فصلنامه علوم محیطی، دوره هفدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸

۵۷-۷۲

بررسی اثرهای محیط زیستی سازند گچساران در دشت میداوود، شرق خوزستان

محمد محمدیان، غلامرضا لشکری پور*،ناصر حافظی مقدس و محمد غفوری

گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۱۶

محمدیان، م، لشکری پور غ.ر. ، حافظی مقدس ن. و غفوری م. ۱۳۹۸. بررسی اثرات محیط زیستی سازند گچساران در دشت میداوود، شرق خوزستان. فصلنامه علوم محیطی. فصلنامه علوم محیطی. ۱۷ (۱): ۵۷-۷۲.

سابقه و هدف: مسئله‌های محیط زیستی از دیرباز کم و بیش وجود داشته ولی در حال حاضر بدلیل رشد بی‌رویه جمعیت جهان و برداشت بی رویه ازمنبع‌های زمینی، افزایش یافته و مشکل‌های زیادی را بوجود آورده است. دشت میداوود در شرق استان خوزستان قرار دارد و بسیار حاصل‌خیز بوده و دارای منابع غنی آب می‌باشد. این دشت با خطرهای محیط زیستی مواجه می‌باشد اما بیشتر مطالعات انجام شده در این دشت، در زمینه زمین‌شناسی و آب‌شناسی بوده و مطالعات محیط زیستی انجام نشده است.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش از مطالعات دفتری، صحرایی و آزمایشگاهی برای بررسی خطرهای محیط زیستی دشت میداوودواستفاده شده است. در مطالعات صحرایی فروچاله‌های زیادی در اطراف دشت میداوود شناسایی و ابعاد آن‌ها اندازه‌گیری شد. برای انجام آزمایش‌های لازم از سنگ‌های منطقه و منبع‌های آب، نمونه‌برداری انجام شد. آزمایش انحلال‌پذیری به روش سیرکولاسیون روی سنگ‌های گچی سازند گچساران صورت گرفت. با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، نقشه هم‌پتانسیل یون سولفات و یون کلسیم برای دشت میداوود تهیه و برای تعیین میزان عنصرهای سنگین در آب‌های این دشت از نتایج آنالیز ICP-OES استفاده شد.با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی نقشه هم‌پتانسیل عنصرهای سنگین برای دشت میداوود تهیه شد.

نتایج و بحث: براساس مطالعات دفتری، اطراف دشت میداوود را سازند آسماری و سازند گچساران در بر گرفته و سنگ کف این دشت، سازند گچساران می‌باشد که از سنگ‌های گچی و مارنی تشکیل شده است. همه فروچاله‌های شناسایی شده در منطقه، در نزدیکی سازند گچساران تشکیل شده‌اند. نتایج آزمایش انحلال‌پذیری نشان داد که سنگ‌های گچی دارای قابلیت انحلال بالایی هستند. بر اساس نقشه هم‌پتانسیل یون سولفات و یون کلسیم، میزان این املاح در اطراف روستاهای سرله و دوگچه بیش از دیگر نقاط دشت است که بدلیل انحلال سنگ‌های گچی سازند گچساران می‌باشد. بر اساس مطالعات آب‌شناسی در طول ۱۵ سال اخیر، سطح آب زیرزمینی دشت میداوود حدود ۵ متر افت پیدا کرده است. بالابودن قابلیت انحلال سنگ‌های گچی سازند گچساران در کف دشت و همچنین افت سطح آب زیرزمینی دشت سبب شد که در سال‌های اخیر فروچاله‌هایی بصورت ناگهانی در دشت و بویژه در حوالی روستاهای سرله و دوگچه تشکیل شوند که از نوع فروریزشی می‌باشند.آنالیزهای هیدروشیمیایی آب‌های دشت نشان داد که حدود ۸۱ درصد چاه‌های عمیق منطقه دارای آرسنیک بالاتر از حد مجاز آب شرب می‌باشند.از نمونه‌های برداشت شده حدود ۳۱ درصد دارای مقدار آهن بالاتر از حد مجاز و حدود ۴۴ درصد

* Corresponding Author. *E-mail Address*: lashkaripour@um.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

دارای منگنز بالاتر از حد مجاز هستند. همه نمونه‌ها دارای نیکل بالاتر از حد مجاز وانادیوم کمتر از حد مجاز آب شرب می‌باشند. بر اساس نقشه‌های هم‌پتانسیل، میزان فلزهای سنگین در محل روستاهای میداوود پایین (سفلی) و میداوود وسطی، بالاتر از دیگر نقاط دشت می‌باشد. منشاء فلزهای سنگین در دشت میداوود، مواد نفتی هستند که از سازند گچساران بصورت چشمه نفتی خارج می‌شوند.

نتیجه‌گیری: با کنترل برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی توسط چاه‌های بهره‌برداری و همچنین استفاده از تغذیه مصنوعی می‌توان از افت سطح آب زیرزمینی و تشکیل فروچاله‌های جدید در دشت جلوگیری کرد، در غیر اینصورت ممکن است فروچاله‌های جدید تشکیل شده و سبب خسارت‌های مالی و جانی شود. غلظت بالای فلزهای سنگین در آب‌های زیرزمینی می‌تواند برای سلامتی اهالی منطقه خطرهایی را بوجود آورد. برای حل این مشکل در صورت امکان می‌توان آب شرب ساکنین این دشت رااز حوزه‌های آبریز مجاور باکیفیت قابل قبول از نظر استانداردهای جهانی (WHO) تأمین نمود.

واژه‌های کلیدی: فروچاله، انحلال سنگ گچ، افت سطح آب،فلزهای سنگین، مواد نفتی.

مقدمه

در دهه‌های اخیر رشد بی‌رویه جمعیت جهان همراه با برداشت بی رویه از منبع‌های آبی و مواد معدنی همراه با رشد تولیدهای صنعتی مشکل‌های محیط زیستی زیادی را بوجود آورده است.دلیل اصلی،نبود توجه کافی به خطرهای محیط زیستی این است که پیامدهای سوء ناشی از این امر به‌طور تدریجی ظهور می‌یابد و به همین سبب برای مردم هراس انگیز نیست. ساختار فرهنگی و زیستی بشر به گونه‌ای است که تنها در برابر خطرهای زود رس واکنش نشان می‌دهد.

دشت میداوود در شرق استان خوزستان واقع شده که از توابع شهرستان باغملک می‌باشد (شکل۱). این دشت از جمله دشت های حاصل‌خیز و پرآب استان خوزستان بوده که روستاهای زیادی شامل روستای چیت انبه، میداوود پایین، میداوود بالا، تیغن، دوگچه، گدارپهن، سرله، مال شیخ، دالون و چم سید محمد را در بر می‌گیرد. منبع‌های آب دشت میداوود شامل ۵۱ حلقه چاه بهره-برداری، ۳ دهنه چشمه، رودخانه تلخ و رودخانه الله می-باشد. سازند گچساران در دشت میداوود گسترش زیادی داشته و اثرات محیط زیستی را در این دشت سبب شده است. در این مطالعه تلاش شده است تااین اثرهای محیط زیستی که شامل تشکیل فروچاله و آلودگی منبع‌های آب به فلزهای سنگین می‌باشد، مورد بررسی قرار گیرند.

در ارتباط با فروچاله‌ها و تاثیرهای محیط زیستی آن‌ها مطالعات زیادی در جهان انجام شده است. برای نمونه Papadopoulou *et al.* (2013) نقشه خطر فروچاله برای منطقه آتیکا در یونان را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه کردند. در این مطالعه جهت تهیه نقشه خطر فروچاله، از نقشه‌های شیب زمین، جهت شیب، فاصله از زهکش‌ها، فاصله از چشمه‌ها، فاصله از عوارض تکتونیکی، نقشه منطقه‌های کارستی و غیرکارستی، نقشه حداکثر شتاب زلزله، فاصله از راه‌ها و نقشه کاربری زمین‌ها استفاده کردند. در نهایت نقشه خطر فروچاله تهیه گردید و منطقه‌های خطر به چهار گروه کم خطر، دارای خطر متوسط، خطر زیاد و خطر خیلی زیاد تقسیم بندی شدند.

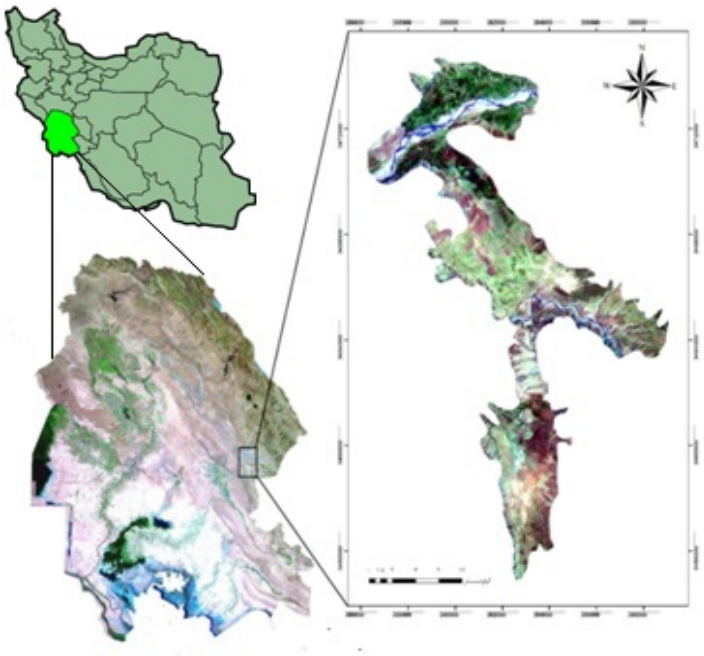
Mohammadian *et al.* (2015) اثرهای محیط زیستی انحلال ژیپس‌های سازند گچساران در شرق استان خوزستان را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که انحلال ژیپس‌های سازند گچساران سبب بروز خطرهای محیط زیستی مانند تشکیل فروچاله، کاهش کیفیت منبع-های آب، افزایش شوری خاک و ناپایداری شیب در منطقه می‌شود. Heidari *et al.* (2011) تشکیل فروچاله‌های شمال همدان را مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه نقشه‌های عمق سنگ کف، نقشه تغییرات سطح آب زیرزمینی، نقشه

www.SID.ir

Archive of SID

تغییرات بیکربنات آب زیرزمینی و نقشه تغییرات شاخص اشباع کلسیت در آب منطقه تهیه و نتیجه گیری کردند که بالا بودن اسیدیته آب زیرزمینی و تغییرات سطح آب زیرزمینی بدلیل پمپاژ بیش از حد آب زیرزمینی، سبب گسترش انحلال آهک‌ها و تشکیل فروچاله‌ها شده است.(2012) karimi *et al.* پهنه‌بندی خطر وقوع فروچاله در دشت جابر استان ایلام را انجام دادند. در این مطالعه تعداد ۳۲ فروچاله در دشت جابر شناسایی شد و برای تهیه نقشه خطر فروچاله‌ها، ابتدا لایه‌های اطلاعات مربوط به فروچاله-های منطقه، زمین‌شناسی، نقشه شیب، کاربری زمین‌ها، خط کنیک (مرز کوهستان و دشت)، شبکه آبراهه، عمق سطح آب زیرزمینی و ضخامت آبرفت به کمک سیستم GIS تهیه گردید و در نهایت نقشه خطر فروچاله‌ها به‌دست‌آمد.

در ارتباط با آلودگی منبع‌های آب، Ardakani *et al.*(2014) به بررسی غلظت آرسنیک، روی، کروم و منگنز در منبع‌های آب زیرزمینی دشت رزن پرداخته و ضمن تهیه نقشه پهنه بندی عنصرها برای منطقه، به این نتیجه رسیدند که میانگین غلظت عنصرهای مورد مطالعه بر اساس استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) کمتر از میزان استاندارد بوده و منبع‌های آب زیرزمینی منطقه در معرض آلودگی به فلزهای سنگین نمی‌باشد. Ghavidel and moattar (2009) به بررسی سرب، روی و نیکل رودخانه‌های حوزه آبریز تالاب انزلی پرداخته و به این منظور از پنج ایستگاه در نقطه‌های مختلف رودخانه گوهررودنمونه‌برداری و میزان فلزهای سنگین با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین غلظت عنصرهای مورد مطالعه بر اساس استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست، بالاتر از میزان استاندارد بوده و از آن‌جاکه این رودخانه یکی از مجاری تغذیه کننده تالاب انزلی می‌باشد، امکان بروز خطر بهداشتی-زیستی عنصرهای سنگین در بدن ماهیان و در نهایت انسان وجود دارد. درانی نژاد (2009)Dorraninejad ارزیابی هیدروشیمیایی آب‌های زیر زمینی در منطقه میداوود را مورد مطالعات قرار دادند. به این منظور از منبع‌های آب منطقه طبق روش‌های استاندارد EPA 2001، نمونه برداری مکانی بعمل آمد. برای تعیین مقدار عنصرهای اصلی موجود در این آب‌ها از نتایج آنالیز تیترسنجی و نور سنجی و همچنین برای تعیین مقدار عنصرهای سنگین در آب از نتایج آنالیزICP-OES استفاده شد. لازم به بیان است در تحقیق حاضر از داده‌های مطالعه Dorraninejad (2009) استفاده شده است.



www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه
Fig. 1- Geographic location of the study area

مواد و روش‌ها

در این پژوهش با انجام مطالعات کتابخانه‌ای، اطلاعات اولیه از منطقه شامل نقشه‌های زمین‌شناسی و اطلاعات آب‌های زیرزمینی جمع آوری گردید. در مطالعات صحرایی، فروچاله‌های منطقه شناسایی و ویژگی‌های آن‌ها شامل موقعیت، نوع فروچاله، قطر و عمق اندازه‌گیری شد. همچنین در مطالعات صحرایی از نمونه-های سنگی و آب منطقه نمونه‌برداری انجام گرفت. با انجام آزمایش پراش اشعه ایکس[1] (XRD)، تصویرهای میکروسکوپ الکترونی[2] (SEM) و تهیه مقاطع نازک میکروسکوپی، ویژگی‌های سنگ‌شناسی نمونه‌ها بررسی شد. برای بدست آوردن نرخ انحلال نمونه‌های سنگ، آزمایش انحلال‌پذیری انجام شد. برای تعیین مقدار عناصر اصلی موجود در آب‌های منطقه از نتایج آنالیز تیترسنجی و نور سنجی و همچنین برای تعیین مقدار عناصر سنگین در آب از نتایج آنالیزICP-OES استفاده شد. در نهایت برای تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده از نرم افزارهای PHREEQCI2.6، Aqua، Arcview3.2 و ArcGIS 9.2 استفاده شد.

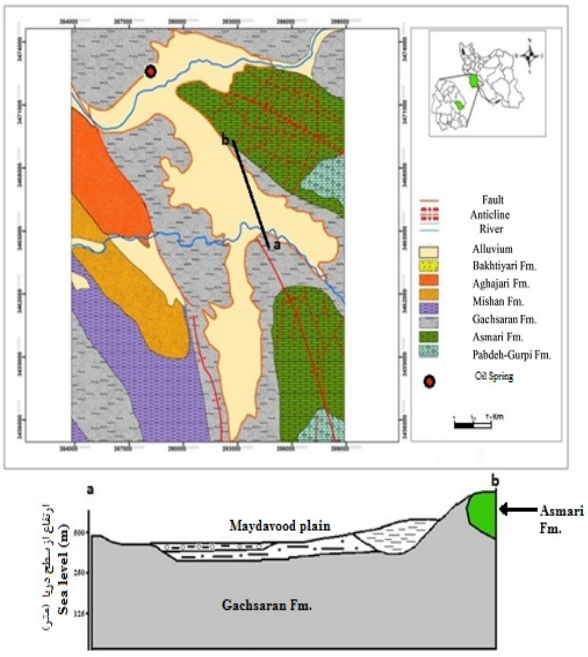
نتایج و بحث

زمین‌شناسی منطقه

محدوده مطالعاتی، قسمتی از زاگرس چین خورده در شرق استان خوزستان بوده، متشکل از تاقدیس‌ها و ناودیس‌های متعدد که دشت میداوود یکی از ناودیس‌های آن بشمار می‌رود. این دشت ناودیسی در دامنه جنوب شرق تاقدیس کوه سفید واقع شده و در انتهای آن رودخانه تلخ قرار دارد و توسط رسوب‌های حاصل از فرسایش فیزیکی سنگ‌های آهکی آسماری که در کوه گردکی رخنمون دارند، پر شده است(Dorraninejad, 2009). سازندهای موجود در منطقه به ترتیب از قدیم به جدید شامل سازندهای شیلی و مارنی پابده- گورپی، سنگ آهک‌های درز و شکافدار آسماری، سازند تبخیری گچساران، سازند مارنی- آهکی میشان، نهشته‌های سخت شده رودخانه‌ای مرکب از سازندهای قدیمی موجود در منطقه و آبرفت‌های عهد حاضر می-باشد(شکل۲). داده‌های مطالعات ژئوفیزیک و لاگ چاه‌های حفره شده در منطقه نشان می‌دهد که سنگ کف دشت میداوود را لایه‌های گچی (ژیپس) و مارنی سازند گچساران تشکیل می‌دهد چنانچه در بعضی مکان‌های دشت، بقایای سازند گچساران به صورت تپه‌های برجا مانده قابل مشاهده می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی (محمدیان، ۱۳۸۱) و مقطع عرضی از منطقه

Fig. 2- Geology map and cross-sections of the study area

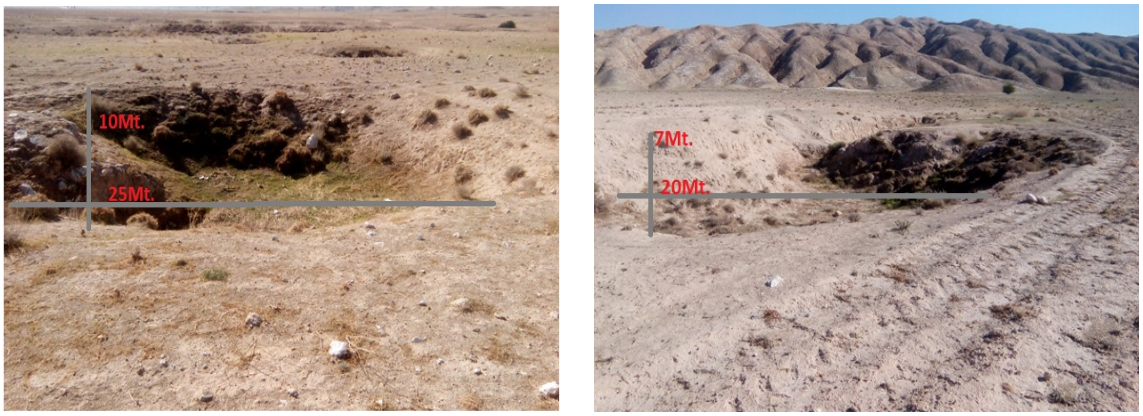
خطرهای محیط زیستی سازند گچساران در دشت میداوود

تشکیل فروچاله

فروچاله‌ها، فرورفتگی‌های قیفی شکلی هستندکه دراثرحل شدن سنگ‌های انحلال‌پذیرایجادشده که می‌توانند خسارت‌های مالی و جانی زیادی راسبب شوند. انواع فروچاله‌ها شامل فروچاله‌های انحلالی، فروریزشی، فرونشستی، پرشونده، دفنی و فروچاله‌های دارای پوشش سنگی می‌باشند(Tony *et al.*, 2005). از دیدگاه انسانی، بیشترین خطر مربوط به فروچاله‌های فروریزشی و فرونشستی می‌باشد زیرا بدون هیچ‌گونه اخطار قبلی در سطح ظاهر می‌شوند. این فروچاله‌ها بیشتر در نتیجه تخریب حفره‌ها و غارهای زیر زمینی، ایجاد می‌شوند وبیشتر دهانه بیضی تا دایره‌ای شکل و دیواره قائم داشته و در دشت و در مجاورت آبخوان ایجاد می‌شوند. سنگ ژیپس($CaSo_4.2H_2O$) جزء سنگ‌های انحلال‌پذیر بوده که در اثر تماس با آب، انحلال پیدا می‌کند و سرعت انحلال بالایی دارد. مطالعات صحرایی در این پژوهش نشان داده که در نتیجه انحلال ژیپس‌های سازند گچساران پدیده‌های انحلالی زیادی در منطقه تشکیل شده که یکی از این پدیده‌ها فروچاله می‌باشد (شکل۳).در نتیجه مطالعات صحرایی بیش از ۶۰ فروچاله در دشت میداوود شناسایی شده که ویژگی‌های تعدادی از این فروچاله‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳- تصویر فروچاله‌های تشکیل شده در ژیپس‌های سازند گچساران در دشت میداوود

Fig. 3- Sinkholes in Gachsaran Formation gypsum around the MaydavoodPlain

احتمال تشکیل فروچاله در ژیپس‌های سازند گچساران به دلیل بالا بودن قابلیت انحلال ژیپس‌ها زیاد است (Mohammadian *et al.*, 2012) و بر حسب معمول در بیشتر منطقه‌هایی که سازند گچساران رخنمون دارد، فروچاله‌های زیادی تشکیل می‌شود (Mohammadian *et al.*, 2014). تا زمانی که این فروچاله‌ها خطرها و خسارت‌های مالی و جانی را سبب نشوند، قابل چشم پوشی هستند، ولی زمانی که احتمال خطر وجود دارد باید مطالعات لازم و در نتیجه آن اقدام‌های لازم برای جلوگیری از خطر را اجرا کرد. همچنانکه اشاره شد، در اطراف دشت میداوود فروچاله‌های زیادی در ژیپس‌های سازند گچساران تشکیل شده که تعدادی از آن‌ها جدید و تعدادی هم قدیمی هستند، به‌گونه‌ای که در کف برخی از این فروچاله‌ها،پوشش گیاهی و درخت رشد کرده که نشان دهنده قدیمی بودن آن‌ها می‌باشد. اما آنچه اهمیت مطالعه تشکیل فروچاله در دشت میداوود را بالا برده، فروچاله‌های جدیدی می‌باشد که در سال‌های اخیر در دشت میداوود تشکیل شده‌اند. آخرین مورد از این فروچاله‌ها در مهرماه سال۱۳۹۶تشکیل شده است (شکل۴). این فروچاله در مجاورت روستای سرله ایجاد شده که قطر آن حدود ۲ متر و عمق آن بیش از ۳۰ متر تخمین زده می‌شود. این فروچاله از نوع فروریزشی بوده که بصورت ناگهانی ایجاد شده و خوشبختانه خسارت مالی و جانی در پی نداشته است.دو سال قبل نیز فروچاله دیگری در مجاورت همین فروچاله تشکیل شده بود. عبور جاده دسترسی روستاها، عبور خط لوله گاز و آب روستایی از مجاورت این فروچاله ممکن است خطرهایی را در آینده سبب شود.وجود روستاهای زیاد در منطقه، عبور خط لوله نفت سراسری مارون-اصفهان، عبور جاده اصلی رامهرمز-باغملک و پروژه‌های در حال اجرا در دشت میداوود اهمیت مطالعه تشکیل فروچاله در منطقه را نشان می‌دهد.

جدول ۱- ویژگی‌های تعدادی از فروچاله‌های تشکیل شده در دشت میداوود

Table 1. Characteristics of sinkhole occurred in the Maydavood plain

نوع فروچاله Type	قطر (متر) Diameter (m)	عمق (متر) Depth (m)	موقعیت مکانی Location (E)	موقعیت مکانی Location (N)
فروریزشی Collapse	3	30	391845	3469399
فروریزشی	3	25	391834	3469416

www.SID.ir

Archive of SID

Collapse فرونشستی	7	4	392465	3464990
Subsidence فروریزشی	10	5	393409	3464796
Collapse فروریزشی	11	5	393376	3464635
Collapse فرونشستی	5	3	393449	3464654
Subsidence فروریزشی	5	3	393289	3464844
Collapse فرونشستی	12	5	391938	3465784
Subsidence فروریزشی	10	4	392351	3465584
Collapse فروریزشی	10	5	392435	3465408
Collapse فروریزشی	10	4	392212	3465453
Collapse فروریزشی	10	5	392743	3465104
Collapse فروریزشی	11	5	392391	3464912
Collapse				

دلیل‌های تشکیل فروچاله در دشت میداوود

افت سطح آب زیرزمینی دشت میداوود

مهمترین دلیل تشکیل فروچاله در تمام دنیا،برداشت آب از آبخوان‌های روی منطقه‌های کارستی است. برداشت از منبع‌های آبی ممکن است برای تأمین آب کشاورزی و شرب و یا زهکشی آب توده‌ای از سنگ برای معدن‌کاری یا فعالیت‌های دیگر اتفاق افتد. در این حالت، سطح آب زیرزمینی افت پیدا کرده و خاصیت شناوری در آب کاهش (Milanovich, 1981) و در نتیجه، وزن رسوب‌های بالای سنگ کارستی افزایش می‌یابد. در سال‌های اخیر در دشت میداوود چاه‌های زیادی جهت برداشت آب از آبخوان حفر شده است. هم اکنون ۵۱ چاه کم عمق و عمیق در این دشت فعال می‌باشند. برای بررسی میزان افت سطح آب دشت میداوود، نمودار تغییرات سطح آب این دشت تهیه شد (شکل۵). نتایج نشان می‌دهد که از سال ۱۳۸۱ تا سال ۱۳۹۵ سطح آب زیرزمینی دشت میداوود حدود ۵ متر کاهش پیدا کرده است این در حالی است که در برخی از نقطه‌های دشت بدلیل بهره‌برداری زیاد از منبع‌های آب زیرزمینی افت سطح آب تا ۲۰ متر نیز می‌رسد.

www.SID.ir

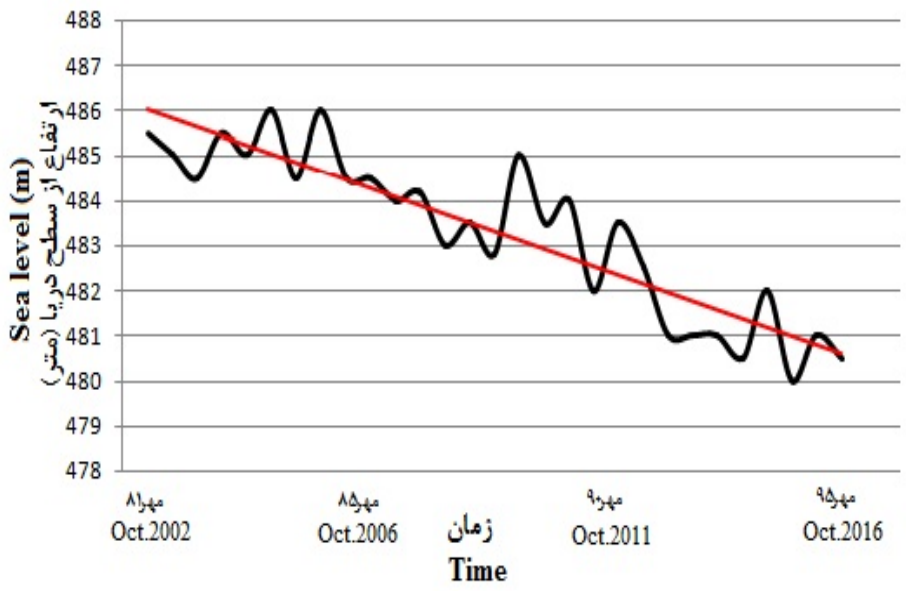
Archive of SID

شکل ۴- فروچاله تشکیل شده در مهرماه سال۱۳۹۶ در دشت میداوود، بین روستاهای سرله و دوگچه (مهرماه ۱۳۹۶)

Fig. 4- Sinkhole occurred in Maydavood Plain, between Sarelah and Dogacheh villages (October 2017)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- تغییرات سطح آب در دشت میداوود (سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۵)

Fig. 5- Variation ingroundwater level in MaydavoodPlain (during 2002-2016)

جدول ۲- نتایج آزمایش انحلال ژیپس‌های سازند گچساران

Table 2. Results of Gachsaran Formation gypsum solution test

میزان انحلال‌پذیری (گرم بر لیتر) Solubility (gr/l)	ثابت سرعت انحلال (متر بر ثانیه) Solution rate constant (m/s)	اسیدیته آب Acidity (pH)
2/67	0.375×10^{-5}	6.5-7
2/58	0.386×10^{-5}	7-7.5
2/44	0.394×10^{-5}	7.5-8

انحلال ژیپس‌های سازند گچساران

چنانکه در شکل۲ نشان داده شد سنگ کف دشت میداوود، سازند گچساران بوده که شامل لایه‌های ژیپس (گچ) و مارن می‌باشد. در این پژوهش برای بررسی میزان انحلال پذیری ژیپس‌های سازند گچساران، آزمایش انحلال‌پذیری به روش سیرکولاسیون انجام شد. نتایج آزمایش انحلال پذیری، در جدول۲ بیان شده که نشان دهنده بالا بودن قابلیت انحلال ژیپس‌های سازند گچساران می‌باشند.

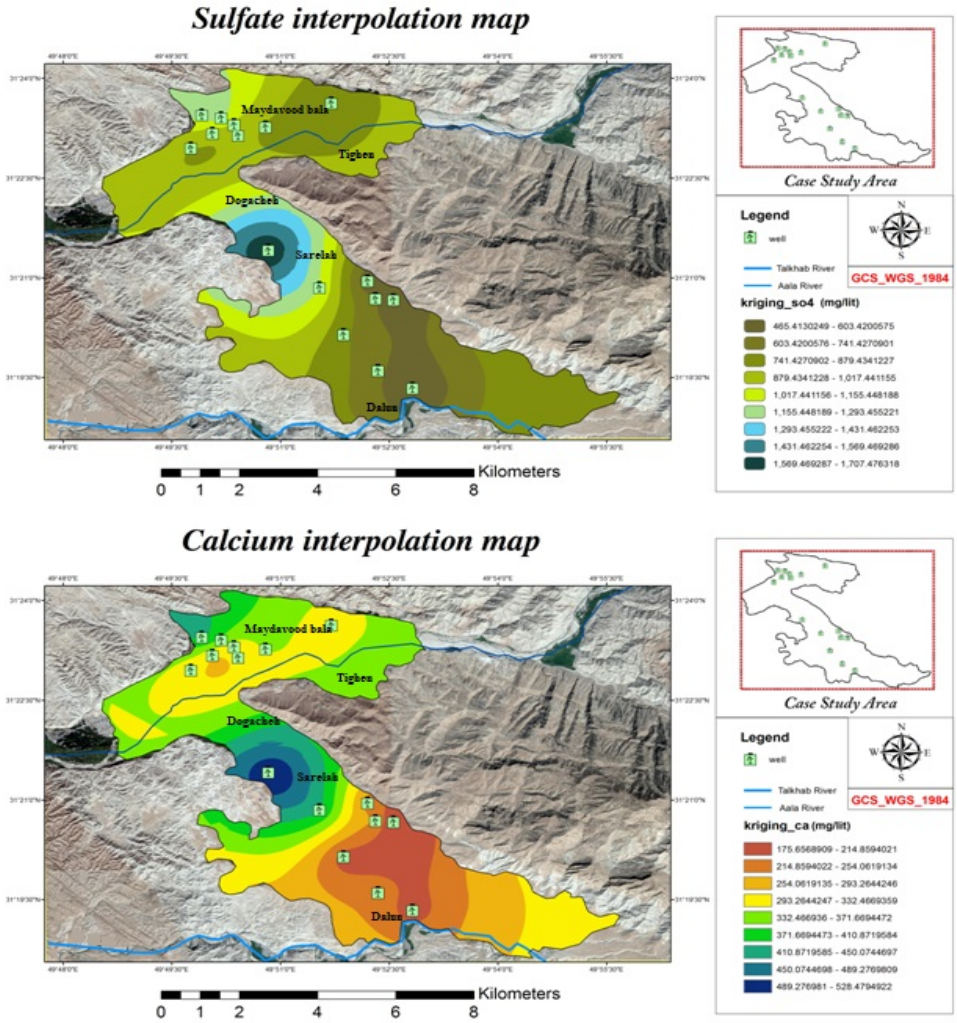
سنگ ژیپس($CaSO_4.2H_2O$) قابلیت انحلال بالایی در آب داشته و فرآیند انحلال آن بر اساس رابطه زیر، صورت می‌گیرد(Yilmaz, 2001):

$$CaSO_4.2H_2O + H_2O \rightarrow Ca^{+2}+SO_4^{-2}+3H_2O \quad (۱)$$

در نتیجه انحلال سنگ ژیپس، میزان یون‌های سولفات و کلسیم در آب بالا می‌رود. نقشه هم‌پتانسیل یون سولفات و کلسیم آبخوان دشت میداوود نشان می‌دهد میزان این املاح در نزدیکی روستاهای سرله و دوگچه بیشتر از دیگر نقطه‌های دشت بوده که بدلیل انحلال ژیپس‌های سازند گچساران می‌باشد (شکل۶). فروچاله تشکیل شده در مهرماه ۱۳۹۶ نیز در همین ناحیه تشکیل شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



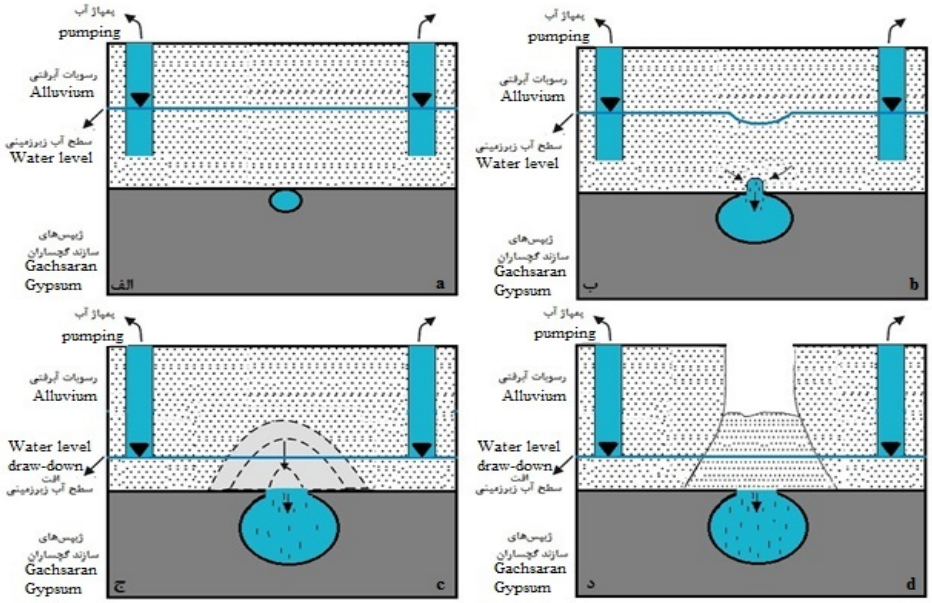
شکل ۶- نقشه هم‌پتانسیل یون سولفات (بالا) و ویون کلسیم (پایین) در دشت میداوود

Fig. 6- Isopotential map of sulfate (a) and calcium (b) ions in MaydavoodPlain

مطالعات صحرایی نشان داده که بیشترفروچاله‌ها در منطقه‌هایی از دشت تشکیل شده‌اند که چاه‌های بهره-برداری تمرکز دارند. این فروچاله‌ها از نوع فروچاله فروریزشی می‌باشند که مکانیسم تشکیل آن‌ها در شکل ۷ نشان داده شده است.بدلیل برداشت آب از چاه‌ها، جهت جریان آب زیرزمینی دشت به سمت این منطقه‌ها متمایل شده و تماس آب با سنگ‌های ژیپس در کف دشت افزایش یافته و سبب انحلال بیشتر ژیپس می‌شود. در نتیجه انحلال ژیپس، حفره‌های انحلالی ایجاد شده (شکل۷الف) و با گذشت زمان و افزایش میزان انحلال، حفره‌ها به غار تبدیل می‌شوند و در اثر فرسایش، رسوب‌های بالایی به درون این غارها حمل می‌شوند (شکل۷ب). در اثر برداشت بی‌رویه آب زیرزمینی، سطح آب زیرزمینی دشت افت پیدا کرده و سبب کاهش خاصیت شناوری و افزایش وزن لایه-های بالایی می‌شود. افزایش اندازه غارهای کف دشت در اثر پیشرفت انحلال و افزایش وزن لایه‌های بالای این غارها در اثر کاهش سطح آب تا جایی ادامه پیدا می‌کند که سقف غار تحمل وزن لایه‌های فوقانی را نداشته و ریزش می‌کند (شکل۷ج). این غار در زیرزمین پیشرفت کرده تا زمانی که بدلیل نداشتن تحمل فشار لایه‌های بالایی بصورت ناگهانی ریزش کرده و خود را بصورت فروچاله در سطح نشان می‌دهد (شکل۷د).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۷- الف: تشکیل حفره انحلالی در ژیپس‌های سازند گچساران ب: پیشرفت انحلال و تبدیل حفره انحلالی به غار ج: افت سطح آب زیرزمینی و ریزش رسوب‌ها به درون غار د: ریزش رسوب‌ها و تشکیل فروچاله

Fig. 7 – (a) Solution void forming in Gachsaran Formation gypsum, (b) solution develop and cave forming, (c) water level decrease and sediment collapse in the cave, (d) sinkhole forming

آلودگی آب‌های زیرزمینی دشت میداوود به فلزهای سنگین

با توجه به جمعیت رو به افزایش جهان بویژه در کشورهایی که با محدودیت منبع‌های آب مواجه-اند، بررسی و کنترل این منبع‌ها، بویژه منبع‌های آب زیرزمینی بعنوان بخشی از منبع تأمین آب شیرین، می‌تواند این جوامع را در رویارویی با بحران آب یاری نماید. آنچه در حال حاضر بیش از هر مقوله‌ای فکر بشر را به‌خود جلب کرده است، مسأله آلودگی محیط زیست با فلزهای سنگین می‌باشد که بدلیل غیرقابل جذب بودن و داشتن اثرهای فیزیولوژیکی بر فعالیت جانداران دارای اهمیت ویژه‌ای است(Ardakani *et al.*, 2014). فلزهای سنگین موجود در آب زیرزمینی تحت تأثیر چندین پروسه مانند اکسیداسیون- احیا، جذب، انحلال و بارندگی کنترل می‌شود. از جمله فلزهای سنگین که سبب آلودگی منبع‌های آب می‌شوند، می‌توان به آرسنیک، آهن، منگنز، نیکل و وانادیوم اشاره نمود.

از تاثیرهای مزمن فلز سمی آرسنیک موجود در آب آشامیدنی بر بدن انسان، جراحت‌های پوستی، تجمع رنگدانه‌های پوستی، قطع شدن عضو، سرطان مثانه، ریه، پوست، کلیه، کبد و پروستات، اختلال در سامانه قلبی- عروقی و فعالیت سامانه عصبی می-باشد.

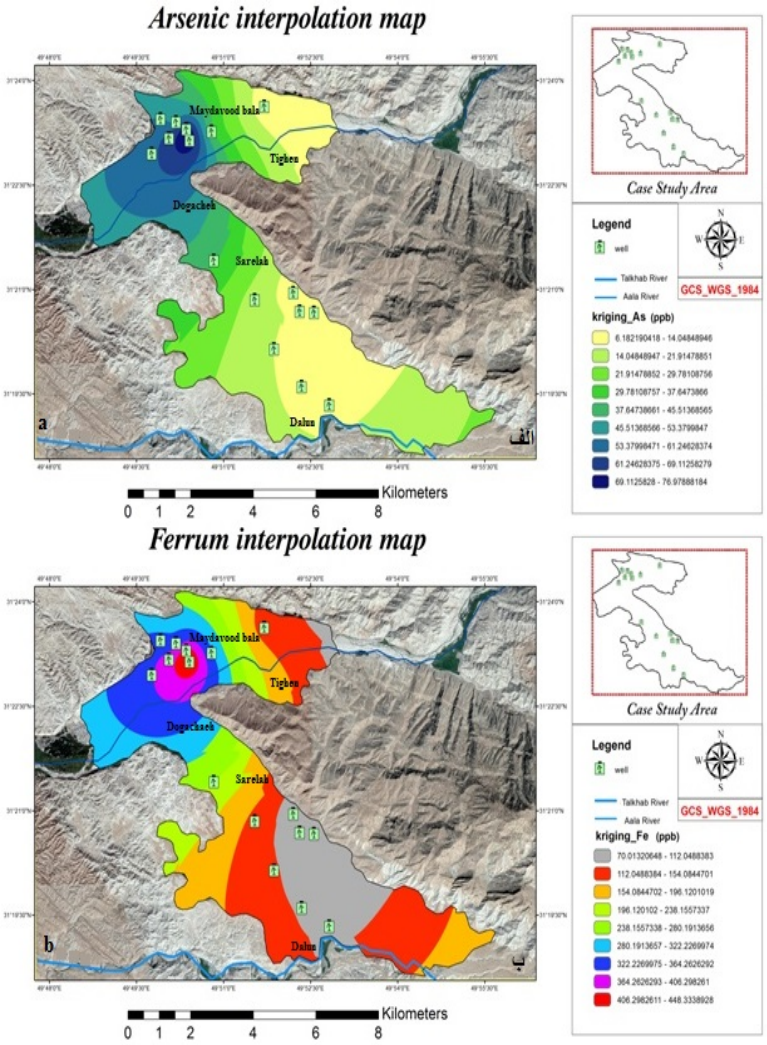
آهن یکی از مهمترین عنصرهای موجود در بدن انسان است و بعنوان جزیی از ملکول هموگلوبین وظیفه اصلی انتقال اکسیژن را بر عهده دارد. در عین حال ورود بیش از اندازه آهن به بدن سبب ایجاد مشکل‌ها و بیماری-های عدیده‌ای می‌شود. بعنوان نمونه آهن اضافی در بافت-های انسان تجمع یافته و بیماری هموسیدروسیسرا بوجود می‌آورد. این تجمع در اندام‌هایی چون کبد، قلب، تیروییید، لوزالمعده و شش‌ها می‌تواند بسیار خطرناک باشد.بالا بودن میزان منگنز باعث بروز بیماری‌های عصبی و تاثیرهای مخرب بر بخش‌هایی از مغز می‌شود که کنترل حرکت‌های بدن را بر عهده دارد.نیکل یکی از مهمترین عنصرهای موجود در زنجیره غذایی انسان‌ها است و به میزان کم

www.SID.ir

Archive of SID

جهت عملکرد صحیح سامانه دفاعی بدن لازم و ضروری است،ولی در مقادیر بالا با جایگزین شدن به جای منگنز و روی موجود در آنزیم‌های دی.ان.ایپلی مراز مانع کارکرد مناسب این آنزیم‌ها می‌شود (Dorraninejad, 2009). وانادیوم در بدن انسان با فسفات رقابت کرده و مانع از انجام فعالیت آنزیم‌های مرتبط با فسفات در بدن می‌شود (Irne *et al.*, 2004). همچنین وانادیوم مانع از فعالیت آنزیم‌هایی چون مونوآمین اکسیداز،آ.ت. پ. آز، تیروسیناز، کولین استراز، و سنتز کلسترول می‌گردد.مطالعات قبلی نشان داده میزان فلزهای سنگین در آبخوان میداوود بالا می‌باشد (Dorraninejad, 2009).

از آنجایی‌که بخش زیادی از آب مصرفی برای شرب و کشاورزی در دشت میداوود از آبخوان این دشت تأمین می‌شود و همچنین با توجه به خطرهای بالا بودن میزان فلزهای سنگین در منبع‌های آب این آبخوان، لازم است که فلزهای سنگین در آبخوان دشت میداوود مورد مطالعه دقیقتر قرار گیرند. برای این منظور از منبع‌های آب دشت میداوود نمونه‌برداری شد و با استفاده از آنالیز ICP-OES مقادیر فلزهای سنگین نمونه‌های آب اندازه‌گیری و سپسبا تهیه نقشه هم‌پتانسیل فلزهای سنگین برای دشت، نحوه پراکنش فلز‌های سنگین در دشت میداوود مورد بررسی قرار گرفت (شکل۸، ۹ و ۱۰).

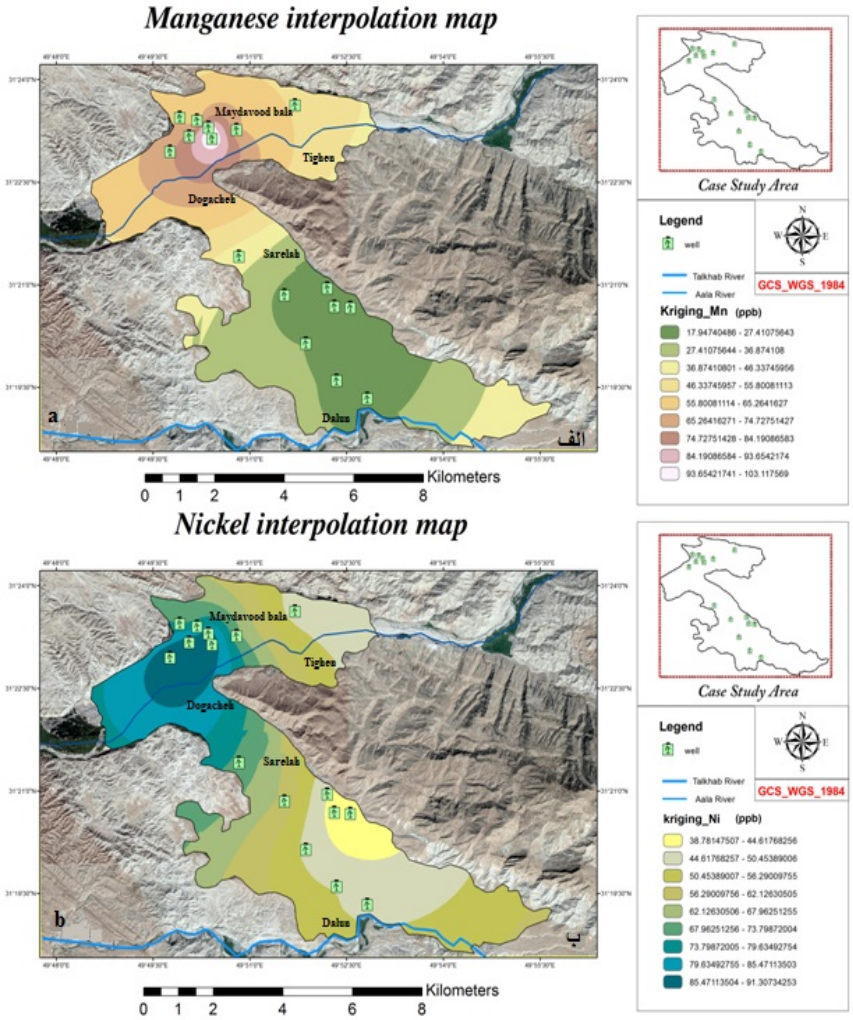


شکل ۸- نقشه‌های هم‌پتانسیل عناصر آرسنیک (الف) و آهن (ب)در دشت میداوود

Fig. 8 – Isopotetial maps of arsenic (a) and iron (b) in Maydavood Plain

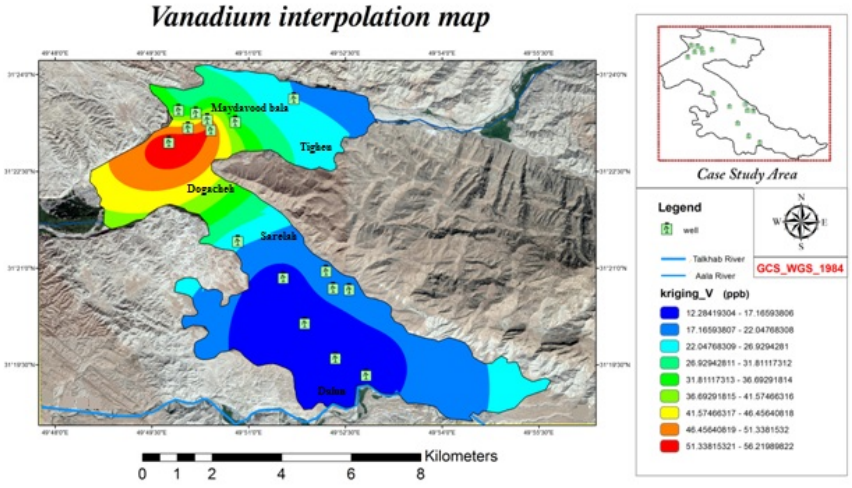
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۹- نقشه‌های هم‌پتانسیل عنصرهایمنگنز (لف) ونیکل (ب)در دشت میداوود

Fig. 9 – Isopotetial maps of manganese (a) and nickel (b) in Maydavood Plain



شکل۱۰- نقشه هم‌پتانسیل عنصر وانادیومدر دشت میداوود

Fig. 10 – Isopotetial map of vanadium in Maydavood Plain

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه غلظت فلزهای سنگین در آبخوان دشت میداوود با استانداردهای موجود (WHO, 2004 –Anonymous., 2007) نشان می‌دهد که حدود ۸۱ درصد چاه‌های عمیق منطقه دارای آرسنیک بالاتر از میزان مجاز آب شرب (ppb ۱۰) ، حدود ۳۱ درصد دارای میزان آهن بالاتر از مقدار مجاز آب شرب (ppb ۳۰۰) هستند. حدود ۴۴ درصد نمونه ها دارای منگنز بالاتر ازمقدار مجاز آب شرب (ppb ۵۰) و همه نمونه‌ها دارای نیکل بالاتر از مقدار مجاز آب شرب (ppb ۲۰) و وانادیوم کمتر از مقدار مجاز آب شرب (ppb ۱۰۰) می‌باشند. بررسی نقشه‌های پراکندگی فلزهای سنگین در آبخوان دشت میداوود نشان می‌دهد که همه فلزهای سنگین کمابیش دارای توزیع یکسانی در دشت بوده و میزان فلزهای سنگین در غرب و شمال‌غرب دشت و در حوالی روستاهای میداوود پایین (سفلی) و میداوود وسطی بالاتر از دیگر نقاط دشت می‌باشد. منشاء فلز-های سنگین در آبخوان دشت میداوود، مواد آلی مرتبط با هیدروکربن‌های نفتی است که بطور عمده از سازند گچساران که سنگ کف آبخوان میداوود را تشکیل می‌دهد نشات گرفته و این مواد در اطراف روستای میداوود وسطی خود را بصورت چشمه‌ی نفتی نمایان می‌کنند که محل این چشمه در نقشه زمین‌شناسی (شکل۲) نشان داده شده است.

نتیجه‌گیری

تشکیل فروچاله بصورت ناگهانی و با ابعاد زیاد و آلودگی منبع‌های آب زیرزمینی به فلزهای سنگین، از مهمترین خطرهای محیط زیستی دشت میداوود است که در مطالعه حاضر مورد بررسی قرار گرفت.

در این تحقیق مشخص شدکه در محدوده دشت میداوود و در مجاورت سنگ‌های گچی سازند گچساران فروچاله‌های زیادی تشکیل گردیده است. برخی از این فروچاله‌ها قدیمی بوده و با پوشش گیاهی درون آن‌ها مشخص می‌گردد. در سال‌های اخیر فروچاله‌هایی جدیدی بصورت ناگهانی در دشت تشکیل شده که تشکیل مجدد آن‌ها ممکن است سبب خطرهای جانی و مالی شود.

نتیجه این پژوهش نشان داد که دلیل تشکیل فروچاله‌های جدید، دو عامل انحلال سنگ‌های گچی سازند گچساران در کف دشت و برداشت بی‌رویه از آب-های زیرزمینی می‌باشد.مهمترین راه مقابله با خطر تشکیل فروچاله کنترل برداشت آب زیرزمینی در دشت می‌باشد. با کنترل برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی و تغذیه مصنوعی دشت می‌تواناز تشکیل فروچاله‌های جدید جلوگیری کرد. کنترل نکردن این بحران می‌تواند با خسارت‌های مالی و جانی همراه باشد.

نتایج آنالیز منبع‌های آب دشت میداوودنشان داد که حدود ۸۱ درصد چاه‌های عمیق منطقه دارای آرسنیک بالاتر از میزان مجاز آب شرب می‌باشند. حدود ۳۱ درصد دارای میزان آهن بالاتر از میزان مجاز آب شرب، حدود ۴۴ درصد دارای منگنز بالاتر ازمیزان مجاز آب شرب هستند. همه نمونه‌های مورد آزمایش دارای نیکل بالاتر از مقدار مجاز آب شرب و نیز دارای وانادیوم کمتر از مقدار مجاز آب شرب می‌باشند. نقشه پراکندگی فلزهای سنگین در دشت نشان داد که میزان فلزهای سنگین در محل روستاهای میداوود پایین (سفلی) و میداوود وسطی، بالاتر از دیگر نقاط دشت می‌باشد. منشاء فلزهای سنگین در آبخوان این دشت، مواد آلی مرتبط با هیدروکربن‌های نفتی است که بطور عمده از سازند گچساران نشات گرفته و در اطراف روستای میداوود وسطی خود را بصورت چشمه‌ی نفتی نمایان می‌کنند. غلظت بالای فلزهای سنگین می‌تواند خطرهای جدی برای سلامتی ساکنین این دشت ایجاد کند.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله، لازم می‌دانند از همکاری سازمان آب و برق خوزستان برای در اختیار گذاشتن اطلاعات آب‌های سطحی و زیرزمینی دشت میداوودتشکرو قدرانی نمایند.

پی‌نوشت‌ها

1
2

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

Anonymous. 2007. Water Quality Products, National Drinking Water Standards 2.htm. Available online at: http://www.healthgoods.com.

Ardakani, S.S., Jamali, M. and Moanijoo, M., 2014. Assessment of the levels of some heavy metals in ground water in Razan plain. Environment Science and Technology Journal. 16, 25-38. (In Persian with English abstract).

DorraniNejad, M.S., 2009. Hydro chemical Assessment of Ground waters in Maydavood Area. M.Sc. Thesis. Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran. (In Persian).

Ghavidel, A. and Moatar, F., 2014. Assessment of the levels of some heavy metals in Goharrod river. Environment Science and Technology Journal. 16, 25-38. (In Persian with English abstract).

Heidari, M., Khanlari, G.R., Beydokhti, A.R. and Momeni, A.A., 2011. The formation of cover collapse sinkholes in North of Hamedan, Iran. Geomorphology Journal. 132, 76-86.

Irne, O., Anderson, T., Verionis, H. and Lovely, D., 2004. Vanadium respiration Geobactermetallireducens: Novel strategy for in situ remediation of vanadium from groundwater. Applid and environmental microbiology Journal. 70, 52-64.

Karimi, H., Grayi, P. and Tavakoli, M., 2012. Mapping of collapse sinkholes in Jaber plain, Ilam province. Shahid Chamran Geology Journal. 6, 53-62. (In Persian with English abstract).

Milanovich, P.T., 1981. Karst hydrogeology. Water Resources Publications, Littleton, Colorado, United States of America.Mohammadian, M., 2012. The study of the geological engineering properties of the Gachsaran Formation with emphasis on solubility and swelling in Ramhormoz Area. M.Sc. Thesis. Bu Ali SinaUniversity, Hamadan, Iran. (In Persian with English abstract).

Mohammadian, M., Ghobadi, M.H., Mohseni, H. and Karami. R., 2014.Study of geological engineering properties of Gachsaran formation in Ramhormoz Area, Khuzestan. Shahid Chamran Geology Journal. 7,1-12. (In Persian with English abstract).

Mohammadian, M., Lashkaripour, G.R., Ghafoori, M. and Ghobadi, M.H., 2015. A Study of the Gypsum Solubility of Gachsaran Formation in East of Khuzestan province and its Environmental Impacts. Environmental Sciences Journal. 13, 11-24. (In Persian with English abstract).

Papadopoulou, K., George D. and Hariklia D., 2013. Karst collapse susceptibility mapping considering peak ground acceleration in a rapidly growing area. Engineering Geology Journal. 158, 77-88.

Tony, W., Fred, B. and Martin, C., 2005. Sinkholes and Subsidence. Springer publication, New York, United States of America.

WHO, 2004. Guidelines for drinking-water quality. Fourth edition, WHO publication, Geneva, Switzerland.

Yilmaz, I., 2001, Gypsum/anhydrite: Some engineering problems. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 59, 227-230.

www.SID.ir

Environmental Sciences Vol.17 / No.1 / Spring 2019

57-72

Environmental impacts of Gachsaran Formation in Maydavood Plain, East of Khuzestan Province

Mohammad Mohammadian, Gholam Reza Lashkaripour, *Naser Hafezi Moghadas, Mohammad Ghafoori

Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Received: 2018.02.04 Accepted: 2019.01.06

Mohammadian, M., Lashkaripour, Gh.R.,HafeziMoghadas, N. and Ghafoori, M., 2019. Environmental impacts of Gachsaran Formation in Maydavood Plain, East of Khuzestan Province. Environmental Sciences. 17(1) 57-72

Introduction: At present, the increase in the Earth's population has led to an increase in consumption, and an abnormal harvest of water and soil resources. Maydavood Plain is a very fertile plain with rich water resources in the east of Khuzestan Province. IN recent years, water contamination and sinkhole hazards have happened in this plain. To date, very few environmental studies have been carried out on this plain.

Material and methods: In this study, field and laboratory studies have been used to study the environmental hazards of the Maydavood Plain. During field studies, many sinkholes around the Maydavood Plain were identified and their dimensions were measured. Samples were collected from the rocks and water resources of the region. The solubility test was carried out on gypsum samples of Gachsaran Formation using the circulation method. By using the Geographic Information System (GIS), is potential map of sulfate and calcium ions was prepared for the plain. The ICP-OES analysis was used to determine the amount of heavy metals in water.GISwas also used to prepare theisopotential map of heavy metals in the Maydavood Plain.

Results and discussion: According to the office studies, the MaydavoodPlain is surrounded by Asmariand Gachsaran Formation and the bedrock of this plain is Gachsaran Formation that consists of gypsum and marlstones. All of the sinkholes are formed near the Gachsaran Formation. Results of the solubility test showed that gypsums had high solubility. Base on the is potential map of sulfate and calcium ions, the amount of these ions were more concentrated around Sarelah and Dogacheh villages than other parts of the plain due to the dissolution of Gachsaran Formation gypsum. Hydrological studies showed that during the last 15 years, the

*Corresponding Author: *Email Address*. lashkaripour@um.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

groundwater level of the Maydavood Plain has decreased about 5 meters. In recent years, a few sudden sinkholes were formed, especially around Sarelah and Dogacheh villages due to the high solubility of Gachsaran Formation gypsum and a decrease in groundwater level. The type of these sinkholes a is cover collapse. Hydro chemical analysis of groundwater showed that 81, 31, 44, and 100 % of deep wells had concentrations greater than permissible values of arsenic, iron, manganese, and nickel, respectively. Also, concentrations of vanadium in all of the deep wells were lower than the permissible value. Base on heavy metals is potential map, the amount of heavy metals around of South MaydavoodPlain (Sufla) and MaydavoodVasati villages were higher than other parts of the plain. The source of heavy metals in the plain was the petroleum material pollution from oil spring existing.

Conclusion: By controlling the excessive pumping of groundwater and using artificial nourishment, it is possible to prevent the decrease of groundwater quality and the formation of new sinkholes in the plain. Otherwise, the new sinkhole may be formed and cause damage. High concentrations of heavy metals in groundwater can be hazardous for the health of people living in this region. To avoid this hazard, it is suggested to provide the drinking water for the MaydavoodPlain's population from another area with a permissible value of heavy metals.

Keywords: Sinkhole, Gypsum solution, Water level decline, Heavy metals, Petroleum materials.

www.SID.ir