها ضروری است. فلزات و غیرفلزات موجود در آب‌های گرم و معدنی که به طور طبیعی ایجاد شده‌اند اگر به مقادیر زیاد و غیر عادی وارد بدن شوند برای سلامتی زیان آورند. مطالعات انجام شده در منطقه مورد مطالعه امکان اختلاط آب‌های گوگردی با منابع آبی پائین دست و تخریب کیفیت آن‌ها را اثبات کرده است [۷ و ۵]. با توجه به این مطالعات امکان آلودگی منابع آب‌های سطحی (رودخانه دالکی) و زیرزمینی محدوده مطالعاتی دالکی- برازجان توسط چشمه‌های گوگردی دالکی به طور قطعی وجود دارد. اثرات بهداشتی که در استفاده از این چشمه‌ها باید به آن توجه کرد غلظت گاز هیدروژن سولفور در آب و هوای اطراف این چشمه‌ها می‌باشد. این گاز در غلظت کم باعث سردرد و تهوع و در غلظت ۱۵۰ ppm موجب ورم ملتحمه و سوزش غشای بینی می‌شود. همچنین در غلظت ۲۰۰ ppm بوی آن به خوبی قابل تشخیص نیست و باعث تحریک چشم و ریه می‌گردد. در غلظت ۵۰۰ ppm نیز چنانچه انسان برای پنج تا سی دقیقه در معرض آن قرار گیرد اسهال و التهاب به وجود می‌آورد و تعادل فرد را مختل می‌سازد. این گاز به سرعت از میان حفره‌های

- این چشمه‌ها از جمله چشمه‌های با پتانسیل درمانی بالا محسوب می‌شوند که در درمان بیماری‌هایی پوستی مثل آگزما جوش و خارش، بیماری‌های مو کچلی... مؤثر می‌باشند.

- با توجه به غلظت بالای عناصر موجود در آب چشمه‌ها استفاده از آن‌ها فقط به صورت شستشو و حمام مجاز می‌باشد.

- این چشمه‌ها علاوه بر خواص و اثرات درمانی به دلیل وجود گاز هیدروژن سولفور و غلظت و تمرکز نسبتاً بالای این گاز در آب و هوای اطراف آن‌ها می‌توانند خطرناک نیز باشند.

پیشنهادات

- استفاده از آب این چشمه‌ها باید اصولی و تحت نظر پزشک انجام شود. بنابراین لازم است تمهیدات خاصی اتخاذ شود تا استفاده از این آب‌ها مشکل ایجاد ننماید.

- در بعضی از افراد با بیماری‌های خاص (بیماری‌های سرطانی، قلبی و...) رعایت منع استفاده از این آب‌ها ضروری است.

- به منظور قابل استفاده کردن این چشمه‌ها برای عموم مردم و نیز جلوگیری از سرایت بیماری‌ها پوستی واگیردار در استفاده کنندگان، اقدام به احداث استخر و دوش‌های بهداشتی و آموزش نکات ایمنی- بهداشتی به افراد ضروری است.

- برای کاهش اثرات گاز هیدروژن سولفور باید با استفاده از روش‌های ممکن به حداقل نمودن غلظت این گاز اقدام نمود.

- برای حذف یا کاهش گاز سولفید هیدروژن آب‌های مورد مطالعه می‌توان روش‌های متعددی به کار برد

غلظتی قرار می‌گیرد که شخص می‌تواند بدون عوارض جدی به مدت ۱ ساعت در معرض این گاز قرار گیرد. به منظور به حداقل رساندن خطرات و صدمات احتمالی برای استفاده کنندگان، ضروری است غلظت این گاز در آب و هوای اطراف چشمه‌ها به طور مداوم کنترل شود و در زمانی که تمرکز این گاز بیش از حد مجاز می‌باشد، از استفاده آن‌ها ممانعت به عمل آید. از آنجایی که غلظت گاز هیدروژن سولفور در آب و هوای اطراف چشمه اوبا بیش از دو چشمه راهدار و گرو می‌باشد کنترل غلظت این گاز در چشمه اوبا ضرورت بیشتری دارد. غلظت کم گاز هیدروژن سولفور در چشمه‌های گرو و راهدار آن‌ها را نسبت به چشمه اوبا برای استفاده درمانی در اولویت قرار می‌دهد. این در حالی است که نمی‌توان از آبدمی بیشتر چشمه اوبا چشم‌پوشی نمود. در صورتی که بتوان غلظت این گاز را در این چشمه‌ها به حداقل رسانید، به راحتی می‌توان از خواص درمانی این چشمه‌ها استفاده کرد.

نتیجه‌گیری

- با توجه به نتایج تجزیه شیمیایی آب چشمه‌های گوگردی دالکی، این آب‌ها دارای غلظت قابل ملاحظه‌ای سدیم (غلظت بیش از ۱۹۰۰ میلی گرم بر لیتر)، کلر (غلظت بیش از ۴۳۰۰ میلی گرم بر لیتر) سولفات (غلظت بیش از ۹۶۰ میلی گرم بر لیتر) نیز می‌باشند و می‌توانند علاوه بر خواص درمانی چشمه‌های گوگردی، اثرات درمانی چشمه‌های معدنی از نوع چشمه‌های معدنی کلرید سدیم، چشمه‌های معدنی سولفات، چشمه‌های معدنی کلره و چشمه‌های معدنی سیلیکاته را نیز نشان دهند.

9-Bender, T., Karagulle, Z., Balint, G., (2004): Hydrotherapy, balneotherapy, and spa treatment in pain management. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 11, pp 160–167.

10-Fioravanti, A., Cantarini, L., Guidelli, G. M., Galeazzi, M., (2010): Mechanisms of action of spa therapies in rheumatic diseases: what scientific evidence is there? *Rheumatology Unit. Department of Clinical Medicine and Immunology, University of Siena, Viale Bracci 1, 53100 Siena, Italy.*

11-Freeze R. A., Cherry J. A., (1979): *Ground Water*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, p 604.

12-Matz, H., Orion, E., Wolf, R., (2003): *Balneotherapy in dermatology*. *Dermatology Ther*, 16, pp 132–140.

13-Mwakio, P., (2002): The potential of geothermal systems in Kenya for balneological use. *Environmental Geochemistry and Health*, 24, pp 103–110.

14-Nasermoaddeli A., Kagamimori S., (2005): *Balneotherapy in Medicine: A Review*. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 10, pp 171–179.

15-O'Hare, J. P., Heywood, A., Summerhayes, C., (1985): Observations on the effect of immersion in Bath spa water. *Br Med J (Clin Res Ed)*, 291, pp 1747–1751.

16-Routh, H. B., Bhowmik, K. R., Parish, L. C., Witkowski, J. A., (1996): *Balneology, mineral water, and spas in historical perspective*. *Clin Dermatol* 14, pp 551–554.

از جمله: استفاده از محلول‌های آلکانول‌آمین یا مواد قلیایی قوی، استفاده از روش شوک کلریناسیون فیلتر کربن فعال، تزریق یک ماده شیمیایی اکسیده کننده از قبیل سفیدکننده‌های خانگی یا پرمنگنات پتاسیم و فرآیند سولفیران می تواند موثر باشند.

تشکر و قدردانی

از شرکت آب منطقه‌ای بوشهر و معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز که شرایط انجام این پروژه را فراهم نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

- ۱- سازمان آب منطقه‌ای فارس، (۱۳۶۳)، (۱۳۶۷)، (۱۳۷۲)، (۱۳۷۳)، (۱۳۷۶)، (۱۳۷۸): آزمایشگاه آنالیز شیمیایی آب شیراز.
- ۲- شرکت ملی نفت ایران (۱۹۷۳)، نقشه زمین شناسی برازجان مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰.
- ۳- غفوری، م.، مرتضوی، ر.، (۱۳۶۷): آب شناسی، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۲۲۶ص.
- ۴- غفوری، م.، (۱۳۶۷): چشمه‌های معدنی ایران، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۰۰ص.
- ۵- کلانتری، ن.، چرچی، ع.، بوسلیک، ز.، کشاورزی، م. احمدنژاد، ز.، سجادی، ز.، (۱۳۸۹): بررسی ارتباط هیدرولیکی چشمه‌های گوگردی دالکی با منابع آبی پائین دست، مجموعه مقالات چهارمین همایش ملی زمین‌شناسی دانشگاه پیام نور مشهد.
- ۶- محمدی، ا.، (۱۳۸۹): هیدروژئوشیمی و بالنتولوژی چشمه آبگرم ایوب (خراسان شمالی)، مجموعه مقالات چهاردهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران و بیست و هشتمین گردهمایی علوم زمین ارومیه.
- ۷- ملایی، م.، کلانتری، ن.، رئیسی، ع.، (۱۳۸۰): نقش گسل قطر کازرون در هیدروژئولوژی آبخوان برازجان، مجموعه مقالات پنجمین همایش زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تهران ص ۴۱۶-۴۲۰.
- ۸- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، (۱۳۸۸).

